

Práctica Empresarial como auxiliar en el diseño, detallado, verificación y presupuestación de elementos estructurales conforme a la Norma Sismo Resistente NSR10, en la empresa Norte Santandereana de Mantenimiento LTDA, ubicada en Cúcuta, Norte de Santander

Margarita Rosa Cote Balaguera

Director

MSc. Doralba Carrillo Bayona

Ing. Ambiental

Universidad de Pamplona

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Departamento de Ingeniería Ambiental, Civil y Química

Programa Ingeniería Civil

Pamplona

2025

Práctica Empresarial como auxiliar en el diseño, detallado, verificación y presupuestación de elementos estructurales conforme a la Norma Sismo Resistente NSR10, en la empresa Norte Santandereana de Mantenimiento LTDA, ubicada en Cúcuta, Norte de Santander

Margarita Rosa Cote Balaguera

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniera Civil

Director

MSc. Doralba Carrillo Bayona

Ing. Ambiental

Universidad de Pamplona

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Departamento de Ingeniería Ambiental, Civil y Química

Programa Ingeniería Civil

Pamplona

2025

Dedicatoria

A mi abuela, quien me cuidó desde pequeña y fue siempre un apoyo incondicional. Con su amor, crianza y valores, me educó guiándome por el camino que considera correcto, dejando en mí una huella imborrable.

A mis padres, que con esfuerzo y dedicación siempre me brindaron lo mejor. Me criaron con amor, estuvieron pendientes de mí en cada etapa, y cada logro que hoy celebro se los debo a ellos. Son mi mayor tesoro.

A mis tíos y tías, que me apoyaron, me alentaron a seguir estudiando y a mejorar cada día. Me enseñaron a aprender de los errores y a nunca rendirme.

Agradecimientos

Expreso mi profundo agradecimiento a la Universidad de Pamplona por haber sido el pilar de mi formación profesional. Gracias por brindarme un entorno académico enriquecedor y por facilitar el desarrollo de mis habilidades. A cada docente que hizo parte de este camino, mi admiración y gratitud por su entrega, paciencia y compromiso en cada clase y orientación.

Mi reconocimiento especial a la Empresa Norte Santandereana por haberme abierto sus puertas durante mi etapa de práctica profesional. Agradezco el ambiente de apoyo, el espacio para aprender y aplicar mis conocimientos, y, sobre todo, la confianza depositada en mí. Cada experiencia allí fue valiosa y dejó una enseñanza que llevaré conmigo en mi vida laboral.

A la ingeniera Doralba Carrillo Bayona, gracias sinceras por su acompañamiento cercano y constante. Su responsabilidad, orientación oportuna y seguimiento riguroso fueron fundamentales para cumplir cada etapa del proceso con éxito. Su guía fue una parte importante en la culminación de este trabajo.

Finalmente, gracias a todas las personas que con sus palabras, acciones o consejos me impulsaron a seguir adelante. Este logro también les pertenece.

Tabla de Contenido

Resumen.....	18
Abstrac	20
Introducción	22
Objetivos	24
Objetivo General	24
Objetivos Específicos.....	24
Marco Referencial.....	25
Marco De Antecedentes o Estado del Arte	25
Antecedentes Internacionales.....	25
Antecedentes Nacionales	26
Antecedentes Regionales	27
Marco Teórico.....	28
Marco Conceptual.....	29
Ingeniería Civil	29
Diseño Estructural y Software Especializado.....	30
Carga Muerta	30
Carga Viva.....	30
Ductilidad	31
Recubrimiento Del Concreto	31

Estribos	31
Anclaje.....	31
Factor de Seguridad	31
Software Estructural	32
Control de Costos	32
Control de la Calidad.....	32
Programar	32
Marco Legal	32
Marco Contextual.....	34
Ubicación Geográfica	34
Metodología	36
Objetivo 1. Asistir técnicamente en el diseño estructural e columnas, vigas y losas, aplicando criterios de resistencia, estabilidad y normatividad vigente para garantizar soluciones seguras y funcionales.....	36
Cálculos Estructurales Preliminares	36
Modelado de Análisis Estructural.....	42
Documentación Técnica	43
Objetivo 2. Elaborar el detallado de los elementos estructurales, incluyendo planos y especificaciones técnicas, verificando su precisión para asegurar la correcta interpretación y ejecución en obra.	45
Elaboración de Planos Estructurales.....	45
Especificaciones Técnicas	46

