



**PRACTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIAR DE DISEÑO ESTRUCTURAL
EN LA EMPRESA DISEÑOS & ESTRUCTURAS MJ PROYECTOS S.A.S DE LA
CIUDAD DE BOGOTÁ D.C**

autor

Neider Andrés Amaya Muñoz

Trabajo de Grado para Optar el título de Ingeniero Civil

Director

Dean Andersson Montañez Torres

Ingeniero Civil – UFPS

Especialista en Estructuras - UIS

Magister en Ingeniería Estructural - UIS

Universidad de Pamplona

Facultad de Ingenierías y Arquitectura

Departamento de Ambiental, Química y Civil

Programa de Ingeniería Civil

Pamplona, Norte de Santander

2022



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”
Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



Dedicatoria

Primeramente, a Dios por guiarme y darme sabiduría en cada momento.

A mi mamá Yaneth Muñoz por apoyarme y brindarme siempre palabras de aliento.

A mi papá Fermín Amaya quien siempre ha sido mi ángel y mi inspiración.

A mi abuela Elia Caballero por cuidarme y ser una madre para mí.

A mis tías Diana Amaya y María Amaya quienes hicieron el papel de padre cuando más

lo necesite.

A la Señora Nicolasa Pérez quien me inculco valores y me brindo su apoyo

incondicionalmente.

A toda mi familia por brindarme todo lo que ha estado a su alcance.



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



Agradecimientos

A todos los compañeros encontrados a lo largo de mi formación profesional, en especial a Edison López y Arley Acosta quienes me enseñaron el valor de la amistad y con quienes compartí y disfruté este proceso.

Al Ingeniero Dean Andersson Montañez Torres, quien siempre estuvo dispuesto en resolverme cualquier inquietud en el desarrollo de este proyecto.

A los docentes de la Universidad de Pamplona quienes aportaron sus conocimientos, experiencias y toda su disposición para alcanzar este sueño.

A mi municipio Agustín Codazzi, por brindarme la oportunidad de estudiar en la Universidad de Pamplona.

A la ciudad mitrada Pamplona, por hacerme sentir en casa y a toda la comunidad Pamplonesa quienes fueron una familia para hacer posible este sueño.

Al Ingeniero Raúl Matta Ariza y la Ingenieria Alejandra Nuñez quienes me enseñaron y brindaron su apoyo durante el desarrollo de la practica empresarial.

Finalmente, al Ing. Jair Useche Macias por abrirme las puertas de su empresa y a todos mis compañeros de trabajo por recibirme e integrarme rápidamente.

¡Simplemente gracias a todos por contribuir en este sueño!



TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO.....	4
Resumen.....	1
Palabras clave:.....	1
Abstract	2
Introducción	1
CAPITULO I	2
GENERALIDADES	2
1.1 Planteamiento del Problema.....	2
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 Marco Referencial	4
1.4.1 Estado del Arte	4
Ámbito Internacional	4
Ámbito Nacional.....	4
Ámbito Regional.....	5
1.4.2 Marco Contextual	6
1.4.2.1 Ubicación.....	6



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



1.4.3 Marco conceptual	7
1.4.4 Marco Legal	8
Código ACI 318-19: Requisitos del Código de Construcción para Concreto	
Estructural.....	8
Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).....	9
Ley 400 de 1997	10
Decreto 523 de 2010.....	10
Decreto 1783 de 2021.....	10
Ley 2079-2021 “Por medio de la cual se dictan disposiciones en materia de vivienda y hábitat”.....	11
CAPITULO II	12
INICIO DE LA PRACTICA EMPRESARIAL	12
2.1 Presentación	12
2.2 Metodología	12
2.3 Licencias.....	13
CAPITULO III.....	14
REALIZAR REVISIONES ESTRUCTURALES DE LOS DIFERENTES PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS QUE ESTÉN A CARGO DE LA EMPRESA.	14
3.1 Actividad. Realizar la Coordinación Previa de los Diseños con el Director de Proyecto o Ingeniero Encargado.	14



3.2 Actividad. Estudiar y Analizar los Planos Arquitectónicos Entregados por el Cliente.	16
3.2.1 Descripción Arquitectónica “Edificio Las Américas”	16
3.2.2 Descripción Arquitectónica “Vivienda Blanca Hernández”	17
3.2.3 Descripción Arquitectónica “Vivienda Antonio Vergel”	18
3.3 Materiales	19
3.3.1 Características del Concreto Reforzado a Utilizar:	19
3.3.2 Módulo de Elasticidad (sección C.8.5, Título C, NSR-10)	19
CAPITULO IV	20
ELABORAR PROPUESTAS ESTRUCTURALES COMO SOLUCIÓN AL PLANTEAMIENTO ARQUITECTÓNICO.	20
4.1 Actividad. Estudiar las Posibles Soluciones Estructurales para cada Proyecto.	20
4.1.1 Edificio Las Américas.	20
4.1.2 Vivienda Blanca Hernández	29
4.1.3 Vivienda Antonio Vergel.....	31
4.2 Actividad. Enriquecer el Archivo General de Detalles Estructurales de Acuerdo con los Entregados para cada Proyecto.	33
CAPITULO V	34
DESARROLLAR EL ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL USANDO LOS PROGRAMAS DE COMPUTADOR ETABS, SAP2000, O CUALQUIER OTRO SIMILAR PARA LOS PROYECTOS DE CONSULTORÍA QUE TENGA LA EMPRESA.	34



5.1 Actividad. Analizar las Estructuras Usando los Programas de Computador ETABS, SAP2000, o Cualquier otro Similar.	36
5.1.1 Edificio Las Américas	36
5.1.2 Vivienda Blanca Hernández	42
5.1.3 Vivienda Antonio Vergel.....	43
5.2 Actividad. Dar Soporte a los Directores de Proyectos del Diseño Estructural de Cada Proyecto.	43
CAPITULO VI.....	44
ELABORAR DESPIECES, PRESUPUESTO Y PLANOS ESTRUCTURALES MEDIANTE LA METODOLOGÍA BIM A TRAVÉS DE AUTODESK REVIT.	44
6.1 Actividad. Dibujar Plantas Estructurales, Cortes, Detalles y Todos los Elementos Necesarios para la Buena Comprensión de Cada Proyecto Empleando el Programa de Computador AUTOCAD y/o REVIT.	44
6.2 Actividad. Dibujar los Despieces de Vigas y Columnas Empleando el Programa de Computador DCCAD y/o REVIT.....	44
6.3 Actividad. Elaboración de Presupuesto Estructural.	47
Conclusiones	49
Recomendaciones	51
Referencias Bibliográficas	52



Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Ubicación de la Empresa Diseños & Estructuras MJ Proyectos S.A.S. Fuente: Google Maps	6
Ilustración 2. Oficinas de la Empresa Diseños & Estructuras MJ Proyectos S.A.S. Fuente: Propia	12
Ilustración 3. Director y Coordinadora de los Proyectos: Edificio Las Américas, Vivienda Blanca Hernández y Vivienda Antonio Vergel. Fuente: Propia	14
Ilustración 4. Localización Edificio Las Américas. Fuente: Arq. Giovanna Andrea Alonso	16
Ilustración 5. Localización general del predio mediante IDIGER. Fuente: Propia	17
Ilustración 6. Fachada por KR 6E. Fuente: Diseños & Estructuras MJ Proyectos S.A.S.....	17
Ilustración 7. Vivienda Antonio Vergel. Fuente: Arq. Giovanna Andrea Alonso.....	18
Ilustración 8. Microzonificación Sísmica de Bogotá, D.C - Decreto 023 de 2010. Fuente: IDIGER	21
Ilustración 9. Respuesta Sísmica: Aluvial 200. Fuente: IDIGER.....	21
Ilustración 10. Tipos de Apoyos. Fuente: Propia.....	22
Ilustración 11. Dimensiones de una Viga. Fuente: Propia.....	22
Ilustración 12. Determinación del Tipo de Apoyo y Altura de las Vigas. Fuente: Propia	23
Ilustración 13. Dimensiones Mínimas de una Columna DMO. Fuente: Propia	24
Ilustración 14. Partes de una Losa Aligerada. Fuente: Propia	25
Ilustración 15. Representación Lados de una Losa Maciza en Dos Direcciones. Fuente: Propia	26
Ilustración 16. Propuesta Estructural Final del Edificio Las Américas. Fuente: Propia.....	28
Ilustración 17. Propuesta Estructural del Edificio Las Américas Presentada por la Arquitecta. Fuente: Arq. Giovanna Andrea Alonso	28



Ilustración 18. Propuesta Estructural de la Vivienda Blanca Hernández Presentada por la Arquitecta. Fuente: Arq. Giovanna Andrea Alonso.....	30
Ilustración 19. Propuesta Estructural Final de la Vivienda Blanca Hernández. Fuente: Propia...	30
Ilustración 20. Propuesta Estructural de la Vivienda Antonio Vergel Presentada por la Arquitecta. Fuente: Arq. Giovanna Andrea Alonso.....	32
Ilustración 21. Propuesta Estructural Final de la Vivienda Antonio Vergel. Fuente: Propia	32
Ilustración 22. Modelamiento de Estructuras Mediante el Software Licenciado Etabs V.19.1.0. Fuente: Propia	36
Ilustración 23. Modelo Estructural Edificio Las Américas Mediante el Software Licenciado Etabs V.19.1.0. Fuente: Propia	37
Ilustración 24. Derivas Máximas Respecto al Sismo en X Mediante el Software Licenciado Etabs V.19.1.0. Fuente: Propia	38
Ilustración 25. Derivas Máximas Respecto al Sismo en Y Mediante el Software Licenciado Etabs V.19.1.0. Fuente: Propia	38
Ilustración 26. Columnas que no Cumplen el Límite Máximo de Derivas. Fuente: Propia	39
Ilustración 27. Identificación de Columnas que Exceden el Límite de Derivas. Fuente: Propia .	39
Ilustración 28. Derivas Máximas Respecto al Sismo en X Mediante el Software Licenciado Etabs V19.1.0. Fuente: Propia	40
Ilustración 29. Derivas Máximas Respecto al Sismo en Y mediante el Software Licenciado Etabs V19.1.0. Fuente: Propia	40
Ilustración 30. Desplazamiento Dentro del Plano de Acción Fachada Principal y Posterior Mediante el Software Licenciado Etabs V19.1.0. Fuente: Propia	41



Ilustración 31. Tramos de Vigas 101 y 106 Fallan a Cortante Datos Obtenidos Mediante el Software Licenciado Etabs V.19.1.0. Fuente: Propia	41
Ilustración 32. Modelo Estructural de la Vivienda Blanca Hernández Mediante el Software Licenciado Etabs V.19.1.0 Fuente: Propia.....	42
Ilustración 33. Modelo estructural de la vivienda Antonio Vergel mediante el software licenciado Etabs V.19.1.0 Fuente: Propia	43
Ilustración 34. Transferencia de Carga a Viguetas. Fuente: Propia.....	45
Ilustración 35. Nomenclatura de Vigas. Fuente: Propia	45
Ilustración 36. Nomenclatura de Columnas. Fuente: Propia	46
Ilustración 37. Capacitación en el Uso del Software Licenciado DC-CAD 3. Fuente: Propia.....	46
Ilustración 38. Modelo Tridimensional del Edificio Las Américas Mediante el software REVIT V.2023. Fuente: Propia	48



Lista de tablas

Tabla 1. Determinación de la zona de Amenaza Sísmica	20
Tabla 2. Alturas o Espesores Mínimos de Vigas No Preesforzadas o Losas Reforzadas en una Dirección a Menos que se Calculen Deflexiones. Fuente: Titulo C (Tabla C.9.5 (a)) - NSR-10	22
Tabla 3. Alturas o Espesores Mínimos Recomendados para Vigas No Preesforzadas o Losas Reforzadas en una Dirección que Soporten Muros Divisorios y Particiones Frágiles Susceptibles de Dañarse Debido a Deflexiones Grandes, a Menos que se Calculen las Deflexiones. Fuente: Titulo C (Tabla C.R 9.5 (a)) - NSR-10	22
Tabla 4. Viguetas en Losas Nervadas C.8.13 NSR-10.	26
Tabla 5. Espesores Mínimos de Losas sin Vigas Interiores. Fuente: TablaC.9.5 (c) - NSR-10...	27
Tabla 6. Dimensiones Iniciales de los Elementos del Sistema de Resistencia Sísmica del Edificio Las Américas	27
Tabla 7. Dimensiones de los elementos del sistema de resistencia sísmica de la vivienda Blanca Hernández	29
Tabla 8. Dimensiones de los Elementos del Sistema de Resistencia Sísmica de la Vivienda Antonio Vergel.....	31
Tabla 9. Cantidades de Acero y Concreto del Edificio Las Américas.....	48



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



Lista de apéndices

[Apéndice A. Planos Arquitectónicos Edificio Las américas.](#)

[Apéndice B. Planos Arquitectónicos Vivienda Blanca Hernández.](#)

[Apéndice C. Planos Arquitectónicos Vivienda Antonio Vergel.](#)

[Apéndice D. Planos estructurales Edificio Las Américas.](#)

[Apéndice E. Planos estructurales Vivienda Blanca Hernández.](#)

[Apéndice F. Planos estructurales Vivienda Antonio Vergel.](#)

[Apéndice G. Memorias de cálculo estructural del Edificio Las Américas.](#)

[Apéndice H. Memorias de cálculo estructural de la Vivienda Blanca Hernández.](#)

[Apéndice I. Memorias de cálculo estructural de la Vivienda Antonio Vergel.](#)

[Apéndice J. Cantidades de acero y concreto Edificio Las Américas](#)



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



Resumen

El presente escrito contiene el desarrollo de la práctica empresarial como un requisito de proyecto de grado para la obtención del título de Ingeniero Civil, esta se enfocó en el desarrollo como auxiliar de diseño estructural en la empresa Diseños & Estructuras MJ Proyectos S.A.S de la ciudad de Bogotá, D.C. Durante los cuatro (4) meses del desarrollo de la práctica se abordaron tres proyectos: Vivienda Blanca Hernández, Vivienda Antonio Vergel y Edificio Las Américas, en los cuales se realizaron planos estructurales, análisis y diseño estructural, memorias de cálculos, y el cálculo de cantidades de acero y concreto para el Edificio Las Américas.

Las actividades anteriormente mencionadas fueron llevadas a cabo por medio del análisis y estudio de las propuestas arquitectónicas a las cuales se les planteó una solución estructural garantizando una estructura económica, estable, segura y con la función principal de salvaguardar la vida humana. Para lograr el buen desarrollo y la optimización de tiempo se implementó el uso de softwares licenciados tales como: Microsoft Office, AutoCAD V.2023, Revit V.2023, Etabs V.19.1.0 y DC-CAD 3 ; siendo los tres primeros utilizados para realizar dibujos, modelados de estructuras, cortes y obtención de cantidades de acero y concreto, así mismo el análisis estructural se realizó mediante el software: Etabs V.19.1.0 y el diseño estructural a través de DC-CAD3 siguiendo los lineamientos del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

Palabras clave: Desarrollo, diseño estructural, reglamento, softwares, criterio.



Abstract

This written projection presents the development of business practice as a modality of degree project to obtain the title of Civil Engineer, this focused on the development as an assistant of structural design in the company Diseños & Estructuras MJ Proyectos S.A.S of the city from Bogota, D.C. During the four (4) months of development of the practice, three projects were addressed: Blanca Hernández Housing, Antonio Vergel Housing and Las Américas Building, in which structural plans, structural analysis and design, calculation reports, cuts and details that they allowed the good development and compression of these; Likewise, the calculation of quantities of steel and concrete for the Las Américas Building was carried out.

The activities mentioned above were carried out through reviews of the architectural proposals to which a structural solution was proposed, guaranteeing an economical, stable, safe structure with the main function of safeguarding human life. To achieve good development and time optimization, the use of licensed software was implemented, such as: Microsoft Office, AutoCAD V.2023, Revit V.2023, Etabs V.19.1.0 and DC-CAD 3; being the first three used to make drawings, modeling of structures, cuts and obtaining quantities of steel and concrete, likewise the structural analysis was carried out using the software: Etabs V.19.1.0 and the structural design through DC-CAD3 following the guidelines of the Colombian Seismic Resistant Construction Regulation NSR-10.

Keywords: Development, structural design, regulations, software, criteria.

