

Práctica Empresarial Como Auxiliar De Ingeniería En La Empresa
INGESUELOS Ubicada En La Ciudad De Pamplona, Norte De Santander

Sebastian Andres Navarro Arguello

Director

Ing. Dean Andersson Montañez Torres

Mg. Ingeniería Estructural

Universidad de Pamplona

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Departamento de Ingeniería Ambiental, Civil y Química

Programa Ingeniería Civil

Pamplona

2025

Práctica Empresarial Como Auxiliar De Ingeniería En La Empresa
INGESUELOS Ubicada En La Ciudad De Pamplona, Norte De Santander

Sebastian Andres Navarro Arguello

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Civil

Director

Ing. Dean Andersson Montañez Torres

Mg. Ingeniería Estructural

Universidad de Pamplona

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Departamento de Ingeniería Ambiental, Civil y Química

Programa Ingeniería Civil

Pamplona

2025

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado aquellas personas que desde el primer día creyeron en mi capacidad para formarme en todo un profesional, que con su trabajo y dedicación me han inculcado la perseverancia en el estudio así como en el trabajo, el luchar por lo que se quiere ser y conseguir, en el que nada me debe quedar cuando se hace desde el corazón, a ellos mis padres Libardo Navarro y María Arguello , Héctor y María victoria Navarro Arguello y la luz que llego a nuestras vida para volver creer en el valor de la vida y familia a mi sobrina Ana Lucia Calderón Navarro y demás familiares que siempre me brindan su acompañamiento desde el seno familiar para no dejarme caer y confiar siempre en el proceso de la mano de DIOS, a mi novia Pilar Labrador que con su amor incondicional ha estado siempre alentándome para no dejarme afectar de las situaciones negativas ocurridas durante mi formación, al cuerpo docente de la facultad de ingeniería civil y ambiental el cual me brindaron su conocimiento y experiencia, por su tiempo siempre llevare conmigo tan apreciado regalo, seguido a mi director de proyecto de grado el ingeniero Dean Montañez por su apoyo de lo que hoy es mi trabajo de grado y por ultimo al ingeniero jefe de la empresa INGESUELOS JB Juan Boada por abrirme sus puertas y confiar en mis capacidades.

Agradecimientos

Primero que todo gracias a Dios por hoy y siempre ser mi guía espiritual y mayor consejero en el camino de la vida, a mi familiares por todo el apoyo incondicional en todos los aspectos de mi crecimiento, por brindarme siempre los mejores consejos a ellos mil y mil gracias, a mi novia y su familia la cual me han hecho sentir un miembro más y siempre aconsejarme de hacer siempre las cosas por el camino del bien con lucha constante, a mis amigos y compañeros por brindarme su amistad y escucha en las tantas veces que de compartir momentos y vivencias a cualquier hora del día se trataba, a ellos gracias por aportar un granito de arena en mi formación personal y profesional, al cuerpo docente a ellos gracias por toda formación académica, por su paciencia cuando las cosas no se hacían bien y al reconocimiento cuando se ameritaba, a mi director de proyecto por aceptarme y dirigirme en este proceso a última hora, por ultimo y no menos importante a la empresa Ingesuelos JB por creer en todo lo que puedo aportar como joven soñador que se embarcó en esta profesión llamada ingeniería civil.

Tabla de Contenido

Resumen.....	12
Abstract.....	13
Introducción.....	14
Objetivos	15
Objetivo General.....	15
Objetivos Específicos.....	15
Marco referencial	16
Marco de antecedentes o estado del arte.....	16
Antecedentes internacionales.....	16
Antecedentes nacionales	16
Antecedentes regionales.....	18
Marco teórico	20
Marco Legal	22
Marco Contextual.....	24
Lugar de desarrollo: Pamplona, Norte de Santander, Colombia	24
Generalidades.....	25
INGESUELOS JB S.A.S	26
Metodología	27
Fase 1. Asistir a la recepción de toma de muestras en campo.	28
Fase 2. Identificar las particularidades geotécnicas del tipo de suelo.....	30

Contenido de humedad	33
Cuarteo de la muestra.....	35
Ensayo de Granulometría (por tamizado)	36
Limites de Atterberg	39
Limites liquido	39
Limite plástico	40
Índice de plasticidad (IP)	41
Ensayo densidad relativa (Balón aforado)	41
Ensayo de cono dinámico de penetración (DCP)	43
Ensayo de Densidad de Campo – Método del Cono de Arena	44
Fase 3. Ejecutar los cálculos correspondientes para el diseño de cimentaciones.	45
Fase 4. Apoyar en el análisis técnico y revisión de datos para la generación de informes de geotecnia del proyecto requerido por quien lo solicite.	53
Resultados	54
Resultado del Objetivo 1. Asistir a la recepción de toma de muestras en campo y clasificación geotécnica mediante equipo SPT, con el fin de estudiar el tipo de suelo presente en el proyecto.....	54
Resultados del objetivo 2. Identificar las particularidades geotécnicas del tipo de suelo donde realizara la obra para evaluar las propiedades y capacidad portante mediante ensayos de granulometría, límites de Atterberg, peso específico y C.B.R.....	61
Contenido de humedad.	61
Ensayo de granulometría.....	63
Ensayo de límites de Atterberg	65

Peso específico.....	68
Ensayo de cono dinámico de penetración (DCP)	68
Sondeo 1.....	69
Sondeo 2.....	70
Ensayo de Densidad de Campo – Método del Cono de Arena	72
Resultados del objetivo 3. Ejecutar los cálculos correspondientes bajo la normatividad colombiana vigente de las cimentaciones requeridas mediante los resultados del estudio.	76
Cálculos de dimensiones optimas de zapatas.....	76
Modelación en el software Geo5	81
Cálculo de asentamientos elásticos de los diseños	82
Resultados del objetivo 4. Apoyar en el análisis técnico y revisión de datos para la generación de informes de geotecnia del proyecto requerido por quien lo solicite.	83
Conclusiones.....	88
Recomendaciones.....	90
Referencias	91

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Diagrama de fases de la metodología</i>	27
Tabla 2 <i>Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción.</i> ..	29
Tabla 3 <i>Descripción del ensayo de humedad.</i>	34
Tabla 4 <i>Procedimiento para el análisis granulométrico.</i>	37
Tabla 5 <i>Factores de capacidad de carga de Meyerhof para distintos ángulos de fricción</i>	46
Tabla 6 <i>Valores de relación de Poisson según el tipo de suelo</i>	49
Tabla 7 <i>Módulo de elasticidad según el tipo de suelo</i>	50
Tabla 8 <i>Valores de los factores de influencia</i>	51
Tabla 9 <i>Estudios de suelos en los que se realizó asistencia en la toma de muestra</i>	57
Tabla 10 <i>Factores de capacidad de carga para un ángulo de fricción de 25</i>	78
Tabla 11 <i>Proyectos en los cuales se colaboró con el diseño de las cimentaciones.</i>	79

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Ubicación del municipio de Pamplona.</i>	24
Figura 2. <i>Ubicación de la empresa</i>	27
Figura 3. <i>Clasificación de suelos</i>	30
Figura 4. <i>Separación de las muestras etiquetadas por sondeos.</i>	31
Figura 5. <i>Separación de las muestras por estratos</i>	32
Figura 6. <i>Proceso de cuarteo para la obtención de la muestra.</i>	35
Figura 7. <i>Juego de tamices en orden decreciente (3", 1", ¾", 3/8", No. 4, No. 10, No. 40, No. 200).</i>	36
Figura 8. <i>Realización del límite líquido por medio de la cazuela de Casagrande.</i>	40
Figura 9. <i>Realización del ensayo de límite plástico.</i>	41
Figura 10. <i>Obtención de la muestra representativa (100g).</i>	42
Figura 11. <i>Ejecución en campo del ensayo del cono dinámico y su respectivo apique.</i> ..	43
Figura 12. <i>Procedimiento de abrir la válvula para el paso de la arena.</i>	44
Figura 13 <i>Valores del factor de corrección de profundidad</i>	52
Figura 14 <i>Registro fotográfico de la verticalidad del equipo (trípode) y tubería de perforación realizada en campo.</i>	55
Figura 15 <i>Recolección de las muestras de suelos extraídas mediante el tubo shelby</i>	56
Figura 16. <i>Contenido de humedad S1E3</i>	62
Figura 17 <i>Distribución de partículas del suelo mediante el método de tamizado seco.</i> ...	63
Figura 18 <i>Datos registrados en la realización de los límites de Atterberg.</i>	65
Figura 19. <i>Límites de Atterberg</i>	67
Figura 20. <i>Obtención de la gravedad específica de la muestra de suelo</i>	68

Figura 21 <i>Localización de los puntos de cada sondeo.</i>	69
Figura 22. <i>CLASIFICACION Y USO DE SUELOS DE ACUERDO A VALORES DE CBR.</i>	71
Figura 23. <i>Tabla de los resultados de laboratorios.</i>	72
Figura 24. <i>Contenido de humedad mediante el ensayo de densidad de campo - método de cono de arena.</i>	73
Figura 25 <i>Resultados del estudio del Proctor modificado para el estudio entrada SIMON BOLIVAR LA CURVA.</i>	75
Figura 26. <i>Modelado de cimentaciones en Geo5.</i>	82
Figura 27. <i>Localización geológica del proyecto.</i>	84
Figura 28 <i>Numero de golpes obtenidos para un suelo areno arcilloso.</i>	85
Figura 29 <i>Numero de golpes obtenidos para un suelo tipo arena mal gradada.</i>	86
Figura 30. <i>Descripción del perfil de suelo obtenido en la extracción de las muestras a distintas profundidades.</i>	87

Lista de Apéndices

Apéndice A. Evidencia fotográfica de la participación en los distintos estudios de suelos	94
Apéndice B. Evidencia fotográfica de los ensayos de laboratorios	94
Apéndice C. Hoja de cálculo para la realización de los mismos por medio de la ecuación general de capacidad de carga.....	94
Apéndice D. Evidencia fotográfica de algunos informes impresos.	94

Resumen

En el presente documento se expone la experiencia adquirida durante la práctica empresarial realizada como auxiliar de ingeniería civil en la empresa INGESUELOS JB, en la ciudad de Pamplona, Norte de Santander. Las actividades desarrolladas estuvieron enfocadas en el área de la geotecnia, contribuyendo a procesos clave como estudios de suelos, diseño de cimentaciones estructurales y apoyo en diversas labores ingenieriles.

Durante la práctica, se participó en la toma de muestras representativas mediante el ensayo SPT (Standard Penetration Test), la identificación de características geotécnicas tanto en campo como en laboratorio, y la ejecución de cálculos para el diseño de cimentaciones según los lineamientos de la norma NSR-10. Igualmente, se brindó soporte en la elaboración de modelos estructurales utilizando herramientas digitales como AutoCAD, así como en la revisión de informes técnicos y tareas de supervisión en obra.

Adicionalmente, se implementaron modelaciones mediante el software Geo5 para estructuras como muros de contención y cimentaciones, enfocándose en el análisis de estabilidad, diseño y verificación estructural. Estas actividades reflejan una contribución significativa al proceso de caracterización del suelo y al cumplimiento de los requisitos técnicos de cada proyecto, garantizando la calidad y seguridad de las soluciones propuestas.

Palabras claves: Estudios de suelos, Cimentaciones, Modelamiento, Normativa NSR-10.

Abstract

This document presents the experience acquired during the business practice carried out as a civil engineering assistant in the company INGESUELOS JB, in the city of Pamplona, Norte de Santander. The activities developed were focused on the area of geotechnics, contributing to key processes such as soil studies, structural foundation design and support in various engineering tasks.

During the practice, representative samples were taken by means of the SPT test (Standard Penetration Test), the identification of geotechnical characteristics both in the field and in the laboratory, and the execution of calculations for the design of foundations according to the guidelines of the standard NSR-10. Also, support was provided in the elaboration of structural models using digital tools such as AutoCAD, as well as in the revision of technical reports and on-site supervision tasks.

Additionally, models were implemented using the Geo5 software for structures such as retaining walls and foundations, focusing on stability analysis, design and structural verification. These activities reflect a significant contribution to the soil characterization process and to meeting the technical requirements of each project, ensuring the quality and safety of the proposed solutions..

Keywords: Soil studies, Foundations, Modelling, NSR-10.

Introducción

El presente informe describe las actividades desarrolladas durante la práctica profesional como auxiliar de ingeniería civil en la empresa INGESUELOS, ubicada en Pamplona, Norte de Santander. Esta experiencia se enfocó en apoyar técnicamente el área de geotecnia, mediante la aplicación de normativas vigentes, especialmente la NSR-10, y el fortalecimiento de procedimientos internos en la recolección, análisis e interpretación de datos del subsuelo.

Entre las funciones desempeñadas se destacan: la ejecución del ensayo de penetración estándar (SPT), el procesamiento de resultados para la caracterización de suelos, el diseño de cimentaciones, la redacción de informes técnicos geotécnicos, y el acompañamiento en actividades de supervisión y control de obra. Estas labores permitieron consolidar conocimientos teóricos en situaciones reales, utilizando herramientas especializadas como NovoSPT y Geo5, que facilitaron el análisis del comportamiento del terreno frente a cargas estructurales.

La práctica no solo aportó al cumplimiento de estándares técnicos dentro de la empresa, sino que también favoreció el desarrollo profesional del practicante, permitiendo el fortalecimiento de competencias como el análisis crítico, el trabajo en equipo y el manejo de herramientas digitales aplicadas a la ingeniería. Además, la vinculación de personal en formación contribuyó a mejorar la eficiencia operativa de INGESUELOS, aliviando la carga laboral y garantizando una mayor calidad en la ejecución de los estudios del suelo.

De este modo, esta experiencia evidenció que una práctica profesional bien orientada no solo beneficia a la empresa en términos de capacidad técnica, sino que también representa un escenario clave para la formación de ingenieros civiles comprometidos con la seguridad, sostenibilidad y mejora continua de los proyectos de infraestructura.

Objetivos

Objetivo General

Ejecutar practica empresarial como auxiliar de ingeniería en el área de geotecnia en los proyectos de la empresa INGESUELOS JB S.A.S.

Objetivos Específicos

Asistir a la recepción de toma de muestras en campo y clasificación geotécnica mediante equipo SPT, con el fin de estudiar el tipo de suelo presente en el proyecto.

Identificar las particularidades geotécnicas del tipo de suelo donde realizara la obra para evaluar las propiedades y capacidad portante mediante ensayos de granulometría, límites de Atterberg, peso específico y C.B.R.

Ejecutar los cálculos correspondientes bajo la normatividad colombiana vigente de las cimentaciones requeridas mediante los resultados del estudio.

Apoyar en el análisis técnico y revisión de datos para la generación de informes de geotecnia del proyecto requerido por quien lo solicite.

Marco Referencial

Marco de antecedentes o estado del arte

Antecedentes internacionales.

(Informe de prácticas preprofesionales en el área de geotecnia y mecánica de suelos de la empresa consultora wur consulting s.r.l.). El autor (Agurto,2021), baso su estudio en los distintos tipos de comportamientos de los materiales que están presentes en la tierra, en los que están, los suelos y las rocas. Siendo la geotecnia un factor principal en el desarrollo de las civilizaciones, lo cual en su informe radica practicas realizadas a partir de sus actividades correspondiente al área de geotecnia y mecánica de suelos. Teniendo logros como la creación de plantillas para la visualización de mapas, planos geotécnicos, gestión de la data e implemento en el uso de software SIG, entre otras.

(Tendencias actuales y futuras de la ingeniería geotécnica en Malasia: la perspectiva de un consultor) los consultores (Yean & Meng, 2009), la gran demanda poblacional ha hecho que muchas construcciones conlleven grandes avances ingenieriles, y esto determinando más factores como lo son terrenos blandos y en colinas, generando soluciones en el plano de la construcción. De igual forma las necesidades que surgen al construir grandes edificaciones requieren grandes aportes geotecnicos desde la planeación, diseño e implementación desde las características propias de las tierras de Malasia. Las imágenes y distintas descripciones permiten conocer los distintos tipos de proyectos más espeluznantes donde los autores han hecho participe y han aportado al enriquecimiento de la ingeniería geotécnica.

Antecedentes nacionales

(Práctica empresarial profesional en el área de geotecnia, R.M. Conscivil S.A.S.). Los autores (Montoya & Gómez, 2012), a partir de los estudios de suelos exigidos por la NSR-10, les

permite conocer qué tipo de construcción deben ejecutar a partir de la localización, topografía, área, entre otras, así como las profundidades para las respectivas perforaciones y conocer las características y propiedades del suelo donde se ejecutará la construcción. A través del uso de las herramientas para el ensayo STP, CONSCIVIL S.A.S cuenta con equipos de perforación a percusión y roto percusión. En el cual se concluye que la práctica se lleva a cabo con personal capacitado en situ con sus respectivos elementos de seguridad personal, pasando los datos a oficina donde por medio de plantilla destinadas para calculo se determinan las recomendaciones constructivas y de diseño para el ingeniero calculista.

(EL ROL DE LA GEOTECNIA EN EL CAMPO DE LA INGENIERIA AMBIENTAL).

