

Auxiliar de Ingeniería Civil en la empresa InterObras de Santander S.A.S para elaborar diseños en obras de estabilización, cimentación y asistencia técnica en proyectos de geotecnia.

Nicolás Felipe Durán Jaimes

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Civil

Director

José Alberto Rondón

MSc en Geotecnia

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniería Civil

Bucaramanga

2025

Dedicatoria

A Dios, por ser mi fortaleza, mi guía y mi esperanza en los momentos más difíciles. Gracias por darme las fuerzas necesarias para salir adelante y por mostrarme el camino incluso cuando todo parecía incierto.

A mi mamá, Nubia Durán quien, aunque ya no esté físicamente, sigue siendo mi motor y la razón por la que decidí luchar y seguir adelante. Te prometí que lo haría, y aquí estoy, cumpliendo con tu legado. Siempre serás mi inspiración, mamá.

A mis sobrinos, hijos de mi hermana, por quienes me esfuerzo cada día, para darles un futuro mejor y ser el ejemplo de superación.

A mis hermanos: Nelson, por tu apoyo incondicional a lo largo de este proceso, especialmente en los momentos en que más lo necesitaba. A Silvia y Diego, mi amor por ustedes no tiene límites.

A Leidy Pico, mi compañera en esta etapa, quien me brindó su apoyo y comprensión. Te agradezco profundamente por estar a mi lado y por tu valiosa ayuda en los momentos más difíciles.

A mi tía Martha que, con su generosidad, me brindó la paz y la calma cuando más lo necesitaba.

A Patricia Cordero, mi gran amiga, por ser mi guía espiritual, darme consejos sabios y estar siempre a mi lado, dándome fuerzas cuando más lo necesitaba.

Y, finalmente, a todos mis familiares y amigos, quienes de una u otra manera estuvieron presentes en este proceso. Gracias por su apoyo, amor y paciencia. Este logro es también de ustedes.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que han sido parte fundamental en el desarrollo de mi práctica empresarial.

A la Universidad Industrial, por brindarme no solo el apoyo económico necesario, sino también la oportunidad de seguir adelante con mis estudios y alcanzar esta meta. Gracias por ser un pilar en mi formación profesional.

A cada uno de los docentes, quienes, con su dedicación y conocimiento, me han dejado aprendizajes valiosos que hoy pongo en práctica. Su compromiso con la educación ha sido esencial para mi crecimiento.

A la empresa Interventorías y Obras de Santander S.A.S., por la oportunidad de realizar mis prácticas en un entorno tan profesional y enriquecedor. Gracias por brindarme la confianza y por permitirme aprender de una empresa tan comprometida con la excelencia.

A las personas que forman parte de la empresa, en especial a Eyleen, Jhonatan, Wiston y Omar, quienes compartieron sus conocimientos conmigo de manera generosa. Agradezco profundamente todo lo que me enseñaron y la disposición con la que me apoyaron en cada momento.

A mi tutor de práctica y gerente de la empresa Jennifer, por las valiosas correcciones y sugerencias que me ayudaron a mejorar y a llevar mi trabajo a un nivel más alto.

Este logro es el resultado del esfuerzo y el apoyo de todos ustedes. ¡Mil gracias!

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción.....	11
1. Objetivos.....	14
1.1 Objetivo General	14
1.2 Objetivos Específicos	14
2. Marco de Referencia	15
2.1 Marco legal	15
2.1.1 Descripción de la empresa	15
2.1.2 Misión.....	15
2.1.3 Visión.....	15
2.2 Marco conceptual.....	16
2.2.1 Geotecnia	16
2.2.2 Estudios de suelos	16
2.2.3 Cimentaciones	17
2.2.4 Estabilidad de taludes	17
2.2.5 Ensayos de campo y laboratorio en suelos, concreto	17
2.3 Marco Normativo	18
2.3.1 Instituto Nacional de Vías (INVIAS):	18
2.3.2 American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO):	18
3. Metodología.....	18
4. Resultados de la practica	20
4.1 Proyecto Municipio de Ragonvalia Norte de Santander	21

4.1.1 Análisis Granulométrico.....	21
4.1.2 Peso Unitario.....	22
4.1.3 Humedad Natural	24
4.1.4 Límites de Atterberg.....	24
4.1.4.1 Límite Líquido.....	25
4.1.4.2 Límite Plástico.....	25
4.1.5 Manejo Excel	26
4.1.6 Georreferenciación Google Earth.....	29
4.1.7 Estratigrafía en GEO 5	29
4.2 Proyecto Municipio de Floridablanca Santander	31
4.2.1 Ferroskan.....	31
4.2.1.1 Resultados del ensayo de Ferro-scanner.....	32
4.2.2 Extracción de núcleos y compresión de núcleos de concreto	34
4.2.2.1 Resultados de la extracción y compresión de núcleos de concreto. Muestra 1- Columna A-10 cuadrada.....	36
4.3 Participación en la ejecución de ensayos y otras actividades.	39
4.3.1 Densidades de campo “Método cono y arena”	40
4.3.2 Briquetas de asfalto	41
4.3.3 Ensayo de Penetración Estándar (SPT)	43
4.3.4 Realización de pre-informes	46
5. Conclusiones.....	49
Referencias Bibliográficas.....	51

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Descripción de las actividades realizadas en la practica</i>	20
Tabla 2. <i>Resumen resultados Ferro-scanner</i>	34
Tabla 3. <i>Resultado Ensayo SPT</i>	45

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. <i>Ensayo Granulometría</i>	22
Figura 2. <i>Ensayo de Peso unitario</i>	23
Figura 3. <i>Ensayo Humedad natural</i>	24
Figura 4. <i>Ensayos Limites de Atterberg</i>	25
Figura 5. <i>Formato resumen de los resultados de granulometría</i>	26
Figura 6. <i>Formato resumen de los resultados de Peso Unitario</i>	27
Figura 7. <i>Formato resumen de los resultados de Humedad natural</i>	27
Figura 8. <i>Formato resumen de los resultados de Limites de Atterberg</i>	28
Figura 9. <i>Resumen de parámetros del suelo</i>	28
Figura 10. <i>Localización de sondeos y apiques del proyecto</i>	29
Figura 11. <i>Representación gráfica de la estratigrafía de los sondeos</i>	29
Figura 12. <i>Representación gráfica de la estratigrafía de los apiques</i>	30
Figura 13. <i>Ferro-Scanner Bosch D-tect 150</i>	32
Figura 14. <i>Ensayo de Ferrosan</i>	32
Figura 15. <i>Columna con su respectivo ensayo realizado</i>	33
Figura 16. <i>Ilustración gráfica de cómo se compone la columna</i>	33
Figura 17. <i>Extractor de núcleos HIL TI</i>	35
Figura 18. <i>Realización del ensayo de extracción de núcleos Columna A-10 cuadrada</i>	36
Figura 19. <i>Perfilado y fallo del núcleo de la Columna A-10 cuadrada</i>	37

Figura 20. <i>Formato de resultados del ensayo de compresión del núcleo Columna A-10 cuadrada</i>	37
Figura 21. <i>Realización del ensayo de extracción de núcleos en la Columna B-6 circular</i>	38
Figura 22. <i>Perfilado y fallo del núcleo de la Columna B-6 circular</i>	38
Figura 23. <i>Formato de resultados del ensayo de compresión del núcleo Columna B-6 circular</i>	39
Figura 24. <i>Equipo para los ensayos de Densidades en campo</i>	40
Figura 25. <i>Realización del ensayo método cono y arena</i>	41
Figura 26. <i>Equipo para el ensayo de briquetas de asfalto</i>	42
Figura 27. <i>Realización del ensayo Briquetas de asfalto</i>	43
Figura 28. <i>Ensayo SPT</i>	44
Figura 29. <i>Embalaje y muestras extraídas</i>	45
Figura 30. <i>Formato del contenido de Estudio de suelos</i>	47
Figura 31. <i>Mapa de Riesgo por movimiento en masa sobre la zona de estudio</i>	48

Resumen

Título: Auxiliar de Ingeniería Civil en la empresa InterObras de Santander S.A.S para elaborar diseños en obras de estabilización, cimentación y asistencia técnica en proyectos de geotecnia *

Autor: Nicolas Felipe Duran Jaimes **

Palabras Clave: Geotecnia, Ensayos de suelos, Capacidad portante del suelo

Descripción: El presente trabajo de grado tiene como objetivo detallar las actividades realizadas durante mi período de práctica empresarial en InterObras de Santander S.A.S., una empresa especializada en geotecnia y estudios de suelos. A lo largo de cuatro meses de prácticas, tuve la oportunidad de adquirir experiencia tanto en laboratorio como en campo, contribuyendo activamente en diversos proyectos geotécnicos.

