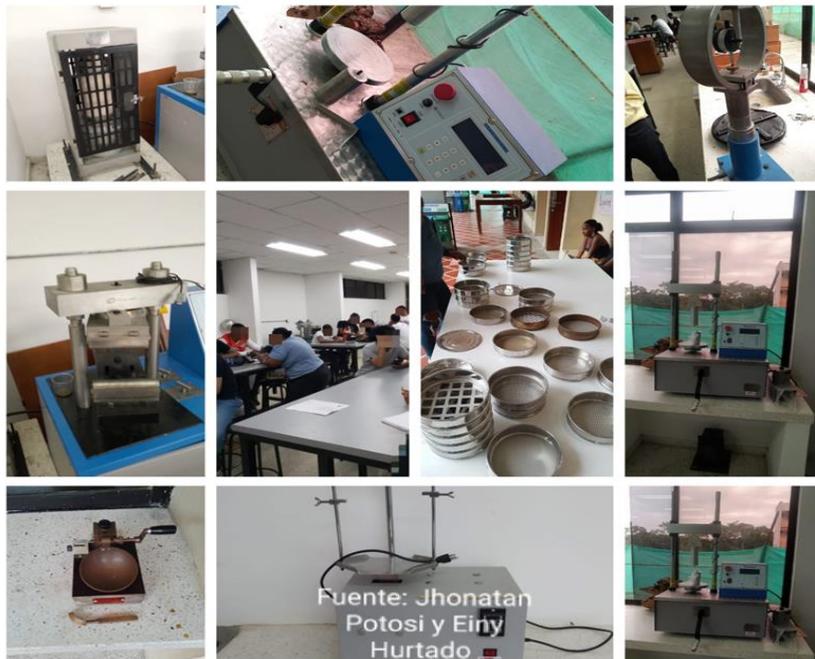


**Propuesta de tres guías de laboratorio para ensayos de suelos adaptado al programa de
Tecnología en Construcciones Civiles de la Universidad del Pacífico**

JHONATAN ISAAC POTOSI REYES
EINY YULIETH HURTADO ANGULO



Universidad del Pacífico
Programa de Tecnología en Construcciones Civiles
Buenaventura, Colombia
2023

**Propuesta de tres guías de laboratorio para ensayos de suelos adaptado al programa de
Tecnología en Construcciones Civiles de la Universidad del Pacífico**

JHONATAN ISAAC POTOSI REYES
EINY YULIETH HURTADO ANGULO

Proyecto presentado como requerimiento para optar al título de grado de:
Tecnólogo en construcciones civiles

Directora
Ing. Heidy Vanessa Obando Lara

Líneas de Investigación:
Tecnológica

Universidad del Pacífico
Programa de Tecnología en Construcciones Civiles
Buenaventura, Colombia
2023

RESUMEN

El presente proyecto se realiza para establecer estrategias pedagógicas, para ello se elaboran unas guías de laboratorio de ensayos de Mecánica I (mecánica de suelos) esto se hace respondiendo a la necesidad que presenta la Universidad del Pacífico en el programa de Tecnología en Construcción Civiles.

En este trabajo se desarrollaron los tres objetivos presentados los cuales son: En primer lugar, recopilar la información de la normativa para los ensayos de Mecánica de Suelos donde realizaron actividades para llevarlo a cabalidad. Para este objetivo, las actividades realizadas fueron: Revisión de libro con base a la norma, búsqueda de trabajos de grados que hablaran del tema de guías de laboratorio y se realizaron entrevistas a ingenieros y egresados del Programa.

El segundo objetivo planteado fue analizar la información de los ensayos de Mecánica de Suelos con base a la normatividad vigente en Colombia, para este objetivo, las actividades ejecutadas fueron identificar los ensayos que se van a realizar de acuerdo a los resultados arrojados por la encuesta.

En el tercer objetivo se realizaron las siguientes actividades, propuesta del manual de laboratorio con sus respectivas reglas, para terminar, se presentó la propuesta de tres guías de laboratorio de acuerdo a los equipos con los que cuenta la universidad.

Finalmente, los ensayos de laboratorio de suelos son una parte fundamental para la Tecnología en Construcciones Civiles, ya que proporcionan información esencial sobre las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

Palabras claves: Mecánica de suelos, guías, Laboratorio

Abstract

This project is carried out to establish pedagogical strategies, for this purpose laboratory guides for Mechanics I tests (soil mechanics) are prepared. This is done in response to the need presented by the Universidad del Pacífico in the Civil Construction Technology program.

In this work, the three objectives presented were developed, which are: Firstly, compile the information on the regulations for the Soil Mechanics tests where activities were carried out to carry it out completely. For this objective, the activities carried out were: Book review based on the standard, search for degree works that talked about the topic of laboratory guides and interviews were conducted with engineers and graduates of the Program.

The second objective set was to analyze the information from the Soil Mechanics tests based on the regulations in force in Colombia. For this objective, the activities carried out were to identify the tests that are going to be carried out according to the results obtained from the survey.

In the third objective, the following activities were carried out, proposal of the laboratory manual with its respective rules, to finish, the proposal of three laboratory guides was presented according to the equipment that the university has. .

Finally, soil laboratory tests are a fundamental part of Civil Construction Technology, since they provide essential information about the physical and mechanical properties of the soil. Keywords: Soil mechanics, guides, Laboratory.

Keywords: Soil mechanics, guides, Laboratory

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.1 ANTECEDENTES.....	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.	3
2. OBJETIVOS	4
2.1. OBJETIVOS GENERAL.....	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
3. JUSTIFICACIÓN	5
4. MARCO REFERENCIAL	9
4.1. MARCO CONTEXTUAL.	9
4.2. MARCO CONCEPTUAL	13
5. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	25
5.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	25
5.2. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	25
5.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN.	26
6. RESULTADOS DE ACTIVIDADES TÉCNICAS (INDICADORES O METAS)	27
7. CONCLUSIONES	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
9. GLOSARIO DE TÉRMINOS ESPECIALES	75
10. ANEXO	76

LISTAS DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Mapa de zonificación relativa de amenaza sísmica en Buenaventura	6
Ilustración 2 Ubicación de la Universidad del Pacífico	9
Ilustración 3 Diagrama de objetivos	26
Ilustración 4 Extracción de muestra.....	39
Ilustración 5 Cuarteo materia parte1.....	39
Ilustración 6 Cuarteo material parte2.....	39
Ilustración 7 Cuarteo parte 3.....	39
Ilustración 8 Cuarteo parte 4.....	39
Ilustración 9 Muestra en horno	39
Ilustración 10 Muestra seca	40
Ilustración 11 Lavado de muestra seca.....	40
Ilustración 12 Puesta en horno.....	40
Ilustración 13 sacar la muestra del horno.....	40
Ilustración 14 Tamices a utilizar	40
Ilustración 15 Tamizado del material.....	40
Ilustración 16 Ingreso de la muestra.....	46
Ilustración 17 Se pasa por el tamiz 3/4.....	46
Ilustración 18 Reemplazo	46
Ilustración 19 Mesclar	47
Ilustración 20 Revolvemos el material.....	47
Ilustración 21 Pesamos 3 porciones.....	47
Ilustración 22 filtro con hoja.....	47
Ilustración 23 agregamos agua	47
Ilustración 24 Empezamos a golpear	47
Ilustración 25 Enrazar.....	48
Ilustración 26 Limpiar base.....	48
Ilustración 27 pesamos.....	48
Ilustración 28 sacar muestra 1.....	48
Ilustración 29 Sacar muestra 1	48
Ilustración 30 Pesar muestra	48

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Resultado de encuesta 1	32
Tabla 2 Resultado de encuesta 2	32
Tabla 3 Resultado encuestas	33
Tabla 4 ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR	34
Tabla 5 ENSAYO DE PLACA CARGA.....	34
Tabla 6 Equipos para Ensayo granulometría	34
Tabla 7 Equipos para ensayo de Proctor	35
Tabla 8 Equipos para ensayo de Humedad	35
Tabla 9 Equipos para Ensayo de limite attberb	35
Tabla 10 Equipos para Ensayo de CBR	36
Tabla 11 Resultados de la Granulometría	41
Tabla 12 Curva de granulometría	41
Tabla 13 Resultado proctor modificado.....	49
Tabla 14 Relación -Humedad.....	49

INTRODUCCIÓN

Las guías de laboratorio de suelos es una herramienta esencial para cualquier estudiante o profesional que trabaje en el campo de la ingeniería civil. Estas guías proporcionan instrucciones detalladas sobre cómo realizar pruebas de laboratorio en muestras de suelo que ayuden a determinar sus propiedades.

En el ámbito de la construcción, los suelos desempeñan un papel fundamental en la estabilidad y durabilidad de las estructuras. Los suelos pueden variar significativamente en su composición y características, lo que implica la necesidad de comprender su comportamiento para realizar una cimentación adecuada.

Con este trabajo de grado sobre guías de laboratorio de suelos, podemos explorar la importancia que tienen estas en la educación y la práctica de la ingeniería. Es posible analizar cómo se desarrollan estas guías y cómo se utilizan en el mundo de la construcción.

Además, pueden considerar la importancia de la calidad y la precisión de las pruebas de los ensayos de laboratorio de suelos, y cómo las guías de laboratorio pueden ayudar a que los estudiantes del programa de Tecnología En Construcciones Civiles de la universidad del pacifico pueden garantizar que se realicen pruebas precisas y consistentes. También podremos explorar cómo las guías de laboratorio de suelos pueden ser adaptadas para satisfacer las necesidades específicas de diferentes proyectos de construcción y sus aplicaciones.

En general, este trabajo de grado sobre guías de laboratorio de suelos es un tema importante para explorar en la ingeniería civil y para contribuir al desarrollo de herramientas y recursos valiosos para la comunidad académica y profesional.

En conclusión, este trabajo se hace con el propósito de suplir la necesidad que tiene la comunidad estudiantil acerca de las realizaciones de ensayos de laboratorios en la Universidad del Pacifico del programa de Tecnología En Construcciones Civiles.

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Al realizar la búsqueda de las guías de laboratorio de otras universidades, se identificó investigaciones de instituciones como una guía de laboratorio de la Universidad Cooperativa de Colombia, una propuesta de guía de laboratorio de la Universidad la Gran Colombia y guías para los laboratorios de mecánica de suelos de la Universidad Libre seccional Pereira. En cada una de ellas, se evidencio de forma detallada la información concerniente al paso a paso y equipos necesarios para realizar los ensayos.

En la Universidad Cooperativa de Colombia el señor Suarez Mora, Nilson Esteban, realizaron un trabajo para optar el título de ingeniero civil, el trabajo tiene como título “Guía para ensayos de laboratorio de geotecnia de la Universidad Cooperativa de Colombia, Sede Villavicencio, el proyecto nos muestra la necesitada que tienen los estudiantes de aprender a realizar los ensayos de Mecánica de suelos debido a que la Universidad Cooperativa de Colombia cuenta con los recursos, equipos y materiales necesarios para el desarrollo y aprendizaje de los ensayos, para ello se crearon estrategias con la finalidad de guiar a los estudiantes de ingeniería civil en una correcta práctica de estos ensayos acogiéndose a la norma colombiana de INIVAS. (Mora, 2021).

En Universidad Libre Seccional Pereira la señora Gloria Milena Molina Vinasco realizó un trabajo investigativo, el trabajo tiene como título “GUÍAS PARA LOS LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA”, este proyecto de la Universidad Libre Seccional Pereira para el programa de Ingeniería Civil cuenta con los equipos y espacios para que los estudiantes realicen los Laboratorios de Mecánica de Suelos pero existen algunas fallas en el momento de ejecutar las etapas para realización de los ensayos, se evidencian varios motivos pero el que destaca es “el desconocimiento de los procedimientos y las continuas fallas en ellos” para solucionar esta problemática la Ingeniera Gloria Milena Molina Vinasco opto por la implementación de guía de laboratorio Mecánica de Suelo. (VINASCO, 2017)

En La Universidad La Gran Colombia el señor Malagón Álvarez Ariel Alfonso se realizó un trabajo para optar el título de ingeniero civil, el trabajo tiene como título “PROPUESTA DE GUÍA PARA EL LABORATORIO DE SUELOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA “en este proyecto la universidad pretende que los estudiantes obtengan una formación de calidad que le permita comprender los conceptos teóricos para luego entenderlo de

forma práctica por esta razón es importante la realización de guías de laboratorio con la normativa vigente esto ayudara a los estudiantes a comprender de una forma adecuada y sencilla los procedimientos. (Álvarez, 2016)

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los proyectos de ingeniería civil, es de gran importancia conocer las propiedades físico-mecánicas del suelo en el sitio del proyecto de manera acertada. Actualmente, la Universidad del Pacifico del programa de Tecnología en Construcciones Civiles no cuenta con guías de laboratorio de suelos que oriente al estudiante para realizar el adecuado procedimiento. Las prácticas de laboratorio deben tener un proceso con formato específico para la toma y entrega de resultados, de modo que el estudiante pueda realizar los procedimientos de laboratorio según las normas vigentes en Colombia.

El estudiante del programa de Tecnología en Construcciones Civiles de la Universidad del Pacifico carece de prácticas de laboratorio, ni conocimientos que le permitan desarrollar habilidades para investigar e interpretar resultados, los cuales son necesarios para comprender y explicar algunos de los fenómenos físicos relacionados a la geotecnia y es de vital importancia que el estudiante obtenga prácticas establecidas como complemento a los cursos técnicos ya que se pretende que el estudiante tenga la oportunidad de entender y aplicar los conocimientos adquiridos en el aula.

1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.

¿Por qué son necesarias las guías de laboratorio de suelo para los estudiantes del programa de Tecnología en Construcciones Civiles en la asignatura de Mecánica I (Mecánica de suelos) de la Universidad del Pacífico?

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVOS GENERAL

- Proponer 3 guías de laboratorios para la asignatura de Mecánica I (Mecánica de suelos) del plan de estudio del programa de Tecnología en Construcción Civil, de la Universidad del Pacífico.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar la información de las normativas para los ensayos de mecánicas de suelos.
- Seleccionar los 3 ensayos propuestos para la asignatura de Mecánica I (Mecánica de suelo) con base a la normativa vigente en Colombia.
- Elaborar la propuesta para 3 guías de laboratorio de suelos con su respectivo manual para la asignatura de Mecánica I (Mecánica de suelo) con los equipos existentes del programa de Tecnología En Construcción Civil, de la Universidad del Pacífico.

3. JUSTIFICACIÓN

Un estudio de suelos revela las características físicas y mecánicas del suelo, es decir, la estructura de las capas de tierra en diferentes niveles de profundidad y por ello es considerado una herramienta fundamental para el desarrollo profesional de la construcción civil.

Por lo tanto, es de vital importancia que los estudiantes de Mecánica I (Mecánica de suelos) del programa Tecnología En Construcción Civil, de la Universidad del Pacífico, realicen prácticas de laboratorio, de esta manera, no solo podrán conocer los conceptos teóricos de la asignatura, sino que también aprenderán de forma práctica como se realizan algunos ensayos en campo. Lo anterior le proporciona al estudiante Las aptitudes y habilidades requeridas para cultivar las competencias y obtener los resultados de aprendizaje.

Teniendo en cuenta que para la realización de prácticas de laboratorio no se cuenta con guías propias, por este motivo el estudiante tiene la dificultad para desarrollar el ensayo de manera eficiente y correcta según las normativas vigentes.

Por esta razón, es necesario proponer la elaboración de tres guías de laboratorio para la asignatura de Mecánica I (Mecánica de suelos) del programa Tecnología En Construcción Civil, de la Universidad del Pacífico. De esta forma, el estudiante será capaz de llevar a cabo la práctica de laboratorio de suelos de manera adecuada, dado que esta tiene una gran relevancia en su desarrollo profesional.

La síntesis de susceptibilidad a las amenazas naturales de la región Pacífica colombiana corresponde a la integración de la información de susceptibilidad a amenazas naturales generadas por sismos como licuación de arenas, tsunamis, inundaciones y deslizamientos, comparadas con el mapa de aceleraciones generadas por el actual estudio general de Amenaza Sísmica del País (AIS, 1996), que permite diferenciar tres niveles de amenaza alta (alta alta, alta moderada, alta baja). (Naturales, 2002)

De acuerdo con el análisis de los aspectos de geología, geomorfología, clima y fuentes sísmicas, se elaboró una zonificación del Pacífico colombiano en tres zonas sísmicas principales: alta alta, alta moderada y alta baja, que fueron asociados a parámetros de susceptibilidad de ocurrencia de eventos, donde Buenaventura se ubica con una alta tasa de amenazas sísmicas. (Naturales, 2002)

A1: Zona formada generalmente por llanuras de inundación, playas y manglares, susceptibles a tsunamis, licuación de arenas e inundación. Suelos limosos y arenosos recientes poco consolidados ubicados en las márgenes de los ríos; depósitos de playa, generalmente tamaño arena que varía de color de acuerdo con el contenido de materia. (Naturales, 2002)

“A2: Zona costera formada generalmente por playas susceptibles a tsunamis y licuación de arenas. Depósitos de playa generalmente de tamaño arena.” (Naturales, 2002)

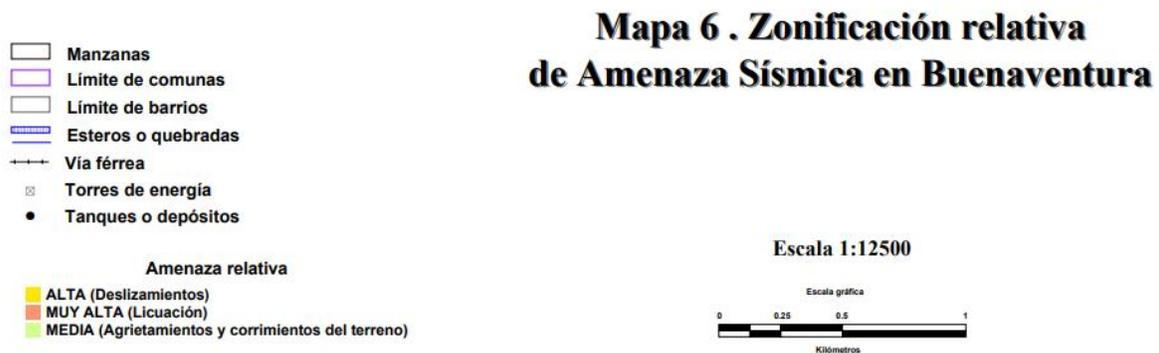
A3: Esta zona está formada generalmente por playas y llanuras de inundación susceptibles a fenómenos de licuación de arenas e inundación y depósitos de playa generalmente de tamaño arena y suelos limosos y arenosos recientes poco consolidados ubicados en las márgenes de los ríos. (Naturales, 2002)