Los autores (Leal & Peláez, 2014) en este documento se presenta la forma en la cual la parte de geotecnia y la ingeniera ambiental en conjunto forman la geotecnia ambiental el cual no tiene un significado propio claro y conciso en su comprensión. Lo cual describen una breve historia a lo largo del tiempo con ejemplos entre ambas partes ya definidas. Concluyendo que las problemáticas existentes en la geotecnia incluyen falta de rendimiento en la contingencia de residuos, aparición de nuevos residuos y el uso de una terminología adecuada y coherente con identidad profesional.

(Análisis del procedimiento geotécnico a seguir en la estabilidad de taludes en Colombia: casos de estudios en Bucaramanga). Los autores (Cárdenas & Franco, 2020), describen la estabilización de taludes como uno de los constantes desafíos a los cuales están destinados afrontar los ingenieros civiles acompañado de la geotecnia ante condiciones del cualquier tipo de terreno que lo requiera. Por lo tanto, en este proyecto realizado en la ciudad de Bucaramanga se realizó trabajos de anclajes activos, como anclajes pasivos en sus respectivas obras, generando

también como resultado una metodología y normativa para los diferentes procedimientos de estabilidad de taludes.

(Análisis de la normatividad geotécnica en la estabilidad de taludes en Colombia basado en material existente). El autor (Solano, 2020), comenta sobre la estabilización de taludes en laderas y pendientes, deben ser proyectos estipulados y regidos bajo todas las condiciones presentes en la normatividad geotécnica de Colombia, la cual deben resistir todas las fuerzas producidas tanto por la misma estructura como la presentes en la naturaleza para no llegar a un colapso. Por lo tanto, la monográfica se basó en las prácticas de métodos y ensayos de campo y de laboratorios para si conocer su comportamiento con la única y principal funcionalidad que es la reducir el riesgo de la pérdida de vidas humanas, y el patrimonio nacional.

(Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería en la coordinación y supervisión del laboratorio de suelos de la empresa INCIGAM S.A.S ubicada en el municipio de Sabaneta, Antioquia). Según el autor (Quintero,2020), la extracción de muestras de suelos fue el principal objetivo de estudio para sus respectivos estudios de laboratorio enfocado en el desarrollo de los distintos tipos de ensayos, procesos de su realización y determinación de resultados a partir de cada ensayo fomentando así el trabajo en equipo permitiendo a esta empresa contar con conocimientos para la revisión y análisis procedido de la elaboración de informe detallados, siendo estos respaldados por las normas impuestas por el invias (sección 100) y la norma de sismo resistencia colombiana NSR -10(sección H) para los respectivas diseños pedidos para la obra.

Antecedentes regionales

(Garces, 2016), describe la participación en proyectos geotécnicos, donde ejecuto estudios de suelos como lo son ensayos de CBR, Proctor, densidades y resistencia a la

compresión de cilindros de concreto en laboratorio, así como actividades en situ como el ensayo de penetración estándar, diseño de los distintos tipos de cimentaciones y construcción de anclajes. Además, se llevaron a cabo visitas a obras y comités técnicos para asegurar la correcta ejecución de los proyectos. Donde se crearon formatos de laboratorio para la Universidad de Pamplona, destinados a mejorar el desarrollo y presentación de los ensayos de laboratorio de suelos, donde obtuvo resultados a partir de la aplicación práctica de conocimientos teóricos, optimizando procedimientos de documentación y generación de recursos valiosos para futuros estudios universitarios, fortaleciendo la habilidad de la universidad en el campo geotécnico.

(Niño, 2023), en su documento sobre el acompañamiento de proyectos de ingeniería civil en la empresa SITELSA S.A.S., enfocado principalmente en áreas de geotecnia, acueducto y alcantarillado. Se destacan actividades como la caracterización de zonas con límites de riesgo geotécnico, tipos de diseños y participación en los proyectos de abastecimiento hídrico. La estandarización de los formatos para la generación de informes bajo la revisión y análisis geotécnicos, permiten mejoras en los contratos a un futuro en la parte de interventoría, impactando positivamente al practicante en calidad de prestación de servicios y éxitos en proyectos. Además, se realizaron recomendaciones específicas para la protección del suelo, ajustes topográficos, y la adecuada realización de estudios geotécnicos.

(INFORME GEOLÓGICO AMBIENTAL PRELIMINAR PARA EL ÁREA DE PAMPLONA). Según su autor (Delgado, 2011) la temporada de lluvias en Pamplona en el mes de abril llevo a su autor master en geotecnia la necesidad inmediata del estudio de los caudales de las principales fuentes debido al aumento en la pluviosidad. Donde se logró evidenciar suelos residuales, con característica en colorimetría y granulometría dependiendo al grado de meteorización variando su comportamiento. Siendo geotécnicamente susceptibles a la remoción

y muy resistentes cuando las rocas están ligeramente alteradas. Dando como resultados que la región de Pamplona podemos encontrar rocas con diversas formaciones, según su longevidad están pueden alterarse y ser partícipes de formación de suelos residuales superficiales con propiedades geomecánicas muy bajas.

En conclusión, los antecedentes revisados a nivel internacional, nacional y regional reflejan la importancia creciente de la geotecnia en el desarrollo de proyectos de ingeniería civil, destacando el papel fundamental de los estudios de suelos, la aplicación de normativas técnicas y el uso de herramientas especializadas para garantizar soluciones seguras y sostenibles. Estas experiencias fortalecen el conocimiento práctico y técnico en el área, aportando significativamente a la calidad y eficacia de las obras de infraestructura.

Marco teórico

Las prácticas empresariales en el contorno de la ingeniería civil, en los roles que abarcan un proyecto y su acompañamiento en el apoyo de los diferentes estudios recalca en el ámbito de la geotecnia un papel crucial en la formación debido a que es la base tanto estructural como profesional. Estas prácticas tienen como ventaja la aplicación de conocimientos adquiridos en la formaciones tanto teóricas y prácticas académicamente en el contexto de la vida diaria promoviendo el fortalecimiento y desarrollo de nuevas habilidades en los campos de la mecánica de suelos.

Radicado en los conceptos esenciales de esta área, mecánica de rocas en el estudio de la clasificación de este material en sus propiedades y comportamientos ante fuerzas tanto internas como externas que se ejecuten sobre ella, aspectos geológicos en el cual en cada zona terrestre acompañados de la geofísica, estudios hidrológicos y demás ciencias relacionadas hacen de un estudio de suelo diferente paraca situación, generan un contexto de indicaciones y

recomendaciones para las diferentes propiedades de los proyectos de construcción. Según (MAO), “Si quieres conocer, tienes que participar en la práctica que transforma la realidad.”

En el contexto de la empresa Inge-suelos, ubicada en la ciudad de Pamplona, Norte de Santander, mediante el apoyo que brinda a la comunidad de estudiantes en formación de la ingeniería civil centran sus servicios en sus áreas fundamentales que el diseño estructural y el estudio de suelos.

Para llevar a cabo un estudio geotécnico es necesario la exploración geotécnica, ensayos de campo y laboratorio, identificar problemas de la zona de estudio, recomendaciones y diseños de obras de prevención y entrega de informe donde se consigne todo el estudio, determinando las propiedades físicas y mecánicas, como indica (Das, 2020), “los ensayos geotécnicos, como el ensayo de penetración estándar (SPT) y los análisis de capacidad de carga, son indispensables para diseñar cimentaciones adecuadas y prevenir fallas estructurales.

Las diferentes obras de construcción que se ejecutan en el terreno tienen que ir soportado o apoyado sobre una cimentación apropiada que proporcionen la utilidad principal de toda obra la seguridad y buen comportamiento estructural, debido a su funcionalidad que radica en la transmisión de cargas o elementos que se apoyen sobre ella al terreno natural, tratando de conservar su diseño y ejecución de las mismas con costos de operación razonables.

En Inge-suelos, los futuros practicantes tienen la oportunidad de trabajar dentro de todas actividades presentes tanto en campo cumpliendo con todos los elementos de seguridad personal, así como los respectivos recursos de transporte y estadía en los para las zonas donde se requiera hacer el respectivo estudio, como de oficina, permitiendo mejorar el enriquecimiento de las características del suelo y su comportamiento bajo diversas condiciones.

La interacción continua con demás profesionales de otras áreas permite la integración en reuniones y comités enfocado desde aspectos técnicos y profesionales por medio de aporte de

ideas claras y conclusiones concisas a partir de criterios ingenieriles fortalecen al estudiante en su criterio y confianza para la realización de cualquier tipo de proyecto y reacción inmediata antes circunstancias negativas que se puedan surgir a lo largo de la ejecución del mismo.

Marco Legal

American society for Testing (ASTM). Lo que se traduciría a Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales. Es una de las organizaciones más grande en lo que respecta a normas internacionales que desarrolla y publica que establecen los criterios para el diseño, producción y evaluación de productos y servicios.

Norma AASHTO. Son todas aquellas directrices y especificaciones para la cual nos basamos en el diseño, construcción y los parámetros destinados para el mantenimiento de obras viales, las cual la Asociación Estadounidense de funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte (AASHTO), definen los aspectos esenciales técnicos para la seguridad, durabilidad y funcionalidad.

Normas INVIAS. Presente en todo el nivel nacional es que en el cual dentro del conjunto evalúan el control y reglamentación de las políticas, programas y proyectos de la infraestructura vial a cargo donde ya sea en el transporte carretero, férreo, infraestructuras fluviales y marítimos.

Reglamento Sismo Resistente del 2010 (NSR-10): es la segunda actualización del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente expedida por el decreto 926 del 19 de marzo de 2010, Esta normativa establece requisitos mínimos para la funcionalidad primordial para la cual están destinadas las estructuras que es la de salvaguardar las vidas humanas y garantizar la seguridad y resistencia sísmica de las edificaciones, considerando aspectos como la ubicación geográfica, el tipo de suelo y las características estructurales de los edificios ante ocurrencias o fenómenos naturales.

Normas Técnicas Colombianas (NTC): Emitidas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), estas normas incluyen una serie de especificaciones técnicas para materiales, ensayos, diseño y construcción. Recalcando la norma técnica colombiana NTC 4596 destinada a ingeniería civil y arquitectura planeamiento y diseño de instalaciones y ambientes escolares.

Código de Ética Profesional: Regula las prácticas empresariales y profesionales de los ingenieros civiles en Colombia, donde se constituyen la relación de conductas que deben exigir para cualquier ingeniero en general, asegurando que se sigan principios éticos y profesionales en todas las actividades.

Reglamento estudiantil de la universidad de pamplona: en su capítulo 6, artículo 35 define el trabajo de grado como un requisito académico obligatorio para la obtención del título de pregrado; y en su artículo 36 literal D define las Práctica Empresarial: comprende el ejercicio de una labor profesional del estudiante en una empresa, durante un período de tiempo. Cuando el estudiante seleccione esta modalidad, deberá presentar al director de Departamento el anteproyecto, que debe contener: nombre de la empresa, descripción de las características de la empresa, objetivos de la práctica, tipo de práctica a desarrollar, tutor responsable de la práctica en la empresa, cronograma de la práctica, presupuesto (si lo hubiere) y copia del convenio interinstitucional Universidad Empresa o carta de aceptación de la empresa.

Marco Contextual

Lugar de desarrollo: Pamplona, Norte de Santander, Colombia

Pamplona se ubica en el departamento de Norte de Santander, en la zona oriental de Colombia. Con una vasta historia y un destacado legado cultural, se distingue por su arquitectura colonial, centros educativos y espectaculares vistas montañosas.

Figura 1

Ubicación del municipio de Pamplona.



Nota: Adaptado de la página oficial de la Alcaldía de Pamplona; Tomado de (Pamplona Ubicada en el Mapa de Colombia, 2015).

Generalidades

Extensión y Ubicación:

Pamplona está situada a una altitud cercana a 2,340 metros sobre el nivel del mar y cuenta con una superficie aproximada de 1,176 kilómetros cuadrados. La ciudad se encuentra situada en la Cordillera Oriental de los Andes, proporcionando un clima frío y cálido, con temperaturas medias que varían entre los 12°C y 16°C.

Límites

Pamplona limita al norte con los municipios de Cácuta y Mutiscua, al sur con el municipio de Chitagá, al este con Silos y al oeste con Cucutilla y Cácuta.

Economía

La principal fuente de ingresos de Pamplona es la agricultura, la educación y el comercio. La ciudad se distingue por su cultivo de vegetales, flores y frutas, gracias a su clima propicio. Además, Pamplona acoge diversas instituciones de enseñanza, entre ellas la Universidad de Pamplona, lo que le confiere un relevante papel en la esfera educativa y cultural de la zona. El turismo también desempeña un rol crucial en la economía de la región, promovido por su riqueza histórica y arquitectónica.

Demografía

Pamplona tiene una población cercana a los 60,000 habitantes, mayoritariamente formada por mestizos. La ciudad muestra una población demográfica joven, gracias a la existencia de alumnos universitarios que se originan en diversas regiones del país. La comunidad se distingue por su cordialidad y sus profundas tradiciones culturales.

Cultura.

La cultura de Pamplona es rica y variada, marcada por su legado colonial y su trayectoria como uno de los primeros asentamientos de España en Colombia. Las festividades tradicionales de la ciudad incluyen la Semana Santa, la Feria de la Virgen del Carmen y el Festival Internacional de Teatro de Pamplona. La arquitectura colonial, que incluye iglesias, plazas y calles revestidas de piedra, proporciona un carácter único a la ciudad. (Nota: Extraído del Plan Territorial de Ordenamiento de Pamplona).

INGESUELOS JB S.A.S

Fundada en 2021, ha evolucionado de llevar a cabo pequeños proyectos locales a involucrarse en significativos avances de infraestructura y estudios geotécnicos en el norte de Santander, como en el Santander, destacándose por su compromiso con la calidad, la innovación y la sostenibilidad de sus servicios. Ubicada en Pamplona, Norte de Santander, en la Calle 11 #7-178, la empresa ha llevado a cabo proyectos notables en Pamplona, Cúcuta, en el Norte de Santander, así como en la ciudad de los parques Bucaramanga, Santander, evidenciando su experiencia en el estudio geotécnico y diseño estructural.

La Empresa INGESUELOS JB S.A.S liderada por el ingeniero y Especialista en Geotecnia JUAN PABLO BOADA, han apoyado en estudios de suelos a nivel departamental y municipal destacándose como una empresa de alto impacto, Reconocida por su excelencia, comprometiéndose a cumplir con los altos estándares de calidad en todos los servicios, así mismo a la realización de controles rigurosos durante cada fase del proyecto.

Figura 2.

Ubicación de la empresa

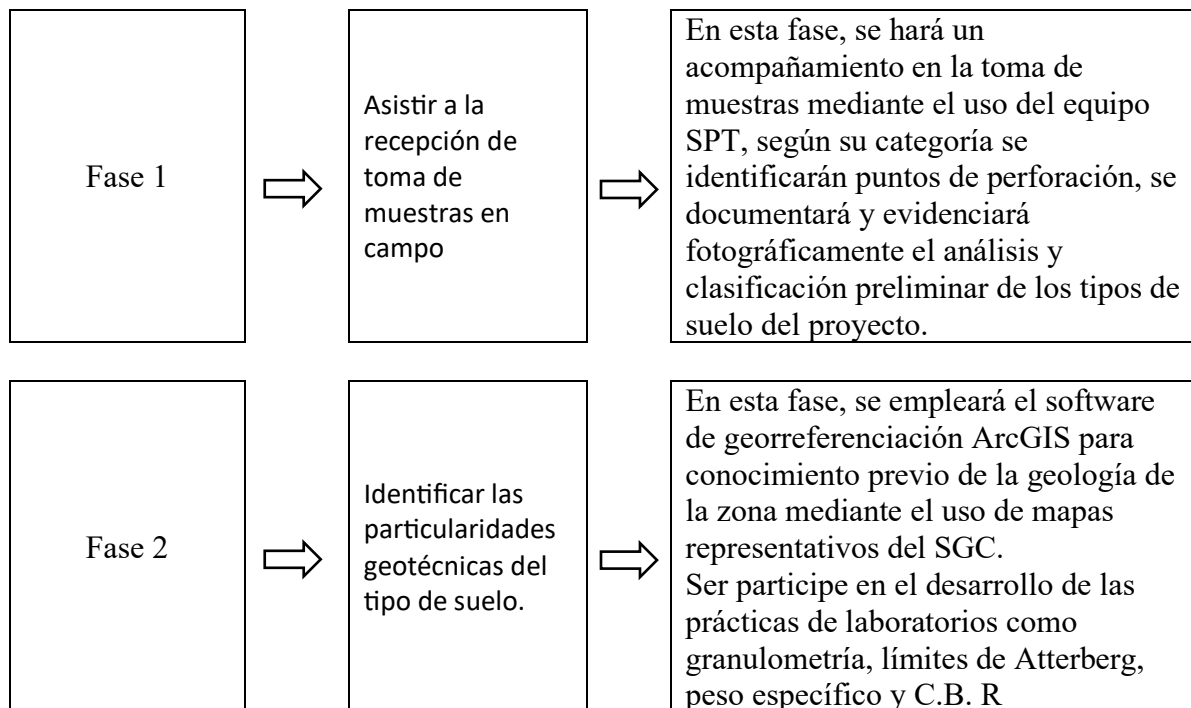


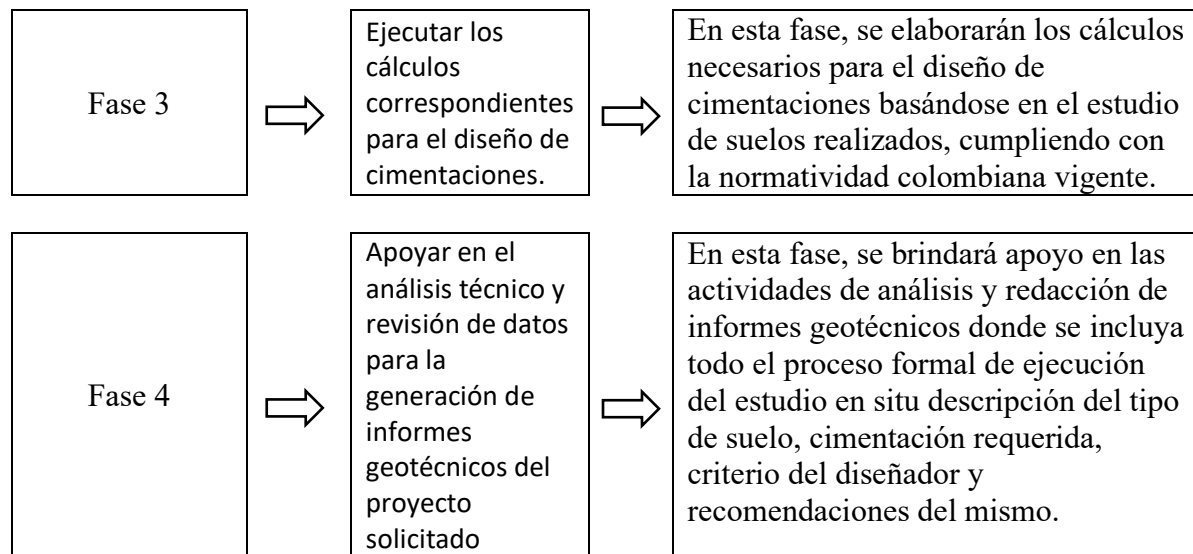
Nota: Nueva ubicación de sus instalaciones.

