

Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería en la empresa INGESUELOS ubicada
en la ciudad de Pamplona, norte de Santander

Cesar Alberto Caro Martínez

Director

MSc. Diego Iván Sánchez Tapiero

Ingeniero civil

Universidad de Pamplona

facultad de ingeniería y arquitectura

Departamento de ingeniería ambiental, civil y química

Programa ingeniería civil

Pamplona

2024

Práctica empresarial como auxiliar de ingeniería en la empresa INGESUELOS ubicada
en la ciudad de Pamplona, norte de Santander

Cesar Alberto Caro Martínez

Trabajo de grado para optar el título de ingeniero civil

Director

MSc. Diego Iván Sánchez Tapiero

Ingeniero civil

Universidad de Pamplona

Facultad de ingeniería y arquitectura

Departamento de ingeniería ambiental, civil y química

Programa ingeniería civil

Pamplona

2024

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a mis padres quienes son mi motor cada día para salir adelante y quienes siempre han estado a mi lado apoyándome a lo largo de este hermoso proceso, también va dedicado a mis hermanas con quienes siempre he podido contar cuando más lo he necesitado, a mi novia por su amor incondicional y sus consejos que han sido muy valiosos para encontrar siempre la manera de resolver las cosas y por ultimo pero no menos importante a todas las personas que de alguna u otra manera han aportado un granito de arena en mi formación universitaria y personal.

Agradecimientos

Quiero agradecer primeramente a Dios quien siempre ha sido mi guía espiritual a lo largo de mi vida, a mi familia por el apoyo brindado sin ellos nada de esto sería posible, a mi novia y a su familia que la siento como mía por haberme recibido y siempre impulsarme a salir adelante, a mis amigos por compartir tantos momentos buenos y hacer de este camino algo muy especial los llevo siempre en mi corazón y les deseo muchos éxitos en su vida, a mi director en este proyecto no solo por su ayuda académica sino también por impulsarme a hacer las cosas con amor y dedicación. Por ultimo a todas las personas que me dieron aliento cuando más lo necesite. Gracias al apoyo de todos estoy culminando una etapa de mi vida, sin ustedes nada de esto sería posible.

Tabla de Contenido

RESUMEN.....	12
INTRODUCCIÓN.....	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
JUSTIFICACIÓN.....	16
OBJETIVOS	17
Objetivo General	17
Objetivos Específicos	17
MARCO REFERENCIAL.....	18
Marco de antecedentes o estado del arte.....	18
Antecedentes internacionales	18
Antecedente Nacionales	19
Antecedentes Regionales	22
Marco teórico	25
Marco Legal	27
Marco Contextual	28
Lugar de desarrollo: Pamplona, Norte de Santander, Colombia	28
Generalidades	29
METODOLOGÍA.....	32
Fase 1: Colaborar en la recolección y toma de muestra de estudio de suelo	32
Fase 2: Elaboración de cálculo para el diseño de cimentaciones	33

Fase 3: Montaje de la estructura en el modelo computacional ETABS de los distintos diseños estructurales bajo el cumplimiento de la norma NSR10.	41
Fase 4: Apoyo en las diferentes actividades ingenieriles, asignadas por el jefe directo con el fin de asistir en las labores cotidianas de la empresa	43
RESULTADOS	46
Resultados del objetivo 1 Recolección y toma de muestras del estudio de suelo	46
Resultados del objetivo 2 Elaboración de cálculos para el diseño de cimentaciones.....	55
Análisis de los estudios de suelos	55
Cálculo de dimensiones óptimas de zapatas	60
Modelación en el software Geo 5	63
Calculo de asentamientos elásticos de los diseños	64
Conclusiones preliminares	65
Resultados del objetivo 3 Montaje de la estructura en el modelo computacional ETABS de los distintos diseños estructurales bajo el cumplimiento de la norma NSR10	65
Pre-dimensionamiento de elementos estructurales	67
Configuración del modelo en ETABS	68
Definición de cargas y combinaciones.....	71
Simulación del modelo.....	73
Ajustes al modelo	76
Resultados del objetivo 4 Apoyo en las diferentes actividades ingenieriles, asignadas por el jefe directo con el fin de asistir en las labores cotidianas de la empresa	77
Pago de nóminas quincenales por administración y por contrato en la obra casa Acevedo	77

Elaboración de planos estructurales.....	79
Resultados del ensayo densidad de campo por método del cono de arena	81
Resultados del ensayo cono dinámico de penetración.....	82
CONCLUSIONES.....	85
RECOMENDACIONES.....	87
REFERENCIAS	88
APÉNDICES.....	93

Lista de tablas

Tabla1	Factores de capacidad de carga de Meyerhof para distintos ángulos de fricción	34
Tabla2	valores de relación de poisson según el tipo de suelo	38
Tabla3	Módulo de elasticidad según el tipo de suelo	38
Tabla 4	Estudios de suelos en los que se realizó asistencia en la toma de muestra	52
Tabla 5	Proyectos en los cuales se colaboró con el diseño de las cimentaciones	56
Tabla 6	Factores de capacidad de carga para un ángulo de fricción de 27	61
Tabla 7	Resultado de los modelados estructurales realizados por el estudiante en etabs	66
Tabla 8	Resultados obtenidos del ensayo del cono de arena	81
Tabla 9	Datos recogidos en campo del ensayo cono dinámico de penetración	83

Lista de Figuras

Figura 1	<i>Ubicación del municipio de pamplona</i>	29
Figura 2	<i>Empresa Inge-suelos JB</i>	31
Figura 3	<i>Diagrama de fases de la metodología</i>	32
Figura 4	<i>Valores de los factores de influencia</i>	39
Figura 5	<i>valores del factor de corrección de profundidad</i>	40
Figura 6	<i>Factores de división para obtener dimensiones de los elementos estructurales</i>	41
Figura 7	<i>Registro fotográfico de las muestras obtenidas en campo</i>	47
Figura 8	<i>Numero de golpes obtenidos para un suelo arcilloso</i>	48
Figura 9	<i>Numero de golpes obtenidos para un suelo arenoso</i>	49
Figura 10	<i>Localización geológica de los proyectos</i>	51
Figura 11	<i>Modelado de cimentaciones en Geo5</i>	63
Figura 12	<i>Pre-dimensionamiento estructural</i>	67
Figura 13	<i>Identificación y ubicación de las columnas en el plano arquitectónico</i>	69
Figura 14	<i>Ubicación de las columnas en el software Etabs</i>	70
Figura 15	<i>Configuración del espectro de diseño en ETABS</i>	71
Figura 16	<i>Ingreso de las cargas vivas y muertas al software</i>	72
Figura 17	<i>Diafragma rígido de la estructura</i>	73
Figura 18	<i>Resultado de los desplazamientos máximos</i>	74
Figura 19	<i>Resultado de momentos y fuerzas axiales del modelo</i>	75
Figura 20	<i>Derivas del modelo estructural</i>	76
Figura 21	<i>Realización de formato de pago de nomina</i>	78

Figura 22	<i>Formato de medición y pago por contrato de m2 de pañete en la obra casa Acevedo</i>	79
Figura 23	<i>Plano estructural de vigas de cimentación</i>	80
Figura 24	<i>Realización del ensayo de densidad de campo</i>	82
Figura 25	<i>Evidencia fotográfica del ensayo de penetración dinámica</i>	84

Lista de apéndices

Apéndice A. Evidencia fotográfica de la participación en distintos estudios de suelos.....	93
Apéndice B. Hoja de cálculo de la nómina casa Acevedo.....	93
Apéndice C Hoja de cálculo ensayo de densidad cono de arena	93

Resumen

En el presente documento se encuentran las evidencias obtenidas de la realización de la práctica empresarial como auxiliar de ingeniería civil en la empresa INGESUELOS, ubicada en la ciudad de Pamplona, Norte de Santander. Aquí se encuentran las actividades clave realizadas tales como estudios de suelos, análisis estructurales y de cimentaciones como también el apoyo en las diferentes actividades ingenieriles que se presentan en la cotidianidad de la empresa. En el documento se describen detalladamente las tareas realizadas, las cuales incluyeron colaboración en la toma de muestras utilizando el equipo SPT (Standard Penetration Test) para obtener muestras representativas de suelos, elaboración de cálculos para el diseño de cimentaciones conforme a la normatividad colombiana vigente, modelamiento estructural usando el software ETABS bajo la norma NSR-10, y apoyo en actividades ingenieriles tales como, elaboración de planos, cortes de obra, y en general tareas de supervisión de obras. El documento evidencia que se logró una contribución significativa en el ámbito de estudios de suelos, destacándose el apoyo en la obtención y análisis de muestras mediante el equipo SPT. Además, que también, se desarrollaron diseños de cimentaciones acordes con la normativa colombiana vigente y se comprobó que dichos diseños cumplieran con las demandas de cada proyecto. Por otro lado, se deja en evidencia, que se llevaron a cabo modelaciones estructurales en el software ETABS bajo la norma NSR-10, permitiendo evaluar el comportamiento estructural de diversas edificaciones. Por último, se encuentra participación activa en múltiples actividades ingenieriles cotidianas de la empresa, incluyendo la elaboración de planos, cortes de obra, y labores de supervisión en obras en curso.

Palabras claves: Estudios de suelos, Cimentaciones, Modelamiento estructural en ETABS, Normativa NSR-10

Abstract

This document presents the evidence obtained during the internship as a civil engineering assistant at INGESUELOS, located in Pamplona, Norte de Santander. It details key activities performed, including soil studies, structural and foundation analyses, and support for various engineering tasks carried out as part of the company's daily operations. The document provides a detailed description of the tasks completed, such as assisting with soil sample collection using Standard Penetration Test (SPT) equipment to obtain representative samples, performing calculations for foundation design in compliance with current Colombian regulations, conducting structural modeling using ETABS software under the NSR-10 code, and supporting engineering activities like drafting plans, preparing construction drawings, and supervising ongoing construction projects.

The document highlights a significant contribution to the field of soil studies, particularly in supporting the collection and analysis of samples using SPT equipment. Additionally, it demonstrates the development of foundation designs that align with current Colombian regulations and verifies that these designs meet the specific demands of each project. Structural models were also created using ETABS software under the NSR-10 code, enabling the evaluation of the structural behavior of various buildings. Lastly, the document showcases active participation in several engineering tasks, including drafting plans, preparing construction drawings, and supervising construction projects in progress.

Keywords: Soil studies, foundations, structural modeling (ETABS), NSR-10 standards

Introducción

El presente trabajo documenta la práctica profesional realizada como auxiliar de ingeniería civil en la empresa INGESUELOS, ubicada en Pamplona, Norte de Santander. El problema principal abordado durante esta experiencia fue la necesidad de garantizar el cumplimiento de las normativas colombianas, como la NSR10, en los estudios de suelos y diseños estructurales, así como optimizar los procesos ingenieriles en las actividades cotidianas de la empresa. La estrategia utilizada para enfrentar este desafío incluyó la ejecución de tareas técnicas y administrativas, como la recolección de muestras de suelo mediante el ensayo SPT, el diseño de cimentaciones y estructuras utilizando herramientas computacionales avanzadas, y el apoyo en la supervisión y gestión de obras.

La relevancia de esta práctica profesional radica en su contribución al fortalecimiento de los procesos internos de la empresa y en la aplicación de conocimientos teóricos en un contexto real, mejorando la calidad de los proyectos. Estudios previos, han destacado la utilidad del ensayo SPT y el modelado computacional para abordar desafíos similares en proyectos de ingeniería civil, subrayando la necesidad de integrar herramientas analíticas y normativas en el diseño y supervisión de proyectos.

En este marco, se asumió que la aplicación de herramientas computacionales como ETABS y Geo 5, junto con una gestión eficiente de materiales y personal, aseguraría resultados satisfactorios en el cumplimiento de los objetivos empresariales y formativos. Estas hipótesis se validaron mediante el diseño de cimentaciones, el modelado de estructuras, el análisis de datos geotécnicos y el seguimiento de obras, demostrando cómo una práctica profesional bien

estructurada puede garantizar no solo el cumplimiento de estándares técnicos, sino también un aprendizaje integral en el ámbito de la ingeniería civil.

Planteamiento del problema

En el contexto actual de la formación académica en ingeniería civil, es esencial que los estudiantes adquieran experiencia práctica significativa que complemente sus conocimientos teóricos. La empresa INGESUELOS, siendo una de las más importantes en el sector de la construcción en Pamplona, enfrenta la necesidad de incorporar un auxiliar en ingeniería civil que pueda apoyar en diversas actividades clave. Esta necesidad surge de la demanda de proyectos de construcción que requieren un enfoque técnico preciso y una integración efectiva entre el modelado estructural y los estudios de suelos.

Uno de los principales problemas radica en la falta de personal capacitado que pueda asistir en estas tareas esenciales. La creciente demanda de proyectos de construcción en Pamplona ha puesto de relieve la importancia de contar con un equipo técnico robusto y bien preparado. En este sentido, la incorporación de un auxiliar de ingeniería civil es fundamental para cubrir los vacíos existentes en la capacidad técnica de la empresa. La falta de personal capacitado puede llevar a varios problemas, como retrasos en los proyectos, sobrecarga de trabajo para el personal existente, y potenciales errores en la ejecución de tareas técnicas cruciales. Esto no solo afecta la eficiencia operativa de INGESUELOS, sino que también pone en riesgo la calidad y seguridad de los proyectos en curso. La presencia de un auxiliar de ingeniería civil permitirá distribuir mejor la carga de trabajo, mejorar la supervisión y control de calidad, y garantizar que los proyectos se completen dentro de los plazos y presupuestos establecidos. Esto plantea la pregunta: ¿Cómo un auxiliar de ingeniería civil en la empresa INGESUELOS aporta en la realización de estudios y diseño, mejorando así la eficiencia y efectividad de sus proyectos?

Justificación

La incorporación de un auxiliar de ingeniería civil en la empresa INGESUELOS es esencial para afrontar los retos del sector de la construcción en Pamplona, mejorando la eficiencia operativa, la calidad y seguridad de los proyectos. Esto se logra al distribuir mejor la carga de trabajo, minimizar riesgos y errores técnicos, y asegurar la finalización de los proyectos dentro de los plazos y presupuestos establecidos. Además, permite la integración de conocimientos teóricos frescos y prácticas innovadoras, contribuyendo a la competitividad y sostenibilidad de la empresa. Ofrecer oportunidades de formación práctica a estudiantes también fortalece el desarrollo profesional y retención de talento, creando un ciclo positivo que posiciona a INGESUELOS como un referente en el sector. En conjunto, esta estrategia no solo cubre la necesidad inmediata de personal capacitado, sino que también ofrece múltiples beneficios a largo plazo, consolidando el éxito y crecimiento continuo de la empresa.

Objetivos

Objetivo General

- Realizar la práctica empresarial como auxiliar de ingeniería para apoyar las actividades de estudios de suelos y análisis estructurales en la empresa INGESUELOS ubicada en la ciudad de Pamplona, Norte de Santander

Objetivos Específicos

- Asistir en la toma de muestras en los diferentes estudios de suelos mediante el uso del equipo SPT, con el fin de obtener muestras de suelos representativas y generar el informe de estudios de suelos correspondiente.
- Elaborar los cálculos correspondientes para el diseño de cimentaciones mediante los estudios de suelos realizados, cumpliendo la normatividad colombiana vigente.
- Hacer el montaje de la estructura en el modelo computacional ETABS de los distintos diseños estructurales bajo el cumplimiento de la norma NSR10 para su posterior análisis.
- Apoyar en las diferentes actividades ingenieriles, asignadas por el jefe directo con el fin de asistir en las labores cotidianas de la empresa.