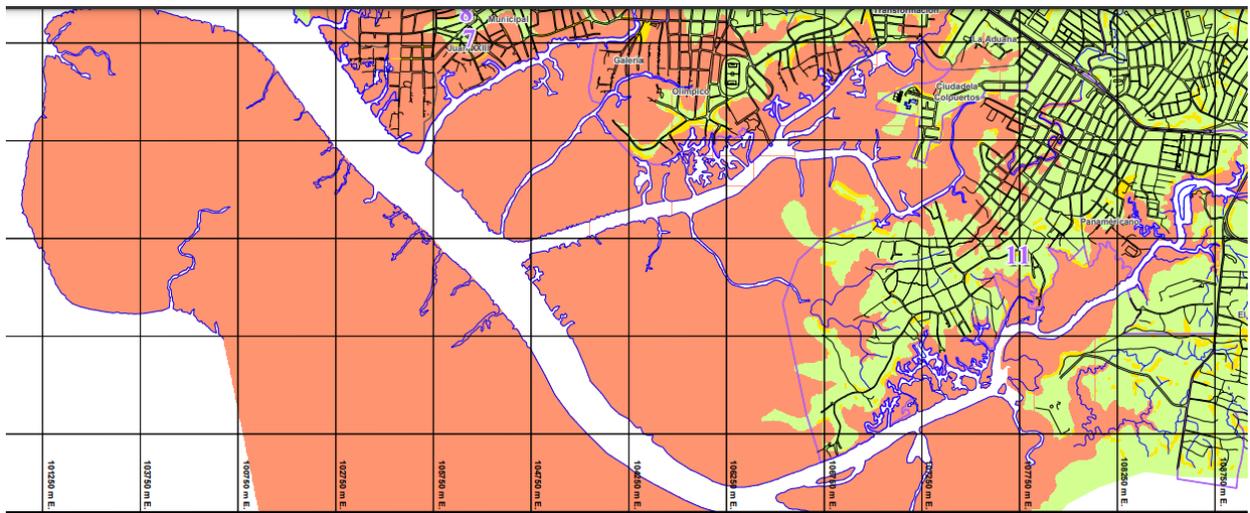
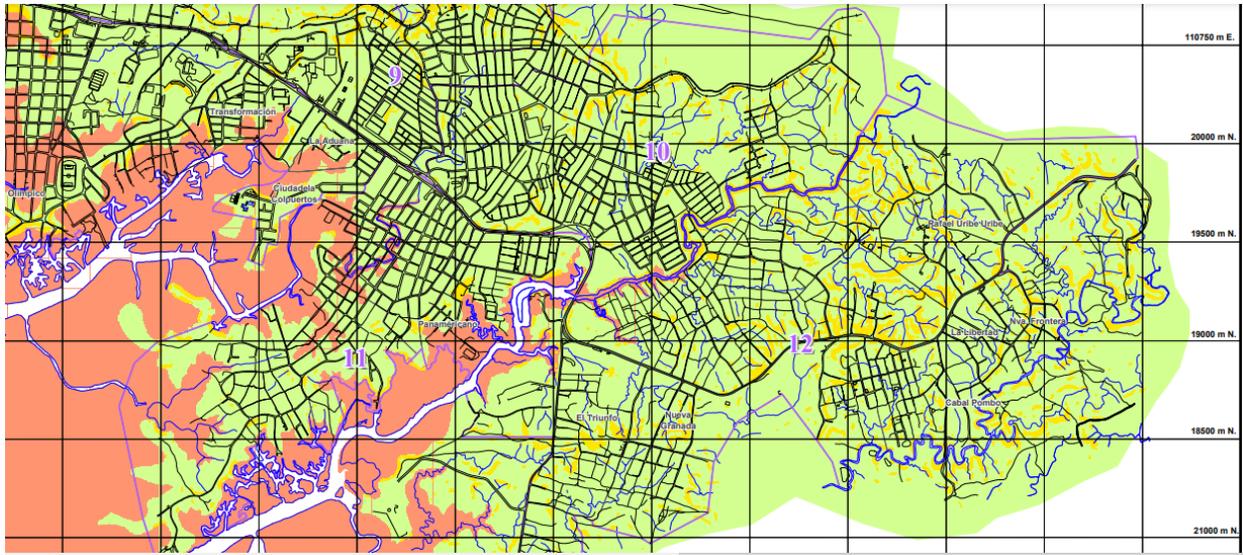
“A4: Zona formada por playas susceptibles a licuación de arenas, depósitos de playa generalmente de tamaño arena”. (Naturales, 2002)

“A5: Zona formada por las vertientes de la serranía del Baudó susceptible a deslizamiento”. (Naturales, 2002)

“Suelos que presentan grandes perfiles de meteorización y evidencias de deforestación”. (Naturales, 2002)

Ilustración 1 Mapa de zonificación relativa de amenaza sísmica en Buenaventura





Fuente: (Sismológico, 2000)

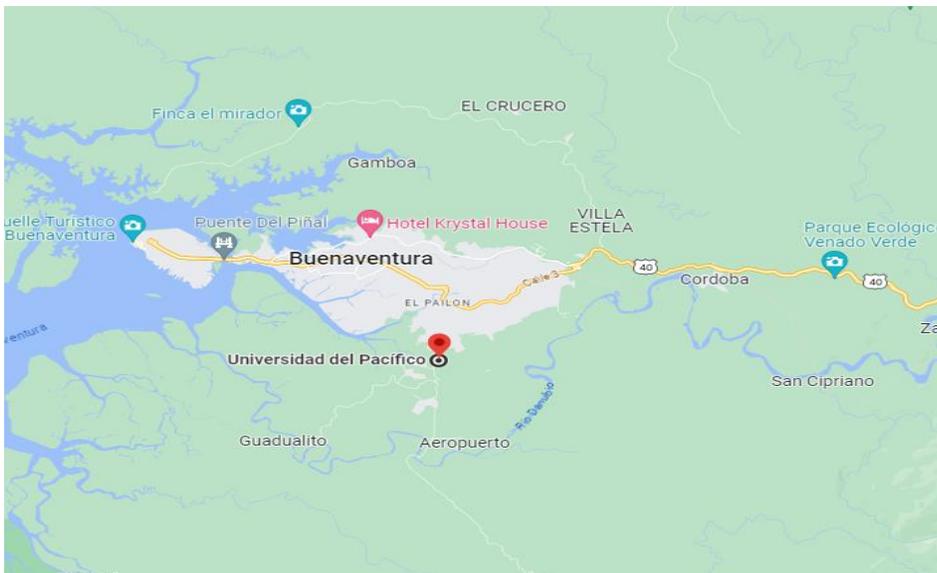
4. MARCO REFERENCIAL

4.1. MARCO CONTEXTUAL.

Buenaventura, oficialmente Distrito Especial, Industrial, Portuario, Biodiverso y Ecoturístico de Buenaventura, es una ciudad de Colombia ubicada en el departamento del Valle del Cauca, es un distrito y el principal puerto marítimo de Colombia y uno de los 10 puertos más importantes de América Latina, mueve más del 53% del comercio internacional del país, localizado en el departamento del Valle del Cauca, es la segunda ciudad más poblada del departamento después de Cali, se encuentra a orillas de la Bahía de Buenaventura en el océano Pacífico a una Distancia de 114 km por carretera a Cali la cual está separada de ella por la Cordillera Occidental de los Andes y a 528 km de Bogotá, la capital del país y aparte de esto, es el municipio más grande en toda la región del Pacífico y de mayor extensión del departamento del Valle del Cauca. (Buenaventura, 2022)

La ciudad está dividida en 12 comunas, de las cuales cuatro pertenecen a la zona insular y ocho a la zona continental, Las comunas económicamente más importantes son las localizadas en la isla de Cascajal, pero la más poblada es el número 12, en la zona de acceso a la ciudad. (Buenaventura, 2022)

Ilustración 2 Ubicación de la Universidad del Pacífico



Fuente: www.google.com

“Universidad del Pacifico es una institución de educación superior de orden nacional, creada mediante la ley 65 de 1988 y abrió sus puertas en el año 2000 por gestión del Dr. Omar Barona Murillo” (Universidad del Pacifico, 2021)

La universidad tiene una vida académica de 23 años, en la presente cuenta con 8 programas académicos (6 profesionales y 2 tecnologías), con una población estudiantil de 3007 estudiantes, 256 docentes y 170 personas entre personal administrativos y de mantenimiento y en temas de investigación cuenta con 36 grupos de investigación, donde participan 146 docentes que realizan actividades de investigación y 240 estudiantes vinculados a semilleros de investigación y queda ubicada en el Departamento del Valle del Cauca en la ciudad de Buenaventura en el Km 13 vía al Aeropuerto Barrio el Triunfo Campus Universitario. (Universidad del Pacifico, 2021)

El Tecnólogo en construcción Civil de la Universidad del Pacífico cuenta con una formación investigativa que le conlleve a desarrollar Aptitudes y actitudes que le permitan adoptar procesos de investigación en busca de nuevas alternativas tecnológicas para enfrentar eficazmente la problemática social de una comunidad y una formación ética que garantice una concepción del ejercicio profesional basada en valores humanos y culturales. (Pacifico, Universidad del Pacifo, 2014)

Tecnología en construcciones civiles y arquitectura cuentan con nuevo laboratorio de suelos y materiales: gama de equipos utilizados en procesos con suelos y materiales entró en funcionamiento en los laboratorios de la Unipacífico, beneficiando a los programas de Tecnología en Construcciones Civiles y Arquitectura. (Pacifico, Universidad del Pacifo, 2014)

La dotación está compuesta, entre otros, por una tamizadora mecánica, una prensa hidráulica, un equipo de placas, un edómetro, agitadores de suelos y un cono de Abrams, elementos que permiten adelantar pruebas en materia de ensayos de resistencia del concreto, determinación de propiedades físicas del suelo, identificación de tipos de suelos y toma de las placas del hormigón en estado fresco, entre otras funciones. (Pacifico, Universidad del Pacifo, 2014)

“Los equipos habían sido adquiridos desde hace un tiempo por la Universidad, pero no habían entrado en funcionamiento debido a que no había un espacio apropiado para su instalación y funcionamiento”. (comunicaciones, 2019)

“Con la orientación del Ingeniero Civil Alexander Gypis Saavedra, docente del programa de Tecnología en Construcciones Civiles, y el apoyo de un grupo de estudiantes de este plan de estudios se logró la adecuación y puesta en marcha del laboratorio”. (comunicaciones, 2019)

Según Freddy Andrei Jiménez Monguí, director de programa de Tecnología en Construcciones Civiles, el laboratorio les facilitará a los estudiantes su proceso de formación “En la actualidad hay un convenio con la Universidad del Valle para que los estudiantes de nuestro programa pongan en práctica, en sus instalaciones, todo el componente teórico en cuanto a resistencia de materiales como concreto y acero, además de hacer los ensayos de suelo. Teniendo un laboratorio en nuestra institución se facilita el tiempo de formación y se optimizan recursos económicos, pues se reduce el costo de las salidas o prácticas pedagógicas”, asevera Jiménez Monguí. (comunicaciones, 2019)

“El laboratorio también suplirá necesidades para el programa de Arquitectura, pues sus docentes y estudiantes requieren de este tipo de ensayos y estaban a la espera de la habilitación de este”. (comunicaciones, 2019)

Otro beneficio es que permitirá una oferta de servicios en cuanto a consultorías y asesorías para proyectos que se desarrollen en la ciudad y la región, así como para entidades o personales naturales que requieran pruebas relacionadas con suelos y materiales. (comunicaciones, 2019)

Para Darwin Andrés Piedrahita, funcionario del Centro de la Construcción SENA Regional Valle y quien viene acompañando el proceso de manejo de los equipos, el laboratorio es de alta calidad y requiere que sus insumos sean manipulados por personal capacitado con competencias específicas. (comunicaciones, 2019)

Sugiero que quienes van a operar los equipos debe tener un conocimiento suficiente, la idea es que sí no se tiene la formación no se deben maniobrar, lo otro es tener en cuenta el uso de los elementos de protección personal pues se pueden producir accidentes”, apunta Piedrahita. (comunicaciones, 2019)

En este sentido, la dirección del programa de Tecnología en Construcciones Civiles pretende capacitar a algunos de sus egresados para que se certifiquen en las competencias y en las normas que rigen este tipo de ensayos, con la asistencia del SENA. (comunicaciones, 2019)

Dentro del programa de Tecnología en Construcciones Civiles tenemos la asignatura Mecánica I (mecánica de suelos) la cual pretende que el estudiante conozca e

identifique La conducta del suelo mediante su caracterización para ser usado como material de construcción o en base de cimentación de las obras de ingeniería civil. (Pacífico, Silabo, 2016)

Con esto el estudiante deberá ser capaz de conocer e identificar mediante su juicio el tipo de suelo que se presenta en una construcción civil, además tendrá la capacidad de identificar las fases, procedimientos, tecnologías y sistemas de muestra para un estudio de suelo (Pacífico, Silabo, 2016)

“El sílabo es un instrumento que orienta tanto al docente como al estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje”. (regulo66@hotmail.com, 2015)

El silabo está conformado por identificación de la asignatura, competencias que desarrollan la asignatura, contenidos mínimos, evaluaciones, bibliografía, estado legal interno y control de seguimiento y datos del docente.

El silabo contiene todas las competencias que adquiere el estudiante desde el ser hasta el alcance que tendrá como Tecnólogo en Construcciones Civiles, además nos muestra los temas que se llevaran acabo de acuerdo a cada semana del corte y su forma evaluativa.

4.2. MARCO CONCEPTUAL

Historia de los laboratorios de suelo:

El estudio del suelo por parte del hombre es más antiguo que la civilización tiene más de diez mil años atrás, mucho antes de la invención de la escritura o el uso de herramientas de metal, la invención de la agricultura y la construcción de grandes sistemas de irrigación puso a nuestros antepasados prehistóricos en contacto - y a menudo en conflicto - con las complejidades del comportamiento de la ingeniería de suelos por primera vez. (osorio, 2012) El conocimiento de la tierra y sus propiedades se convirtió, y sigue siendo, una cuestión de necesidad práctica. (osorio, 2012)

Entre el segundo y tercer milenio antes de Cristo, la construcción de monumentos en Egipto, Mesopotamia, India y China representaron nuevos desafíos de ingeniería y arquitectura relacionados con los suelos, sobre todo en lo relativo a sus cimentaciones los cuales son: torres, pirámides y zigurats, muros urbanos de grandes dimensiones, templos con columnas, obeliscos, pagodas y otras estructuras surgieron como tributo a la creciente capacidad del hombre para dominar la tierra. (osorio, 2012)

En los siglos venideros, hacia el comienzo de la era cristiana, el dominio griego y romano de puentes, carreteras pavimentadas, acueductos, sistemas de alcantarillado y drenaje, muros de contención, presas de tierra y otras estructuras, habían familiarizado a los ingenieros antiguos, al menos en un sentido general, con casi todos los aspectos de la ingeniería geotécnica. (osorio, 2012) Hasta los comienzos rudimentarios de la ingeniería sísmica datan de la antigua Grecia y la China Sung Sin embargo, a pesar de un sustancial linaje, la ingeniería geotécnica como disciplina independiente y cuantitativa, como una ciencia y como un arte, es una de las ramas más recientes de la ingeniería en surgir y su origen real se remonta al segundo cuarto del siglo XX. (osorio, 2012)

Antes de la aparición de la GEOTECNOLOGÍA moderna, todos los triunfos (y fracasos) de la ingeniería civil y la arquitectura se derivan esencialmente del conocimiento empírico: el conocimiento y la práctica provenientes de la experiencia, el ensayo y error, o de experimentación en campo en lugar de análisis teóricos o sistematizados. (osorio, 2012) Los resultados fueron a menudo inútiles y en muchos casos desastrosos, los sucesores de todas las civilizaciones antiguas construyeron sobre sus ruinas. (osorio, 2012)

Las primeras comunidades entendieron claramente ciertas relaciones matemáticas como algo fundamental para la construcción, pero parece que basaron su práctica real de la ingeniería estrictamente en la observación y los antecedentes, los egipcios, por ejemplo, construyeron la gran pirámide de Keops sin conocer el número π , mientras que los griegos (entre otros) atribuyen poderes sobrenaturales a las piedras, el suelo y la materia inorgánica, una superstición comúnmente llevada a cabo hasta la Ilustración del siglo XVIII. (osorio, 2012)

“El magnífico Románico y el aumento de las catedrales Góticas de la Edad Media, los imponentes castillos, e incluso el resurgimiento de los estilos clásicos en el Renacimiento, asimismo tampoco se basaron en conocimientos teóricos o premisas cuantitativas”. (osorio, 2012)

Jean Kérisel, en su ensayo "The History of Geotechnical Engineering Up Until About 1700," in Proceedings of the Eleventh International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering y Golden Jubilee Volume (Rotterdam/Boston: A.A. Balkema, 1985), acerca de los comienzos de la geotecnología, lamentó que hasta 1700 los historiadores todavía "buscaban en vano cualquier ecuación matemática o fórmula de Mecánica de Suelos. (osorio, 2012)

Mecánica de Suelo

El mero reconocimiento de la Mecánica de Suelos como un estudio independiente sólo data de finales del siglo XVII En ese entonces, los ingenieros militares franceses como el gran Sebastián Le Prestre de Vauban produjeron una serie de análisis de los empujes sobre muros de contención y de taludes en tierra para mejorar el diseño de las fortificaciones, estos cálculos surgieron de la necesidad. (osorio, 2012)

Mientras que antes del siglo XVII los problemas de presión tierra no fueron reconocidos como particularmente importantes en la construcción, el gran aumento en la construcción de caminos, canales y sofisticadas fortificaciones a prueba de piezas de artillería requiere un enfoque más sistemático, Vauban en 1687 había recopilado tablas para el diseño de muros de contención de seis a ochenta pies de altura. Estas tablas proporcionaban datos prácticos, pero "difícilmente constituyen una teoría de la presión de tierras ya que Vauban no tuvo en cuenta las propiedades del suelo y Francia continuó liderando hasta el siglo XVIII. (osorio, 2012)

En 1720 el gobierno francés creó el famoso "Corps des ingénieurs des Ponts et Chaussées" (Cuerpo de ingenieros de puentes y carreteras) - la primera organización promovida por el estado dedicada a la ingeniería civil, Una aún más apoyada por el estado "Ecole des Ponts et Chaussées" fue fundada en 1747, los "Ingénieurs des Ponts et Chaussées" producidos allí, en virtud del riguroso entrenamiento matemático, intentaron sistemáticamente utilizar métodos exactos de geometría y estática para determinar las dimensiones apropiadas de las estructuras, especialmente muros de contención, que involucraron a la Mecánica de Suelos. (osorio, 2012)

A mediados del siglo XVIII, artículos sobre empujes laterales de tierra comenzaron a aparecer en publicaciones científicas italianas, holandesas y suecas, lo que indica que los estudios del suelo ya no eran exclusivamente franceses Sin embargo, el empirismo aún era dominante. (osorio, 2012)

La mecánica de suelos es la rama de la Mecánica que trata de la acción de las fuerzas sobre la masa de los suelos, el Dr. Karl Terzaghi definió a la Mecánica de Suelos como la aplicación de las leyes de la Mecánica y la Hidráulica a los problemas de ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partícula sólidas, producto de la desintegración química y mecánica de las rocas, recientemente se ha incorporado a la terminología de los suelos las acepciones "Geotecnia" e "Ingeniería Geotécnica", que suelen aplicarse como evidencia de que en ellos se están tomando en cuenta los principios y aplicación tanto de la Mecánica de Suelos como de la Geología y de la Mecánica de Rocas. (Apuntes Ingeniería civil, 2011)

Principales tipos de suelos

De acuerdo con los orígenes de sus elementos, los suelos se dividen en dos amplios grupos: suelos cuyo origen se debe a la descomposición física y/o química de las rocas, ósea los suelos inorgánicos, y suelos cuyo origen es principalmente orgánico. (Olea, 2017)

Si los suelos inorgánicos el producto del INTEMPERISMO de las rocas permanece en el sitio de donde se formó, da origen a un suelo residual; en caso contrario forman un suelo transportado, cualquiera que haya sido agente transportador (por gravedad: talud; por agua; aluviales o lacustres; por viento: eólicos; por glaciares: depósitos glaciales). (Olea, 2017)

“A continuación, se describen los suelos más comunes con los nombres generalmente utilizados por el ingeniero civil para su identificación”. (Olea, 2017)

- **Gravas:** Las gravas son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas y que tienen más de dos milímetros de diámetro dado el origen, cuando son acarreadas por las aguas las gravas sufren desgastes en sus aristas y son redondas, como material suelto suele encontrarse en los lechos, en las márgenes y en los conos de deyección de los ríos. (Olea, 2017)
- **Arenas:** Las arenas es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, y cuyas partículas varían entre 2mm y 0.05mm de diámetro y su origen y la existencia de las arenas es análogo a la de las gravas: las dos suelos encontrarse juntas en el mismo depósito, la arena de río contiene muy a menudo proporciones relativamente grandes de grava y arcilla. (Olea, 2017)
- **“Limos:** Son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, pudiendo ser limo inorgánico como el producido por canteras, o limo orgánico como el que suele encontrarse en los ríos, siendo en este último caso de características plásticas”. (Olea, 2017)
- **Arcillas:** Se le da nombre de arcilla a las partículas con diámetro menor de 0.005 mm y cuya masa tiene la propiedad de volarse plásticamente al ser mezclada con agua y químicamente es un silicato de alúmina hidratado, aunque en no pocas ocasiones contiene también silicatos de hierro o de magnesio hidratados. (Olea, 2017).