En el laboratorio, participé en la realización de ensayos de suelos, como la determinación de peso unitario, humedad natural, límites de Atterberg, granulometría y pruebas de compactación (Proctor modificado y estándar). Asimismo, realicé ensayos de compresión de cilindros, lo cual me permitió comprender los parámetros esenciales para evaluar la calidad de los materiales de construcción.

En el ámbito de campo, estuve involucrado en diversos proyectos, realizando ensayos como el método del cono de arena para determinar la densidad de campo, la extracción de núcleos con el equipo Ferroskan, pruebas de briquetas de asfalto y el ensayo SPT (Standard Penetration Test), entre otros. Estos ensayos fueron fundamentales para evaluar las condiciones del terreno y facilitar la toma de decisiones sobre el uso del suelo en proyectos de construcción.

Además, desarrollé informes técnicos y participé en el diseño y los cálculos en Excel para verificar la capacidad portante del suelo. Esta experiencia me permitió afianzar tanto mis conocimientos teóricos como prácticos, y destacar la relevancia de los estudios geotécnicos en el éxito de los proyectos de ingeniería civil.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Ingeniería Civil. Director: José Alberto Rondón. Msc en Geotecnia.

Abstract

Title: Civil Engineering Assistant at InterObras de Santander S.A.S for the Design of Stabilization, Foundation, and Technical Assistance in Geotechnical Projects *

Author(s): Nicolas Felipe Duran Jaimes **

Key Words: eotechnics, Soil Tests, Soil Bearing Capacity

Description: The objective of this thesis is to detail the activities carried out during my internship at InterObras de Santander S.A.S., a company specialized in geotechnics and soil studies. Throughout the four-month internship, I had the opportunity to gain experience both in the laboratory and in the field, actively contributing to various geotechnical projects.

In the laboratory, I participated in soil testing, such as determining unit weight, natural moisture content, Atterberg limits, granulometry, and compaction tests (modified and standard Proctor). I also conducted cylinder compression tests, which allowed me to understand the essential parameters for evaluating the quality of construction materials.

In the field, I was involved in several projects, performing tests such as the sand cone method to determine field density, core extraction using the Ferrosan equipment, asphalt briquette tests, and the Standard Penetration Test (SPT), among others. These tests were crucial for assessing soil conditions and facilitating informed decisions regarding soil usage in construction projects.

Additionally, I developed technical reports and participated in designing and performing calculations in Excel to verify the soil bearing capacity for each project. This experience allowed me to strengthen both my theoretical and practical knowledge, highlighting the importance of geotechnical studies for the success of civil engineering projects.

* Degree Work

** Faculty of Physical and Mechanical Engineering, School of Civil Engineering, Civil Engineering

Director: José Alberto Rondón, M.Sc. in Geotechnics

Introducción

La geotecnia es una rama de la ingeniería civil que se encarga de analizar el comportamiento de los suelos y rocas en relación con las estructuras que se construyen sobre ellos. Estudia aspectos como la resistencia, la deformabilidad, la permeabilidad y la compactación de los materiales geotécnicos. La geotecnia permite evaluar la capacidad portante del suelo mediante estudios de reconocimiento y ensayos de laboratorio. Esta información es esencial para diseñar cimentaciones adecuadas y prevenir asentamientos o fallas estructurales (José Limia, 2023). En Colombia, el cumplimiento de normativas como las establecidas por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), las Normas Técnicas Colombianas (NTC) y el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), junto con los estándares internacionales de organizaciones como la Asociación Americana de Carreteras y Transporte (AASHTO) y la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (ASTM), es crucial para garantizar la seguridad y la calidad de los proyectos de infraestructura. Sin embargo, se ha observado una considerable variabilidad en la interpretación de los resultados y en las metodologías empleadas por las empresas del sector geotécnico, lo que puede comprometer la consistencia y precisión de los informes geotécnicos que se generan.

El objetivo de este proyecto de investigación es abordar este desafío en el contexto específico de Interventorías y Obras de Santander S.A.S, una empresa dedicada a la realización de estudios geotécnicos, para optimizar los procesos técnicos y administrativos que impactan la calidad y precisión de los informes geotécnicos. La investigación busca identificar estrategias y metodologías que permitan elevar la precisión y fiabilidad de los estudios realizados, garantizando

el cumplimiento de las normativas y estándares internacionales, y contribuyendo así a la seguridad y estabilidad de las infraestructuras civiles.

La pregunta central de esta investigación es: *¿Cómo puede la optimización de procesos técnicos y administrativos en la ejecución de estudios geotécnicos por parte de InterObras de Santander S.A.S. contribuir a mejorar la calidad y precisión de los informes geotécnicos, cumpliendo con las normativas nacionales e internacionales vigentes?* Para dar respuesta a esta pregunta, durante la fase de prácticas empresariales, se identificaron diversas áreas de oportunidad en los procesos internos de la empresa, relacionadas principalmente con la estandarización de los procedimientos de campo y la adopción de tecnologías avanzadas que mejoren el análisis de los datos obtenidos. A través de la implementación de nuevas metodologías y la integración de sistemas de gestión de calidad y software especializado, fue posible mejorar la consistencia de los resultados y reducir los márgenes de error en los informes geotécnicos.

El propósito de este estudio fue, por tanto, no solo optimizar los procesos técnicos en el campo de la geotecnia, sino también fortalecer la capacidad administrativa de la empresa para gestionar de manera más eficiente los proyectos, asegurando una entrega puntual y con los más altos estándares de calidad. La importancia de esta investigación radica en su potencial para generar un impacto positivo tanto en el sector geotécnico como en el ámbito social. En el sector, una mejora en la calidad de los estudios geotécnicos se traduce en una mayor seguridad en la construcción de infraestructuras, reduciendo el riesgo de fallos estructurales y evitando costos adicionales por errores o imprecisiones. A nivel social, esta mejora se refleja en una mayor confianza de la población en la seguridad de las infraestructuras que afectan su vida diaria, desde edificios hasta puentes y carreteras.

La fundamentación de esta investigación se encuentra en la necesidad de garantizar que los estudios geotécnicos no solo cumplan con los requisitos normativos, sino que también se basen en métodos innovadores y herramientas tecnológicas que permitan una interpretación más precisa y coherente de los datos. A través de la implementación de metodologías estandarizadas y el uso de software especializado, es posible mejorar la calidad de los resultados, minimizar los riesgos asociados a la construcción y optimizar los tiempos y costos de los proyectos. En este sentido, el enfoque adoptado para solucionar el problema fue el de una mejora continua basada en la estandarización de procesos y la innovación tecnológica, elementos clave para fortalecer las capacidades técnicas y administrativas dentro de la empresa.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Fortalecer las habilidades técnicas y administrativas de ingeniería civil en el campo de la geotecnia en proyectos de obra pública y privada en los proyectos desarrollados por la empresa Interobras de Santander S.A.S.

1.2 Objetivos Específicos

Identificar los elementos y actividades claves para la toma de muestras, recopilación de datos e información requerida, para la realización de ensayos de campo en proyectos geotécnicos u obras civiles, con el fin de optimizar la calidad y precisión, bajo la supervisión directa del ingeniero encargado.

Comunicar información técnica mediante la elaboración de pre-informes de estudios geotécnicos y ensayos de laboratorio de suelos, siguiendo las normas INVIAS, NTC, NSR-10, AASHTO y ASTM vigentes.

Interpretar los resultados obtenidos mediante software de diseño geotécnico y estructural, en los proyectos geotécnicos que ejecuta la empresa.

2. Marco de Referencia

2.1 Marco legal

2.1.1 Descripción de la empresa

Interventorías y Obras de Santander S.A.S., nace en el año 2012 con el objetivo principal de brindar soluciones efectivas de carácter geotécnico al ámbito de la ingeniería civil, con soluciones eficientes de alto impacto que ayuden al correcto desarrollo de los proyectos de obra civil que lo requieran. Siempre acompañados de un personal altamente capacitado, de calidad, y comprometido en brindar el mejor servicio con transparencia, siempre velando por el cumplimiento de los objetivos trazados (INTEROBRAS, 2023).

2.1.2 Misión

Somos una empresa que ofrece alternativas de servicios de ingeniería, para planear, desarrollar y ejecutar proyectos de; estudios de suelos, construcción de anclajes y micropilotes, laboratorio de suelos, concretos y pavimentos, así como estudios geofísicos. Brindando a todos nuestros clientes diferentes opciones de servicio de acuerdo a sus necesidades, garantizando altos estándares de calidad, utilizando mano de obra y personal calificado, una infraestructura apropiada y una filosofía de trabajo basada en los principios de responsabilidad, ética y compromiso (INTEROBRAS, 2023).