Introducción

En cualquier tipo de proyecto ingenieril el diseño estructural es de vital importancia debido a que este garantiza que los proyectos cumplan con los requisitos que establece el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, por lo tanto, en el presente documento se muestra el desarrollo de la práctica empresarial como auxiliar de diseño estructural en la que se tuvo como principales objetivo hacer revisiones estructurales, realizar el análisis y diseño estructural de los proyectos: Edificio Las Américas, Vivienda Blanca Hernández y Vivienda Antonio Vergel mediante el uso de softwares licenciados tales como: Microsoft Office, AutoCAD V.2023, Revit 2023, Etabs V.19.1.0 y DC-CAD 3.

Teniendo en cuenta lo anterior, para contribuir al desarrollo de este proyecto de grado se optó por una metodología práctica en la que se plantearon distintas actividades como lo fue el estudio de los planos arquitectónicos, suministro de soluciones estructurales, análisis de la estructura por medio del software Etabs V.19.1.0, despieces de los elementos estructurales en el software DC-CAD 3, organización y elaboración de planos estructurales en AutoCAD V.2023, creación de la memoria de cálculo estructural y el cálculo de cantidades de acero y concreto mediante los software Microsoft Office, AutoCAD V.2021 y Revit V.2023.

Finalmente, el desarrollo de las actividades anteriormente mencionadas permite dar cumplimiento a los objetivos planteados, brindando una solución estructural óptima a los diferentes proyectos desarrollados dando cumplimiento al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 Planteamiento del Problema

En la actualidad el hombre ha tenido la necesidad de transformar su entorno generando pequeñas, medianas y grandes construcciones que han permitido el desarrollo a nivel social, cultural y económico permitiendo esto mejorar la calidad de vida. Debido al crecimiento de la población se ve la necesidad de seguir desarrollando construcciones estables, seguras y al menor costo posible con la función primordial de salvaguardar vidas humanas y que a su vez cumplan los requisitos mínimos que establece el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. Todos estos factores hacen que el profesional de hoy en día vea la necesidad de buscar espacios que permitan adquirir experiencia poniendo en práctica los conocimientos teóricos adquiridos a lo largo de su formación.

Teniendo en cuenta lo anterior, la empresa Diseños & Estructuras MJ Proyectos S.A.S brinda el servicio de consultoría enfocado en el diseño y cálculo estructural y estudio de suelos y cimentaciones a empresas del sector público y privado. Dado que la firma se estableció en el año 2003 por el Ing. Jair Useche Macias, ingeniero civil de la Universidad Nacional de Colombia, que cuenta con más de 17 años de experiencia en el área del cálculo y diseño estructural, desde entonces ha participado en el diseño estructural de grandes proyectos en todas las regiones del país. Por el continuo crecimiento, la mejora continua y debido a la cantidad de trabajo que se ha presentado en los últimos años la empresa requería de un auxiliar de diseño estructural que contara con habilidades en el área del cálculo y diseño estructural para brindar su apoyo en el desarrollo de análisis y diseños estructurales, cálculo de cantidades de acero y concreto, organización y elaboración de planos estructurales en los proyectos que fuese requerido.

1.2 Justificación

En todas las fases de un proyecto ingenieril, tanto en la planificación como en la ejecución es esencial el acompañamiento de personas capacitadas, en este caso, el ingeniero civil debe estar presente en el desarrollo de los proyectos para brindar alternativas, soluciones y velar por el cumplimiento de todos los elementos que llevan a la ejecución de una construcción. Por lo tanto, es necesario la presencia de un practicante que cuente con habilidades y destrezas en el área del cálculo y diseño estructural, además de manejar softwares actuales como lo es: Microsoft Office, Etabs, AutoCAD, Revit y DC-CAD 3 permitiendo esto la optimización de tiempo; esto con la finalidad de que brinde apoyo a la empresa Diseños & Estructuras MJ Proyectos S.A.S para generar soluciones estructurales al planteamiento arquitectónico, cálculo de cantidades de acero y concreto y todos los elementos necesarios para la buena comprensión de los proyectos; y estar presente para otorgar alternativas a los distintos problemas que ocurren al momento de diseñar una estructura; esto permitirá seguir aportando al campo de la ingeniería civil profesionales que estén en su capacidad de dar soluciones estructurales a los diferentes proyectos arquitectónicos que se presenten durante su desarrollo profesional.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Realizar la práctica empresarial enfocada al análisis y diseño de estructuras en la empresa Diseños & Estructuras MJ Proyectos S.A.S de la ciudad de Bogotá D.C de acuerdo al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar revisiones estructurales de los diferentes proyectos arquitectónicos que estén a cargo de la empresa.

- Elaborar propuestas estructurales como solución al planteamiento arquitectónico.
- Desarrollar el análisis y diseño estructural usando los programas de computador ETABS, SAP2000, o cualquier otro similar para los proyectos de consultoría que tenga la empresa.
- Elaborar despieces, presupuesto y planos estructurales mediante la metodología BIM a través de Autodesk Revit.

1.4 Marco Referencial

1.4.1 Estado del Arte

Ámbito Internacional

Análisis Sismorresistente Mediante el Método Modal Espectral de un Edificio Habitacional Ubicado en la Comuna de Tomé.

El presente trabajo busca conocer el comportamiento real de las cargas sísmicas en el edificio “Don Guillermo” ubicado en el sector de Bellavista de la comuna de Tomé, que se caracteriza por su gran altura y cercanía al mar, el cual, se ve afectado por terremotos y maremotos. Durante esta investigación se estudió y comprendió el comportamiento de la edificación antes y durante un sismo, con la finalidad de realizar modelos computacionales en ETABS de acuerdo a las normativas chilenas NCh 433 Of.96 Mod.2009 y en el D.S. N°61.

Ámbito Nacional

Cálculo de la Fuerza Sísmica Aplicando el Método de la Fuerza Horizontal Equivalente y el Análisis Dinámico Elástico Cronológico Bajo los Lineamientos del Nuevo Reglamento Sismorresistente Colombiano NSR-10 para una Estructura tipo de 5 Niveles Ubicada en la Ciudad de San José de Cúcuta

En este proyecto se realizó el cálculo de la fuerza sísmica mediante el método de la fuerza horizontal equivalente y el análisis dinámico cronológico para una edificación de cinco niveles ubicada en la Ciudad de San José de Cúcuta de acuerdo al reglamento colombiano sismo resistente NSR-10. Con la finalidad de establecer y determinar los parámetros dinámicos de la edificación, el cálculo de las fuerzas sísmicas, fuerza cortante, deriva de piso y demás cálculos, chequeos que permitan cumplir los requerimientos mínimos que establece la NSR-10. (Gil Corredor, J. J. 2012)

Ámbito Regional

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.

La presente práctica empresarial busca realizar el análisis y diseño estructural del edificio centro cultural Nuevo Milenio con la finalidad de revisar y sustentar las propuestas arquitectónicas y ver si son factibles y permisibles bajo el reglamento colombiano de construcción sismorresistente (NSR-10), en caso contrario dar soluciones que garanticen la integridad y la vida humana ante la eventualidad de un sismo. (Ramírez Pérez, D. & Doblado Urrego, J., 2018)

Adicionalmente se hace necesario llevar a cabo la interacción entre los programas de Ingeniería civil y arquitectura para lograr la gestión integral de la ejecución del diseño y obtener el desarrollo sostenible de la edificación propuesta. (Escobar, 2010)

1.4.2 Marco Contextual

1.4.2.1 Ubicación

La empresa Diseños & Estructuras MJ Proyectos S.A.S se encuentra ubicada en la carrera 7 No.156–78 Torre 2 Oficina 701 de la ciudad de Bogotá D.C, esta presta el servicio de consultoría **(enfocado en el diseño y cálculo estructural y estudio de suelos y cimentaciones)** a empresas del sector público y privado.

La firma se estableció en el año 2003 por el ingeniero JAIR USECHE MACIAS, ingeniero civil de la Universidad Nacional de Colombia, que cuenta con más de 17 años de experiencia en el área del cálculo y diseño estructural, desde entonces ha participado en el diseño estructural de grandes proyectos en todas las regiones del país.

La política de calidad de la firma se fundamenta en el compromiso personal y de conjunto con la calidad y con la mejora continua de los procesos de gestión de calidad implantados por la empresa.



Ilustración 1. Ubicación de la Empresa Diseños & Estructuras MJ Proyectos S.A.S. Fuente: Google Maps

1.4.3 Marco conceptual

Deriva. Se entiende por deriva el desplazamiento horizontal relativo entre dos puntos colocados en la misma línea vertical, en dos pisos o niveles consecutivos de la edificación. (NSR-10 A.6.1.2)

Grados de libertad. Corresponden al número mínimo de coordenadas independientes necesarias sobre las cuales se van a medir las variables cinemáticas en cualquier instante de tiempo, esto con la finalidad de lograr información que permita realizar análisis congruentes y consistentes de lo que se pretende analizar. (Botero Palacio, 2011)

Hormigón. Es un material constituido por cemento, arena y grava u otros áridos y agua, con facilidad de moldearse antes de que se endurezca. (Ruscalleda Gallart, S., Winter, G. & Nilson, A. 1977)

Periodo. Es el tiempo que requiere una estructura para realizar un ciclo completo. Este es uno de los parámetros fundamentales del sistema dinámico, ya que proporciona una noción preliminar de la rigidez o flexibilidad del sistema. (Botero Palacio, 2011)

Aceleración espectral S_a . Corresponde al valor del espectro de aceleraciones de diseño para un periodo de vibración dado. Es la máxima aceleración de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad, para un sistema de un grado de libertad con un periodo de vibración T del sistema elástico, medido en segundos. (Botero Palacio, 2011)

Sistema de pórticos. Es un sistema estructural compuesto por un pórtico espacial, resistente a momentos, esencialmente completo, sin diagonales, que resiste todas las cargas verticales y fuerzas horizontales. (Rochel Awad, 2012)

Sistema de muros de carga. Es un sistema estructural que no dispone de un pórtico esencialmente completo y en el cual las cargas verticales son resistidas por los muros de carga y las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales o pórticos con diagonales. (Rochel Awad, 2012)

Columna. Elemento con una relación entre el lado y largo (largo) lado corto (ancho) mayor de 3 usado principalmente para resistir carga axial de compresión (Título C, NSR-10)

Cimentación. Es aquella parte de la estructura que está en contacto con el suelo encargada de transmitir las cargas actuantes al terreno. (Calavera, J., 2015)

Vigas. Es un elemento tipo "barra" horizontal dispuesto de manera unidireccional, la cual se encuentra apoyada en uno o más puntos, esto permitiéndole soportar cargas principalmente en dirección perpendicular a su eje longitudinal. (alemán Ramírez, T., 2020)

Losas. Es una superficie plana formada de concreto reforzado, que se apoya sobre muros o vigas fundidas monolíticamente con la placa; su función principal es transmitir las cargas gravitacionales. (Rochel Awad, 2007)

Acero de refuerzo. Elementos colocados en una estructura para suplir el déficit que presenta en el concreto ante las fuerzas de tensión presentes en un elemento estructural. (Joseph J & Dobrowolski, 1996a)

1.4.4 Marco Legal

Código ACI 318-19: Requisitos del Código de Construcción para Concreto Estructural.

Establece los requisitos mínimos que deben cumplir el diseño de las estructuras de concreto reforzado, las especificaciones técnicas que deben tener los materiales y las estructuras

que no son de construcción. Este código fue creado por el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI) con la finalidad de abordar temas como: sistemas estructurales, conexión viga-columna, estructuras prefabricadas, estructuras de hormigón pretensadas, postensadas y compuestas. Así mismo se encuentran subtemas como: diseño y construcción por resistencia, capacidad de servicio y durabilidad, combinaciones de cargas, factores de carga, factores de reducción de resistencia, métodos de análisis estructural; límites de deflexión; anclaje mecánico y adhesivo al hormigón; desarrollo y empalme de refuerzo; información del documento de construcción; inspección y pruebas de campo.

La estructura organizacional del Código ha sido reorganizada en el año 2014, generando que esta estructura se expanda a otros países. Con ello se buscó principalmente presentar por capítulos los requisitos de diseño y detalle para sistemas estructurales con la finalidad de seguir un proceso según la cronología del diseño y la construcción.

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).

Presenta los requisitos mínimos con el fin primordial de salvaguardar las vidas humanas ante la ocurrencia de un evento sísmico. Dado que la reglamentación sismo resistente corresponde a un documento tecnológico, esta se ha ido actualizando. La primera reglamentación sismo resistente nacional fue expedida por el Gobierno nacional por medio del decreto 1400 del 7 de junio de 1984, la primera actualización correspondiente al reglamento NSR-98, fue expedida por medio del decreto 33 del 9 de enero de 1998 y la segunda actualización al Reglamento NSR-10, se expidió se expidió por medio del decreto 926 del 19 de marzo de 2010. Posterior a este decreto se han introducido modificaciones en los decretos 2525 del 13 de julio de 2010, 092 del 17 de enero de 2011, 340 del 13 de febrero de 2012 y 945 del 5 de junio de 2017.

Ley 400 de 1997

Esta ley establece criterios y requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones nuevas, así como aquellas edificaciones categorizadas indispensables para la recuperación de la comunidad ante la ocurrencia de un evento sísmico, permitiendo salvaguardar la vida humana.

Además, señala las características y requisitos para el ejercicio de las profesiones y cuáles son las funciones y responsabilidades de quienes las ejercen, con la finalidad de aumentar la posibilidad de diseñar estructuras estables y seguras.

Decreto 523 de 2010

Adopta las disposiciones de Microzonificación Sísmica de Bogotá, D.C., mediante los resultados obtenidos del estudio de zonificación de la respuesta sísmica de Bogotá, de conformidad con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), expedido de acuerdo con la Ley 400 de 1997 por medio de sus Decretos 926 y 2525 de 2010, que dentro del presente Decreto se denominara el Reglamento NSR-10. El Decreto 523 de 2010 “Por el cual se adopta la microzonificación Sísmica de Bogotá D.C” es obligatorio y substitutivo a las secciones A.2.4 y A.2.6 del Reglamento NSR-10, y se debe aplicar para el diseño y construcción de edificaciones que cumplan el A.1.2.3 del Reglamento NSR-10.

Decreto 1783 de 2021

Modifica parcialmente el Decreto 1077 de 2015 Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio y se reglamenta la ley 1796 de 2016, en lo relacionado con el estudio, trámite y expedición de las licencias urbanísticas y la función pública que desempeñan los curadores urbanos y se dictan otras disposiciones.

El Decreto 1077 de 2015 “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio”, compila las disposiciones reglamentarias y definiciones relacionadas con instrumentos de financiación y mecanismos de gestión del desarrollo territorial, con la radicación de documentos para la promoción y enajenación de vivienda, así como con el trámite, estudio y expedición de las licencias urbanísticas.

Ley 2079-2021 “Por medio de la cual se dictan disposiciones en materia de vivienda y hábitat”

Tiene como objetivo reconocer la política pública de hábitat y vivienda como una política de estado que diseñe y adopte normas destinadas a complementar el marco normativo dentro del cual se formula y ejecuta la política habitacional urbana y rural en el país, con el fin de garantizar el ejercicio efectivo del derecho a una vivienda y habitad dignos para todos los colombianos.

La política pública de habitad y vivienda, a través del ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, diseñara los instrumentos técnicos, administrativos, jurídicos y financieros que se consideren necesarios para la asesoría e implementación de programas y proyectos habitacionales que contemplen de manera integral la producción de vivienda en las modalidades de adquisición de vivienda, construcción de vivienda de interés social y prioritaria, mejoramiento de vivienda y entornos rurales dignos, orientados a la generación de la oferta requerida para satisfacer los requerimientos del país.

CAPITULO II

INICIO DE LA PRACTICA EMPRESARIAL

2.1 Presentación

Se dio inicio a la práctica empresarial el día viernes 24 de junio del 2022 en la empresa Diseños & Estructuras MJ Proyectos S.A.S de la ciudad de Bogotá D.C, en donde el Ing. Jair Useche Macias gerente de la empresa; realizo la presentación del equipo de trabajo y brindo una breve explicación de la metodología que se debe ejecutar para la elaboración de un proyecto estructural.