¿Qué es un laboratorio?

Es un lugar que cuenta con instalaciones fijas o móviles con capacidades técnicas, físicas y humanas para medir, analizar o caracterizar materiales, productos o equipos de acuerdo con especificaciones establecidas por la norma INVIAS, ASTM y NTC, donde se evalúan las propiedades técnicas (físicas, mecánicas, químicas) y el comportamiento de los materiales y se determina su calidad a partir de los datos obtenidos.

Los objetivos de las pruebas y de los laboratorios de ensayo deben estar claramente definidos y expresados de la forma más sencilla posible. Por lo tanto, la claridad de la definición es crucial ya que todas las actividades de laboratorio se basan en ella. En ocasiones, el mineral hidratado puede incluir silicatos de hierro o de magnesio también en estado de hidratación.

Tipos de ensayos

“Los ensayos de materiales de construcción implican el examen esencial de todos los materiales estructurales utilizados en la construcción de un proyecto”. (Structuralia, 2020)

Los ensayos para suelos son regidos por normas tales como: INVIAS, NTC y NSR-10.

Norma del Instituto Nacional de Vías - INVIAS

¿Qué es Instituto Nacional de Vías (INVIAS)?

El Instituto Nacional de Vías inició labores el primero de enero de 1994 mediante el decreto 2171 del 30 de diciembre de 1992, que creó un establecimiento público del orden nacional, con personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio propio, adscrito al Ministerio de Transporte, que tuviera como objetivo ejecutar las políticas y proyectos relacionados con la infraestructura vial a cargo de la Nación. (Invias, Instituto Nacional de Vías, 2013)

El objetivo del Instituto Nacional de Vías (INVIAS):

- “Controlar y evaluar la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos relacionados con el desarrollo de la infraestructura a su cargo”. (Invias, Instituto Nacional de Vías, 2013)
- “Definir la regulación técnica relacionada con la infraestructura de los modos de transporte carretero, fluvial, férreo y marítimo”. (Invias, Instituto Nacional de Vías, 2013)

A continuación, se describen los ensayos de suelos, los cuales son regidos por la Norma Invias:

- **Ensayos ‘In situ’**

Como su nombre lo indica, son los estudios que se realizan directamente sobre el terreno, donde se busca trabajar con muestras extraídas directamente del suelo, evitando la dificultad de hacer llegar una muestra inalterada a un laboratorio, entre sus principales virtudes, nos encontramos con que son estudios rápidos, relativamente económicos y proporcionan una abundante cantidad de datos y esto no quiere decir que sustituyan por completo a los más costosos y lentos ensayos de laboratorio, pero sí representan un muy buen complemento permitiendo reducirlos a lo estrictamente necesario. (Structuralia, 2020)

Entre los más relevantes ensayos “in situ” existen:

- o **SPT - Ensayo de penetración estándar (Standard Penetration Test):** Este método describe el procedimiento conocido como Ensayo Normal de Penetración (Standard Penetration Test – SPT), el cual consiste en conducir un muestreado de tubo partido dentro del suelo para obtener muestras alteradas representativas con fines de identificación, y medir la resistencia del suelo a la penetración del muestreado. (INVIAS, ENSAYO NORMAL DE PENETRACIÓN (SPT) Y MUESTREO DE, 2013)

“En la norma INVE–109 se describe otro método para hincar una toma muestras de tubo partido y obtener muestras representativas de suelo, pero la energía del martillo no está normalizada”. (Alvarado, 2014)

- o **CPT - Ensayo de penetración estática (Cone Penetration Test):** El ensayo CPT conocido por sus siglas en inglés (Cone Penetration Test) consiste en hincar a presión, mediante dispositivos hidráulicos, una punta cónica y medir la resistencia a la penetración (q_c) en términos de esfuerzos. Por otro lado, también se mide la resistencia por fuste (f_s) que está asociada al rozamiento lateral. (SALAZAR, 2016)
- o **VST - Ensayo de Molinete (también conocido como Vane Teste):** Es un tipo de ensayo in situ utilizado para medir la resistencia al corte no drenado S_u de un suelo y la sensibilidad S_t en suelos cohesivos saturados, se realiza en arcillas blandas de forma lo más rápido posible para evitar que el suelo drene y, por tanto, se disipen las presiones intersticiales. (RIMACHI)
- o **Ensayo presiométrico:** El ensayo presi métrico consiste en la aplicación de un campo de fuerza radial en la perforación ejecutada durante la realización de un sondeo geotécnico, mediante la dilatación de una cámara neumática o hidráulica cilíndrica, que ejerce presión contra las paredes de dicho sondeo.
- o **DMT - Dilatómetro plano Marchetti:** El Dilatómetro Plano DMT es un equipo para ensayos in situ desarrollado hace aproximadamente cuatro décadas (Marchetti, 1975, 1980) y su uso ha ido en aumento constante con el correr de los años y se emplea en prácticamente todos los países industrializados. El ensayo está estandarizado por la norma ASTM D6635 (2001, 2007) y el Eurocode 7 (1997, 2007). (Proyectos, 2013)

- o **Ensayo de placa de carga:** Este método se refiere a la ejecución del ensayo de placa con carga estática no repetida, sobre suelos de subrasante y componentes de pavimentos, bien sea en condición compactada o en estado natural y suministra los datos para emplear en la evaluación y el diseño de pavimentos rígidos y flexibles para carreteras y aeropistas. (andresnp06, 2016)
- o **“Ensayos de bombeo:** Una prueba de bombeo es una prueba hidráulica que consiste en bombear una captación tipo pozo bajo un determinado régimen de caudal, para seguir el descenso del nivel del agua en el tiempo”. (ABURRÁ, 2021)

“La elección de cualquiera de estos métodos, o la combinación de ellos dependerán del terreno que se deba estudiar, de la información que se requiera, y del tipo de solución que se quiera brindar a una futura obra”. (Structuralia, 2020)

- **Ensayos en laboratorio**

Son todos aquellos ensayos que permiten estudiar las propiedades del suelo a través de muestras, lo más inalteradas posibles, provenientes del terreno objeto de análisis; y se realizan en ambientes controlados, dentro de un laboratorio y son mucho más precisos y brindan información que los estudios “in-situ” no son capaces de obtener, pero también son más costoso en tiempo y dinero. (Structuralia, 2020)

Entre los ensayos más relevantes en laboratorios están:

- “De identificación y estado (tamizado, sedimentación, humedad, densidad, permeabilidad, etc.)” (Structuralia, 2020)
- “De resistencia (compresión, corte y ensayo triaxial)”. (Structuralia, 2020)
- “deformabilidad (edométrico)”. (Structuralia, 2020)
- “De compactación y reutilización (ensayo Próctor y CBR)”. (Structuralia, 2020)
- “En rocas (durabilidad, resistencia, densidad, absorción, etc.)”. (Structuralia, 2020)

Este tipo de estudios se realizan en una fase posterior a los antes mencionados, ya que su objetivo es evaluar el comportamiento del suelo periódicamente durante las fases construcción y explotación de una obra de ingeniería y cabe destacar que este tipo de estudios resultan factibles, casi únicamente, para obras de gran tamaño (túneles, carreteras, puentes, etc.). (Structuralia, 2020)

- **Ensayos más comunes usados en obras:**

“Ensayos Generales utilizados en la Construcción estos ensayos se usan para identificar suelos de modo que puedan ser descritos y clasificados adecuadamente. Los ensayos generales utilizados comúnmente son:” (INGENIERO, 2021):

- o **Ensayo para determinación del peso específico:** “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”. (INVIAS, 2013)
- o **Granulometría de agregados:** “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”. (Vías, Instituto Nacional de, 2013)
 - o **Límites de consistencia (Límites de atterberg):** 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. (Vías, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS INVIAS – 126 – 13, 2013)
 - o **Permeabilidad:** Este método de ensayo describe un procedimiento para determinar el coeficiente de permeabilidad mediante un método de cabeza constante para el flujo laminar de agua a través de suelos granulares, el procedimiento está destinado a establecer valores representativos del coeficiente de permeabilidad de suelos granulares presentes en depósitos naturales para ser colocados en terraplenes o cuando se empleen como bases bajo pavimentos para limitar las influencias de consolidación durante el ensayo, este procedimiento está limitado a suelos granulares alterados que no contengan más de 10 % de partículas que pasen tamiz de 75 μm (No. 200) (INVIAS, PERMEABILIDAD DE SUELOS GRANULARES (CABEZA, 2013)
- **“Ensayos para la inspección o ensayos de control de suelos:** Estos ensayos se usan para asegurar que los suelos se compacten adecuadamente durante la construcción de modo que, se cumplan las especificaciones impuestas en el proyecto. Estos ensayos son:” (INGENIERO, 2021)
 - o **“Determinación de la densidad (Densidad in situ):** 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 compactado”. (INVIAS, 2013)

- o **Compactación Proctor Standard (T-99):** Los siguientes métodos de ensayo se emplean para determinar la relación entre la humedad y el peso unitario seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101.6 o 152.4 mm (4 o 6") de diámetro, con un martillo de 44.48 N (10 lbf) que cae libremente desde una altura de 457.2 mm (18"), produciendo una energía de compactación aproximada de 2700 kN–m/m³ (56 000 lbf–pie/pie³). (INVIAS, 2013)

- o **Compactación Proctor Modificada (T-180):** El propósito de un ensayo de compactación en laboratorio es determinar la curva de compactación para una determinada energía de compactación. Esta curva considera en abscisas el contenido de humedad y en ordenadas la densidad seca a partir de ella, se podrá obtener la humedad llamada óptima que es la que corresponde a la densidad máxima. (INVIAS, Compactación Proctor Modificada, 2013)

“Nota: Estos dos últimos determinan el contenido óptimo de humedad para la compactación en obra, los mismos están relacionados con ensayos de control, también son parte esencial en la mayoría de los ensayos de clasificación o de resistencia”. (Civil, s.f.)

- **“Ensayos de resistencia de suelos:** Estos ensayos se usan para determinar la capacidad de carga de los suelos / sin son adecuados para usarlos en la construcción. Los ensayos de resistencia comúnmente utilizados son:” (INGENIERO, 2021)

- o **“Ensayo de compresión no confinada:** método de ensayo abarca la determinación de la resistencia a la compresión no confinada de suelos cohesivos en condiciones de compresión, intactas, o remoldeados, utilizando la aplicación de una carga axial de deformación controlada”. (CARDENAS, 2009)
 - o **Ensayo CBR (California Bearing Ratio – Relación de soporte California):** 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 (¾"). (INVIA, 2013)

A demás, de la norma INVIAS, en Colombia existen otras normas que rigen los ensayos de laboratorio para suelos, tales como:

Norma Técnica Colombiana - NTC

“Esta norma es la encarada de especificar el pre-tratamiento requerido para muestras de suelo que se van a someter a análisis fisicoquímicos y describe los siguientes cinco tipos de pretratamiento de muestras: secado, triturado, tamizado, división y molienda”. (COLOMBIANA, s.f.)

- **Objeto**

“Los procedimientos de pretratamiento descritos en esta norma no son aplicables si afectan los resultados de las determinaciones que se van a realizar en general, las normas para métodos analíticos establecerán cuándo es necesario adoptar otros procedimientos”. (COLOMBIANA, s.f.)

“La norma que se cita a continuación contiene determinaciones que, mediante su referencia dentro del presente documento constituyen disposiciones del mismo”. (COLOMBIANA, s.f.)

Norma Sismo Resistente - NSR-10

“La norma sismo resistentes presentan requisitos mínimos que, en alguna medida, garantizan que se cumpla el fin primordial de salvaguardar las vidas humanas antes la ocurrencia de un sismo fuerte”. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

Dado a que la reglamentación sismo resistente corresponde a un documento tecnológico, esta debe actualizarse con alguna periodicidad para plasmar los avances en las técnicas de diseño y las experiencias que se haya tenido con sismos recientes para dar una idea al respecto, el “International Building code” el cual rige en los Estados Unidos, es actualizado cada tres años. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

Partiendo del Título H – Estudios Geotécnicos se obtiene la siguiente información:

Capítulo H.1 Introducción, H.1.1.1 — OBJETIVO Y ALCANCE — Establecer criterios básicos para realizar estudios geotécnicos de edificaciones, basados en la investigación del subsuelo y las características arquitectónicas y estructurales de las edificaciones con el fin de proveer las recomendaciones geotécnicas de diseño y construcción de excavaciones y rellenos, estructuras de contención, cimentaciones, rehabilitación o reforzamiento de edificaciones existentes y la definición de espectros de diseño sismo resistente, para soportar los efectos por sismos y por otras amenazas geotécnicas desfavorables. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

Capitulo H.2 Definiciones, H.2.1 — ESTUDIO GEOTÉCNICO: Conjunto de actividades que comprenden el reconocimiento de campo, la investigación del subsuelo, los análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para el diseño y construcción de las obras en contacto con el suelo, de tal forma que se garantice un comportamiento adecuado de la edificación, protegiendo ante todo la integridad de las personas ante cualquier fenómeno externo, además de proteger vías, instalaciones de servicios públicos, predios y construcciones vecinas. . (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

Capitulo H.2 Definiciones, H.2.1.1.1 — Investigación del Subsuelo: Comprende el estudio y el conocimiento del origen geológico, la exploración del subsuelo (apiques, trincheras, perforación y sondeo y otros) y los ensayos y pruebas de campo y laboratorio necesarios para identificar y clasificar los diferentes suelos y rocas y cuantificar las características físico-mecánicas e hidráulicas del subsuelo. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

Capitulo H.2 Definiciones, H.2.1.1.2 — Análisis y Recomendaciones: Consiste en la interpretación técnica conducente a la caracterización del subsuelo y la evaluación de posibles mecanismos de falla y de deformación para suministrar los parámetros y las recomendaciones necesarias para el diseño y la construcción de los sistemas de cimentación y contención y de otras obras en el terreno influenciadas por factores geotécnicos. (Ministerio de Ambiente, REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE, 2010)

Capitulo H.2 Definiciones, H.2.2 — TIPOS DE ESTUDIOS

Capitulo H.2 Definiciones, H.2.2.1 — ESTUDIO GEOTÉCNICO PRELIMINAR: Conjunto de actividades necesarias para aproximarse a las características geotécnicas de un terreno, con el fin de establecer las condiciones que limitan su aprovechamiento, los problemas potenciales que puedan presentarse, los criterios geotécnicos y parámetros generales para la elaboración de un proyecto. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

El estudio debe presentar en forma general el entorno geológico y geomorfológico, características del subsuelo y recomendaciones geotécnicas para la elaboración del proyecto incluyendo la zonificación del área, amenazas de origen geológico, criterios generales de cimentación y obras de adecuación del terreno, este estudio no es de presentación obligatoria, pero es recomendable para proyectos especiales o de magnitud considerable, en los que pueda orientar el proceso de

planeamiento y su realización no puede reemplazar, bajo ninguna circunstancia, al estudio geotécnico definitivo. (Ministerio de Ambiente, REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE, 2010)

Capitulo H.2 Definiciones, H.2.2.2 — ESTUDIO GEOTÉCNICO DEFINITIVO: Trabajo realizado para un proyecto específico, en el cual el Ingeniero geotecnista debe precisar todo lo relativo a las condiciones físico-mecánicas del subsuelo y las recomendaciones particulares para el diseño y construcción de todas las obras relacionadas, conforme a este Reglamento y en especial los Títulos A y H. Su presentación es obligatoria ya que en este se definen el tipo de suelo, el diseño y las recomendaciones de la cimentación y del proceso constructivo. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

5. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

5.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

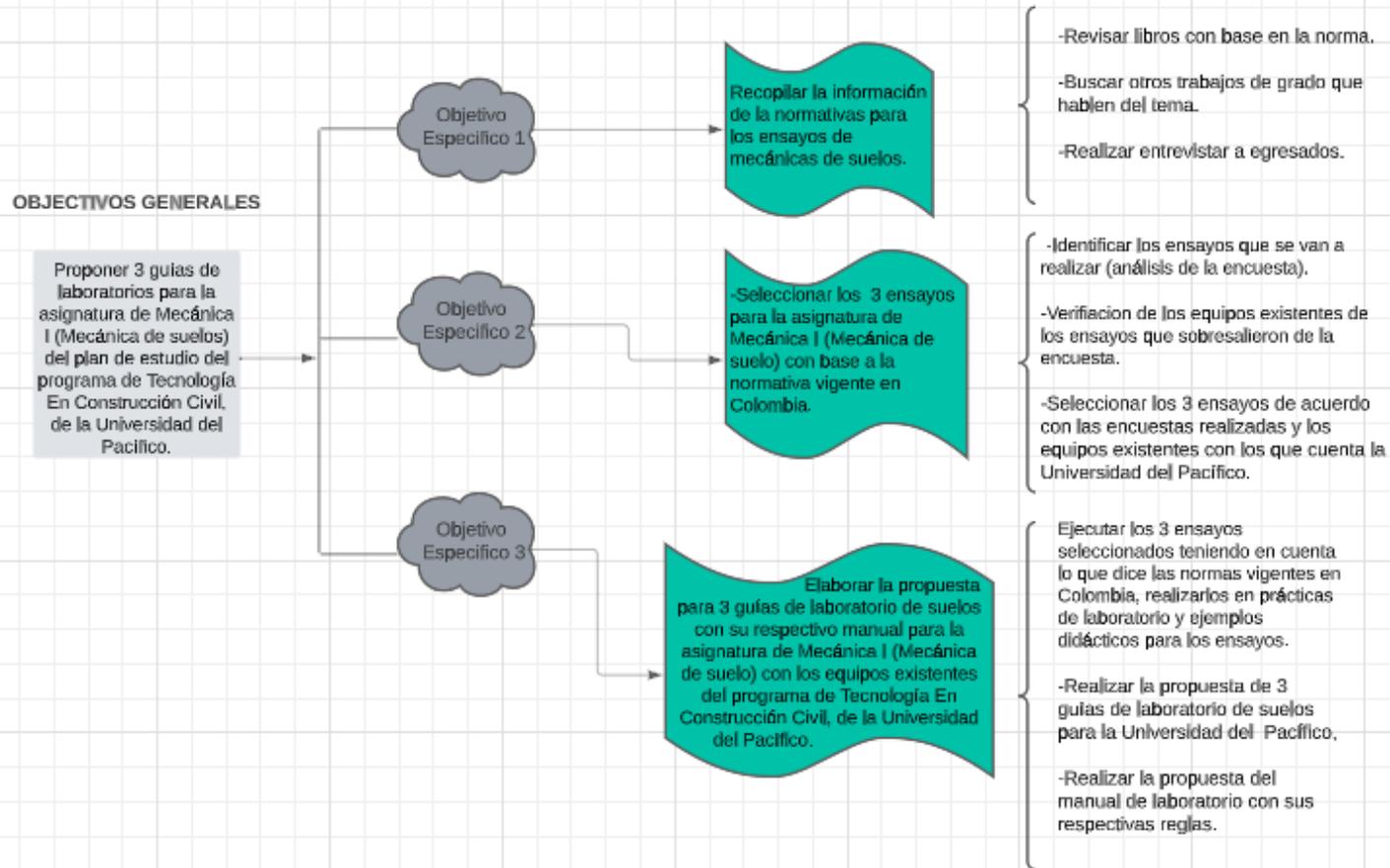
Este proyecto está orientado a una investigación aplicada y siendo puntual de tipo cualitativa, debido a la aplicación de los métodos para llevar a cabalidad las guías de laboratorio de los ensayos de Mecánica I (Mecánica de suelos) del programa Tecnología en Construcciones Civiles, de la Universidad del Pacífico de forma técnica en harás de mejorar los fundamentos teóricos de los estudiantes al momento de realizar las prácticas de laboratorio e identificar los resultados arrojados.

