



**APOYO TÉCNICO Y COMERCIAL DURANTE LA EJECUCIÓN DE LOS
PROYECTOS REALIZADOS POR LA EMPRESA CIMESCOL.**

Sofía Rivera Girado

Informe de prácticas académicas para optar al título de Ingeniera Civil

Modalidad de Práctica

Semestre de Industria

Asesor interno:

Edwin Fabián García Aristizábal, Doctor (PhD) en Ingeniería

Asesor externo:

Carlos Alberto Gómez Ramírez, Magíster (MSc) en Ingeniería

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Civil

Medellín, Antioquia, Colombia

2025

| | |
|----------------------------|---|
| Cita | (Rivera Giraldo, 2025) |
| Referencia | Rivera Giraldo, S. (2025). <i>APOYO TÉCNICO Y COMERCIAL DURANTE LA EJECUCIÓN DE LOS PROYECTOS REALIZADOS POR LA EMPRESA CIMESCOL</i> [Informe de práctica]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. |
| Estilo APA 7 (2020) | |



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Agradecimientos

A lo largo de mi carrera, enfrenté numerosos retos que supe afrontar y superar de la mejor manera posible, logrando avanzar en mis asignaturas y adquirir nuevos conocimientos. Este proceso no solo fortaleció mi carácter, sino que también me ayudó a desarrollar una actitud resiliente frente a las adversidades que surgieron en mi vida académica. Todo esto fue posible gracias al apoyo incondicional de mis padres, quienes estuvieron a mi lado desde el momento en que elegí mi profesión; a mi novio, que me acompañó durante las largas noches de estudio y los momentos de estrés; y a mi abuela, quien siempre se esforzó por brindarme las mejores condiciones y herramientas físicas para culminar con éxito esta etapa. Finalmente, quiero expresar mi especial agradecimiento a la Universidad de Antioquia, que me ofreció los espacios y recursos necesarios para completar esta etapa de mi formación académica, abriéndome las puertas a nuevas oportunidades tanto laborales como educativas.

Tabla de contenido

| | |
|--|----|
| Resumen | 6 |
| Abstract | 7 |
| 1. Introducción | 8 |
| 2. Objetivos | 9 |
| 2.1 Objetivo general | 9 |
| 2.2 Objetivos específicos..... | 9 |
| 3. Marco teórico | 10 |
| 4. Metodología | 14 |
| 5. Análisis de resultados..... | 17 |
| 5.1. Área comercial. | 17 |
| 5.2. Área técnica y de consultoría. | 21 |
| 6. Conclusiones y recomendaciones..... | 26 |
| Referencias | 27 |

Lista de tablas

Tabla 1. Tabla H.3.2-1. Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción. Sacado de Título H - NSR10

Lista de figuras

Figura 1. Número y profundidad de los sondeos cotizados.

Figura 2. Servicios de construcción cotizados durante el segundo semestre de 2024.

Figura 3. Ejemplo programación de obra realizada para proyecto.

Figura 4. Ejemplo base de datos de seguimiento comercial.

Figura 5. Tipos de suelos obtenidos en ensayos de laboratorio.

Figura 6. Análisis granulométrico de suelos limosos de alta plasticidad.

Figura 7. Análisis granulométrico de suelos limosos de baja plasticidad.

Figura 8. Análisis granulométrico de arenas limosas.

Figura 9. Análisis granulométrico de suelos CL, CL-ML, GM y GW-GM.

Figura 10. Carta de plasticidad de las muestras analizadas en laboratorio.

Siglas, acrónimos y abreviaturas

| | |
|-------------|--|
| SPT | Standard Penetration Test |
| cm | Centímetros |
| g | Gramos |
| m | Metros |
| SUCS | Sistema Unificado de Clasificación de Suelos |
| MSc | Magister Scientiae |
| PhD | Philosophiae Doctor |
| UdeA | Universidad de Antioquia |
| IGU | Inyección Global Única |
| IRS | Inyección Repetitiva y Selectiva |

Resumen

En el presente informe se describen las actividades desarrolladas durante la práctica académica bajo la modalidad de semestre de industria, llevada a cabo en la empresa Cimescol SAS. En este periodo, el practicante desempeñó el rol de auxiliar de ingeniería, realizando tareas fundamentales como la elaboración de presupuestos, cotizaciones, cálculo de cantidades y apoyo en el laboratorio de suelos. Este cargo es clave para la ejecución de los estudios de suelos y la gestión comercial de la empresa. Adicionalmente, se llevaron a cabo análisis de los resultados obtenidos en el laboratorio, incluyendo la concurrencia de los tipos de suelo identificados, su composición granulométrica y los límites de Atterberg. Asimismo, se generó una base de datos con las cotizaciones realizadas, junto con un análisis de la profundidad y el número de sondeos cotizados, con el propósito de identificar tendencias relevantes en estos parámetros.

Palabras clave: presupuestos, cotizaciones, geotecnia, estudio de suelos, ensayos de laboratorio

Abstract

This report describes the activities developed during the academic internship under the modality of industry semester, carried out in the company Cimescol SAS. During this period, the intern performed the role of engineering assistant, carrying out fundamental tasks such as the preparation of budgets, quotations, calculation of quantities, and support in the soil laboratory. This position is key for the execution of soil studies and the company's commercial management. In addition, an analysis of the results obtained in the laboratory was carried out, including the concurrence of the soil types identified, their granulometric composition, and Atterberg limits. A database was also generated with quotations an analysis of the depth and number of boreholes quoted, and an analysis of the depth and number of boreholes quoted to identify relevant trends in these parameters.

Keywords: estimates, quotations, geotechnical engineering, soil survey, laboratory testing

1. Introducción

Cimescol S.A.S. es una empresa especializada en mejoramiento de suelos, cimentaciones y estabilización de taludes, proporcionando acompañamiento geotécnico en proyectos de infraestructura. Sus servicios incluyen la construcción y diseño de pilotes, micropilotes (IGU-IRS), anclajes, pruebas de carga, entre otros.

Ahora bien, ante el aumento en la demanda de nuevos proyectos de construcción y consultoría, ha surgido la necesidad de integrar al equipo de trabajo ingenieros civiles que puedan apoyar en actividades clave como la residencia de obras, elaboración de presupuestos, la programación de obras, el seguimiento comercial, el control de inventarios y la asistencia en laboratorio de suelos. Estas actividades son cruciales para garantizar el desarrollo continuo y eficiente de los proyectos tanto pendientes como en ejecución.

De la misma manera, la empresa mantiene una constante ejecución de proyectos tanto de consultoría como de construcción de cimentaciones profundas como los micropilotes y pilotes, y la estabilización de taludes y laderas mediante anclajes pasivos y activos.

En efecto, la realización de esta práctica académica en modalidad de semestre de industria tiene como objetivo principal la expansión de los conocimientos adquiridos durante la carrera, así como la profundización en otras áreas de la ingeniería civil, en un entorno laboral enfocado en la geotecnia y la construcción. Se espera que, a través de esta experiencia, se adquieran competencias en procesos constructivos de cimentaciones y en la realización de estudios de suelos para diversas categorías de unidades constructivas. Estos objetivos se alcanzarán mediante el apoyo técnico en oficina, desempeñando funciones como laboratorista, recopilando datos, elaborando informes, y como auxiliar de ingeniería civil, llevando el control de presupuesto y programación de obra. Adicionalmente, se brindará seguimiento comercial a través del contacto con clientes potenciales y se gestionará el control de inventario entre la bodega principal de la empresa y los almacenes en las diferentes obras en ejecución. La integración de auxiliares de ingeniería en Cimescol S.A.S. no solo responde a la necesidad de cubrir áreas clave para el correcto desarrollo de los proyectos en ejecución, sino que también ofrece una oportunidad valiosa para el enriquecimiento profesional en el campo de la geotecnia. La experiencia adquirida en actividades técnicas, comerciales y de gestión dentro de un entorno real de trabajo, contribuirá significativamente al desarrollo de

competencias prácticas y a la formación integral como ingeniera, con preparación para enfrentar los desafíos de la industria con mayor solidez.