Metodología

Tabla 1

Diagrama de fases de la metodología





Fase 1. Asistir a la recepción de toma de muestras en campo.

Para la realización de la toma y recepción de muestras de suelo, el ingeniero jefe nos comunicó el día anterior los detalles del estudio, dando indicaciones sobre el proyecto según su categoría. Asimismo, indicó el número de sondeos a realizar y la profundidad de las perforaciones.

Seguidamente, se identificaron y marcaron previamente los puntos específicos de perforación en el sitio del proyecto, siguiendo la planificación establecida para garantizar una adecuada representatividad de las condiciones del suelo.

Posteriormente, en el sitio, se realizó la instalación y verificación de la verticalidad del equipo SPT, asegurando su correcto funcionamiento conforme a los protocolos técnicos. Las perforaciones se ejecutaron a distintas profundidades según lo establecido por la norma o hasta donde la resistencia del suelo lo permitió, siendo esta una causa externa y no atribuible a fallas del equipo.

Durante este proceso, se extrajeron muestras representativas del suelo, que fueron colocadas en papel envoplast, debidamente etiquetadas y selladas, cumpliendo con las normativas técnicas.

Para tener un registro el cual sea el soporte del trabajo de campo, se documenta detalladamente la resistencia del suelo a la profundidad de cada extracción, donde se describe el número de golpes por metro (N-SPT), el tipo de suelo encontrado y las condiciones in situ. Este registro se complementa con fotografías y notas de campo.

Las actividades ejecutadas permitieron elaborar un informe preliminar con los procedimientos, ubicación de perforaciones, características del suelo y valores de resistencia, el cual sirvió de base para validar los datos en laboratorio. Esta etapa fue clave para definir las propiedades mecánicas del terreno y orientar el desarrollo del proyecto.

Tabla 2

Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción.

CATEGORÍA	CATEGORÍA	CATEGORÍA	CATEGORÍA
BAJA	MEDIA	ALTA	ESPECIAL
Profundidad mínima de sondeo			
6 metros	15 metros	25 metros	30m
Numero de sondeos:	Numero de sondeos:	Numero de sondeos:	Numero de sondeos:
3	4	4	5

Fuente: Tabla H.3.2-1. Título H.NSR-10.

Fase 2. Identificar las particularidades geotécnicas del tipo de suelo.

Después de una descripción previa en campo como lo es su composición (según el tamaño de sus partículas), su colorimetría (Tabla Munsell), cohesión y humedad se realiza un preanálisis de la composición y comportamiento, una vez extraída las muestras se juntan todas las que posean características semejantes, para su clasificación según el tipo de suelo que pueda ser:

Figura 3.

Clasificación de suelos



Nota: En el orden de las imágenes encontramos arcillas, arenas y gravas.

Para luego hacer su respectiva clasificación de suelos en el área operativa con ensayos geotécnicos reconocidos dentro de la normatividad para su identificación de suelos con base en el sistema unificado de clasificación de los suelos (SUCS). Por lo que transportada la muestra al laboratorio procedemos a su preparación.

Figura 4.

Separación de las muestras etiquetadas por sondeos.



Nota: Proceso de acondicionamiento de las muestras de suelo para su análisis.

En el laboratorio, las muestras recolectadas mediante el ensayo SPT fueron clasificadas según los estratos identificados en la perforación, lo que permite un análisis detallado de sus propiedades físicas. Las muestras están ordenadas y etiquetadas para facilitar su identificación y análisis. Esta separación es crucial para detectar variaciones en la composición, textura y color del suelo a diferentes profundidades, fundamental para la interpretación geotécnica del terreno.

Figura 5.

Separación de las muestras por estratos



Nota: La separación por estrato se da a partir de sus características semejantes.

Una vez realizada la separación por estrato de cada sondeo se procede a ejecutar los ensayos de laboratorio. Esta fase permite obtener información precisa sobre las propiedades físicas del suelo, necesarias para evaluar su comportamiento ante cargas.

Los ensayos a realizar son: **contenido de humedad, granulometría, límites de Atterberg, peso específico, Densidad de Campo – Método del Cono de Arena** y el *ensayo del cono dinámico*. Estos análisis permiten clasificar el suelo, identificar su plasticidad y estimar parámetros clave para su comportamiento en condiciones naturales. Estos ensayos de laboratorios se realizan rigiendo las normativas de la empresa.

Como preámbulo ante los ensayos se procede a llevar al horno los estratos ya separados con el fin de conocer la cantidad de agua presente en la muestra, conociendo este ensayo como el contenido de humedad.

Contenido de humedad

Para determinar el contenido de humedad en una muestra de suelo, se recurre a métodos estandarizados que permiten cuantificar la cantidad de agua presente en su estado natural. El procedimiento inicia con el pesaje de un recipiente metálico vacío, al cual se le añade la muestra para su análisis. Entre los métodos más utilizados se encuentra el **método del horno**, que consiste en secar la muestra a 105 °C hasta alcanzar un peso constante, calculando la humedad como el porcentaje de pérdida de masa respecto al peso seco. Alternativamente, en suelos con baja humedad, puede aplicarse el **método de la cápsula de calor** o **Karl Fischer**, basado en una reacción química específica que cuantifica el agua mediante el consumo de reactivo. Ambos métodos proporcionan resultados confiables y son fundamentales para caracterizar el estado físico del suelo.

Una vez obtenido los datos se utiliza la siguiente formula:

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{\text{agua en el material}}{\text{peso del material seco}} * 100\% = \frac{\text{mojado} - \text{seco}}{\text{seco}} * 100$$

Tabla 3

Descripción del ensayo de humedad.

Ensayo de humedad			
Peso en gramos	Evidencia fotográfica	Descripción	Observaciones
Peso del recipiente		Registro del peso del recipiente metálico utilizado en el ensayo de contenido de humedad.	Masa base necesaria para los cálculos del ensayo
Peso del recipiente + muestra humedad		Registro del peso conjunto del recipiente y la muestra de suelo húmedo antes del secado en horno.	Muestra correspondiente al Estrato 1 (1.5–4.5 m). El suelo presenta humedad moderada y consistencia semi plástica al momento del pesaje.
Peso del recipiente + muestra seca		Se muestra el peso final del recipiente con la muestra de suelo después del secado en horno	Secado completo en horno durante 24 horas a 105 °C. No se observaron residuos.

Nota: La práctica del ensayo de humedad se debe realizar para todos los estratos de los sondeos realizados en dos o más repeticiones en lo posible.

Una vez realizado este ensayo procedemos a lo que se conoce como el cuarteo de la muestra.

Cuarteo de la muestra.

Para llevar a cabo el método de cuarteo, se comenzó secando la muestra de suelo al aire para eliminar la humedad superficial sin alterar sus propiedades. Cabe resaltar que condiciones climatológicas presentes en Pamplona estas muestras fueron secadas al horno por 24 horas. Una vez que estuvo seca, se colocó sobre una superficie plana y limpia, formando un monto cónico. Luego, se aplanó hasta obtener una capa uniforme, que se dividió en cuatro partes iguales. Se desecharán dos cuartos opuestos y se conservaron los otros dos. Este proceso se repitió tantas veces como fuera necesario hasta conseguir la cantidad adecuada de muestra representativa para los ensayos de laboratorio.

Figura 6.

Proceso de cuarteo para la obtención de la muestra.



Nota: El proceso de cuarteo se realiza para todos los estratos de los sondeos realizados con el fin de obtener una muestra representativa para su respectivo lavado y eliminación de finos.

El lavado se lleva a cabo hasta que el líquido (agua limpia) que atraviesa el tamiz 200 sale completamente clara, lo cual indica la eliminación en su totalidad del material fino presente en la muestra.

Pasamos al segundo ensayo de laboratorio.

Ensayo de Granulometría (por tamizado)

Norma: ASTM D422-63 (reaprobada en 2007) / INV E-123 (Colombia)

El cual consiste en determinar la distribución del tamaño de las partículas del suelo para su clasificación. Para ello, es importante registrar con precisión el peso retenido en cada tamiz. Estos datos permiten construir la curva granulométrica, una herramienta técnica esencial en la caracterización de suelos dentro del análisis geotécnico.

Figura 7.

Juego de tamices en orden decreciente (3", 1", ¾", 3/8", No. 4, No. 10, No. 40, No. 200).



Nota: análisis granulométrico donde se determina la distribución de tamaños de partículas de una muestra de suelo.

Tabla 4

Procedimiento para el análisis granulométrico.

Ensayo de granulometría por lavado			
Pasos	Ilustración	Descripción	Observaciones
Peso del recipiente.		Una vez realiza el cuarteo se pesa inicialmente el recipiente vacío para registrar su masa	Este recipiente debe estar limpio y sin perforaciones
Peso del recipiente más la muestra.		Obtención del peso de la muestra suelo antes del lavado.	Es importante considerar tener una buena cantidad de muestra representativa para el lavado.
Peso de la muestra después del secado.		Obtención del peso de la muestra suelo después del lavado	Marcación de los recipientes y cumplir la norma que es llevar la muestra al secado por 24 horas con una temperatura de 105 ± 110 grados Centígrados.

Tamizado



Registro del peso de tamices para análisis granulométrico

Obtener el peso de cada tamiz, el cual cada tamiz debe de estar limpio y sin ruptura de la malla pertinente.

Ejecución



Se colocan los tamices en orden decreciente (3", 1", 3/4", 3/8", No. 4, No. 10, No. 40, No. 200).

Ejecución del tamizado para análisis granulométrico. Se coloca la muestra en la parte superior y se agita mecánicamente o manualmente por 10 a 15 minutos.

Peso del material retenido en cada tamiz.



Pesaje individual de los tamices con el material retenido.

Luego de la realización del pesaje por individual de cada tamiz con material retenido se procede a su respectiva limpieza.

Una vez obtenido los resultados se procede a la realización de la curva de distribución granulométrica y clasificación del suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

Límites de Atterberg

Norma: ASTM D4318 / INV E-122

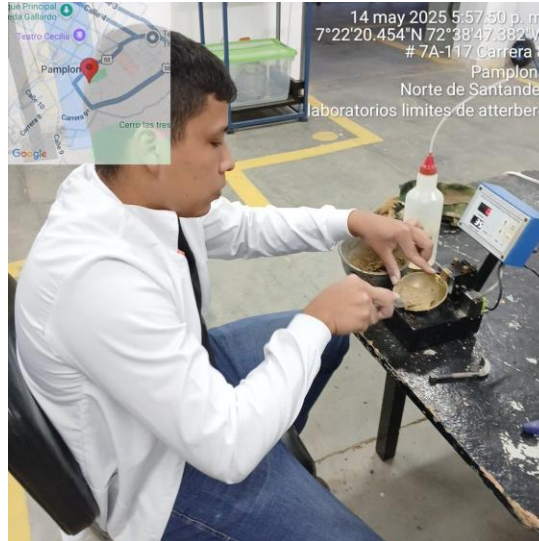
Dos parámetros importantes el cual nos determinan la consistencia y comportamiento del suelo ante la humedad. En este ensayo se determina el **límite líquido (LL)**, **límite plástico (LP)** y el **índice de plasticidad (IP)** para clasificar suelos finos.

Límites líquido

Para este ensayo determinado límites líquido se realizó la preparación de una pasta homogénea de suelo con agua, esta pasta es obtenida de la muestra que es tamizada por el tamiz 200 sin lavar, luego se coloca en la copa de Casagrande en una capa de 10 mm. Se traza una ranura con el dispositivo estándar y se deja caer la copa desde 10 mm de altura, contando los golpes necesarios para que la ranura se cierre. El ensayo se repite con al menos de dos a cuatro contenidos de humedad distintos, y el límite líquido se obtiene graficando los datos y hallando la humedad correspondiente a 25 golpes.

Figura 8.

Realización del límite líquido por medio de la cazuela de Casagrande.



Nota: Este ensayo se realiza a cada estrato de los sondeos realizados.

Límite plástico

Para determinar el límite plástico, se toma muestra de suelo tamizada por el tamiz 200 y se le agrega agua, luego se amasa hasta formar un rollo cilíndrico de aproximadamente 3 mm de diámetro. Los primeros indicios para determinar que dicha muestra ha alcanzado su límite plástico es si el rollo se agrieta o desintegra antes de alcanzar ese grosor, por lo que se toma registro del peso de la muestra y se lleva al secado al horno para determinar su contenido de humedad. Este procedimiento se repite al menos tres veces y se calcula el valor promedio de humedad correspondiente.

Figura 9.

Realización del ensayo de limite plástico.



Nota: Proceso manual de formación de hilos de suelo sobre una superficie rígida y no porosa, parte esencial del ensayo para determinar el límite plástico.

Índice de plasticidad (IP)

Una vez obtenido los resultados de los límites anteriores se calcula el rango de humedad en el cual el suelo permanece en estado plástico lo cual es un indicador del comportamiento plástico de los finos.

$$IP = LL - LP$$

Ensayo densidad relativa (Balón aforado)

Norma: ASTM D854 / INV E-128

Determinar la **densidad relativa o peso específico de las partículas sólidas** del suelo.

Este ensayo se realiza para conocer la relación entre la gravedad específica de los sólidos entre el peso de un volumen dado de partículas sólidas y el peso de un volumen igual de agua. Para obtener el resultado de este valor, se utiliza un frasco volumétrico (balón aforado) el cual nos permite conocer la densidad relativa de los minerales presentes.

Figura 10.

Obtención de la muestra representativa (100g).



Nota: Proceso del ensayo de gravedad específica, incluyendo el pesaje del matraz con y sin suelo, y la desaireación mediante bomba de vacío para eliminar el aire atrapado.

La desaireación representa una etapa fundamental dentro del ensayo de gravedad específica, ya que permite eliminar el aire atrapado entre las partículas del suelo dentro del matraz aforado. Este procedimiento fue realizado utilizando una bomba de vacío, inmediatamente después de haber introducido el suelo seco junto con una cantidad controlada de agua en el matraz. El objetivo principal de esta operación fue extraer completamente las burbujas de aire que podrían quedar retenidas entre los granos del suelo, ya que su presencia alteraría la medición del volumen real ocupado por los sólidos.

Para su respectivo calculo se utiliza la siguiente ecuación.

$$GS = \frac{M2 - M1}{(M2 - M1) - (M3 - M4)}$$

Donde:

- Gs : peso específico de los sólidos
- M1: masa del balón
- M2: masa del balón + suelo

- M3: masa del balón + suelo + agua
- M4: masa del balón + agua

Ensayo de cono dinámico de penetración (DCP)

Norma ASTM D6951/D6951M – 18

Par este tipo de ensayo en ingeniero jefe nos brinda las indicaciones en la cual se va a realizar el ensayo, como lo son ubicación, cantidad de repeticiones y presentación del equipo y uso previo, ya una vez en campo se procede a introducir manualmente el cono metálico en el terreno mediante golpes controlados (5 repeticiones por lectura) con una masa estandarizada, registrando en el cuaderno de datos la profundidad alcanzada para evaluar la resistencia del suelo en los distintos estratos.

Figura 11.

Ejecución en campo del ensayo del cono dinámico y su respectivo apique.



Nota: Ensayo ejecutado en la vía que comunica del municipio de la Laguna hacia el municipio de Silos.