2.1.3 Visión

Ser reconocidos a nivel nacional en el 2025 como una empresa líder en: estudios geotécnicos y de suelos, ingeniería de consulta, construcción de obras civiles y laboratorios de suelos, concreto y pavimentos, mediante el fortalecimiento y consolidación de nuestros servicios,

con un equipo profesional, una infraestructura de punta, aplicando nuevas tecnologías, implementando procesos certificados que garanticen el mejoramiento continuo (INTEROBRAS, 2023).

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Geotecnia

La geotecnia es una rama de la Ingeniería Civil que se encarga de determinar las propiedades mecánicas e hidráulicas de los suelos y los macizos rocosos, mediante la ejecución de ensayos de laboratorio y campo. Estas propiedades se determinan pues es necesario contar con ellas ya que son el insumo para poder hacer diseños de cimientos que son la base de toda estructura civil. Además, estas propiedades también se necesitan para poder hacer algunos análisis de estabilidad de taludes y en caso de ser necesario diseñar su sostenimiento, o bien cuando se requiere estudiar la capacidad de un suelo o macizo rocoso de permitir el fluido de agua u otros líquidos a través de ellos (Monge, 2018).

2.2.2 Estudios de suelos

Los estudios de suelo son de suma importancia pues mediante ellos además de determinar las propiedades mecánicas del sitio, se puede establecer la viabilidad técnica de realizar una obra o proyecto determinado, En este estudio se realizan los ensayos de campo, tales como perforaciones que pueden ser con equipos SPT, CPT, entre otros que permiten determinar la capacidad soportante del medio y traducirla a un número, que posteriormente es el que se utilizará para hacer los cálculos de las cimentaciones de la obra. También se realizan ensayos de laboratorio, tales como humedad natural del sitio, densidad del material, clasificación de suelos mediante granulometrías y ensayos de límites de Atterberg para determinar si son arcillas, limos o arenas

las que se encuentran en el terreno, todas importantes para que el ingeniero geotecnista sepa sobre lo que debe trabajar (Monge, 2018).

2.2.3 Cimentaciones

En general, para determinar una cimentación el ingeniero debe considerar la carga de la superestructura, las condiciones del subsuelo y el asentamiento tolerable deseado. Se pueden dividir en dos categorías importantes: Cimentaciones superficiales y Cimentaciones profundas. En la mayoría de las cimentaciones superficiales, la profundidad de empotramiento puede ser igual o menor que tres o cuatro veces el ancho de la cimentación. Las cimentaciones con pilotes y pilas perforadas son cimentaciones profundas, que se utilizan cuando las capas superiores de los suelos tienen poca capacidad de soporte de carga y cuando el uso de cimentaciones superficiales ocasionará un daño estructural considerable o problemas de inestabilidad (Das, 2011).

2.2.4 Estabilidad de taludes

Los deslizamientos son uno de los procesos geológicos más destructivos que afectan a los humanos, causando miles de muertes y daño en las propiedades por valor de decenas de billones de dólares cada año (Brabb-1989); sin embargo, muy pocas personas son conscientes de su importancia. El 90% de las pérdidas por deslizamientos son evitables si el problema se identifica con anterioridad y se toman medidas de prevención o control (Suarez, 2012).

2.2.5 Ensayos de campo y laboratorio en suelos, concreto

Los ensayos en suelos y concreto son esenciales para garantizar la seguridad y la estabilidad de las estructuras construidas. La evaluación de las características físicas y mecánicas del suelo y concreto es crucial para la selección adecuada de los materiales, para garantizar la seguridad y la estabilidad de las estructuras a largo plazo (Suelos y Pavimentos, 2023).

2.3 Marco Normativo

2.3.1 Instituto Nacional de Vías (INVIAS):

Agencia de la rama ejecutiva del gobierno de Colombia, creada en el año 1992, encargada de la planificación, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura vial del país, además establece normas y estándares técnicos para la construcción y gestión de estos. Asegurando la calidad y funcionalidad adecuada (Instituto Nacional de Vías, 2022).

2.3.2 American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO):

Es un organismo normativo que publica especificaciones, protocolos de ensayo y directrices que se utilizan en el diseño y la construcción de carreteras. Su objetivo principal es promover la excelencia en el diseño, construcción y mantenimiento de infraestructura de transporte, además desarrolla y establece normas y especificaciones técnicas para la planificación, diseño y construcción de estas estructuras (ASTM INTERNATIONAL, 2024).

3. Metodología

Esta práctica empresarial se enfoca en elaborar diseños en obras de estabilización, cimentación y asistencia técnica en proyectos de geotecnia. Para poder cumplir con los objetivos propuestos, la metodología se plantea de siguiente manera.

En primera instancia se realiza una inducción a cargo de la gerente de la empresa Jennifer Ramírez, quien me brindo la información de todas las labores administrativas y técnicas de la empresa, la distribución del personal, lineamientos, políticas internas y funciones.

Se brinda la oportunidad de explorar y familiarizarse con las diferentes áreas de la empresa, pudiendo conocer las labores administrativas y técnicas que se realizan como auxiliar de ingeniería, así mismo procedimientos y protocolos en el laboratorio y campo.

Se presenta la primera fase de la practica la cual es la capacitación y aprendizaje, la cual consiste en realiza lectura de normativas y especificaciones que regulan los diversos ensayos de laboratorio y campo, esto permite adquirir los conocimientos necesarios sobre los estándares y requisitos técnicos aplicables a las actividades en el laboratorio y campo, para el buen uso de equipos y su correcta ejecución.

Se realiza una planificación donde evalúan los proyectos próximos a ejecutar, con el fin de identificar cuales proyectos son actos para el apoyo técnico donde se demuestran los conocimientos adquiridos, para ello se asignan tareas donde se desarrollan ensayos de laboratorios y ensayos de campo donde puedo ir adquiriendo competencias profesionales, así mismo se darán salidas de campo donde se realizan diferentes estudios de suelos en proyectos reales, todo esto bajo la supervisión del tutor encargado así logrando un plan de trabajo bien estructurado que asegure una buena culminación de manera eficiente y coordinada de estos proyectos.

Se realiza una fase donde se desarrollan informes y la interpretación de resultados mediante software para cada proyecto que se ejecute, detallando los aspectos técnicos y de relevancia de la zona de estudio, así como la problemática presentada, con su respectiva respuesta y recomendación.

Como soporte y garantía para la evaluación del trabajo de grado en modalidad de práctica empresarial, se llevará a cabo una serie de informes con los avances realizados durante el periodo de práctica y se entregaran al director del proyecto y se culminará con un documento general (final) que cumplirá con las especificaciones pertinentes.

4. Resultados de la practica

Durante este período se realizaron diversas actividades en diferentes proyectos, participando en varias áreas, como la realización de ensayos en laboratorio y campo, la presentación de los resultados de los ensayos y la elaboración de informes. A continuación, se presenta una tabla con todas las actividades realizadas durante esta etapa de práctica.

Tabla 1.

Descripción de las actividades realizadas en la practica

Descripción Actividades (Laboratorio)
Peso unitario
Humedad Natural
Determinación de tamaños de las partículas del suelo "Granulometría"
Límites de atterberg
Compresión de cilindros
Descripción Actividades (Campo)
Densidades de campo "Método cono de arena"
Extracción de núcleos - Ferroscon
SPT
Briquetas de asfalto
Descripción Actividades (Oficina)
Manejo de Excel
Manejo de GoogleEarth y Geo5, Para la estratigrafía y localización de los estudios de suelos
Apoyo en la elaboracion de pre-informes de estudios Geotecnicos

Nota. Para diversos proyectos se realizaron aportes en diferentes áreas.

La realización de estas actividades se llevó a cabo siempre bajo la supervisión del ingeniero responsable de cada proyecto.

4.1 Proyecto Municipio de Ragonvalia Norte de Santander

El proyecto consiste en la ejecución del estudio geotécnico para la construcción de infraestructura deportiva, cultural, social y recreativa. El estudio se encuentra basado en la exploración del terreno, realizado mediante sondeos por el método SPT, para lo cual se efectuaron 3 sondeos, cada uno a profundidad de 2.0 a 6.0 metros y se complementaron con dos apiques a una profundidad de un metro.

Actividades realizadas en este proyecto.