De igual forma, la rama de la ingeniería en la que está enfocado tanto la empresa como el desarrollo de estas prácticas profesionales resultan de gran interés personal como profesional, ya que conocer de mecánica de suelos y cimentaciones es esencial en cualquier proyecto constructivo, pues estos campos proporcionan la base para entender la interacción suelo estructura. Además, un buen entendimiento de la teoría que fundamenta la geotecnia permite concebir diseños más realistas, garantizar la estabilidad de taludes y asegurar la durabilidad de las infraestructuras, minimizando riesgos por fallas o asentamiento y reduciendo los niveles de incertidumbre en cualquier etapa de diseño o construcción. Por esto, se genera una optimización y se asegura el éxito en la ejecución de proyectos desde obras hidráulicas hasta carreteras, al adaptarse a las características particulares del suelo y condiciones geológicas locales.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Apoyar la gestión y formulación de proyectos, tanto pendientes como en ejecución, garantizando el cumplimiento de las especificaciones técnicas y administrativas establecidas por Cimescol SAS.

2.2 Objetivos específicos

- Optimizar la programación y ejecución de obras mediante el cálculo de cantidades para cotizaciones, cortes de obra, la coordinación de recursos y personal, y el seguimiento continuo de los avances en campo.
- Apoyar los procesos de contratación a través de la revisión de pliegos de licitación, la elaboración de contratos de obra y la solicitud y compra eficiente de materiales.
- Mejorar la gestión comercial mediante el apoyo en el seguimiento a clientes y la elaboración de ofertas con presupuestos detallados, incluyendo el análisis de precios unitarios.
- Clasificar los tipos de suelo de las muestras obtenidas a partir de los ensayos realizados en campo y laboratorio, categorizándolos según su clasificación granulométrica, límites de

Atterbeg y ubicación geográfica, para analizar su distribución y características predominantes.

3. Marco teórico

Desde la empresa Cimescol, se planteó como objetivo principal para el practicante de ingeniería civil, la optimización de procesos mencionados anteriormente, con el fin de desarrollar de una manera más eficiente la ejecución de los proyectos que la compañía tenga en curso, por lo tanto, el entorno dinámico y en constante cambio al que se enfrentan los proyectos de construcción requiere una gestión eficiente de los procesos de ejecución, lo cual hace necesario desarrollar planes que aseguren el éxito del proyecto (Acuña & Gordillo, 2018). En este sentido, resulta de alta relevancia la adecuada gestión de un cronograma planeado mediante una programación de obra específica, donde se tengan en cuenta factores externos como internos a los que se ve afectado el proyecto de construcción, ya que estos afectan la programación de obra del proyecto (Ccama & Panca , 2024). Por otro lado, los problemas en el desempeño del cronograma están vinculados al desconocimiento de la estructura de este, la falta de comunicación y coordinación entre las diferentes áreas, dificultades en la documentación y gestión del personal de obra, la ausencia de liderazgo y la calidad. En este sentido, si cualquiera de estos aspectos se presenta, se generará una disminución en la calidad de ejecución del cronograma del proyecto (Ccama & Panca , 2024).

Adicionalmente, Ccama, H. & Panca, L. (2024) encontraron mediante 250 encuestas a profesionales del sector de la construcción, cuáles eran los factores de éxito y fracaso más relevantes en un proyecto, destacando entre estos que la competencia del gerente es el elemento más relevante para el buen desempeño del proyecto o, por el contrario, para el naufragio de este. De manera similar, cualquier asistencia a la gerencia tanto comercial como técnica debe tener una capacitación suficiente de tal forma que todo el engranaje técnico y administrativo se mantengan en sincronía constante, participando activamente en el control de trabajos en obra.

Ahora, hablando desde una perspectiva normativa, la empresa Cimescol SAS está comprometida con el cumplimiento de todos los requisitos normativos establecidos en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, a su vez reglamentado por el Decreto 926 del 19 de marzo de 2010 y modificado parcialmente por el Decreto 945 del 5 de junio

de 2017. Esta es fundamental para el ejercicio de la ingeniería civil en Colombia, ya que establece los criterios técnicos y de seguridad que deben cumplir las construcciones en el país. En particular, el Título H, dedicado a la geotecnia, es crucial para garantizar la estabilidad y seguridad de las estructuras. Ya que en este título se puede encontrar la especificación del número mínimo de sondeos que deben realizarse, el cual varía según la categoría de la unidad constructiva y la capacidad portante del terreno. Estas directrices no solo aseguran la integridad de las obras, sino que también tienen un impacto directo en el cálculo de las cantidades de obra necesarias para realizar una cotización precisa en los servicios de consultoría de la empresa. Un adecuado cumplimiento de estas normas permite a la compañía ofrecer presupuestos detallados y ajustados a las exigencias técnicas, asegurando así la viabilidad económica y técnica de los proyectos.

Con base a lo anterior, resulta de gran importancia aclarar los procesos constructivos y de consultoría que lleva a cabo la empresa, ya que con base en los servicios que se ofrecen, se desprenden las diferentes actividades que desarrolla el practicante de ingeniería. En ese orden de ideas, los servicios con mayor demanda que ha tenido el empresa son: la construcción de micropilotes, los cuales son cimentaciones profundas con mecanismo de transferencia de cargas a niveles más resistentes del terreno en profundidades mayores y por lo general, no tienen diámetros superiores a 0.30m, lo que los hace ideales para lugares con espacios reducidos (Navarro Serna, 2024), también la construcción de anclajes activos, los cuales son mecanismos que trabajan a tensión utilizados para la estabilización de taludes y laderas ajustándose a las condiciones únicas de cada terreno (Rojas, 2016). Por otro lado, uno de los servicios más solicitados por los clientes, es el estudio de suelos (preliminar y definitivo) que comprende el reconocimiento en campo, la investigación del subsuelo por medio de ensayos de campo y de laboratorio, “análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para el diseño y construcción de las obras en contacto con el suelo, de tal forma que se garantice un comportamiento adecuado de la edificación” (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010).