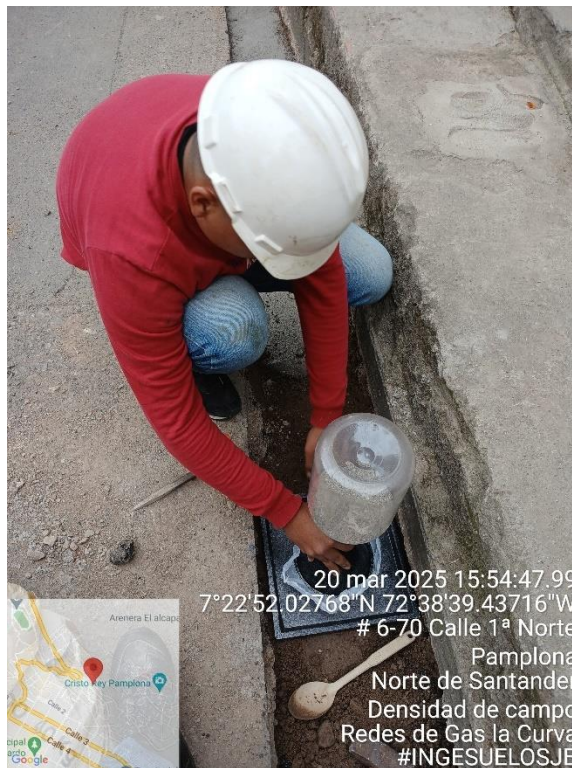
Ensayo de Densidad de Campo – Método del Cono de Arena

Norma ASTM D1556/D1556M – 15

Este ensayo es realizado en situ así como el anterior donde en este caso el ingeniero jefe directo nos facilita un cono de arena, donde se procedió a excavar un orificio en el suelo cuyo volumen se mide al llenarlo con la arena calibrada que encuentra dentro del frasco con el cono incluido, luego de este paso y tiempo previo de espera se registra el peso necesario para llenarlo. Para luego comparar la densidad seca obtenida con la densidad máxima de laboratorio y calcular el grado de compactación.

Figura 12.

Procedimiento de abrir la válvula para el paso de la arena.



Nota: Realización del ensayo de cono de arena

Fase 3. Ejecutar los cálculos correspondientes para el diseño de cimentaciones.

Una vez realizado los análisis de laboratorio y anterior a esto el estudio en campo se llevaron a cabo los cálculos necesarios para el diseño de cimentaciones, cumpliendo con la normatividad colombiana vigente. Se revisaron y analizaron los estudios de suelos para extraer los parámetros geotécnicos clave, tales como la clasificación del tipo de suelo, el ángulo de fricción y la cohesión, los cuales sirvieron de base para los cálculos estructurales detallados.

En la ejecución de los cálculos en la empresa se evidencio una problemática en relación de la misma, esto debido a que estos cálculos se realizaban a partir de calculadoras en plataformas de internet o de forma manual, dado que esto retrasa los tiempos y puede incurrir en errores de cálculo se tomó la inícia de plantear y digitalizar los datos en una tabla en el software de Excel el cual me permitió tener datos más exactos y cálculos de forma inmediata, para esta digitalización se utilizó la ecuación de capacidad portante de Meyerhof, y todos sus componentes.

Se utilizaron los factores de capacidad de carga (N_c , N_q , N_γ) de Meyerhof los cuales se pueden evidenciar en la tabla que se deja a continuación.

Tabla 5*Factores de capacidad de carga de Meyerhof para distintos ángulos de fricción*

Φ	Nc	Nq	N γ	ϕ	Nc	Nq	N γ
0	5,140	1,000	0,000	26	22,254	11,854	8,002
1	5,385	1,094	0,002	27	23,942	13,199	9,463
2	5,641	1,197	0,010	28	25,804	14,720	11,190
3	5,896	1,309	0,023	29	27,860	16,443	13,236
4	6,192	1,433	0,042	30	30,139	18,401	15,668
5	6,492	1,568	0,070	31	32,671	20,631	18,564
6	6,812	1,716	0,106	32	35,491	23,177	22,023
7	7,159	1,879	0,152	33	38,638	26,092	26,166
8	7,528	2,058	0,209	34	42,164	29,440	31,146
9	7,924	2,255	0,281	35	46,123	33,296	37,152
10	8,342	2,471	0,367	36	50,585	37,752	44,426
11	8,797	2,710	0,471	37	55,630	42,920	53,271
12	9,287	2,974	0,596	38	61,351	48,933	64,073
13	9,806	3,264	0,744	39	67,866	55,957	77,332
14	10,372	3,586	0,921	40	75,313	64,195	93,690
15	10,976	3,941	1,129	41	83,858	73,897	113,986
16	11,631	4,335	1,375	42	93,707	85,374	139,318
17	12,338	4,772	1,664	43	105,107	99,014	171,142
18	13,105	5,258	2,004	44	118,369	115,308	211,408
19	13,934	5,798	2,403	45	133,874	134,874	262,743
20	14,834	6,399	2,871	46	152,098	158,502	328,732
21	15,815	7,071	3,421	47	173,640	187,206	414,327
22	16,883	7,821	4,066	48	199,259	222,300	526,452
23	18,048	8,661	4,824	49	229,924	265,497	674,917
24	19,323	9,603	5,716	50	266,882	319,057	873,854
25	20,720	10,662	6,765				

Nota: La tabla muestra los valores de los factores de capacidad de carga (Nc, Nq, N γ) para los distintos ángulos de fricción, tomada de: (Capacidad Portante Tablas para Meyerhof Hansen y Vesic, PDF, 2017)

La ecuación de capacidad portante de Meyerhof debido a sus ventajas técnicas, considera la resistencia cortante a lo largo de la superficie de falla en el suelo por encima del fondo de la cimentación y permite analizar situaciones en las que la carga sobre la cimentación puede estar inclinada, adaptándose a condiciones reales del terreno y las estructuras proyectadas.

$$q_u = C * N_c * F_{cs} * F_{cd} * F_{ci} + q * N_q * F_{qs} * F_{qd} * F_{qi} + \frac{1}{2} * \gamma * B * N_\gamma * F_{\gamma s} * F_{\gamma d} * F_{\gamma i} \quad (1)$$

Para la realización de estos cálculos se seguía el procedimiento mostrado a continuación.

1. Se calcula el esfuerzo efectivo del suelo (q) en el nivel de desplante de la cimentación mediante la fórmula:

$$q = df * \gamma \quad (2)$$

Dónde:

q: Esfuerzo efectivo en el nivel de desplante (kn/m²).

df: Nivel de desplante de la cimentación (m).

γ : Peso unitario del suelo (kn/m³).

2. Se calcula el coeficiente de presión pasiva(kp) el cual a su vez nos servirá en los siguientes pasos para el cálculo de los diferentes factores que se requieren para el diseño.

$$Kp = \tan^2 \left(45 + \frac{\Phi}{2} \right) \quad (3)$$

Dónde:

Kp: Coeficiente de presión pasiva.

ϕ : Ángulo de fricción interna del suelo (en grados).

En este paso se procede a calcular los factores de forma de la ecuación (Fcs, Fqs, F γ S) para este cálculo se tiene en cuenta que las zapatas son cuadradas., por tanto, sus dimensiones (B y L) son iguales y la división de esta da como resultado 1

$$F_{qs} = F_{\gamma s} = 1 + 0.1 * Kp * \left(\frac{B}{L} \right) \quad (4)$$

$$F_{cs} = 1 + 0.2 * Kp * \left(\frac{B}{L} \right) \quad (5)$$

En este caso se calculan los respectivos factores de profundidad (Fcd, Fqd, F γ d)

$$F_{qd} = F_{yd} = 1 + 0.1 * \sqrt{Kp} * \left(\frac{B}{L}\right) \quad (6)$$

$$F_{cd} = 1 + 0.2 * \sqrt{Kp} * \left(\frac{B}{L}\right) \quad (7)$$

Donde:

DF: Es la profundidad de desplante asumida

En este paso se calculan los factores de inclinación (F_{ci} , F_{qi} , $F_{\gamma i}$), los cuales su valor es igual a 1 debido a que la cimentación no presenta cargas inclinadas.

En este paso se calculan los factores de capacidad de carga (N_c , N_q , N_γ) los cuales dependen únicamente del Angulo de fricción dichos valores se encuentran en la tabla 4.

En este paso se calcula la capacidad de carga ultima (q_u) por medio de la siguiente ecuación para esta se utilizaba un factor de seguridad de 2.5

$$q_u = \frac{Q * FS}{B^2} \quad (8)$$

En este paso se encontraban las dimensiones preliminares de las zapatas, igualando la capacidad de carga ultima (q_u) con el resto mostrado en la ecuación (1)

Por último, se hallaba el esfuerzo admisible del suelo por medio de la siguiente ecuación

$$q_{admi} = \frac{Q}{B^2} \quad (9)$$

Durante este proceso, cada vez que se obtenían los valores preliminares de las dimensiones, se realizó una modelación en el software Geo 5. Esta herramienta permitió verificar que las medidas propuestas cumplieran con los esfuerzos y asentamientos previstos, garantizando que el diseño cumpliera con los requisitos técnicos y normativos.

Para el cálculo de los asentamientos elásticos de las diferentes cimentaciones se implementó el método de Steinbrenner la cual se utiliza para calcular los asentamientos elásticos

de cimentaciones considerando el principio de elasticidad lineal. Esta metodología permite evaluar de forma aproximada el comportamiento del suelo ante cargas aplicadas, suponiendo que el material es homogéneo, isotópico y elástico. Para el cálculo se tuvo en cuenta la siguiente ecuación.

$$\Delta Hi = qB \frac{1 - \mu^2}{Es} \left(l1 + \frac{1 - 2\mu}{1 - \mu} * l2 \right) If \quad (10)$$

Donde:

q:es la carga vertical aplicada

B: es el ancho del cimiento

μ: relación de Poisson el cual se obtenía acorde al tipo de suelos por medio de la siguiente tabla

Tabla 6

Valores de relación de Poisson según el tipo de suelo

SUELO	U
Arcilla saturada	0.5
Arcilla con arena y limo	0.3 a 0.42
Arcilla no saturada	0.3 a 0.40
Suelo arenoso	0.15 a 0.25
Arena	0.30 a 0.35

Nota: la tabla muestra valores típicos de la relación de poisson según el tipo de suelo; tomado de (Coeficiente de Poisson Por Tipo de Suelo | PDF, 2020)

E: Modulo de elasticidad el cual se obtiene de la siguiente tabla

Tabla 7

Módulo de elasticidad según el tipo de suelo

SUELO	E(Kg/cm ²)
Arcilla muy suelta	3.5 a 30
Arcilla suelta	20 a 50
Arcilla media	40 a 80
Arcilla dura	70 a 180
Arcilla arenosa	300 a 400
Arena limosa	70 a 200
Arena suelta	100 a 250
Arena densa	500 a 800
Arena densa y grava	1000 a 2000

Nota: la tabla muestra valores típicos de los módulos de elasticidad según el tipo de suelo:
tomado de (Arpad kezdi, 1974)

l1 e l2: factores de influencia los cuales se hayan mediante la figura que se deja a continuación y dependen de un parámetro M el cual es igual a la longitud del cimiento entre la base del mismo es decir $M=L/B$ y de otro parámetro N el cual es igual a la profundidad del medio elástico entre la base del cimiento es decir $N=H/B$

Tabla 8

Valores de los factores de influencia

TABLE 5-2
Values of I_1 and I_2 to compute the Steinbrenner influence factor I_s for use in Eq. (5-16a) for several $N = H/B'$ and $M = L/B$ ratios

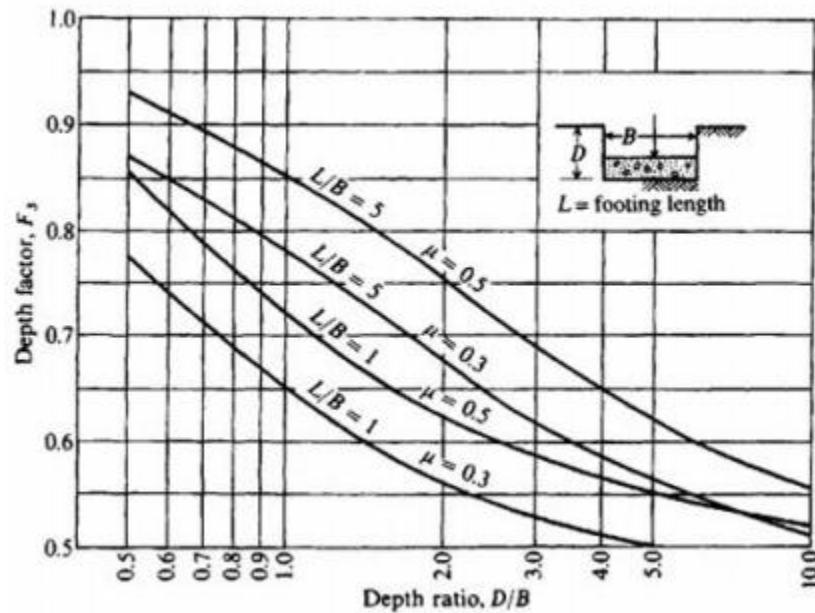
N	$M = 1.0$	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0.2	$I_1 = 0.009$ $I_2 = 0.041$	0.008 0.042	0.008 0.042	0.008 0.042	0.008 0.042	0.008 0.042	0.007 0.043	0.007 0.043	0.007 0.043	0.007 0.043	0.007 0.043
0.4	0.033 0.066	0.032 0.068	0.031 0.069	0.030 0.070	0.029 0.070	0.028 0.071	0.028 0.071	0.027 0.072	0.027 0.072	0.027 0.073	0.027 0.073
0.6	0.066 0.079	0.064 0.081	0.063 0.083	0.061 0.085	0.060 0.087	0.059 0.088	0.058 0.089	0.057 0.090	0.056 0.091	0.056 0.091	0.055 0.092
0.8	0.104 0.083	0.102 0.087	0.100 0.090	0.098 0.093	0.096 0.095	0.095 0.097	0.093 0.098	0.092 0.100	0.091 0.101	0.090 0.102	0.089 0.103
1.0	0.142 0.083	0.140 0.088	0.138 0.091	0.136 0.095	0.134 0.098	0.132 0.100	0.130 0.102	0.129 0.104	0.127 0.106	0.126 0.108	0.125 0.109
1.5	0.224 0.075	0.224 0.080	0.224 0.084	0.223 0.089	0.222 0.093	0.220 0.096	0.219 0.099	0.217 0.102	0.216 0.105	0.214 0.108	0.213 0.110
2.0	0.285 0.064	0.288 0.069	0.290 0.074	0.292 0.078	0.292 0.083	0.292 0.086	0.292 0.090	0.292 0.094	0.291 0.097	0.290 0.100	0.289 0.102
3.0	0.363 0.048	0.372 0.052	0.379 0.056	0.384 0.060	0.389 0.064	0.393 0.068	0.396 0.071	0.398 0.075	0.400 0.078	0.401 0.081	0.402 0.084
4.0	0.408 0.037	0.421 0.041	0.431 0.044	0.440 0.048	0.448 0.051	0.455 0.054	0.460 0.057	0.465 0.060	0.469 0.063	0.473 0.066	0.476 0.069
5.0	0.437 0.031	0.452 0.034	0.465 0.036	0.477 0.039	0.487 0.042	0.496 0.045	0.503 0.048	0.510 0.050	0.516 0.053	0.522 0.055	0.526 0.058
6.0	0.457 0.026	0.474 0.028	0.489 0.031	0.502 0.033	0.514 0.036	0.524 0.038	0.534 0.040	0.542 0.043	0.550 0.045	0.557 0.047	0.563 0.050
7.0	0.471 0.022	0.490 0.024	0.506 0.027	0.520 0.029	0.533 0.031	0.545 0.033	0.556 0.035	0.566 0.037	0.575 0.039	0.583 0.041	0.590 0.043
8.0	0.482 0.020	0.502 0.022	0.519 0.023	0.534 0.025	0.549 0.027	0.561 0.029	0.573 0.031	0.584 0.033	0.594 0.035	0.602 0.036	0.611 0.038
9.0	0.491 0.017	0.511 0.019	0.529 0.021	0.545 0.023	0.560 0.024	0.574 0.026	0.587 0.028	0.598 0.029	0.609 0.031	0.618 0.033	0.627 0.034
10.0	0.498 0.016	0.519 0.017	0.537 0.019	0.554 0.020	0.570 0.022	0.584 0.023	0.597 0.025	0.610 0.027	0.621 0.028	0.631 0.030	0.641 0.031
20.0	0.529 0.008	0.553 0.009	0.575 0.010	0.595 0.010	0.614 0.011	0.631 0.012	0.647 0.013	0.662 0.013	0.677 0.014	0.690 0.015	0.702 0.016
500.0	0.560 0.000	0.587 0.000	0.612 0.000	0.635 0.000	0.656 0.000	0.677 0.000	0.696 0.001	0.714 0.001	0.731 0.001	0.748 0.001	0.763 0.001

Nota: en la figura se evidencia loa valores de I1 e I2 según los parámetros M y N: tomado de
 (Foundation Analysis and Design 5th Ed. - J.E. Bowles.pdf, s. f.)

Por último, tenemos I_f : el cual es un factor de corrección de profundidad de desplante y este a su vez depende de la profundidad de desplante y el ancho del cimiento (D/B), para hallar este parámetro se emplea la siguiente figura.

Figura 13

Valores del factor de corrección de profundidad



Nota: la figura muestra los valores del factor de corrección de profundidad I_3 ; tomado de (Foundation Analysis and Design 5th Ed. - J.E. Bowles.pdf, s. f.)