Verificación De Planos	46
Objetivo 3. Realizar la verificación técnica de los elementos estructurales, contrastando diseños con normativas, modelos matemáticos y análisis estructurales para garantizar su idoneidad.	46
Comparación con Normativas Vigentes	47
Validación Mediante Modelos Matemáticos	47
Generación de Informes Técnicos	47
Objetivo 4. Preparar los costos y presupuestos de los elementos estructurales, incorporando materiales, mano de obra y tiempos de ejecución, con el fin de asegurar una planificación financiera eficiente.	47
Estimación de Cantidades de Obra	48
Elaboración de Presupuestos	49
Resultados	50
Objetivo 1. Asistir técnicamente en el diseño estructural de columnas, vigas y losas, aplicando criterios de resistencia, estabilidad y normatividad vigente para garantizar soluciones seguras y funcionales.....	50
Salón Social Club Tennis	50
Verificación de la convergencia del periodo usado conforma a lo indicado en la nsr 10 - a.4.2.3	63
Muro De Contención	66
Cargas Vivas	69
Modelado(Software).....	70

Descripción de La Estructura.....	75
Objetivo 2. Elaborar el detallado de los elementos estructurales, incluyendo planos y especificaciones técnicas, verificando su precisión para asegurar la correcta interpretación y ejecución en obra.	77
Elaboración De Planos Estructurales.....	77
Planos Estructurales-Salón De Eventos Club Tennis.	77
Especificaciones Técnicas	81
Verificación De Planos	88
Objetivo 3. Realizar la verificación técnica de los elementos estructurales, contrastando diseños con normativas, modelos matemáticos y análisis estructurales para garantizar su idoneidad.	92
Comparación Con Normativas Vigentes	92
Título C Concreto Estructural Capítulo C.1 — Requisitos Generales.....	93
Capítulo C.15 — Cimentaciones.	96
Capítulo E.2 Cimentaciones.....	98
Objetivo 4. Preparar los costos y presupuestos de los elementos estructurales, incorporando materiales, mano de obra y tiempos de ejecución, con el fin de asegurar una planificación financiera eficiente.	104
Estimación de Cantidades de Obra.....	104
Elaboración de Presupuestos	110
Conclusiones.....	121

Recomendaciones 123

Referencias Bibliográficas 124

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Recopilación normativa de la NSR-10</i>	44
Tabla 2 <i>Resumen de Parámetros Geotécnicos, Cargas y Verificación Estructural</i>	71
Tabla 3 <i>Cumplimiento de distintos requisitos normativos en los planos estructurales</i>	94

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Mapa del área metropolitana de San José de Cúcuta</i>	34
Figura 2 <i>Ubicación de la Empresa Norte Santandereana, en Cúcuta Norte de Santander</i>	35
Figura 3 <i>Diagrama de fases de la metodología</i>	36
Figura 4 <i>Hoja de cálculo estructural basada en la NSR-10</i>	37
Figura 5 <i>Hoja de cálculo estructural basada en la NSR-10</i>	38
Figura 6 <i>Hoja de cálculo estructural basada en la NSR-10 para pórticos DES</i>	38
Figura 7 <i>Hoja de cálculo estructural basada en la NSR-10</i>	39
Figura 8 <i>Parámetros de diseño y rigidez efectiva de muros estructurales según NSR-10</i>	40
Figura 9 <i>Parámetros sísmicos</i>	41
Figura 10 <i>Espectro elástico de aceleraciones de diseño</i>	42
Figura 11 <i>Interfaz de creación de nuevo modelo en ETABS</i>	43
Figura 12 <i>Plano estructural en AutoCAD de vivienda en el Barrio Miramar, Cúcuta</i>	45
Figura 13 <i>Interfaz del software DL-NET para diseño y despiece de acero</i>	48
Figura 14 <i>Presupuesto preliminar para la vivienda “Soledad”</i>	49
Figura 15 <i>Carga Viva de Cubierta</i>	52
Figura 16 <i>Carga Muerta Peso Estructura</i>	53
Figura 17 <i>Análisis de la carga de viento según NSR10. (Salón de eventos club Tennis)</i>	54
Figura 18 <i>Parámetros resultantes y presiones netas de diseño</i>	55
Figura 19 <i>Planta de la Cubierta Reparto de Perfiles IPE 240</i>	60
Figura 20 <i>Análisis de las Irregularidades de la estructura</i>	60
Figura 21 <i>Datos generales para el cálculo de la carga horizontal equivalente</i>	61