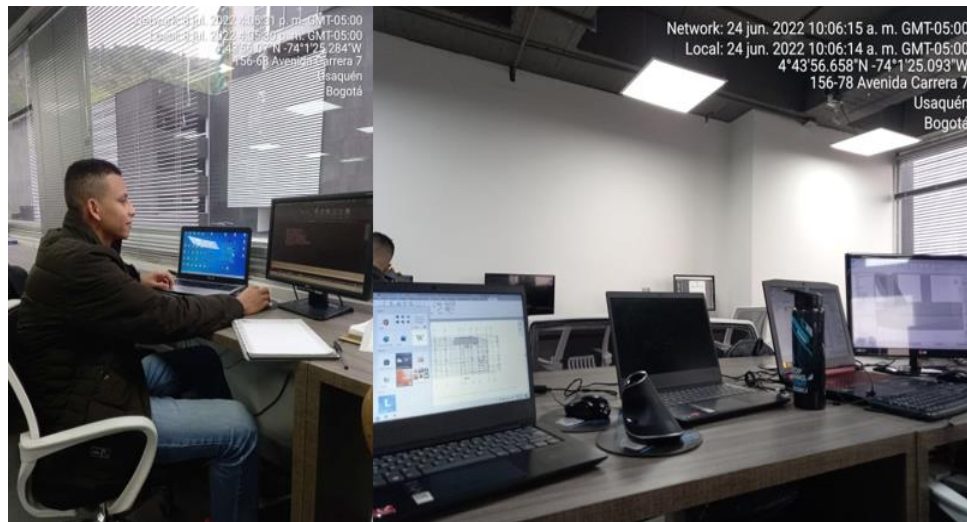


Ilustración 2. Oficinas de la Empresa Diseños & Estructuras MJ Proyectos S.A.S. Fuente: Propia

2.2 Metodología

Se utilizó una metodología práctica en donde se dio cumplimiento a los objetivos mediante los proyectos: Edificio Las Américas, Vivienda Blanca Hernández y Vivienda Antonio Vergel. Así mismo se presentan las diferentes actividades que se realizaron con el equipo de trabajo de la empresa Diseños & Estructuras MJ Proyectos S.A.S, que permitieron comprender, analizar y solucionar de la forma más apropiada cada proyecto, logrando obtener experiencia a medida que se fue desarrollando y entendiendo cada uno de estos.

2.3 Licencias

La empresa Diseños & Estructuras MJ Proyectos S.A.S cuenta con las siguientes licencias:

Microsoft Office: RodrigoTovarSinisterra@DisenosyestructurasMJpro763.onmicrosoft.com

AUTODESK: dye11@disenosyestructuras.com

DC-CAD3: DDS-2010-06-16-376

Computers & Structures, Inc: ETANWPL0002



SC-CER96940



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co

CAPITULO III

REALIZAR REVISIONES ESTRUCTURALES DE LOS DIFERENTES PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS QUE ESTÉN A CARGO DE LA EMPRESA.

3.1 Actividad. Realizar la Coordinación Previa de los Diseños con el Director de Proyecto o Ingeniero Encargado.

Con la finalidad de llevar un proceso, control y tener un asesoramiento constante, el Ing. Jair Useche Macias asigno como director de proyecto al Ing. Raúl Matta Ariza, ingeniero civil y especialista en estructuras de la Universidad Industrial de Santander (UIS) y a la Ing. Alejandra Núñez, ingeniera civil de la Universidad Católica de Colombia como coordinadora de proyecto, quienes brindaron su acompañamiento y conocimiento durante los cuatro (4) meses de práctica empresarial.



Ilustración 3. Director y Coordinadora de los Proyectos: Edificio Las Américas, Vivienda Blanca Hernández y Vivienda Antonio Vergel. Fuente: Propia

Una vez asignado el equipo de trabajo, el Ing. Raúl Matta Ariza procedió a dar el orden y las actividades que se desarrollarían en cada proyecto, quedando de la siguiente manera:

- Vivienda Antonio Vergel, Vivienda Blanca Hernández y Edificio Las Américas, en estos proyectos se debía inicialmente estudiar, analizar y comprender la propuesta arquitectónica; una vez realizado esto se procedía a dar una solución estructural óptima y al menor costo posible para ello era necesario tener bases en el área de la geotecnia, estructuras y construcciones; las cuales permitirían el buen desarrollo y compresión de estos, para realizar estas actividades también era necesario el uso de softwares licenciados que servirían en la optimización de tiempo tales como: AutoCAD V.2023, Revit V.2023, Etabs V.19.1.0 y DC-CAD3 con la finalidad de dibujar, modelar estructuras, realizar el análisis y diseño estructural, esto con el objetivo de obtener el producto final que se le entrega al cliente: memorias de cálculo y planos estructurales.
- En el Edificio Las Américas se desarrollaría el modelado estructural mediante el software licenciado Revit V.2023 y la obtención de cantidades de acero y concreto con ayuda de los softwares licenciados tales como: Microsoft Office, AutoCAD V.2023, Revit V.2023 y DC-CAD 3.

Luego de tener claro lo que se debía realizar, el Ing. Raúl Matta Ariza da la orden de iniciar el primer proyecto bajo el continuo asesoramiento y supervisión de la Ing. Alejandra Núñez, quien sería la jefe inmediata en caso de alguna dificultad durante el desarrollo de los proyectos, y en aquellos casos donde se presentase una inquietud o dificultad que la Ing. Alejandra Núñez no lograra resolver el Ing. Raúl Matta Ariza sería el encargado de solucionar la inquietud.

3.2 Actividad. Estudiar y Analizar los Planos Arquitectónicos Entregados por el Cliente.

3.2.1 Descripción Arquitectónica “Edificio Las Américas”

Se encuentra ubicado en la **CRA 71C #5ª-04, Bogotá, D.C**; el proyecto se realizará en un lote de **137.95 m²** de área aproximadamente, será una edificación de cinco (5) niveles, cuyo uso será residencial.

El edificio las Américas cuenta con las siguientes características: el primer piso (N+0.00) está constituido por áreas dedicadas al comercio, servicios y parqueadero, mientras que el segundo (N+3.42), tercer nivel (N+6.48), cuarto nivel (+9.52) y quinto nivel (+12.60) están destinados a apartamentos, el edificio tiene la particularidad que cuenta con una zona dedicada a tanques de agua potable (N+15.05).



Ilustración 4. Localización Edificio Las Américas. Fuente: Arq. Giovanna Andrea Alonso

Para observar los planos arquitectónicos, diríjase [al Apéndice A. Planos Arquitectónicos Edificio Las américas.](#)

3.2.2 Descripción Arquitectónica “Vivienda Blanca Hernández”

La vivienda Blanca Hernández se encuentra ubicado en la **CRA 6 Este #23-18, Barrio Santa Helena, Soacha - Cundinamarca**; el proyecto está en un lote de **72.00 m²** de área aproximadamente, se contempla el reconocimiento, reforzamiento y ampliación de una vivienda compuesta por (3) niveles y cubierta, cuyo uso será residencial.

La vivienda Blanca Hernández cuenta con las siguientes características: la planta de primer piso (N+0.00) y segundo piso (N+2.88) ya se encuentran construidos, mientras que el tercer piso (N+5.58) será donde se realizara la ampliación; todos los pisos están destinados a cuartos privados y corredores; y la cubierta será en teja liviana plástica constituida por perfiles metálicos y culatas, esta se encuentra del nivel de cumbrera (N+8.24) al nivel de cubierta (N+7.83) cuya pendiente es del 5%.

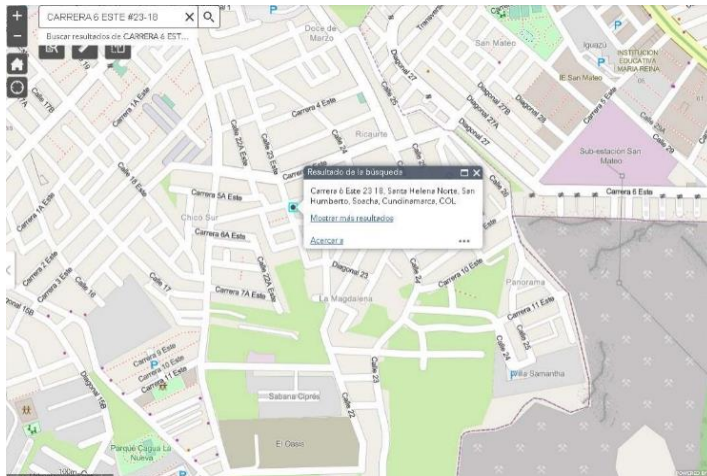


Ilustración 5. Localización general del predio mediante IDIGER. Fuente: Propia



Ilustración 6. Fachada por KR 6E. Fuente: Diseños & Estructuras MJ Proyectos S.A.S

Para observar los planos arquitectónicos, diríjase a [Apéndice B. Planos Arquitectónicos Vivienda Blanca Hernández.](#)

3.2.3 Descripción Arquitectónica “Vivienda Antonio Vergel”

La vivienda Antonio Vergel se encuentra ubicado en la **CRA 80F #11D-27, Barrio Santa Catalina, Bogotá D.C**; el proyecto se realizará en un lote de **69.30 m²** de área aproximadamente, se contempla la realización de una vivienda nueva compuesta por (4) niveles y cubierta de punto fijo, cuyo uso será residencial.

Esta vivienda cuenta con las siguientes características: primer piso (N+0.00) se ubicará un salón de belleza, se presenta un aislamiento en la parte posterior, el cual será destinado a ser el patio de la vivienda, el segundo piso (N+2.70), tercer piso (+5.40) y cuarto piso (N+8.10) están destinados a cuartos privados y corredores, mientras que la cubierta del cuarto piso (N+10.80) solo se tiene acceso para mantenimiento, esta vivienda tiene la particularidad tener una cubierta de punto fijo (N+13.50) en la que se ubicaran tres (3) tanques de agua potable con una capacidad de 500 lts.

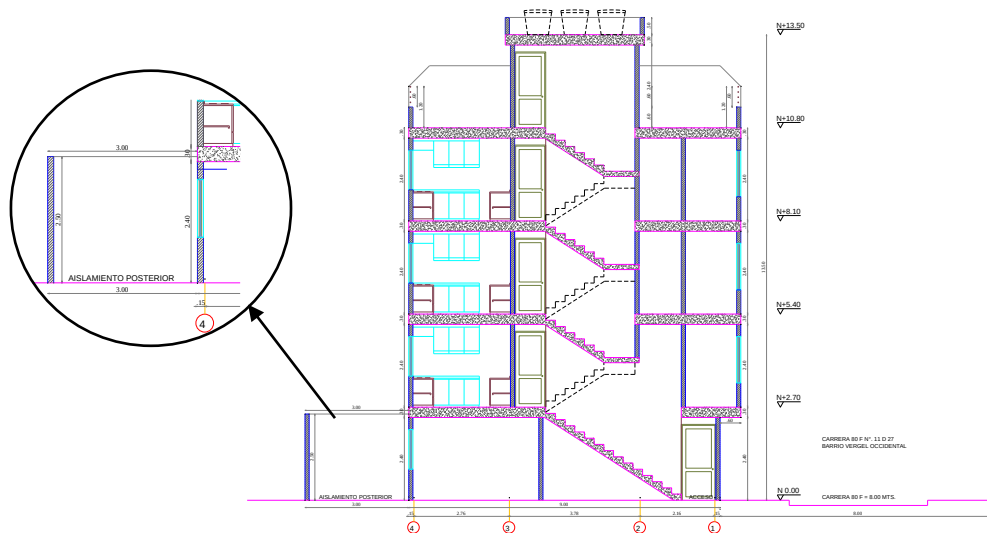


Ilustración 7. Vivienda Antonio Vergel. Fuente: Arq. Giovanna Andrea Alonso

Para observar los planos arquitectónicos, diríjase a [Apéndice C. Planos Arquitectónicos Vivienda Antonio Vergel.](#)

Las características de los materiales utilizados en los proyectos: Edificio Las Américas, Vivienda Blanca Hernández y Vivienda Antonio Vergel son las siguientes:

3.3 Materiales

Los materiales utilizados son:

Concreto 28.0 MPa	Para placa de cimentación, zapatas y vigas de cimentación.
Concreto 28.0 MPa	Para Columnas, vigas, viguetas, placas de entrepisos y escaleras.
Concreto 14.0 MPa	Para concreto de limpieza.
Acero	Para refuerzo $f_y = 420$ MPa para todos los diámetros.

3.3.1 Características del Concreto Reforzado a Utilizar:

Resistencia a la compresión simple: según la sección C.5.1.1, del título C de la NSR-10 "Para concreto diseñado y construido de acuerdo con el Reglamento NSR-10, f'_c no puede ser inferior a 17 MPa" y la sección C.21.1.4.2 restringe para estructuras con capacidad de disipación de energía DMO y DES, que f'_c no debe ser menor que 21 MPa. Para el edificio en estudio se considera una resistencia a la compresión de $f'_c = 28.0$ MPa.

3.3.2 Módulo de Elasticidad (sección C.8.5, Título C, NSR-10)

La sección C.8.5.1 (título C, NSR-10), describe que para el concreto de peso normal se puede tomar el módulo de elasticidad como $E_c = 4700 \sqrt{f'_c}$, sin embargo, en las recomendaciones del mismo título C, específicamente CR.8.5.1, sugiere que "el valor medio para toda la información experimental nacional, sin distinguir por tipo de agregado, es: $E_c = 3900 \sqrt{f'_c}$ "

Relación de poisson: 0.20 (sección CR.8.5.1, Título C, NSR-10).

Peso específico del concreto: 24 KN/m³ (peso tomado según intervalo dado en la sección CR2.2, Título C, NSR-10)

Acero de refuerzo: $f_y = 420$ MPa y $E_s = 200000$ MPa (sección C.8.5.2, Título C, NSR-10)

CAPITULO IV

ELABORAR PROPUESTAS ESTRUCTURALES COMO SOLUCIÓN AL PLANTEAMIENTO ARQUITECTÓNICO.

En esta sección se tiene como base el estudio, análisis y comprensión de cada proyecto a partir de los planteamientos arquitectónicos previamente proporcionados por la arquitecta Giovanna Andrea Alonso para determinar la viabilidad de estas propuestas y poder diseñar de forma asertiva la parte estructural de cada proyecto. Asimismo, se observó en los planos arquitectónicos las características de los elementos principales del sistema de resistencia sísmica: vigas y columnas, siendo posible conocer las dimensiones de las columnas mediante los planos de planta y a través de los cortes transversales la altura de las vigas, es allí donde entra el rol de ingeniero civil quien confirma si estas propuestas son correctas de acuerdo al título C del Reglamento Colombiano de construcciones sismo resistencia NSR-10.

4.1 Actividad. Estudiar las Posibles Soluciones Estructurales para cada Proyecto.

4.1.1 Edificio Las Américas.

Para realizar el predimensionamiento de la estructura fue necesario conocer la zona de amenaza sísmica mediante el **Apéndice A-4**. Definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos de la NSR-10 correspondiente a la ubicación del proyecto:

Ubicación	Zona de Amenaza Sísmica	Sistema Estructural
Bogotá, D.C	Intermedia	Pórtico de Concreto Reforzado
Uso de la Edificación	Tipo de Suelo	Total de niveles
Residencial	F	5

Tabla 1. Determinación de la zona de Amenaza Sísmica. Fuente: Propia

Dado que la ciudad de Bogotá, D.C según el decreto 523 de 2010 **“Por el cual se adopta la microzonificación Sísmica de Bogotá D.C”** es necesario consultar la respuesta sísmica en donde se encuentra ubicado:

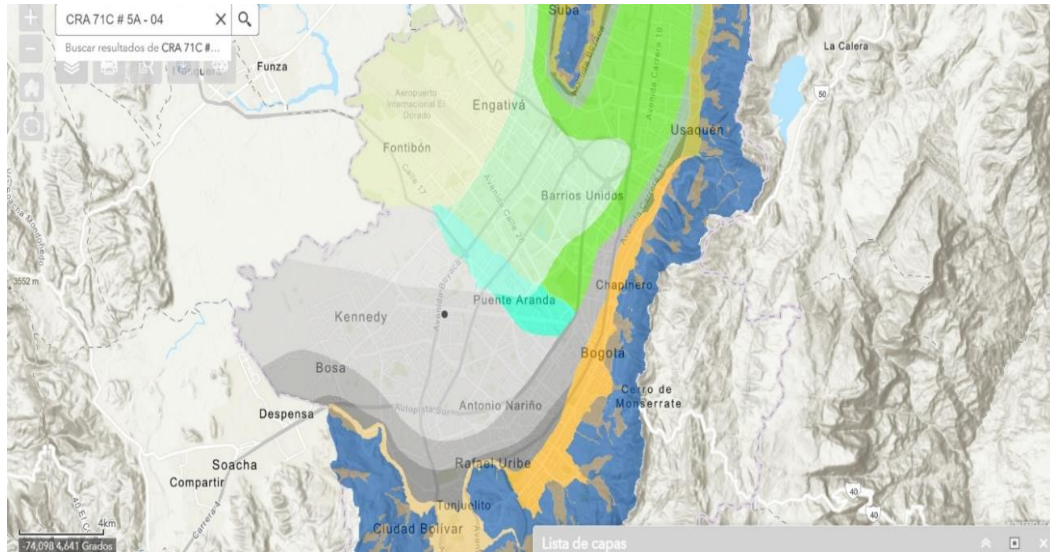


Ilustración 8. Microzonificación Sísmica de Bogotá, D.C - Decreto 023 de 2010. Fuente: IDIGER

A continuación, se presenta la respuesta sísmica según la microzonificación sísmica de Bogotá, D.C; establecida por el Decreto 523 de 2010:

Respuesta Sísmica: Aluvial 200

Fecha elaboración	10/24/2010 7:00 P M
Zonas de respuesta sísmica	Aluvial 200
Identificador zona respuesta sísmica	14
Aceleración horizontal Ao_{475}	0,16
Coeficiente de amplificación Fa_{475}	1,05
Coeficiente de amplificación Fv_{475}	2,10
Aceleración horizontal Ao_{225}	0,14
Coeficiente de amplificación Fa_{225}	1,10
Coeficiente de amplificación Fv_{225}	2,50
Aceleración horizontal Ao_{31}	0,07
Coeficiente de amplificación Fa_{31}	1,20
Coeficiente de amplificación Fv_{31}	2,90
Período largo	3,50
Entidad responsable	IDIGER

Ilustración 9. Respuesta Sísmica: Aluvial 200. Fuente: IDIGER

4.1.1.1 Predimensionamiento de Vigas

Para determinar la altura (h) de las vigas, se usó la **Tabla 3** para vigas de entrepisos, y para Vigas de cubierta la **Tabla 2** del reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).