- Ensayos de laboratorio. Granulometría, peso unitario, humedad natural, límites de atterberg
- Apoyo en oficina. Manejo Excel, georreferenciación, estratigrafía

Las muestras extraídas fueron sometidas a ensayos de laboratorio como granulometría, límites de Atterberg, humedad natural y peso unitario, para determinar sus propiedades físicas y mecánicas del terreno. Todos los ensayos ejecutados y este estudio en general, se enmarca en los parámetros indicados en la Norma Sismo Resistente NSR-10 y modificaciones posteriores.

Por otra parte, se participó en el manejo de Excel para ubicar los resultados de laboratorio de los diferentes ensayos realizados, en la Georreferenciación o ubicación de los sondeos y apiques del proyecto por medio de Google Eath, también se presentó una estratigrafía del perfil del suelo en cada sondeo y apique por medio del Software Geo5.

4.1.1 Análisis Granulométrico

Este método se usa, principalmente, para determinar la granulometría de los materiales propuestos como agregados o que se están usando como tales. Los resultados se emplean para determinar el cumplimiento de las especificaciones en relación con la distribución de partículas para suministrar los datos necesarios para el control de la producción de los agregados y de las

mezclas que los contengan. Los datos pueden servir, también, para el estudio de relaciones referentes a la porosidad y al empaquetamiento entre partículas (Instituto Nacional de Vías, 2013).

- Se toma una muestra significativa de suelo y se le realiza un lavado con el tamiz N°200.
- Se escoge los tamices por donde va a pasar la muestra de suelo previamente lavada y secada.
- Se toma nota del peso del suelo retenido en cada tamiz.

Figura 1

Ensayo Granulometría



Nota. Granulometría según la norma (INV-213).

4.1.2 Peso Unitario

Estos métodos de ensayo describen dos formas de determinar la densidad total/húmeda/a granel, la densidad seca y el peso unitario seco de muestras de suelo intactas, alteradas, remodeladas y reconstituidas (compactadas). Las muestras intactas se pueden obtener de tubos de muestreo de paredes delgadas, muestras en bloque o terrones. Las muestras que se remodelan mediante procedimientos de compactación dinámica o estática también se miden con estos métodos. Estos métodos se aplican a suelos que conservarán su forma durante el proceso de medición (ASTM, 2021).

Método A (desplazamiento de agua): se recubre una muestra con cera y luego se coloca en agua para medir el volumen determinando la cantidad de agua desplazada. Luego se calculan la densidad y el peso unitario en base a las mediciones de masa y volumen. No utilice este método si la muestra es susceptible a la intrusión de cera en la superficie (ASTM, 2021).

Método B (Medición directa): Se miden las dimensiones y la masa de un espécimen. Luego, la densidad y el peso unitario se calculan utilizando estas mediciones directas. Por lo general, muestra tiene una forma cilíndrica o cuboides. Los especímenes intactos y reconstituidos/remoldados pueden probarse mediante este método junto con determinaciones de resistencia, permeabilidad/conductividad hidráulica (aire/agua) y compresibilidad (ASTM, 2021).

Método implementado para el ensayo de peso unitario es el “**Método B**”.

Figura 2

Ensayo de Peso unitario



Nota. Después de extraída la muestra del SPT se generan cilindros los cuales son favorables para su ensayo de peso unitario.

4.1.3 Humedad Natural

El ensayo de humedad natural se encuentra regulado por el Invias en la Norma (INV E-122 13). Este ensayo se emplea para determinar la cantidad de agua contenida en una muestra de material extraído, en relación con su peso seco. Este parámetro es crucial para evaluar las propiedades y el comportamiento del suelo bajo diversas condiciones (Instituto Nacional de Vías, 2013).

Se coloca una muestra húmeda del suelo en un recipiente.

Se pesa la muestra húmeda con el recipiente.

Se lleva al horno durante 12 horas, se debe usar una temperatura $110 \pm 5^\circ \text{C}$ ($230 \pm 9^\circ \text{F}$).

Posteriormente se saca la muestra ya seca y se pesa.

Figura 3

Ensayo Humedad natural



Nota. Muestras en reposo.

4.1.4 Límites de Atterberg

Originalmente, Albert Atterberg definió seis “límites de consistencia” para los suelos finos: el límite superior del flujo viscoso, el límite líquido, el límite de pegajosidad, el límite de cohesión,

el límite plástico y el límite de contracción. En el uso actual de la ingeniería el término se aplica solamente a los límites líquido y plástico y, en algunas referencias, también al límite de contracción. Los límites líquido y plástico de los suelos (junto con el límite de contracción) son mencionados a menudo en conjunto como límites de Atterberg. Estos límites dividen diferentes estados de consistencia de los suelos plásticos (Instituto Nacional de Vías, 2013).

4.1.4.1 Límite Líquido. Se agrega agua al suelo hasta obtener una consistencia manejable. Luego, se coloca el material en la cazuela de Casagrande. Con la ayuda del ranurador, se realiza una abertura de aproximadamente 13 mm en el centro de la muestra ubicada en la cazuela. A continuación, se activa la cazuela y se cuentan los golpes hasta que la abertura previamente hecha (Instituto Nacional de Vías, 2013).

4.1.4.2 Límite Plástico. Se toma una muestra de suelo y, con las palmas de las manos, se forman rollos de aproximadamente 3 mm de diámetro sobre la placa de vidrio esmerilado. Se realizan movimientos hacia adelante y hacia atrás con la palma de la mano hasta que la masa se agriete. Luego, se procede a llevar la muestra al horno (Instituto Nacional de Vías, 2013).

Figura 4

Ensayos Limites de Atterberg



Nota. Muestra limite liquido en casa grande y limite plástico en recipiente para su secado.

4.1.5 Manejo Excel

A continuación, se muestran los resultados entregados por laboratorio los cuales son presentados en un formato designado por la empresa, se presentan los resultados de los ensayos de la siguiente manera.

Resultados Laboratorio (INV E-213) Granulometría.

Figura 5

Formato resumen de los resultados de granulometría

MUESTRA	Sondeo 1, 2, 3 y Apique				
SONDEO N° 1					
PROFUNDIDAD (m)	PESO INICIAL	PESO DESPUES DE LAVADO	% GRAVAS	% ARENAS	% FINOS
0,0 - 1,0	1000	661	3.50	62.40	34.10
1,0 - 2,0	900	548	7.44	53.33	39.22
SONDEO N° 2					
PROFUNDIDAD (m)	PESO INICIAL	PESO DESPUES DE LAVADO	% GRAVAS	% ARENAS	% FINOS
0,0 - 1,0	1000	590	12.20	46.50	41.30
1,0 - 2,0	900	546	14.44	46.00	39.56
2,0 - 6,0	900	742	27.22	55.11	17.67
SONDEO N° 3					
PROFUNDIDAD (m)	PESO INICIAL	PESO DESPUES DE LAVADO	% GRAVAS	% ARENAS	% FINOS
0,0 - 1,0	1000	482	20.90	27.20	51.90
1,0 - 2,0	837	495	0.72	58.18	41.10
2,0 - 3,0	818	540	12.71	53.18	34.11
APIQUE RELLENO					
PROFUNDIDAD (m)	PESO INICIAL	PESO DESPUES DE LAVADO	% GRAVAS	% ARENAS	% FINOS
0,0 - 1,0	527	114	3.80	17.84	78.37
APIQUE TERRENO NATURAL					
PROFUNDIDAD (m)	PESO INICIAL	PESO DESPUES DE LAVADO	% GRAVAS	% ARENAS	% FINOS
0,0 - 1,0	527	114	3.80	17.84	78.37

Nota. Tomado de (Interobras de Santander SAS, 2024).

Resultados Laboratorio (Norma ASTM D7263 21 – Método B) Peso Unitario

Figura 6

Formato resumen de los resultados de Peso Unitario

MUESTRA	Sondeo 1, 2, 3 y apiques	
SONDEO N° 1		
PROFUNDIDAD (m)	Peso Unitario Humedo (kN/m3)	Peso Unitario Seco (kN/m3)
0,0 - 1,0	20.8	17.27
1,0 - 2,0	24.21	20.59
SONDEO N° 2		
PROFUNDIDAD (m)	Peso Unitario Humedo (kN/m3)	Peso Unitario Seco (kN/m3)
0,0 - 1,0	21.79	19.99
1,0 - 2,0	21.38	18.57
2,0 - 6,0	20.62	18.7
SONDEO N° 3		
PROFUNDIDAD (m)	Peso Unitario Humedo (kN/m3)	Peso Unitario Seco (kN/m3)
0,0 - 1,0	20.78	18.34
1,0 - 2,0	22.34	18.93
2,0 - 3,0	21.1	18.55
APIQUE RELLENO		
PROFUNDIDAD (m)	Peso Unitario Humedo (kN/m3)	Peso Unitario Seco (kN/m3)
0,0 - 1,0	19.38	16.54
APIQUE TERRENO NATURAL		
PROFUNDIDAD (m)	Peso Unitario Humedo (kN/m3)	Peso Unitario Seco (kN/m3)
0,0 - 1,0	-	-

Nota. Tomado de (Interobras de Santander SAS, 2024).