Adicionalmente, los resultados obtenidos fueron revisados minuciosamente para confirmar que los cálculos y diseños fueran consistentes con las normas colombianas aplicables. Los diseños finales sirvieron como base para la elaboración de los planos, las especificaciones y recomendaciones técnicas de las cimentaciones, asegurando que el diseño final no solo fuera seguro y eficiente, sino también conforme a los estándares requeridos para la construcción del proyecto. Esta fase fue crucial para garantizar la estabilidad y funcionalidad de las estructuras.

Fase 4. Apoyar en el análisis técnico y revisión de datos para la generación de informes de geotecnia del proyecto requerido por quien lo solicite.

Para este objetivo se realizó una metodología que se basó en el desarrollo ordenado de actividades técnicas y de documentación, con el fin de respaldar el análisis geotécnico de los proyectos solicitados por el cliente.

Las etapas se describen a continuación:

1. **Revisión del procesamiento y análisis de los datos:** una vez en oficina con la información recopilada en campo con la descripción visual y análisis de laboratorio se procede a su respectiva interpretación con base en las normativas y metodologías geotécnicas.
2. **Redacción y revisión de informes:** los datos ya interpretados y validados por jefe directo harán parte de la redacción de los informes geotécnicos, en el cual se organizan la información técnica como lo son su ubicación, descripción de la zona, geología, explicación del método SPT, verificación de cálculos, corroboración de los cálculos en software Geo5, donde se redactan las descripciones de cada apunte del informe y asegurando la claridad en la presentación de resultados. Estos documentos se realizarán bajo condiciones establecidas por el ingeniero jefe ajustando los requerimientos específicos según cada proyecto o cliente, incluyendo recomendaciones para cimentaciones, estabilidad y control de calidad del terreno.
3. **Validación y entrega:** Finalmente, los informes fueron revisados conjuntamente con el equipo técnico y el jefe inmediato antes de ser entregados al solicitante, garantizando que los resultados fueran precisos, útiles y técnicamente sustentados.

Resultados

Con el fin de verificar el cumplimiento de los objetivos específicos del proyecto, a continuación, se expone una síntesis de los resultados obtenidos durante su desarrollo, destacando las actividades ejecutadas y los logros alcanzados en relación directa con cada objetivo propuesto.

Resultado del Objetivo 1. Asistir a la recepción de toma de muestras en campo y clasificación geotécnica mediante equipo SPT, con el fin de estudiar el tipo de suelo presente en el proyecto.

La ejecución llevada a cabo en este objetivo se ve evidenciada en los 40 estudios asistidos para la recepción de toma de muestras en campo utilizando el equipo SPT. Cada uno incluyó su respectiva cantidad de sondeos según su categoría entre los realizados, 13 correspondieron a terrenos para edificaciones de complejidad media, es decir, entre 4 y 10 niveles, 20 se enfocaron en edificaciones de complejidad baja, es decir hasta 0 a 3 niveles, y el restante se encuentran estudios de suelos para la realización de muros de contención y ensayos de CBR.

Los tipos de muestras recolectadas, eran de tipo inalteradas y estas eran extraídas en un tubo el cual era armable, ejecutados en los municipios de Pamplona, Salazar de la Palmas, los Patios, Cúcuta, villa del rosario, Puerto Santander, en el departamento de Norte de Santander y en el municipio de Puerto Wilches en el departamento de Santander. |

Las actividades aquí realizadas van desde el armado y revisión de la verticalidad del trípode y tubería de perforación, seguido el equipo de trabajo continuando con la perforación del terreno el cual utiliza un tubo shelby cómo puntal brindado por la empresa INGESUELOS JB, el cual presenta las siguientes dimensiones: Diámetro exterior de 4,5 cm, diámetro interno de 4,0

cm, y una longitud comprendida entre 60 y 90 cm, lo cual lo hace adecuado para la obtención de muestras inalteradas de suelos conforme a los lineamientos de la norma ASTM D1587, por lo tanto se lleva el conteo del número de golpes por metro profundizado. Una vez alcanzado dicha profundidad se extrae la tubería y se procede a su posterior recolección en papel envoplast realizando con evidencia fotográfica la obtención de la muestra.

Figura 14

Registro fotográfico de la verticalidad del equipo (trípode) y tubería de perforación realizada en campo.



Nota: En la figura se evidencia la profundidad a la cual se lleva la perforación, cumpliendo con la norma para estudios de suelos de categoría media.

Figura 15

Recolección de las muestras de suelos extraídas mediante el tubo shelby



Nota: la recolección de las muestras se realiza con el fin de obtener información directa sobre las características físicas y mecánicas del subsuelo, como la resistencia a la penetración, estratigrafía y tipo de material.

Los resultados obtenidos de este objetivo son variados de acuerdo al tipo de terreno al cual se le ejecutara la perforación debido a que muestras como arcillas ya sea obtenida de baja a media plasticidad pueden contener una variación en el contenido de humedad lo que la hace que su cohesión varíe aun siendo parte de las arcillas, en la extracción de arenas no todas las extracciones fueron satisfactorias en la obtención de material ya que en ciertos casos el tubo de

recolección se extraía sin muestra alguna pero evidenciando una resistencia a la penetración en el aumento del número de golpes.

Tabla 9

Estudios de suelos en los que se realizó asistencia en la toma de muestra

Estudio de suelos	Tipo de suelos	Observaciones
Proyecto		
CONSTRUCCION		
ESTRUCTURA DEL	Arcilla de baja	Durante el estudio se identificó nivel
EDIFICIO HESEDIEL DE 5	plasticidad	freático hasta una profundidad de 5.5
NIVELES. CALLE 0ª # 1-62	CL	metros. Dado a las variaciones del
BARRIO GALÁN		terreno, se recomienda tomar el nivel
MUNICIPIO DE		de desplante desde el punto más bajo
PAMPLONA.		de la vía.
CONSTRUCCION		
ESTRUCTURAL DE		Durante el estudio no se identificó
VIVIENDA UNIFAMILIAR		nivel freático, por características del
4 NIVELES. CALLE 0 # 6-		terreno se profundizo a un nivel 3.5
59 BARRIO GALÁN	Arcilla de baja	metros debido a la resistencia del
MUNICIPIO DE	plasticidad CL	suelo para su perforación. Se extrajo
PAMPLONA.		una arcilla con gran maleabilidad y
		cohesión de sus partículas finas.

CONSTRUCCION PLAZA		
DE MERCADO EN		Suelo arena arcillosa de color café
SALAZAR DE LAS		con tonalidades grises y amarillas
PALMAS. CARRERA 7ª-	Arena arcillosa Sc	con presencia de grano grueso con
CALLE 3ª MUNICIPIO DE		espesor apropiadamente de 2.5 mts.
SALAR DE LAS PALMAS.		No se presencia nivel freático
CONSTRUCCION DE		En las muestras extraídas no se
ESTRUCTURA DE		esencia presencia de nivel freático ni
VIVIENDA UNIFAMILIAR	Arena arcillosa SC	humedad de las muestras, de buena
3 NIVELES.		cohesión y consistencia alta ante la
CONSTRUCCION DE		Las muestras extraídas están
ESTRUCTURA DE		compuestas por arenas mal gradada
EDIFICIACION DE 4		es decir que no contiene una
NIVELES. SECTOR LOS	Arena mal gradada SP	variedad de tamaños de partículas y
TANQUES CALLE 15		de poca cohesión, muestran variedad
LOTE 3 EDIFICIO J3LS		de colores.
MUNICIPIO DE		
PAMPLONA.		

CONSTRUCCION DE ESTRUCTURA DE LA EDIFICACION 3 NIVELES.	Arena arcillosa SC	Con una profundidad de perforación de 5.5 metros las muestras de suelos presentan una cohesión media debido a que sus partículas se desmoronan fácil al tacto y presencia de nivel freático a 3 metros.
CONSTRUCCION DE ESTRUCTURA DE 3 NIVELES VIVIENDA MULTIFAMILIAR. CALLE 3 # 4-89 BARRIO EL CARMEN MUNICIPIO DE PAMPLONA.	Arena mal gradada SP	Luego de una profundidad de 2.5 las capas de suelos se componen de arena mal gradada de color negro con tonalidades grises. Encontramos presencia de nivel freático a 2,5 metros.
CONSTRUCCION DE ESTRUCTURA DE 5 NIVELES EDIFICIO GANESHA. CALLE 4 # 0- 126 BARRIO JUAN XXIII MUNICIPIO DE PAMPLONA	Arena arcillosa SC	Profundidad de perforación 5.5 metros debido al rechazo que se generó por la resistencia del suelo. Las muestras obtenidas varían en su colorimetría de amarilla claro a amarillento.

CONSTRUCCION DE LA EDIFICACION ESTRUCTURAL DE 3 NIVELES. CALLE 5 # 3-46 BARRIO EL CENTRO DEL MUNICIPIO DE PUERTO WILCHES EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER.	Arena mal gradada SP	Capa de suelo compuesto por arena mal gradada color gris con presencia de material rocoso y arenas finas color naranja; presencia de arenas gruesas y gravas con variedad de colores, de espesor aproximadamente de 3.5 metros, por su cercanía al rio Magdalena el nivel freático se encuentra desde 1.5 metros.
CONSTRUCCION ESTRUCTURAL DE MURO DE CONTENCIÓN. HACIENCA CARIONGO LOTE 12 EN EL MUNICIPIO DE PAMPLONA	SC arcilla arenosa	Colapso parcial de la estructura debido a la perdida de soporte desde la base hasta el borde superior del corte del muro de mampostería. suelo arcillo arenoso de color marrón oscuro a marrón claro donde su estructura está compuesta por agregados arena suelta y agregado grueso de presencia visibles, con ligera cohesión consolidado y resistente.

Nota: La tabla muestra las evidencias de la toma de muestra de los estudios de suelos más representativos y las observaciones más relevantes encontradas en campo, para un conocimiento de los demás estudios visualizar apéndices.

Resultados del objetivo 2. Identificar las particularidades geotécnicas del tipo de suelo donde realizara la obra para evaluar las propiedades y capacidad portante mediante ensayos de granulometría, límites de Atterberg, peso específico y C.B.R.

Los resultados obtenidos de este objetivo se dan a partir de la descripción de los ensayos de laboratorios realizado a las muestras extraídas de los sondeos, cada estrato es clasificado para su posterior manipulación. Por lo tanto, tenemos que del primer ensayo de contenido de humedad tenemos los siguientes resultados.

Los resultados aquí presentes hacen parte del estudio de suelos realizado al terreno ubicado en la calle 4 # 0-126 barrio JUAN XXIII municipio de Pamplona, para la Construcción De Estructura De 5 Niveles Edificio Ganesha. Todos los laboratorios aquí realizados constaron con la aprobación del ingeniero jefe directo de la empresa y buenas prácticas de laboratorio en compañía del laboratorista encargado.

Contenido de humedad.

La siguiente ilustración hace parte del contenido de humedad del estrato tres del sondeo 1 realizado en la zona.

Figura 16.

Contenido de humedad S1E3.

CONTENIDO DE HUMEDAD - SONDEO 1 - ESTRATO 3							
RECIPIENTE	Masa del recipiente (g)	Masa del recipiente + Muestra húmeda (g)	Masa del recipiente + Muestra seca (g)	Masa del Suelo Humedo (g)	Masa del Suelo Seco (g)	Contenido de Humedad (w%)	
						%W individual	%W promedio
1	8,5	38,7	34,9	30,2	26,4	14,39	13,35
2	8,5	46,2	42	37,7	33,5	12,54	
3	8,3	39,8	36,4	31,5	28,1	12,10	
4	8,6	51,3	46	42,7	37,4	14,17	
5	8,3	43,5	39,3	35,2	31	13,55	

Nota: Para este estrato se tomó cinco muestras con el fin de generar un promedio de las humedades obtenidas del mismo. Para cada estrato se le realizó este ensayo de contenido de humedad.

La muestra correspondiente al estrato ubicado a 4.5 metros de profundidad presentó un contenido de humedad natural del 13,35 %. Y según **Das, B. M. (2016)** en “*Principles of Geotechnical Engineering*” este tipo de suelos compuesto por fracción fina (como arcillas o limos) tienden a retener más humedad por lo tanto este resultado se encuentra dentro del límite humedad natural el cual oscilan estos suelos que es 10% y el 20%. La humedad presente es suficiente para conferir cohesión al suelo, sin que este alcance un comportamiento plástico excesivo, lo cual es coherente con el tipo de material identificado y con las condiciones de compactación natural observadas en sitio.

Y si enfatizamos el resultado en el **Manual de Geotecnia del Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2013)** indica que, en suelos de tipo mixto, como las arenas arcillosas, es común encontrar valores de humedad en ese rango (aproximadamente 8 % a 18 %) cuando no hay presencia de nivel freático cercano.

Ensayo de granulometría

La siguiente figura hace parte de los resultados obtenidos del ensayo de granulometría realizado de forma manual y luego digitalizados en plantillas utilizadas por la empresa siguiendo parámetros normativos.

Figura 17

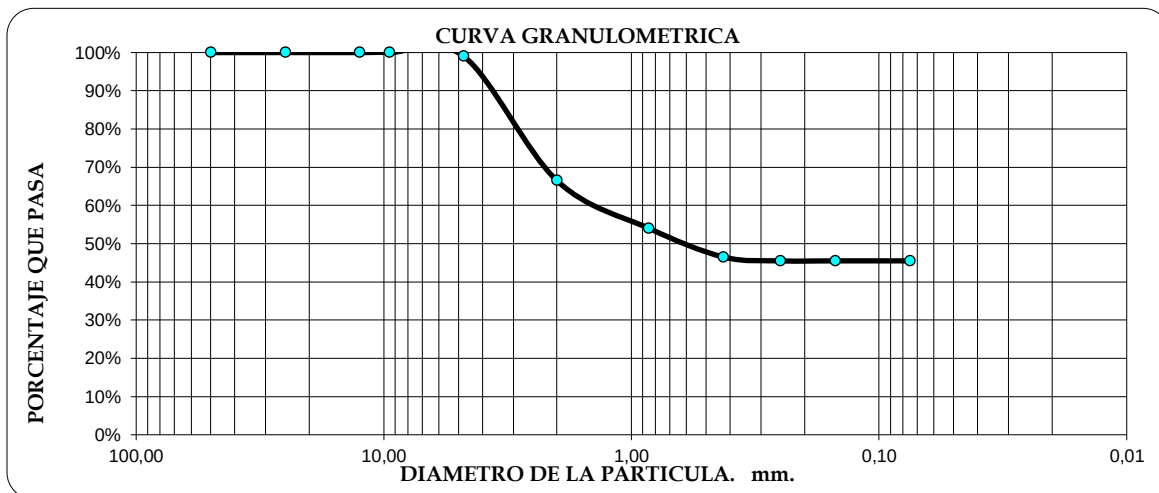
Distribución de partículas del suelo mediante el método de tamizado seco.