Figura 22 <i>Espectro aceleración de diseño para Cúcuta NS</i>	62
Figura 23 <i>Valores de las deformaciones</i>	64
Figura 24 <i>Estados de las cargas, derivas</i>	65
Figura 25 <i>Excavación y Geometría del Muro de Contención</i>	67
Figura 26 <i>Coeficientes Sísmicos – Cúcuta</i>	68
Figura 27 <i>Tipo de Suelo y Coeficientes de Amplificación</i>	68
Figura 28 <i>Espectro Elástico de Diseño</i>	69
Figura 29 <i>Cargas Vivas en Coliseos</i>	69
Figura 30 <i>Peso Propio de Loza Maciza</i>	70
Figura 31 <i>Avaluó de Cargas</i>	70
Figura 32 <i>Empujes Sísmicos</i>	73
Figura 33 <i>Diagrama de Momentos y Fuerzas cortantes en el muro</i>	73
Figura 34 <i>Parámetros Sísmicos y Evaluación de Irregularidades</i>	74
Figura 35 <i>Diseño de Muros de Mampostería a Flexo-Compresión</i>	75
Figura 36 <i>Resultados del diseño y análisis de muro de contención de 3.00 m de altura</i>	76
Figura 37 <i>Plano de detalle columnetas y anclaje a la viga. (Salón de eventos club Tennis)</i>	78
Figura 38 <i>Detalle elemento estructural de anclaje de columna a cimiento</i>	78
Figura 39 <i>Dimensiones de la sección y referencia columna IPE 300</i>	79
Figura 40 <i>Distribución y confinamiento de muros. (Salón de eventos Tennis)</i>	80
Figura 41 <i>Peritaje Técnico- Reconocimiento de Casa Ubicada en el Barrio Xiruma</i>	84
Figura 42 <i>Peritaje Técnico- Reconocimiento de Casa Ubicada en el Barrio Xiruma</i>	84
Figura 43 <i>Peritaje Técnico- Reconocimiento de Casa Ubicada en el Barrio Xiruma</i>	85
Figura 44 <i>Peritaje Técnico- Reconocimiento de Casa Ubicada en el Barrio Xiruma</i>	85