Resultados Laboratorio (INV E-122) Humedad Natural.

Figura 7

Formato resumen de los resultados de Humedad natural

MUESTRA	Sondeo 1, 2, 3 y apiques	
SONDEO N° 1		
PROFUNDIDAD (m)	Contenido de Agua %	
0,0 - 1,0	14	
1,0 - 2,0	14.5	
SONDEO N° 2		
PROFUNDIDAD (m)	Contenido de Agua %	
0,0 - 1,0	10	
1,0 - 2,0	13.1	
2,0 - 6,0	15.6	
SONDEO N° 3		
PROFUNDIDAD (m)	Contenido de Agua %	
0,0 - 1,0	11.7	
1,0 - 2,0	30.4	
2,0 - 3,0	10.5	
APIQUE RELLENO		
PROFUNDIDAD (m)	Contenido de Agua %	
0,0 - 1,0	-	
APIQUE TERRENO NATURAL		
PROFUNDIDAD (m)	Contenido de Agua %	
0,0 - 1,0	-	

Nota. Se evidencia el porcentaje de agua. Tomado de (Interobras de Santander SAS, 2024).

Resultados Laboratorio (INV E-125 – E-126) Limites de Atterberg.

Figura 8

Formato resumen de los resultados de Limites de Atterberg

MUESTRA			
Sondeo 1, 2, 3 y apiques			
SONDEO N° 1			
PROFUNDIDAD (m)	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0,0 - 1,0	24	NP	-
1,0 - 2,0	37	18	19
SONDEO N° 2			
PROFUNDIDAD (m)	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0,0 - 1,0	31	17	14
1,0 - 2,0	32	15	17
2,0 - 6,0	30	NP	-
SONDEO N° 3			
PROFUNDIDAD (m)	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0,0 - 1,0	32	16	16
1,0 - 2,0	23	NP	-
2,0 - 3,0	27	NP	-
APIQUE RELLENO			
PROFUNDIDAD (m)	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0,0 - 1,0	55	29	26
APIQUE TERRENO NATURAL			
PROFUNDIDAD (m)	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0,0 - 1,0	-	-	-

Nota. Se evidencia sus respectivos valores de índice de plasticidad. Tomado de (Interobras de Santander SAS, 2024).

A continuación, se presentan un resumen de los parámetros del suelo.

Figura 9

Resumen de parámetros del suelo

Parámetros del suelo										
Sondeos	Granulometría			Límites			% Humedad	Clasificación SUCS	Peso unitario (kN/m ³)	
	% Gravas	% Arenas	% Finos	LL	LP	I.P			Humedo	Seco
Apique - Sondeo 1 - PROF (0.0 - 1.0 m)	3.50	62.40	34.10	24	NP	-	14.0	SM (Arena Limosa)	20.80	17.27
Sondeo 1 - PROF (1.0 - 2.0 m)	7.44	53.33	39.22	37	18	19	14.5	SC (Arena Arcillosa)	24.21	20.59
Apique - Sondeo 2 - PROF (0.0 - 1.0 m)	12.20	46.50	41.30	31	17	14	10.0	SC (Arena Arcillosa)	21.79	19.99
Sondeo 2 - PROF (1.0 - 2.0 m)	14.44	46.00	39.56	32	15	17	13.1	SC (Arena Arcillosa)	21.38	18.57
Sondeo 2 - PROF (2.0 - 6.0 m)	27.22	55.11	17.67	30	NP	-	15.6	SM (Arena Limosa)	20.62	18.70
Apique - Sondeo 3 - PROF (0.0 - 1.0 m)	20.90	27.20	51.90	32	16	16	11.7	CL (Arcilla de baja plasticidad)	20.78	18.34
Sondeo 3 - PROF (1.0 - 2.0 m)	0.72	58.18	41.10	23	NP	-	30.4	SM (Arena Limosa)	22.34	18.93
Sondeo 3 - PROF (2.0 - 6.0 m)	12.71	53.18	34.11	27	NP	-	10.5	SM (Arena Limosa)	21.10	18.55
Apique relleno - PROF (0.0 - 1.0 m)	3.80	17.84	78.37	55	29	26	-	CH (Arcilla de alta plasticidad)	19.38	16.54
Apique nacimiento - PROF (0.0 - 1.0 m)	2.24	74.44	23.32	-	-	-	-	SM (Arena Limosa)	-	-

Nota. Tomada de (Interobras de Santander SAS, 2024).

4.1.6 Georreferenciación Google Earth

Para este paso se tiene en cuenta las coordenadas necesarias de cada proyecto y con ayuda de Google Earth se hace la ubicación de los sondeos y apiques.

Figura 10

Localización de sondeos y apiques del proyecto



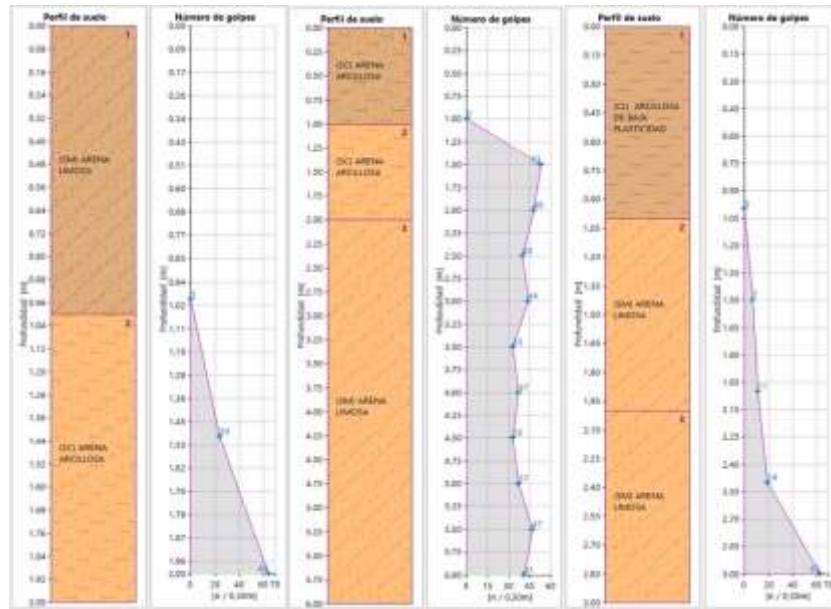
Nota. Se evidencia la localización de la zona de estudio. Elaborado con (Google Earth, 2024).

4.1.7 Estratigrafía en GEO 5

Con la información de los golpes de SPT y el tipo de suelo, se puede construir una estratigrafía en Geo 5 de la siguiente manera para cada sondeo y apique.

Figura 11

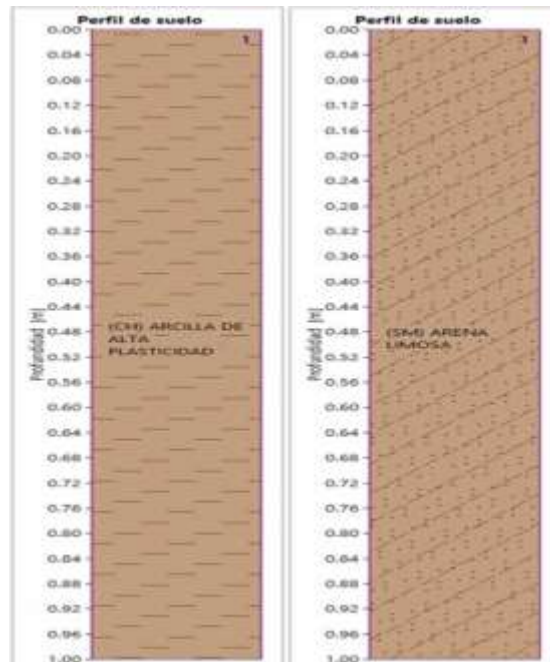
Representación gráfica de la estratigrafía de los sondeos



Nota. Perfil del suelo y su clasificación, los numero de golpes por cada sondeo. Elaborado con el software (Geo5, 2024).

Figura 12

Representación gráfica de la estratigrafía de los apiques



Nota. Perfil del suelo y su clasificación. Elaborado con el software (Geo5, 2024).

4.2 Proyecto Municipio de Floridablanca Santander

Este estudio tiene como objetivo determinar la resistencia y la distribución de las varillas de acero en los elementos estructurales de las columnas de una parroquia ubicada en Floridablanca, a través de la extracción de núcleos de las respectivas columnas.