Proyecto	EDIFICACION ESTRUCTURAL DE 5 NIVELES	Sondeo	3	Profund.	3.5
Localización	Calle 4 # 0-126 BARRIO JUAN XXIII	Capa		Espesor	
Solicitante					
AASHTO	ARENA ARCILLOSA	 INGE SUELOS JB CIMENTANDO TUS PROYECTOS			
SUCS	SC				

GRANULOMETRIA CON LAVADO	
PESO DE LA MUESTRA SIN LAVADO (gr)	200,0
PESO DE LA MUESTRA LAVADA (gr)	90,0
PESO DE LA MUESTRA SECA, W_s (gr)	110,0
PROCENTAJE DE MATERIAL LAVADO TAMIZ #200	45,00%
PORCENTAJE DE ERROR % e < 1%	0,91%

Tamiz Nº	Diametro (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret.	% Ret. Acumulado	% Pasa
2"	50,00	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25,00	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
1/2"	12,50	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,50	0,00	0,00%	0,00%	100,00%
4	4,750	2,00	1,00%	1,00%	99,00%
10	2,000	65,00	32,50%	33,50%	66,50%
20	0,850	25,00	12,50%	46,00%	54,00%
40	0,425	15,00	7,50%	53,50%	46,50%
60	0,250	2,00	1,00%	54,50%	45,50%
100	0,150	0,00	0,00%	54,50%	45,50%
200	0,075	0,00	0,00%	54,50%	45,50%
Pasa 200	Bandeja	0,00	0,00%	54,50%	
SUMA TAMIZADO		109,0	54,50%		
TOTAL			99,5%		

		Clasificación
Grava	1,00%	U.S.C.S. AASHTO
Arena	53,5%	
Finos	45,0%	



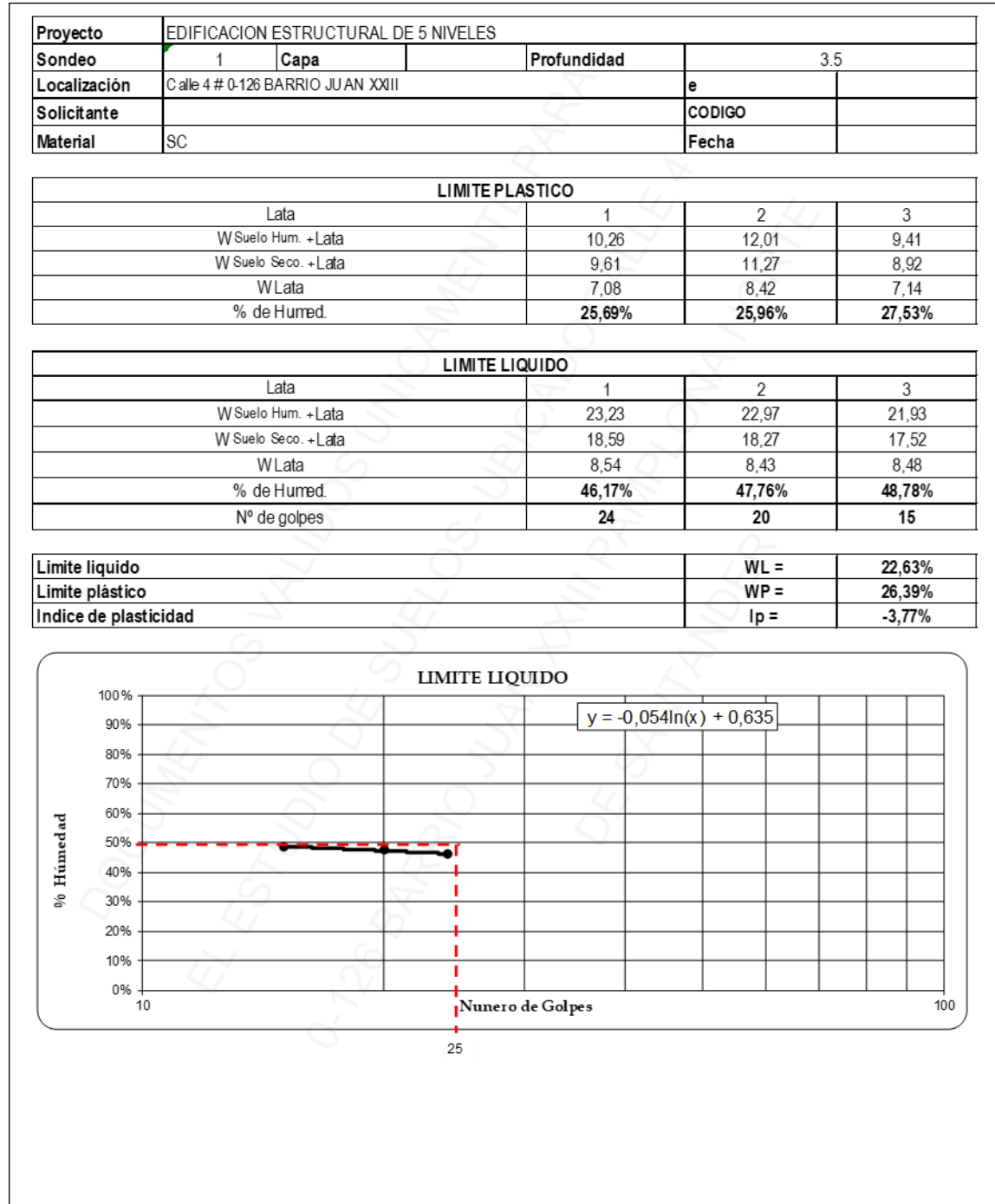
Nota: porcentajes de paso acumulados (%QP) y la clasificación textural

Dando como resultado la siguiente clasificación conforme a la norma **ASTM D422-63(2007)**, se determinó que el suelo contiene un **45,0 % de finos**, **53,5 % de arena** y **1,0 % de grava**, lo cual su clasificación regida bajo el sistema **USCS** como **SC (arena arcillosa)**. La curva seguido de esto la curva granulométrica nos representa una gradación deficiente, con acumulación de finos y poca presencia de partículas gruesas, lo que sugiere un suelo de baja permeabilidad y cohesivo.

Ensayo de límites de Atterberg

Figura 18

Datos registrados en la realización de los límites de Atterberg.



Nota: Registro de datos obtenidos en laboratorios y grafica de límites de Atterberg.

Podemos destacar de este ensayo que debido al alto contenido finos obtenidos por el porcentaje en la granulometría, se considera pertinente y seguido de la norma ASTM D4318, se deben realizar los límites de Atterberg para identificar el comportamiento plástico de los estratos, obteniendo como resultado un índice de plasticidad (**IP**) negativo de $-3,77\%$ valor que técnicamente no se considera válido. Por lo tanto, con estas consideraciones se presenta como un material no plástico. Por lo que se repite el ensayo y validan los resultados, dando como conclusión que este estrato de suelo se establece como no plástico.

En estos casos los datos se reflejan en la misma hoja de presentación con una indicación de N.P el cual se determina que no presentan límites de Atterberg.

Figura 19.

Límites de Atterberg

Proyecto	CONSTRUCCION ESTRUCTURAL DE 5 NIVELES EDIFICIO GANESHA				
Sondeo	3	Capa		Profundidad	3,5
Localización	CALLE 4 # 0-126 BARRIO JUAN XXIII			Espesor	
Solicitante				CODIGO	
Material	arena arcillosa			Fecha	

LIMITE PLASTICO			
Lata	1	2	3
W Suelo Hum. + Lata			
W Suelo Seco. + Lata			
W Lata			
% de Humed.			

LIMITE LIQUIDO			
Lata	1	2	3
W Suelo Hum. + Lata			
W Suelo Seco. + Lata			
W Lata			
% de Humed.			
Nº de golpes			

Límite líquido	WL =	N.P
Límite plástico	WP =	N.P
Índice de plasticidad	Ip =	N.P

LIMITE LIQUIDO

Numero de Golpes

Nota: Presencia de no límites de Atterberg.

Peso específico

Los resultados obtenidos del ensayo para conocer la gravedad especifican de las muestras se muestra a continuación:

Figura 20.

Obtención de la gravedad específica de la muestra de suelo

MUESTRA 1 COLOR AMARILLA						
SONDEO Y MUESTRA	PESO DEL BALON AFORADO	PESO MUESTRA SECA	PESO DE BALON + AGUA	PESO BALON + AGUA + MUESTRA	TEMPERATURA DEL AGUA	FACTOR DE CORRECCIÓN
		WMS	WBA	WBAM	T °C	ALFA
S1-E2	160,5	100	658,5	721	20	0,9982
GS=	2,66					

Nota: Por medio del método del balón aforado se realiza el ensayo del peso específico del estrato del sondeo 1.

Según la norma ASTM D854, el valor obtenido de la gravedad específica (Gs) se encuentra dentro del rango de un suelo inorgánico tipo arena arcillosa (SC) con un valor de 2,66, sin presencia de materia orgánica.

Ensayo de cono dinámico de penetración (DCP)

Los resultados aquí obtenidos hacen parte del estudio en campo el cual compete en la toma de datos y digitalización de la misma, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Figura 21

Localización de los puntos de cada sondeo.



Nota: En un tramo de 9 km se realizaron 18 sondeos cada 500 metros.

SONDEO 1

PROYECTO REHABILITACION DE LA VIA LA LAGUNA – SILOS	
CALICATA: 1	FECHA: 27/05/2025
PROFUND: 0,1	ESPESOR DE MEJORAMIENTO:
CLASIFICACIÓN SUCS: SC	CONTENIDO DE HUMEDAD: 8,6
ABSCISA:	

#	NÚMERO DE GOLPES	PENETRACIÓN ACUMULADA (mm)	PENETRACIÓN ENTRE LO LEIDO	PENETRACIÓN POR SOPLO	FACTOR DE SOPLO DE MARTILLO	DCP	CBR%	C.B.R PROMEDIO
1	0	17			1			5
2	5	160	143	28,6	1	28,6	7	
3	5	383	223	44,6	1	44,6	4	
4	5	609	226	45,2	1	45,2	4	
5	5	827	218	43,6	1	43,6	4	
6	5	994	167	33,4	1	33,4	6	

SONDEO 2

PROYECTO REHABILITACION DE LA VIA LA LAGUNA – SILOS CALICATA: 2 PROFUND: 0,1 CLASIFICACIÓN SUCS: SC								
FECHA: 27/05/2025 ESPEJOR DE MEJORAMIENTO: CONTENIDO DE HUMEDAD: 8 ABSCISA:								
#	NÚMERO DE GOLPES	PENETRACIÓN ACUMULADA (mm)	PENETRACIÓN ENTRE LO LEIDO	PENETRACIÓN POR SOPLO	FACTOR DE SOPLO DE MARTILLO	DCP	CBR%	C.B.R PROMEDIO
1	0	28			1			89
2	5	45	17	3,4	1	3,4	74	
3	5	64	19	3,8	1	3,8	65	
4	5	73	9	1,8	1	1,8	151	
5	5	91	18	3,6	1	3,6	70	
6	5	100	9	1,8	1	1,8	151	
7	5	109	9	1,8	1	1,8	151	
8	5	120	11	2,2	1	2,2	121	
9	5	130	10	2,0	1	2,0	134	
10	5	140	10	2,0	1	2,0	134	
11	5	150	10	2,0	1	2,0	134	
12	5	160	10	2,0	1	2,0	134	
13	5	170	10	2,0	1	2,0	134	
14	5	184	14	2,8	1	2,8	92	
15	5	205	21	4,2	1	4,2	59	
16	5	230	25	5,0	1	5,0	48	
17	5	260	30	6,0	1	6,0	39	
18	5	301	41	8,2	1	8,2	28	
19	5	355	54	10,8	1	10,8	20	
20	5	420	65	13,0	1	13,0	17	
21	5	493	73	14,6	1	14,6	14	

Nota: El sondeo 1 y sondeo 2 hacen parte de los 18 sondeos realizados en la rehabilitación la vía la Laguna-silos.

Dando como resultado la siguiente redacción a partir de la tabla de clasificación y usos del suelo de acuerdo a los valores de CBR.

Figura 22.

CLASIFICACION Y USO DE SUELOS DE ACUERDO A VALORES DE CBR.

CBR	Clasificación cualitativa del suelo	Uso
2-5	Muy mala	Sub-rasante
5-8	Mala	Sub-rasante
8-20	Regular-buena	Sub-rasante
20-30	Excelente	Sub-rasante
30-60	Buena	Sub-base
60-80	Buena	Base
80-100	Excelente	Base

Nota: Cuando mayor es su valor, mejor es la capacidad portante del suelo. Valores por debajo de 6, deben descartarse. Manual de diseño del INVÍAS.

Donde los resultados son:

En el estudio de suelo se evidencia una consistencia en el tipo de suelo encontrado que predomina una arena arcillosa.

Según el tramo de 500 m que se vaya a trabajar se debe seleccionar el tipo de suelo para el diseño.

Se clasifican como mala a regular (CBR 2 - 8) el suelo en el tramo1 y 8 de los sondeos realizados.

Se clasifican como regular (CBR 8 -20) el suelo en el tramo 6,10,12,13,15 y 18 de los sondeos realizados.

Se clasifican como bueno (CBR 20 -60) el suelo en el tramo 3,4,5,7,9,11y 14 de los sondeos realizados.

Se clasifican como excelente (CBR>60) el suelo en el tramo 2,16, y 17 de los sondeos realizados.

En caso de encontrar sectores que evidencien presencia de colapsabilidad, expansividad, se recomienda reemplazar el material por relleno de acuerdo a lo estipulado en la normativa vigente o estabilización del material del sector mejorado.

Seguido de esto se presentan los resultados de los laboratorios, siendo estos laboratorios de los apiques realizados para cada sondeo, los datos se ven reflejados en la siguiente figura.

Figura 23.

Tabla de los resultados de laboratorios.

		RESUMEN DE LABORATORIOS APIQUES REALIZADOS											
PROYECTO		REHABILITACION DE LA VIA LA LAGUNA - SILOS											
apique #	coordenadas	profundidad (m)	granulometria			limites de atterberg			HUMEDAD%	CBR	CLASIFICACION S.U.C.S	POTENCIAL DE EXPANSION	N.F
1	7°15'11.46"N 72°45'33.09"O	0-1.5	4,05	74,6	21,35	N.P	N.P	N.P	8,6	5	SC	BAJO	N.P
2	7°14'58.284"N 72°45'20.46"O	0-1,5	9,3	66,2	24,5	N.P	N.P	N.P	8	89	SC	BAJO	N.P
3	7°14'48.972"N 72°45'14.556"O	0-1.5	6,91	65,4	27,69	N.P	N.P	N.P	8,7	46	SC	BAJO	N.P
4	7°14'31.5"N 72°45'19.716"O	0-1.5	1,45	75,9	22,65	N.P	N.P	N.P	9	22	SC	BAJO	N.P

Nota: Presentación de los datos de laboratorios.

Ensayo de Densidad de Campo – Método del Cono de Arena

Los resultados obtenidos en la práctica de este ensayo se presentan a continuación en la siguiente figura.

Figura 24.

Contenido de humedad mediante el ensayo de densidad de campo - método de cono de arena.

 INGE SUELOS CIMENTANDO TUS PROYECTOS		ENSAYOS DE CAMPO, MUESTREO Y LABORATORIO		
		CONTENIDO DE HUMEDAD (I.N.V.E - 122), DENSIDAD DE CAMPO (I.N.V.E - 161-07)		
PROYECTO GASES DEL ORIENTE		PROFUNDIDAD: 0		
UBICACION: VIA SIMON BOLIVAR SECTOR LA CURVA				
ESTRATO: 0		DESCRIPCION		
	CLASIFICACIÓN:	MATERIAL BASE GRANULAR SELECCIONADA	ECHA: 19/03/202	
Determinación contenido de humedad				
PUNTO		1	2	3
Peso Muestra Humeda	gr	34.52	35.25	35.5
Peso Muestra seca	gr	33.5	33.5	34.29
Peso de Agua	gr	1.02	1.75	1.21
Contenido de Humedad	%	3.04	5.22	3.53
DENSIDAD ARENA DEL GUAMO 1.35 gr/cm³				
Calibración cono 1761 gr				
Determinación de la densidad				
PUNTO		1	2	3
Contenido de Humedad	%	3.04	5.22	3.53
W suelo en hueco	gr	3335	3475	4260
W cono antes ensayo	gr	5675	5660	5660
W cono después ensayo	gr	1870	1870	1295
W arena hueco	gr	2044.0	2029.0	2604.0
V suelo	cm ³	1514.1	1503.0	1928.9
Densidad humeda suelo	gr/cm ³	2.20	2.31	2.21
Densidad seca suelo	gr/cm ³	2.14	2.20	2.13
Densidad seca suelo	Kn/m ³	20.97	21.56	20.93

DENSIDAD MAXIMA SECA MATERIAL BASE GRANULAR	2.254
% DE COMPACTACION PUNTO	
1	95%
2	97%
3	95%



PUNTO 1



PUNTO 2



PUNTO 3

OBSERVACIONES	
REVISÓ: INGESUELOSJB.S.A.S	
JUAN PABLO BOADA GUERRERO	
MAT 54202-409141NTS	
INGENIERO CIVIL -ESP GEOTECNIA	

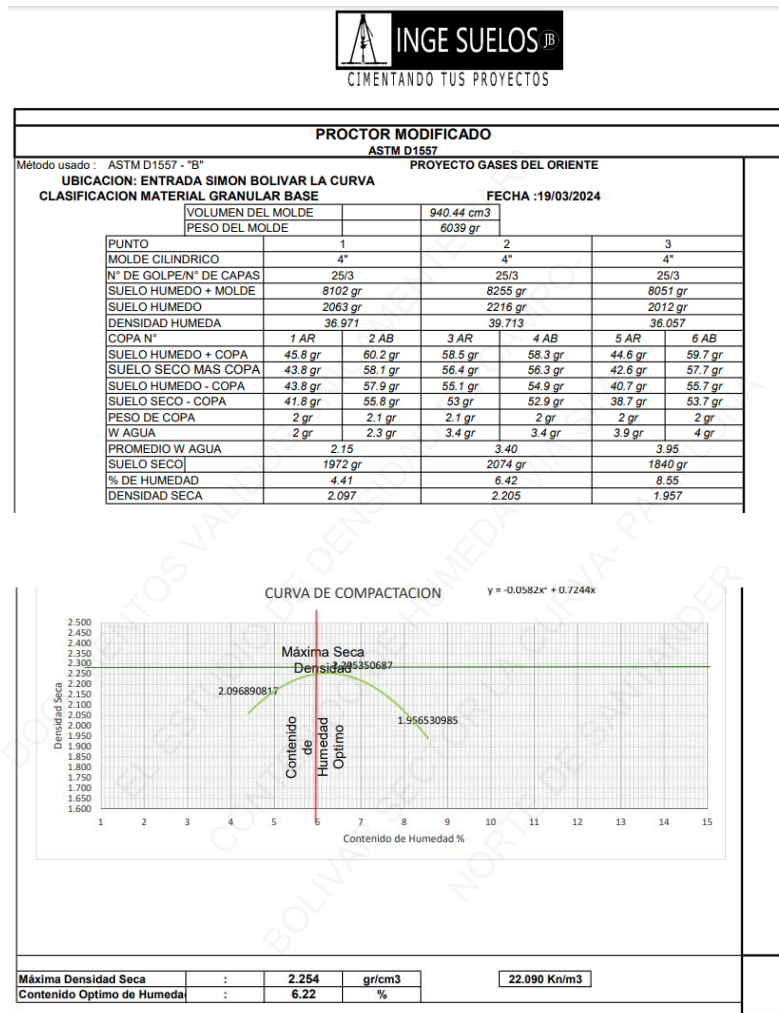
Nota: Se realizaron 3 determinaciones del contenido de humedad del suelo.