Figura 45 <i>Peritaje Técnico- Reconocimiento de Casa Ubicada en el Barrio Xiruma</i>	86
Figura 46 <i>Peritaje Técnico- Reconocimiento de Casa Ubicada en el Barrio Xiruma</i>	87
Figura 47 <i>Peritaje Técnico- Reconocimiento de Casa Ubicada en el Barrio Xiruma</i>	87
Figura 48 <i>Peritaje Técnico- Reconocimiento de Casa Ubicada en el Barrio Xiruma</i>	88
Figura 49 <i>Cálculo de cantidades de muro Estructural</i>	89
Figura 50 <i>Cálculo de cantidades de muro Estructural</i>	90
Figura 51 <i>Dimensionamiento de Vigas de Entrepiso</i>	91
Figura 52 <i>Espesores mínimos de losas.</i>	92
Figura 53 <i>Especificaciones de Parámetros Sísmicos</i>	95
Figura 54 <i>Detalle tipo de fundaciones</i>	97
Figura 55 <i>Valores mínimos para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo.</i>	99
Figura 56 <i>Especificaciones del refuerzo y concreto</i>	99
Figura 57 <i>Instalación del software DL-Net</i>	104
Figura 58 <i>Pesos Totales de acero de Refuerzo del Proyecto Fabrica Jean</i>	105
Figura 59 <i>Cantidades de Obra Sede Teresa Guasch</i>	105
Figura 60 <i>Cantidades de Obra Casa Soledad- concreto</i>	106
Figura 61 <i>Cantidades de Obra Casa Soledad- Concreto</i>	107
Figura 62 <i>Resumen Total de Acero Casa Soledad utilizado DI-Net</i>	108
Figura 63 <i>Cantidades de Obra Casa Playa Hermosa- Electricidad</i>	108
Figura 64 <i>Resumen Total de Acero Casa Playa Hermosa utilizado DI-Net</i>	109
Figura 65 <i>Inicio del proceso de elaboración del presupuesto</i>	110
Figura 66 <i>Presupuesto Fabrica de Jean</i>	111
Figura 67 <i>Presupuesto del Muro del Colegio Santo Ángel</i>	112

Figura 68 <i>Presupuesto de obra cerramiento en malla eslabonada Sede Teresa Guash</i>	113
Figura 69 <i>Presupuesto de obra Muro Contención al costado de la AV 7 con calle 4ª</i>	114
Figura 70 <i>Presupuesto Casa Playa Hermosa</i>	115
Figura 71 <i>Presupuesto Casa Soledad</i>	118

Glosario

Acero de Refuerzo. Material estructural, usualmente en forma de barras, utilizado para resistir esfuerzos de tracción en elementos de concreto reforzado (NSR-10, 2010).

Análisis de precios unitarios (APU). Herramienta que permite determinar el costo unitario de un trabajo específico en un proyecto de construcción (Díaz, 2018).

Análisis Sísmico. Proceso mediante el cual se evalúa el comportamiento de una estructura ante eventos sísmicos, según parámetros definidos en la NSR-10 (NSR-10, 2010).

Cargas Muertas. Peso propio de la estructura y otros elementos permanentes, considerados en el diseño estructural (NSR-10, 2010).

Cargas Vivas. Cargas variables que actúan sobre una estructura, como personas, muebles o vehículos (NSR-10, 2010).

Concreto Estructural. Mezcla de cemento, agua, agregados y aditivos, diseñada para resistir cargas estructurales (NSR-10, 2010).

Confinamiento. Técnica que refuerza zonas críticas del concreto con elementos como estribos, mejorando su comportamiento ante cargas extremas (NSR-10, 2010).

Diafragma Rígido. Elemento horizontal, como una losa, que distribuye fuerzas laterales entre los elementos verticales resistentes (NSR-10, 2010).

DL-NET. Software utilizado para el análisis estructural, especialmente en sistemas complejos (DL Ingenieros, 2022).

Elemento Dúctil. Componente estructural que puede deformarse considerablemente sin perder su capacidad resistente, fundamental en diseño sismo resistente (NSR-10, 2010).

ETABS. Software especializado para el análisis y diseño estructural de edificaciones, ampliamente utilizado por ingenieros civiles (CSI, 2016).

Factor De Modificación De Respuesta (R). Coeficiente que representa la capacidad de una estructura para disipar energía sísmica, permitiendo reducir las fuerzas de diseño (NSR-10, 2010).

Longitud de desarrollo. Longitud mínima de anclaje necesaria para que una barra de acero transfiera eficazmente sus esfuerzos al concreto (NSR-10, 2010).

Microsoft Project. Herramienta de gestión de proyectos utilizada para planificar, programar y controlar obras de construcción (Microsoft Corporation, 2020).

Momento Flector. Esfuerzo interno que tiende a doblar un elemento estructural, como una viga o columna (NSR-10, 2010).