5.2. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

La propuesta de guías de laboratorio de suelo tiene como objetivo desarrollar un conjunto de directrices para llevar a cabo un análisis de suelos en un entorno de laboratorio. Estas guías harán instrucciones claras y detalladas sobre los procedimientos y técnicas necesarias para realizar pruebas de laboratorio específicas en muestras de suelo.

5.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN.

Ilustración 3 Diagrama de objetivos



Fuente: propia

6. RESULTADOS DE ACTIVIDADES TÉCNICAS (INDICADORES O METAS)

Desarrollo de Objetivo Especifico 1

Actividad 1:

Revisión de libros con base a las normas: se realizó una búsqueda para determinar que norma rige los procedimientos de Mecánica I (mecánica de suelo), para ello se realizaron búsquedas por medio de la web donde encontramos la norma INVIAS y la norma NTC-150.

Algunos de los ensayos de suelo que tiene la norma invias son:

NORMA INVIAS – SESIÓN SUELOS

- “DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS. INV E – 125 – 13”. (INVIAS, 2013)
- “LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS INV E – 126 – 1”. (INVIAS, 2013)
- “DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE CONTRACCIÓN DE LOS SUELOS. INV E – 127 – 13”. (INVIAS, 2013)
- “DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE LOS SUELOS Y DEL LLENANTE MINERAL, EMPLEANDO UN PICNÓMETRO CON AGUA INV E – 128 – 13”. (INVIAS, 2013)
- “DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE CONTRACCIÓN DE LOS SUELOS POR EL MÉTODO DE LA PARAFINA INV E – 129 – 13”. (INVIAS, 2013)
- “pH DE LOS SUELOS. INV E – 131 – 13”. (INVIAS, 2013)
- “ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS GRUESO Y FINO INV E – 213 – 13”. (Vías, Instituto Nacional de, 2013)

NORMA NTC

“Las siguientes normas NTC del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC, y de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales, ASTM, forman parte integrante del Reglamento NSR-10”. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

Algunos de los ensayos que tienen estas normas son:

- “ENSAYO PARA DETERMINAR LA GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO”. (Scribd, NTC 1522 Suelos. Ensayo para Determinar la Granulometría por Tamizado, 2015)
- “MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO”. (Scribd, SlideShare de Scribd, 2015)
- “MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD Y LA ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO”. (Molina, 2017)
- “MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR POR SECADO EL CONTENIDO TOTAL DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS”. (Colombia, s.f.)
- “MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, DEL LÍMITE PLÁSTICO Y DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS COHESIVOS”. (icontec, icontec, 1999)
- “SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS Y DRENADAS”. (icontec, icontec, 2000)
- “SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EN EL LABORATORIO EL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE SUELOS Y ROCAS, CON BASE EN LA MASA” (icontec, icontec, 2013)
- “SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD Y EL PESO UNITARIO EN EL TERRENO. MÉTODO DEL CONO DE ARENA”. (icontec, icontec, 2002)
- “SUELOS. ENSAYO PARA DETERMINAR LA MASA UNITARIA EN EL TERRENO. MÉTODO DEL BALÓN DE CAUCHO”. (icontec, icontec, 1979)

- “SUELOS. FACTORES DE CONTRACCIÓN DE SUELOS POR MEDIO DEL MÉTODO DEL MERCURIO”. (icontec, icontec, 2001)

Actividad 2:

Buscar otros trabajos de grado que hablen del tema: se realizó una búsqueda de trabajos de grados relacionados con guías de laboratorio de suelos que no ayudo a evidenciar y comparar los trabajos para así realizar unas guías de forma clara y entendible.

- “PROPUESTA DE GUÍA PARA EL LABORATORIO DE SUELOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA”. (Álvarez, 2016)
- “GUÍA PARA ENSAYOS DE LABORATORIO DE GEOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA, SEDE VILLAVICENCIO”. (Mora, 2021)
- “GUÍAS PARA LOS LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA”. (VINASCO, 2017)

Actividad 3:

Realizar entrevistas a ingenieros y egresados: se les pregunto a algunos docentes y egresados del programa de Tecnología En Construcciones Civiles para determinar la necesidad que tienen los estudiantes del programa con respecto al uso y prácticas de laboratorio.

A continuación, se mostrará el formato de las encuestas:



TCC-01080301

Encuesta

Propuesta elaboración de guía de laboratorio para ensayos de suelos del programa de Tecnología en Construcciones Civiles de la Universidad del Pacífico

Ciudad y Fecha:

Nombre:

Formación académica:

Cargo:

Correo electrónico:

Celular:

Encuestadores: **Jhonatan Potosi y Einy hurtado** estudiantes de 6to semestre

Característica de la encuesta: confidencial, para uso exclusivo del presente estudio.

1. ¿Cuáles son los tipos de ensayos que más se emplean a la hora de realizar ensayos de suelo en sitio? Marcar con una X

- | | |
|--------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Ensayo de penetración estándar |
| <input type="checkbox"/> | Ensayo de penetración estática |
| <input type="checkbox"/> | Ensayo de Molinete |
| <input type="checkbox"/> | Dilatómetro plano Marchetti |
| <input type="checkbox"/> | Ensayo de placa de carga |
| <input type="checkbox"/> | Ensayos de bombeo |
| <input type="checkbox"/> | Ensayo de carga puntual |
| <input type="checkbox"/> | Esclerómetro Schmidt |

Otro _____

"Unidos para Transformar Vidas"

Universidad del Pacífico

Kilómetro 13, vía al aeropuerto Barrio el Triunfo

Teléfonos (092)24405555 Ext. 3906

Correo Electrónico: info@unipacifico.edu.co

Página Web: www.unipacifico.edu.co

Buenaventura – Valle del Cauca - Colombia



TCC-01080301

2. ¿Cuáles son los tipos de ensayos que más se emplean a la hora de realizar unos ensayos de suelo en laboratorio?

- Granulometría
- Ensayo Próctor
- Ensayo de densidad
- Ensayo de CBR
- Ensayo de humedad
- Ensayo de limite attberb
- Ensayo de absorción

Otro _____

3. ¿Cree que es importante que los Tecnólogos en Construcciones Civiles de la Universidad del Pacífico deben tener conocimiento en los procedimientos para realizar ensayos de laboratorios para el control de calidad de los proyectos de Suelos como lo exigen la normatividad vigente en Colombia?

- Si
- No

En caso de que su respuesta sea Si, por favor justificar el ¿Por qué?

Si, ya que les permite cumplir con la normatividad vigente y garantizar la calidad de los proyectos de construcción.

“Unidos para Transformar Vidas”

Universidad del Pacífico

Kilómetro 13, vía al aeropuerto Barrio el Triunfo

Teléfonos (092)24405555 Ext. 3906

Correo Electrónico: info@unipacifico.edu.co

Página Web: www.unipacifico.edu.co

Buenaventura – Valle del Cauca - Colombia

Paso seguido se muestran los resultados de las encuestas, las cuales se pueden visualizar en el anexo.

Tabla 1 Resultado de encuesta 1



Fuente: propia

Tabla 2 Resultado de encuesta 2



Fuente: propia

De acuerdo a las encuestas que se realizaron a egresados del programa Tecnología en Construcción Civil, se obtuvo que la preferencia para realizar ensayos de suelo en sitio fue **Ensayo de penetración estándar y Ensayo de penetración estática** cada uno con un 33%.

De acuerdo a las encuestas que se realizaron a egresados del programa Tecnología en Construcción Civil, se obtuvo que la preferencia para realizar ensayos de suelo en laboratorio fue el **ensayo de Granulometría** obteniendo un 21,75% en segundo lugar se encuentran los ensayos de Proctor, Humedad, LIMITE ATTBERB y CBR que obtuvieron 17,4%.

- **Desarrollo de Objetivo Especifico 2**

Actividad 1:

Identificar los ensayos que se van a realizar (análisis de la encuesta): Partiendo a la información recopilada, con respecto a la norma, teniendo en cuenta los resultados de las encuestas

Según resultados de la encuesta se describen a continuación los dos primos puntajes que se obtuvieron en la encuesta realizada:

Tabla 3 Resultado encuestas

Nombre del laboratorio	Porcentaje obtenido de la encuesta
Ensayos de suelos en situ	
Ensayo de penetración estándar	50%
Ensayo de carga puntual	30%
Ensayos de suelos en laboratorio	
Ensayo de granulometría	21,75%
Ensayo de proctor	17,4%
Ensayo de humedad	17,4%
Ensayo de limite attberb	17,4%
Ensayo CBR	17,4%

Fuente: propia

Actividad 2:

Verificación de los equipos existentes de los ensayos que sobresalieron de la encuesta: realizadas y con base al inventario de los equipos que cuenta la universidad para el posible

desarrollo de prácticas de laboratorio en el programa de Tecnología en Construcciones Civiles se eligieron 3 ensayos que se pueden llevar a cabo:

Tabla 4 ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR

ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR		
Equipos y herramientas necesarios según la norma	Equipo y herramientas existente en la Unipacífico	Equipos y herramientas faltante
Equipo de perforación		x
Tuberías para muestreo		x
Toma muestras de tubo partido		x
Martinete		x
Equipo accesorio		x

Fuente: propia

Tabla 5 ENSAYO DE PLACA CARGA

ENSAYO DE PLACA CARGA		
Equipos y herramientas necesarios según la norma	Equipo y herramientas existente en la Unipacífico	Equipos y herramientas faltante
Dispositivo de carga		x
Ensamblaje de gato hidráulico		x
Placas de carga		x
Diales indicadores (deformímetros)		x
Viga de deflexión		x
Herramientas varias		x

Fuente: propia

Tabla 6 Equipos para Ensayo granulometría

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA		
Equipos y herramientas necesarios según la norma	Equipo y herramientas existente en la Unipacífico	Equipos y herramientas faltante
Balanzas	✓	
Tamices	✓	
Tamizadora mecánica	✓	
Horno		x

Fuente: propia

Tabla 7 Equipos para ensayo de Proctor

ENSAYO DE PROCTOR		
Equipos y herramientas necesarios según la norma	Equipo y herramientas existente en la Unipacífico	Equipos y herramientas faltante
Moldes	✓	
2 Martillo metálico		x
Extractor de muestras		x
Balanzas	✓	
Horno		x
Regla metálica		x
Tamices	✓	
Herramientas misceláneas		x
Recipientes	✓	

Fuente: propia

Tabla 8 Equipos para ensayo de Humedad

ENSAYO DE HUMEDAD		
Equipos y herramientas necesarios según la norma	Equipo y herramientas existente en la Unipacífico	Equipos y herramientas faltante
Horno		x
Balanzas	✓	
Recipientes para las muestras	✓	
Desecador		x
Aparato para el manejo de las muestras		x
Elementos misceláneos		x

Fuente: propia

Tabla 9 Equipos para Ensayo de limite attberb

ENSAYO DE LIMITE ATTBERB		
Equipos y herramientas necesarios según la norma	Equipo y herramientas existente en la Unipacífico	Equipos y herramientas faltante
Placa de vidrio esmerilado		x
Aparato de enrollamiento para determinar el límite plástico		x
Papel para el aparato de enrollamiento		x
Espátula	✓	
Cápsula para evaporación		x
Balanza	✓	
Cápsulas para la determinación de humedad		x
Botella plástica	✓	
Horno		x
Tamiz – De 425 μm (No. 40).	✓	
Agua	✓	
Cazuela casa grande	✓	
Panurador	✓	

Fuente: propia

Tabla 10 Equipos para Ensayo de CBR

ENSAYO DE CBR		
Equipos y herramientas necesarios según la norma	Equipo y herramientas existente en la Unipacífico	Equipos y herramientas faltante
Prensa	✓	
Disco espaciador		X
Martillos de compactación		X
Aparato medidor de expansión		X
Sobrecargas metálicas		X
Pistón de penetración	✓	
Tanque		X
Horno		X
Balanzas	✓	
tamices	✓	

Fuente: propia

Actividad 3:

Seleccionar los 3 ensayos de acuerdo con las encuestas realizadas y los equipos con los que cuenta la Universidad del Pacífico: Según la encuesta realiza y los equipos con los que cuenta la universidad se determinaron que los 3 ensayos mejor calificados para su ejecución son:

- Ensayo de Granulometría.
- Ensayo de limite attberb.
- Ensayo de proctor.

- **Desarrollo de Objetivo Especifico 3**
- **Actividad 1:**

Ejecutar los 3 ensayos seleccionados teniendo en cuenta lo que dice las normas vigentes en Colombia, realizarlos en prácticas de laboratorio y ejemplos didácticos:

Como primera etapa se realiza un análisis de los 3 ensayos de laboratorios seleccionados teniendo en cuenta las normas INVIAS:

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA I.N.V E 213-13	
EQUIPOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza • Juego de tamices • Tamizadora eléctrica • Horno eléctrico 110V
PROCEDIMIENTO:	
<p>Paso 1: Se seca la muestra a una temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ($230 \pm 9^\circ \text{F}$), hasta obtener masa constante.</p> <p>Paso 2: Se selecciona un grupo de tamices de tamaños adecuados para suministrar la información requerida por la especificación del material que se va a ensayar.</p> <p>Paso 3: La cantidad de material sobre un tamiz dado se debe limitar de forma que todas las partículas tengan la oportunidad de alcanzar las aberturas del tamiz varias veces durante la operación de tamizado. La masa retenida en tamices con aberturas menores de 4.75 mm (No. 4), cuando se complete la operación de tamizado, no debe ser mayor de 7 kg/m² de superficie de tamizado (nota 5). Para tamices con aberturas de 4.75 mm (No. 4) y mayores, la cantidad retenida, en kg, no deberá exceder el producto de 2.5 × (abertura del tamiz en mm × área efectiva de tamizado en m²).</p> <p>Paso 4: Se continúa el tamizado por un período suficiente, de tal forma que después de terminado no más del 1 % de la masa de material retenido en un tamiz pase por este tamiz, tras un (1) minuto de tamizado continuo a mano, realizado de la siguiente manera: Se sostiene el tamiz en una posición ligeramente inclinada en una mano, con su tapa y un fondo ajustados sin holgura. Se golpea bruscamente el lado del tamiz y, con un movimiento hacia arriba contra el talón de la palma de la otra mano, a razón de 150 veces por minuto, se va girando el tamiz aproximadamente 1/6 de vuelta en cada intervalo de 25 golpes. En la determinación de la suficiencia del tamizado para tamaños de abertura mayores de 4.75 mm (No. 4), se debe limitar el material sobre el tamiz a una sola capa de partículas. Si el tamaño del marco del tamiz que se está usando es muy grande y hace impracticable el movimiento de tamizado descrito, se deberán usar tamices con marco de 203.2 mm (8") de diámetro para comprobar la suficiencia del tamizado.</p> <p>Paso 5: Si no se usa una tamizadora mecánica, las partículas mayores de 75 mm (3") se deberán tamizar a mano, determinando la abertura más pequeña de tamiz por la cual pasa la partícula. El ensayo se comienza con el tamiz de menor abertura de los que van a ser usados. Las partículas se rotan, si es necesario, con el fin de determinar si ellas pasan o no a través de dicho tamiz; sin embargo, no se deberán forzar para obligarlas a pasar por las aberturas.</p> <p>Paso 6: Se determina la masa de la fracción retenida en cada tamiz, empleando una balanza que cumpla lo especificado en el numeral 4.1. La masa total del material después del tamizado debe ser muy cercana a la masa de la muestra original colocada sobre los tamices. Si las cantidades difieren en más de 0.3 % de la masa original de la muestra seca, los resultados no se podrán usar con fines de aceptación.</p> <p>Paso 7: Si la muestra se ensayó primero de acuerdo con la norma <u>INV E-214</u>, la masa de material que pasó el tamiz de 75 <u>µm</u> (No. 200) en dicho ensayo se deberá sumar a la masa de material más fino que el tamiz de 75 <u>µm</u> (No. 200) determinada mediante el tamizado en seco de la misma muestra en el presente método de ensayo.</p>	

Teniendo el espacio para realizar las prácticas de laboratorio en la planta COAGREGADOS SAS con el apoyo del laboratorista y egresados de la Universidad del Pacífico del Programa Tecnología En Construcciones Civiles. Jeison Mauricio Perlaza Belalcázar Auxiliar de laboratorio de concreto lleva 1 año y dos meses trabajando en la planta. Carlos Andrés Riascos Riascos cargo Auxiliar de laboratorio, tiempo en el cargo 8 años. Edwin Mosquera Córdoba CC 11804645 cargo laboratorista tiempo en la empresa 7 años 9 meses.

Las prácticas de laboratorio se realizaron con el fin de llevar a cabalidad la información contenida en las normas, en donde se abarcó los procedimientos de la norma INVIAS. El realizar estos ensayos nos dio un amplio conocimiento del comportamiento del suelo y como sustentar la información arrojada después de realizar las prácticas, teniendo una base sólida para el diseño de las guías de laboratorio.

Estos informes son presentados como evidencia de las prácticas de laboratorio:

▪ **Practica de ensayo de granulometría:**

- Ensayo de Granulometría
- **Equipos:** Tamiz $\frac{3}{4}$, Tamiz $\frac{3}{8}$, Tamiz #4, Tamiz #10, Tamiz #40, Tamiz #200, Horno y Balanza.
- **Procedimiento:**

Paso 1: Extracción de la muestra.

Paso 2: cuarteo del material seleccionado y elegir 2 muestras contrarias del cuarteo este proceso se repite hasta que se saquen las porciones necesarias.

Paso 3: las muestras seleccionadas se ponen en el horno por 24 horas a 110 grados.

Paso 4: sacamos las muestras del horno y procedemos a lavarla para pasar el agua del lavado por el tamiz número 200 con ello identificar que tanto paso y retuvo el tamiz también para eliminar todo tipo de arcillas que tiene la muestra.

Paso 5: Después de lavar el material lo pondrán en el horno por 24 horas a 110 grados.

Paso 6: después de que el material halla pasado las 24 horas en el horno procedemos a sacarlo del horno y empezaremos a tamizar el material. En este caso se utilizaron piedras menores a una pulgada y por esto comenzamos desde el tamiz $\frac{3}{4}$, Luego tamizamos todo el material y lo clasificamos según su tamaño.