Por parte de la administración se mandó a la ejecución del ensayo de Proctor modificado para la comparación de los resultados a un laboratorio externo el cual nos da los siguientes resultados:

Figura 25

Resultados del estudio del Proctor modificado para el estudio entrada SIMON BOLIVAR

LA CURVA



Nota: Densidad seca máxima adecuada para ser utilizado como material de base en estructuras de pavimento, y su contenido óptimo de humedad.

Dando como resultados que el suelo en el campo presenta un buen grado de compactación en todos los puntos por parte del grupo de trabajo de gases del oriente, superando el 94% de la densidad seca máxima, lo que nos indica que para una base granular es aceptable el

grado de compactación. El contenido de humedad calculado en situ se encuentra por debajo del óptimo calculado en laboratorio (6.22%) lo que indica ser un porcentaje favorable para su estabilidad inmediata.

El punto 2 presenta el mejor desempeño en términos de compactación, con un 97.6 % respecto a la densidad máxima obtenida en el ensayo Proctor.

Resultados del objetivo 3. Ejecutar los cálculos correspondientes bajo la normatividad colombiana vigente de las cimentaciones requeridas mediante los resultados del estudio.

Cálculos de dimensiones óptimas de zapatas

Para los cálculos de las cimentaciones posteriormente mostradas se comienza por utilizar la ecuación (1) de la capacidad última de carga de Meyerhof, para la realización de estos cálculos se seguía el procedimiento mostrado en el objetivo 3 de la metodología. A modo de ejemplo para un mayor entendimiento de los resultados de este objetivo se mostrará completamente uno de los diseños realizados durante la realización de las prácticas, cabe resaltar que este proceso se aplicó para lograr los resultados del estudio de suelo realizados a la edificación llamada edificio GANESHA de 5 niveles. Se calculaba el esfuerzo efectivo del suelo (q) en el nivel de desplante de la cimentación mediante la fórmula:

Se calculaba el esfuerzo efectivo del suelo (q) en el nivel de desplante de la cimentación mediante la fórmula (2):

Para el caso, se trabajó un nivel de desplante $D_f = 2 \text{ m}$ y $\gamma = 18.5 \text{ kN/m}^3$ (arcilla arenosa):

$$q = 2M \cdot 18.5 \text{ KN/m} = 37 \text{ KN/m}^2$$

Luego se procedía a calcular el coeficiente de presión pasiva (k_p) ecuación (3) el cual nos sirve en los siguientes pasos:

Para el diseño mostrado se utilizó un ángulo de fricción $\phi = 25^\circ$: reemplazando lo valores en la ecuación tenemos que

$$k_p = \tan^2(45 + \frac{25}{2})$$

$$K_p = 2.66$$

Aquí se procede a calcular los factores de forma de la ecuación (F_{cs} , F_{qs} , $F_{\gamma s}$) mediante las ecuaciones (4) y (5) dando como resultado:

$$F_{qs} = F_{\gamma s} = 1 + 0.1 * 2.46 * (1)$$

$$F_{qs} = F_{\gamma s} = 1.246$$

$$F_{cs} = 1 + 0.2 * 2.46 * (1)$$

$$F_{cs} = 1.493$$

Se calculan los factores de profundidad (F_{cd} , F_{qd} , $F_{\gamma d}$), mediante las ecuaciones (6) y (7) para este caso se asumió una profundidad de desplante (DF) de 2 metros ya que a dicha profundidad se encontró una mayor resistencia del suelo en relación al número de golpes obtenidos en el ensayo con equipo SPT.

$$F_{qd} = F_{\gamma d} = 1 + 0.1 * \sqrt{2.46} * (\frac{2}{B})$$

$$F_{qd} = F_{\gamma d} = 1 + \frac{0.314}{B}$$

$$F_{cd} = 1 + 0.2 * \sqrt{2.46} * (\frac{2}{B})$$

$$F_{cd} = 1 + \frac{0.628}{B}$$

En este paso se asumen como 1 los factores de inclinación (F_{ci} , F_{qi} , $F_{\gamma i}$), debido a que la cimentación no presenta cargas inclinadas Aquí se escogen los factores de capacidad de carga (N_c , N_q , N_γ) de la tabla 4 para un ángulo de fricción de 25 grados dichos valores se dejan en la siguiente tabla.

Tabla 10*Factores de capacidad de carga para un ángulo de fricción de 25*

Φ	Nc	Nq	Ny
25	20.72	10.66	6.765

Nota: la tabla muestra los valores de Nc, Nq, Ny para un ángulo de **fricción** de 25 grados.

Se procede a calcular la capacidad de carga ultima (qu) por medio de la ecuación (8) para la cual se utiliza un factor de seguridad de 2.5 y una carga vertical máxima (Q) de 1300 kn, estos datos fueron suministrados por el ingeniero jefe. Como aun no conocemos el valor de la base de la cimentación de deja expresada la ecuación en función de esta

$$qu = \frac{1300KN * 2.5}{B^2}$$

En este paso se haya las dimensiones preliminares de las zapatas, ya con los resultados anteriormente realizados se procede a reemplazar en la ecuación (1) general de la capacidad de carga quedando de la siguiente manera:

$$\frac{1300 * 2.5}{B^2} = 10 * 20.72 * 1.493 * 1 + \frac{0.628}{B} + 37 * 10.66 * 1.246 * 1 + \frac{0.314}{B} * 1 + \frac{1}{2} * 18.5 * B * 6.77 * 1.246 * 1 + \frac{0.314}{B}$$

De la ecuación despejamos el valor de B para obtener el ancho de nuestra zapata

$$B = 1.90$$

En casos donde se obtenga ancho de cimentaciones con medidas no constructivas se procede aun dimensionamiento mayor el cual entregue mayor facilidad a la hora de la construcción. En la siguiente tabla se evidencia los resultados de los parámetros utilizados y el resumen de diseño de algunos estudios de diseño de las cimentaciones.

Tabla 11

Proyectos en los cuales se colaboró con el diseño de las cimentaciones.

PROYECTO	ESPECIFICACIONES GENERALES	PARÁMETROS UTILIZADOS	RESUMEN DEL DISEÑO
ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURA DE 5 NIVELES EDIFICIO GANESHA	PREDIO: UBICADO CALLE 4 # 0- 126 BARRIO JUAN XXIII MUNICIPIO DE PAMPLONA EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER	➤ $\gamma_d = 18.5 \frac{KN}{m^3}$	ancho cimentación 1.90 metros
		➤ $\gamma_{sat} = 19.5 \frac{KN}{m^3}$	QADM =360 KN/m2
		➤ $C=10 \frac{KN}{m^3}$	Asentamiento elástico: 0.15 cm asentamiento previsto
		➤ $\Phi=25$	Coeficiente de presión activa Ka = 0.41
ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCION PLAZA DE MERCADO EN SALAZAR DE LAS PALMAS	PREDIO: UBICADO CARRERA 7ª- CALLE 3ª MUNICIPIO DE SALAR DE LAS PALMAS EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER	➤ $\gamma_d = 19 \frac{KN}{m^3}$	ancho cimentación 1.6 metros
		➤ $\gamma_{sat}=20 \frac{KN}{m^3}$	QADM =234 KN/m2
		➤ $C=10 \frac{KN}{m^3}$	Asentamiento elástico: 0.035 cm asentamiento previsto
		➤ $\Phi=22$	Coeficiente de presión activa Ka = 0.45
ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURA DE VIVIENDA UNIFAMILIAR 3 NIVELES	PREDIO: UBICADO HACIENDA CLUB LOTE C5 EN EL MUNICIPIO DE VILLA DEL ROSARIO DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER	➤ $\gamma_d = 19 \frac{KN}{m^3}$	ancho cimentación 1.5 metros
		➤ $\gamma_{sat}=20 \frac{KN}{m^3}$	QADM =267 KN/m2
		➤ $C=8 \frac{KN}{m^3}$	Asentamiento elástico: 0.039 cm asentamiento previsto
		➤ $\Phi=25$	Coeficiente de presión activa Ka = 0.41
			Coeficiente de presión pasiva Kp = 2.46

ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURA DE 3 NIVELES VIVIENDA MULTIFAMILIAR	PREDIO: UBICADO CALLE 3 # 4-89 BARRIO EL CARMEN MUNICIPIO DE PAMPLONA EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER	➤ $\gamma_d = 18.5 \frac{KN}{m^3}$ ➤ $\gamma_{sat} = 19.5 \frac{KN}{m^3}$ ➤ $C = 5 \frac{KN}{m^3}$ ➤ $\Phi = 25$	ancho cimentación 1.8 metros QADM = 278 KN/m² Asentamiento elástico: 0.25 cm asentamiento previsto Coficiente de presión activa Ka = 0.41 Coficiente de presión pasiva Kp = 2.46
ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCION ESTRUCTURAL DE VIVIENDA UNIFAMILIAR 4 NIVELES	PREDIO: UBICADO CALLE 0 # 6-59 BARRIO GALÁN MUNICIPIO DE PAMPLONA EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER	➤ $\gamma_d = 20 \frac{KN}{m^3}$ ➤ $\gamma_{sat} = 21 \frac{KN}{m^3}$ ➤ $C = 12 \frac{KN}{m^3}$ ➤ $\Phi = 22$	ancho cimentación 1.6 metros QADM = 234 KN/m² Asentamiento elástico: 0.15 cm asentamiento previsto Dimensionamiento del estudio por parte del ingeniero estructural
ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCION ESTRUCTURAL DE MURO DE CONTENCIÓN	PREDIO: UBICADO EN LA HACIENCA CARIONGO LOTE 12 EN EL MUNICIPIO DE PAMPLONA EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER.	➤ $\gamma_d = 18.5 \frac{KN}{m^3}$ ➤ $\gamma_{sat} = 19.5 \frac{KN}{m^3}$ ➤ $C = 5 \frac{KN}{m^3}$ ➤ $\Phi = 24$	Coficiente de presión activa Ka = 0.42 Coficiente de presión pasiva Kp = 2.37

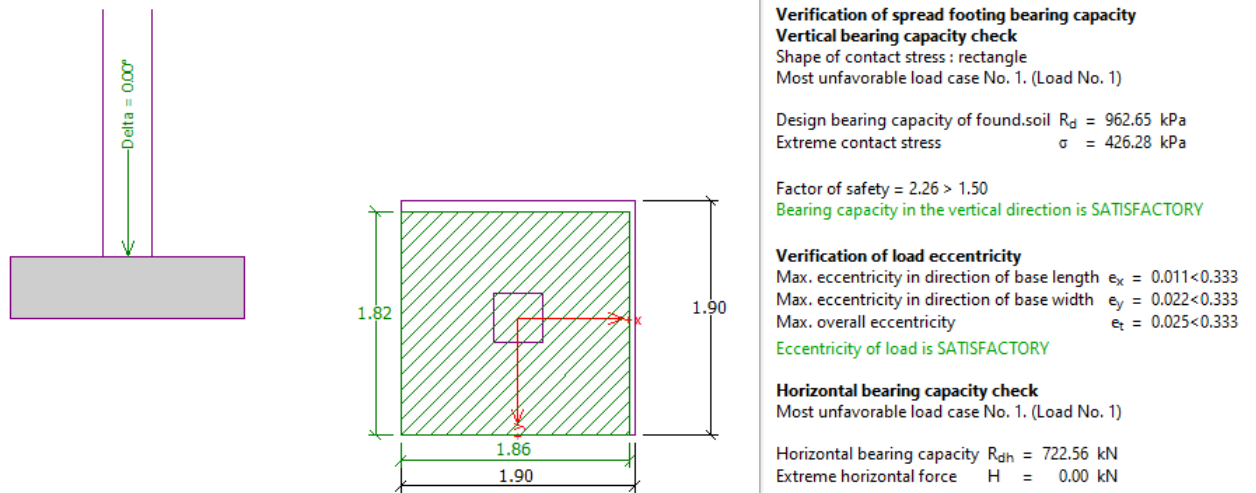
ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURA DEL EDIFICIO HESEDIEL DE 5 NIVELES	PREDIO: UBICADO CALLE 0ª # 1-62 BARRIO GALÁN MUNICIPIO DE PAMPLONA EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER	➤ $\gamma_d = 20 \frac{KN}{m^3}$ ➤ $\gamma_{sat} = 21 \frac{KN}{m^3}$ ➤ $C = 12 \frac{KN}{m^3}$ ➤ $\Phi = 22$	ancho cimentación 2 metros
			QADM = 325 Kn/m2
			Asentamiento elástico: 0.4 cm asentamiento previsto
			Coefficiente de presión activa Ka = 0.45
			Coefficiente de presión pasiva Kp = 2.20
ESTUDIO DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA EDIFICACION ESTRUCTURAL DE 3 NIVELES.	PREDIO: UBICADO CALLE 5 # 3-46 BARRIO EL CENTRO DEL MUNICIPIO DE PUERTO WILCHES EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER	➤ $\gamma_d = 18.5 \frac{KN}{m^3}$ ➤ $\gamma_{sat} = 19.5 \frac{KN}{m^3}$ ➤ $C = 5 \frac{KN}{m^3}$ ➤ $\Phi = 25$	Ancho cimentación 1.5 metros
			QADM = 311 KN/m2
			Asentamiento elástico: 0.17 cm asentamiento previsto
			Coefficiente de presión activa Ka = 0.41
			Coefficiente de presión pasiva Kp = 2.46

Modelación en el software Geo5

A través del modelado en Geo 5 se lograron simular los diseños preliminares, permitiendo analizar el comportamiento del suelo frente a diferentes configuraciones estructurales. Esta herramienta facilitó la optimización de las dimensiones de las zapatas, con el objetivo de garantizar un diseño seguro, eficiente y acorde con las condiciones geotécnicas del sitio. A continuación, se presentan los resultados obtenidos mediante esta modelación.

Figura 26.

Modelado de cimentaciones en Geo5.



Nota: La figura muestra el modelado de las cimentaciones con las dimensiones previamente estas se evalúan la capacidad portante de las cimentaciones por medio de la ecuación de Meyerhof.

Obteniendo como resultado de la ilustración que el diseño modelado cumple con los requerimientos establecidos, según los resultados obtenidos mediante Geo 5. El software validó que la capacidad de carga vertical era adecuada para soportar las cargas aplicadas, sin superar la capacidad portante del suelo. Asimismo, se verificó que la excentricidad se mantiene dentro de los límites permitidos, garantizando la estabilidad estructural de las cimentaciones propuestas.

Cálculo de asentamientos elásticos de los diseños

Para nuestro caso de arena arcillosa procedemos a obtener la relación de Poisson de la tabla 5 utilizando como valor $u=0,30$

Se obtuvieron los valores de:

$$M = L'/B' = 1.9/1.9=1$$

$$N=H/B' = 2/1.9= 1.05$$

De la figura 7 obtenemos

$$I_1 = 0.151$$

$$I_2 = 0.082$$

Ahora de la figura 13 y con los valores $DF/B = 1.05$ obtenemos

$$I_f = 0.65$$

Reemplazando obtenemos:

$$\Delta H_i = 1300 \text{ kn} * 1.9 \text{ m} * 1 \frac{1 - 0.30^2}{70000} \left(0.151 + \frac{1 - 0.30 * 2}{1 - 0.30} * 0.082 \right) * 0.65$$

$$\Delta H_i = 0.15 \text{ cm}$$

El valor calculado de asentamiento elástico es bajo, lo cual es típico en suelos granulares densos lo cual se encuentra dentro de límites aceptables que es 2,5cm para este tipo de cimentaciones superficiales. Según los criterios establecidos por autores como Bowles y Terzaghi, este resultado indica un comportamiento adecuado del suelo y una mínima probabilidad de afectación estructural o funcional de la estructura proyectada.

Resultados del objetivo 4. Apoyar en el análisis técnico y revisión de datos para la generación de informes de geotecnia del proyecto requerido por quien lo solicite.

Los resultados obtenidos de este objetivo van de la mano en la forma de presentación de los informes el cual incluyen los resultados cumplimiento de la normativa vigente, seguido de esto la descripción de la geología general de la zona con fines de conocer y dar a conocer la geología de la zona.

Figura 27.

Localización geológica del proyecto.