Para llevar a cabo este análisis, se empleará el método no destructivo Ferroskan, el cual permitirá evaluar las características de los aceros presentes en los elementos estructurales, tales como su espaciamiento, configuración, diámetro y longitudes.

Además, se utilizará el método destructivo de extracción y compresión de núcleos, con el fin de determinar la resistencia del concreto que conforma los elementos estructurales de la construcción mencionada, siguiendo los lineamientos establecidos en la norma técnica colombiana NTC 3658-18.

Actividades realizadas en este proyecto son.

- Actividades de campo: Ferroskan, Extracción núcleos.
- Actividades en laboratorio: Compresión de núcleos de concreto.

4.2.1 Ferroskan

Para la realización de este ensayo, es necesario limpiar adecuadamente la zona a examinar. Se debe colocar el equipo sobre la columna a evaluar y desplazarlo lentamente de izquierda a derecha, de manera paralela. Durante este proceso, se marcarán con tiza los objetos detectados en la columna, repitiendo la operación hasta trazar la grilla de los aceros que conforman el elemento estructural. Posteriormente, se medirán las dimensiones de la grilla y se registrarán en el reporte correspondiente.

Se le realizo ferroscaan a cinco columnas diferentes distribuidas en la zona de estudio, cuatro de ellas de forma circular y una cuadrada.

Equipo y herramientas utilizadas en el ensayo.

- Un ferroscaan, Tiza.

Figura 13

Ferro-Scanner Bosch D-tect 150



Nota. Equipo utilizado para el ensayo. Tomado de (Interobras de Santander SAS, 2024).

4.2.1.1 Resultados del ensayo de Ferro-scanner

Figura 14

Ensayo de Ferroscaan



Nota. Ejecutando el ensayo de manera rigurosa.

Muestra 1 – Columna S-1 Circular

En la columna A1, se realiza el ensayo en una de sus caras de 45 cm, donde se observó la siguiente distribución de los aceros de refuerzo.

Figura 15

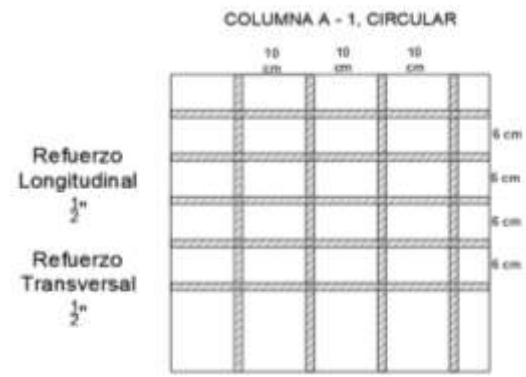
Columna con su respectivo ensayo realizado



Nota. Se puede evidenciar su distribución de aceros.

Figura 16

Ilustración grafica de cómo se compone la columna



Nota. Se puede evidenciar sus refuerzos de varilla son de ½” y espaciamiento de 10cm y 6cm.

Tomado de (Interobras de Santander SAS, 2024).

De la misma manera, se aplicó el procedimiento a las demás columnas, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 2

Resumen resultados Ferro-scanner

RESULTADOS FERRO-SCANNER		
Columna	Refuerzo	Espaciamiento
A-1 Circular	1/2"	10cm y 6 cm
A-8 Circular	1/2"	10cm y 6cm
A-10 Cuadrada	1/2"	5cm y 5cm
B-5 Circular	1/2"	8cm y 6cm
B-6 Circular	1/2"	10cm y 5cm

Nota. Se evidencia que todas las columnas tienen refuerzo de ½” de varilla y presentan diferente espaciamiento.

4.2.2 Extracción de núcleos y compresión de núcleos de concreto

Para la realización del ensayo consiste en limpiar adecuadamente la zona a examinar. Luego, se coloca y fija el equipo sobre el elemento a analizar. La perforación se lleva a cabo en condiciones húmedas, de forma pausada y perpendicular a la superficie, asegurándose de que el punto de perforación esté lo más cerca posible del centro del elemento y que la muestra cumpla con la relación mínima longitud/diámetro de 2. Posteriormente, se registra la muestra para su reporte y se envuelve con vinipel o film stretch para protegerla de agentes externos. El núcleo se perfila manteniendo una relación de 1:2; en caso de que la longitud del núcleo no cumpla con esta relación, se utilizará una relación de 1:1, aplicando un factor de corrección. Se procederá a extraer los elementos que no correspondan al concreto. Finalmente, se realiza la compresión del núcleo

conforme a lo establecido en la norma NTC 3658-18, y se analizan y aplican los factores de corrección correspondientes, tomando en cuenta las condiciones encontradas en la muestra según lo indicado por la norma.

Se llevan a cabo dos extracciones de núcleos y sus respectivas pruebas de compresión, con el objetivo de determinar la resistencia de estos elementos.

Equipo utilizado para el ensayo.

- Taladro saca núcleos Hilti DD160.
- Manguera.
- Vinipel.
- Equipo de compresión de concreto Rosseberg (Capacidad 1000KN).

Figura 17

Extractor de núcleos HIL TI



Nota. Extractor utilizado para extraer núcleos. Tomado de (Interobras de Santander SAS, 2024).

4.2.2.1 Resultados de la extracción y compresión de núcleos de concreto. Muestra 1-
Columna A-10 cuadrada.

Figura 18

Realización del ensayo de extracción de núcleos Columna A-10 cuadrada



Nota. Luego de la realización de la extracción se procede a sellar el hueco con el mismo material que se compone la columna.

Una vez que la muestra es extraída, se envuelve en papel vinipel y se traslada al laboratorio, donde se perfila de acuerdo con las especificaciones técnicas 1:2 o 1:1, y luego se realiza la prueba de compresión sobre el cilindro.

Figura 19

Perfilado y fallo del núcleo de la Columna A-10 cuadrada



Nota. Cilindro sometido a compresión, presenta una falla tipo dos. Tomado de (Interobras de Santander SAS, 2024).

Figura 20

Formato de resultados del ensayo de compresión del núcleo Columna A-10 cuadrada

TIPO DE MATERIAL		CONCRETO ESTRUCTURAL														
Tipo de Falla:																
1			2			3			4			5				
Resultados de Laboratorio:																
MUESTRA NÚMERO	ZONA FUNDIDA DISEÑOS	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA (cm ²)	FECHA DE PRUEBA			CARGA (KN)		RESISTENCIA DADA (Kg/cm ²)	FACTOR DE CORRECCIÓN (PSI)	RESISTENCIA CORREGIDA (PSI)	RESISTENCIA ESPERADA	TIPO DE FALLA	% DE RESISTENCIA	
					DD	MM	AA									
001	COLUMNA CUADRADA A10 MARGEN DERECHO	4.80	8.70	18.10	4/10/2024			32.13		191.10	2075	1.00	2575	3000	2	85.8%

Nota. Elemento presenta una falla tipo dos y resistencia de 2575 PSI con 85.4% de resistencia. Tomado de (Interobras de Santander SAS, 2024).

Muestra 2 - Columna B-6 Circular

Figura 21

Realización del ensayo de extracción de núcleos en la Columna B-6 circular



Nota. Debido a la falta de un apoyo firme, causado por el diseño de la columna, fue necesario proporcionar soporte adicional para el extractor de núcleos.

Figura 22

Perfilado y fallo del núcleo de la Columna B-6 circular



Nota. Cilindro sometido a compresión, presenta una falla tipo tres. Tomado de (Interobras de Santander SAS, 2024).

Figura 23

Formato de resultados del ensayo de compresión del núcleo Columna B-6 circular

Resultado de Laboratorio:

MUESTRA NÚMERO	ZONA FUNDIDA DISEÑO	DIAMETRO cm	ALTURA cm	ÁREA cm ²	FECHA DE PRUEBA			CARGA KN	RESISTENCIA DADA		FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA CORREGIDA	RESISTENCIA ESPERADA	TIPO DE FALLA	% DE RESISTENCIA
					DD	MM	AA		Kg/cm ²	(PSI)		PSI			
002	COLUMNA CIRCULAR B6 MARGEN IZQUIERDO	4.80	9.90	18.10	4/10/2024			45.18	254.95	3620	1.00	3620	3000	3	120.7%

Nota. Elemento presenta una falla tipo tres y resistencia de 3620 PSI con 120.7% de resistencia.

Tomado de (Interobras de Santander SAS, 2024).