Paso 7: pasaremos a realizar la tabla de granulometría con los valores conseguidos y representarlos en la curva.

Registro fotográfico:

Paso 1

Ilustración 4 Extracción de muestra



Fuente: propia

Paso 2

Ilustración 5 Cuarteo materia parte1



Fuente: propia

Paso 2

Ilustración 6 Cuarteo material parte2



Fuente: propia

PASO 2

PASO 2

Ilustración 7 Cuarteo parte 3



Fuente: propia

PASO 3

Ilustración 9 Muestra en horno



Fuente: propia

PASO 4

Ilustración 8 Cuarteo parte 4



Fuente: propia

Ilustración 10 Muestra seca



Fuente: propia



Ilustración 11 Lavado de muestra seca horno



Fuente: propia



Ilustración 12 Puesta en horno



Fuente: propia



Ilustración 13 sacar la muestra del horno



Fuente: propia



Ilustración 14 Tamices a utilizar



Fuente: propia

Ilustración 15 Tamizado del material



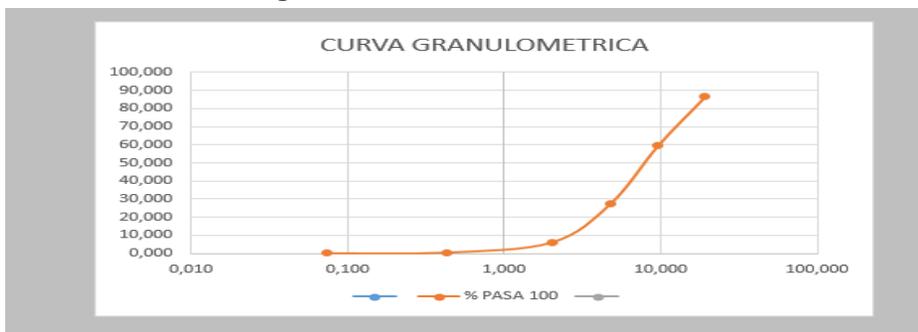
Fuente: propia

Tabla 11 Resultados de la Granulometría

TAMIZ #	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACOMULADO	% PASA 100
3/4	19,050	950	13,571	13,571	8642,86%
3/8	9,520	1.890	27,000	40,571	5942,86%
4	4,750	2.230	31,857	72,429	2757,14%
10	2,000	1.500	21,429	93,857	614,29%
40	0,425	390	5,571	99,429	57,14%
200	0,074	30	0,4286	99,857	14,29%
Fondo		10	0,143	100,000	
Total error (%)		7000	100,000		

Fuente: propia

Tabla 12 Curva de granulometría



Fuente: propia

Informe: A partir de los valores calculados se traza la curva de distribución granulométrica, marcando en las abscisas y en escala logarítmica, los diámetros de las aberturas de los tamices y en el eje de las ordenadas, en escala natural, los porcentajes de las fracciones que pasan por cada tamiz. El informe final deberá ser realizado de acuerdo con los parámetros establecidos por el docente. (Vías, Instituto Nacional de, 2013)

Referencias: Norma INVÍAS INV E-123-13

Ensayo de granulometría: con este ensayo se logró obtener la distribución de los tamaños de las partículas de los agregados grueso y fino de la muestra tomada.

EJERCICIO SOBRE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS

Ejercicio:

1. En el laboratorio de una planta de tratamiento de áridos se ha efectuado un ensayo granulométrico del producto de una machacadora de mandíbulas. Los porcentajes retenidos, en tanto por ciento en peso, para las diferentes dimensiones del ensayo han sido los siguientes:

Número de malla	Tamaño en micras	% Retenido (En Peso)-wi
+18	853	7.0
-18 +25	599	10.0
-25 +36	422	14.6
-36 +52	295	13.0
-52 +72	211	10.0
-72 +100	152	8.0
-100 + 150	104	8.2
-150 +200	74	4.0
-200		25.2

Se pide calcular el tamaño medio de la muestra y el d_{80} .

Solución:

Se calculan los tamaños medios para cada fracción granulométrica (d_{ii}) y el cociente (w_i/d_i), cuyos valores ya calculados se presentan en la siguiente tabla.

Tamaño medio para cada fracción, d_i	wt % w_i	w_i/d_i
853.0	7.0	0.0082
$(853+599) / 2 = 726.0$	10.0	0.014
$(599+422) / 2 = 510.0$	14.6	0.029
$(422+295) / 2 = 358.5$	13.0	0.036
$(295+211) / 2 = 253.0$	10.0	0.040
$(211+152) / 2 = 181.5$	8.0	0.044
$(152+104) / 2 = 128.0$	8.2	0.064
$(104+74) / 2 = 89.0$	4.0	0.045
$(74+0) / 2 = 37.0$	25.2	0.68
		0.9602

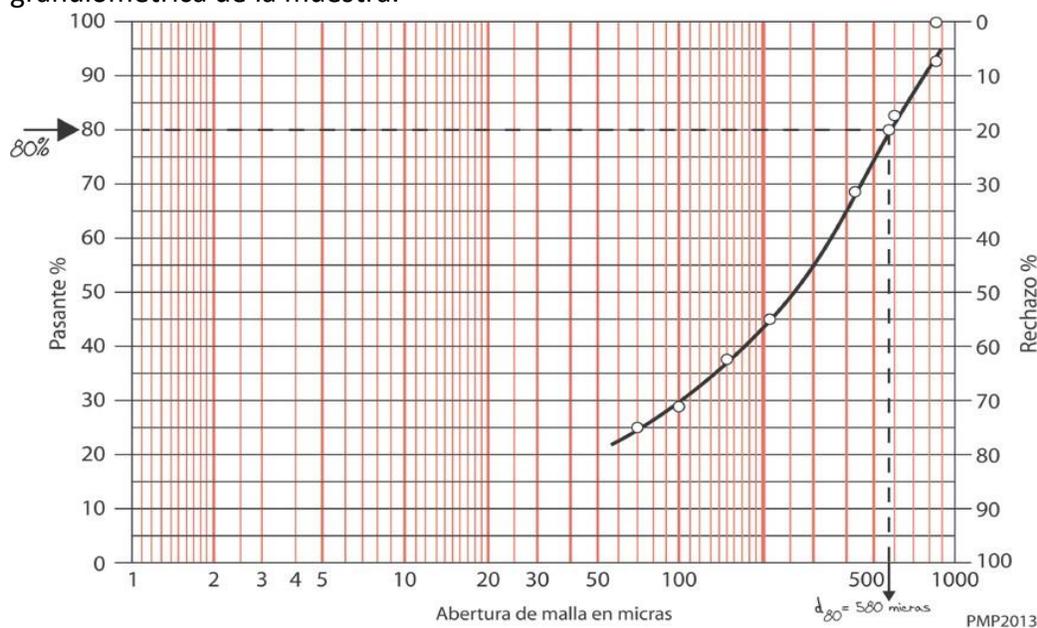
El tamaño de la muestra se calcula con la siguiente expresión

Tamaño medio:
$$\frac{100}{\sum \frac{wi}{di}} = \frac{100}{0.9602} = 104.15 \text{ micras}$$

Ahora vamos a representar la curva granulométrica, pero antes vamos a calcular el porcentaje acumulado de paso apoyándonos para ello en los valores anteriores de la tabla. Estos valores de porcentaje acumulado de paso (%) se muestran ya calculados en la siguiente tabla.

Número de malla	Tamaño en micras	% Retenido - wi	Porcentaje Paso (%)
+18	853	7.0	100
-18	853	10.0	93.0
-25	599	14.6	83.0
-36	422	13.0	68.4
-52	295	10.0	55.4
-72	211	8.0	45.4
-100	152	8.2	37.4
-150	104	4.0	29.2
-200	74	25.2	25.2

A continuación, se representan los valores de la tabla anterior en la plantilla semilogarítmica que se muestra a continuación, donde sobre ellos se ha hecho pasar una línea que representa la curva granulométrica de la muestra.



Para calcular el valor d80, se entra por ordenadas a través del 80% de paso hasta cortar la curva granulométrica y bajando nos dará en abscisas un valor aproximado de 580 micras. Este valor será nuestro d80.

$d_{80} = 580$ micras (S. INGENIERÍA DE CAMINOS)

PROCTOR I.N.V E 142-13	
EQUIPOS:	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Balanza.<input type="checkbox"/> Juego de tamices.<input type="checkbox"/> Moldes.<input type="checkbox"/> Martillo metálico.<input type="checkbox"/> Extractor de muestra.<input type="checkbox"/> Regla metálica.<input type="checkbox"/> Recipiente.<input type="checkbox"/> Herramienta de misceláneas.<input type="checkbox"/> Horno eléctrico 110V.
PROCEDIMIENTO:	
<p>Paso 1: No se pueden utilizar muestras de suelo previamente compactadas en el laboratorio. Ello daría como resultado valores mayores de peso unitario seco máximo.</p> <p>Paso 2: Preparación por vía húmeda (preferida) – Sin secado previo de la muestra, se procesa ésta sobre un tamiz de 4.75 mm (No. 4), de 9.5 mm (3/8") o de 19.0 mm (¾"), dependiendo del Método (A, B o C) a ser usado o requerido, de acuerdo con lo citado en el numeral 6.2. Se determinan y registran las masas de los materiales pasante y retenido en ese tamiz (fracción de ensayo y fracción gruesa, respectivamente). Se seca en el horno la fracción gruesa y se determina y registra su masa con aproximación a 1 g. Si resulta que más del 0.5 % de la masa seca total de la muestra está adherida a la fracción gruesa, se deberá lavar esta fracción. Luego, se determina y registra su masa seca, con aproximación a 1 g. Se determina y registra la humedad de la fracción de ensayo (fracción fina). Usando esta humedad, se determina y anota la masa seca al horno de esta fracción, con aproximación a 1 g. Con base en estas masas secas, se determina el porcentaje de la fracción con sobre tamaños, PFG, y el porcentaje de la fracción de ensayo, <u>PFE</u>, a menos que se haya realizado previamente el ensayo de granulometría completo (Ver Sección 8 para los cálculos).</p> <p>Paso 3: Preparación por vía seca – Si la muestra se encuentra muy húmeda para ser desmenuzada, se reduce su contenido de agua secándola al aire hasta volverla friable. El secado también se puede realizar en un aparato que no lleve la temperatura más allá de 60° C (140° F). Se desintegran totalmente las agregaciones, sin romper partículas individuales. Se procesa el material sobre el tamiz apropiado, de acuerdo con el método de ensayo elegido. Cuando se prepare material pasante por el tamiz de 19.0 mm (¾") para compactarlo en el molde de 15.4 mm (6"), las agregaciones se deben romper lo suficiente para que pasen el tamiz de 9.5 mm (3/8"), con el fin de facilitar la distribución completa del agua durante el mezclado posterior. Se determina y anota el contenido de agua de la fracción de ensayo, así como todas las masas citadas en el numeral 8.2. para determinar el porcentaje de la fracción con</p> <p>Paso 5: Luego de la compactación de la última probeta, se comparan los pesos unitarios húmedos de todas, para asegurar que hay datos a ambos lados de la humedad óptima, que permitan la elaboración de la curva de compactación.</p> <p>Dibujando los puntos que representan el peso unitario húmedo de cada probeta con su respectiva humedad de moldeo, se puede realizar esta evaluación. Si no se encuentra la</p>	

tendencia esperada, será necesario compactar una o más probetas adicionales con otros contenidos de agua. Para personas con experiencia en el dibujo de curvas de compactación, un punto de compactación del lado húmedo (humedad mayor que la óptima) es suficiente para definir el máximo peso unitario húmedo.

❖ **Practica de ensayo de Proctor modificado:**

- Ensayo de Proctor modificado
- **Equipos:** pala, horno, balanza, martillo, molde cilíndrico, tamiz #4, tamiz 3/4, regla metálica.
- **Procedimiento:**

Paso 1: Se escoge la muestra y se realiza su ingreso a laboratorio donde se desechan los tamaños mayores a 2`.

Paso 2: Se pasa por el tamiz 3/4`, se procede a pesar el valor retenido y se apunta.

Paso 3: Se realiza un remplazo: Se revuelve la muestra y se divide en dos partes una que pasará por el tamiz #4 y el retenido será en peso la mitad del retenido por el tamiz 3/4`.

Paso 4: El pasante se desecha y el retenido se mezcla con la otra porción.

Paso 5: Se revuelve ese material hasta que esté homogéneo y procede a pesar 3 porciones de 7000gr cada uno.

Paso 6: Se realizan filtros con hojas de papel para colocarlos en la parte inferior del equipo.

Paso 7: A cada muestra se le irá agregando un porcentaje de humedad, para la primera iniciamos con el 3% de humedad.

Paso 8: Para así mezclar e iniciar colocando el filtro de papel en la parte inferior del molde y luego agregar la primera capa de material y darle los 56 golpes luego la segunda capa de material y nuevamente dar 56 golpes por último agregamos la tercera capa damos los 56 golpes sacamos la parte superior del equipo y enrasamos.

Paso 9: Se enrasa el material y se limpia la base para pesarlo.

Paso 10: Se saca de la base para así poder pesarlo.

Pasó 11: Luego de pesarlo pasamos a colocar el mazo en el centro y dar un golpe para así retirar el filtro y sacar la muestra del centro.

Paso 12: Pesamos la muestra y se debe anotar el valor, luego se seca la muestra para así también conocer su peso ya seca.

Nota: Para poder completar los datos necesarios este proceso se repite dos veces más con la diferencia que se debe ir aumentando la humedad para cada una de ellas.

Paso 13: Ya que con estos datos realizamos los cálculos.

Registro fotográfico:

Paso 1

Ilustración 16 Ingreso de la muestra



Fuente: propia

Paso 2

Ilustración 17 Se pasa por el tamiz 3/4



Fuente: propia

Paso 3

Ilustración 18 Remplazo



Fuente: propia

Paso 4

Ilustración 19 Mezclar



Fuente: propia

PASO 5

Ilustración 20 Revolvemos el material



Fuente: propia

PASO 5

Ilustración 21 Pesamos 3 porciones



Fuente: propia

Paso 6

Ilustración 22 filtro con hoja



Fuente: propia

Paso 7

Ilustración 23 agregamos agua



Fuente: propia

Paso 8

Ilustración 24 Empezamos a golpear



Fuente: propia

Paso 9

PASO 9

Ilustración 25 Enrazar



Fuente: propia

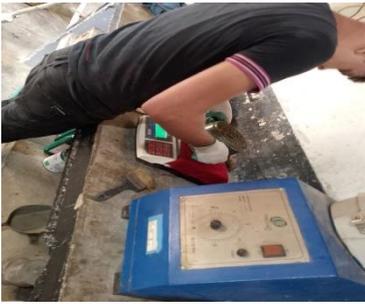
PASO 10

Ilustración 26 Limpiar base



Fuente: propia

Ilustración 27 pesamos



Fuente: propia

Paso 11

Paso 11

Ilustración 28 sacar muestra 1



Fuente: propia

Ilustración 29 Sacar muestra 1



Fuente: propia

Paso 12

Ilustración 30 Pesar muestra



Fuente: propia

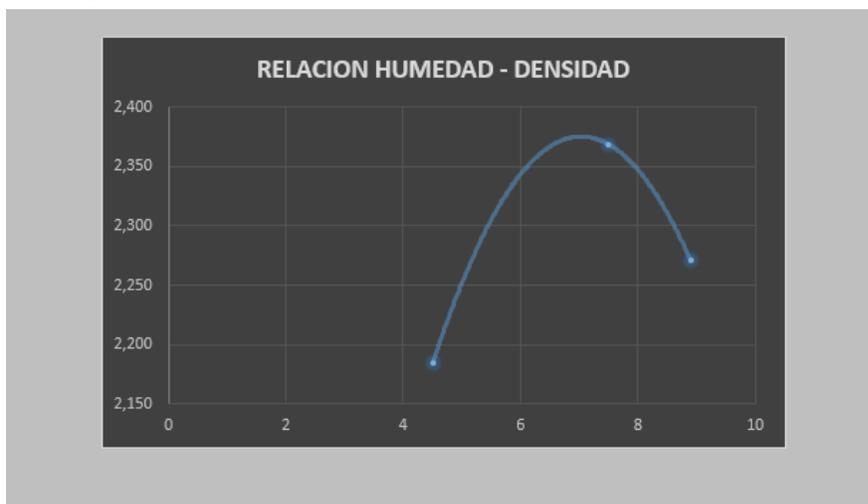
Tabla de resultados:

Tabla 13 Resultado Proctor Modificado

Clase de ensayo:	Estandar:	Modificado : x	Tipo de ensayo : con reemplazo sin reemplazo		
PRUEBAS	1	2	3		
Peso de Muestra Humeda + molde (g)	7704,0	8256,0	8102,0		
Peso Molde (g)	2942,0	2942,00	2942,0		
Pesos de la Muestra Humedad (g)	4762,0	5314,0	5160,0		
Volumen del Molde (cm^3)	2086,7	2086,7	2086,7		
Peso Unitario Humedo (g/cm^3)	2,282	2,547	2,473		
Peso de la Muestra humeda + recipiente (g)	354	316,0	399		
Peso muestra seca + recipiente	341,5	298,5	371,5		
Peso del recipiente (g)	63,9	63,9	63,2		
Contenido de Humedad (%)	4,5	7,5	8,9		
DENSIDAD DE LA MUESTRA SECA P (g/cm^3)	2,184	2,369	2,271		
Peso Unitario de la Muestra	21,42	23,24	22,26		

Fuente: propia

Tabla 14 Relación -Humedad



Fuentes: propia

Informe: El informe debe incluir:

El método empleado para la compactación (A, B o C).

El método de preparación de la muestra (vía seca o vía húmeda).

El valor de la gravedad específica, aproximado a 0.01.

El dibujo de las curvas de compactación y de saturación.

La humedad óptima, como porcentaje, aproximada a 0.1 %.

El peso unitario seco máximo, con aproximación a 0.01 kN/m³ o 0.1 lbf/pie³.

Los porcentajes de la fracción gruesa (PFG) y de la fracción de ensayo (PFE), con aproximación a 1%. (INVIAS, Compactación Proctor Modificada, 2013)

El tipo de martillo utilizado para la compactación. (INVIAS, Compactación Proctor Modificada, 2013)

Referencias

Norma INVÍAS. INV E-123-13

Ensayo De Proctor Modificado: con este ensayo se logró determinar la relación densidad seca y el peso unitario seco del suelo.

Como tercera instancia, se procedió a realizar ejemplos didácticos para los ensayos:

- Ensayo de Proctor Modificado:

EJERCICIOS DE COMPACTACIÓN DE SUELOS.