En ese orden de ideas, para este semestre de industria en particular, las actividades auxiliares por parte del practicante de ingeniería civil en la empresa están enfocadas en apoyar el laboratorio de suelos, con el desarrollo de ensayos a muestras recuperadas de SPT, a las cuales se les realizan 4 procedimientos principales:

- **DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS INV E – 123 – 13.**

Se toma una muestra de aproximadamente 300g de suelo y se lleva al horno a una temperatura constante de 100°C por 24h aprox. Luego, se tritura a mano la muestra de suelo seca y se deja remojando en agua, hasta que se puedan deshacer los grumos. Seguidamente se realiza un lavado en el tamiz N°200 para deshacerse de la fracción fina y solo dejar el suelo con tamaño de partículas mayores. Una vez se tenga la muestra lavada, se lleva a secar y se le realiza un proceso de análisis granulométrico convencional a la muestra seca lavada, con los tamices (3/8, N°4, N°10, N°40, N°200 y el fondo) (Instituto Nacional de Vías, 2013)

- **DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA DEL SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO -AGREGADO INV E-122-07**

Se debe tener en cuenta que se toman 2 medidas de humedad por cada metro de sondeo realizado, entonces, se adicionan pequeñas fracciones de suelo húmedo (aproximadamente 20g) y se llevan al horno a 100°C hasta que secan, luego se pesan nuevamente y se realizan los procedimientos de la norma. (Instituto Nacional de Vías, 2007)

- **DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO EN SUELOS INV E-125-13**

Se deja secar una porción de suelo, se tritura a mano y se tamiza para eliminar cualquier partícula que quede retenida en el tamiz N°40, con el suelo pasante, se realizan 3 medidas poniendo una porción de suelo húmeda en la cazuela de casa grande y realizando una línea en el medio con el ranurador, cada muestra debe estar entre 15-25, 20-30 y 25-35 golpes, para generar los 3 puntos en la gráfica. A cada muestra se le toma la humedad. (Instituto Nacional de Vías, 2013)

- **LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS INV E-126-13**

Se deja secar una porción de suelo, se tritura a mano y se tamiza para eliminar cualquier partícula que quede retenida en el tamiz N°40, con el suelo pasante se realizan 2 muestreos, tomando porciones de suelo húmedo de aprox. 1 cm^3 y formando rollitos de 3mm de diámetro. Finalmente, se les toma la humedad a estas muestras. (Instituto Nacional de Vías, 2013)

También cabe resaltar que el número y profundidad de los sondeos a realizar depende de la categoría de la unidad constructiva y del número de unidades constructivas que están proyectadas en los planos o ya están construidas. Por tanto, la NSR-10 define una unidad constructiva como:

- Una edificación en altura.
- Un grupo de construcciones adosadas, cuya longitud máxima en planta no exceda los 40m.
- Cada zona que esté separada por juntas de constructivas
- Cada fracción del proyecto con alturas, cargas o niveles de excavación diferentes.
- Construcciones adosadas de categoría baja, hasta una longitud máxima en planta de 80m.

Además, si el proyecto excede dichas longitudes, se deberá fragmentar en varias unidades de construcción, por longitud o fracción de longitudes, todo esto según el título H de la norma. Así mismo, las unidades de construcción categorizan como baja, media, alta y especial, las cuales son clasificaciones que dependen del número de niveles de la unidad constructiva y/o según las cargas máximas de servicios en las columnas. (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010)

También se debe tener en cuenta el número mínimo de sondeos de exploración para cada proyecto, el cual se define dependiendo de la categoría de la unidad constructiva como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Tabla H.3.2-1. Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción. Sacado de Título H - NSR10

| Categoría Baja | Categoría Media | Categoría Alta | Categoría Especial |
|--|---|---|---|
| Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3 | Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4 | Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4 | Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5 |

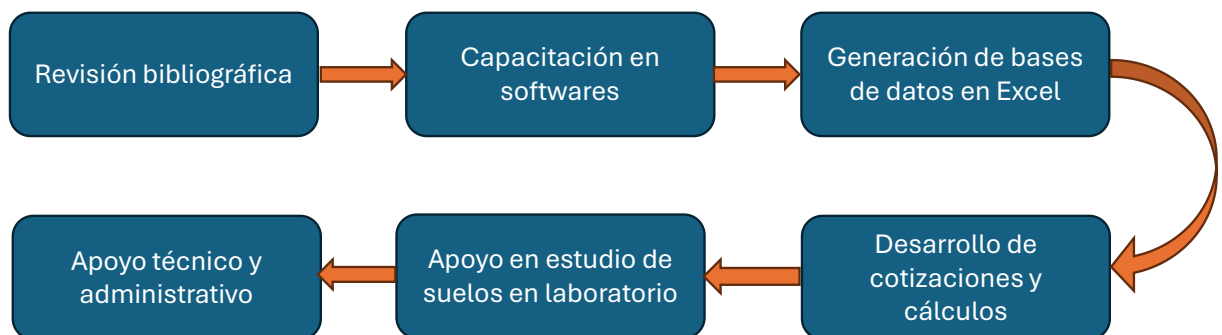
De esta manera se obtienen, varios parámetros para la clasificación de suelos, los cuales se relacionan con el número de golpes del ensayo SPT, para generar un perfil simplificado de suelo del lugar donde se está realizando el estudio.

Por otro lado, para todos los proyectos, independiente del tipo de suelos se emplea un equipo de refracción sísmica marca PASI de la norma ASTM D 5777-18, donde este método se emplea para

determinar condiciones geológicas, como la profundidad hasta la roca madre o el nivel freático, estratigrafía, litología, estructura y fracturas. La velocidad de las ondas sísmicas calculadas se relaciona con las propiedades mecánicas del material, permitiendo caracterizarlo (tipo de roca, grado de intemperismo y facilidad de excavación) en función de esa velocidad y otros datos geológicos (ASTM International, 2018).

Finalmente, a la empresa se solicitan otros servicios como la supervisión técnica, diseño de pavimentos, diseño estructural, construcción de drenes, entre otros. En relación a lo anterior, todas estas actividades constituyen la oferta de servicios brindados por la empresa, donde se necesita conocimiento propio y capacitación interna para desarrollar las actividades objetivo del presente trabajo, ya que, el aprendizaje de los procesos constructivos, la metodología empleada por la empresa para realizar los estudios geotécnicos y diseños de cimentaciones y los lineamientos propios desarrollados por la compañía, son fundamentales para el correcto desarrollo de APUs, cortes de obra, realización de cotizaciones y cálculo de cantidades para presupuestos.

4. Metodología



- Revisión bibliográfica de normativa como el Título H de la NSR-10, de artículos científicos que contengan información relevante para el presente informe y de documentos propios de la empresa donde se presentan guías básicas para el desarrollo de cotizaciones y seguimiento comercial.

Para ampliar los conocimientos relacionados con el cargo a desempeñar en la empresa y los temas abordados en el presente informe, se ha realizado una búsqueda

exhaustiva en diversas fuentes de información. El objetivo de esta búsqueda es obtener una base sólida que sustente el desarrollo del trabajo. En primer lugar, se ha tomado como referencia la normativa vigente, que incluye la metodología y los fundamentos teóricos necesarios para la realización de ensayos de laboratorio sobre clasificación de suelos, cotizaciones, presupuestos, análisis de información y ensayos de campo.

Posteriormente, se complementó esta búsqueda con una revisión bibliográfica en buscadores académicos y en el repositorio universitario, con el fin de localizar artículos científicos y documentos que profundicen en los temas de interés para el desarrollo del trabajo. Entre estos temas se destacan: la optimización en la realización de presupuestos, la programación de obra, los conceptos teóricos sobre los procesos constructivos empleados en la empresa, así como la organización de recursos y tiempos.

- b.** Capacitación en los softwares y formatos de manejo interno, para desarrollar las actividades de acuerdo con las políticas de la empresa.