Marco Referencial

Marco de antecedentes o estado del arte

Antecedentes internacionales

Según (AGUDELO et al., 2014) su documento tiene como objetivo principal presentar de manera básica y accesible las aplicaciones del programa ETABS en el diseño de estructuras. Se proporciona una introducción a las bases del programa y un ejemplo práctico que utiliza una viga simplemente apoyada con dos tipos diferentes de carga aplicada. Este ejemplo está destinado a servir como guía didáctica para estudiantes de niveles básicos de ingeniería en cursos de estática y resistencia de materiales. Los resultados obtenidos, tanto mediante ETABS como manualmente, confirman la eficacia del programa en el cálculo estructural. ETABS demuestra ser una herramienta excelente para el diseño de estructuras independientemente del material utilizado, los diferentes tipos de carga, tamaño, forma e incluso mampostería. El programa puede trabajar según las normas de diferentes países, lo que facilita su uso en diversas ubicaciones geográficas. Su facilidad de acceso, interfaz amigable y resultados fácilmente interpretables lo hacen altamente recomendable para su uso en cursos de ingeniería. El documento concluye que, al introducir los datos básicos como la longitud de la viga, las dimensiones y el tipo de concreto, se puede determinar la carga muerta que genera la estructura, verificar su dimensionamiento y analizar la cantidad de acero necesaria para que el miembro cumpla estructuralmente

(Retamozo, 2011) En su tesis de grado “Diseño Estructural de un edificio de Viviendas de Dos Sótanos y cinco pisos” hace un análisis sobre el edificio estructurado predominantemente por muros de corte de concreto armado y pórticos, así como por losas aligeradas y macizas que actúan como diafragmas rígidos horizontales, en el cual determinó que los muros de corte aportan

la mayoría de la resistencia lateral en ambos sentidos. Aunque la planta del edificio es simétrica respecto al eje X, presenta irregularidades en el eje Y debido a esquinas entrantes en ambos ejes. Sin embargo, la adecuada ubicación de las placas controla la rotación del edificio y disminuye los desplazamientos relativos gracias a sus grandes rigideces laterales. En el modelo estructural realizado en ETABS, no se consideraron elementos como escaleras, cuartos de máquinas y tanques elevados, pero se comprobó que bajo cargas de gravedad no se producen desplazamientos significativos debido a la presencia de placas importantes en ambos sentidos. La mayoría de las vigas son de un solo tramo y apoyadas en placas, lo que limitó la alternancia de cargas. Para la losa aligerada bidireccional, se comprobó que los momentos y cortantes determinan el diseño de los aligerados adyacentes, obteniendo resultados similares en los extremos de los paños cargados al 100% y en los paños bidireccionales con carga al 50%

Antecedente Nacionales

(Práctica empresarial aplicada al análisis y diseño estructural del edificio centro cultural nuevo milenio asociado con el proyecto arquitectónico del metro de Bogotá fase 2 estación calle 45. Los autores (**Peréz & Urrego, 2018**) aplicaron el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) para evaluar y modificar, si era necesario, los elementos estructurales del diseño arquitectónico propuesto, asegurando así la integridad y seguridad ante eventos sísmicos. El trabajo subraya la importancia de la colaboración interdisciplinaria entre Ingeniería Civil y Arquitectura para garantizar un enfoque integral en el diseño y desarrollo sostenible de edificaciones urbanas. A través de esta colaboración, se pueden identificar y solucionar problemas potenciales desde etapas tempranas del diseño, mejorando la eficiencia y seguridad del proyecto. Se concluye que el diseño estructural del edificio es factible y cumple con los estrictos requisitos

del NSR-10, garantizando no solo la integridad estructural sino también la seguridad de los usuarios en caso de sismos. Este enfoque colaborativo no solo contribuye a la modernización urbanística y la creación de espacios seguros y habitables, sino que también fortalece la formación académica y profesional de los estudiantes involucrados en el proyecto, promoviendo un desarrollo urbano seguro, moderno y sostenible.

(Largacha, 2020) en su informe final de grado describe sus experiencias y aprendizajes durante sus prácticas empresariales en Eliara Construcciones S.A.S. Las actividades desarrolladas incluyeron la revisión de planimetría, el cálculo de cantidades de obra, la realización de cortes de obra, la toma de decisiones en el sitio de trabajo, la elaboración de informes y la programación de cronogramas. Los fundamentos teóricos abordados son esenciales para el desarrollo de la práctica, permitiendo al estudiante aplicar conocimientos académicos en un entorno laboral real. Los logros formativos destacan el crecimiento profesional del estudiante, sus fortalezas y debilidades durante la práctica, y su contribución al proyecto. Entre las conclusiones, se enfatiza que las prácticas proporcionaron un desafío significativo que amplió la comprensión de las responsabilidades diarias de un ingeniero civil. Se destaca la importancia de la formación académica para el desempeño laboral y la necesidad de seguir aprendiendo y adaptándose a nuevas técnicas y tecnologías en la construcción.

(Lopez, 2021) describe las actividades y resultados de la práctica empresarial en la segunda fase del proyecto de estudios, diseños y construcción de mejoras de viviendas bajo el convenio interadministrativo n° 314 del 2016 entre el DPS-FIP y el municipio de El Molino – La Guajira, ejecutado por la contratista INGEPRON S.A.S. En la práctica, el estudiante se enfocó en la verificación de planos y diseños, así como en la reprogramación de la distribución de recursos

financieros y de obra. Los resultados en el área de diseño incluyen la revisión y corrección de planimetría, asegurando el cumplimiento de las especificaciones técnicas, y la optimización del uso de materiales y tiempos de construcción. Las conclusiones del trabajo destacan que la práctica empresarial permitió al estudiante aplicar y consolidar sus conocimientos teóricos, enfrentándose a desafíos reales en el ámbito de la ingeniería civil. Se subraya la importancia de la formación académica para el desempeño profesional y la necesidad de continuar aprendiendo sobre nuevas tecnologías y métodos en la industria de la construcción

(Aguilar, 2022) describe las práctica empresarial realizada en la empresa Matinmo S.A.S., centrada en el análisis y diseño estructural del proyecto Mamatoco en Santa Marta, Magdalena. Durante las prácticas, se revisaron y corrigieron planos arquitectónicos y estructurales, y se llevaron a cabo diversas actividades técnicas como el predimensionamiento de elementos estructurales incluyendo vigas, columnas y correas metálicas. El proceso incluyó cálculos detallados de cargas, cortantes y momentos, necesarios para asegurar la integridad estructural del edificio. Se desarrollaron memorias de cálculo para cimentación, vigas y columnas, y se generaron planos estructurales preliminares y mejorados. Los resultados de este trabajo destacaron la importancia de la precisión en los detalles estructurales y la necesidad de una planificación meticulosa para garantizar la seguridad y estabilidad del proyecto. Además, el informe subraya cómo la práctica permitió aplicar conocimientos teóricos en un contexto real, aportando soluciones efectivas para el diseño estructural y el desarrollo del proyecto Mamatoco.

(Quintero, 2019) Desarrolló la práctica empresarial como auxiliar de ingeniería en la coordinación y supervisión del laboratorio de suelos de la empresa INCIGAM S.A.S en Sabaneta, Antioquia. Este trabajo incluyó la recepción de muestras, revisión de formatos de perforación y

resultados de laboratorio, y elaboración de informes de estudios geotécnicos. Se abordaron temas como el diseño de estructuras de cimentación superficiales y profundas, el diseño de anclajes y la extracción de parámetros de diseño según diferentes autores, todo bajo las normas INVIAS y NSR-10. Los resultados indican una variación en la resistencia a la compresión de las muestras de suelo, destacando la importancia de la gestión y registro adecuados en el laboratorio para asegurar la calidad de los datos. Las conclusiones resaltan que el ensayo de penetración estándar (SPT) es una herramienta útil para determinar la resistencia del suelo, aunque presenta ciertas limitaciones y errores principalmente debidos al manejo del equipo.

(Fandiño, 2020) En el informe del trabajo realizado como auxiliar de ingeniería civil en Lagoval Ingeniería S.A.S se centró en la mejora de infraestructuras en varios municipios de Boyacá. Las actividades incluyeron la certificación de zonas de riesgo, la elaboración de cronogramas de visitas técnicas, la caracterización social de viviendas y la creación de listados de potenciales beneficiarios. Se diseñaron planes de gestión integral de obra, abarcando componentes de calidad y ambientales, y se desarrollaron planos arquitectónicos, hidráulicos y eléctricos para cada beneficiario. Además, se realizaron memorias de cantidades y análisis de precios unitarios, resultando en presupuestos detallados tanto por beneficiario como globales del proyecto. El informe destaca los aportes cognitivos y comunitarios del trabajo, así como los impactos positivos en la comunidad, concluyendo con recomendaciones basadas en las experiencias adquiridas

Antecedentes Regionales

(Perez, 2019) describe una pasantía realizada en la Constructora Pérez y Asociados S.A.S., específicamente en el proyecto Plaza de los Andes en Pamplona, Norte de Santander. El informe detalla las actividades llevadas a cabo durante la cimentación y las etapas iniciales de la

construcción, incluyendo la planificación y gestión de recursos, la implementación de medidas de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST), y la evaluación de imprevistos como el alto nivel freático del terreno que afectó el uso de micropilotes y provocó retrasos y costos adicionales. Se destaca que la cimentación, inicialmente planificada para 253 días con un presupuesto de 400 millones de pesos, tuvo un atraso de 39 días y un aumento del 14.25% en el costo debido a estos imprevistos. A pesar de los desafíos, se cumplió con las normas de seguridad, aunque hubo problemas con el diseño de mezcla para las pantallas de contención.

(Sandoval, 2019) Describe detalladamente la práctica profesional realizada como Auxiliar Residente de Obra en la planeación y construcción del edificio "Dinamic Riviera" en Pamplona, Norte de Santander. Este edificio multifamiliar de ocho niveles incluye sótano y primer nivel para parqueaderos, seis niveles de apartamentos, y un octavo nivel para zonas sociales. El documento aborda la importancia de aplicar conocimientos teóricos en un entorno práctico, destacando las funciones críticas del Auxiliar Residente, como la organización, comunicación y resolución de problemas en áreas técnicas, económicas y administrativas. A pesar de no existir un prototipo general para el desempeño de su trabajo, se subraya que un Residente experimentado es crucial para gestionar proyectos complejos. Los resultados incluyen la planificación detallada y control de materiales, verificación del desarrollo según planos, y el cumplimiento de normas de seguridad. Las conclusiones resaltan la importancia de una correcta administración de recursos y la adaptación a imprevistos como factores climáticos y técnicos

(Parada, 2020) Habla sobre la experiencia de una pasantía en la construcción de una torre del proyecto Condominio PRESTIGE, enfocándose en el control, supervisión y seguimiento de la obra durante más de cuatro meses. Los resultados obtenidos destacan la importancia de una

adecuada planificación en las etapas de pre factibilidad y factibilidad para evitar ajustes significativos durante la ejecución. Se observó una diferencia entre los rendimientos teóricos del libro Construprecios y los rendimientos reales debido a factores no considerados como condiciones climáticas y experiencia del personal. La buena administración, incluyendo el trato al personal, control de materiales y programación, resultó crucial para el éxito del proyecto. Las pasantías permitieron al estudiante aplicar conocimientos teóricos en un entorno práctico, adquiriendo experiencia en el manejo de personal, realización de actas y cálculo de cantidades.

(Garces, 2016) Describe la participación en cinco proyectos geotécnicos, realizando estudios de suelos, ensayos de CBR, Proctor, densidades y resistencia a la compresión de cilindros de concreto en laboratorio, así como actividades de campo como el ensayo de penetración estándar, diseño de cimentaciones superficiales y construcción de anclajes. Además, se llevaron a cabo visitas a obras y comités técnicos para asegurar la correcta ejecución de los proyectos. Se elaboraron formatos de laboratorio para la Universidad de Pamplona, destinados a mejorar el desarrollo y presentación de los ensayos de laboratorio de suelos, creando un archivo de laboratorios realizados y estableciendo una base de datos para ofrecer servicios a la comunidad. Los resultados incluyen la aplicación práctica de conocimientos teóricos, mejora de procesos de documentación y creación de recursos útiles para futuras investigaciones y servicios universitarios, consolidando la capacidad de la universidad en el ámbito geotécnico.

(Niño, 2023) En su documento sobre el acompañamiento de proyectos de ingeniería civil en la empresa SITELSA S.A.S., enfocado principalmente en áreas de geotecnia, acueducto y alcantarillado. A través de la experiencia del practicante, se describen actividades como la caracterización de zonas de riesgo geotécnico, la evaluación de diseños preliminares y estudios

geotécnicos, y la participación en proyectos de abastecimiento hídrico. Las conclusiones del trabajo subrayan la necesidad de estandarizar los formatos para la evaluación de informes geotécnicos, mejorar los procedimientos en futuros contratos de interventoría, y destacan el impacto positivo del aporte del practicante en la calidad y éxito de los proyectos desarrollados. Además, se realizaron recomendaciones específicas para la protección del suelo, ajustes topográficos, y la adecuada realización de estudios geotécnicos.

Marco teórico

Las prácticas empresariales en el ámbito de la ingeniería civil, específicamente en roles como apoyar las actividades de estudios de suelos y diseños estructurales, juegan un papel crucial en la formación profesional de los estudiantes. Estas prácticas permiten la aplicación de conocimientos teóricos adquiridos durante la formación académica en contextos reales, promoviendo el desarrollo de habilidades técnicas y administrativas esenciales para el desempeño eficaz en proyectos de construcción. Según (Kraus et al., 2020), “la participación activa en proyectos de ingeniería durante la etapa formativa fortalece la capacidad de resolución de problemas y fomenta la adaptabilidad a diversos entornos laborales”.

En el contexto de la empresa Inge-suelos, ubicada en la ciudad de Pamplona, Norte de Santander, las prácticas empresariales se centran en dos áreas fundamentales: el diseño estructural y el estudio de suelos. El diseño estructural es una disciplina que, según (Chopra, 2019), “involucra la creación de planos y especificaciones técnicas para asegurar que las estructuras sean seguras y funcionales. Este proceso requiere un conocimiento profundo de la resistencia de materiales, análisis estructural y normativas vigentes, elementos que el auxiliar de residente debe manejar con destreza”.

Aplicación de software Etabs en el modelado de las estructuras: ETABS es el resultado de un trabajo desarrollado en Estados Unidos de América cuyo principal objetivo fue desarrollar un programa para el análisis tridimensional de edificios en donde el usuario tiene gran versatilidad en el manejo del mismo a través de una interacción directa. La mayor parte del programa, la ejecución de los módulos que componen al programa, la sencillez y facilidad de uso son algunas de sus principales características. (AGUDELO et al., 2014)

Por otro lado, el estudio de suelos es vital para determinar las propiedades y condiciones del terreno sobre el cual se construirá una estructura. Como indica (Das, 2020), “los ensayos geotécnicos, como el ensayo de penetración estándar (SPT) y los análisis de capacidad de carga, son indispensables para diseñar cimentaciones adecuadas y prevenir fallas estructurales. En Inge-suelos, los estudiantes en prácticas tienen la oportunidad de participar en estos estudios, realizando pruebas de laboratorio y actividades de campo que les permiten entender mejor las características del suelo y su comportamiento bajo diversas condiciones”.

Monitorización Geotécnica Continua: Esta técnica implica el uso de sensores avanzados para monitorear continuamente las condiciones del suelo y las estructuras. Los sensores pueden medir parámetros como la presión del agua, la deformación del suelo y la estabilidad de taludes en tiempo real(RAJESH et al., s. f.)

Además de los aspectos técnicos, las prácticas empresariales en Inge-suelos también abarcan la gestión de proyectos y la coordinación de actividades en obra. Según (Kerzner, 2022), “el auxiliar de residente de ingeniería debe desarrollar habilidades de comunicación, planificación y supervisión para asegurar el cumplimiento de los plazos y estándares de calidad establecidos. La interacción con otros profesionales del sector y la participación en reuniones de coordinación y

comités técnicos enriquecen la experiencia formativa y preparan al estudiante para enfrentar los desafíos del mundo laboral”.

Marco Legal

- **Norma Sismo Resistente del 2010 (NSR-10), Titulo A:** es la segunda actualización del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente expedida por el decreto 926 del 19 de marzo de 2010, Esta normativa establece requisitos mínimos para garantizar la seguridad y resistencia sísmica de las edificaciones, considerando aspectos como la ubicación geográfica, el tipo de suelo y las características estructurales de los edificios.
- **Normas Técnicas Colombianas (NTC):** Emitidas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), estas normas incluyen una serie de especificaciones técnicas para materiales, ensayos, diseño y construcción.
- **Código de Ética Profesional:** Regula las prácticas empresariales y profesionales de los ingenieros civiles en Colombia, asegurando que se sigan principios éticos y profesionales en todas las actividades
- **Norma Sismo Resistente del 2010 (NSR-10), Titulo H Estudios geotécnicos:** Establece criterios básicos para realizar estudios geotécnicos de edificaciones, basados en la investigación del subsuelo y las características arquitectónicas y estructurales de las edificaciones con el fin de proveer las recomendaciones geotécnicas de diseño y construcción de excavaciones y rellenos, estructuras de contención, cimentaciones, rehabilitación o reforzamiento de edificaciones existentes.
- **Norma Invias INV E-161:** es una norma estándar del Instituto Nacional de Vías (INVÍAS) que describe el método para determinar, en el sitio, la densidad o masa unitaria de los suelos

compactados mediante el método del cono de arena. Este ensayo se utiliza principalmente en proyectos de construcción para evaluar el grado de compactación de suelos, especialmente en terraplenes, rellenos estructurales y capas inferiores de pavimentos.

- **Norma Invias INV E-172-07:** Se refiere al uso del penetrometro dinámico de cono (PDC) para evaluar la resistencia del suelo en capas superficiales. Este ensayo es clave en aplicaciones de pavimentos y estudios geotécnicos para correlacionar las características de resistencia del suelo con parámetros como el CBR (Índice de Capacidad de Soporte) y la densidad relativa. El procedimiento incluye registrar la penetración acumulada por golpe del martillo para determinar la resistencia al corte del suelo.

Marco Contextual

Lugar de desarrollo: Pamplona, Norte de Santander, Colombia

Pamplona es una ciudad situada en el departamento de Norte de Santander, en la región oriental de Colombia. Con una rica historia y un notable patrimonio cultural, es conocida por su arquitectura colonial, instituciones educativas y paisajes montañosos.

Figura 1

Ubicación del municipio de pamplona



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

Generalidades

Extensión y Ubicación:

Pamplona se encuentra a una altitud de aproximadamente 2,340 metros sobre el nivel del mar y tiene una extensión aproximada de 1,176 kilómetros cuadrados. La ciudad está ubicada en la Cordillera Oriental de los Andes, lo que le confiere un clima frío y templado, con temperaturas promedio que oscilan entre los 12°C y 16°C.