4.3 Participación en la ejecución de ensayos y otras actividades.

Para este numeral, presentaré una selección de ensayos que no fueron realizados en los demás proyectos, pero que fueron fundamentales en otros trabajos específicos dentro de la empresa. Estos ensayos se llevaron a cabo en diversos proyectos, donde se abordaron diferentes tipos de terrenos y condiciones geotécnicas. Cada uno de estos ensayos proporcionó información crucial para el análisis y la toma de decisiones en proyectos de construcción, permitiendo una mejor comprensión de las características del suelo en diferentes contextos y asegurando la viabilidad de las obras en la región y se presentara un poco de la realización de pre-informes.

Actividades realizadas en este numeral son.

- Densidades de campo “Método cono y arena” ensayo en campo.
- Briquetas de asfalto, ensayo en campo.
- Ensayo SPT.

- Realización de pre-informes, actividad de oficina.

4.3.1 Densidades de campo “Método cono y arena”

“Este método de ensayo se usa para determinar la densidad de los suelos compactados utilizados en la construcción de terraplenes, subrasantes, capas inferiores de pavimentos y rellenos estructurales” (Instituto Nacional de Vías, 2013).

Equipo y materiales.

- Cono de arena.
- Placa.
- Balanza.
- Cincel y porra.
- Speedy (medir humedad).

Figura 24.

Equipo para los ensayos de Densidades en campo.



Nota. Se evidencian las herramientas necesarias para la realización del ensayo, tales como la balanza, el medidor Speedy, las taras, entre otras.

Figura 25

Realización del ensayo método cono y arena



Nota. Proceso de ejecución del ensayo en campo con sus respectivos elementos de seguridad.

4.3.2 Briquetas de asfalto

La elaboración de briquetas para control de calidad de mezclas asfálticas INVE 748-13 consiste en la fabricación de probetas cilíndricas de mezcla asfáltica, de 102 mm (4'') y una altura de 63.5 mm (2½''), las cuales se someten a curado en un baño de agua o en un horno, y luego a carga en la prensa Marshall bajo condiciones normalizadas, determinándose su estabilidad y su deformación (Instituto Nacional de Vías, 2013).

Equipo utilizado para el ensayo en campo.

- Molde cilíndrico con collar y placa base.
- Martillo de compactación.
- Pedestal de compactación.
- Termómetro, guantes, balanza, entre otros.

Figura 26

Equipo para el ensayo de briquetas de asfalto



Nota. Se evidencia las herramientas utilizadas para el ensayo.

Este ensayo requerido por una empresa x, el cual se realiza en la jornada nocturna, se hace el acompañamiento al ingeniero encargado, para lo cual se realizan 3 cilindros, los cuales se realizan en campo, la temperatura para estos cilindros que se realización esta entre los 110°C a 150°C según la norma, la temperatura a la cual se debe calentar el cemento asfáltico para elaborar las mezclas será la requerida para que presente una viscosidad de $170 \pm 20\text{ cP}$ ($0.17 \pm 0.02\text{ Pa.s}$). La temperatura a la cual se deberá realizar la compactación de las probetas será la correspondiente a una viscosidad del cemento asfáltico de $280 \pm 30\text{ Cp}$ ($0.28 \pm 0.03\text{ Pa.s}$).

Para realizar el ensayo, se arma el conjunto de moldeo de las probetas, colocando la porción de mezcla en el molde. Luego, se golpea con una espátula o palustre 15 veces alrededor del perímetro y 10 veces sobre el interior. Se coloca el martillo en el sujetador sobre el pedestal de compactación y se aplica el número de golpes especificado según los criterios de diseño de la mezcla; en nuestro caso, son 75 golpes. A continuación, se retira la placa de base y el collar, ubicándolos en los extremos opuestos del molde. Posteriormente, se vuelve a montar el conjunto

y se repite el mismo número de golpes en la cara invertida de la muestra. Finalmente, se retiran el collar y la placa de base, y se deja reposar la muestra al aire hasta que su temperatura sea lo suficientemente baja para que no se produzca ningún daño al extraer el molde. Este mismo procedimiento se repite con los demás especímenes.

Figura 27

Realización del ensayo Briquetas de asfalto



Nota. Se evidencia la realización de tres muestras, las cuales son trasladadas al laboratorio para su análisis.

4.3.3 Ensayo de Penetración Estándar (SPT)

Este proyecto tiene como finalidad llevar a cabo un análisis exhaustivo del suelo en un terreno ubicado en Santander. El estudio incluye la caracterización geológica, así como la evaluación de las propiedades físicas, mecánicas y generales del suelo, con el objetivo de determinar su capacidad de resistencia.

Para el estudio, se realizó una exploración del terreno, que incluyó la ejecución de tres sondeos mediante el método de Penetración Estándar (SPT), con profundidades que oscilaron entre

2 y 4 metros. Las muestras obtenidas fueron analizadas en el laboratorio mediante ensayos como granulometría, límites de Atterberg, humedad natural y peso unitario, con el fin de determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

Actividades realizadas en este ensayo son.

- Reconocimiento del área de trabajo.
- Traslado del equipo de perforación y del personal al sitio de trabajo.
- Instalación del equipo de perforación.
- Ejecución del ensayo SPT.
- Conteo de los golpes para la determinación del valor n de campo.
- Extracción de las muestras para realizar los ensayos de clasificación correspondientes.

Figura 28

Ensayo SPT



Nota. Se hace la instalación del equipo de perforación en las diferentes zonas de los sondeos.

Se procede a realizar el ensayo (ASTM D1586), registrando cuidadosamente el número de golpes aplicados durante el proceso. Una vez obtenidas las muestras, estas se envuelven de manera hermética en papel aluminio para garantizar su conservación. Posteriormente, se envuelven nuevamente con vinipel, asegurando una protección adicional, y se preparan para ser transportadas al laboratorio, donde se llevarán a cabo los estudios y análisis pertinentes.

Figura 29

Embalaje y muestras extraídas



Nota. Se observa el proceso de extracción de las muestras del equipo de toma de muestras, así como su embalaje adecuado para ser transportadas al laboratorio para su posterior análisis.

Tabla 3

Resultado Ensayo SPT

SONDEO N° 3					
Profundidad (Mts)	Profundidad Muestra	Penetración			N
		6"	12"	18"	
1,00	0,0 - 0,5	5	6	11	17
	0,5 - 1,0	16	19	15	34
2,00	1,0 - 1,5	34	24	22	46
	1,5 - 2,0	21	22	19	41
3,00	2,0 - 2,5	21	17	17	34
	2,5 - 3,0	17	20	22	42
4,00	3,0 - 3,5	22	21	20	41
	3,5 - 4,0	22	21	24	45
SONDEO N°2					
Profundidad (Mts)	Profundidad Muestra	Penetración			N
		6"	12"	18"	
1,00	0,0 - 0,5	5	10	26	36
	0,5 - 1,0	21	18	20	38
2,00	1,0 - 1,5	69	56	46	102
	1,5 - 2,0	44	54	60	114
SONDEO N° 3					
Profundidad (Mts)	Profundidad Muestra	Penetración			N
		6"	12"	18"	
1,00	0,0 - 0,5	1	1	1	2
	0,5 - 1,0	1	1	1	2
2,00	1,0 - 1,5	6	17	24	41
	1,5 - 2,0	31	38	22	60

Nota. Se presenta los datos tomados en campo, de cada sondeo para conocer su valor n de campo.

4.3.4 Realización de pre-informes

Se brindó apoyo en la elaboración de pre-informes para diversos proyectos, utilizando un formato base manejado por la empresa. En este proceso, participé en la redacción de varios apartados del informe, como el resumen ejecutivo, la introducción, las generalidades del estudio, los objetivos y el alcance del análisis, la ubicación y georreferenciación en Google Earth, así como en la descripción de las características geológicas y geotécnicas de la zona de estudio, las zonas de amenaza y riesgo, entre otros aspectos.