Tabla 2. Alturas o Espesores Mínimos Recomendados para Vigas No Preesforzadas o Losas Reforzadas en una Dirección que Soporten Muros Divisorios y Particiones Frágiles Susceptibles de Dañarse Debido a Deflexiones Grandes, a Menos que se Calculen las Deflexiones.

Fuente: Titulo C (Tabla C.R 9.5 (a)) - NSR-10

Elementos	Espesor mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos que soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.				
Losas macizas en una dirección	$\frac{l}{14}$	$\frac{l}{16}$	$\frac{l}{19}$	$\frac{l}{7}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{l}{11}$	$\frac{l}{12}$	$\frac{l}{14}$	$\frac{l}{5}$

Tabla 3. Alturas o Espesores Mínimos de Vigas No Preesforzadas o Losas Reforzadas en una Dirección a Menos que se Calculen Deflexiones. Fuente: Titulo C (Tabla C.9.5 (a)) - NSR-10

Elementos	Espesor mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
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	$\frac{l}{20}$	$\frac{l}{24}$	$\frac{l}{28}$	$\frac{l}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{l}{16}$	$\frac{l}{18.5}$	$\frac{l}{21}$	$\frac{l}{8}$

A continuación, se presenta una ilustración que permite usar de manera adecuada las tablas anteriores:

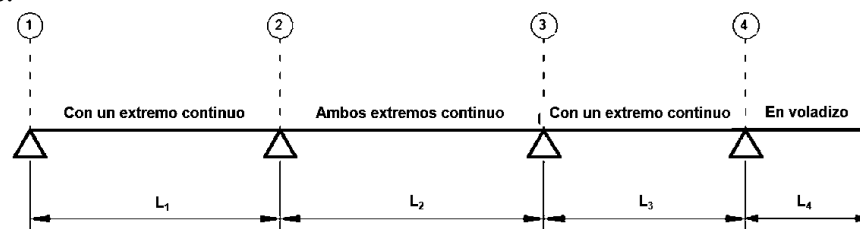


Ilustración 10. Tipos de Apoyos. Fuente: Propia

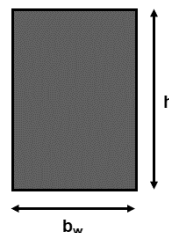


Ilustración 11. Dimensiones de una Viga. Fuente: Propia

Teniendo en cuenta la **tabla 3** dado que todas las vigas están soportando muros divisorios se tiene lo siguiente:

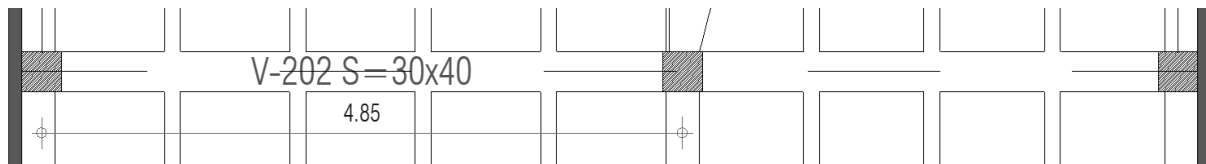


Ilustración 12. Determinación del Tipo de Apoyo y Altura de las Vigas. Fuente: Propia

Luz crítica: 4.85m

Tipo de apoyo: Un extremo continuo

$$h_{\min} = \frac{4.85 \text{ m}}{12} = 0.40 \text{ m}$$

Lo anterior fue comparado con la altura que propone la arquitecta, la cual se ve reflejada en el [Apéndice A. Planos Arquitectónicos Edificio Las Américas](#), específicamente en los cortes A-A y B-B, siendo la altura de las vigas propuestas correctas.

La base mínima de las vigas debe ser 20 cm, de acuerdo al **C.21.3.4.1** de la NSR-10; pero antes de tomar esta decisión se tuvo en cuenta el siguiente criterio:

- B_w se encuentra entre (0.7-0.8) % del $h_{\min}$

Por lo tanto, se tiene que: $B_w = 0.40\text{m} \times 0.75 = 0.30 \text{ m}$

Ahora bien, el tipo de placa que se utilizó para los entrepisos fue losa aligerada en una dirección, por lo tanto, se presentan dos tipos de vigas:

- **Vigas de cargas:** Son aquellas perpendiculares a las viguetas, por lo tanto, reciben las cargas de las viguetas deben tener una mayor rigidez.

- **Vigas de rigidez:** Son aquellas que van paralelas a las viguetas, pueden tener una menor rigidez.

Dimensiones de las vigas:

- Vigas de carga: 30x40 cm
- Vigas de rigidez: 25x40 cm
- Vigas de Tanque: 25x25 cm

4.1.1.2 Predimensionamiento de Columnas

C.21.3.5 Columnas con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)

C.21.3.5.1 La dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, no debe ser menor de 250 mm. Las columnas en formas de T, C o I pueden tener una dimensión mínima de 0.20 m, pero su área no puede ser menor a 0.0625 m².

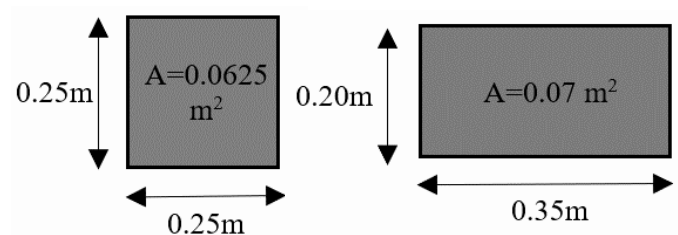


Ilustración 13. Dimensiones Mínimas de una Columna DMO. Fuente: Propia

En los planos arquitectónicos se observó que las columnas tienen dimensiones de 25x25 cm y 30x30 cm, las cuales cumplen con lo descrito en el **C.21.3.5** de la **NSR-10**, para efectos prácticos y dado que donde se encuentran ubicadas las columnas de 25x25cm no afectan algún espacio todas las columnas serán de 30x30 cm inicialmente.

4.1.1.3 Predimensionamiento de Losa Aligerada en Una Dirección

Aspectos más importantes del **C.8.13 VIGUETAS EN LOSAS NERVADAS:**

- La base (b) de la vigueta en su parte superior no puede ser menos de 100mm y en la parte inferior no puede ser menor de 80mm. El alto no puede ser mayor de 5 veces su ancho.

$$b=0.10m \text{ (superior)}$$

$$b=0.08m \text{ (inferior)}$$

$$h \leq 5b$$

- La separación (L) de las viguetas para losas nervadas en una dirección, medida desde su eje no puede ser mayor a 2.5 veces a la altura total de la placa o a 1.2m.

$$L=2.5H$$

$$L \leq 1.2m$$

- La loseta superior (e_{sup}) debe tener un espesor mínimo de 45mm y tampoco puede ser menor a S/20 de la distancia libre entre nervios.

$$e_{sup} \geq 45mm$$

$$e_{sup} \geq S/20$$

- Las losas nervadas en una dirección deben contar con viguetas transversales (riostras) con una separación máxima de 10 veces la altura total de la losa, sin exceder los 4m.

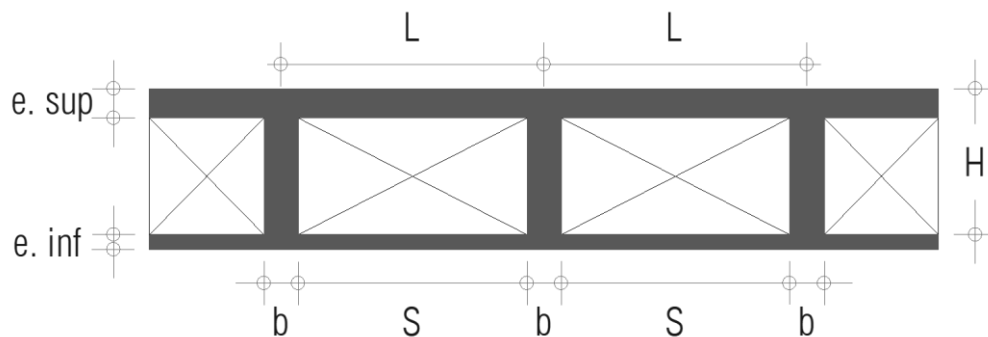


Ilustración 14. Partes de una Losa Aligerada. Fuente: Propia

A continuación, se presenta el cumplimiento de los requisitos descritos anteriormente:

Tabla 4. Viguetas en Losas Nervadas C.8.13 NSR-10. Fuente: Propia

CHEQUEO C.8.13			
PANEL EJES A-B			
b _{vigueta}	0,12	m	O.K
h _{vigueta}	0,4	m	O.K
S	0,83	m	
e _{losa}	0,05	m	O.K
L	0,95	m	O.K
CHEQUEO C.8.13			
PANEL EJES B-C			
b _{vigueta}	0,12	m	O.K
h _{vigueta}	0,4	m	O.K
S	0,79	m	
e _{losa}	0,05	m	O.K
L	0,911	m	O.K

4.1.1.4 Predimensionamiento de Placa Maciza en Dos Direcciones

La losa trabaja en una dirección cuando la relación entre el lado más grande y el lado más corto es mayor a 2; de lo contrario la losa trabaja en dos direcciones.

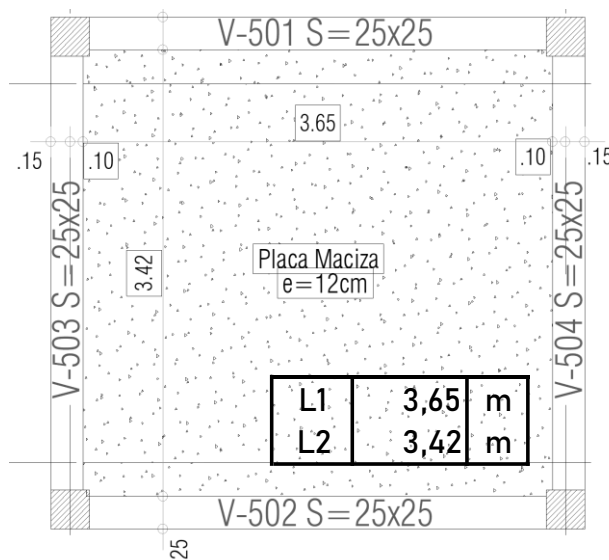


Ilustración 15. Representación Lados de una Losa Maciza en Dos Direcciones. Fuente: Propia

Dado que la losa trabaja en dos direcciones es necesario consultar la **Tabla 5**. Espesores mínimos de losas sin vigas interiores de la NSR-10.

Tabla 5. Espesores Mínimos de Losas sin Vigas Interiores. Fuente: Tabla C.9.5 (c) - NSR-10

fy (Mpa)	Sin ábacos ±			Sin ábacos ±		
	Paneles exteriores		Paneles interiores	Paneles exteriores		Paneles interiores
	Sin vigas de borde	Con vigas de borde		Sin vigas de borde	Con vigas de borde	
280	$\frac{ln}{33}$	$\frac{ln}{36}$	$\frac{ln}{36}$	$\frac{ln}{36}$	$\frac{ln}{40}$	$\frac{ln}{40}$
420	$\frac{ln}{30}$	$\frac{ln}{33}$	$\frac{ln}{33}$	$\frac{ln}{33}$	$\frac{ln}{36}$	$\frac{ln}{36}$
520	$\frac{ln}{28}$	$\frac{ln}{31}$	$\frac{ln}{31}$	$\frac{ln}{31}$	$\frac{ln}{34}$	$\frac{ln}{34}$

Para construcción en dos direcciones ln , es la luz libre en la dirección larga, medida entre caras de los apoyos en losas sin vigas y entre caras de las vigas, para losas con vigas u otros apoyos en otros casos.

Para fy entre los valores dados en la tabla, el espesor mínimo debe obtenerse por interpolación lineal.

± Ábaco, como se define en C.13.2.5

Se eligió la luz libre en la dirección larga, entrando a la **Tabla 5**, con un esfuerzo de fluencia del acero de 420 MPa, sin ábacos con paneles interiores, obteniendo el siguiente espesor de losa:

$$e_{\min} = \frac{3.65}{33} = 0.11 \text{ m} \approx 0.12 \text{ m}$$

4.1.1.5 Propuesta Inicial

Dado al predimensionamiento realizado anteriormente los elementos del sistema de resistencia sísmica (vigas y columnas) del Edificio Las Américas, tendrán las siguientes dimensiones:

Tabla 6. Dimensiones Iniciales de los Elementos del Sistema de Resistencia Sísmica del Edificio Las Américas. Fuente: Propia

Tipo	Sección
Vigas de rigidez	25x40 cm
Vigas de carga	30x40 cm
Vigas de tanque	25x25 cm
Columnas	30x30 cm

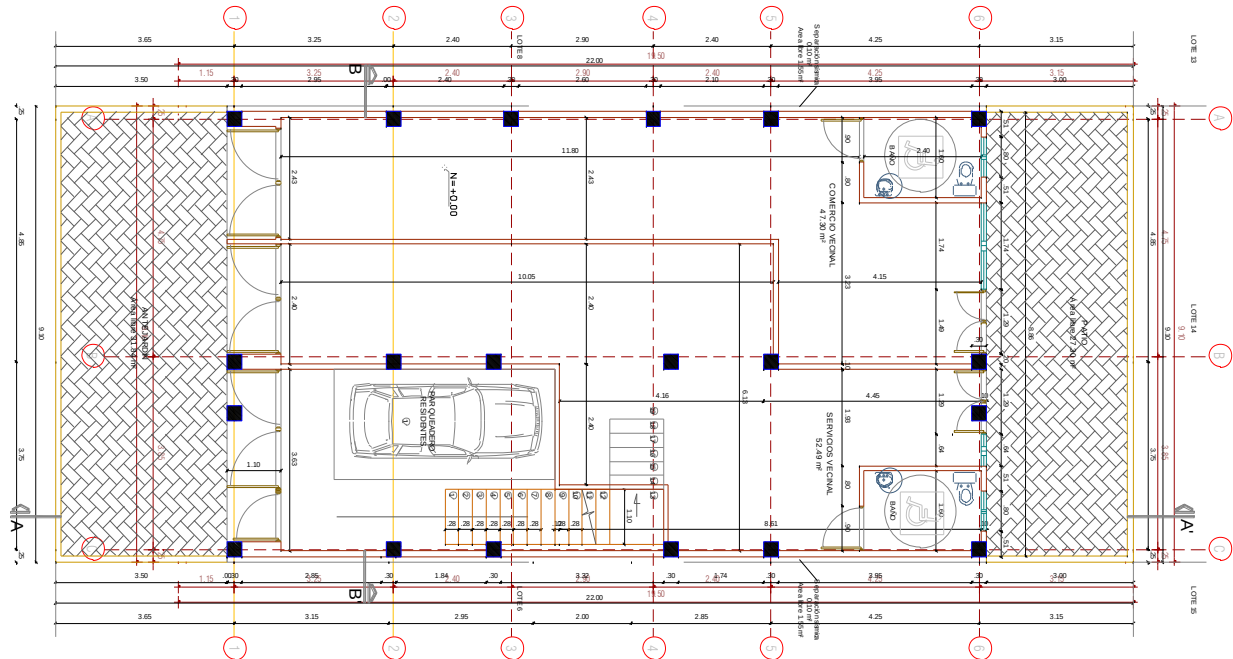


Ilustración 17. Propuesta Estructural del Edificio Las Américas Presentada por la Arquitecta.