Esta actividad se concentró principalmente durante las primeras semanas de trabajo, en las cuales se recibió capacitación para comprender el uso de los diferentes softwares utilizados en la empresa, tales como Excel, Civil 3D, AutoCAD, Microsoft Project, entre otros. De igual manera, todos los formatos empleados para la realización de los ensayos de laboratorio, los diseños, las cotizaciones, los cálculos de presupuesto y los informes se desarrollan mediante hojas de cálculo en Excel. Por esta razón, es fundamental entender el funcionamiento de cada tabla o gráfico automatizado cuando se introducen las variables correspondientes a cada estudio u oferta específica, ya que esto contribuye a obtener resultados de manera más eficiente y a estandarizar el proceso, lo que, a su vez, fortalece la identidad de la marca.

- c.** Generación de base de datos en Microsoft Excel con información sobre las cotizaciones (pendientes, aprobadas y descartadas), sobre los clientes y datos del proyecto, para optimizar el seguimiento comercial.

Dada la gran cantidad de cotizaciones pendientes de posibles futuros clientes para la empresa, surgió la necesidad de crear bases de datos en Excel, que permitan una búsqueda más ágil de cualquier información relacionada con proyectos cotizados previamente. Estas

bases de datos contienen el consecutivo del archivo, el nombre y los datos de contacto del cliente, la descripción del proyecto, la fecha del último contacto y el estado de la cotización. De esta manera, se puede identificar fácilmente cuáles ofertas han sido aprobadas, cuáles están en espera y cuáles han sido descartadas. Esta metodología optimiza y facilita el seguimiento comercial, ya que evita la necesidad de revisar individualmente la carpeta de cada oferta para acceder a la información correspondiente.

- d.** Desarrollo de cotizaciones y cálculo de cantidades de obra, para generar presupuestos y ofertas a clientes de acuerdo con sus requerimientos particulares, las cuales contienen; según el caso, profundidades y número de sondeos, cantidad y tipo de ensayos de laboratorio según el proyecto, cantidades de obra para construcción, entre otros.

En primer lugar, para realizar una cotización de un estudio de suelos, es necesario contar con información sobre el número de niveles que tiene o proyecta tener la unidad constructiva, así como su ubicación. Con esta información, se puede calcular el número de sondeos requeridos y la profundidad que deben tener de acuerdo con la NSR-10. En función de estos dos parámetros, se determina la cantidad de ensayos de granulometría, límites de Atterberg y porcentaje de humedad que se deben realizar.

Por otro lado, para cotizar la construcción de anclajes, micropilotes o pilotes, el cliente debe proporcionar el estudio de suelos y los planos estructurales, lo que permite calcular las cantidades de obra, plazos de ejecución, consumo de cemento, maquinaria necesaria, así como los costos de transporte y personal. Además, la empresa ofrece servicios de supervisión técnica, diseño estructural, entre otros, los cuales se cotizan según los requerimientos específicos del cliente.

- e.** Apoyar la realización de estudio de suelos en laboratorio, realizando ensayos de granulometría, humedad y límites de Atterberg cuando llegan las muestras de suelo después de la realización de sondeos en campo.

Por el ámbito de la consultoría y el diseño, se realizan exploraciones en campo realizando, principalmente, ensayos de SPT, ensayos con metodología a Rotopercusión y Líneas de refracción sísmica que pueden alcanzar profundidades de hasta 30m, las cuales son de gran utilidad para cubrir proyectos de categorías alta o especial, resaltando que se

realizan para estudios de suelos indistintamente de la categoría de la unidad constructiva, además se ejecutan ensayos para la clasificación de suelos como la toma de humedades, ensayos de granulometría, límites de Atterberg y Corte Directo dependiendo del caso para la posterior generación del informe geotécnico. Por otro lado, en los proyectos de construcción, hay actividades de oficina que se mantienen en constante ejecución como la actualización de inventario de almacenes de obra con bodega principal, la generación de programación de obra para llevar un control del desarrollo del proyecto, la gestión de recursos y de personal para los distintos proyectos que se estén ejecutando en el mismo momento, la generación de actas de obra y demás actividades que corresponden al correcto proceder de una obra de ingeniería.

5. Análisis de resultados

Teniendo en cuenta que durante la práctica académica se tuvo la oportunidad de participar en numerosos proyectos, tanto en el área comercial como en la de consultoría, los resultados se presentarán en dos secciones. Esto permitirá abordar los logros específicos de cada área y realizar un análisis integral considerando los diversos factores que influyen en cada una.

5.1. Área comercial.

Desde el área comercial de consultoría se elaboraron 46 cotizaciones para estudios de suelos en diversas categorías de unidades constructivas, de acuerdo con los lineamientos de la NSR-10. Estos proyectos se ubicaron principalmente en el Valle de Aburrá, el occidente y el oriente del departamento de Antioquia. En cada caso, se calcularon el número de sondeos de campo requeridos, su profundidad, y los ensayos de laboratorio necesarios para cumplir con la normativa y elaborar los informes geotécnicos correspondientes. Adicionalmente, se realizó una recopilación de toda la información generada a partir de las cotizaciones para facilitar su análisis.

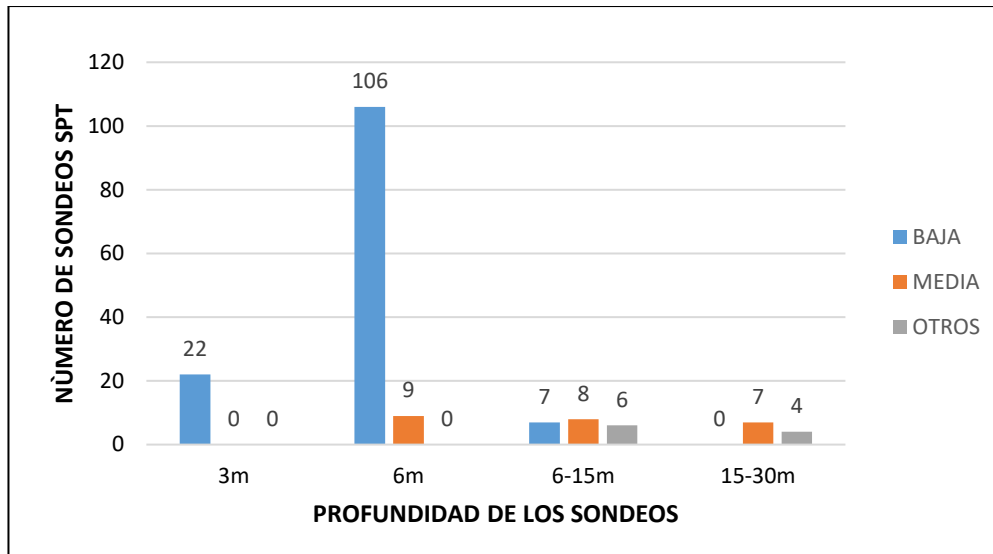


Figura 1. Número y profundidad de los sondeos cotizados.

Se recopiló información sobre el número de sondeos tipo SPT cotizados y sus profundidades, como se ilustra en la Figura 1. El objetivo fue analizar cuáles son las profundidades más frecuentemente solicitadas según la categoría de la unidad constructiva. Los resultados muestran que, para las edificaciones de categoría baja, los sondeos de 6 metros representan el 78.5% del total cotizado. Esto probablemente se debe a que la profundidad de 6 metros es la mínima exigida por la norma para realizar exploraciones de campo y estudios de suelos en edificaciones de esta categoría. No obstante, para esta categoría también se cotizaron sondeos de 3, 12 y 15 metros. Esto se debe a que la norma permite que solo el 50% de los sondeos realizados cumpla con la profundidad mínima requerida, lo que posibilita incluir sondeos de menor profundidad para complementar el número mínimo exigido. Por otro lado, se ejecutan sondeos de mayor profundidad cuando es necesario atravesar estratos de suelo que, en el futuro, serán removidos para construir estructuras como sótanos, semisótanos o piscinas, o cuando se proyecta realizar cortes en todo el lote para reducir el nivel actual del terreno.