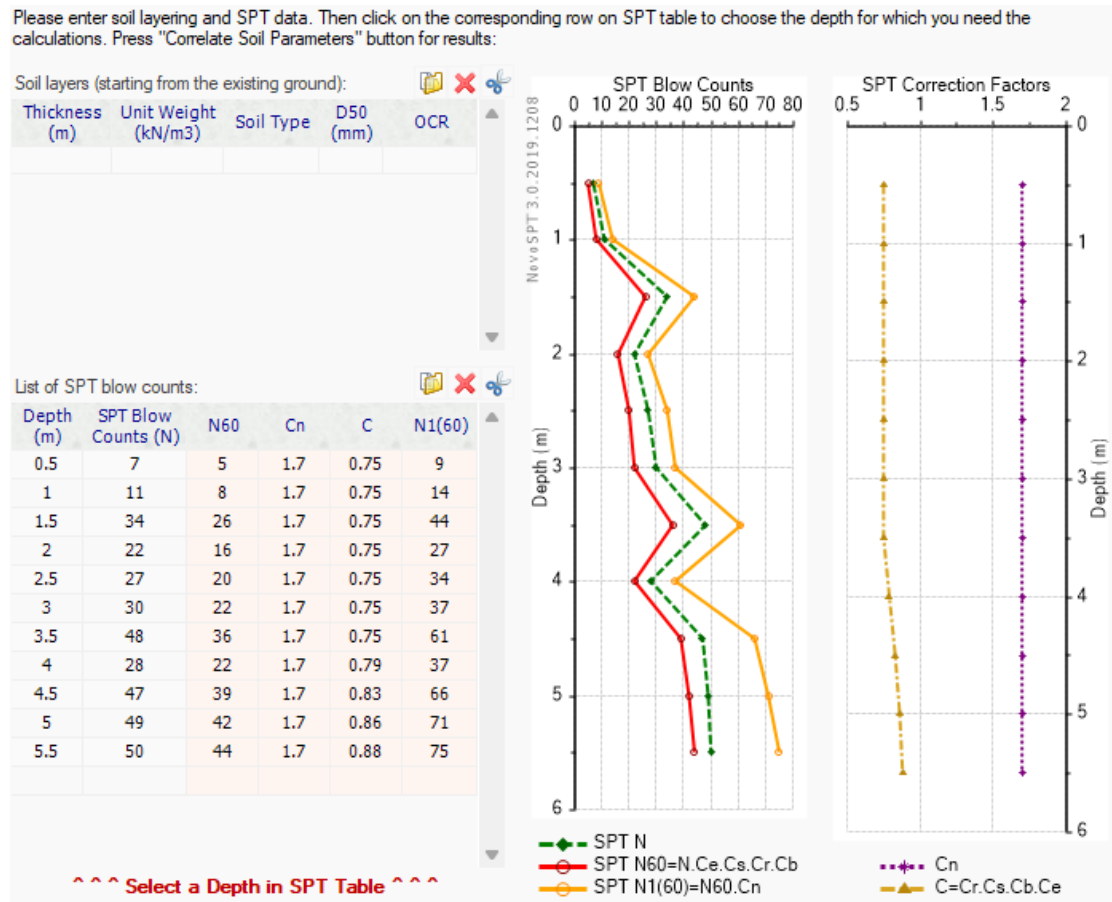
Nota: La figura muestra la forma de ubicar la geología de los sitios explorados mediante el uso de las planchas geológicas y el software ArcGIS.

Seguido de esto también incluye un registro del número de golpes obtenidos en campo utilizando el equipo SPT y procesados mediante el software SPT, el cual el número de golpes pueden variar entre 1 a 50 golpes el cual permiten calcular y ajustar los parámetros geotécnicos clave, como lo son la profundidad de desplante acorde a la resistencia del suelo y la cantidad de numero de golpes.

A continuación de forma general se evidencia la resistencia ante el número de golpes ante los suelos posibles presentes en el terreno.

Figura 28

Numero de golpes obtenidos para un suelo areno arcilloso

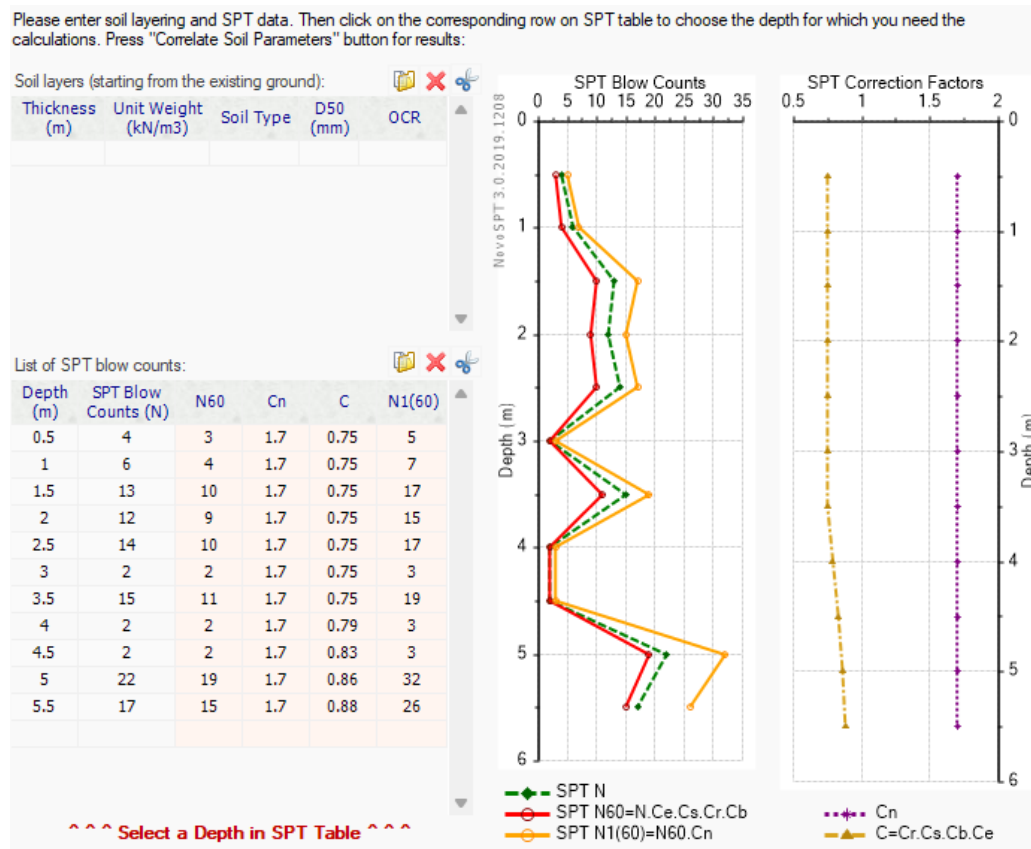


Nota: la figura muestra el ingreso y el análisis de los datos del número de golpes que se obtuvieron para el suelo areno arcilloso de la edificación GANESHA el cual tiene ciertas variaciones lo que consideramos que sean fragmentos rocosos grandes.

Otro ejemplo de un suelo tipo arena mal gradada sería el siguiente.

Figura 29

Numero de golpes obtenidos para un suelo tipo arena mal gradada.



Nota: La figura muestra el ingreso y el análisis de los datos del número de golpes que se obtuvieron para el suelo tipo arena mal gradada el cual por la cohesión de sus partículas su resistencia es mínima.

Se realiza la previa descripción de las muestras extraídas y su respectivo preanálisis del tipo de suelo allí encontrado.

Figura 30.

Descripción del perfil de suelo obtenido en la extracción de las muestras a distintas profundidades.

JUAN PABLO BOADA GUERRERO
INGENIERO CIVIL
54202-409141 NTS
ESP. GEOTECNIA
ESP. ESTRUCTURAL



TEL: 3164638302
CORREO:
inge_suelos@hotmail.com

A continuación, se presenta los resultados de la exploración del subsuelo donde se instalará la estructura:

Inicialmente se evidencio un suelo de relleno de 30 cm acompañado con abundante capa vegetal y arborización.

Posteriormente continua un suelo arcillo limoso o tipo arcilla de baja plasticidad de color marrón rojizo oscuro con tonalidades marrón amarillento y con presencia de granos finos a simple vista, con una cohesión media a alta debido a que sus granos no se desmoronan fácilmente con un espesor aproximadamente de 2.5 mts, este estrato debido a su compactación se considera competente aun para la cimentación estructural 1.5 metros debido a su aspecto macizo.

Posteriormente continua un estrato compuesto por una arcilla limosa de color amarillo claro con tonos ocres, amarillo pálido y marrón claro. Con una estructura cohesiva típico de este tipo partículas que componen este estrato que las mantiene juntas notando bajo contenido de arena fina. Al no presenciar gravas y ser de textura suave se evidencia un suelo de baja permeabilidad. Estos estratos representan una transición hacia materiales más cohesivos en profundidad, este estrato tiene espesor aproximadamente de 5.5 m consolidada y resistente.

El anterior estrato descansa sobre una formación aluvial rocosa con matriz arenosa, este nivel es la formación antigua de una canal de río o quebrada. Este estrato es muy resistente, consolidado y competente para cimentación de estructuras. A continuación, se muestra el perfil de suelo de las muestras extraídas en campo.

Nota: se comienza la descripción de la exploración del subsuelo con la inspección visual y la manipulación con el tacto de las muestras.

Seguido de esto se establece las recomendaciones para la construcción y el criterio del diseñador, en el cual por medio del aval de la información realizada y ejecuta con anterioridad se procede a la firma el cual hace constatar el trabajo realizado.

Conclusiones

Se logró asistir de manera efectiva en la ejecución de 40 estudios de suelos mediante el ensayo SPT, densidad de campo; método de cono arena y cono dinámico de penetración cumpliendo con la normativa ASTM y los lineamientos de la NSR-10. La recolección de muestras inalteradas y alteradas permitió una caracterización precisa del subsuelo, identificando distintos tipos de materiales, como arcillas de baja plasticidad (CL), arenas mal gradadas (SP) y arenas arcillosas (SC), arcillas arenosas (SC) lo cual facilitó una adecuada clasificación y diseño geotécnico.

Los ensayos de laboratorio realizados como lo son granulometría, límites de Atterberg y gravedad específica permitieron caracterizar adecuadamente las propiedades físicas y mecánicas de las distintas muestras de suelo estudiadas. Esta información fue clave para determinar parámetros geotécnicos como cohesión, ángulo de fricción y capacidad portante, los cuales sirvieron de base para un diseño de cimentaciones segura y eficiente, aplicando metodologías como la de Meyerhof. Aunque se destacó una muestra como ejemplo, los resultados obtenidos reflejan el comportamiento general esperado de los suelos en el área de estudio y su influencia en la estabilidad de las estructuras proyectadas.

Con base en los resultados de campo y laboratorio, se ejecutaron los cálculos de capacidad portante cumpliendo con la **NSR-10**. Las cimentaciones fueron optimizadas y modeladas en **Geo 5**, lo que permitió verificar esfuerzos, asentamientos y estabilidad. Esta integración de datos aseguró que el diseño de cimentación estructural propuesto fuera eficiente, seguro y acorde a las condiciones del terreno.

Se brindó apoyo directo en la redacción, revisión y validación de informes geotécnicos bajo lineamientos técnicos y normativos de la empresa. Se organizó y presentó la información de

campo y laboratorio de manera clara, integrando recomendaciones para cimentaciones y control de calidad del terreno. El uso de software especializado como Geo 5 permitió complementar los análisis y respaldar técnicamente cada informe generado.

La ejecución de esta práctica profesional permitió aplicar de forma integral los conocimientos adquiridos durante la formación académica en ingeniería civil, especialmente en el área de geotecnia. A lo largo del proceso, se fortalecieron competencias en la ejecución de ensayos de campo y laboratorio, análisis de resultados, clasificación de suelos y diseño preliminar de cimentaciones. El uso de herramientas normativas y software especializado, como Geo 5, fue fundamental para interpretar correctamente el comportamiento del terreno y apoyar la toma de decisiones técnicas. Esta experiencia aportó una visión práctica del ejercicio profesional, reafirmando la importancia de una correcta caracterización del suelo en el desarrollo de proyectos de infraestructura.

Recomendaciones

Durante la etapa de la realización de las prácticas empresariales como auxiliar de ingeniería civil en la empresa INGESUELOS se evidenció falencias en diferentes actividades operativas, las recomendaciones aquí brindadas hacen referencia a la mejora continua que la empresa deberá gestionar para su crecimiento.

Es fundamental asegurar el cumplimiento estricto de los procedimientos establecidos por las normas ASTM e INVIAS para evitar resultados inconsistentes en los ensayos de laboratorios, como valores negativos o errores, incentivar a la repetición de los ensayos y evaluar la representatividad de la muestra.

Se recomienda unificar formatos de campo y modelación, de modo que se facilite la redacción de informes técnicos con trazabilidad clara de datos.

La capacitación continua es valiosa para reforzar el conocimiento en normas técnicas, promoviendo talleres interpretación de resultados geotécnicos y uso de software estructural o geotécnico sobre el Reglamento Sismo Resistente NSR-10 en su título H y las Normas Técnicas Colombianas (NTC), para asegurar que todos los involucrados en los proyectos tengan un conocimiento actualizado de los procesos que se realizan.

Herramientas como Geo 5 deben complementarse con criterio ingenieril, no solo como medio de verificación, sino como apoyo en la optimización de diseños seguros y económicos.

Referencias

ALZATE, M., & GOMEZ, W. (2012). Práctica empresarial profesional en el área de geotecnia, R.M. Conscivil S.A.S. <https://repositorio.elpoli.edu.co/items/1a36ba0d-7318-4d47-8a0e-ae196de4cf1d>

AGURTO, J., (2021). INFORME DE PRÁCTICAS PRE-PROFESIONALES EN EL ÁREA DE GEOTECNIA Y MECÁNICA DE SUELOS DE LA EMPRESA CONSULTORA WUR CONSULTING S.R.L. <https://www.researchgate.net/publication/361317028>

LEAL, L. & PELAEZ, C., (2014). EL ROL DE LA GEOTECNIA EN EL CAMPO DE LA INGENIERIA AMBIENTAL. <https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/11d66a1d-8546-496d-aeb4-dac7826f46e7/content>

CARDENAS, J. & FRANCO, S., (2020). Análisis del procedimiento geotécnico a seguir en la estabilidad de taludes en Colombia: casos de estudios en Bucaramanga. <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/2306>.

QUINTERO, C. (2020) Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería en la coordinación y supervisión del laboratorio de suelos de la empresa INCIGAM S.A.S ubicada en el municipio de Sabaneta, Antioquia. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/5707>

YEAN-C, & CHEE-M. Tendencias actuales y futuras de la ingeniería geotécnica en Malasia: la perspectiva de un consultor (2009). <https://www.semanticscholar.org/paper/Current-and-Future-Trends-of-Geotechnical-in-A-Tan-Chow/6c6fd1c1ad8d6095caba3108f030e48375e8e4d1>

Garces, H. (2016). PASANTIA ACADEMICA EN GEOTECNIA, EFECTUADA EN LA EMPRESA INTERVENTORIAS Y OBRAS DE SANTANDER - INTEROBRAS DE SANTANDER S.A.S.

http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/1677/1/Garces_2016_TG.pdf

Delgado, J. (2011) INFORME GEOLÓGICO AMBIENTAL PRELIMINAR PARA EL ÁREA DE PAMPLONA.

https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home_1/recursos/noticias-2011/mayo/06052011/informegeologico.pdf

Das, B. (2020). Principles of Geotechnical Engineering (Septima). Cengage Learning.
<https://dl.icdst.org/pdfs/files/f26ec24b602af7971800c8c327a3b3bd.pdf>

¿Qué es la Geotecnia? – Geosphera Consultores. (2016). <https://geosphera.es/que-es-la-geotecnia/>

Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Reglamento colombiano de construcción sismo-resistente NSR-10: Decreto 926 de marzo 19 de 2010 /
<https://biblioteca.ucatolica.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=1854>

Ortiz, J., Cancino, S & Cancino, G. El aporte del turismo al desarrollo económico del Municipio de Pamplona, región nororiental de Colombia.
<https://www.revistaespacios.com/a19v40n01/19400115.html>

Solano, M. Análisis de la normatividad geotécnica en la estabilidad de taludes en Colombia basado en material existente.

<http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/3188>

Terzaghi, K., Peck, R. B., & Mesri, G. (1996). *Soil Mechanics in Engineering Practice* (3rd ed.). Wiley-Interscience. <https://cequcest.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/09/terzaghi129883967-soil-mechanics-in-engineering-practice-3rd-edition-karl-terzaghi-ralph-b-peck-gholamreza-mesri-1996.pdf>

Bowles, J. E. (1997). *Foundation Analysis and Design* (5th ed.). McGraw-Hill. <https://cequcest.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/09/je-bowles-isbn0071188444bowlesfoundationanalysisanddesign.pdf>

American Society for Testing and Materials. (2011). *ASTM D1586-11: Standard test method for standard penetration test (SPT) and split-barrel sampling of soils*. ASTM International. <https://es.scribd.com/document/817859202/ASTM-D-1586-Standard-Penetration-Test-SPT-and-Split-Barrel-Sampling-Copy>

American Society for Testing and Materials. (2017). *ASTM D4318-17: Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils*. ASTM International. <https://es.scribd.com/document/392740558/ASTM-D4318-17-Liquid-Limit-Plastic-Limit-and-Plasticity-Index-of-Soils-pdf>

Standard test method for use of the dynamic cone penetrometer in shallow pavement applications. ASTM International. <https://es.scribd.com/document/725926771/D6951-D6951M-18-2023>

American Society for Testing and Materials. (2015). *ASTM D1556/D1556M-15: Standard test method for density and unit weight of soil in place by sand-cone method*. ASTM International. <https://es.scribd.com/document/728627944/Standard-Test-Method-for-Density-and-Unit-Weight-of-Soil-in-Place-by-Sand-Cone-Method-1>

Lista de apéndices

Apéndice A. Evidencia fotográfica de la participación en los distintos estudios de suelos

Apéndice B. Evidencia fotográfica de los ensayos de laboratorios

Apéndice C. Hoja de cálculo para la realización de los mismos por medio de la ecuación general de capacidad de carga.

Apéndice D. Evidencia fotográfica de algunos informes impresos.

Se indica que, para consultar los respectivos apéndices, puede accederse al siguiente enlace. No obstante, debido a políticas internas de la empresa, no es posible publicar todos los documentos ni otro tipo de información relacionada con los estudios realizados.

Dirigirse al siguiente link

<https://drive.google.com/drive/folders/16Qsi-o07lt4gj85XuuaMHyclKGcbtpne?usp=sharing>