Fuente: Arq. Giovanna Andrea Alonso

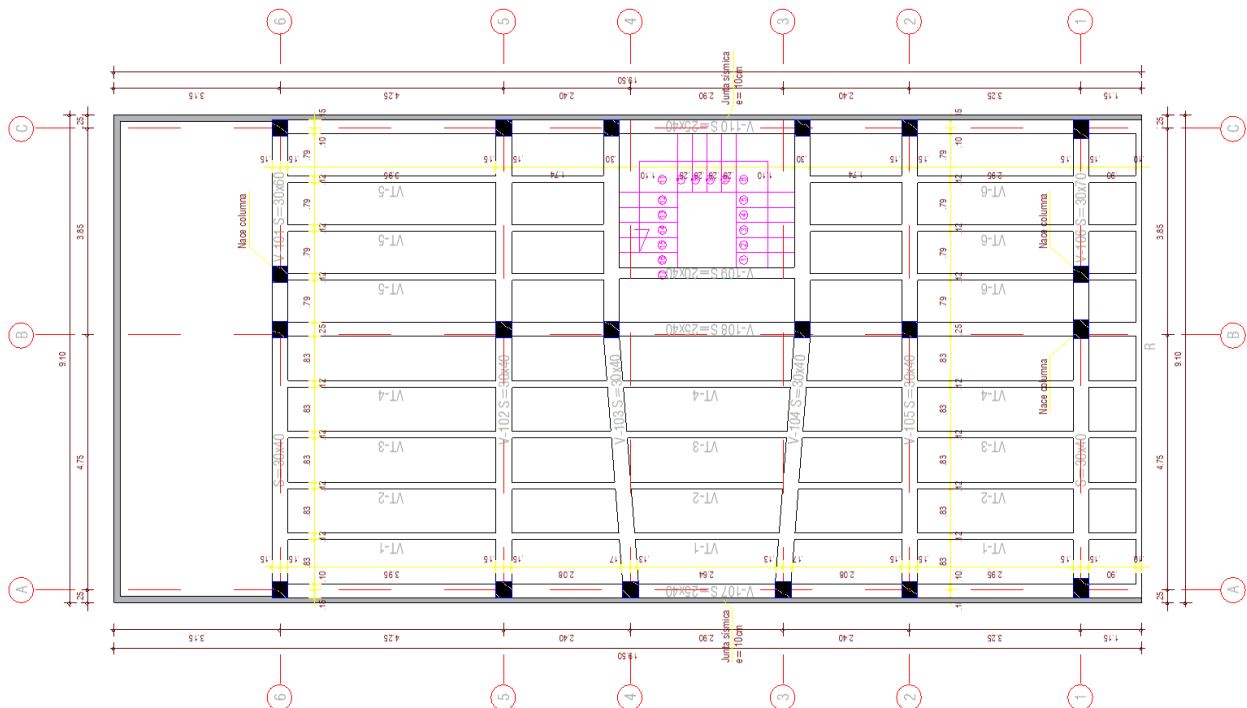


Ilustración 16. Propuesta Estructural Final del Edificio Las Américas. Fuente: Propia

Nota. La propuesta estructural inicial realizada por la Arquitecta Giovanna Andrea

Alonso es la base para la propuesta estructural final para ver las plantas arquitectónicas diríjase

al [Apéndice A. Planos Arquitectónicos Edificio Las Américas](#) y para ver los planos estructurales diríjase al [Apéndice D. Planos estructurales Edificio Las Américas](#).

4.1.2 Vivienda Blanca Hernández

Dado que en este proyecto se contempló la realización de un reconocimiento, reforzamiento y ampliación a tercer nivel, es decir, la estructura ya existe y está conformada por columnas de dimensiones 25x25 cm y vigas de 25x30 cm, se optó por aumentar las secciones de las columnas a 25x35 cm y 30x30 cm esto dado que no afectaban la distribución arquitectónica, y las secciones de las vigas principales (son todas aquellas cuyos apoyos son columnas) fueron 30x35 cm ; mientras que las dimensiones de las vigas secundarias (aquellas cuyos apoyos son vigas) quedaron de 25x35 cm garantizando la altura libre mínima de entrepiso de 2.20 m según lo establece la NSR-10.

El sistema de entrepiso fue losa maciza en dos direcciones, para ello fue necesario usar la **Tabla 5. Espesores mínimos de losas sin vigas interiores de la NSR-10**, obteniendo un espesor de losa de 12 cm, el cual no fue necesario de cambiar puesto que la estructura ya lo contemplaba.

Es necesario resaltar que en este proyecto no fue necesario dar otras soluciones estructurales, puesto que el predimensionamiento realizado siguiendo los mismos pasos descritos en el Edificio Las Américas cumplió con los límites de derivas y el diseño de los elementos.

Tabla 7. Dimensiones de los Elementos del Sistema de Resistencia Sísmica de la Vivienda Blanca Hernández. Fuente: Propia

Tipo	Sección
Vigas principales	30x35 cm
Vigas secundarias	25x35 cm
Columnas T1	30x30 cm
Columnas T2	30x35 cm

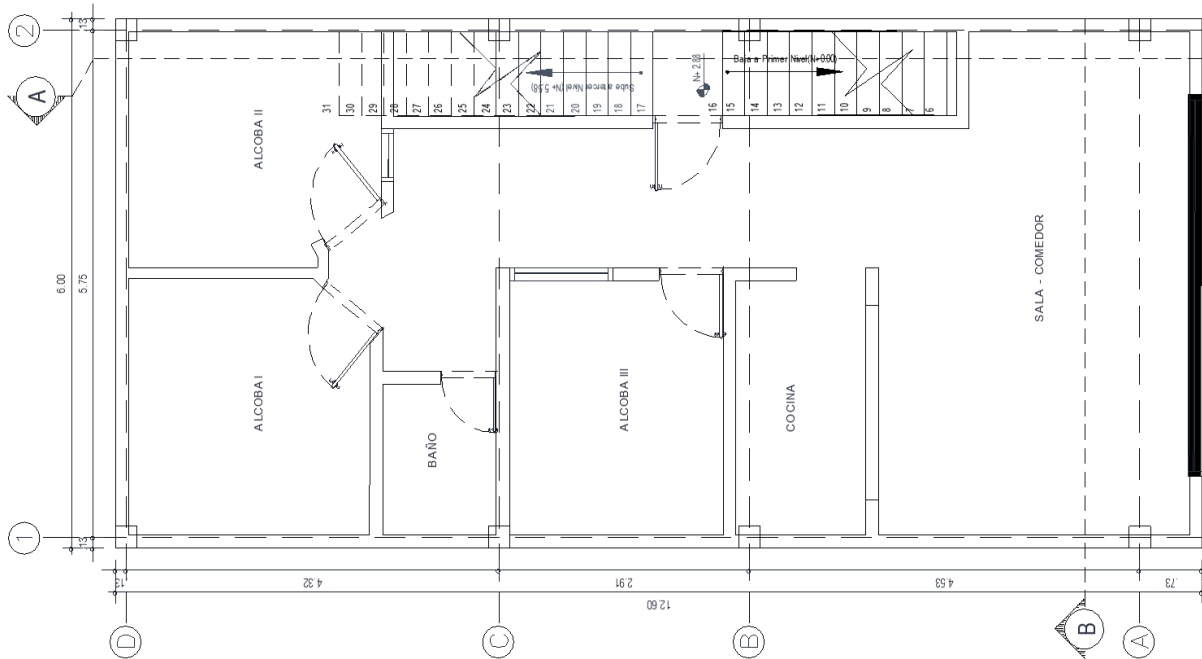


Ilustración 19. Propuesta Estructural de la Vivienda Blanca Hernández Presentada por la Arquitecta. Fuente: Arq. Giovanna Andrea Alonso

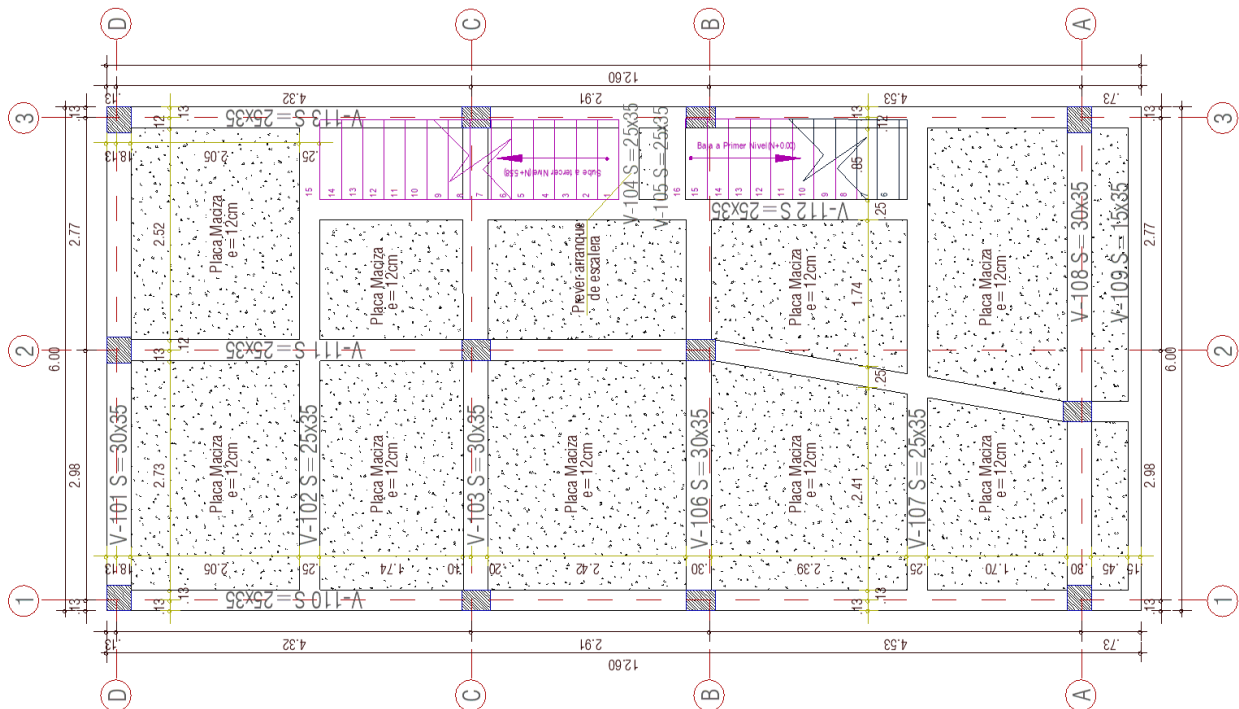


Ilustración 18. Propuesta Estructural Final de la Vivienda Blanca Hernández. Fuente: Propia

4.1.3 Vivienda Antonio Vergel

Para este proyecto se ejecutará una vivienda nueva, se realizó el mismo procedimiento descrito en el edificio Las Américas. En esta ocasión se propuso vigas principales y secundarias de dimensión 30x45 cm y columnas de 30x40 cm.

El sistema de entrepiso fue losa maciza en dos direcciones, para ello fue necesario usar la **Tabla 5**. Espesores mínimos de losas sin vigas interiores de la NSR-10, obteniendo un espesor de losa de 12 cm.

No fue necesario realizar otra propuesta estructural puesto que la considerada inicialmente cumplió los límites de derivas y diseño de los elementos estructurales.

Tabla 8. Dimensiones de los Elementos del Sistema de Resistencia Sísmica de la Vivienda Antonio Vergel. Fuente: Propia

Tipo	Sección
Vigas principales	30x45 cm
Vigas secundarias	30x45 cm
Columnas	30x40 cm

La propuesta estructural inicial realizada por la Arquitecta Giovanna Andrea Alonso no se utilizó ya que no cumplía con las dimensiones mínimas que establece el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), para ver al detalle las plantas arquitectónicas diríjase al [Apéndice C. Planos Arquitectónicos Vivienda Antonio Vergel](#) y para ver los planos estructurales diríjase al [Apéndice F. Planos estructurales Vivienda Antonio Vergel](#).

A continuación, se presenta la propuesta inicial y la propuesta final de la Vivienda Antonio Vergel:

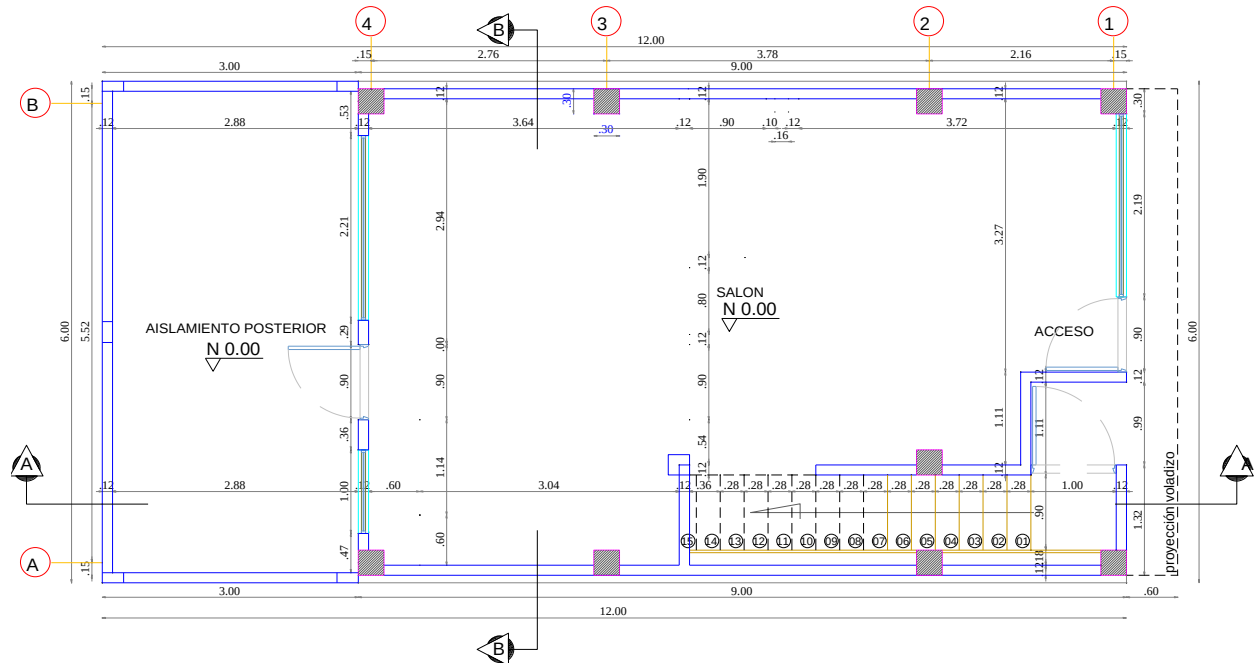


Ilustración 21. Propuesta Estructural de la Vivienda Antonio Vergel Presentada por la Arquitecta. Fuente: Arq. Giovanna Andrea Alonso