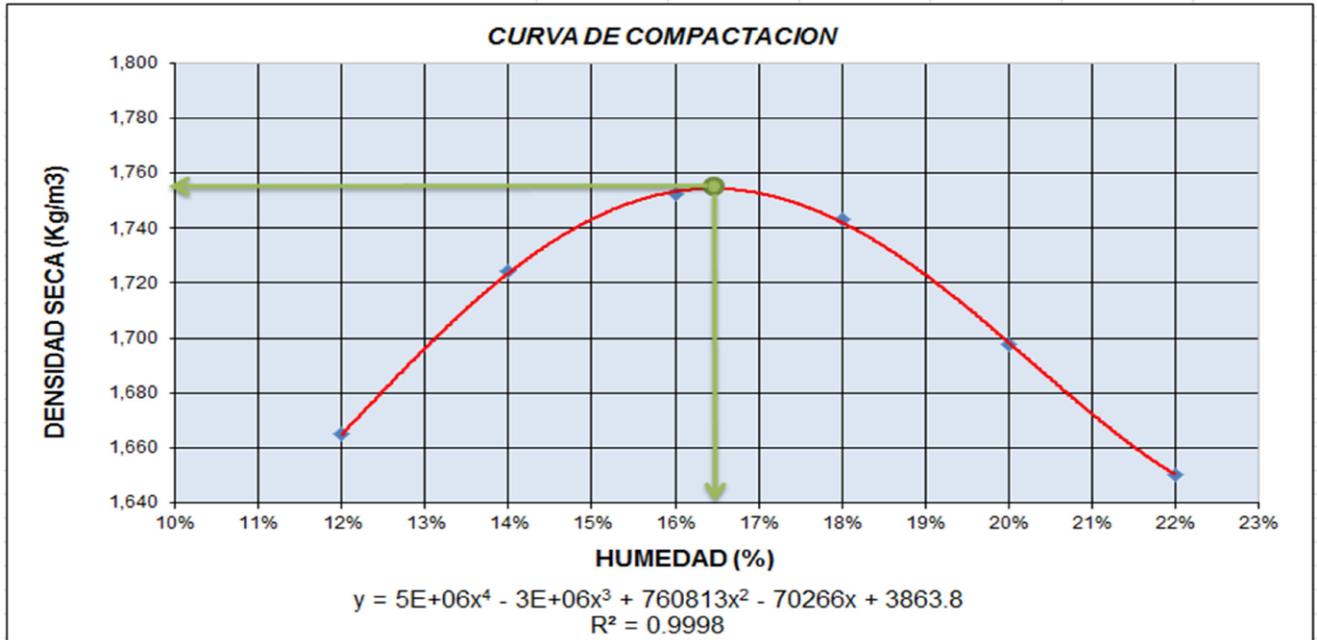
(PROPUESTOS)

Problema N.º 03. En un material de préstamo que será utilizado para la construcción de terraplenes de una vía, se muestran los resultados del ensayo de compactación Proctor Estándar. Determine el peso unitario seco máximo (d_{max}) y la humedad óptima (opt).

ENSAYO DE COMPACTACIÓN AASHTO T99 - ESTÁNDAR (Volumen del cilindro = 943.90 cm ³)						
Peso del suelo húmedo [gr]	1759,97	1855,22	1918,73	1941,41	1923,26	1900,58
Contenido de humedad [%]	12,00	14,00	16,00	18,00	20,00	22,00

Solución

ENSAYO DE COMPACTACIÓN AASHTO T99 - ESTÁNDAR (Volumen del cilindro = 943.90 cm ³)						
Peso del suelo compacto+molde [gr]	1759.97	1855.22	1918.73	1941.41	1923.26	1900.58
Contenido de humedad [%]	12.00%	14.00%	16.00%	18.00%	20.00%	22.00%
Densidad húmeda [Kg/m ³]	1864.57	1965.48	2032.77	2056.80	2037.57	2013.54
Densidad seca ($\gamma_d = \gamma_h/(1+w)$) [Kg/m ³]	1664.79	1724.11	1752.39	1743.05	1697.98	1650.44



(Los valores se obtienen del gráfico) (Óptimo) = 16,5% d(max) = 1755 kg/m³ (EJERCICIOS DE COMPACTACIÓN DE SUELOS.)

ENSAYO PARA DETERMINAR EL LL INV E – 125 – 13	
EQUIPOS:	<input type="checkbox"/> Aparato del límite líquido <input type="checkbox"/> Ranurador <input type="checkbox"/> Calibrador <input type="checkbox"/> Balanza <input type="checkbox"/> Recipientes para la determinación de la humedad <input type="checkbox"/> Recipiente para mezclar y almacenar las muestras preparadas <input type="checkbox"/> Balanza <input type="checkbox"/> Espátula <input type="checkbox"/> Horno
PROCEDIMIENTO:	
<p>Paso 1: Se remezcla completamente el espécimen, ajustando su contenido de agua para 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 (Figura 125 - 6). 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 del mueble.</p> <p>Paso 2: 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</p>	

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.

Paso 3: 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 ($\frac{1}{2}$ " (ver Figuras 125 - 8.a y 125 - 8.b). Por ningún motivo se deberá sostener la base del equipo con una mano mientras se gira la manivela.

Paso 4: 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 1 a 3. Si el suelo se desliza sobre la superficie de la cazuela, se deberán repetir los pasos 1 a 3 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.

Paso 5: Se registra el número de golpes, N, requerido para cerrar la ranura en la longitud indicada en el paso 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.

Paso 6: 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.

Paso 7: Se remezcla el suelo restante en la vasija, agregándole agua suficiente para ponerlo en un estado de mayor fluidez y se repiten los pasos 1 a 6. 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.

Paso 8: Se toma el recipiente con la porción de suelo (Ver numeral 10.5), 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.

LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS INV E – 126 – 13	
EQUIPOS:	<input type="checkbox"/> Placa de vidrio esmerilado <input type="checkbox"/> Aparato de enrollamiento <input type="checkbox"/> Papel para el aparato de enrollamiento <input type="checkbox"/> Espátula <input type="checkbox"/> Cápsula para evaporación <input type="checkbox"/> Balanza <input type="checkbox"/> Cápsulas para la determinación de humedad. <input type="checkbox"/> Botella plástica <input type="checkbox"/> Horno <input type="checkbox"/> Tamiz <input type="checkbox"/> Agua
PROCEDIMIENTO:	
<p>Paso 1: Del espécimen de ensayo, se selecciona una porción de 1.5 a 2.0 g con la cual se forma una masa elipsoidal.</p> <p>Paso 2: Se forman rollos con la masa de suelo, siguiendo alguno de los dos procedimientos que se mencionan a continuación: 1 – Se hace rodar la masa de suelo entre la palma de la mano o los dedos y la placa de vidrio, con la presión estrictamente necesaria para formar un rollo de diámetro uniforme en toda su longitud (nota 1). El rollo se debe adelgazar más con cada rotación, hasta que su diámetro alcance 3.2 mm (1/8"), tomándose para ello no más de dos minutos. 2 – Se adhieren hojas de papel mate liso a las placas superior e inferior del aparato plástico de enrollamiento. Se coloca la masa de suelo sobre la placa inferior, en el punto medio entre los rieles de deslizamiento. Se coloca la placa superior en contacto con la masa (o masas, ver nota 3) de suelo. Simultáneamente, se aplica una ligera presión hacia abajo y se da a la placa superior un movimiento de vaivén, de manera que entre en contacto con los rieles laterales antes de que pasen dos minutos.</p> <p>Paso 3: 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.</p> <p>Paso 4: Se recogen las porciones de suelo desmoronado y se colocan en un recipiente adecuado de masa conocida. Si el recipiente con el suelo no se pesa en ese momento, se deberá tapar inmediatamente.</p> <p>Paso 5: Se seleccionan otras porciones de 1.5 a 2 g del espécimen del límite plástico y se repiten las operaciones descritas en los pasos 2 a 4 hasta que el recipiente tenga, cuando menos, 6 g de suelo.</p> <p>Paso 6: Las operaciones descritas en los pasos 1 a 5 se deberán repetir para obtener otro recipiente que contenga al menos 6 g de suelo.</p> <p>Paso 7: Se determinan los contenidos de agua de los suelos contenidos en los dos recipientes, de acuerdo con la norma <u>INV E-122</u> y se anotan los resultados.</p>	

Problema N°1:

En un ensayo de limite liquido se obtienen los siguientes resultados:

N° de golpes	9	15	22	30
W (%)	85	80	76	74

Se encontró que el limite plástico= 32%

Calcular: El Límite Liquido, Indice Plástico, Índice de Fluidez (Fw) y el Índice de Tenacidad (Tw).

Solución:

Aplicando la ecuación defluidez: $W = -F_w \text{Log} N + C$

cuando N=30 y W%=74%"

$$0.74 = -F_w \text{Log} \cdot 30 + C$$

$$0.74 + F_w \text{Log} \cdot 30 = C \dots\dots\dots 1$$

cuando N=15 y W%=80%"

$$0.80 = -F_w \text{Log} \cdot 15 + C$$

$$0.80 + F_w \text{Log} \cdot 15 = C \dots\dots\dots 2$$

igualando (1) y (2)"

$$0.74 + F_w \text{Log} \cdot 30 = 0.80 + F_w \text{Log} \cdot 15 \left(\frac{30}{15} \right) = F_w \cdot \text{Log} 2$$

$$0.06 = F_w \text{Log} 30 - \text{Log} 15 = F_w \cdot \text{Log} \left(\frac{30}{15} \right) = F_w \cdot \text{Log} 2$$

$$F_w := 0.20$$

i) Limite liquido:

"cuando N=25 y W%=L. L"

$$LL = -0.2 \cdot \text{Log} 25 + C \dots\dots\dots 3$$

"cuando N=15 y W%=80%"

$$0.80 = -0.2 \cdot \text{Log} \cdot 15 + C \dots\dots\dots 4$$

igualando (3) y (4)

$$LL - 0.80 = 0.2 \cdot \text{Log} \frac{15}{25}$$

$$LL = 75\%$$

Indice plástico:

$$I_p = LL - LP = 75\% - 32\% = 43\%$$

$$I_p := 43\%$$

Indice tenacidad:

$$T_w = \frac{I_p}{F \cdot N \cdot Tw} = 2.15$$

Actividad 2: Realizar la propuesta de 3 guías de laboratorio de suelos para la Universidad del Pacífico



ENSAYO DE GRANULOMETRÍA



Referencias

Norma
Invías. INV
E-123-13

Materiales y equipos:

Tamiz $\frac{3}{4}$, Tamiz 3/8, Tamiz #4, Tamiz #10, Tamiz #40, Tamiz #200, Horno y Balanza.

OBJETIVO:

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.

Importancia y aplicación:

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.

INTRODUCCIÓN:

El suelo presenta diversas denominaciones que varían conforme al tamaño predominante de sus partículas, pudiendo ser gravas, arenas, arcillas y limos o un conjunto de estos. El ensayo de granulometría es utilizado para determinar la distribución granulométrica del suelo, en otras palabras, el porcentaje que cada franja de tamaños de partículas representa en la masa seca total usada de muestra. Para la granulometría se usan dos métodos de ensayo. El ensayo de tamizado que es utilizado para partículas mayores a 0,075mm. El ensayo de sedimentación o por medio de hidrómetro que se utiliza para partículas menores a 0,075mm. El ensayo por tamizado consiste en agitar una muestra de suelo en un conjunto de tamices que poseen aberturas progresivamente menores. Para la realización del ensayo, la muestra de suelo debe pasar por una estufa para retirar la humedad de la muestra.

DEFINICIONES:

Cuarteo: El cuarteo es la división del material en 4 partes iguales

INFORME:

Dependiendo de las especificaciones para el uso del material que está siendo ensayado, el informe deberá incluir:

- ✓ Porcentaje total de material que pasa cada tamiz, o
- ✓ Porcentaje total de material retenido en cada tamiz, o
- ✓ Porcentaje de material retenido entre tamices consecutivo.

CÁLCULOS:

Se calculan los siguientes porcentajes: (1) el porcentaje que pasa, (2) el porcentaje total retenido, o (3) el porcentaje de las fracciones de diferentes tamaños, redondeados a 0.1%, con base en la masa total de la muestra inicial seca. Si la muestra fue primero ensayada por el método INV E-214, se deberá incluir la masa del material más fino que el tamiz de 75 μ m (No. 200) por lavado en los cálculos del análisis por tamizado, y se usa el total de la masa de la muestra seca antes del lavado en el ensayo según el método INV E-214, como base para calcular todos los porcentajes.

PROCEDIMIENTO

1 PASO:



Se seca la muestra a una temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ($230 \pm 9^\circ \text{F}$), hasta obtener masa constante.

2 PASO:



Se selecciona un grupo de tamices de tamaños adecuados para suministrar la información requerida por la especificación del material que se va a ensayar.

3 PASO:

La cantidad de material sobre un tamiz dado se debe limitar de forma que todas las partículas tengan la oportunidad de alcanzar las aberturas del tamiz varias veces durante la operación de tamizado. La masa retenida en tamices con aberturas menores de 4.75 mm (No. 4), cuando se complete la operación de tamizado, no debe ser mayor de 7 kg/m^2 de superficie de tamizado (nota 5). Para tamices con aberturas de 4.75 mm (No. 4) y mayores, la cantidad retenida, en kg, no deberá exceder el producto de $2.5 \times$ (abertura del tamiz en mm \times área efectiva de tamizado en m^2).

4 PASO:

Se continúa el tamizado por un período suficiente, de tal forma que después de terminado no más del 1% de la masa de material retenido en un tamiz pase por este tamiz, tras un (1) minuto de tamizado continuo a mano, realizado de la siguiente manera: Se sostiene el tamiz en una posición ligeramente inclinada en una mano, con su tapa y un fondo ajustados sin holgura. Se golpea bruscamente el lado del tamiz y, con un movimiento hacia arriba contra el talón de la palma de la otra mano, a razón de 150 veces por minuto, se va girando el tamiz aproximadamente $1/6$ de vuelta en cada intervalo de 25 golpes. En la determinación de la suficiencia del tamizado para tamaños de abertura mayores de 4.75 mm (No. 4), se debe limitar el material sobre el tamiz a una sola capa de partículas. Si el tamaño del marco del tamiz que se está usando es muy grande y hace impracticable el movimiento de tamizado descrito, se deberán usar tamices con marco de 203.2 mm (8") de diámetro para comprobar la suficiencia del tamizado. Las muestras seleccionadas se ponen en el horno por 24 horas a 110 grados.

5 PASO:

Si no se usa una tamizadora mecánica, las partículas mayores de 75 mm (3") se deberán tamizar a mano, determinando la abertura más pequeña de tamiz por la cual pasa la partícula. El ensayo se comienza con el tamiz de menor abertura de los que van a ser usados. Las partículas se rotan, si es necesario, con el fin de determinar si ellas pasan o no a través de dicho tamiz; sin embargo, no se deberán forzar para obligarlas a pasar por las aberturas.

6 PASO:

Se determina la masa de la fracción retenida en cada tamiz, empleando una balanza que cumpla lo especificado en el numeral 4.1. La masa total del material después del tamizado debe ser muy cercana a la masa de la muestra original colocada sobre los tamices. Si las cantidades difieren en más de 0.3 % de la masa original de la muestra seca, los resultados no se podrán usar con fines de aceptación.

7 PASO:

Si la muestra se ensayó primero de acuerdo con la norma INV E-214, la masa de material que pasó el tamiz de 75 μm (No. 200) en dicho ensayo se deberá sumar a la masa de material más fino que el tamiz de 75 μm (No. 200) determinada mediante el tamizado en seco de la misma muestra en el presente método de ensayo.



ENSAYO DE PROCTOR



Referencias

Norma
Invías. INV E
– 142 – 13

Materiales y equipos:

Moldes, Martillo metálico, Extractor de muestras, Balanzas, Horno, Regla metálica, Tamices, Herramientas misceláneas, Recipientes.

OBJETIVO:

Los siguientes métodos de ensayo se emplean para determinar la relación entre la humedad y el peso unitario seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101.6 o 152.4 mm (4 o 6") de diámetro, con un martillo de 44.48 N (10 lbf) que cae libremente desde una altura de 457.2 mm (18"), produciendo una energía de compactación aproximada de 2700 kN-m/m³ (56 000 lbf-pie/pie³).

Importancia y aplicación:

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

RESUMEN DEL MÉTODO:

Una muestra de suelo con una humedad de moldeo seleccionada, se colocan en 3 capas dentro de un molde, sometiendo cada capa a 56 golpes de un martillo de 44.48N (10lbf) que cae desde una altura de 457.2mm (18") produciendo una energía de compactación aproximada de 2700kN-m/m³ (56.000lbf-pie/pie³) se determina el peso unitario seco restante. El procedimiento se repite con un número de suficientes de humedades de moldeo, para establecer una curva que Relacione a éstas con los respectivos pesos unitarios obtenidos. Esta curva se llama curva de compactación y su vértice determina la humedad óptima y el peso unitario seco máximo para el ensayo norma de compactación.

INFORME:

El informe debe incluir:

- El método empleado para la compactación (A, B o C).
- El método de preparación de la muestra (vía seca o vía húmeda).
- El valor de la gravedad específica, aproximado a 0.01.
- El dibujo de las curvas de compactación y de saturación.
- La humedad óptima, como porcentaje, aproximada a 0.1 %.
- El peso unitario seco máximo, con aproximación a 0.01 kN/m³ o 0.1 lbf/pie³.
- Los porcentajes de la fracción gruesa (PFG) y de la fracción de ensayo (PFE), con aproximación a 1%.
- El tipo de martillo utilizado para la compactación.

CÁLCULOS:

Para realizar los cálculos debemos tener. El porcentaje de las fracciones.

Humedades, densidades y peso unitario de las probetas compactadas. Curva de compactación. Curva de saturación.

Todos estos cálculos se realizan con fórmulas que estipula la norma INVE-142-13.

PROCEDIMIENTO

1 PASO:



No se pueden utilizar muestras de suelo previamente compactadas en el laboratorio. Ello daría como resultado valores mayores de peso unitario seco máximo.

2 PASO:



Preparación por vía húmeda (preferida) – Sin secado previo de la muestra, se procesa ésta sobre un tamiz de 4.75 mm (No. 4), de 9.5 mm (3/8") o de 19.0 mm (¾"), dependiendo del Método (A, B o C) a ser usado o requerido, de acuerdo con lo citado en el numeral 6.2. Se determinan y registran las masas de los materiales pasante y retenido en ese tamiz (fracción de ensayo y fracción gruesa, respectivamente). Se seca en el horno la fracción gruesa y se determina y registra su masa con aproximación a 1 g. Si resulta que más del 0.5 % de la masa seca total de la muestra está adherida a la fracción gruesa, se deberá lavar esta fracción. Luego, se determina y registra su masa seca, con aproximación a 1 g. Se determina y registra la humedad de la fracción de ensayo (fracción fina). Usando esta humedad, se determina y anota la masa seca al horno de esta fracción, con aproximación a 1 g. Con base en estas masas secas, se determina el porcentaje de la fracción con sobretamaños, PFG, y el porcentaje de la fracción de ensayo, PFE, a menos que se haya realizado previamente el ensayo de granulometría completo (Ver Sección 8 para los cálculos).

4 PASO:

Compactación – Luego del período de curado, si éste se requiere, cada submuestra (punto de compactación) se debe compactar como se indica en seguida.

3 PASO:

Preparación por vía seca – Si la muestra se encuentra muy húmeda para ser desmenuzada, se reduce su contenido de agua secándola al aire hasta volverla friable. El secado también se puede realizar en un aparato que no lleve la temperatura más allá de 60° C (140° F). Se desintegran totalmente las agregaciones, sin romper partículas individuales. Se procesa el material sobre el tamiz apropiado, de acuerdo con el método de ensayo elegido. Cuando se prepare material pasante por el tamiz de 19.0 mm (¾") para compactarlo en el molde de 15.4 mm (6"), las agregaciones se deben romper lo suficiente para que pasen el tamiz de 9.5 mm (3/8"), con el fin de facilitar la distribución completa del agua durante el mezclado posterior. Se determina y anota el contenido de agua de la fracción de ensayo, así como todas las masas citadas en el numeral 8.2, para determinar el porcentaje de la fracción con sobre tamaños, PFG, y el porcentaje de la fracción de ensayo.



LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD



Referencias

Norma
Invías. INV E-
126-13

Materiales y equipos:

Aparato del límite líquido,
Ranurador, Calibrador, Balanza,
Espátula, Horno, Recipientes.