Norma Sismo Resistente NSR-10. Reglamento colombiano que establece los requisitos para el diseño y la construcción de edificaciones seguras frente a sismos (NSR-10, 2010).

Pórtico Resistente a Momento. Sistema estructural compuesto por vigas y columnas diseñadas para resistir momentos flectores y fuerzas laterales (NSR-10, 2010).

Plano Estructural. Representación gráfica que muestra el diseño y detalles constructivos de los elementos estructurales de una edificación (NSR-10, 2010).

RCB. Software de modelado estructural utilizado en ingeniería civil para diseñar y analizar edificaciones, permitiendo la generación de planos y cálculo de esfuerzos estructurales de acuerdo con normas vigentes (RCB Software, 2022).

Rendimiento. Medida de la eficiencia con que se utiliza la mano de obra, el equipo o los materiales en una actividad de construcción (Díaz, 2018).

Zona Sísmica. Clasificación geográfica del nivel de amenaza sísmica, que influye directamente en los requerimientos de diseño estructural (NSR-10, 2010).

Resumen

Este trabajo de grado se desarrolló bajo la modalidad de práctica empresarial en la empresa Norte Santandereana de Mantenimiento LTDA, ubicada en Cúcuta, Norte de Santander. El objetivo principal fue asistir técnicamente en el diseño, detallado, verificación y presupuestación de elementos estructurales, tales como columnas, vigas y losas, asegurando precisión, funcionalidad y cumplimiento de la Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10. La práctica permitió la aplicación de conocimientos adquiridos durante la formación académica, dentro de un entorno profesional real, en el área del diseño estructural.

La metodología implementada se dividió en cuatro fases. En la primera, se brindó apoyo técnico en el diseño estructural de los elementos mencionados, mediante el uso de criterios de resistencia, estabilidad y normatividad vigente. La segunda fase consistió en la elaboración del detallado estructural, generando planos y especificaciones técnicas mediante AutoCAD, para asegurar la correcta interpretación en obra. En la tercera fase, se ejecutó la verificación técnica de los elementos diseñados, contrastando resultados con la NSR-10, análisis matemáticos y modelos estructurales. Finalmente, en la cuarta fase, se realizó la preparación de presupuestos de obra, empleando herramientas como Excel y DL-NET, considerando cantidades de obra, materiales, mano de obra y tiempos de ejecución.

Como resultado, se logró la integración de conocimientos teóricos con la práctica profesional, obteniendo productos técnicos concretos de alta calidad. Se diseñaron y detallaron múltiples elementos estructurales bajo parámetros normativos, incluyendo el análisis sísmico de

estructuras, dimensionamiento de secciones de concreto armado y verificación de armados longitudinales y transversales. Se generaron planos estructurales completos y detallados que incluyen cortes, elevaciones y despieces de refuerzo, facilitando su ejecución en obra con claridad y precisión. En cuanto a la verificación técnica, se ejecutaron revisiones sistemáticas conforme a los Títulos C (Concreto estructural) y E (Cimentaciones) de la NSR-10, identificando oportunidades de mejora y reforzando el criterio técnico en la toma de decisiones.

En el proceso de presupuestación, se elaboraron análisis detallados de cantidades de obra y costos asociados, considerando rendimientos de mano de obra, insumos y cronogramas de ejecución. Esto permitió establecer una estimación económica realista y técnicamente fundamentada, contribuyendo a la planificación eficiente de recursos. Además, la práctica promovió el manejo avanzado de software especializado, fortaleciendo la capacidad de elaborar documentación técnica coherente, argumentada y adaptable a proyectos reales.

La experiencia permitió consolidar habilidades en ingeniería estructural y gestión de proyectos, aportando significativamente en el perfil profesional. Además, se destaca la importancia del trabajo colaborativo y el rigor técnico en todas las etapas del diseño y ejecución estructural, en beneficio de la seguridad y eficiencia constructiva.

Palabras Claves:

Diseño estructural, NSR-10, práctica empresarial, presupuestación, verificación técnica.