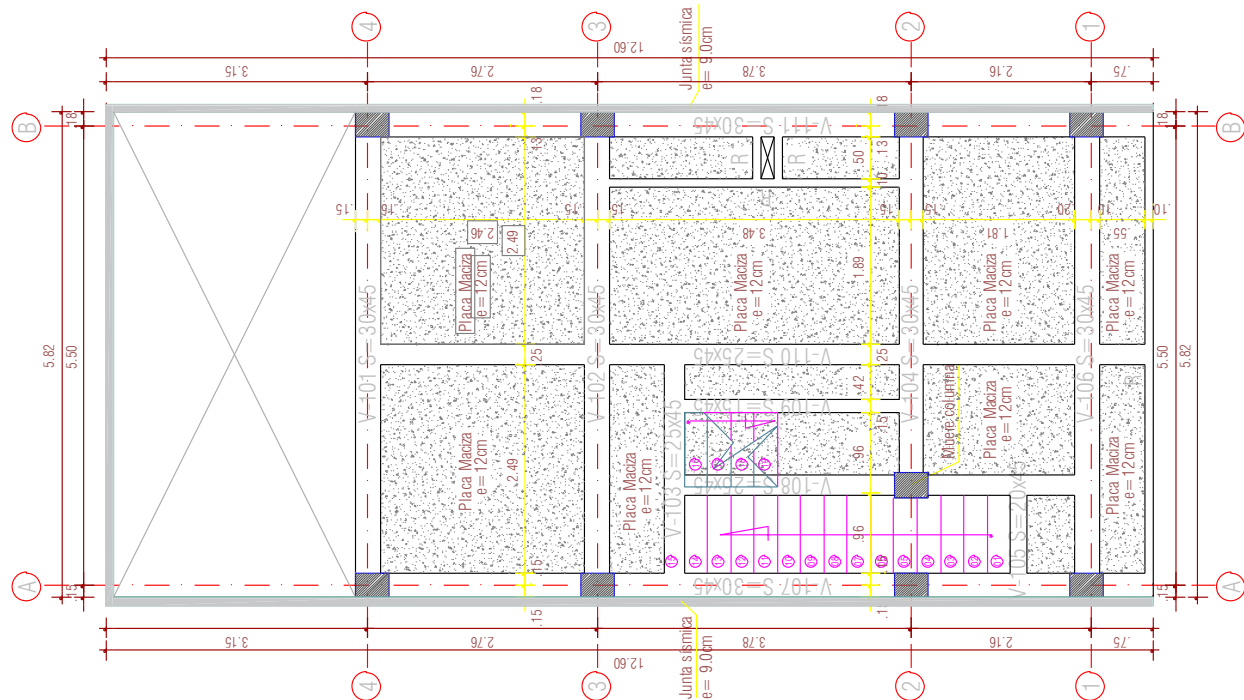


Ilustración 20. Propuesta Estructural Final de la Vivienda Antonio Vergel. Fuente: Propia

4.2 Actividad. Enriquecer el Archivo General de Detalles Estructurales de Acuerdo con los Entregados para cada Proyecto.

Esta actividad se evidencia mediante la realización de los cortes y despieces de las escaleras, cortes de la cimentación, corte de niveles de columnas y corte de cubierta liviana los cuales se observan en los [Apéndice D. Planos estructurales Edificio Las Américas](#), [Apéndice E. Planos estructurales Vivienda Blanca Hernández](#) y [Apéndice F. Planos estructurales Vivienda Antonio Vergel](#).

CAPITULO V

DESARROLLAR EL ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL USANDO LOS PROGRAMAS DE COMPUTADOR ETABS, SAP2000, O CUALQUIER OTRO SIMILAR PARA LOS PROYECTOS DE CONSULTORÍA QUE TENGA LA EMPRESA.

Para realizar el análisis y diseño estructural una vez desarrollado el predimensionamiento y elaboración de plantas estructurales fue necesario realizar los siguientes ítems:

- Avaluó de cargas para ello fue necesario consultar el Título B denominado “CARGAS” en el capítulo B3 Cargas Muertas para así contemplar el peso de los muros divisorios y acabados. Mientras que las Cargas Vivas se asignan de acuerdo con el uso de la edificación “Residencial” teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en el capítulo B4 Cargas Vivas del Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente. Así mismo los muros divisorios y rejas que se encuentran ubicados en la cubierta son asignados como carga linealmente distribuidas en las vigas donde estos se encuentran directamente apoyados.
- Carga de aceleraciones verticales se debe tener en cuenta en zonas de amenazas sísmicas intermedia del 15% y en zonas de amenazas sísmicas altas del 30%; es decir, no aplica en zonas de amenazas sísmicas bajas según lo establece el A.3.6.13 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.
- Espectro de diseño y el análisis sísmico en la empresa Diseños & Estructuras MJ Proyectos S.A.S se realiza por el “Método Análisis Dinámico Elástico Espectral” siguiendo los lineamientos del capítulo A.5.4 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente.

El espectro elástico de diseño se realizó según el decreto 523 de 2010 **“Por el cual se adopta la microzonificación Sísmica de Bogotá D.C”** para los proyectos: Edificio Las Américas y Vivienda Antonio Vergel porque se encuentran ubicados en la ciudad de Bogotá D.C, mientras que la Vivienda Blanca Hernández se encuentra ubicada en el municipio de Soacha, Cundinamarca por lo tanto se realizó siguiendo los lineamientos del **A.2.6 Espectro de diseño** de la NSR-10 y para ello es necesario conocer los siguientes parámetros:

1. Los coeficientes de sitios A_a y A_v se obtienen del Apéndice A-4 del título A de la NSR-10, siendo estos la aceleración horizontal pico efectiva y la velocidad horizontal pico efectiva respectivamente.
 2. Los coeficientes de sitios F_a y F_v obtenidos de la microzonificación Sísmica de Bogotá D.C, o mediante las **Tabla A.2.4-3** Valores del coeficiente F_a , para la zona de periodos cortos del espectro y la **Tabla A.2.4-4** Valores del coeficiente F_v , para la zona de periodos intermedios del espectro de la NSR-10.
 3. El coeficiente de importancia el cual depende del uso de la edificación siguiendo lo descrito en A.2.5 de la NSR-10.
- Configuración de las combinaciones de carga usando las combinaciones de cargas de estado límite de servicio según el B.2.3 de la NSR-10 y las combinaciones de carga mayoradas usando el método de la resistencia según el B.2.4 de la NSR-10.
 - Revisión de las irregularidades en planta, en altura y por ausencia de redundancia, se debe tener en cuenta que las irregularidades en planta tipo 1aP-Irregularidad torsional y tipo 1bP-Irregularidad torsional extrema se deben realizar una vez se haya hecho la corrección del cortante dinámico de basal siendo del 80% para estructuras que no

presenten irregularidades y del 90% para aquellas que posean y se haya realizado el cumplimiento de las derivas.

- Revisión del desplazamiento máximo relativo (Derivas) que no exceda el 1% de la altura de piso para estructuras en concreto reforzado según lo establece el A.6.4 Límites de la deriva de la NSR-10.
- Revisión del diseño de los elementos mediante los softwares licenciados Etabs V.19.1.0 y DC-CAD 3 de la empresa Diseños & Estructuras MJ Proyectos S.A.S.

5.1 Actividad. Analizar las Estructuras Usando los Programas de Computador ETABS, SAP2000, o Cualquier otro Similar.

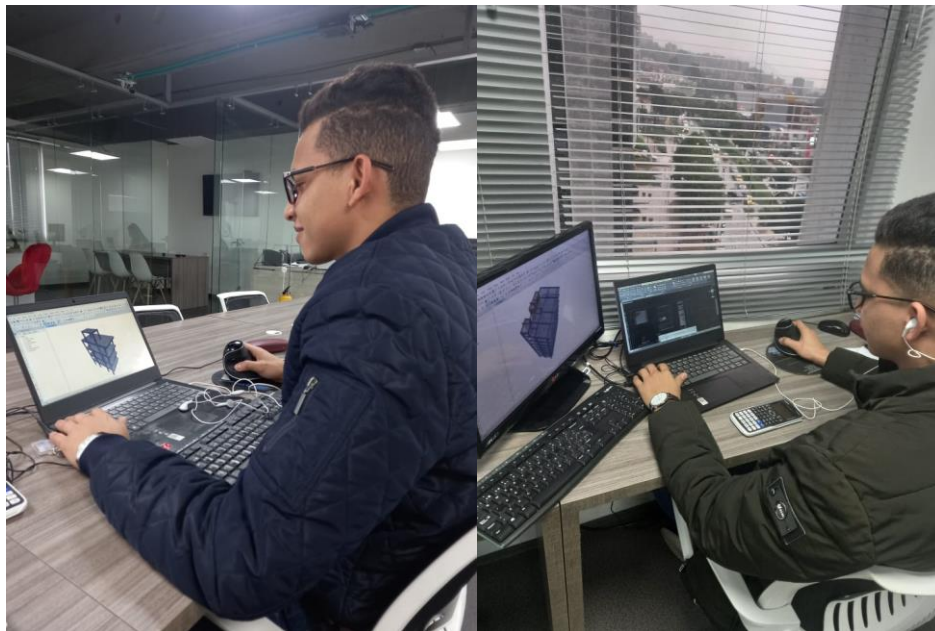


Ilustración 22. Modelamiento de Estructuras Mediante el Software Licenciado Etabs V.19.1.0.

Fuente: Propia

5.1.1 Edificio Las Américas

A lo largo del proyecto fue necesario cambiar la sección de algunos elementos estructurales debido a que estos no cumplían el límite de derivas de 1% de la altura de piso para

estructuras de concreto reforzado o en su defecto el diseño de los elementos estructurales vigas y columnas no cumplieran con las combinaciones de cargas asignadas.

A continuacion se presentaran tres (3) modelaciones siendo las dos (2) primeras aquellas donde se presentaron situaciones que impidieron continuar con el diseño, en ellas basicamente se mostrara especificamente la situacion presentada y la ultima modelacion se dara a conocer la propuesta estructural final.

5.1.1.1 Modelación 1.0

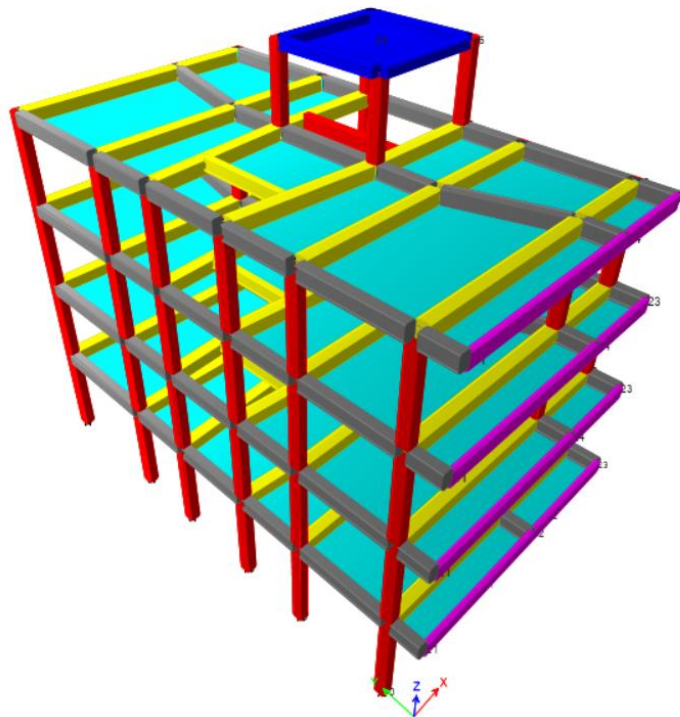


Ilustración 23. Modelo Estructural Edificio Las Américas Mediante el Software Licenciado Etabs V.19.1.0. Fuente: Propia

En esta primera modelación una vez ajustado el cortante dinámico de basal se procedió a verificar si la estructura estaba cumpliendo el límite de la deriva máxima de 1%, para ello se

realizó un chequeo rápido mediante los casos de carga SISDERX (Sismo en dirección al eje X) y SISDERY (Sismo en dirección al eje Y) que permite el software licenciado Etabs V.19.1.0.

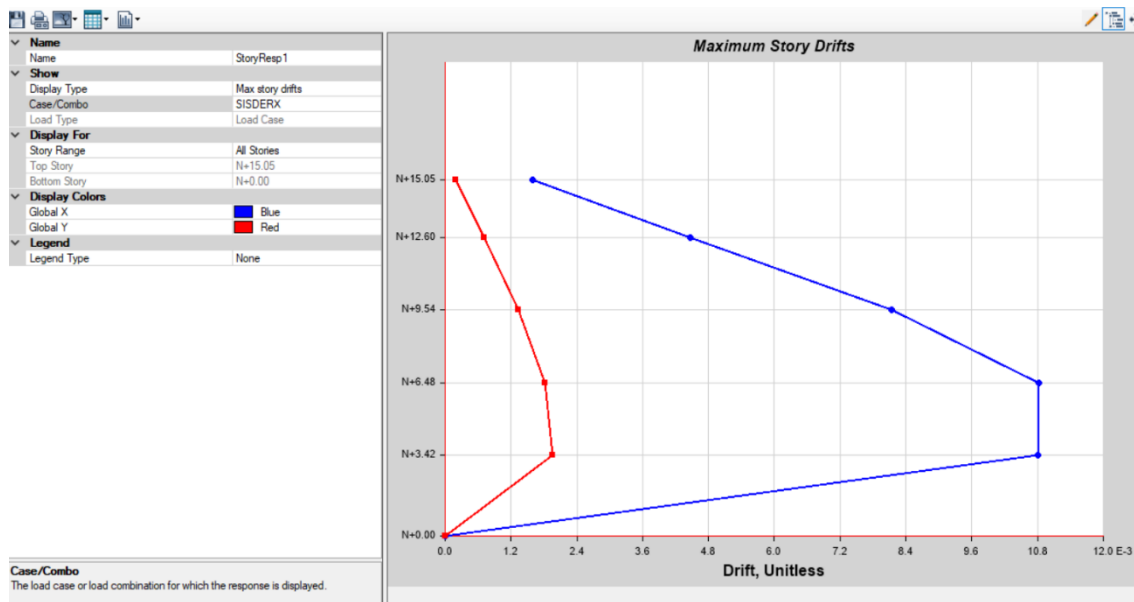


Ilustración 25. Derivas Máximas Respecto al Sismo en X Mediante el Software Licenciado Etabs V.19.1.0. Fuente: Propia

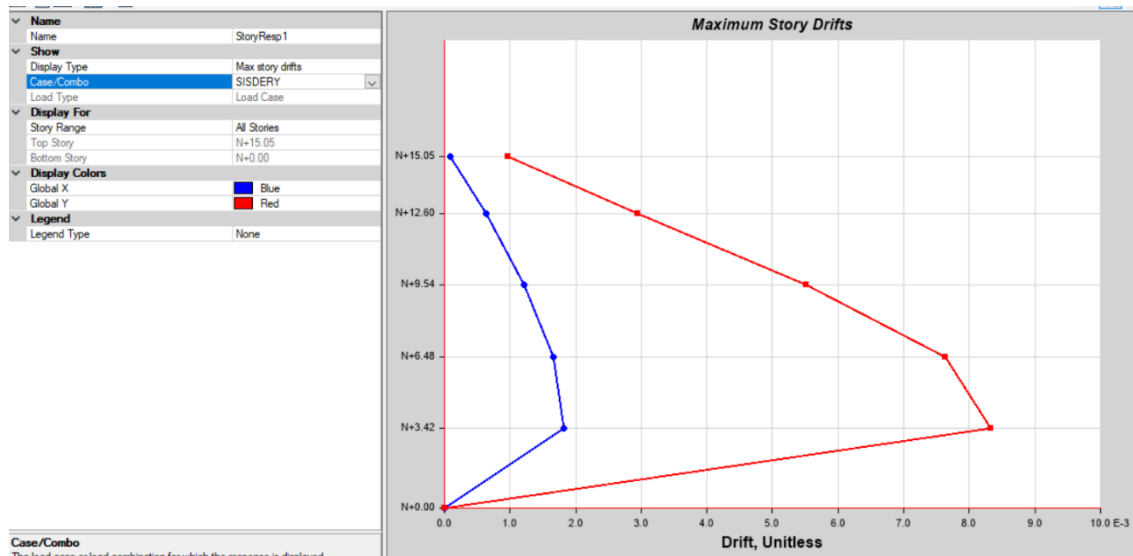


Ilustración 24. Derivas Máximas Respecto al Sismo en Y Mediante el Software Licenciado Etabs V.19.1.0. Fuente: Propia

Como se puede observar el Sismo en dirección al eje X tiene un porcentaje de 1.08% el cual excede el 1.00% que permite el Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente

N+6.48	10	COMDER1	0.068891	0.012222	0.03240	1.06	EXCEDE
N+6.48	10	COMDER1	-0.068891	-0.012222	0.03240	1.06	EXCEDE
N+3.42	10	COMDER1	0.036965	0.006693	0.03757	1.10	EXCEDE
N+3.42	10	COMDER1	-0.036965	-0.006693	0.03757	1.10	EXCEDE
N+3.42	11	COMDER1	0.036965	0.000847	0.03697	1.08	EXCEDE
N+3.42	11	COMDER1	-0.036965	-0.000847	0.03697	1.08	EXCEDE
N+6.48	12	COMDER1	0.068891	0.01138	0.03235	1.06	EXCEDE
N+6.48	12	COMDER1	-0.068891	-0.01138	0.03235	1.06	EXCEDE
N+3.42	12	COMDER1	0.036965	0.006178	0.03748	1.10	EXCEDE
N+3.42	12	COMDER1	-0.036965	-0.006178	0.03748	1.10	EXCEDE

The diagram illustrates a frame structure and its member coordinate systems. On the left, a frame is shown with four horizontal yellow members and three vertical red members. A local coordinate system is defined at the bottom-left corner with a red arrow pointing right (X), a blue arrow pointing up (Y), and a green arrow pointing out of the page (Z). On the right, three member coordinate systems are shown for members 10, 11, and 12. Member 10 is a vertical member with a coordinate system where X is horizontal, Y is vertical, and Z is out of the page. Member 11 is a diagonal member with a coordinate system where X is horizontal, Y is vertical, and Z is out of the page. Member 12 is a diagonal member with a coordinate system where X is horizontal, Y is vertical, and Z is out of the page.