OBJETIVO:

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

El método descrito en esta norma se debe aplicar únicamente sobre la porción de suelo que pasa por el tamiz (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 elevar las propiedades de un suelo.

IMPORTANCIA Y USO:

La determinación del límite plástico interviene en varios sistemas de clasificación de los suelos, dado que contribuyen en la caracterización de la fracción fina de ellos. El límite plástico, solo o en conjunto con el límite líquido y el índice de plasticidad se usa con otras propiedades del suelo para establecer correlaciones sobre su comportamiento ingenieril, tales como la comprensibilidad, la permeabilidad, la compactabilidad, los procesos de expansión, contracción y resistencia al corte.

RESUMEN DEL MÉTODO:

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

INFORME:

El informe deberá incluir, al menos lo siguiente:

- ✓ Identificación del proyecto.
- ✓ Procedencia y descripción de la muestra.
- ✓ Procedimiento de ensayo utilizado (manual o con el aparato de enrollamiento).
- ✓ Valores del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.
- ✓ Cualquier información adicional respecto al ensayo o al suelo en estudio.
- ✓ La referencia a este método de ensayo.

CÁLCULOS:

Se calcula el promedio de los dos contenidos (tanteos del límite plástico) y el valor obtenido se redondea al entero más cercano. Este valor es el límite plástico. 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 (2.8x0,5). Tanto el límite líquido como el límite plástico son números enteros. Si el límite líquido o el límite plástico no se pueden determinar, o si el límite plástico es igual o mayor que el límite líquido se informará que el suelo no es plástico.

PROCEDIMIENTO

1 PASO:

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

2 PASO:

Se forman rollos con la masa de suelo, siguiendo alguno de los dos procedimientos que se mencionan a continuación: 1 – Se hace rodar la masa de suelo entre la palma de la mano o los dedos y la placa de vidrio, con la presión estrictamente necesaria para formar un rollo de diámetro uniforme en toda su longitud (nota 1). El rollo se debe adelgazar más con cada rotación, hasta que su diámetro alcance 3.2 mm (1/8"), tomándose para ello no más de dos minutos. 2 – Se adhieren hojas de papel mate liso a las placas superior e inferior del aparato plástico de enrollamiento. Se coloca la masa de suelo sobre la placa inferior, en el punto medio entre los rieles de deslizamiento. Se coloca la placa superior en contacto con la masa (o masas, ver nota 3) de suelo. Simultáneamente, se aplica una ligera presión hacia abajo y se da a la placa superior un movimiento de vaivén, de manera que entre en contacto con los rieles laterales antes de que pasen dos minutos.

3 PASO:

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.

6 PASO:

Las operaciones descritas en los pasos 1 a 5 se deberán repetir para obtener otro recipiente que contenga al menos 6 g de suelo.

7 PASO:

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.

4 PASO:

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

5 PASO:

Se seleccionan otras porciones de 1.5 a 2 g del espécimen del límite plástico y se repiten las operaciones descritas en los pasos 2 a 4 hasta que el recipiente tenga, cuando menos, 6 g de suelo.



ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELO.



Referencias

Norma
Invías. INV E
– 125 – 13

Materiales y equipos:

Aparato del límite líquido,
Ranurador, Calibrdor, Balanza,
Espátula, Horno, Recipientes.

OBJETIVO:

Esta norma se refiere a la determinación del límite líquido de los suelos.

Se presentan 2 métodos para preparar las muestras de prueba, por vía húmeda y por vía seca. El metodo por utilizar deberá ser especificado por el cliente sino específica ninguno se empleará la preparación por vía húmeda.

IMPORTANCIA Y USO:

La determinación del límite líquido interviene en varios sistemas de clasificación de suelos, dado que contribuye en la caracterización de la fracción fina de los suelos. El límite líquido, solo o en conjunto con el límite plástico y el índice de plasticidad, se usa con otras propiedades del suelo para establecer correlaciones sobre su comportamiento ingenieril, tales como la comprensibilidad, la permeabilidad, la compactibilidad, los procesos de expansión, contracción y la resistencia al corte.

RESUMEN DEL MÉTODO:

Se procesa la muestra del suelo para remover cualquier porción retenida en el tamiz (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 tres o más tanteos sobre un rango de contenidos de agua, cuyos resultados se dibujan para establecer una relación apartir 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

INFORME:

El informe deberá incluir, al menos lo siguiente:

- ✓ Identificación del proyecto
- ✓ Procedencia y descripción de la muestra.
- ✓ Procedimiento de ensayo utilizado (manual o con el aparato de enrollamiento)
- ✓ Valores del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.
- ✓ Cualquier información adicional respecto al ensayo o al suelo en estudio.
- ✓ La referencia a este método de ensayo.

CÁLCULOS:

Se calcula el promedio de los dos contenidos (tanteos del límite plástico) y el valor obtenido se redondea al entero más cercano. Este valor es el límite plástico. 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 (2.8x0,5). Tanto el límite líquido como el límite plástico son números enteros. Si el límite líquido o el límite plástico no se pueden determinar, o si el límite plástico es igual o mayor que el límite líquido se informara que el suelo no es plástico.

PROCEDIMIENTO

1 PASO:

Se remezcla completamente el espécimen, ajustando su contenido de agua para 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 (Figura 125 - 6). 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.

2 PASO:

El suelo colocado sobre la cazuela de bronce se divide con una pasada firme del ranurador, hundiéndolo 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.

3 PASO:

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 ($\frac{1}{2}$ ") (ver Figuras 125 - 8.a y 125 - 8.b). Por ningún motivo se deberá sostener la base del equipo con una mano mientras se gira la manivela.

4 PASO:

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 1 a 3. Si el suelo se desliza sobre la superficie de la cazuela, se deberán repetir los pasos 1 a 3 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.

5 PASO:

Se registra el número de golpes, N, requerido para cerrar la ranura en la longitud indicada en el paso 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.

8 PASO:

Se toma el recipiente con la porción de suelo (Ver numeral 10.5), 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.

6 PASO:

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.

7 PASO:

Se remezcla el suelo restante en la vasija, agregándole agua suficiente para ponerlo en un estado de mayor fluidez y se repiten los pasos 1 a 6. 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.

Actividad: Realizar la propuesta del manual de laboratorio con sus respectivas reglas: se realizó una investigación de manuales de otras universidades y nos dio una idea para realizar nuestro manual de laboratorio.

Normas generales



Normas generales de ingreso a laboratorio



1

LLEGUE PUNTUALMENTE

Debe presentarse 15 minutos antes de la hora programada para la práctica laboratorio.



2

REALIZAR PRACTICA

Para la realización de las prácticas de laboratorio se hace indispensable que cada estudiante cuente con su guía de laboratorios.



3

LEER CUIDADOSAMENTE

Lea cuidadosamente la guía correspondiente antes de la práctica y no llegue sin estar enterado de los contenidos de las actividades a realizar.



4

INGRESO AL LABORATORIO

Para el ingreso al laboratorio todos los estudiantes deben ingresar con bata anti fluidos, manga larga, cerrada y de color blanca, los logos de instituciones distintas a la universidad Cooperativa de Colombia no están permitidos.



5

USO DE BOTAS

Se hace obligatorio el uso de botas de seguridad punteras, cerradas con punta de acero o zapatos cerrados.



6

VESTIMENTA ADECUADA

El uso de jean o pantalón es obligatorio.



7

USO ADECUADO DEL CABELLO

El cabello largo debe estar en todo momento recogido con moña.



8

COSAS PROHIBIDAS

Está prohibido el uso de manillas, relojes, anillos, pulseras y alimentos dentro de los laboratorios.





Normas generales de ingreso a laboratorio



9

CARNET

La presentación del carnet es obligatoria, éste debe ser legible con foto, nombre y número de documento y El carné debe estar refrendado y debe ser vigente.



10

SOLICITUD

El estudiante debe realizar la solicitud de los implementos para la práctica en un plazo mínimo de 3 días hábiles, para ello se debe usar el formato de solicitud establecido por el laboratorio.



11

NECESARIO PARA LA PRÁCTICA

Para la realización de la práctica se hace necesaria la presencia de mínimo dos (2) estudiantes del grupo.



12

SOLICITUD

Se hace obligatorio si la práctica lo requiere, el uso de elementos de protección adicionales tales como: guantes de nitrilo, gafas y tapabocas.



Actividad	Meta	Indicador	Logros	Evidencia
Revisar libros con base en la norma.	2	# de libros o normas citadas	100%	Documentos referenciados en el trabajo (Norma NSR-10, INVIAS)
Buscar otros trabajos de grado que hablen del tema.	3	#trabajos de grados citados	100%	Documentos referenciados en el trabajo
Realizar entrevistar a ingeniero y egresados.		# de encuestas realizadas		Encuestas
Identificar los ensayos que se van a realizar (análisis de la encuesta).	5	# de laboratorios identificados	100%	Resultado con mayor selección
Verificación de los equipos existentes de los ensayos que sobresalieron de la encuesta.	1	Inventario	100%	Cuadros descritos en el documento
Seleccionar los 3 ensayos de acuerdo con las encuestas realizadas y los equipos con los que cuenta la Universidad del Pacífico.	3	# guías seleccionadas	100%	Descritas en el documento
Ejecutar los 3 ensayos seleccionados teniendo en cuenta lo que dice las normas vigentes en Colombia.	3	# de prácticas ejecutadas	67%	Se pudo realizar 2 de los 3 laboratorios seleccionados
Realizar la propuesta del manual de laboratorio con sus respectivas reglas.	1	Instrumento	100%	Documento del manual propuesto
Realizar la propuesta de 3 guías de laboratorio.	3	# guías de guías	100%	Documento de las 3 guías propuestas

7. CONCLUSIONES

Los ensayos de laboratorio de suelo, como la granulometría, el límite líquido y el límite de plasticidad, son fundamentales en la ingeniería civil para comprender las características y el comportamiento de los suelos utilizados en proyectos de construcción. Estas pruebas proporcionan información crucial para el diseño y la planificación de estructuras, así como para la evaluación de la estabilidad y el rendimiento de los cimientos.

Se realizó un formato general donde se describe paso a paso de forma clara y precisa, el procedimiento para cada ensayo con su descripción, equipos, materiales, para la propuesta de guía de laboratorios de suelos con la información adquirida de otros trabajos de grado y con la ayuda de las normas INVIAS y NTC.

Estas guías se elaboraron de acuerdo a los equipos con los que cuenta el laboratorio de la Universidad del Pacífico encaminando a los estudiantes al conocimiento y buenas prácticas durante su periodo académico del programa de Tecnología en Construcciones Civiles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(ICONTEC), I. C. (1999). *NORMA TÉCNICA NTC COLOMBIANA 947-1*. bogota: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).

ABURRÁ, M. D. (2021). *PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS HIDRÁULICAS EN LAS CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA EN LA JURISDICCIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ*. MEDELLIN.

Alvarado, A. (2014). *scribd*. Obtenido de scribd: <https://es.scribd.com/document/237535673/SECCION-100>

Álvarez, A. A. (2016). *Propuesta de guía para el laboratorio de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad la Gran Colombia*. Bogota: Universidad La Gran Colombia - Bogotá D.C. Colombia.

andresnp06. (2016). *scribd*. Obtenido de scribd: <https://es.scribd.com/doc/311378864/SECCION-100-pdf>

Apuntes Ingeniería civil. (19 de 02 de 2011). Obtenido de Apuntes Ingeniería civil: <https://apuntesingenierocivil.blogspot.com/2011/02/introduccion-los-ensayos-de-suelos-en.html>

Buenaventura, S. D. (2022). *Análisis de Situación de Salud del Distrito de Buenaventura*. Obtenido de Análisis de Situación de Salud del Distrito de Buenaventura: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/PSP/asis-distrito-buenaventura-2021.pdf>

CARDENAS, P. (2009). *Método de Ensayo para Resistencia a la compresión no confinada de Suelo Cohesivo1*. DIC.

Civil, I. (s.f.). *Cueva del ingeniero civil*. Obtenido de Cueva del ingeniero civil: Tipos de estudio de mecánica de suelos a contemplar en obras civiles

Colombia, U. d. (s.f.). *studocu*. Obtenido de studocu: <https://www.studocu.com/co/document/universidad-del-valle-colombia/introduccion-a-la-tecnologia-en-sistemas/ntc-1776-humedad/36052253>

COLOMBIANA, N. T. (s.f.).

comunicaciones, O. d. (2019). *TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES CIVILES Y ARQUITECTURA CUENTAN CON NUEVO LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES*. Obtenido de TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES CIVILES Y ARQUITECTURA CUENTAN CON NUEVO LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES: <http://www.unipacifico.edu.co:8095/web3.0/noticias.jsp?opt=699>

Correa, J. J. (s.f.). *ACADEMIA*. Obtenido de ACADEMIA: https://www.academia.edu/39634645/NORMA_TÉCNICA_NTC_COLOMBIANA_3495_MÉTODO_DE_ENSAYO_PARA_DETERMINAR_LA_RESISTENCIA_A_LA_COMPRESIÓN_DE_MURETES_DE_MAPOSTERÍA

- Cuenca, M. O. (2020). *NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 5539*. Obtenido de NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 5539: <https://silو.tips/download/norma-tecnica-colombiana-5539>
- EJERCICIOS DE COMPACTACIÓN DE SUELOS*. (s.f.). Obtenido de EJERCICIOS DE COMPACTACIÓN DE SUELOS.:
file:///C:/Users/JHONATAN/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/IQ6V36PS/ejercicios-de-compactac3b3n-de-suelos.-parte-ii-resueltos[1].pdf
- FACIL, G. (2020). *Ensayo Vane Shear Test o Molinete: Funcionamiento, aplicaciones y ventajas*. Obtenido de <https://geotecniafacil.com/ensayo-vane-shear-test-molinete/>
- icontec. (1979). *icontec*. Obtenido de icontec: <https://tienda.icontec.org/gp-suelos-ensayo-para-determinar-la-masa-unitaria-en-el-terreno-metodo-del-balon-de-caucho-ntc1528-1979.html>
- icontec. (1999). *icontec*. Obtenido de icontec: <https://tienda.icontec.org/gp-metodo-de-ensayo-para-la-determinacion-del-limite-liquido-del-limite-plastico-y-del-indice-de-plasticidad-de-los-suelos-cohesivos-ntc4630-1999.html>
- icontec. (2000). *icontec*. Obtenido de icontec: <https://tienda.icontec.org/gp-suelos-metodo-de-ensayo-para-determinar-el-corte-directo-de-suelos-bajo-condiciones-consolidadas-y-drenadas-ntc1917-2000.html>
- icontec. (2001). *icontec*. Obtenido de icontec: <https://tienda.icontec.org/gp-suelos-factores-de-contraccion-de-suelos-por-medio-del-metodo-del-mercurio-ntc1503-2001.html>
- icontec. (2002). *icontec*. Obtenido de icontec: <https://tienda.icontec.org/gp-suelos-metodo-de-ensayo-para-determinar-la-densidad-y-el-peso-unitario-en-el-terreno-metodo-del-cono-de-arena-ntc1667-2002.html>
- icontec. (2013). *icontec*. Obtenido de icontec: <https://tienda.icontec.org/gp-suelos-metodo-de-ensayo-para-determinar-en-el-laboratorio-el-contenido-de-agua-humedad-de-suelos-y-rocas-con-base-en-la-masa-ntc1495-2013.html>
- INGENIERO, C. D. (2021). *Ensayos de suelos fundamentales para la construcción*. Obtenido de Ensayos de suelos fundamentales para la construcción: <https://www.cuevadelcivil.com/2017/05/ensayos-de-suelos-fundamentales-para-la.html>
- INVIA. (2013). *CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO Y SOBRE MUESTRA INALTERADA*. BOGOTÁ: INVIA.
- INVIAS. (19 de 07 de 2013). Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos>
- Invias. (2013). *Instituto Nacional de Vías*. Obtenido de Instituto Nacional de Vías: <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/objetivos-y-funciones>
- INVIAS. (2013). *Compactación Proctor Modificada*. BOGOTÁ.
- Invias. (2013). *DENSIDAD Y PESO UNITARIO DEL SUELO EN EL TERRENO POR EL MÉTODO DEL CONO Y ARENA*. Bogotá: invias.

- INVIAS. (2013). *DENSIDAD Y PESO UNITARIO DEL SUELO EN EL TERRENO POR EL MÉTODO DEL CONO Y ARENA INV E – 161 – 13*. BOGOTA: INVIAS.
- INVIAS. (2013). *DENSIDAD Y PESO UNITARIO DEL SUELO EN EL TERRENO POR EL MÉTODO DEL CONO Y ARENA INV E – 161 – 13*. Bogota: Invias.
- INVIAS. (2013). *DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE LOS SUELOS Y DEL LLENANTE MINERAL, EMPLEANDO UN PICNÓMETRO CON AGUA. INV E – 128 – 13*. BOGOTA: INVIAS.
- INVIAS. (2013). *DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE CONTRACCIÓN DE LOS SUELOS POR EL MÉTODO DE LA PARAFINA. INV E – 129 – 13*. BOGOTA: INVIAS.
- INVIAS. (2013). *DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE CONTRACCIÓN DE LOS SUELOS. INV E – 127 – 13*. BOGOTA: INVIAS.
- INVIAS. (2013). *DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS. INV E – 125 – 13*. bogota: INVIAS.
- INVIAS. (2013). *ENSAYO DE PLACA CON CARGA ESTÁTICA NO REPETIDA*. BOGOTA.
- INVIAS. (2013). *ENSAYO NORMAL DE PENETRACIÓN (SPT) Y MUESTREO DE*. BOGOTA: INVIAS. Obtenido de ENSAYO NORMAL DE PENETRACIÓN (SPT) Y MUESTREO DE: <https://www.da-lab.co/wp-content/uploads/2021/04/INV-111-13.pdf>
- INVIAS. (2013). *LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS. INV E – 126 – 1*. Bogota: INVIAS.
- INVIAS. (2013). *PERMEABILIDAD DE SUELOS GRANULARES (CABEZA)*. BOGOTA: INVIAS.
- INVIAS. (2013). *pH DE LOS SUELOS. INV E – 131 – 13*. BOGOTA: INVIAS.
- INVIAS. (2013). *RELACIONES HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN)*. BOGOTA: Invias.
- MAPNALL. (s.f.). *MAPNALL*. Obtenido de MAPNALL: http://www.mapnall.com/es/Mapa-Buenaventura_1145762.html
- Ministerio de Ambiente, V. y. (2010). *REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE*. bogota: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Ministerio de Ambiente, V. y. (2010). *REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE*. BOGOTA: ASOC COLOMBIA DE ING SISMICA.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE*. Bogota.
- Molina, L. (2017). *MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD Y LA ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO*. Obtenido de MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD Y LA ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO: https://kupdf.net/download/ntc-176-metodo-de-ensayo-para-determinar-la-densidad-y-la-absorcion-del-agregado-grueso_59e6cc3608bbc5033ee65309_pdf

- Mora, E. (2021). *Guía para ensayos de laboratorio de geotecnia de la Universidad Cooperativa de Colombia, Sede Villavicencio*. Villavicencio: Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingenierías, Ingeniería Civil, Villavicencio.
- Naturales, M. d. (2002). *Zonificación ecológica de la región pacífica colombiana*. Obtenido de Zonificación ecológica de la región pacífica colombiana: file:///C:/Users/JHONATAN/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/DUCSYW1A/DOC-20230724-WA0041[1].pdf
- Olea, L. A. (2017). *construmine*. Obtenido de <https://construmine.webnode.cl/contacto/>
- osorio, s. (2012). *Apuntes de geotecnia con énfasis en laderas*. Obtenido de Apuntes de geotecnia con énfasis en laderas: <http://geotecnia-sor.blogspot.com/2012/02/historia-de-la-geotecnia-el-ascenso-de.html>
- Pacífico, U. d. (2014). *Universidad del Pacífico*. Obtenido de Universidad del Pacífico: <http://www.unipacifico.edu.co/p/13/comunicaciones/tecnologia-en-construcciones-civiles>
- Pacífico, U. d. (2016). *Silabo*. Buenaventura: Universidad del Pacífico.
- PROCTOR, C. d. (2015). *FORMACIÓN DE LOS SUELOS*. Palmira: Universidad Bolivariana.
- Proyectos, O. y. (2013). *El Dilatómetro Sísmico SDMT para ensayos de suelos in situ*. CHILE: Obras y Proyectos.
- regulo66@hotmail.com. (2015). *Investigación en Educación*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5709/570960875010/html/#:~:text=Resumen%3A%20El%20sílabo%20es%20un,competencias%20o%20sólo%20por%20competencias>.
- RIMACHI, C. E. (s.f.). *VSIP*. Obtenido de VSIP: <https://vsip.info/ensayo-vane-test-pdf-free.html>
- S. INGENIERÍA DE CAMINOS, C. Y. (s.f.). *EJERCICIO SOBRE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS*. Obtenido de EJERCICIO SOBRE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS: file:///C:/Users/JHONATAN/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/DUCSYW1A/Tema_2_-_Ejercicio_2[1].pdf
- SALAZAR, L. L. (2016). *REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE ENSAYOS IN-SITU EN EL MARCO DE LA ACADEMIA, LA INDUSTRIA Y LAS*. bogota: UNIVERSIDAD DE LOS ANDES.
- Scribd, S. d. (2015). *NTC 1522 Suelos. Ensayo para Determinar la Granulometría por Tamizado*. Obtenido de NTC 1522 Suelos. Ensayo para Determinar la Granulometría por Tamizado: <https://www.studocu.com/co/document/corporacion-universitaria-remington/investigacion-de-operaciones-i/ntc-1522-suelos-ensayo-para-determinar-la-granulometria-por-tamizado/24451353>
- Scribd, S. d. (2015). *SlideShare de Scribd*. Obtenido de SlideShare de Scribd: <https://es.slideshare.net/samirkent2/ntc-396>
- Sismológico, O. (2000). *Mapa 6 . Zonificación relativa Mapa 6 . Zonificación relativa*. buenaventura: Observatorio Sismológico.