Límites:

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

Economía:

La economía de Pamplona se basa principalmente en la agricultura, la educación y el comercio. La ciudad es conocida por su producción de hortalizas, flores y frutas, debido a su clima favorable. Además, Pamplona alberga varias instituciones educativas, incluyendo la Universidad de Pamplona, lo que le otorga un importante rol educativo y cultural en la región. El turismo también juega un papel vital en la economía local, impulsado por su patrimonio histórico y arquitectónico.

Demografía

Pamplona cuenta con una población aproximada de 60,000 habitantes, compuesta en su mayoría por mestizos. La ciudad presenta una estructura demográfica joven, debido a la presencia de estudiantes universitarios que provienen de diferentes partes del país. La población se caracteriza por su hospitalidad y tradiciones culturales arraigadas.

Cultura

La cultura pamplonesa es rica y diversa, influenciada por su herencia colonial y su historia como uno de los primeros asentamientos españoles en Colombia. La ciudad celebra varias festividades tradicionales, como la Semana Santa, la Feria de la Virgen del Carmen y el Festival Internacional de Teatro de Pamplona. La arquitectura colonial, con iglesias, plazas y calles empedradas, añade un encanto particular a la ciudad.(Alcaldía Pamplona, 2015)

Empresa INGESUELOS JB

La empresa Inge-suelos es una empresa de ingeniería, arquitectura y construcción ubicada en la calle 11#7-162 en la ciudad de Pamplona del departamento de norte de Santander formada en el año 2019, la cual ofrece los servicios generales del área de la ingeniería destacando entre sus servicios los estudios de suelos con maquinaria SPT y los diseños estructurales, como también todo lo relacionado con la construcción de obras civiles, es una empresa que cuenta con 5 años de experiencia en el sector y cuenta con diferentes especialistas en las distintas áreas que ofrece.

Figura 2

Empresa Inge-suelos JB

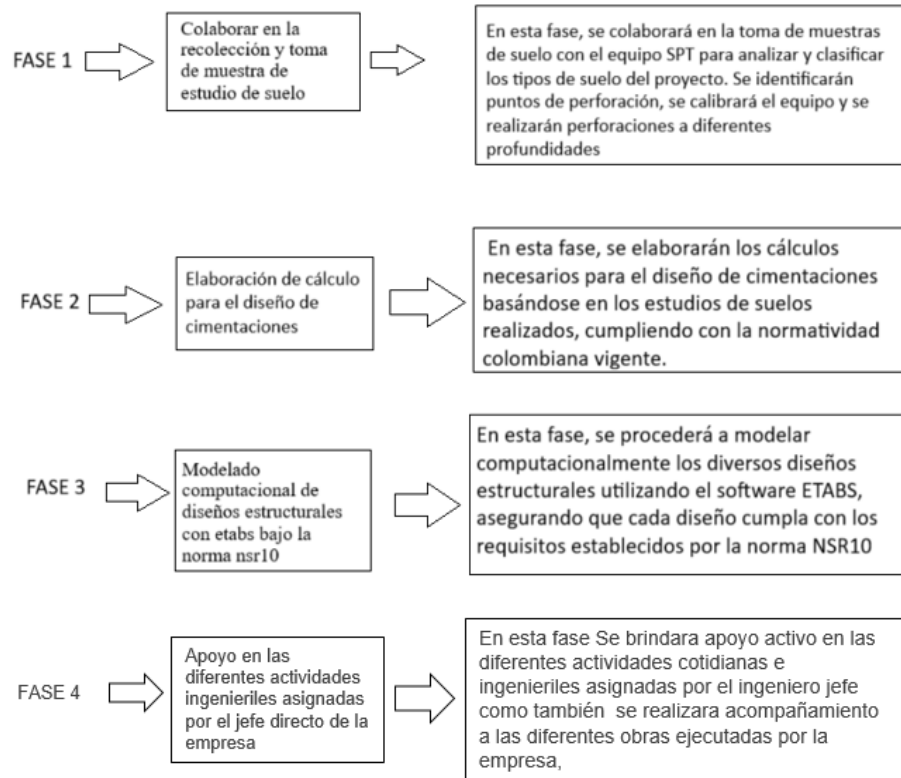


Nota: la figura muestra la fachada y ubicación de la oficina de la empresa Inge-suelos JB

Metodología

Figura 3

Diagrama de fases de la metodología



Nota: la figura muestra el diagrama de fases de la metodología propuesta del proyecto

Fase 1: Colaborar en la recolección y toma de muestra de estudio de suelo

En esta fase, se llevó a cabo la recolección y toma de muestras de suelo utilizando el equipo de prueba de penetración estándar (SPT). Se identificaron y marcaron previamente los puntos específicos de perforación en el sitio del proyecto, siguiendo el diseño y la planificación establecidos para garantizar una adecuada representatividad de las condiciones del suelo.

Posteriormente, se realizó la instalación y calibración del equipo SPT, asegurando su correcto funcionamiento conforme a los protocolos técnicos. Las perforaciones se ejecutaron a distintas profundidades, alcanzando los niveles previstos en el estudio geotécnico. Durante este proceso, se extrajeron muestras representativas del suelo, que fueron colocadas en contenedores de papel envoplast debidamente etiquetados y sellados, cumpliendo con las normativas técnicas y de seguridad vigentes en Colombia.

Además, se documentó detalladamente la resistencia del suelo registrada en cada nivel de profundidad, incluyendo datos como el número de golpes por pie o metro (N-SPT), el tipo de suelo encontrado y las condiciones in situ. Este registro fue complementado con fotografías y notas de campo, garantizando la trazabilidad de cada muestra.

Las actividades realizadas generaron un informe preliminar detallado que incluye la descripción del procedimiento, la ubicación de los puntos de perforación, las características observadas en el suelo y los valores de resistencia obtenidos. Dicho informe sirvió como base para el análisis de laboratorio, donde se validaron los datos recolectados. Esta fase fue esencial para determinar la calidad y las propiedades mecánicas del terreno, proporcionando información fundamental para el desarrollo de las siguientes etapas del proyecto.

Fase 2: Elaboración de cálculo para el diseño de cimentaciones

En esta fase, se llevaron a cabo los cálculos necesarios para el diseño de cimentaciones, basándose en los estudios de suelos previamente realizados y cumpliendo con la normatividad colombiana vigente. Se revisaron y analizaron los estudios de suelos para extraer los parámetros geotécnicos clave, tales como la clasificación del tipo de suelo, el ángulo de fricción y la cohesión, los cuales sirvieron de base para los cálculos estructurales detallados.

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

Tabla1

Factores de capacidad de carga de Meyerhof para distintos ángulos de fricción

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

Nota: la tabla muestra los valores de los factores de capacidad de carga (N_c , N_q , N_γ) para los distintos

ángulos de fricción, tomada de: (Capacidad Portante Tablas para Meyerhof Hansen y Vesic, PDF, 2017)

Se utilizó la ecuación de capacidad portante de Meyerhof la cual se deja a continuación debido a sus ventajas técnicas, ya que: Considera la resistencia cortante a lo largo de la superficie de falla en el suelo por encima del fondo de la cimentación y permite analizar situaciones en las que la carga sobre la cimentación puede estar inclinada, adaptándose a condiciones reales del terreno y las estructuras proyectadas

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

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

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

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

Dónde:

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

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

γ : Peso unitario del suelo (kn/m³).

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

$$kp = \tan^2(45 + \frac{\phi}{2}) \quad (3)$$

Dónde:

Kp: Coeficiente de presión pasiva.

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

En este paso se procede a calcular los factores de forma de la ecuación (F_{cs} , F_{qs} , $F_{\gamma s}$) para este cálculo se tiene en cuenta que las zapatas son cuadradas., por tanto, sus dimensiones (B y L) son iguales y la división de esta da como resultado 1

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

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

En este caso se calculan los respectivos factores de profundidad (F_{cd} , F_{qd} , $F_{\gamma d}$)

$$F_{qd} = F_{\gamma d} = 1 + 0.1 * \sqrt{kp} * \left(\frac{DF}{B}\right) \quad (6)$$

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

Donde:

DF: Es la profundidad de desplante asumida

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

En este paso se calculan los factores de capacidad de carga (N_c , N_q , N_{γ}) los cuales dependen únicamente del Angulo de fricción dichos valores se encuentran en la tabla 1

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

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

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

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

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

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

Para el cálculo de los asentamientos elásticos de las diferentes cimentaciones se implementó el método de Steinbrenner la cual se utiliza para calcular los asentamientos elásticos de cimentaciones considerando el principio de elasticidad lineal. Esta metodología permite evaluar de forma aproximada el comportamiento del suelo ante cargas aplicadas, suponiendo que el material es homogéneo, isotópico y elástico. Para el cálculo se tuvo en cuenta la siguiente ecuación

$$\Delta H_i = qB \frac{1-\mu^2}{E_s} \left(l_1 + \frac{1-2\mu}{1-\mu} * l_2 \right) \quad (10)$$

Donde:

q: es la carga vertical aplicada

B: es el ancho del cimiento

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

Tabla2

valores de relación de poisson según el tipo de suelo

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

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

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

Tabla3

Módulo de elasticidad según el tipo de suelo

SUELO	E(Kg/cm2)
Arcilla muy suelta	3.5 a 30
Arcilla suelta	20 a 50
Arcilla media	40 a 80
Arcilla dura	70 a 180
Arcilla arenosa	300 a 400
Arena limosa	70 a 200
Arena suelta	100 a 250
Arena densa	500 a 800
Arena densa y grava	1000 a 2000

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

11 e 12: factores de influencia los cuales se hayan mediante la figura que se deja a continuación y dependen de un parámetro M el cual es igual a la longitud del cimientto entre la base del mismo es decir $M=L/B$ y de otro parámetro N el cual es igual a la profundidad del medio elástico entre la base del cimientto es decir $N=H/B$

Figura 4

Valores de los factores de influencia

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

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

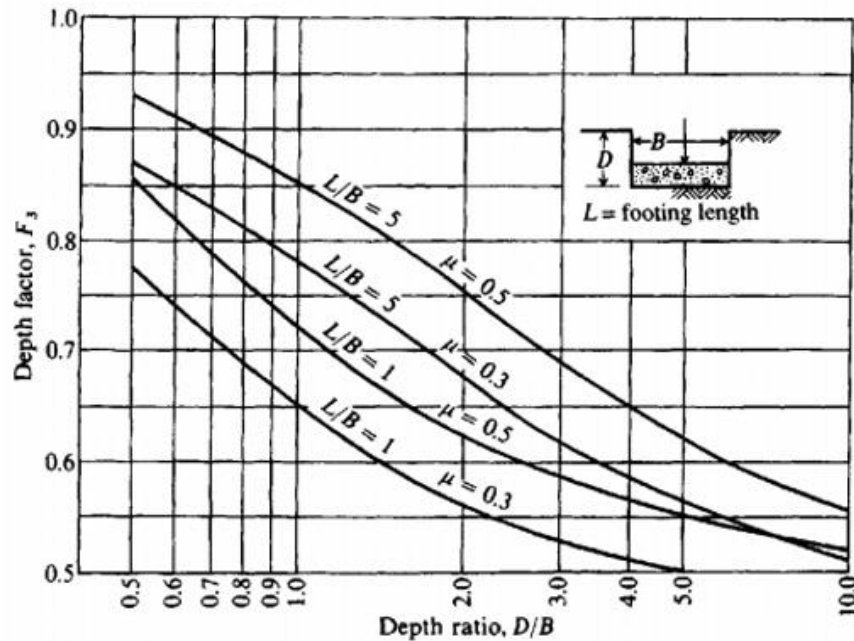
Nota: en la figura se evidencia loa valores de I1 e I2 según los parámetros M Y N: tomado de

(Foundation Analysis and Design 5th Ed. - J.E. Bowles.pdf, s. f.)

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

Figura 5

valores del factor de corrección de profundidad



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

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

Fase 3: Montaje de la estructura en el modelo computacional ETABS de los distintos diseños estructurales bajo el cumplimiento de la norma NSR10.

En esta fase, se desarrolló el modelo computacional de los distintos diseños estructurales utilizando el software ETABS, asegurando el cumplimiento de los requisitos establecidos por la norma NSR10.

El proceso comenzó con el pre-dimensionamiento de vigas y columnas, tomando como referencia las disposiciones de la norma NSR10. Estas indicaciones establecen que las dimensiones deben determinarse según las luces libres entre columnas, además de respetar los mínimos exigidos para garantizar un adecuado comportamiento ante eventos sísmicos, en la siguiente figura se muestra la tabla dispuesta por la norma NSR 10 para determinar las dimensiones de los elementos estructurales según las luces libres entre columnas.

Figura 6

Factores de división para obtener dimensiones de los elementos estructurales

	Espesor mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que NO soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18.5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

Nota: la figura muestra los factores utilizados en el pre dimensionamiento estructural

Posteriormente, se ingresaron al software los datos específicos del proyecto, incluyendo las dimensiones iniciales de los elementos estructurales, las propiedades de los materiales, la resistencia del concreto, el número de pisos y las características generales de la edificación. A continuación, se asignaron los espectros de diseño correspondientes a la ciudad donde se desarrollaría el proyecto, considerando las características sísmicas locales.

Además, se definieron los combos de fuerzas mayoradas, los cuales representan combinaciones de cargas que incluyen factores de seguridad para evaluar el comportamiento estructural. Se asignó el diafragma rígido a los niveles correspondientes, garantizando una adecuada interacción entre los elementos del sistema estructural.

Una vez configurado el modelo, se ejecutó la simulación, obteniendo resultados tales como deformaciones, momentos máximos, fuerzas cortantes y derivas de entrepiso. Estas derivas fueron verificadas para asegurarse de que cumplieran con el límite establecido por la norma, el cual no debe superar el 1%.

En los casos en que el modelo no cumplía con las especificaciones normativas, se realizaron ajustes en las dimensiones de los elementos estructurales o se incrementó la resistencia del concreto hasta lograr que el diseño cumpliera con todos los requisitos. Solo después de cumplir con estos criterios, el modelo fue considerado satisfactorio y listo para las siguientes etapas del proyecto. Esta fase fue crucial para garantizar la seguridad, funcionalidad y cumplimiento normativo de la estructura proyectada.

Fase 4: Apoyo en las diferentes actividades ingenieriles, asignadas por el jefe directo con el fin de asistir en las labores cotidianas de la empresa

En esta fase, se brindó apoyo en diversas actividades ingenieriles asignadas por el jefe directo, con el propósito de asistir en las labores cotidianas de la empresa y contribuir al desarrollo de los proyectos en curso.

Entre las principales actividades realizadas, se destacan la supervisión en las diferentes obras ejecutadas por la empresa, asegurando que las actividades de construcción se llevaran a cabo según las especificaciones técnicas. Esta labor incluyó cortes para pago quincenal de obra

Asimismo, se elaboraron planos estructurales de viviendas de interés social, aplicando los principios de diseño estructural y las normativas vigentes. Estos planos fueron fundamentales para definir las características constructivas y garantizar la seguridad y funcionalidad de las edificaciones.

Adicionalmente, se colaboró en la gestión de materiales, incluyendo la compra y el recibimiento de los mismos. Esto implicó la coordinación con proveedores, la verificación de las especificaciones de los productos adquiridos y el registro adecuado de los materiales recibidos en obra, asegurando que cumplieran con los estándares de calidad y estuvieran disponibles a tiempo para su utilización.

Dentro de las actividades cotidianas realizadas también se ejecutaron otros tipos de estudio de suelos específicos para carreteras urbanas como el ensayo de cono dinámico de penetración y el de densidad de campo el cual se utiliza para conocer la compactación del terreno.

Se realizó el ensayo de densidad de campo mediante el método del cono de arena con el propósito de determinar la densidad in situ del suelo compactado y verificar su cumplimiento con las especificaciones técnicas del proyecto. Este procedimiento utilizó arena calibrada de densidad conocida la cual era de 1.35 g/cm^3 y un peso igualmente conocido esto para calcular el volumen del suelo excavado y, posteriormente, determinar su densidad. A continuación, se describe el proceso realizado.

En primer lugar, se seleccionó el sitio donde se ejecutó el ensayo, asegurando de que la superficie representara adecuadamente el área compactada. Se limpió la zona para retirar materiales sueltos o partículas que pudieran interferir con el procedimiento. Luego, se colocó la base metálica con un orificio central sobre el área preparada, que sirvió como guía para el cono de arena.

Posteriormente, se excavó un agujero a través del orificio de la base metálica de profundidad aproximada de 12 cm la cual fue suficiente para representar las características del suelo. El material extraído se recolectó cuidadosamente en un recipiente tipo taza.

El material excavado se pesó de inmediato para conocer su peso húmedo, una vez que el agujero estuvo vacío, se llenó el recipiente del cono de arena con arena calibrada seca. El conjunto del cono se colocó invertido sobre la base metálica, y se abrió la válvula para que la arena fluyera y llenara completamente el agujero. Cuando el flujo de arena se detuvo, se cerró la válvula. La cantidad de arena utilizada en llenar el agujero se calculó pesando nuevamente el equipo con la arena sobrante dando. Aquí se finalizó el ensayo y se le suministraron los datos al ingeniero jefe para su posterior análisis.