5.1.1.2 Modelación 2.0



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”
 Universidad de Pamplona
 Pamplona - Norte de Santander - Colombia
 Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co

de desplazamiento dentro del plano de acción (Nacen dos columnas en la planta de segundo piso).

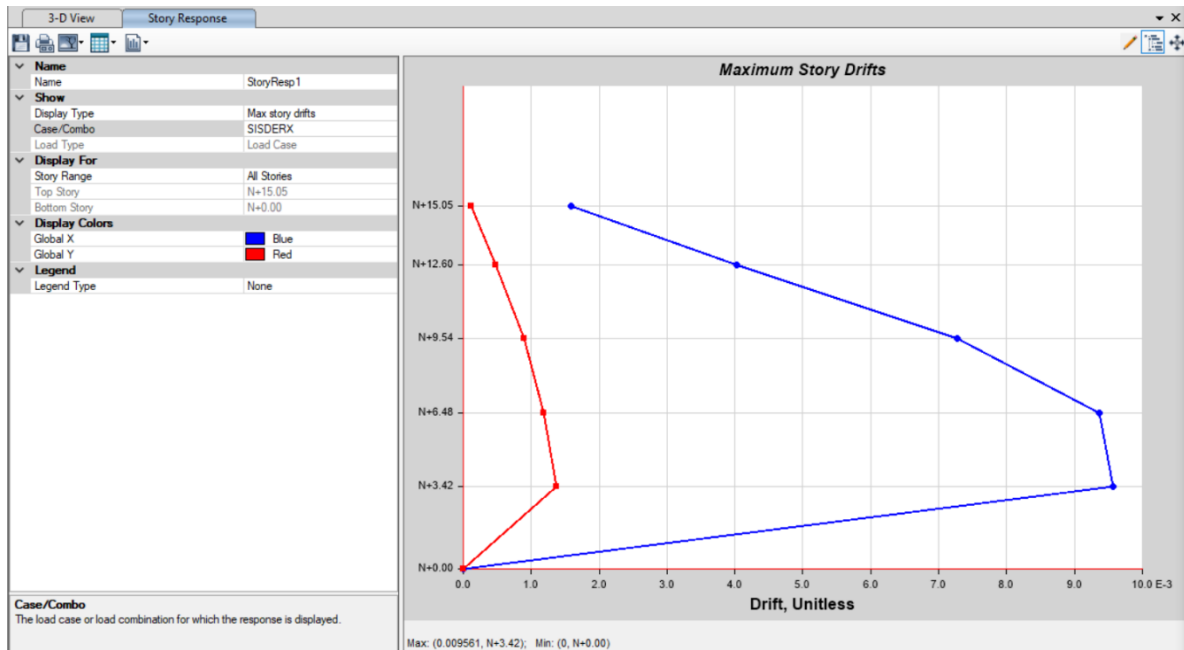


Ilustración 28. Derivas Máximas Respecto al Sismo en X Mediante el Software Licenciado Etabs V19.1.0. Fuente: Propia

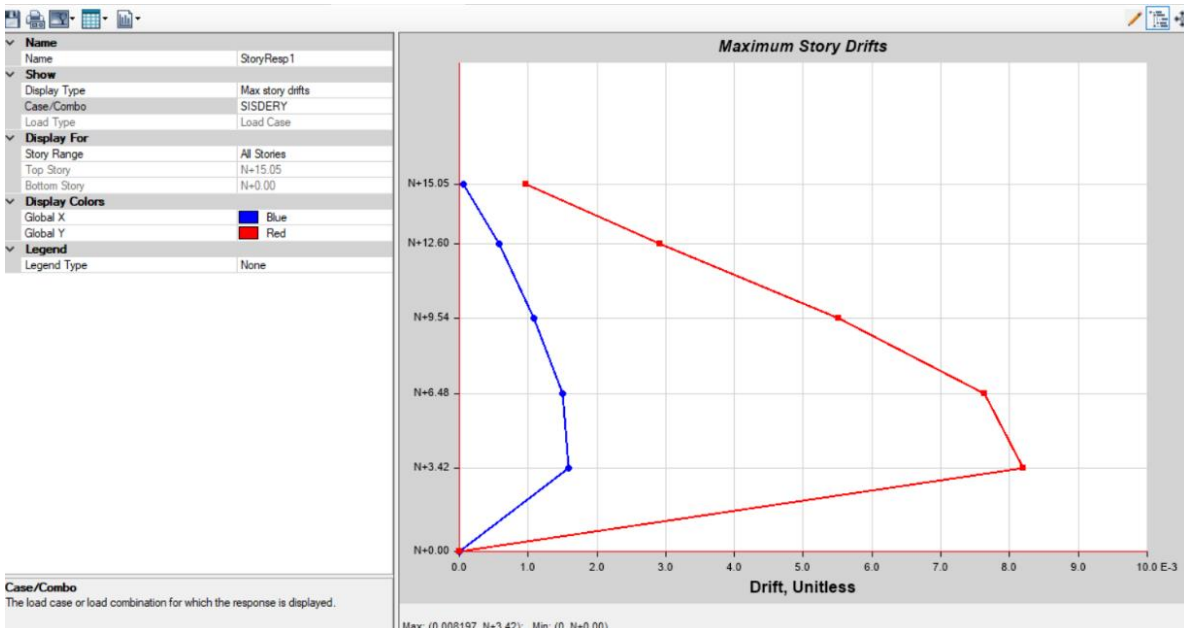


Ilustración 29. Derivas Máximas Respecto al Sismo en Y mediante el Software Licenciado Etabs V19.1.0. Fuente: Propia

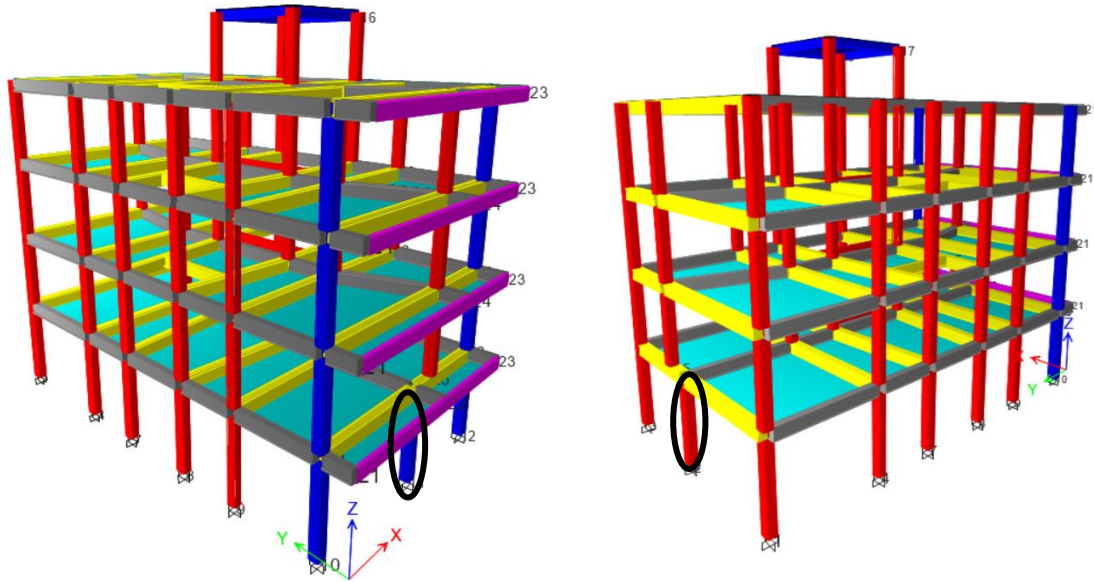


Ilustración 30. Desplazamiento Dentro del Plano de Acción Fachada Principal y Posterior Mediante el Software Licenciado Etabs V19.1.0. Fuente: Propia

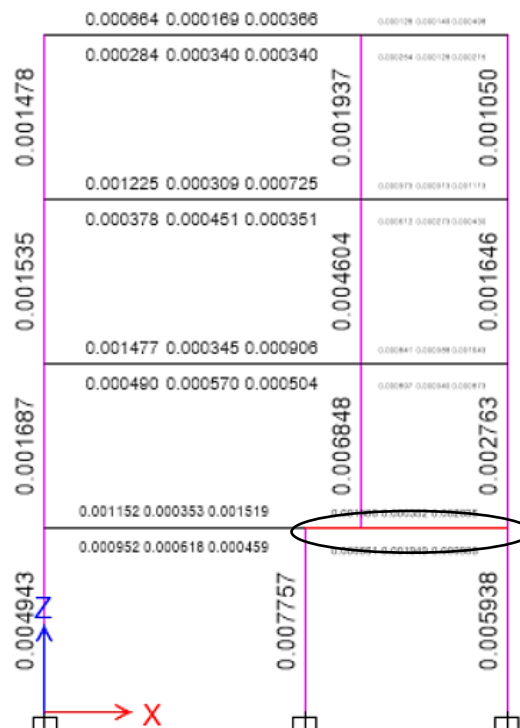


Ilustración 31. Tramos de Vigas 101 y 106 Fallan a Cortante Datos Obtenidos Mediante el Software Licenciado Etabs V.19.1.0. Fuente: Propia

5.1.1.3 Modelación 3.0

A continuación, se presenta la solución estructural del Edificio Las Américas la cual está basada en los dos (2) problemas de las modelaciones descritas anteriormente; implementando las columnas 30x35 de la modelación 1.0, viga de 30x70 cm para un tramo de la viga 101 (fachada posterior) y viga de 30x60 cm para un tramo de la viga 106 (fachada principal) se logró que la estructura cumpliera el límite de derivas y que en el diseño de los elementos no hubiese alguno que fallara.

Para observar al detalle el análisis y diseño del edificio Las Américas diríjase al

[Apéndice G. Memorias de cálculo estructural del Edificio Las Américas.](#)

5.1.2 Vivienda Blanca Hernández

Se realizó el modelado, análisis y revisión del diseño estructural en el software licenciado Etabs V.19.1.0, obteniendo como resultado que la propuesta estructural dada a la vivienda Blanca Hernández cumplía tanto el límite de derivas como el diseño de los elementos.

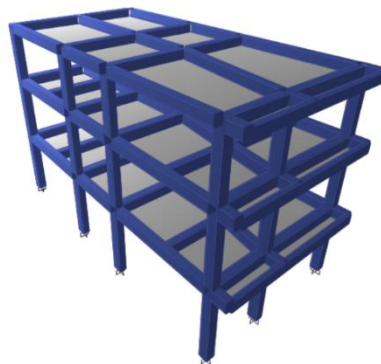


Ilustración 32. Modelo Estructural de la Vivienda Blanca Hernández Mediante el Software Licenciado Etabs V.19.1.0 Fuente: Propia

Para observar al detalle el análisis y diseño de la Vivienda Blanca Hernández diríjase al

[Apéndice H. Memorias de cálculo estructural de la Vivienda Blanca Hernández.](#)

5.1.3 Vivienda Antonio Vergel

Se realizó el modelado, análisis y revisión del diseño estructural en el software licenciado Etabs V.19.1.0, obteniendo como resultado que la propuesta estructural dada a la vivienda Antonio Vergel cumplía tanto el límite de derivas como el diseño de los elementos.

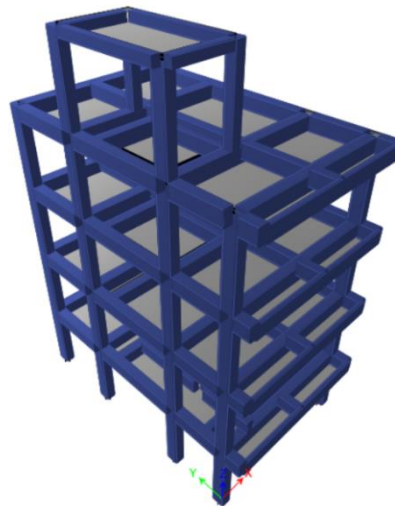


Ilustración 33. Modelo estructural de la vivienda Antonio Vergel mediante el software licenciado Etabs V.19.1.0 Fuente: Propia

Para observar al detalle el análisis y diseño de la Vivienda Antonio Vergel diríjase al [Apéndice I. Memorias de cálculo estructural de la Vivienda Antonio Vergel.](#)

5.2 Actividad. Dar Soporte a los Directores de Proyectos del Diseño Estructural de Cada Proyecto.

Una vez realizado el análisis y chequeado el diseño de los elementos estructurales de los proyectos: Edificio Las Américas, Vivienda Blanca Hernández y Vivienda Antonio Vergel mediante el software licenciado Etabs V.19.1.0, se procedió a explicar lo realizado al director de proyectos, quien realizó la revisión a detalle del análisis sísmico y las consideraciones que se tuvieron en cuenta en cada uno de ellos.

CAPITULO VI

ELABORAR DESPIECES, PRESUPUESTO Y PLANOS ESTRUCTURALES MEDIANTE LA METODOLOGÍA BIM A TRAVÉS DE AUTODESK REVIT.

6.1 Actividad. Dibujar Plantas Estructurales, Cortes, Detalles y Todos los Elementos Necesarios para la Buena Comprensión de Cada Proyecto Empleando el Programa de Computador AUTOCAD y/o REVIT.

Se realizaron los planos estructurales y todos los cortes y detalles que permitieran la buena ejecución durante el proceso constructivo de los proyectos: Edificio Las Américas, Vivienda Blanca Hernández y Vivienda Antonio Vergel, esto se evidencia mediante los [Apéndice D. Planos estructurales Edificio Las Américas](#), [Apéndice E. Planos estructurales Vivienda Blanca Hernández](#) y el [Apéndice F. Planos estructurales Vivienda Antonio vergel](#).

6.2 Actividad. Dibujar los Despieces de Vigas y Columnas Empleando el Programa de Computador DCCAD y/o REVIT.

Los despieces de los elementos que hacen parte del sistema de resistencia sísmica (Vigas y Columnas) y las viguetas se realizaron mediante el software licenciado DC-CAD 3, el cual es un programa que mediante las solicitudes y geometría exportadas del programa licenciado de análisis estructural Etabs V.19.1.0 se generan despieces de elementos de concreto reforzado tales como vigas, viguetas, columnas y muros, permitiendo obtener los despieces de cualquier estructura en un menor tiempo, además de obtener cartillas de figuración en estructuras de concreto reforzado.

Hay que resaltar que las viguetas no se modelaron en el software licenciado Etabs V19.1.0, y para despiezarlas fue necesario calcular su respectiva carga muerta y carga viva para los

diferentes tipos de viguetas según su área aferente; y una vez realizado eso se procedió en el software DC-CAD 3 a dibujar la geometría de cada vigueta y asignar la combinación

CU=1.2CM+1.6CV.