Figura 30

Formato del contenido de Estudio de suelos



INTEROBRAS DE SANTANDER S.A.S

311 447 9081
312 389 2760

Cra 25 # 31 - 04
Local 2 y 3
Edificio Lengerke

interobrasdesantander@gmail.com
www.interobrasdesantander.com

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	18
2. CAPITULO 2	19
2.1. GENERALIDADES DEL ESTUDIO	19
3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	19
4. ALCANCE DEL ESTUDIO	20
5. CAPÍTULO 3	21
5.1. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	21
5.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO	21
5.3. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	22
5.3.1. Descripción general	22
5.3.2. Actividades de campo	22
6. CAPÍTULO 4	23
6.1. CARACTERÍSTICAS GEOLOGICAS Y GEOTECNICAS GENERALES	23
6.2. GEOLOGIA	23
6.2.1. Geología Regional	24
6.2.2. Geología Estructural	24
7. CAPÍTULO 5	25
7.1. ZONAS DE AMENAZA Y RIESGO	25
7.1.1. AMENAZA A FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA Y EROSIÓN	25
7.2. AMENAZAS SÍSMICAS	27
7.3. ZONA DE AMENAZA SÍSMICA	27
7.3.1. Valores Aa y Av	27
7.4. DEFINICIÓN DEL TIPO DE PERFIL DEL SUELO	32
7.5. EFECTOS LOCALES	33
7.5.1. Criterios del espectro de diseño (A.2.6 NSR – 10)	35
7.5.2. Evaluación Geotécnica de Efectos Sísmicos	38
7.6. COEFICIENTES SÍSMICOS PARA ANÁLISIS PSEUDO-ESTÁTICA DE ESTABILIDAD DE TALUDES	39

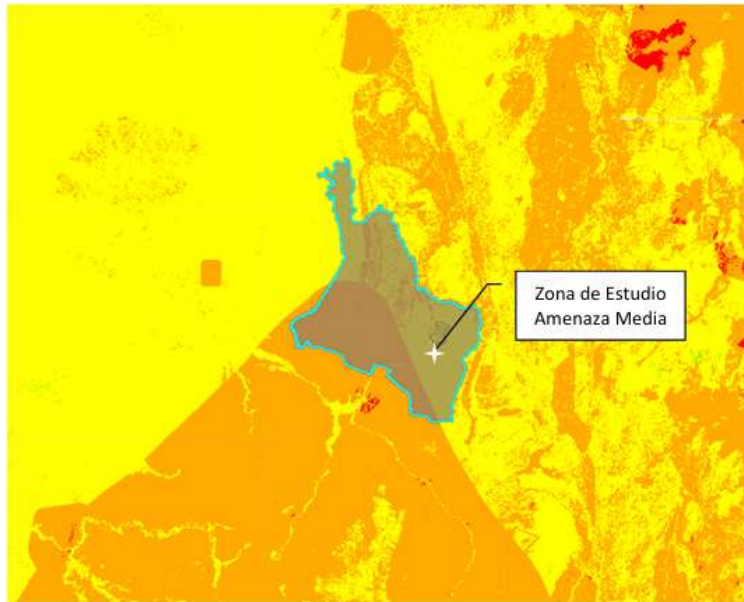
Página 6 – 005 2750

"Día a día cimentando la infraestructura del país."

Nota. Formato de estudios geotécnicos, se realizó aportes en el pre-informe. Tomado de (Interobras de Santander SAS, 2024).

Figura 31

Mapa de Riesgo por movimiento en masa sobre la zona de estudio



Nota. La zona de estudio presenta una Amenaza Media. Tomado de (SGC, 2015).

5. Conclusiones

El presente trabajo de grado facilitó obtener un entendimiento detallado de la ingeniería geotécnica aplicada en el ámbito de la construcción, particularmente en los proyectos realizados por InterObras de Santander S.A.S. Durante la etapa de práctica empresarial, se consiguió no solo afianzar los conocimientos teóricos, sino también aplicarlos en un ambiente laboral real. Durante el proceso, se pudieron identificar áreas de oportunidad que facilitaron la optimización de los procesos técnicos y administrativos de la empresa, lo que resultó una mejor significativa en la calidad y precisión de los informes geotécnicos generados.

El análisis detallado de los ensayos de campo y laboratorio, la utilización de software avanzado para la interpretación de datos y la elaboración de informes técnicos fueron cruciales para desarrollar habilidades en la ingeniería geotécnica. Además, la integración de metodologías más precisas y la estandarización de procesos contribuyeron a la reducción de márgenes de error y la mejora de la eficiencia operativa dentro de la empresa. Todo esto fue realizado bajo la supervisión directa de los ingenieros encargados, lo que facilitó la ejecución de ensayos de calidad que cumplen con las normativas nacionales e internacionales como INVIAS, NTC, NSR-10, AASHTO y ASTM.

La mejora de los procedimientos geotécnicos en la empresa ha garantizado una mayor confiabilidad en los proyectos de infraestructura en Santander, lo que ha resultado en estructuras construidas más seguras y duraderas. Además, el trabajo realizado potencia el sector geotécnico, asegurando el cumplimiento de estándares globales y facilitando la implementación de prácticas innovadoras.

La práctica empresarial en InterObras de Santander S.A.S permitió el logro de las metas académicas establecidas, al mismo tiempo que produjo un efecto medible en la mejora de los procedimientos técnicos y administrativos dentro de la empresa. Esto tuvo un impacto sustancial en la calidad de los estudios geotécnicos, mejorando la seguridad de las infraestructuras y promoviendo una mayor sostenibilidad y eficiencia en los proyectos ejecutados. El método utilizado en la mejora continua, que implica estandarizar procesos y utilizar tecnologías avanzadas, ha tenido un impacto sustancial a nivel local, regional y nacional en el campo de la ingeniería geotécnica.

Referencias Bibliográficas

- ASTM. (2021). *Determinación del peso unitario de especímenes del suelo - Norma ASTM D7263-21 MÉTODO B*. Obtenido de Normas internacionales de ASTM: <https://la.astm.org/es/standards/>
- ASTM INTERNATIONAL. (2024). *Normas AASTHO*. Obtenido de ¿QUE ES AASHTO?: <https://la.astm.org/standards/aashto/>
- Das, B. M. (2011). *Fundamentos de Ingeniería de cimentaciones*. latinoamerica: Septima Edicion. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/fundamentos-de-ingenieria-de-cimentaciones_compress.pdf
- Geo5. (2024). Geo5 Software Geotecnico. Obtenido de <https://www.finesoftware.es/software-geotecnico/>
- Google Earth. (2024). Google Earth. Obtenido de <https://www.google.es/intl/es/earth/index.html>
- Instituto Nacional de Vías . (2013). *Determinacion en el laboratorio del contenido de agua (Humedad) de muestras de suelo, roca y mezclas de suelo - agregado INV E-122-13*. Obtenido de INVIAS: <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/139-documento-tecnicos/1988-normas-de-ensayo-de-materiales-para-carreteras>
- Instituto Nacional de Vías. (2013). *Analisis granulométrico de los agregados grueso y fino INV E-213-13*. Obtenido de INVIAS: <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/139-documento-tecnicos/1988-normas-de-ensayo-de-materiales-para-carreteras>

Instituto Nacional de Vías. (2013). *Densidad y Peso Unitario del suelo en el terreno por el método del cono y arena INV-161-13*. Obtenido de INVIAS: <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/139-documento-tecnicos/1988-normas-de-ensayo-de-materiales-para-carreteras>

Instituto Nacional de Vías. (2013). *Determinación del límite líquido de los suelos INV E-125-13*. Obtenido de INVIAS: <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/139-documento-tecnicos/1988-normas-de-ensayo-de-materiales-para-carreteras>

Instituto Nacional de Vías. (2013). *Estabilidad y flujo de mezclas asfálticas caliente empleando el equipo Marshall INV E-748-13*. Obtenido de INVIAS: <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/139-documento-tecnicos/1988-normas-de-ensayo-de-materiales-para-carreteras>

Instituto Nacional de Vías. (2013). *Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos INV E – 126 –13*. Obtenido de INVIAS: <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/139-documento-tecnicos/1988-normas-de-ensayo-de-materiales-para-carreteras>

Instituto Nacional de Vías. (2013). *Limites de Atterberg* . Obtenido de INVIAS: <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/139-documento-tecnicos/1988-normas-de-ensayo-de-materiales-para-carreteras>

Instituto Nacional de Vías. (2022). *INVIAS*. Obtenido de Funciones: <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/objetivos-y-funciones>

Interobras de Santander SAS. (2024).

José Limia. (2023). *IMO*. Obtenido de El papel de la geotecnia en el diseño de cimentaciones:

<https://cimentacionespecial.es/blog/la-geotecnia-en-cimentaciones/>

Monge, A. (2018). *Blog LanammeUCR*. Obtenido de La importancia de realizar ensayos

geotecnicos en proyectos ingenieriles: <https://bloglanammeucr.blogspot.com/2018/02/la-importancia-de-realizar-ensayos.html>

SGC. (2015). *Amenaza media*. Obtenido de Servicio Geológico Colombiano:

<https://www.sgc.gov.co/>

Suarez, J. (2012). *Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales*. Bucaramanga: 1.

Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/184-1_caracterizaciondelosmovimientos-1%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/184-1_caracterizaciondelosmovimientos-1%20(1).pdf)

Suelos y Pavimentos. (2023). *Suelos y Pavimentos*. Obtenido de ¿Que es un ensayo de suelos?:

<https://suelosypavimentos.com.co/que-es-un-ensayo-de-suelos/>