El ensayo de cono dinámico de penetración se llevó a cabo para evaluar la resistencia y capacidad de carga del suelo in situ, proporcionando datos sobre su capacidad estructural. Este

método consistió en medir la profundidad de penetración de un cono estándar en el suelo bajo impactos controlados, y los resultados obtenidos se utilizan para caracterizar la densidad y dureza del terreno. A continuación, se detalla el procedimiento realizado.

En primer lugar, se seleccionó el sitio donde se efectuaría el ensayo, asegurándose de que representara las condiciones reales del suelo en estudio.

El equipo utilizado incluyó un cono estándar de ángulo y dimensiones conocidas, acoplado a una varilla metálica, un martillo deslizante de peso específico para generar los impactos, y un sistema de guía para asegurar que los golpes fueran uniformes y verticales. El equipo se ensambló y verificó antes de iniciar el ensayo, garantizando su correcto funcionamiento.

Posteriormente, se colocó el cono en contacto con la superficie del suelo. El martillo deslizante se dejó caer repetidamente desde una altura fija, generando impactos sobre la varilla metálica que empujaban el cono hacia el suelo. Después de cada golpe, se registró la profundidad de penetración acumulada, utilizando una cinta métrica o escala graduada.

El ensayo continuó hasta alcanzar una profundidad preestablecida o hasta que se detectaron variaciones significativas en la resistencia del suelo. Durante el procedimiento, se registraron lecturas de profundidad cada 5 golpes.

Una vez finalizado el ensayo, los datos obtenidos fueron entregados al ingeniero jefe a cargo para el posterior análisis.

Estas actividades permitieron reforzar la experiencia práctica en el ámbito de la ingeniería civil, contribuyendo al cumplimiento de los objetivos de los proyectos y al fortalecimiento de los procesos internos de la empresa. La participación en esta fase fue clave para el desarrollo de habilidades técnicas y administrativas esenciales para la profesión.

Resultados

Para evaluar el cumplimiento de los objetivos planteados, se presentan los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo del proyecto. Cada resultado se detalla en función de su relación directa con los objetivos específicos establecidos, describiendo tanto los procedimientos realizados como los logros alcanzado.

Resultados del objetivo 1 Recolección y toma de muestras del estudio de suelo

Durante la ejecución del objetivo relacionado con la toma de muestras en estudios de suelos utilizando el equipo SPT, se llevaron a cabo 25 estudios en total. Cada uno de estos incluyó entre 3 y 4 sondeos, dependiendo de los requerimientos específicos del terreno y el proyecto. Las muestras fueron recolectadas en los primeros 0.5 metros y posteriormente a cada metro de profundidad, garantizando representatividad y cumpliendo con las normas establecidas. En cada punto de perforación se contaba con un registro fotográfico de las muestras obtenidas, el cual se deja a continuación.

Figura 7

Registro fotográfico de las muestras obtenidas en campo



Nota: la ilustración muestra el registro fotográfico llevado en campo

Como se puede evidenciar para el registro fotográfico se incluyen datos tales como los niveles del proyecto, la localización, la profundidad, el número del sondeo, la fecha y el número de la muestra, esto con el fin de dejar un registro de los datos que se van recolectando en campo.

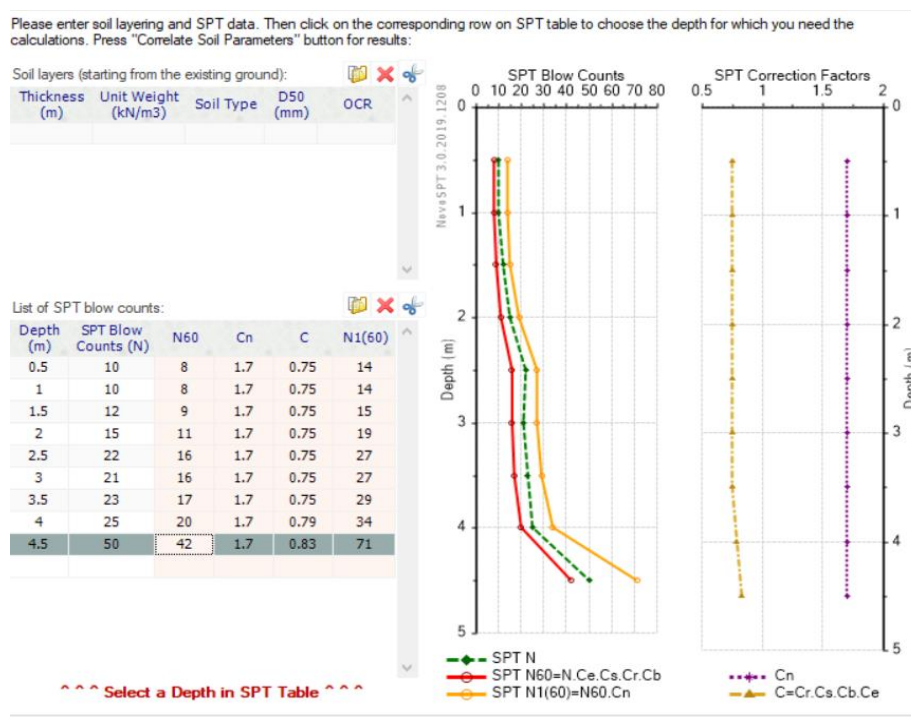
De los estudios realizados, 15 correspondieron a terrenos para edificaciones de complejidad media, es decir, entre 4 y 10 niveles, mientras que los 10 restantes se enfocaron en edificaciones de complejidad baja, es decir hasta 3 niveles. Los tipos de muestras recolectadas, eran tipo alteradas y estas eran extraídas en un tubo el cual era armable.

Las muestras extraídas eran mayormente características de suelos arcillosos y arenosos, aunque en ciertos sectores, como en el barrio La Fosforería, se observaron predominancias de suelos arcillo-limosos, en muchos casos se encontró presencia de nivel freático a profundidades que varían entre 2 y 4 metros y siento esto características de terrenos aluviales en los cuales antiguamente pasaban ríos o corrientes de agua.

Los valores obtenidos del número de golpes variaban entre 10 y 50 golpes y estos datos eran procesados mediante el software Novos SPT, que permitió calcular y ajustar parámetros geotécnicos clave, como la profundidad de desplante teniendo en cuenta la resistencia del suelo al hincar una cierta cantidad de golpes y basándose en las curvas de resistencia. A continuación, se dejarán los datos del número de golpes requeridos para penetrar en dos tipos de suelos diferentes.

Figura 8

Numero de golpes obtenidos para un suelo arcilloso

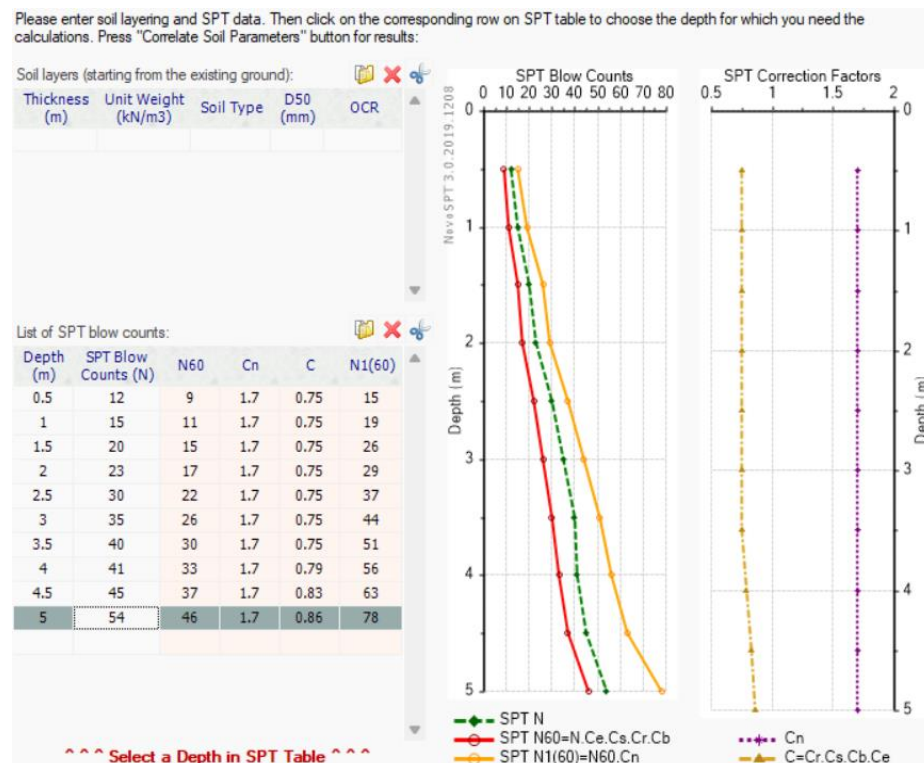


Nota: la figura muestra el ingreso y análisis de los datos del número de golpes para un suelo arcilloso obtenidos en el estudio con el equipo SPT

La figura anterior corresponde a los datos del número de golpes necesarios para penetrar en un suelo de clasificación de arcilla de baja plasticidad y se evidencia que no se necesitó de tantos golpes para profundizar en el terreno. A continuación, se dejará los valores del número de golpes necesarios para penetrar en un suelo de clasificación de arena mal gradada

Figura 9

Numero de golpes obtenidos para un suelo arenoso



Nota: la figura muestra el ingreso y análisis de los datos del número de golpes para un suelo arenoso obtenidos en el estudio con el equipo SPT

En cuanto a los resultados, los suelos arenosos mostraron una mayor resistencia a la penetración, requiriendo más golpes en el ensayo SPT como se puede evidenciar en la figura anterior.

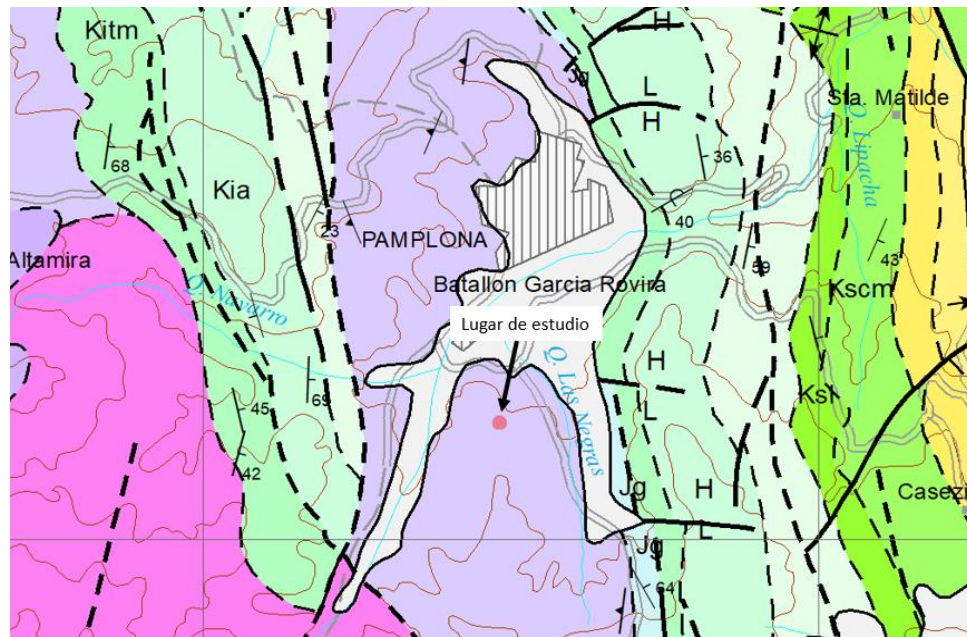
Durante los estudios, se enfrentaron diversas dificultades. Entre ellas, la irregularidad de algunos terrenos lo cual complicó el armado del equipo, situación que se resolvió en conjunto con el equipo de trabajo para lo cual se hacía una nivelación manual de los puntos en donde se ubicaba el equipo.

También durante las exploraciones se encontraron terrenos muy consolidados los cuales requería una cantidad considerable de golpes para poder lograr las profundidades requeridas por el proyecto

Finalmente, en la fase de oficina, se elaboraron informes geotécnicos que documentaron cada estudio, y los cuales incluían análisis detallados de las muestras, un perfil estratigráfico formado con las fotos tomadas en campo a los diferentes niveles de profundidad, en estos también se registraban presencia de nivel freático, y la información general del proyecto tal como categoría, sistema estructural, geología de la zona la cual daba una idea del tipo de suelo que se podría encontrar, la información de la geología se trabajaba en las diferentes planchas geológicas de los lugares explorados; para tener una mayor claridad de cómo se trabajaba este apartado ver la siguiente figura

Figura 10

Localización geológica de los proyectos



Nota: la figura muestra la forma de ubicar la geología de los sitios explorados

Dentro de los informes también se trataban aspectos normativos tales como, ubicación de las estructuras vecinas (si las había) y se daban recomendaciones constructivas tales como que es de vital importancia si se realizan excavaciones, no avanzar más de 1.5 m hacia abajo sin poner protección para aquellas edificaciones, como también al momento de excavar las zapatas correspondientes hacerlo de manera intercaladas.

Para finalizar con el apartado de los informes geotécnicos se entregaban los diferentes diseños de las zapatas y las capacidades admisibles del terreno y se dejaban recomendaciones constructivas dadas por el ingeniero jefe

En la tabla siguiente se encontrarán la asistencia en los estudios de suelos realizados durante las prácticas y los resultados más significativos encontrados.

Tabla 4

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

Proyecto	Tipo de suelo encontrado	Observaciones
Edificio 5 niveles nazarenos vivienda multifamiliar	SC arena arcillosa	En los estudios realizados no se evidencio presencia de nivel freático, pero si se encontró mucha presencia de rocas lo cual puede dificultar las respectivas excavaciones.
Construcción de 5 niveles Marianita ubicado calle 3#1- 79 barrio el guamo	SC arena arcillosa	En los estudios realizados se evidencio presencia de nivel freático, por lo cual se da la recomendación de hacer los adecuados drenajes para evitar la filtración de agua al subsuelo
Construcción de 3 niveles vivienda unifamiliar en el barrio la fosforera lote 23	CL arcilla de baja plasticidad	En los estudios realizados no se evidencio presencia de nivel freático, ni de rocas.
Construcción de 3 niveles vivienda unifamiliar en el barrio la fosforera lote 1	CL arcilla de baja plasticidad	En los estudios realizados no se evidencio presencia de nivel freático, ni de rocas.
Construcción de 5 niveles Ubicado calle 9 #15-27 lote 4- conjunto santo tomas, municipio de pamplona	SP arena mal gradada	En los estudios realizados no se evidencio presencia de nivel freático, pero si presencia de rocas.

Proyecto	Tipo de suelo encontrado	Observaciones
Construcción de estructura de 5 niveles vivienda multifamiliar ubicado calle 2#1-86 pasaje faria municipio de pamplona	CL arcilla de baja plasticidad	En los estudios realizados no se evidencio presencia de nivel freático, pero si presencia de rocas.
Construcción de estructura de 5 niveles vivienda multifamiliar ubicado carrera 2ª#2-157 barrio el guamo municipio de pamplona	CS Arcilla arenosa	En los estudios realizados se evidenciaron dos zonas de estudios ya que en la zona 1 hubo presencia de nivel freático, y en la zona 2 no hubo presencia de nivel freático por ello se diseñaron diferentes anchos de las zapatas
Estudio de suelos para la ampliación de estructura de 2 niveles vivienda unifamiliar ubicado en la avenida 2#27-36, municipio de los patios en el departamento de norte de Santander	CS Arcilla arenosa	En los estudios realizados se encontró presencia de nivel freático y se hizo la observación de realizar filtros para evitar que el agua afecte la estructura

Proyecto	Tipo de suelo encontrado	Observaciones
Se realizó un estudio de suelo para un loteo de una finca en el municipio de Pamplonita norte de Santander, para este estudio se realizaron 8 sondeos	CL arcilla de baja plasticidad	En los estudios realizados no se encontró presencia de nivel freático y además al ser un terreno montañoso se encontró con un suelo con alta compactación lo cual dificultó las penetraciones con el equipo spt.
Estudio de suelos para la construcción de estructuras de 3 niveles canchas deportivas ubicado vía la floresta #37-61 en el municipio de los patios	CS Arcilla arenosa	En el estudio realizado se encontró un terreno el cual ya se había intervenido lo cual dificultó la perforación en la primera capa del suelo
Estudio de suelos para la construcción de graderías, cubierta y cerramiento en la escuela 13 de mayo en la vereda Santa María-el Carmen Municipio de Salazar de las Palmas	SP arena mal gradada	En el estudio realizado se encontró con presencias de rocas a niveles muy superficiales de 1.5 metros

Nota: la tabla muestra las evidencias de la toma de muestra de los estudios de suelos más representativos realizados por el estudiante y las observaciones más relevantes encontradas en campo, como también la clasificación de los suelos los cuales fueron suministrados por el ingeniero jefe encargado.

Resultados del objetivo 2 Elaboración de cálculos para el diseño de cimentaciones

Análisis de los estudios de suelos

Se extrajeron los parámetros geotécnicos clave de los estudios realizados en la Fase 1 los cuales fueron proporcionados por el ingeniero jefe encargado, incluyendo:

- Clasificación del suelo: Predominancia de suelos (arcillosos, arenosos y combinaciones de estos) según el sistema SUCS.
- Ángulo de fricción interna (ϕ): los valores del Angulo de fricción se tomaban de acuerdo al tipo de suelo.
- Cohesión (c): esta también se tomaba de acuerdo a la clasificación y del tipo de suelo.