Abstrac

This thesis was developed as a business internship at Norte Santandereana de Mantenimiento LTDA, located in Cúcuta, Norte de Santander. The main objective was to provide technical assistance in the design, detailing, verification, and budgeting of structural elements such as columns, beams, and slabs, ensuring accuracy, functionality, and compliance with the Colombian Earthquake-Resistant Standard NSR-10. The internship allowed the application of knowledge acquired during academic training in a real-life professional environment in the field of structural design.

The methodology implemented was divided into four phases. In the first, technical support was provided in the structural design of the aforementioned elements, using strength, stability, and current regulatory criteria. The second phase consisted of the preparation of structural details, generating drawings and technical specifications using AutoCAD to ensure correct interpretation on-site. In the third phase, the technical verification of the designed elements was performed, comparing results with NSR-10, mathematical analysis, and structural models. Finally, in the fourth phase, construction estimates were prepared using tools such as Excel and DL-NET, considering project quantities, materials, labor, and execution times.

The result was the integration of theoretical knowledge with professional practice, resulting in high-quality concrete technical products. Multiple structural elements were designed and detailed under regulatory parameters, including seismic analysis of structures, sizing of reinforced concrete sections, and verification of longitudinal and transverse reinforcements. Complete and detailed

structural drawings were generated, including sections, elevations, and reinforcement breakdowns, facilitating their clear and precise execution on-site. Regarding technical verification, systematic reviews were conducted in accordance with Titles C (Structural Concrete) and E (Foundations) of NSR-10, identifying opportunities for improvement and reinforcing technical judgment in decision-making.

During the budgeting process, detailed analyses of construction quantities and associated costs were conducted, considering labor efficiency, inputs, and execution schedules. This allowed for the establishment of a realistic and technically sound economic estimate, contributing to efficient resource planning. Furthermore, the internship promoted advanced use of specialized software, strengthening the ability to prepare coherent, reasoned, and adaptable technical documentation for real-world projects.

The experience consolidated skills in structural engineering and project management, significantly contributing to the professional profile. Furthermore, it highlights the importance of collaborative work and technical rigor in all stages of structural design and execution, benefiting construction safety and efficiency.

Keywords:

Structural design, NSR-10, business practice, budgeting, technical verification.

Introducción

El diseño estructural es una actividad fundamental dentro de la ingeniería civil, ya que garantiza la seguridad, funcionalidad y estabilidad de las edificaciones frente a diversas condiciones de carga, incluyendo aquellas provocadas por fenómenos naturales como los movimientos sísmicos. En Colombia, y particularmente en zonas de alta amenaza sísmica como el departamento de Norte de Santander, es obligatorio aplicar los lineamientos establecidos por la Norma Sismo Resistente Colombiana (NSR-10), la cual regula el diseño y construcción de estructuras para reducir riesgos y preservar la vida humana. Esta normativa exige a los profesionales del sector adoptar criterios técnicos rigurosos y actualizados que aseguren la confiabilidad de los sistemas estructurales en cada proyecto.

En el marco de la formación profesional de los estudiantes de ingeniería civil, la práctica empresarial se constituye como una estrategia pedagógica clave que permite integrar los conocimientos teóricos adquiridos durante la carrera con su aplicación en un entorno laboral real. A través de esta modalidad, se promueve el desarrollo de competencias técnicas, analíticas y operativas que fortalecen el perfil profesional del estudiante y mejoran su capacidad de respuesta ante los desafíos del sector. Este proceso formativo facilita la comprensión del ciclo completo de diseño y ejecución de obras, desde el análisis estructural hasta la planeación presupuestal, fomentando una visión integral del ejercicio profesional.

El objetivo general de la práctica consistió en brindar asistencia técnica en el diseño, detallado, verificación y presupuestación de elementos estructurales de concreto reforzado, bajo

los criterios establecidos por la NSR-10. Para cumplir este objetivo, se organizó en cuatro etapas. En primer lugar, se participó en el diseño estructural de elementos sometidos a cargas gravitacionales y sísmicas, utilizando criterios de resistencia, estabilidad y eficiencia en el uso de materiales. Posteriormente, se elaboró el detallado estructural mediante planos generados en AutoCAD, con especificaciones técnicas que facilitaran su correcta interpretación y ejecución en obra.