Structuralia. (2020). *Tipos de estudio de mecánica de suelos a contemplar en obras civiles*. Obtenido de Tipos de estudio de mecánica de suelos a contemplar en obras civiles: <https://blog.structuralia.com/estudio-de-mecanica-de-suelos>

Universidad del Pacifico. (2021). *“Plan de Desarrollo Institucional de la Universidad del Pacífico (PDI), 2021-2025 – UNIDOS*. Buenaventura: Universidad del Pacifico.

Vías, I. N. (2013). *DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS INV E – 125 – 13*. Bogota: Instituto Nacional de Vías.

Vías, I. N. (2013). *LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS INV E – 126 – 13*. Bogota: Instituto Nacional de Vías.

Vías, I. N. (2013). *RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL TERRENO (CBR IN-SITU) INV E – 169 – 13*. Bogota: Instituto Nacional de Vías.

Vías, I. N. (2013). *RELACIONES HUMEDAD – PESO UNITARIO SECO EN LOS SUELOS (ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN) INV E – 142 – 13*. Bogota: Instituto Nacional de Vías.

Vías, Instituto Nacional de. (2013). *ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS GRUESO Y FINO INV E – 213 – 13*. Bogota.

VINASCO. (2017). *GUÍAS PARA LOS LABORATORIOS DE MECÁNICA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA*. PEREIRA: LA UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA.

Wiki, O. C. (2015). *Buenaventura (Valle del Cauca)*. Obtenido de Buenaventura (Valle del Cauca): [https://wiki.salahumanitaria.co/wiki/Buenaventura_\(Valle_del_Cauca\)](https://wiki.salahumanitaria.co/wiki/Buenaventura_(Valle_del_Cauca))

9. GLOSARIO DE TÉRMINOS ESPECIALES

Laboratorio: le permite al estudiante utilizar en el componente práctico equipos idóneos, materiales e insumos y que permiten la determinación de parámetros de las disciplinas de geotécnica, pavimentos y materiales de construcción aplicando e interpretando la normatividad vigente NTC, INVIAS, ASTM.

Guías: Es aquello que establece lineamientos, recomendaciones, sugerencias u orientaciones sobre un tema específico.

Prácticas: son aquellas con las que se adquiere la capacidad de trabajar, con criterio profesional, en el desarrollo de proyectos de diseño y construcción de carreteras, vías, pavimentos, acueductos, alcantarillados, canales, cimentaciones y diseños de estructuras de concreto y acero.

Control de calidad: Consiste en verificar que la obra se ha construido de acuerdo a lo previsto en proyecto, con las calidades requeridas y especificaciones funcionales de las instalaciones.

Mecánica de suelos: En Ingeniería, la mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la física y las ciencias naturales a los problemas que involucran las cargas impuestas a la capa superficial de la corteza terrestre.

10. ANEXO



TCC-01080301

Encuesta

Propuesta elaboración de guía de laboratorio para ensayos de suelos del programa de Tecnología en Construcciones Civiles de la Universidad del Pacífico

Ciudad y Fecha:

Nombre: Heiny Jajhaira Pretel Angulo

Formación académica: Tecnólogo en construcción civil

Cargo: Egresada

Correo electrónico: hpretelangulo@gmail.com

Celular: 3114693207

Encuestadores: **Jhonatan Potosi** y **Einy hurtado** estudiantes de 6to semestre

Característica de la encuesta: confidencial, para uso exclusivo del presente estudio.

1. ¿Cuáles son los tipos de ensayos que más se emplean a la hora de realizar ensayos de suelo en sitio? Marcar con una X

<input checked="" type="checkbox"/>	Ensayo de penetración estándar
<input type="checkbox"/>	Ensayo de penetración estática
<input type="checkbox"/>	Ensayo de Molinete
<input type="checkbox"/>	Dilatómetro plano Marchetti
<input type="checkbox"/>	Ensayo de placa de carga
<input type="checkbox"/>	Ensayos de bombeo
<input type="checkbox"/>	Esclerómetro Schmidt

Otro _____

"Unidos para Transformar Vidas"

Universidad del Pacífico

Kilómetro 13, vía al aeropuerto Barrio el Triunfo
Teléfonos (092)24405555 Ext. 3906
Correo Electrónico: info@unipacifico.edu.co
Página Web: www.unipacifico.edu.co
Buenaventura – Valle del Cauca - Colombia



TCC-01080301

2. ¿Cuáles son los tipos de ensayos que más se emplean a la hora de realizar unos ensayos de suelo en laboratorio?

<input checked="" type="checkbox"/>	Granulometría
<input checked="" type="checkbox"/>	Ensayo Próctor
<input checked="" type="checkbox"/>	Ensayo de densidad
<input type="checkbox"/>	Ensayo de CBR
<input type="checkbox"/>	Ensayo de humedad
<input checked="" type="checkbox"/>	Ensayo de limite atterberg
<input type="checkbox"/>	Ensayo de absorción

Otro _____

3. ¿Cree que es importante que los Tecnólogos en Construcciones Civiles de la Universidad del Pacífico deben tener conocimiento en los procedimientos para realizar ensayos de laboratorios para el control de calidad de los proyectos de Suelos como lo exigen la normatividad vigente en Colombia?

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

En caso de que su respuesta sea Si, por favor justificar el ¿Por qué?

Si, ya que les permite cumplir con la normatividad vigente y garantizar la calidad de los proyectos de construcción.

Encuesta

“Unidos para Transformar Vidas”

Universidad del Pacífico

Kilómetro 13, vía al aeropuerto Barrio el Triunfo

Teléfonos (092)24405555 Ext. 3906

Correo Electrónico: info@unipacifico.edu.co

Página Web: www.unipacifico.edu.co

Buenaventura – Valle del Cauca - Colombia



TCC-01080301

Propuesta elaboración de guía de laboratorio para ensayos de suelos del programa de Tecnología en Construcciones Civiles de la Universidad del Pacífico

Ciudad y Fecha:

Nombre: Diego Fernando rojas Mosquera

Formación académica: Tecnólogo en construcción civil

Cargo: Egresado

Correo electrónico: rojas1234201@hotmail.com

Celular: 3207853544

Encuestador: ~~Ibaneta Botello~~ ~~Florencia~~ estudiantes de Etc cementos
Característica de la encuesta: confidencial, para uso exclusivo del presente estudio.

4. ¿Cuáles son los tipos de ensayos que más se emplean a la hora de realizar ensayos de suelo en sitio? Marcar con una X

<input checked="" type="checkbox"/>	Ensayo de penetración estándar
<input type="checkbox"/>	Ensayo de penetración estática
<input type="checkbox"/>	Ensayo de Molinete
<input type="checkbox"/>	Dilatómetro plano Marchetti
<input type="checkbox"/>	Ensayo de placa de carga
<input checked="" type="checkbox"/>	Ensayos de bombeo
<input type="checkbox"/>	Esclerómetro Schmidt

Otro _____

“Unidos para Transformar Vidas”

Universidad del Pacífico

Kilómetro 13, vía al aeropuerto Barrio el Triunfo
Teléfonos (092)24405555 Ext. 3906
Correo Electrónico: info@unipacifico.edu.co
Página Web: www.unipacifico.edu.co
Buenaventura – Valle del Cauca - Colombia



TCC-01080301

5. ¿Cuáles son los tipos de ensayos que más se emplean a la hora de realizar unos ensayos de suelo en laboratorio?

<input checked="" type="checkbox"/>	Granulometría
<input checked="" type="checkbox"/>	Ensayo Próctor
<input checked="" type="checkbox"/>	Ensayo de densidad
<input checked="" type="checkbox"/>	Ensayo de CBR
<input checked="" type="checkbox"/>	Ensayo de humedad
<input checked="" type="checkbox"/>	Ensayo de limite attberb
<input type="checkbox"/>	Ensayo de absorción

Otro _____

6. ¿Cree que es importante que los Tecnólogos en Construcciones Civiles de la Universidad del Pacífico deben tener conocimiento en los procedimientos para realizar ensayos de laboratorios para el control de calidad de los proyectos de Suelos como lo exigen la normatividad vigente en Colombia?

<input checked="" type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

En caso de que su respuesta sea Si, por favor justificar el ¿Por qué?

Si, Esto se debe a que los ensayos de laboratorio son una herramienta fundamental para evaluar y garantizar la calidad de los materiales utilizados en la construcción.

"Unidos para Transformar Vidas"

Universidad del Pacífico

Kilómetro 13, vía al aeropuerto Barrio el Triunfo

Teléfonos (092)24405555 Ext. 3906

Correo Electrónico: info@unipacifico.edu.co

Página Web: www.unipacifico.edu.co

Buenaventura – Valle del Cauca - Colombia



TCC-01080301

Encuesta

Propuesta elaboración de guía de laboratorio para ensayos de suelos del programa de Tecnología en Construcciones Civiles de la Universidad del Pacífico

Ciudad y Fecha:

Nombre: Jaime Wider Valenzuela Valencia

Formación académica: Tecnólogo en construcción civil

Cargo: Egresado

Correo electrónico: Wider22@hotmail.com

Celular: 3207290868

Encuestadores: **Jhonatan Potosi y Einy hurtado** estudiantes de 6to semestre

Característica de la encuesta: confidencial, para uso exclusivo del presente estudio.

7. ¿Cuáles son los tipos de ensayos que más se emplean a la hora de realizar ensayos de suelo en sitio? Marcar con una X

<input checked="" type="checkbox"/>	Ensayo de penetración estándar
<input type="checkbox"/>	Ensayo de penetración estática
<input type="checkbox"/>	Ensayo de Molinete
<input type="checkbox"/>	Dilatómetro plano Marchetti
<input checked="" type="checkbox"/>	Ensayo de placa de carga
<input type="checkbox"/>	Ensayos de bombeo
<input type="checkbox"/>	Esclerómetro Schmidt

Otro _____

“Unidos para Transformar Vidas”

Universidad del Pacífico

Kilómetro 13, vía al aeropuerto Barrio el Triunfo

Teléfonos (092)2440555 Ext. 3906

Correo Electrónico: info@unipacifico.edu.co

Página Web: www.unipacifico.edu.co

Buenaventura – Valle del Cauca - Colombia



TCC-01080301

8. ¿Cuáles son los tipos de ensayos que más se emplean a la hora de realizar unos ensayos de suelo en laboratorio?

<input checked="" type="checkbox"/>	Granulometría
<input checked="" type="checkbox"/>	Ensayo Próctor
<input type="checkbox"/>	Ensayo de densidad
<input checked="" type="checkbox"/>	Ensayo de CBR
<input checked="" type="checkbox"/>	Ensayo de humedad
<input type="checkbox"/>	Ensayo de limite attberb
<input type="checkbox"/>	Ensayo de absorción

Otro _____

9. ¿Cree que es importante que los Tecnólogos en Construcciones Civiles de la Universidad del Pacífico deben tener conocimiento en los procedimientos para realizar ensayos de laboratorios para el control de calidad de los proyectos de Suelos como lo exigen la normatividad vigente en Colombia?

<input checked="" type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

En caso de que su respuesta sea Si, por favor justificar el ¿Por qué?

Si, porque el conocimiento en los procedimientos para realizar ensayos de laboratorio es esencial para los Tecnólogos en Construcciones Civiles.

Encuesta

"Unidos para Transformar Vidas"

Universidad del Pacífico

Kilómetro 13, vía al aeropuerto Barrio el Triunfo
Teléfonos (092)24405555 Ext. 3906
Correo Electrónico: info@unipacifico.edu.co
Página Web: www.unipacifico.edu.co
Buenaventura – Valle del Cauca - Colombia



TCC-01080301

Propuesta elaboración de guía de laboratorio para ensayos de suelos del programa de Tecnología en Construcciones Civiles de la Universidad del Pacífico

Ciudad y Fecha:

Nombre: Henry Murillo Armijo

Formación académica: Tecnólogo en construcción civil

Cargo: Egresado

Correo electrónico: hemuar1182@gmail.com

Celular: 3168851635

Encuestadores: **Jhonatan Potosi y Einy hurtado** estudiantes de 6to semestre

Característica de la encuesta: confidencial, para uso exclusivo del presente estudio.

10. ¿Cuáles son los tipos de ensayos que más se emplean a la hora de realizar ensayos de suelo en sitio? Marcar con una X

<input checked="" type="checkbox"/>	Ensayo de penetración estándar
<input type="checkbox"/>	Ensayo de penetración estática
<input type="checkbox"/>	Ensayo de Molinete
<input type="checkbox"/>	Dilatómetro plano Marchetti
<input checked="" type="checkbox"/>	Ensayo de placa de carga
<input type="checkbox"/>	Ensayos de bombeo
<input type="checkbox"/>	Esclerómetro Schmidt

Otro _____

11. ¿Cuáles son los tipos de ensayos que más se emplean a la hora de realizar unos ensayos de suelo en laboratorio?

“Unidos para Transformar Vidas”

Universidad del Pacífico

Kilómetro 13, vía al aeropuerto Barrio el Triunfo

Teléfonos (092)24405555 Ext. 3906

Correo Electrónico: info@unipacifico.edu.co

Página Web: www.unipacifico.edu.co

Buenaventura – Valle del Cauca - Colombia



TCC-01080301

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Granulometría |
| <input type="checkbox"/> | Ensayo Próctor |
| <input type="checkbox"/> | Ensayo de densidad |
| <input type="checkbox"/> | Ensayo de CBR |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Ensayo de humedad |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Ensayo de limite attberb |
| <input type="checkbox"/> | Ensayo de absorción |

Otro _____

12. ¿Cree que es importante que los Tecnólogos en Construcciones Civiles de la Universidad del Pacífico deben tener conocimiento en los procedimientos para realizar ensayos de laboratorios para el control de calidad de los proyectos de Suelos como lo exigen la normatividad vigente en Colombia?

- | | |
|-------------------------------------|----|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Si |
| <input type="checkbox"/> | No |

En caso de que su respuesta sea Si, por favor justificar el ¿Por qué?

Si, porque nos ayudad a determinar la calidad del suelo o de los materiales que vamos a utilizar.

"Unidos para Transformar Vidas"

Universidad del Pacífico

Kilómetro 13, vía al aeropuerto Barrio el Triunfo

Teléfonos (092)24405555 Ext. 3906

Correo Electrónico: info@unipacifico.edu.co

Página Web: www.unipacifico.edu.co

Buenaventura – Valle del Cauca - Colombia



TCC-01080301

Encuesta

Propuesta elaboración de guía de laboratorio para ensayos de suelos del programa de Tecnología en Construcciones Civiles de la Universidad del Pacífico

Ciudad y Fecha:

Nombre: Héctor Fabio Caicedo Angulo

Formación académica: Tecnólogo en construcción civil

Cargo: Egresado

Correo electrónico: s_k_inny15@hotmail.com

Celular: 3217623360

Encuestadores: **Jhonatan Potosi** y **Einy hurtado** estudiantes de 6to semestre

Característica de la encuesta: confidencial, para uso exclusivo del presente estudio.

13. ¿Cuáles son los tipos de ensayos que más se emplean a la hora de realizar ensayos de suelo en sitio? Marcar con una X

<input checked="" type="checkbox"/>	Ensayo de penetración estándar
<input checked="" type="checkbox"/>	Ensayo de penetración estática
<input type="checkbox"/>	Ensayo de Molinete
<input type="checkbox"/>	Dilatómetro plano Marchetti
<input checked="" type="checkbox"/>	Ensayo de placa de carga
<input type="checkbox"/>	Ensayos de bombeo
<input type="checkbox"/>	Esclerómetro Schmidt

Otro _____

"Unidos para Transformar Vidas"

Universidad del Pacífico

Kilómetro 13, vía al aeropuerto Barrio el Triunfo
Teléfonos (092)24405555 Ext. 3906
Correo Electrónico: info@unipacifico.edu.co
Página Web: www.unipacifico.edu.co
Buenaventura – Valle del Cauca - Colombia



TCC-01080301

14. ¿Cuáles son los tipos de ensayos que más se emplean a la hora de realizar unos ensayos de suelo en laboratorio?

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Granulometría |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Ensayo Próctor |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Ensayo de densidad |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Ensayo de CBR |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Ensayo de humedad |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Ensayo de limite attberb |
| <input type="checkbox"/> | Ensayo de absorción |

Otro _____

15. ¿Cree que es importante que los Tecnólogos en Construcciones Civiles de la Universidad del Pacífico deben tener conocimiento en los procedimientos para realizar ensayos de laboratorios para el control de calidad de los proyectos de Suelos como lo exigen la normatividad vigente en Colombia?

- | | |
|-------------------------------------|----|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Si |
| <input type="checkbox"/> | No |

En caso de que su respuesta sea Si, por favor justificar el ¿Por qué?

Si, porque son fundamentales para las construcciones.

"Unidos para Transformar Vidas"

Universidad del Pacífico

Kilómetro 13, vía al aeropuerto Barrio el Triunfo

Teléfonos (092)24405555 Ext. 3906

Correo Electrónico: info@unipacifico.edu.co

Página Web: www.unipacifico.edu.co

Buenaventura – Valle del Cauca - Colombia