A continuación, se presenta una tabla que resume los diseños de cimentaciones desarrollados en el marco de este proyecto. En ella se incluyen los parámetros técnicos utilizados, como los descritos anteriormente, las dimensiones propuestas y las especificaciones generales de cada proyecto. Además, se integran pequeñas recomendaciones basadas en las características específicas de cada diseño,

Tabla 5

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

Proyecto	Especificaciones generales	Parámetros utilizados	Resumen del diseño	Conclusiones de los diseños
Edificio 5 niveles nazarenos vivienda multifamiliar	Construcción de 5 niveles; ubicado carrera 18 # 9-06 barrio nazarenos, del municipio de Pamplona	$\gamma_d = 18.5 \frac{KN}{m^3}$ $\gamma_{sat} = 19.5 \frac{KN}{m^3}$ $C = 8 \frac{KN}{m^3}$ $\Phi = 25$ $DF = 2m$	Ancho cimentación=1.8 metros QADM: 401 Kn/m2 Asentamiento elástico: 0.9 cm Coeficiente de presión de tierra en caso de diseño de muro de contención kp:2.46	La capacidad admisible para el ancho propuesto de cimentación será 401kN/m2 con un asentamiento 0.90 cm, si se desea mayor capacidad admisible para la cimentación se puede aumentar el ancho de la zapata
Edificio marianita 5 niveles vivienda multifamiliar	Construcción de 5 niveles; ubicado calle 3#1-79 barrio el guamo	$\gamma_d = 18.5 \frac{KN}{m^3}$ $\gamma_{sat} = 19.5 \frac{KN}{m^3}$ $C = 14 \frac{KN}{m^3}$ $\Phi = 24$ $DF = 2.5m$	Ancho cimentación=2.3 metros QADM: 381 Kn/m2 Asentamiento elástico: 1.2 cm Coeficiente de presión de tierra en caso de diseño de muro de contención kp:2.37	La capacidad admisible para el ancho propuesto de cimentación será 381kN/m2 con un asentamiento 1.2 cm, si se desea mayor capacidad admisible para la cimentación se puede aumentar el ancho de la zapata
Construcción de 3 niveles vivienda unifamiliar	Ubicado en la urbanización villa Tatiana lote 23 barrio la fosforera municipio de pamplona	$\gamma_d = 21 \frac{KN}{m^3}$ $\gamma_{sat} = 22 \frac{KN}{m^3}$ $C = 10 \frac{KN}{m^3}$ $\Phi = 19$ $DF = 1.5m$	Ancho cimentación=1.5 metros QADM: 223 Kn/m2 Asentamiento elástico: 0.80 cm Coeficiente de presión de tierra kp:1.97	Para este estudio se encontraron dos zonas en las cuales una requirió de menos cantidad de golpes que la otra para penetrar en el suelo

Proyecto	Especificaciones generales	Parámetros utilizados	Resumen del diseño	Conclusiones de los diseños
Construcción de 3 niveles vivienda unifamiliar	Ubicado en la urbanización villa Tatiana lote 1 barrio la fosforera municipio de pamplona	$\gamma_d = 21 \frac{KN}{m^3}$ $\gamma_{sat} = 22 \frac{KN}{m^3}$ $C = 10 \frac{KN}{m^3}$ $\Phi = 20$ $DF = 1.5m$	Ancho cimentación=1.4 metros QADM: 295 Kn/m2 Asentamiento elástico: 0.70 cm Coeficiente de presión de tierra en caso de diseño de muro de contención kp:2.04	La capacidad admisible para el ancho propuesto de cimentación será 295 kN/m2 con un asentamiento 0.70 cm, si se desea mayor capacidad admisible para la cimentación se puede aumentar
Construcción de 5 niveles vivienda multifamiliar	Ubicado calle 9 #15-27 lote 4- conjunto santo tomas, municipio de pamplona	$\gamma_d = 18.5 \frac{KN}{m^3}$ $\gamma_{sat} = 19.5 \frac{KN}{m^3}$ $C = 2 \frac{KN}{m^3}$ $\Phi = 26$ $DF = 2m$	Ancho cimentación=2 metros QADM: 300 Kn/m2 Asentamiento elástico: 0.98 cm Coeficiente de presión de tierra en caso de diseño de muro de contención kp:2.04	La capacidad admisible para el ancho propuesto de cimentación será 300kN/m2 con un asentamiento 0.98 cm, si se desea mayor capacidad admisible para la cimentación se puede aumentar el ancho de la zapata
Construcción de 5 niveles vivienda multifamiliar	Ubicado calle 2#1-86 pasaje faria municipio de pamplona	$\gamma_d = 18.5 \frac{KN}{m^3}$ $\gamma_{sat} = 19.5 \frac{KN}{m^3}$ $C = 2 \frac{KN}{m^3}$ $\Phi = 26$ $DF = 2m$	Ancho cimentación=2.20 metros QADM: 247 Kn/m2 Asentamiento elástico: 1.15 cm Coeficiente de presión de tierra en caso de diseño de muro de contención kp:2.12	La capacidad admisible para el ancho propuesto de cimentación será 247kN/m2 con un asentamiento 1.15 cm, si se desea mayor capacidad admisible para la cimentación se

Proyecto	Especificaciones generales	Parámetros utilizados	Resumen del diseño	Conclusiones de los diseños
Construcción de estructura de 5 niveles vivienda multifamiliar	Ubicado carrera 2ª#2-157 barrio el guamo municipio de pamplona	$\gamma_d = 18.5 \frac{KN}{m^3}$ $\gamma_{sat} = 19.5 \frac{KN}{m^3}$ $C = 16 \frac{KN}{m^3}$ $\Phi = 27$ DF zona 1 = 3.5m DF zona 2 = 3m	Ancho cimentación zona 1: 1.9 metros Ancho cimentación zona 2: 1.5 metros QADM: 240 Kn/m2 Asentamiento elástico: 1.30 cm Coeficiente de presión de tierra en caso de diseño de muro de contención kp:2.66	La capacidad admisible para el ancho propuesto de cimentación será 240kN/m2 con un asentamiento 1.30 cm, si se desea mayor capacidad admisible para la cimentación se puede aumentar el ancho de la zapata
Estudio de suelos para la ampliación de estructura de 2 niveles vivienda unifamiliar	Ubicado en la avenida 2ª#27-36, municipio de los patios en el departamento de norte de Santander	$\gamma_d = 21 \frac{KN}{m^3}$ $\gamma_{sat} = 22 \frac{KN}{m^3}$ $C = 8 \frac{KN}{m^3}$ $\Phi = 21$ DF = 3m	Ancho cimentación = 1.20 metros QADM: 209 Kn/m2 Asentamiento elástico: 0.67 cm Coeficiente de presión de tierra en caso de diseño de muro de contención kp:2.12	La capacidad admisible para el ancho propuesto de cimentación será 209kN/m2 con un asentamiento 0.67 cm, si se desea mayor capacidad admisible para la cimentación se puede aumentar el ancho de la zapata
Estudio de suelos para el lote 4 finca san Rafael municipio de pamplonita	Se realizó un estudio de suelo para un loteo de una finca en el municipio de pamplonita norte de Santander, para este estudio se realizaron 8 sondeos	$\gamma_d = 21 \frac{KN}{m^3}$ $\gamma_{sat} = 22 \frac{KN}{m^3}$ $C = 12 \frac{KN}{m^3}$ $\Phi = 19$ DF = 1.5m	Ancho cimentación: 1 metros QADM: 200 Kn/m2 Asentamiento elástico: 0.42 cm Coeficiente de presión de tierra en caso de diseño de muro de contención kp:1.97	La capacidad admisible para el ancho propuesto de cimentación será 200kN/m2 con un asentamiento 0.42 cm, si se desea mayor capacidad admisible aumentar el ancho de zapatas

Proyecto	Especificaciones generales	Parámetros utilizados	Resumen del diseño	Conclusiones de los diseños
Estudio de suelos para la construcción de graderías, camerinos y baños en el estadio municipal de labateca	Ubicado calle 2 # manzana 15 estadio municipal, municipio de labateca en el departamento de norte de Santander	$\gamma_d = 18.50 \frac{KN}{m^3}$ $\gamma_{sat} = 19.50 \frac{KN}{m^3}$ $C = 10 \frac{KN}{m^3}$ $\Phi = 25$ $DF = 1.5m$	Ancho cimentación: 1.10 metros QADM: 250 Kn/m2 Asentamiento elástico: 0.40 cm Coeficiente de presión de tierra en caso de diseño de muro de contención kp: 1.97	La capacidad admisible para el ancho propuesto de cimentación será 250kN/m2 con un asentamiento 0.40 cm, si se desea mayor capacidad admisible para la cimentación se puede aumentar el ancho de la zapata
Estudio de suelos para la construcción de estructuras de 3 niveles canchas deportivas	Ubicado vía la floresta #37-61 en el municipio de los patios en el departamento de norte de Santander	$\gamma_d = 18.50 \frac{KN}{m^3}$ $\gamma_{sat} = 19.50 \frac{KN}{m^3}$ $C = 5 \frac{KN}{m^3}$ $\Phi = 23$ $DF = 2 m$	Ancho cimentación: 1.80 metros QADM: 216 Kn/m2 Asentamiento elástico: 0.87 cm Coeficiente de presión de tierra en caso de diseño de muro de contención kp: 2.28	La capacidad admisible para el ancho propuesto de cimentación será 216kN/m2 con un asentamiento 0.87 cm, si se desea mayor capacidad admisible para la cimentación se puede aumentar el ancho de la zapata
Estudio de suelos para la construcción de graderías, cubierta y cerramiento en la escuela 13 de mayo en la vereda santa maría-el Carmen	ubicado en la vereda santa maría- en el corregimiento del Carmen de Nazaret del municipio Salazar de norte de Santander	$\gamma_d = 18.50 \frac{KN}{m^3}$ $\gamma_{sat} = 19.50 \frac{KN}{m^3}$ $C = 0 \frac{KN}{m^3}$ $\Phi = 27$ $DF = 1.5 m$	Ancho cimentación: 1.20 metros QADM: 210 Kn/m2 Asentamiento elástico: 0. cm Coeficiente de presión de tierra en caso de diseño de muro de contención kp: 2.28	La capacidad admisible para el ancho propuesto de cimentación será 210kN/m2 con un asentamiento 0.55 cm, si se desea mayor capacidad admisible para la cimentación se puede aumentar el ancho de la zapata

Cálculo de dimensiones óptimas de zapatas

Para los diferentes cálculos de las cimentaciones mostradas anteriormente se utilizó la ecuación (1) de la capacidad última de carga de Meyerhof, para la realización de estos cálculos se seguía el procedimiento mostrado en la fase 2 de la metodología. Para un mayor entendimiento de los resultados de este objetivo se mostrará completamente uno de los diseños realizados durante la realización de las prácticas, cabe resaltar que este proceso se aplicó para lograr los resultados de la tabla anterior.

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

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

$$q = 3 \cdot 18.5 = 55.5 \text{ kn/m}^2$$

Luego se procedía a calcular el coeficiente de presión pasiva (k_p) el cual a su vez nos servía en los siguientes pasos.

para el diseño mostrado se utilizó un ángulo de fricción $\phi = 27^\circ$: reemplazando los valores en la ecuación (3) tenemos que

$$k_p = \tan^2\left(45 + \frac{27}{2}\right)$$

$$K_p = 2.66$$

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

$$F_{qs} = F_{\gamma s} = 1 + 0.1 \cdot 2.66 \cdot (1)$$

$$F_{qs} = F_{\gamma s} = 1.266$$

$$F_{cs} = 1 + 0.2 * 2.66 * (1)$$

$$F_{cs} = 1.53$$

En este caso se calculan los respectivos factores de profundidad (F_{cd} , F_{qd} , $F_{\gamma d}$) mediante las ecuaciones (6) y (7), para este caso se asumió una profundidad de desplante (DF) de 3 metros ya que a dicha profundidad se encontró una mayor resistencia del suelo en relación al número de golpes obtenidos en el ensayo con equipo SPT

$$F_{qd} = F_{\gamma d} = 1 + 0.1 * \sqrt{2.66} * \left(\frac{3}{B}\right)$$

$$F_{qd} = F_{\gamma d} = 1 + \frac{0.489}{B}$$

$$F_{cd} = 1 + 0.2 * \sqrt{2.66} * \left(\frac{3}{B}\right)$$

$$F_{cd} = 1 + \frac{0.978}{B}$$

En este paso se asumen como 1 los factores de inclinación (F_{ci} , F_{qi} , $F_{\gamma i}$), debido a que la cimentación no presenta cargas inclinadas

Aquí se escogen los factores de capacidad de carga (N_c , N_q , N_{γ}) de la tabla 1 para un ángulo de fricción de 27 grados dichos valores se dejan en la siguiente tabla.

Tabla 6

Factores de capacidad de carga para un ángulo de fricción de 27

Φ	N_c	N_q	N_{γ}
27	23,942	13,199	9,463

Nota: la tabla muestra los valores de N_c , N_q , N_{γ} para un ángulo de fricción de 27 grados

En este paso se calcula la capacidad de carga ultima (qu) por medio de la ecuación (8) para esta se utiliza un factor de seguridad de 2.5 y una carga vertical máxima(Q) de 1200 kn, estos datos fueron suministrados por el ingeniero jefe. Como aun no conocemos el valor de la base de la cimentación de deja expresada la ecuación en función de esta.

$$q_u = \frac{1200KN * 2.5}{B^2}$$

En este paso se haya las dimensiones preliminares de las zapatas, igualando la capacidad de carga ultima (qu) de la ecuación (7) con el resto mostrado en la ecuación (1), quedando de la siguiente manera

$$\begin{aligned} \frac{1200 * 2.5}{B^2} &= 16 * 23.942 * 1.53 * 1 + \frac{0.978}{B} + 55 * 13.199 * 1.26 * 1 + \frac{0.489}{B} * 1 + \frac{1}{2} * 18.5 \\ &\quad * B * 9.463 * 1.26 * 1 + \frac{0.489}{B} \end{aligned}$$

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

$$B = 1.46$$

De la ecuación general de corte obtenemos el ancho de nuestra cimentación y se lleva a una medida que entregue una mayor facilidad constructiva; en este caso es de 1.5 metros

Para concluir este apartado de diseño preliminar se calcula un esfuerzo admisible del suelo teniendo en cuenta las dimensiones de las zapatas encontradas para esto se utilizaba la ecuación (9).

$$q_{admi} = \frac{1200}{1.5^2}$$

$$q_{admi} = 533.33 \text{ kn/m}^2$$

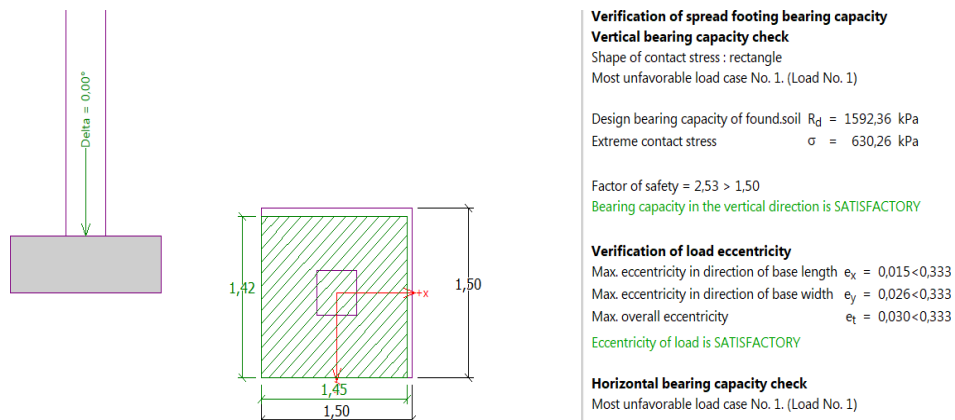
Para verificar si nuestro diseño cumple con los requerimientos se hace una:

Modelación en el software Geo 5

Cada diseño preliminar fue modelado en Geo 5, permitiendo Optimizar las dimensiones y proporciones de las zapatas, asegurando un diseño eficiente y seguro, a continuación, se muestra el resultado obtenido en la modelación del diseño que se está trabajando.

Figura 11

Modelado de cimentaciones en Geo5



Nota: la figura muestra el modelado de las cimentaciones con las dimensiones previamente encontradas por medio de la ecuación de Meyerhof y se puede apreciar que dichas dimensiones cumplen con todos los requerimientos

Como se puede apreciar en la ilustración nuestro diseño en este caso cumple con todos los requerimientos, a continuación, se explica cuáles son estos

Capacidad de carga vertical el software determinó que las dimensiones propuestas eran suficientes para soportar las cargas aplicadas, verificando si la capacidad portante era satisfactoria o requería ajustes.

Excentricidad de la carga Geo 5 evaluó que la excentricidad generada por las cargas estaba dentro de los límites admisibles, y así se aseguró la estabilidad de las cimentaciones.