Adicionalmente, en los proyectos cotizados de categoría media, las profundidades de los sondeos se distribuyen de manera más equitativa, ya que, los sondeos de 6 m, de 6 a 15 m y de 15 a 30 m representan el 37,5%, 33,3% y 29,17%, respectivamente, del total de sondeos para esta categoría. A diferencia de las cotizaciones para unidades constructivas de categoría baja, en esta categoría no se cotizaron sondeos de 3 m. Finalmente, cabe resaltar que en la categoría "OTROS", mostrada en la Figura 1, se incluyen todos los proyectos que no pertenecen a una categoría

específica. Estos no corresponden a unidades constructivas definitivas según la NSR-10, sino a estructuras como puentes, canchas deportivas o graderías.

Por otro lado, en el área comercial del área de construcción se realizaron 22 cotizaciones de distintos servicios constructivos en el Valle de Aburrá, oriente de Antioquia, como lo son: Construcción de micropilotes, anclajes activos, pruebas de carga e instalación de inclinómetros, las cuales se dividen como se muestra en la Figura 2, y se evidencia como el servicio de micropilotaje predomina sobre los demás ya que es un proceso que la empresa tiene más estandarizado en cuestión de presupuestos, rendimiento y actividades en obra.

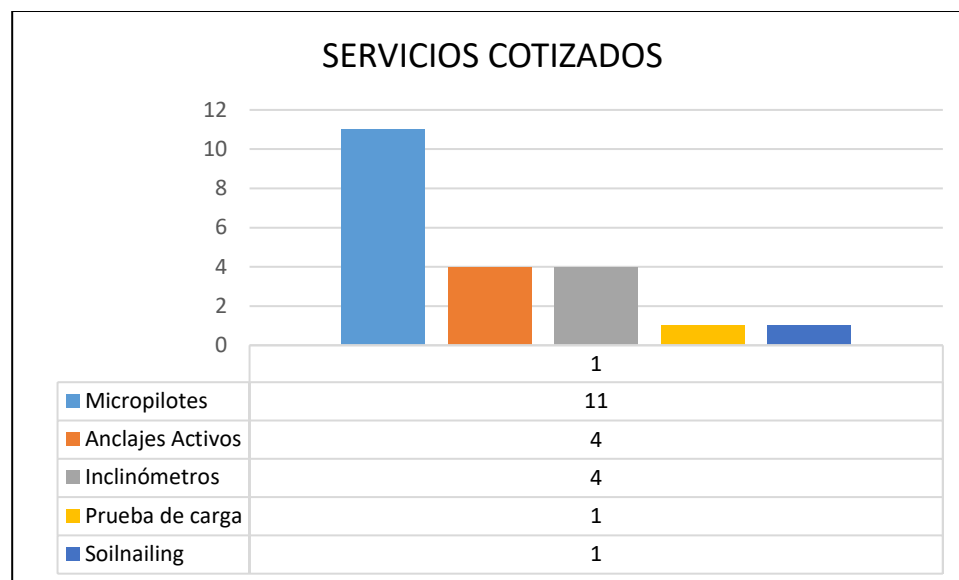


Figura 2. Servicios de construcción cotizados durante el segundo semestre de 2024.

Adicionalmente, se tuvo la oportunidad de apoyar en labores relacionadas con la programación de obra, elaborando el cronograma de trabajo de un proyecto de construcción que consistió en 118 anclajes activos en una urbanización ubicada en el norte del Valle de Aburrá. Esta experiencia permitió desarrollar habilidades en el uso del software MS Project y mejorar los conocimientos sobre rutas críticas, actividades sucesoras y predecesoras, así como la importancia

de los rendimientos de maquinaria y mano de obra dentro de una programación de obra. Como resultado de esta actividad, se generó una programación de este tipo:

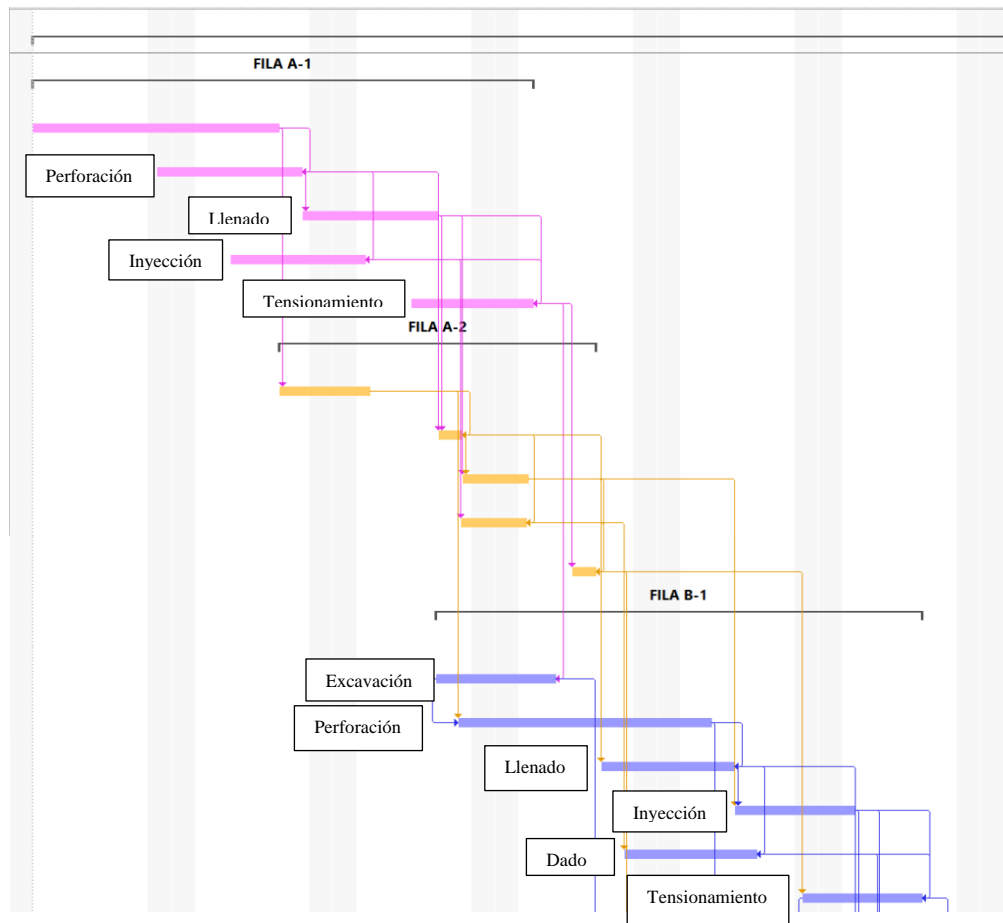


Figura 3. Ejemplo programación de obra realizada para proyecto.