VT-1 af = 0.95 m MUERT 0.60 ton/m VIVA 0.17 ton/m	VT-5 af = 0.91 m MUERT 0.57 ton/m VIVA 0.17 ton/m	VT-9 af = 1.00 m MUERT 0.62 ton/m VIVA 0.18 ton/m	VT-13 af = 0.95 m MUERT 0.31 ton/m VIVA 0.17 ton/m	VT-17 af = 0.95 m MUERT 0.31 ton/m VIVA 0.17 ton/m	VT-21 af = 0.91 m MUERT 0.30 ton/m VIVA 0.17 ton/m
VT-2 af = 0.95 m MUERT 0.60 ton/m VIVA 0.17 ton/m	VT-6 af = 0.91 m MUERT 0.57 ton/m VIVA 0.17 ton/m	VT-10 af = 1.00 m MUERT 0.63 ton/m VIVA 0.18 ton/m	VT-14 af = 0.95 m MUERT 0.31 ton/m VIVA 0.17 ton/m	VT-18 af = 1.00 m MUERT 0.33 ton/m VIVA 0.18 ton/m	VT-22 af = 0.91 m MUERT 0.30 ton/m VIVA 0.17 ton/m
VT-3 af = 0.95 m MUERT 0.60 ton/m VIVA 0.17 ton/m	VT-7 af = 0.95 m MUERT 0.60 ton/m VIVA 0.17 ton/m	VT-11 af = 0.91 m MUERT 0.57 ton/m VIVA 0.16 ton/m	VT-15 af = 0.95 m MUERT 0.31 ton/m VIVA 0.17 ton/m	VT-19 af = 1.00 m MUERT 0.33 ton/m VIVA 0.18 ton/m	VT-23 af = 0.91 m MUERT 0.30 ton/m VIVA 0.17 ton/m
VT-4 af = 0.95 m MUERT 0.60 ton/m VIVA 0.17 ton/m	VT-8 af = 0.95 m MUERT 0.60 ton/m VIVA 0.17 ton/m	VT-12 af = 0.91 m MUERT 0.57 ton/m VIVA 0.16 ton/m	VT-16 af = 0.95 m MUERT 0.31 ton/m VIVA 0.17 ton/m	VT-20 af = 0.91 m MUERT 0.30 ton/m VIVA 0.16 ton/m	

$$CARGA MUERTA = \frac{MUERTA * Aferencia \left(\frac{Tonf}{m} \right)}{9.806}$$

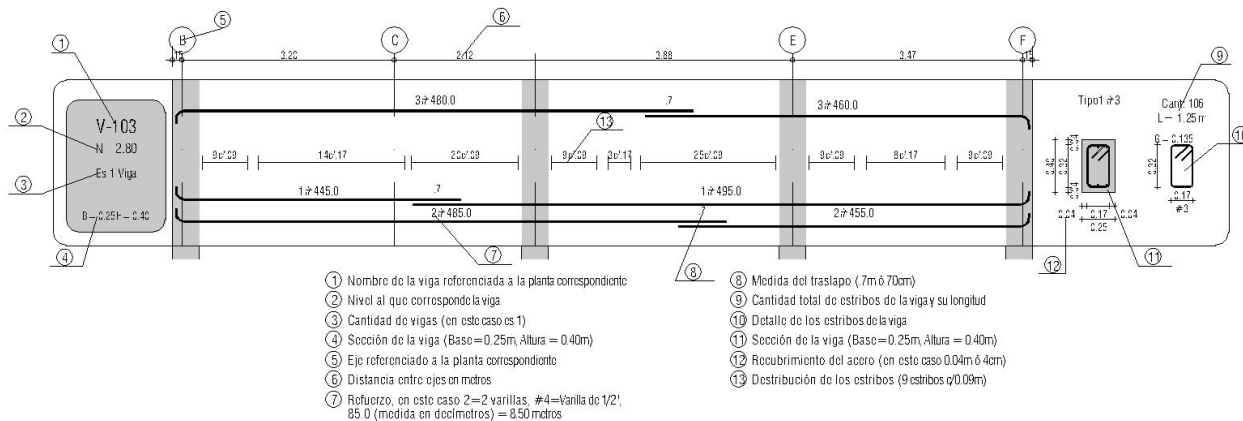
$$CARGA VIVA = \frac{VIVA * Aferencia \left(\frac{Tonf}{m} \right)}{9.806}$$

$$MUERTA = CM - \text{Peso Viguetas}$$

$$MUERTA = CM$$

Ilustración 34. Transferencia de Carga a Viguetas. Fuente: Propia

A continuación, se presentan las nomenclaturas de un despiece de una viga y| de una columna:



NOMENCLATURA DESPIECES DE VIGAS
ESC. 1:75

Ilustración 35. Nomenclatura de Vigas. Fuente: Propia

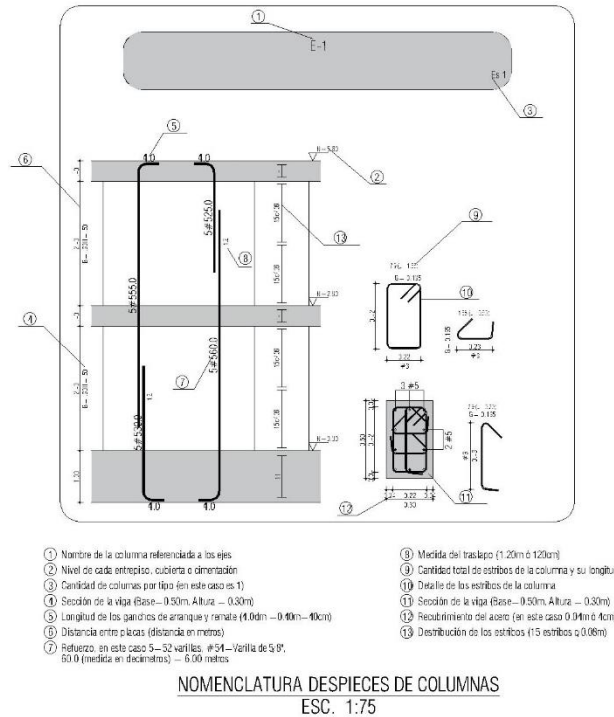


Ilustración 36. Nomenclatura de Columnas. Fuente: Propia

Para realizar esta actividad la coordinadora de proyectos, brindo su conocimiento en el correcto uso y manejo del software DC-CAD 3 y algunos aspectos que se deben garantizar como lo es la longitud de desarrollo, el número de varillas que debe tener una sección y el recubrimiento mínimo para viguetas, vigas o columnas ya sea de cimentación o de entrepisos.

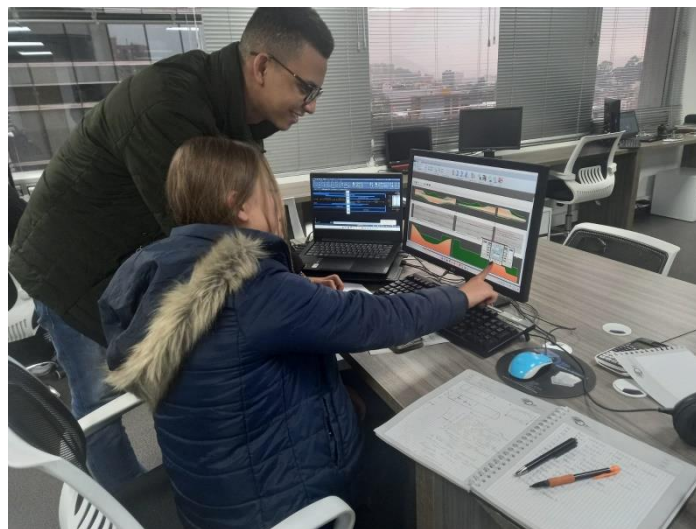


Ilustración 37. Capacitación en el Uso del Software Licenciado DC-CAD 3. Fuente: Propia

Una vez realizado los despieces de los elementos estructurales de los proyecto: Edificio Las Américas, Vivienda Blanca Hernández y Vivienda Antonio Vergel, se procedió a exportarlos en formato “dxf” con la finalidad de asignarle las respectivas características de la empresa Diseños & Estructuras MJ Proyectos S.A.S para su posterior organización en los planos estructurales, así mismo se exporto las memorias de calculo que brinda el software licenciado DC-CAD 3 con la finalidad de anexarlas en las memorias de cálculo estructural de cada uno de los proyectos realizados.

6.3 Actividad. Elaboración de Presupuesto Estructural.

Se realizó el modelo estructural del Edificio Las Américas mediante el software licenciado REVIT V.2023, con la finalidad de obtener el cálculo de cantidades de concreto y de acero de las placas de entrepisos y cimentación. Es importante aclarar que generalmente en el software REVIT V.2023 no se hace el acero de los elementos estructurales, ya que requiere de un computador con muchos recursos y genera que el modelamiento en el software sea más lento. Mediante los despieces de las vigas de cimentación, vigas de entrepisos, viguetas y columnas; previamente realizados en el software licenciado DC-CAD 3 se obtuvo las cantidades de aceros y finalmente se realizó el cálculo de cantidades de aceros de las escaleras mediante los despieces realizados en el software licenciado AutoCAD V.2023.

A continuación, se presenta el modelo estructural final del Edificio Las Américas mediante el software licenciado REVIT V.2023:

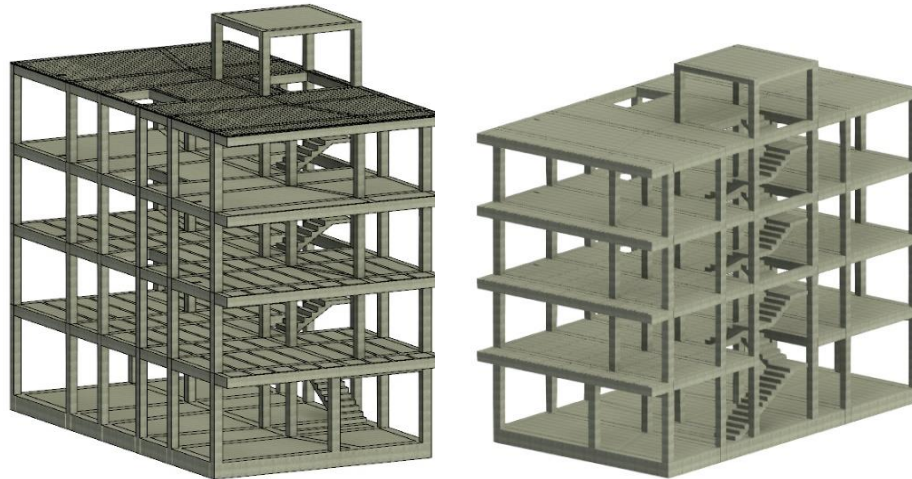


Ilustración 38. Modelo Tridimensional del Edificio Las Américas Mediante el software REVIT V.2023. Fuente: Propia

Para la construcción del Edificio Las Américas se necesitará las siguientes cantidades de acero y concreto:

Tabla 9. Cantidades de Acero y Concreto del Edificio Las Américas. Fuente: Propia

RESUMEN CANT. ACEROS	
TIPO	PESO TOTAL (KG)
Vigas de cimentación	2562.86
Vigas de entrepisos	2967.09
Viguetas	1993.27
Columnas	3033.53
Placa de cimentación	251.77
Placas de entrepisos	991.67
Escaleras	544.22
	12344.41

RESUMEN CANT. CONCRETO	
TIPO	VOLUMEN TOTAL (m ³)
Vigas de entrepisos	84.70
Columnas	21.83
Placas	41.55
Escaleras	6.30
	154.38

Para ver al detalle el cálculo de cantidades de acero y concreto del Edificio Las Américas, diríjase al [Apéndice J. Cantidades de acero y concreto Edificio Las Américas.](#)

Conclusiones

Durante la ejecución de esta práctica empresarial se concluye que:

Para los proyectos: Edificio Las Américas, Vivienda Blanca Hernández y Vivienda Antonio Vergel fue necesario conocer la localización, características de los materiales de la zona, técnicas de construcción, estudio de suelos y estudio arquitectónico, los cuales permitieron el buen desarrollo, funcionamiento y comportamiento de la estructura ante la presencia de un evento sísmico.

El predimensionamiento de los elementos siguiendo los lineamientos que establece el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) ofreció una idea inicial del tamaño de los elementos estructurales de cada proyecto y permitió estimar la viabilidad y el costo de estos.

Se identificó la importancia de la rigidez de una estructura y su interpretación en el espectro elástico de respuesta brindando una idea del comportamiento de esta ante la presencia de fuerzas sísmicas.

Se aplicó en los proyectos: Edificio Las Américas, Vivienda Blanca Hernández y Vivienda Antonio Vergel el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) creando un concepto propio e interpretativo que mediante la práctica permitió dar soluciones estructurales a los planteamientos arquitectónicos que se presentaron durante el desarrollo de cada uno de estos.

El estudio y verificación del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) para el diseño de edificaciones se vuelve riguroso debido a que las condiciones varían según la localización del proyecto, sus características especiales para construcción y ejecución,

lo anterior implica que el diseño estructural tiene un alto grado de confiabilidad siempre y cuando se sigan y se cumplan los lineamientos establecidos en este.

El uso de herramientas computacionales tales como: Microsoft Excel, AutoCAD, Etabs, DC-CAD3 y Revit facilitan el trabajo del modelado matemático, presentación y manejo de la información para el desarrollo de un proyecto estructural.

La implementación de la metodología BIM mediante Autodesk Revit brinda una idea del proceso constructivo, cantidades de obra e identificación de interferencias con diferentes disciplinas permitiendo dar una solución desde lo virtual antes de ejecutar un proyecto.

La coordinación previa y ejecución de un proyecto se debe cumplir rigurosamente con la finalidad de entregar en los tiempos asignados los productos finales que se le entrega al cliente: Planos estructurales y memorias de cálculo.

Estudiar y entender los planos arquitectónicos entregados por el cliente permite dar una solución estructural optima, al menor costo posible y con la función principal de salvaguardar la vida humana.

Recomendaciones

Se debe crear una carpeta base en donde se encuentren todas las hojas de cálculo de la empresa Diseños & Estructuras MJ Proyectos S.A.S, las cuales se deben encontrar sin modificaciones previas.

Tener un modelo base para el desarrollo del análisis y diseño estructural mediante el software licenciado Etabs V.19.1.0, debido a que en algunos modelos se están considerando dos (2) veces el peso del edificio.

Modificar en el modelo realizado mediante el software licenciado Etabs V.19.1.0 las combinaciones de carga a cortante para columnas; dado que estas dependen del coeficiente de sobre resistencia y el coeficiente básico de disipación de energía; los cuales varían de acuerdo al sistema estructural y la zona de amenaza sísmica.

Referencias Bibliográficas

- Alemán Ramírez, T. (2020). Estructuras isostáticas. Editorial Universidad Católica Boliviana “San Pablo”.
- Botero Palacio, J. (2011). Dinámica de estructuras: Sistemas de un grado de libertad. EAFIT. <https://www-digitaliapublishing-com.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/a/67603>
- Doblado-Urrego, J. A. & Ramírez-Pérez, D. M. (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. Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. Bogotá, Colombia
- ESCOBAR, Y.C., 2010. Interdisciplinariedad: Desafío para la educación superior y la investigación. Revista Luna Azul [en línea], vol. 31, no. 31, pp. 156-169. ISSN 1909-2474. DOI 1909-2474. Disponible en:
http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742010000200012&lng=es&nrm.
- Gil Corredor, J. J. (2012). Cálculo de la fuerza sísmica aplicando el método de la fuerza horizontal equivalente y el análisis dinámico elástico cronológico bajo los lineamientos del nuevo reglamento sismorresistente colombiano NSR-10 para una estructura tipo de 5 niveles ubicada en la ciudad de San José de Cúcuta. Trabajo de Grado. Universidad Francisco de Paula Santander. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. San José de Cúcuta, Colombia
- Joseph J, W., & Dobrowolski, J. A. (1996a). Manual de la construcción con concreto Tomo I. Editorial McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, 3 Edición. México DF: 1997.

Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes, NSR-10, Ley 400 de 1997 (Modificada Ley 1229 de 2008), Decreto 926 del 19 de marzo del 2010, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Bogotá, Colombia, marzo 2010

Rochel Awad, R. (2007). Hormigón reforzado. Editorial Universidad EAFIT.

Rochel Awad, R. (2012). Análisis y diseño sísmico de edificaciones. Editorial Universidad EAFIT.

Rodríguez Cuevas, D. A (2016). Análisis sismorresistente mediante el método modal espectral de un edificio habitacional ubicado en la comuna de Tomé. Editorial Universidad Católica de la Santísima Concepción. Disponible en:
<http://repositoriodigital.ucsc.cl/handle/25022009/1044>

Ruscalleda Gallart, S., Winter, G., & Nilson, A. (1977). Proyecto de estructuras de hormigón. Editorial Reverte. Disponible en:
<https://www-digitaliublishingcom.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/a/103458>