Calculo de asentamientos elásticos de los diseños

Para el cálculo de los asentamientos elásticos se hizo uso de la ecuación (10) de la siguiente manera

Para este caso al tener una arcilla arenosa podemos obtener la relación de poisson de la tabla 2 quedando $u=0.30$

Se obtuvieron los valores

$$M = L'/B' = 1.50/1.50 = 1$$

$$N = H/B' = 3.8/1.5 = 2.50$$

De la figura 4 obtenemos

$$I_1 = 0.285$$

$$I_2 = 0.064$$

Ahora de la figura 5 y con los valores $DF/B = 2$ obtenemos

$$I_f = 0.55$$

Reemplazando en la ecuación 10 nos queda

$$\Delta H_i = 1200 \text{ kn} * 1.50 \text{ m} * 1 \frac{1 - 0.30^2}{70000} \left(0.285 + \frac{1 - 0.30 * 2}{1 - 0.30} * 0.064 \right) * 0.55$$

$$\Delta H_i = 0.55 \text{ cm}$$

Conclusiones preliminares

Las zapatas diseñadas cumplían con los requisitos de capacidad portante, asentamientos y estabilidad estructural, en los casos donde no lo hacían se aumentaban dimensiones o se asumía una mayor profundidad para de esta manera buscar que cumpliera con los requisitos. Como última medida en caso de no cumplir se cambiaba el sistema de cimentación.

El uso de herramientas como Geo 5 y las metodologías propuestas por Meyerhof permitió optimizar los diseños, asegurando que sea seguro, eficiente y acorde con las normativas colombianas.

Resultados del objetivo 3 Montaje de la estructura en el modelo computacional ETABS de los distintos diseños estructurales bajo el cumplimiento de la norma NSR10

Para el cumplimiento de este objetivo se realizaron 4 modelados estructurales de los cuales 2 fueron de construcciones de 3 niveles, 1 de 2 niveles y el ultimo de 5 niveles, cada uno de estos modelos fueron supervisados y revisados por el ingeniero jefe a cargo y todos cumplieron con la normativa NSR10 para construcción sismo resistente.

En la siguiente tabla se encuentran los resultados más significativos arrojados en los modelados mencionados anteriormente, en ella se evidencia los parámetros más significativos utilizados tales como las dimensiones de elementos estructurales las cuales se utilizan en el posterior diseño estructural realizados por el ingeniero jefe de la empresa.

Tabla 7 Resultado de los modelados estructurales realizados por el estudiante en etabs

Proyecto	Datos de entrada al software	Resultados del modelo	Conclusiones del modelo
Construcción de 5 niveles; ubicado carrera 18 # 9-06 barrio nazarenos, del municipio de Pamplona	Columnas: 30 x 35 cm. Vigas: 40 x 35 cm. Resistencia del concreto:4000psi Módulo de elasticidad:17872 Mayor luz libre entre columnas:5.70 mts	Desplazamiento máximo:0.8 mm Derivas máximas: 0.12% Momento máximo: 65kn/m2 Muros de corte de 15x15 cm	Para el modelo se utilizó un sistema aporticado de vigas y columnas y unos muros de corte en los niveles iniciales para dar cumplimiento a los requerimientos de la norma
Construcción de 3 niveles vivienda unifamiliar ubicado en la urbanización villa Tatiana lote 1 barrio la fosforera municipio de pamplona	Columnas: 30 x 30cm. Vigas: 35 x 30 cm. Resistencia del concreto:3000psi Módulo de elasticidad:17872	Desplazamiento máximo:10 mm Derivas máximas: 0.31% Momento máximo: 12kn/m2 Máxima carga axial: 305 kn	Se utilizó un sistema aporticado con voladizos de 1 metro y consto de 11 columnas el cual cumplió con todos los requerimientos propuestos en la norma
Construcción de 3 niveles vivienda unifamiliar ubicado en la urbanización villa Tatiana lote 23 barrio la fosforera municipio de pamplona	Columnas: 30x30cm. Vigas: 30 x 30 cm. Resistencia del concreto:3000psi Módulo de elasticidad:17872 Mayor luz libre entre columnas: 5.2mts	Desplazamiento máximo:0.76 mm Derivas máximas: 0.25% Momento máximo: 14kn/m2 Máxima carga axial: 350 kn	Se utilizó un sistema aporticado con voladizos de 1.5 metro y consto de 13 columnas el cual cumplió con todos los requerimientos propuestos en la norma
Construcción de 2 niveles vivienda unifamiliar ubicado en la	Columnas: 30 x 30cm. Vigas: 30 x 30 cm. Resistencia del concreto:3000psi Módulo de elasticidad:17872 Mayor luz libre entre columnas: 3.4mts	Desplazamiento máximo:10 mm Derivas máximas: 0.09% Momento máximo: 12kn/m2 Máxima carga axial: 200 kn	Se utilizó un sistema aporticado con voladizos de 0.5 metro y consto de 9 columnas el cual cumplió con todos los requerimientos propuestos en la norma

Acontinuación, se deja el modelado del edificio de 5 niveles el cual represente el mayor reto de todos los modelos realizados debido a las características del terreno y los niveles de construcción, se resalta que de esta misma manera fueron montados los otros modelos trabajados durante las practicas realizadas, pero con las especificaciones especiales de cada proyecto.

Pre-dimensionamiento de elementos estructurales

El pre-dimensionamiento inicial se realizó con base en las disposiciones de la NSR10, considerando las luces libres entre columnas y los requisitos mínimos para garantizar un comportamiento adecuado ante eventos sísmicos, para este análisis se hizo uso de una hoja de cálculo de Excel la cual se deja en la siguiente ilustración.

Figura 12

Pre-dimensionamiento estructural

PREDIMENSIONAMIENTO			
Longitud Direccion X	Coficiente	Espesor Min (m)	
4	L/12	0,333	0,30
0,90	L/14	0,064	0,06
0,45	L/14	0,032	0,03
0,31	L/14	0,022	0,02
3,19	L/12	0,266	0,30
Longitud Direccion Y	Coficiente	Espesor Min (m)	
3,58	L/12	0,298	0,30
6	L/14	0,429	0,43
2,00	L/14	0,143	0,14
3,70	L/14	0,264	0,26
2,66	L/14	0,190	0,19
2,94	L/12	0,245	0,25

PREDIMENSIONAMIENTO	
Epesor de viga h (m)	0,43
2,5 el epesor (m)	1,08
Ancho aferente S (m)	0,80
Base vigueta Bw (m)	0,12
Epesor loseta T (m)	0,06
Base min de viga (m)	0,32
Viga (m)	0,40x 0,50
Columnas (m)	0,4 x 0,4

Nota: la figura muestra el cálculo del pre-dimensionamiento estructural

Para el cálculo anterior se tuvo en cuenta la figura (6) mostrada en la fase 3 de la metodología esta fue tomada de la norma NSR 10 la cual nos clasifica los coeficientes de división de acuerdo a los tipos de apoyos que tendrán nuestros elementos estructurales, cabe resaltar que los tipos de apoyos fueron suministrados por el ingeniero jefe a cargo.

Este análisis arrojó dimensiones preliminares de:

- **Columnas:** 30 x 35 cm.
- **Vigas:** 40 x 35 cm.

Configuración del modelo en ETABS

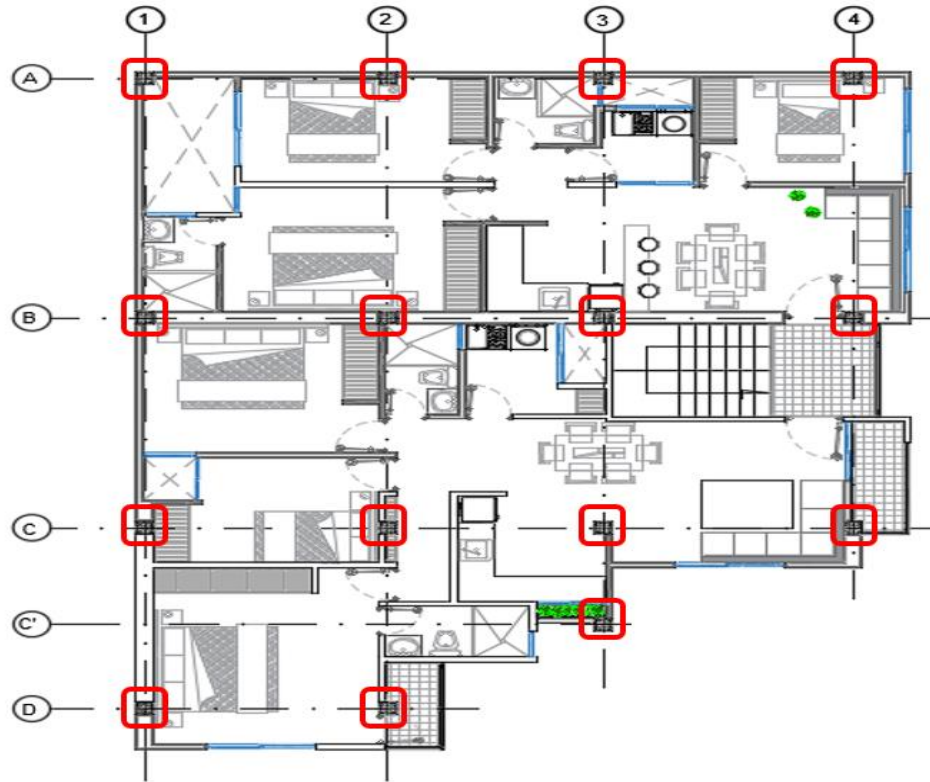
Se desarrolló el modelo computacional de una edificación de cinco pisos, ingresando las características específicas del proyecto, incluyendo:

Dimensiones iniciales de columnas (30x35 cm) y vigas (40x35 cm), Propiedades de los materiales, como el módulo de elasticidad para el cual se utilizó 17872 MPA, la resistencia del concreto de 4000 psi, altura entre pisos de 2,80 metros y características arquitectónicas de la edificación.

Para saber la cantidad de columnas y vigas y sus respectivas ubicaciones y distancias se tomó como referencia el plano arquitectónico suministrado por el ingeniero a cargo, el cual se deja en la siguiente figura.

Figura 13

Identificación y ubicación de las columnas en el plano arquitectónico

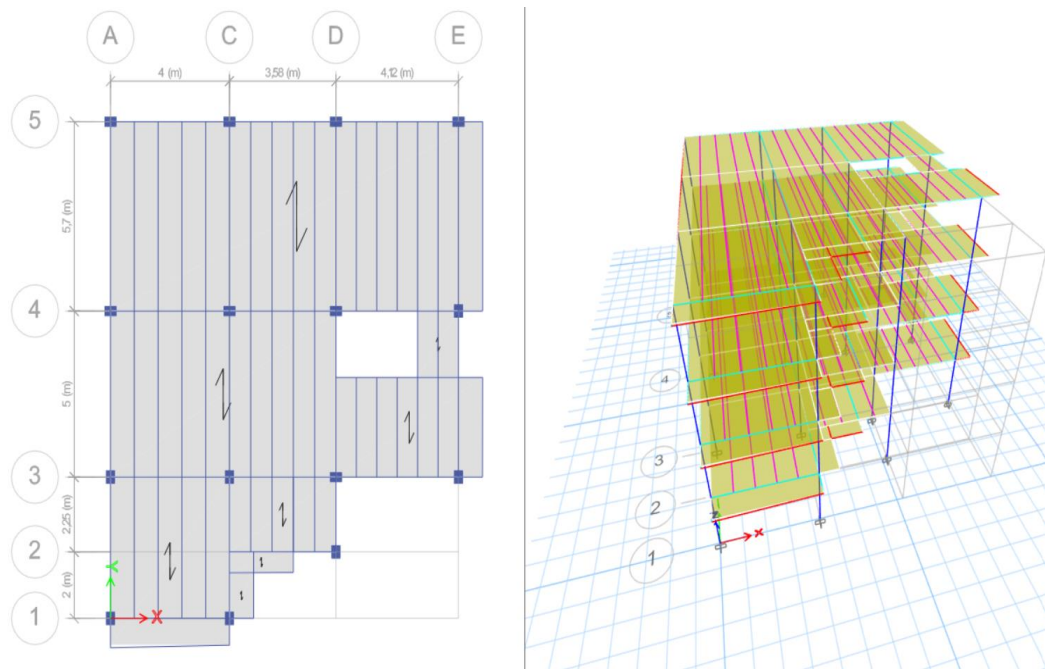


Nota: la figura muestra cómo se identificaron las columnas y los ejes para el análisis de la estructura en Etabs.

Como se puede apreciar en la figura anterior el modelo conto con 15 columnas y se puede apreciar que estas están ubicadas por ejes, también deja ver que el terreno no es de una forma regular. A continuación, se muestra el modelo inicial en el software

Figura 14

Ubicación de las columnas en el software Etabs



Nota: la figura muestra la ubicación de las columnas en el software Etabs como también de ejes y vacíos que lleva la estructura

A continuación, se mencionan los parámetros sísmicos para el diseño de la estructura a construirse de acuerdo a la Norma NSR10 para el área de estudio:

Amenaza sísmica: Alta.

Movimientos sísmicos de diseño:

Aa: 0.30

Av: 0.25

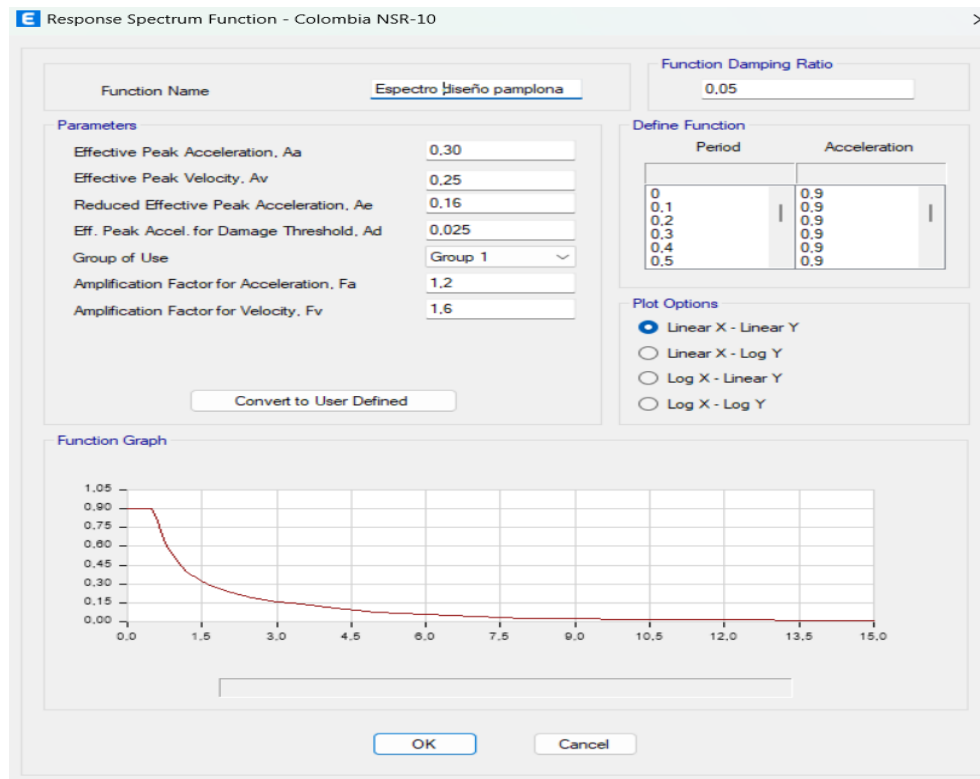
Fa: 1.2 (para periodos cortos del espectro).

Fv: 1.6 (para periodos intermedios del espectro).

A continuación, la figura muestra la configuración de estos valores directamente en el programa.

Figura 15

Configuración del espectro de diseño en ETABS



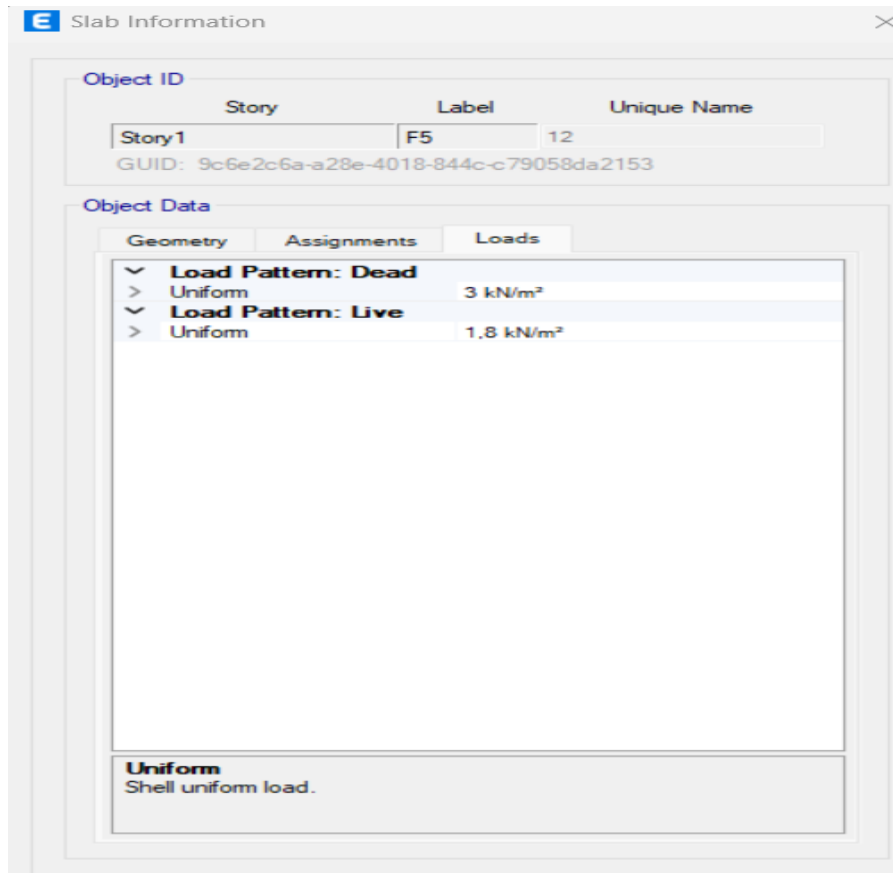
Nota: la figura muestra el ingreso de los diferentes parámetros sísmicos establecidos en la norma NSR10 para obtener el espectro de diseño de Pamplona Norte de Santander

Definición de cargas y combinaciones

Se definieron las cargas permanentes (peso propio, cargas muertas) en este caso se la carga muerta fue de 3kn/m² y las cargas variables (cargas vivas, cargas sísmicas) que para este caso fue de 1.8 kn/m², estas fueron dadas por el ingeniero a cargo. A continuación, se muestra los resultados de las diferentes cargas ingresadas al software.