Y se realizó tomando las actividades base para la construcción de anclajes:

- Excavación y corte del talud
- Perforación
- Llenado
- Inyección
- Construcción del dado de concreto
- Tensionamiento

En la cual se estableció una línea base y se realizó seguimiento a las actividades por porcentaje de avance para llevar un control de los rendimientos y posibles atrasos o adelantos en el proyecto.

Además, se desarrollaron bases de datos para apoyo del área comercial y llevar un seguimiento más organizado de las cotizaciones realizadas en 2023 y 2024, donde se recopilan datos de contacto del cliente, del proyecto cotizado e información sobre la última vez que se contactó y estado de la cotización, formando una tabla como la que se muestra en la Figura 4, la cual facilita el reconocimiento del estado de las cotizaciones para adicionar faltantes y la persona que se encuentre en el cargo de auxiliar comercial pueda comprender fácilmente el estado de avance en este proceso, sin necesidad de abrir cada carpeta de proyecto por separado.

| ID COTIZACIÓN | CLIENTE | PROYECTO | CELULAR | CORREO | FECHA DE ÚLTIMO CONTACTO | DESCRIPCIÓN |
|---------------|----------------|--|-----------|-------------------|--------------------------|--|
| COT2024-139 | Ingeniero X | Casa Molina - Parcelación Reserva Silvestre Lote 11A - | 123456789 | usuario@gmail.com | 28/08/2024 | Seguimos pendientes del proyecto, aún no han hecho estudio de suelos. |
| COT2024-120 | Arquitecto Y | Cancha Santa Isabel - Remedios | 123456789 | usuario@gmail.com | 14/08/2024 | DESCARTADA |
| COT2024-170 | | Bracamonte - Envigado | 123456789 | usuario@gmail.com | 14/08/2024 | APROBADA |
| COT2024-127 | | Balmoral Lote 133 | 123456789 | usuario@gmail.com | 14/08/2024 | El propietario aún no ha decidido |
| COT2024-113 | | Hacienda El Capiro-Rionegro | | | 18/07/2024 | Se le envió al cliente pero no han definido. |
| COT2024-181 | | Casa Pinar Azul - El Retiro | 123456789 | usuario@gmail.com | 31/10/2024 | APROBADA |
| COT2024-012 | | Hotel Aguadas - Caldas | 123456789 | usuario@gmail.com | 6/08/2024 | No ha contestado |
| COT2024-013 | | Edificio Lalinde - Poblado | 123456789 | usuario@gmail.com | 28/08/2024 | El proyecto se encuentra pendiente por aprobación del cliente. |
| COT2024-183 | | Líneas de refracción sísmica Buenos Aires y Laureles | 123456789 | usuario@gmail.com | 31/10/2024 | APROBADA |
| COT2024-014-1 | Constructora Z | Est. Suelos/Vivienda La Catedral Envigado | 123456789 | usuario@gmail.com | 6/08/2024 | No ha contestado |
| COT2024-014-2 | | Topografía/Vivienda La catedral | | | 6/08/2024 | No ha contestado |
| COT2024-017 | | Est. Suelos Lote 60 Entrecielos | 123456789 | usuario@gmail.com | 6/08/2024 | No ha contestado |
| COT2024-018 | | Edificios Santa Rosa de Osos | 123456789 | usuario@gmail.com | 23/08/2024 | Se dejó mensaje en whatsapp, el proyecto aún no ha salido, seguir en contacto. |
| COT2024-114 | | Est. Suelos Ampliación vivienda Parr. Cinturón | 123456789 | usuario@gmail.com | | APROBADA |

Figura 4. Ejemplo base de datos de seguimiento comercial.

5.2. Área técnica y de consultoría.

Como auxiliar de ingeniería, se brindó apoyo al área de consultoría en la realización de ensayos de laboratorio para 44 proyectos ubicados en diferentes municipios del Valle de Aburrá, el oriente y el suroeste antioqueño. Para estos proyectos, se recuperaron muestras de suelo hasta la profundidad correspondiente de cada sondeo, y posteriormente se realizaron los análisis de

granulometría y se determinaron los límites de Atterberg. De estos ensayos, se obtuvieron los tipos de suelo que se muestran en la Figura 5.

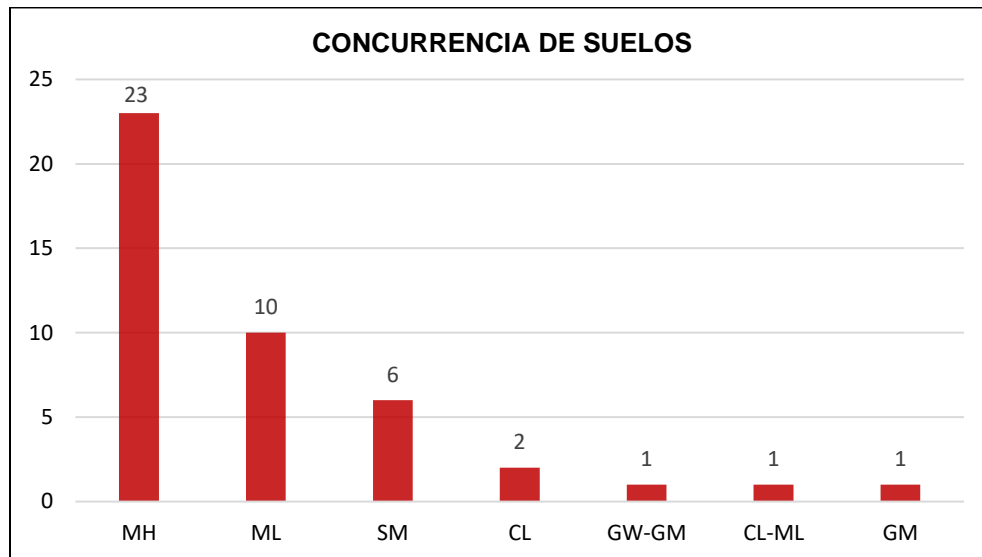


Figura 5. Tipos de suelos obtenidos en ensayos de laboratorio.

En todos los proyectos se llevaron a cabo ensayos de laboratorio. Como primer paso, se realizó el ensayo de porcentaje de humedad en cada muestra recolectada, metro a metro, con el propósito de generar una gráfica de humedad versus profundidad. Esta gráfica, combinada con la de golpes de SPT versus profundidad, permitió realizar una descripción visual de las muestras, identificar los diferentes estratos presentes en la zona de estudio y generar un perfil simplificado del subsuelo. Posteriormente, se seleccionaron muestras representativas de los estratos identificados para realizar su clasificación mediante análisis granulométrico y determinación de los límites de Atterberg. Los resultados de los análisis granulométricos se presentarán en términos de porcentaje de finos, arenas y gravas además de estar separados por el tipo de suelo, con el objetivo de comprender mejor la distribución de los materiales en cada muestra, como se evidencia en las Figura 6, Figura 7, Figura 8 y Figura 9.