Figura 16

Ingreso de las cargas vivas y muertas al software

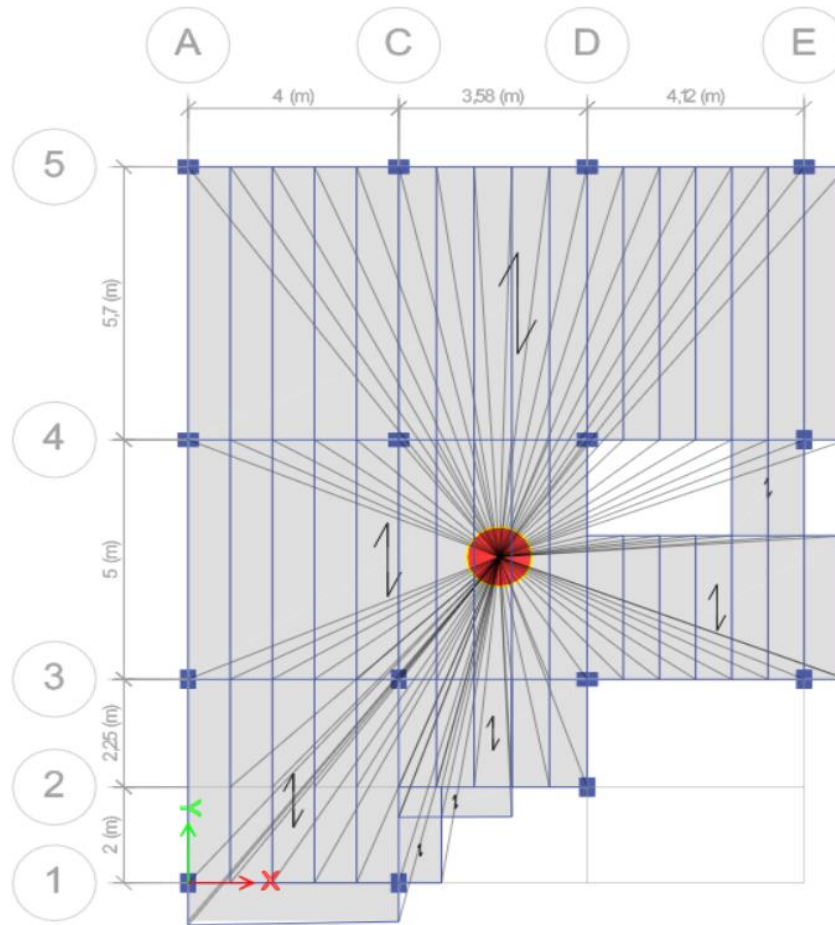


Nota: la figura muestra la configuración de los diferentes tipos de cargas en el software Etabs

Se aplicaron diafragmas rígidos a los niveles de piso, a continuación, se deja los resultados de los diafragmas aplicados

Figura 17

Diafragma rígido de la estructura



Nota: la figura muestra el diafragma rígido de la estructura para definir los parámetros de rigidez

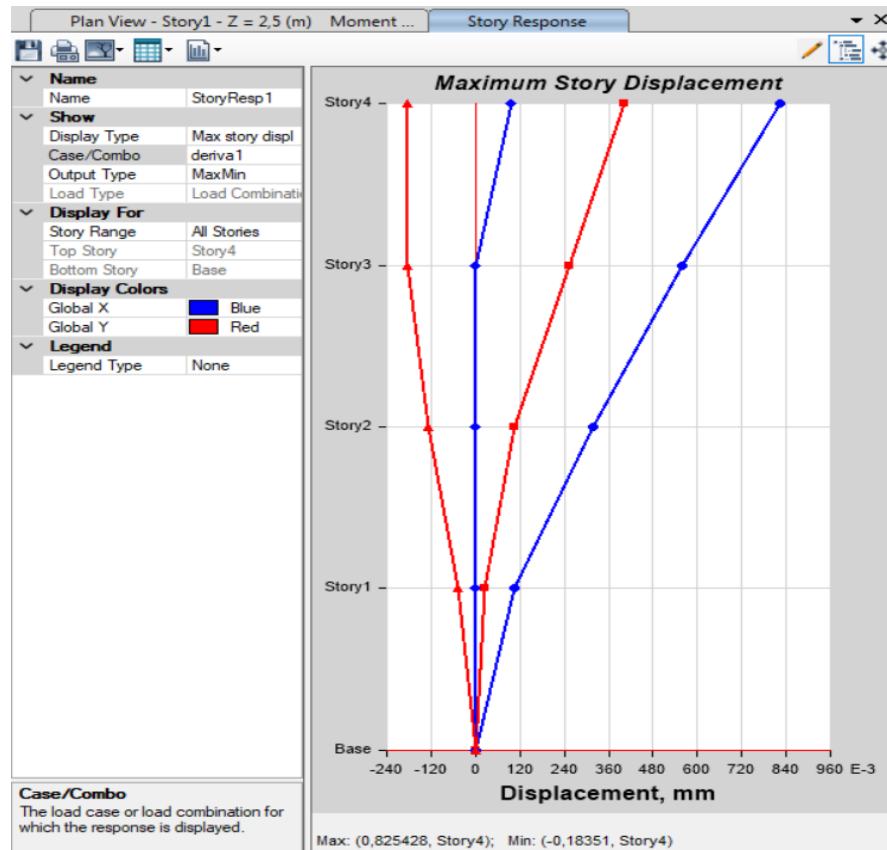
Simulación del modelo

Al ejecutar la simulación en ETABS, se obtuvieron los siguientes resultados clave:

Deformaciones: El desplazamiento máximo encontrado fue de 0.8 milímetros y se encontró en el último piso, este resultado se deja en la figura que se muestra a continuación.

Figura 18

Resultado de los desplazamientos máximos

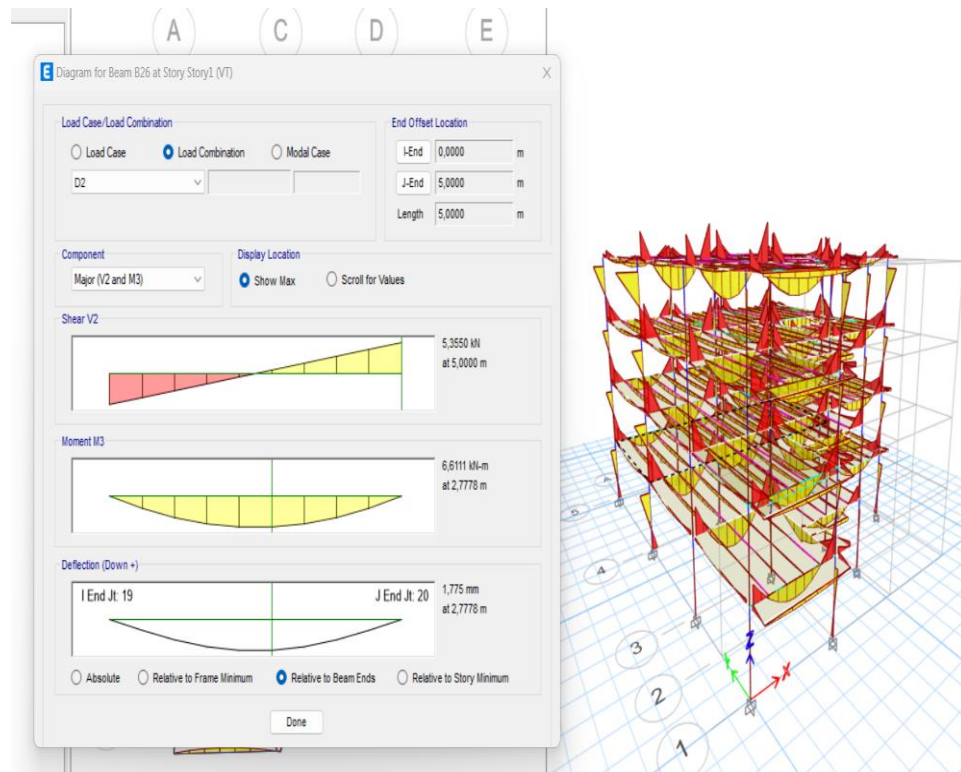


Nota: la figura muestra los resultados de desplazamiento máximos al ejecutar el modelo

Momentos máximos y fuerzas cortantes: Valores críticos en vigas y columnas bajo diferentes combinaciones de carga para este caso.

Figura 19

Resultado de momentos y fuerzas axiales del modelo

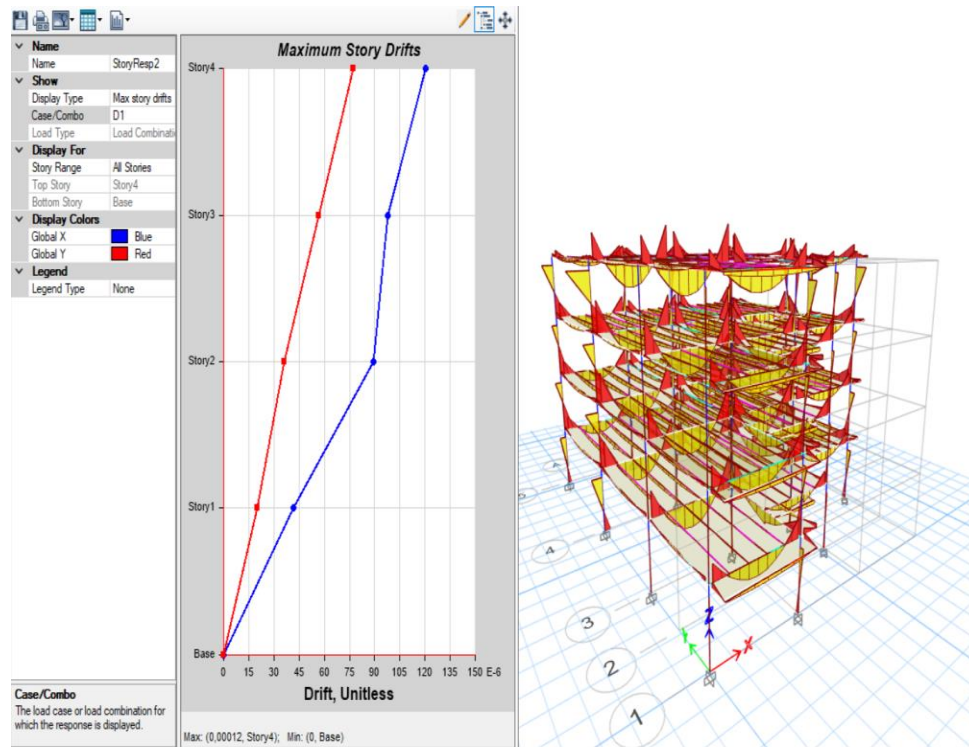


Nota: La figura muestra los resultados de los momentos máximos

Derivas de entrepiso: Estas se verificaron para asegurar que no superaran el límite del 1% establecido por la NSR10 para este caso en específico la deriva máxima dio de 0,12%, a continuación, se muestran los resultados de las derivas.

Figura 20

Derivas del modelo estructural



Nota: la figura evidencia los resultados obtenidos de las derivas de entrepisos y aquí se puede evidenciar que estas no superan el 1% estipulado en la norma

Ajustes al modelo

En los casos donde los resultados no cumplían con las especificaciones normativas, se realizaron los siguientes ajustes:

Se realizaron ajustes en las dimensiones de vigas y columnas (se aumentaron) cuando fue necesario, además del uso de concreto de mayor resistencia en ciertos elementos, para garantizar la estabilidad estructural del modelo. Tras estas modificaciones, se logró el cumplimiento de los

requisitos normativos, asegurando que las derivas se mantuvieran dentro de los límites permitidos y que todos los elementos estructurales presentaran esfuerzos y deformaciones admisibles.

Al finalizar el modelado se encontró que:

El modelo estructural mostrado cumplió con todos los requisitos de diseño establecidos por la NSR10, garantizando la seguridad y funcionalidad de la edificación.

Los resultados obtenidos en ETABS proporcionaron una base confiable para las siguientes fases del proyecto, incluyendo el diseño estructural, la generación de planos y especificaciones técnicas para la construcción.

Resultados del objetivo 4 Apoyo en las diferentes actividades ingenieriles, asignadas por el jefe directo con el fin de asistir en las labores cotidianas de la empresa

Pago de nóminas quincenales por administración y por contrato en la obra casa Acevedo

Durante el desarrollo de la obra casa Acevedo, se gestionaron pagos periódicos y por contrato para garantizar el avance óptimo del proyecto. La administración implementó un esquema de pagos quincenales para cubrir los salarios del personal administrativo y operativo. Además, se realizaron desembolsos por contrato para actividades específicas, como el pañete y la obra blanca, en función de los avances registrados. Para el pago por contrato fue necesario hacer mediciones en la obra para realizar los pagos por m² de las diferentes actividades, en las siguientes figuras se muestra los formatos de pagos utilizados.

Figura 21

Realización de formato de pago de nomina

CASA ACEVEDO							
PAGO 9 - 10 AGOSTO							
	NOMBRE	CEDULA	DIA	MEDIO DIA	VALOR DIA	VALOR MEDIO DIA	VALOR PAGADO
1	WOLFAN VILLAMIZAR	X	14	0	\$ 78.572	\$ 39.286	\$ 1.100.008
2	VICTOR ALFONSO JAIMES	X	14	0	\$ 60.715	\$ 30.357	\$ 850.010
3	ANGELO DARLEY JAIMES	X	14	0	\$ 46.430	\$ 23.215	\$ 650.020
4	LUIS FABRICIO CASTILLO	X	14	0	\$ 46.430	\$ 23.215	\$ 650.020
5	LUIS CONDE	PAÑETE	150	0	\$ 8.000	\$ 23.215	\$ 1.200.000
					VALOR TOTAL		\$ 4.878.698

Nota: La imagen muestra el registro correspondiente al primer pago de nómina gestionado directamente por el estudiante durante su participación en el proyecto. Sin embargo, dado que la obra Casa Acevedo ya se encontraba en ejecución desde meses anteriores, este pago se identifica como el pago número 9 en la secuencia general de la obra

La figura anterior muestra el formato de pago general de la obra casa Acevedo ejecutada por la empresa ingesuelos, esta obra es una vivienda unifamiliar de 2 niveles y la cual tiene un área construida de 500 metros cuadrados, a continuación, se deja el formato para el pago por contrato del m2 de otras actividades. Para conocer todos los formatos de pagos de nóminas ver (apéndice B)

Figura 22

Formato de medición y pago por contrato de m2 de pañete en la obra casa Acevedo

PAGO PAÑETE DON LUIS					
Nombre muro	ALTURA	ANCHO	VANO	TOTAL MURO	
1A	3,1	4,17	2,1975	10,73	
2A	3,1	3,82	0	11,84	
Muro doble	3A	3,1	3,3865	5,73	
	4A	3,1	3,3865	8,50	
5A	3,1	3	0	9,30	
Muros doble	6A	3,1	1,7845	10,50	
	7A	3,1	1,7845	6,99	
8A	3,1	2,6	0	8,97	
9A	3,1	1,33	0	8,56	
10A	3,1	2,65	0	8,22	
11A	3,1	1,15	0	5,50	
Marco puert	11B	2,15	0,15	0,80	
	12A	3,1	1,32	4,09	
Muros del cuarto	13A	3,1	1,4	4,34	
	14A	3,1	1,32	4,09	
	14B	2,1	0,15	0,80	
	15A	3,1	1,39	2,63	
	16A	3,1	2,53	6,16	
	17A	3,1	1	7,90	
	18A	3,1	1,18	3,66	
Murofachada	19A	0,63	4,25	2,6775	
20A	3,1	1,86	0	5,77	
21A	3,1	3,95	0	12,25	
Metros cuadrados totales				150,00	
Valor metro cuadrado				\$ 8.000	
Valor total quincena				\$ 1.199.960	