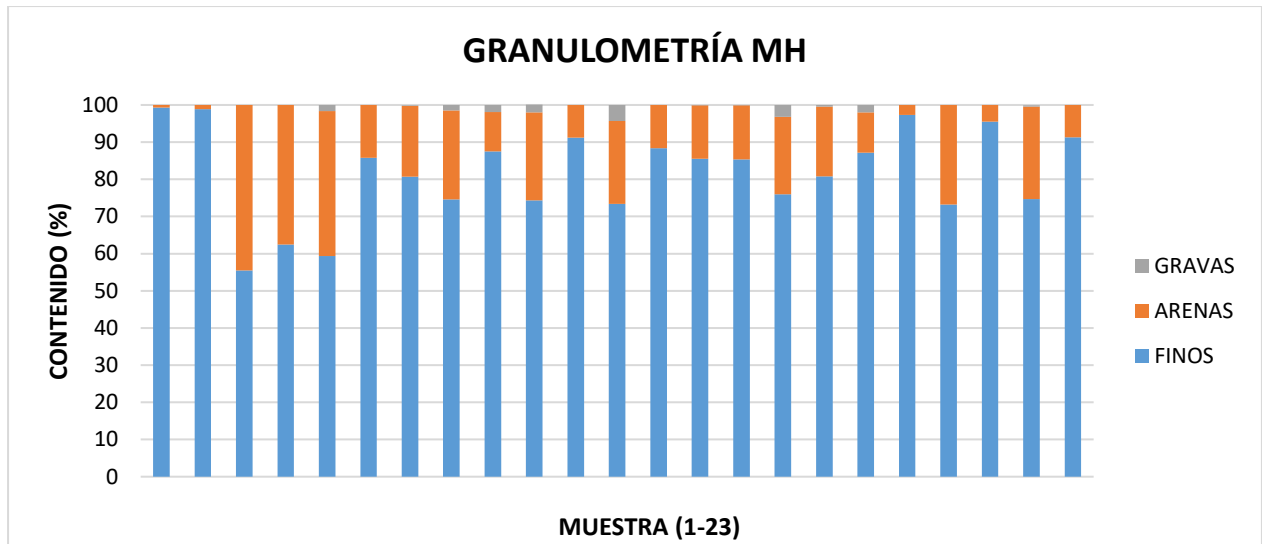


Figura 6. Análisis granulométrico de suelos limosos de alta plasticidad.

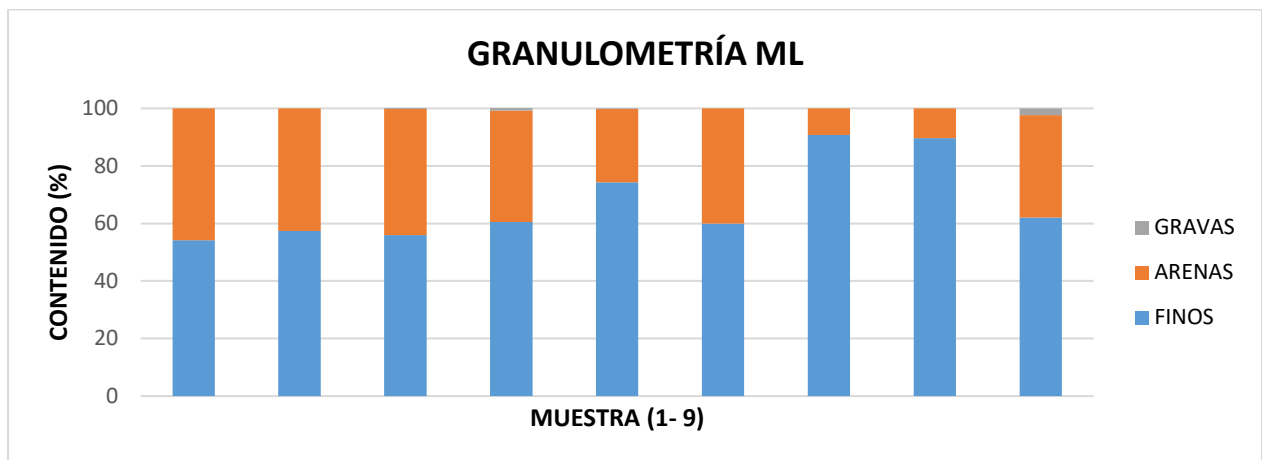


Figura 7. Análisis granulométrico de suelos limosos de baja plasticidad.

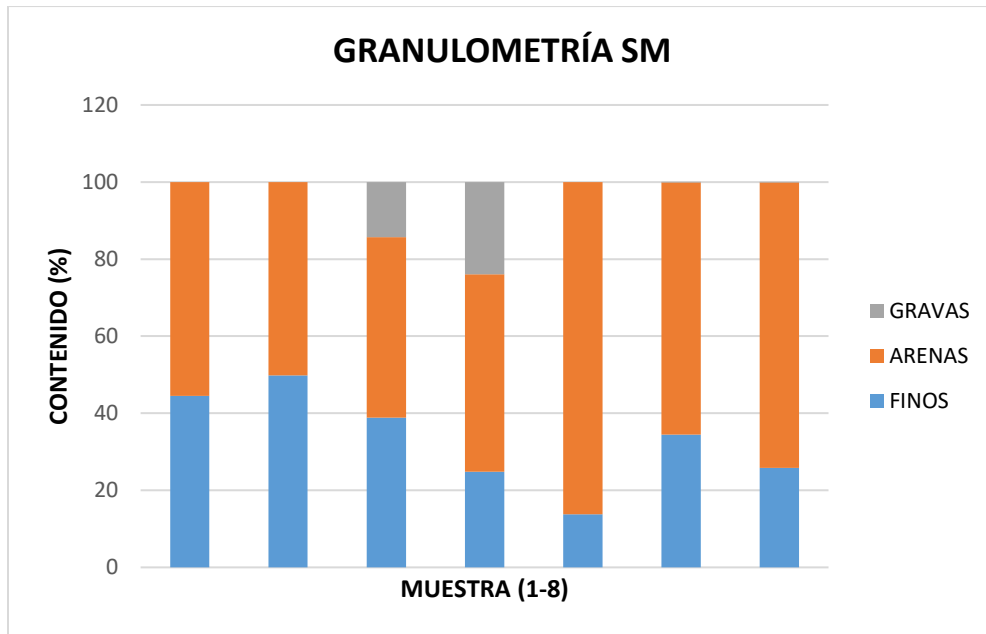


Figura 8. Análisis granulométrico de arenas limosas.

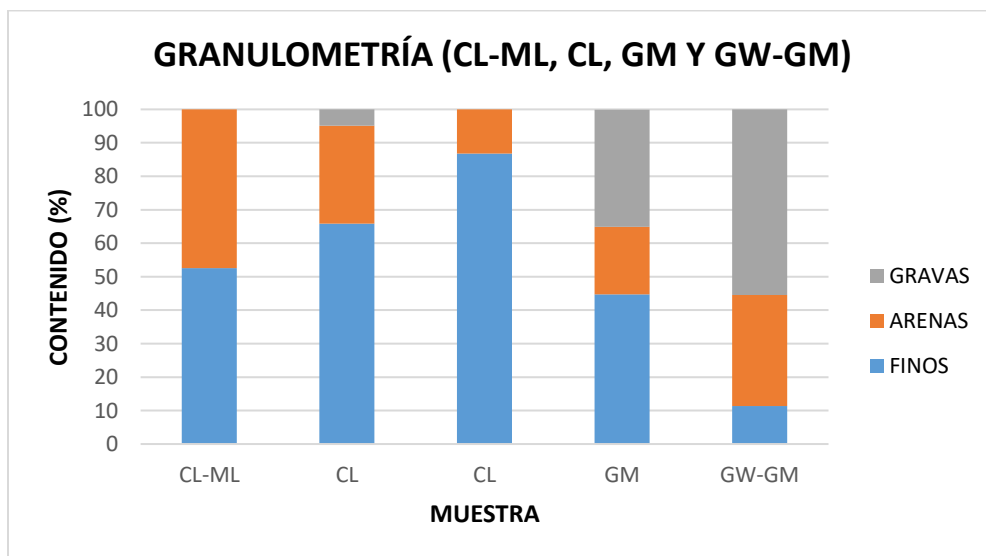


Figura 9. Análisis granulométrico de suelos CL, CL-ML, GM y GW-GM.

Al analizar las distribuciones de finos, arenas y gravas representadas en las gráficas, se observa un incremento en el porcentaje de gravas y arenas en los suelos más granulares. En los suelos clasificados como MH y ML, el porcentaje de gravas es inferior al 5%, mientras que en los suelos GM, SM y GW-GM, este porcentaje alcanza rangos de 35% a 55.5%, respectivamente. Estos

resultados sugieren una adecuada clasificación de las muestras, reflejando las características esperadas para cada tipo de suelo según su granulometría.

Adicionalmente, se recopiló toda la información obtenida en los ensayos de límites de Atterberg para representar su ubicación en la carta de plasticidad de Casagrande. Esta herramienta permite realizar una clasificación más precisa, verificando el tipo de suelo según el Índice de Plasticidad y el Límite Líquido, de acuerdo con los criterios establecidos por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), tal como se muestra en la Figura 10.

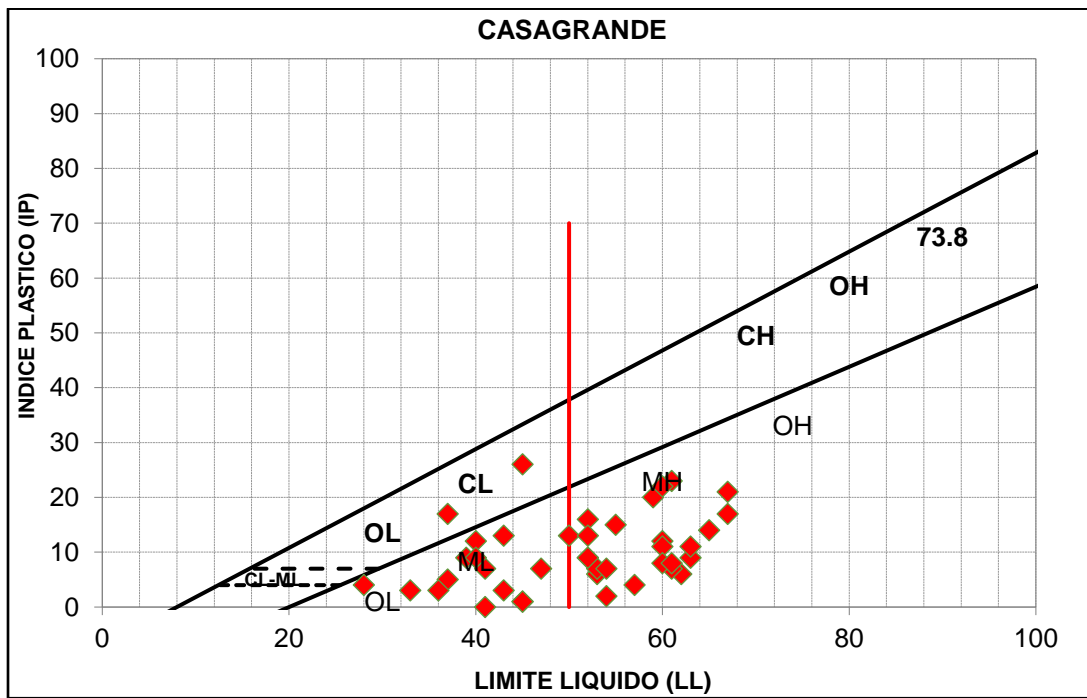


Figura 10. Carta de plasticidad de las muestras analizadas en laboratorio.

Visualmente, se observa que la mayoría de las muestras de suelo se clasifican como MH y ML, con muy pocos puntos ubicados en el área correspondiente a las arcillas. Esto se confirma al revisar la Figura 5, donde se evidencia una clara dominancia de limos de alta y baja plasticidad sobre otros tipos de suelo. Considerando la información presentada y la ubicación de los proyectos realizados, es posible identificar una tendencia en los tipos de suelo más comunes en estas zonas de Antioquia.

6. Conclusiones y recomendaciones.

Es fundamental contar con un conocimiento detallado de los precios del mercado local en procesos constructivos, servicios de consultoría y proveedores. Esto permite elaborar presupuestos y propuestas ajustadas tanto a las necesidades del cliente como a los objetivos de costos y utilidades de la empresa. Además, es crucial considerar los rendimientos de los colaboradores y de la maquinaria, ya que estos factores tienen un impacto directo en los costos unitarios de cada proyecto, por lo que se recomienda la implementación de mediciones de rendimiento de mano de obra y de maquinaria en oportunidades futuras.

De igual forma, para aplicaciones futuras, se debe realizar los ensayos de humedad lo más cerca posible a la fecha de extracción de las muestras en campo. Esto permite obtener resultados más representativos de las condiciones naturales del suelo, lo que a su vez facilita la generación de análisis más precisos y garantiza la entrega de informes de alta calidad.

Por otro lado, en el ámbito de la consultoría, específicamente en el desarrollo de estudios de suelos, resulta crucial clasificar los estratos que conforman el terreno de estudio. Esto se logra mediante ensayos de laboratorio y la descripción visual de las muestras, realizada por un profesional. Dicho análisis permite generar un perfil simplificado del subsuelo y determinar los tipos de suelo presentes, información fundamental para el diseño de cimentaciones y las obras de estabilización que puedan ser necesarias en la zona de estudio.

Finalmente, durante la práctica académica se logró aplicar una variedad de conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, los cuales se complementaron significativamente con la participación en procesos técnicos. Esto permitió ampliar y consolidar los aprendizajes, proporcionando una visión más cercana y precisa del campo laboral y, en particular, del ámbito específico de la geotecnia.

Referencias

- Acuña, C., & Gordillo, V. (2018). *Gestión avanzada de riesgos en proyectos* (2 ed.). Lima, Perú: PM Certifica.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). *Reglamento Colombiano de construcción Sísmo Resistente NSR-10*. Bogotá, Colombia.
- ASTM International. (2018). *D 5777-18. Standard Guide for Using the Seismic Refraction Method for Subsurface Investigation*. doi: 10.1520/D5777-18
- Ccama, H., & Panca, L. (2024). Estrategias de mejora del desempeño del. *Novasineria*, 7(2), 164-182. doi:<https://doi.org/10.37135/ns.01>.
- Instituto Nacional de Vías. (2007). *DETERMINACIÓN EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DEL SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO -AGREGADO INV E-122-07*. Colombia.
- Instituto Nacional de Vías. (2013). *Determinación de los tamaños de las partículas de los suelos INV E-123-13*. Colombia.
- Instituto Nacional de Vías. (2013). *Determinación del límite líquido de los suelos INV E-125-13*. Colombia.
- Instituto Nacional de Vías. (2013). *LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS INV E-126-13*. Colombia.
- Navarro Serna, V. (2024). Estado del conocimiento en el diseño y construcción de. *Trabajo de grado profesional*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Rojas, E. (2016). *ANCLAJES COMO SISTEMA DE FIJACION DE TALUDES*. (U. d. pamplona, Editor) Obtenido de repositoriodspace.unipamplona.edu.co