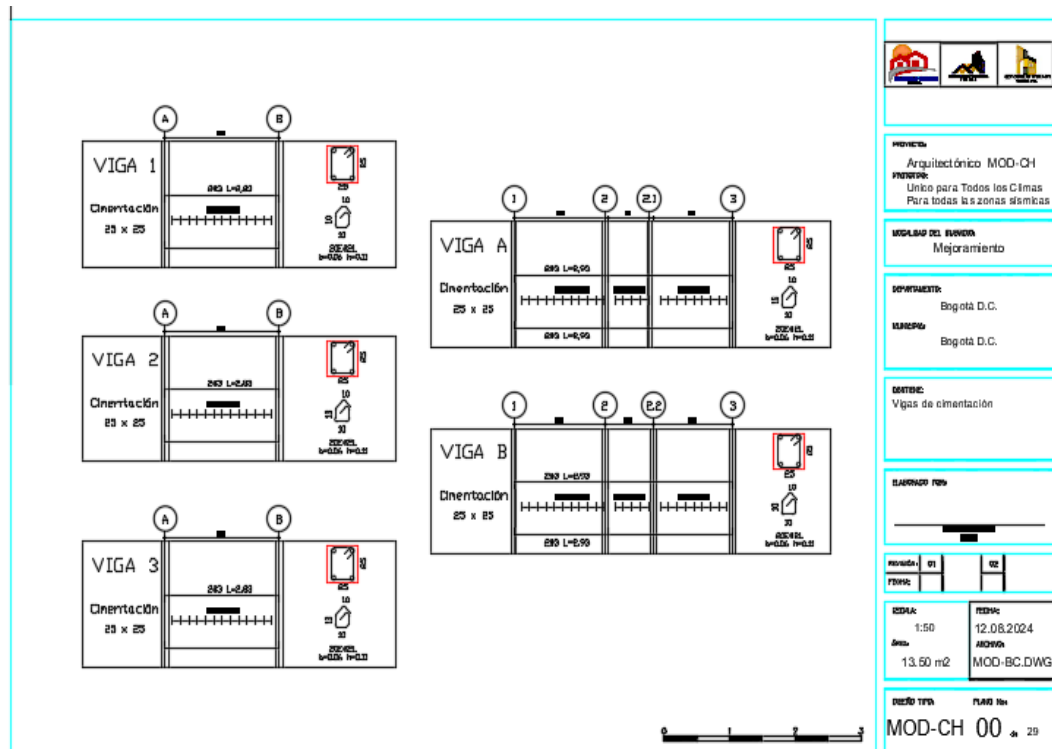
Nota: la figura muestra el formato utilizado por el estudiante en el cual se realizaba los pagos de las actividades contratadas por metro cuadrada en la ejecución de la obra casa Acevedo

Elaboración de planos estructurales

Se diseñaron planos estructurales para viviendas de interés social, siguiendo las normativas vigentes y principios de diseño estructural a continuación se dejan los resultados de este trabajo.

Figura 23

Plano estructural de vigas de cimentación



Nota: la figura muestra el resultado de realizar planos estructurales en AutoCAD para un proyecto de viviendas de interés social.

En los planos realizados dieron como resultados vigas de cimentación de 25x25 cm con 2 varillas #3 de longitud 2.83 metros y 11 estribos #2 cada 20 centímetros, una losa de contra piso de 12 centímetros de espesor con refuerzo de barras #4 cada 25 centímetros, para el resto de la construcción se diseñaron los planos en estructuras metálicas, con vigas y columnas en perfiles de 100x100 milímetros con espesores de 2.5 milímetros.

Resultados del ensayo densidad de campo por método del cono de arena

Se pesó el cono lleno de arena dando 5770g esto para calcular el volumen del suelo excavado y, posteriormente, determinar su densidad.

El material excavado se pesó de inmediato para conocer su peso húmedo dando como resultado 4450g. La cantidad de arena utilizada en llenar el agujero se calculó pesando nuevamente el equipo con la arena sobrante dando como resultado 1695g.

En la siguiente tabla se dejan el resumen de los resultados obtenidos durante el estudio.

Tabla 8

Resultados obtenidos del ensayo del cono de arena

Parámetros	resultados
Peso muestra húmeda	4450gr
peso cono con arena llena	5770gr
Peso cono de arena después de vaciado	1695gr
Contenido de humedad (w)	7.5%
Volumen del agujero, en cm ³	3018,52
Densidad húmeda, en g/cm ³	1,42
Densidad seca, en g/cm ³	1,32

Nota: la tabla tiene los resultados de las densidades húmedas y secas del terreno intervenido

Figura 24

Realización del ensayo de densidad de campo



Nota: La figura muestra el ensayo de densidad de campo realizado por el estudiante

Resultados del ensayo cono dinámico de penetración

A continuación, se muestran los datos obtenidos del ensayo de penetración dinámica de cono

Tabla 9

Datos recogidos en campo del ensayo cono dinámico de penetración

Lectura punto 1		Lectura punto 2	
Numero de golpes	Profundidad en milímetros	Numero de golpes	Profundidad en milímetros
5	37	5	36
10	62	10	60
15	101	15	77
20	140	20	116
25	194	25	131
30	225	30	147
35	270	35	164
40	334	40	185
45	426	45	210
50	500	50	280

Nota: la tabla representa los valores recogidos en campo del ensayo de cono dinámico de penetración en dos puntos para una pavimentación de vías urbanas en el municipio de Lourdes norte de Santander

Los parámetros tenidos en cuenta para este ensayo fue un peso de martillo de 8 kg con una caída de 0.60 metros por tanto en el estudio se tuvo una energía de 48 Julios por cada golpe, Estos datos nos sirvieron para correlacionar la penetración con cada golpe como también la energía transmitida lo cual a su vez se correlaciona con la resistencia dinámica del suelo. Los datos de la tabla anterior muestran la profundidad acumulada con los números de golpes acumulados lo cual sirvió para evaluar la homogeneidad del suelo y localizar capas débiles o más resistentes.

En la tabla se pueden apreciar que en ambos puntos después de 35 golpes ya el suelo empieza a cambiar su resistencia lo que puede indicar que se pasó la capa compactada. Estos datos

recogidos fueron suministrados al ingeniero jefe para el posterior análisis, a continuación, se deja la evidencia fotográfica de la realización del ensayo

Figura 25

Evidencia fotográfica del ensayo de penetración dinámica



Nota: la ilustración muestra al estudiante realizando el ensayo de cono dinámico de penetración en el municipio de Lourdes norte de Santander

Conclusiones

La asistencia en los 25 estudios de suelos realizados durante la práctica empresarial permitió recolectar datos de alta calidad, esenciales para la clasificación y caracterización geotécnica de los terrenos. Los ensayos realizados con el equipo SPT no solo proporcionaron valores de resistencia (N-SPT) confiables, sino que también evidenciaron la variabilidad en las propiedades de los suelos según su localización geográfica.

Se logró identificar la predominancia de suelos arcillosos y arenosos, con características específicas como presencia de niveles freáticos en sectores aluviales y alta compactación en terrenos montañosos. Esta información fue crucial para definir parámetros como la profundidad de desplante y los factores de capacidad de carga. Además, la documentación meticulosa de las muestras, incluyendo registros fotográficos y datos estratigráficos, garantizó la trazabilidad y calidad de los informes entregados, lo que resalta la importancia de un trabajo de campo organizado y normativamente alineado.

Los cálculos desarrollados para el diseño de cimentaciones, basados en los estudios de suelos y en metodologías como la ecuación de Meyerhof, permitieron diseñar zapatas seguras y eficientes. El análisis de los parámetros geotécnicos extraídos (ángulo de fricción, cohesión y capacidad portante) facilitó la definición de dimensiones adecuadas para las cimentaciones, asegurando el cumplimiento de los esfuerzos admisibles del suelo.

La modelación en software especializado, como Geo5, fue clave para validar estos diseños, permitiendo observar posibles ajustes en dimensiones y asentamientos. Adicionalmente, el uso de metodologías como el método de Steinbrenner para evaluar asentamientos elásticos aportó una evaluación precisa del comportamiento del suelo bajo carga. Esto destacó la importancia de

integrar herramientas computacionales y análisis teóricos para cumplir con los estándares normativos colombianos (NSR-10) y optimizar recursos en el diseño de cimentaciones.

La creación de modelos estructurales en el software ETABS fue una de las actividades más relevantes del proyecto, ya que permitió analizar edificaciones bajo escenarios de carga complejos, incluyendo combinaciones de fuerzas mayoradas y espectros de diseño sísmico. El pre-dimensionamiento de elementos estructurales (vigas y columnas) garantizó que estos cumplieran con los requisitos mínimos establecidos por la norma NSR-10, asegurando la seguridad de las edificaciones en contextos de alta sismicidad.

Durante el proceso de modelado, se realizaron ajustes iterativos para optimizar las dimensiones de los elementos y garantizar el cumplimiento de las derivas permitidas (menores al 1%). Este ejercicio resaltó la capacidad del software para prever comportamientos estructurales y optimizar diseños, además de demostrar la importancia de trabajar bajo un enfoque normativo y técnico que priorice la seguridad y funcionalidad de las estructuras.

La participación activa en actividades ingenieriles de diversa índole, como la elaboración de planos estructurales, el pago de nominas quincenales y la ejecución de ensayos de campo, permitió al estudiante comprender de manera integral el ciclo de desarrollo de un proyecto de construcción. En particular, los ensayos de densidad de campo (cono de arena) y penetración dinámica (DCP) aportaron datos valiosos para la evaluación de la compactación y capacidad portante de los suelos, asegurando el cumplimiento de las especificaciones técnicas.

Recomendaciones

Durante la realización de las prácticas empresariales como auxiliar de ingeniería civil en la empresa INGESUELOS se encontraron algunas falencias en las diferentes actividades de la empresa por lo cual se dejan algunas recomendaciones generales para mejorar procesos tanto en el área administrativa como en la parte de trabajo de campo.

- Se recomienda contratar un profesional de SG-SST que se encargue de la aplicación de normas de seguridad y salud en el trabajo, acciones correctivas, supervisión de las instalaciones, maquinaria y manejo de personal.
- Se recomienda promover talleres internos en la empresa sobre la Norma Sismo Resistente NSR-10 en su título H y las Normas Técnicas Colombianas (NTC), para asegurar que todos los involucrados en los proyectos tengan un conocimiento actualizado acerca del porque los procesos se realizan de x o y forma.
- fomentar acuerdos con proveedores de materiales locales para garantizar la calidad y disponibilidad oportuna de los materiales, reduciendo costos y tiempos de entrega.

Referencias

- AGUDELO, N., BENAVIDES, E., & DÍAZ, B. (2014). *PASANTÍA INTERNACIONAL MÉXICO ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL CON ETABS BÁSICO*.
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17118/AN%c3%81LISIS%20Y%20DISE%c3%91O%20ESTRUCTURAL%20CON%20ETABS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aguilar, W. (2022). *Práctica Empresarial como Apoyo Técnico en Análisis Estructural del Proyecto Mamatoco y Presupuesto de Obra del Proyecto Plaza Rocio de la Empresa Matinmo S.A.S* [Bachelor thesis, Pregrado Ingeniería Civil].
<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/46583>
- Alcaldía Pamplona. (2015). *MODIFICACIÓN excepcional del Plan Básico de Ordenamiento Territorial (P.B.O.T.) Municipio de Pamplona—2015*.
- Arpad kezdi. (1974). *Manual de mecánica de suelos* (Vol. 1).
- Capacidad Portante Tablas para Meyerhof Hansen y Vesic, PDF. (2017). *Capacidad Portante Tablas para Meyerhof Hansen y Vesic | PDF* [Capacidad Portante Tablas para Meyerhof Hansen y Vesic | PDF]. Scribd. <https://es.scribd.com/document/362237046/Capacidad-Portante-Tablas-Para-Meyerhof-Hansen-y-Vesic>
- Chopra, A. (2019). *Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering*. Pearson. <https://www.iberlibro.com/9780138552145/Dynamics-Structures-Theory-Applications-Earthquake-0138552142/plp>
- Coeficiente de Poisson Por Tipo de Suelo | PDF*. (2020). Scribd.
<https://es.scribd.com/document/450143750/Coeficiente-de-poisson-por-tipo-de-suelo>

Das, B. (2020). *Principles of Geotechnical Engineering* (Septima). Cengage Learning.

<https://dl.icdst.org/pdfs/files/f26ec24b602af7971800c8c327a3b3bd.pdf>

Fandiño, N. (2020). *INFORME DE PASANTÍA AUXILIAR DE INGENIERÍA CIVIL EN LAGOVAL INGENIERÍA S.A.S.*

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/30373/2020nataliafandi%c3%b1o.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Foundation Analysis and Design 5th Ed. - J.E. Bowles.pdf. (s. f.). U-Cursos. Recuperado 11 de diciembre de 2024, de [https://www.u-](https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2012/1/CI4402/1/material_docente/o/424204)

[cursos.cl/ingenieria/2012/1/CI4402/1/material_docente/o/424204](https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2012/1/CI4402/1/material_docente/o/424204)

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

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

Kerzner, H. (2022). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. Wiley. [https://www.wiley.com/en-](https://www.wiley.com/en-us/Project+Management%3A+A+Systems+Approach+to+Planning%2C+Scheduling%2C+and+Controlling%2C+13th+Edition-p-9781119805373)

[us/Project+Management%3A+A+Systems+Approach+to+Planning%2C+Scheduling%2C+and+Controlling%2C+13th+Edition-p-9781119805373](https://www.wiley.com/en-us/Project+Management%3A+A+Systems+Approach+to+Planning%2C+Scheduling%2C+and+Controlling%2C+13th+Edition-p-9781119805373)

Kraus, S., Palmer, C., & Moore, J. (2020). *The Role of Internships in Engineering Education* (Vols. 109, Número: 3, pp. 425-444). Journal of Engineering Education.

<https://www.qscience.com/content/papers/10.5339/qproc.2014.wcee2013.27>

Largacha, D. F. R. (2020). *INFORME FINAL DE PRÁCTICA EMPRESARIAL REALIZADA EN ELIARA CONSTRUCCIONES S.A.S.*

<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/76c317d5-24a6-4996-a6a1-4e95c1441c7f/content>

Lopez, L. (2021). *Práctica empresarial como auxiliar de ingeniero residente de obra en la segunda fase del proyecto estudios, diseños y construcción de mejoras de viviendas en el marco del convenio interadministrativo n° 314 del 2016 entre el DPS-FIP y el municipio de El Molino – La Guajira a cargo de la contratista INGEPRON S.A.S.*

http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/8600/1/L%c3%b3pez%20_%202021_TG.pdf

Niño, J. (2023). *Acompañamiento de Proyectos de Ingeniería con Enfoque Geotécnico en Modalidad de Prácticas Empresariales Para la Empresa SITELSA S.A.S.*

<https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/792a8e07-8cba-478a-8d97-ba6c64d08881/content>

Pamplona Ubicada en el Mapa de Colombia. (2015). Alcaldia De Pamplona. <https://pamplona-nortedesantander.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Galeria-de-Mapas.aspx#lg=1&slide=3>

Parada, J. (2020). *PRÁCTICA PROFESIONAL COMO AUXILIAR DE INGENIERO RESIDENTE EN LA COSTRUCION DE TORRES PRESTIGE, EN EL MUNICIPIO PAMPLONA NORTE DE SANTANDER.*

http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/8565/1/Parada_2020_TG.pdf

Peréz, D. M. R., & Urrego, J. A. D. (2018). *PRÁCTICA EMPRESARIAL APLICADA AL ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO CENTRO CULTURAL NUEVO MILENIO ASOCIADO CON EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO DEL METRO DE BOGOTÁ FASE 2 ESTACIÓN CALLE 45.*

<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/3377b26c-456d-4c3c-b84a-bf8eee4c56c1/content>

Perez, Y. (2019). *PRACTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIAR DEL INGENIERO RESIDENTE DEL PROYECTO “PLAZA DE LOS ANDES” DE LA CONSTRUCTORA PEREZ Y ASOCIADOS S.A.S EN PAMPLONA NORTE DE SANTANDER.*

http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5751/1/P%c3%a9rez_2020_TG.pdf

Quintero, A. (2019). *Laboratorio de suelos de la empresa INCIGAM S.A.S ubicada en el municipio de Sabaneta,.*

http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5707/1/Quintero_2019_TG.pdf

RAJESH, A., EUCARISTÍA, T., PRASANTHNI, & SARAVANAGANESH. (s. f.). *Advanced Geotechnical Techniques for Soil Characterization.*

<https://cosmas.org/store/engineering/advanced-geotechnical-engineering-site-characterization-and-soil-improvement/>

Retamozo, L. (2011). *Diseño Estructural de un edificio de Viviendas de Dos Sótanos y Cinco pisos, ubicado en San Isidro—Lima.*

https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/882/RETAMOZO_MARTINEZ_LUDWIG_EDIFICIO_DOS_SOTANOS_SAN_ISIDRO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sandoval, A. (2019). *Práctica profesional como Auxiliar Residente de Obra para la construcción de edificio multifamiliar “Dinamic Riviera” en el municipio de Pamplona, Norte de Santander.*

http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5702/1/Sandoval_2019_TG.pdf

Apéndices

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

Apéndice B. Hoja de cálculo de la nómina casa Acevedo

Apéndice C Hoja de cálculo ensayo de densidad cono de arena

Nota para ver los respectivos apéndices ver el siguiente link

https://drive.google.com/drive/folders/1TXS41KqeM9K0t_5oH8hVHegwTBnbRrY8?usp=sharing