En una tercera etapa, se llevó a cabo la verificación técnica de los elementos diseñados, contrastando los resultados obtenidos con los parámetros definidos en los títulos C y E de la NSR-10, aplicando análisis matemáticos y modelación estructural. Finalmente, se desarrolló la etapa de presupuestación, en la cual se estimaron cantidades de obra, materiales, mano de obra y tiempos de ejecución, mediante el uso de herramientas como Microsoft Excel y DL-NET®, con el fin de obtener estimaciones económicas ajustadas a la realidad del proyecto.

A través de esta experiencia, fue posible aplicar conocimientos teóricos en un entorno profesional, desarrollar habilidades prácticas en el manejo de software técnico, interpretación normativa y elaboración de documentación estructural. Asimismo, se contribuyó al fortalecimiento técnico de la empresa mediante la generación de insumos estructurales viables, normativamente adecuados y económicamente bien fundamentados. Este trabajo busca, por tanto, documentar las actividades realizadas y evidenciar la relevancia de la práctica empresarial como instrumento formativo para una inserción profesional exitosa y responsable en el sector de la construcción.

Objetivos

Objetivo General

Apoyar en la asistencia técnica en el diseño, detallado, verificación y presupuestación de elementos estructurales, como columnas, vigas y losas, asegurando precisión, funcionalidad y cumplimiento de las normas sismo resistente NSR10, en la empresa Norte Santandereana de Mantenimiento LTDA, ubicada en Cúcuta, Norte de Santander.

Objetivos Específicos

Asistir técnicamente en el diseño estructural de columnas, vigas y losas, aplicando criterios de resistencia, estabilidad y normatividad vigente para garantizar soluciones seguras y funcionales.

Elaborar el detallado de los elementos estructurales, incluyendo planos y especificaciones técnicas, verificando su precisión para asegurar la correcta interpretación y ejecución en obra.

Realizar la verificación técnica de los elementos estructurales, contrastando diseños con normativas, modelos matemáticos y análisis estructurales para garantizar su idoneidad.

Preparar los costos y presupuestos de los elementos estructurales, incorporando materiales, mano de obra y tiempos de ejecución, con el fin de asegurar una planificación financiera eficiente.

Marco Referencial

Marco de antecedentes o estado del arte

Antecedentes Internacionales

Wu, K., Shi, W., & Ahmed, W. (2020). Structural Elements Detection and Reconstruction (SEDR): A Hybrid Approach for Modeling Complex Indoor Structures. ISPRS International Journal of Geo-Information. Este estudio presenta un enfoque híbrido para la detección y reconstrucción de elementos estructurales complejos en interiores, utilizando nubes de puntos no estructuradas sin información adicional.

Labani, N., & Guha, P. (2012). Design Comparison of Different Structural Elements by Using Different International Codes. International Journal of Engineering Research and Technology. Este artículo compara modelos de diseño y criterios de diferentes códigos internacionales aplicados a elementos estructurales como losas continuas, vigas continuas, columnas y zapatas.

Wu, H., & Issa, R. R. A. (2014). BIM-Enabled Structural Design: Impacts and Future Developments in Structural Modelling, Analysis and Optimisation Processes. Electronic Journal of Information Technology in Construction. Este artículo revisa los impactos y desarrollos futuros en el diseño estructural habilitado por BIM, enfocándose en la integración de modelado, análisis y procesos de optimización estructural.

Wu, H., & Zhang, J. (2022). Automated BIM-based Structural Design and Cost Optimization Model. Scientific Reports. Este estudio desarrolla un modelo avanzado basado en BIM para automatizar y optimizar el diseño de distribuciones de edificios y elementos estructurales, con el objetivo de minimizar los costos de construcción mientras se cumplen las restricciones funcionales del diseño arquitectónico.

García-Segura, T., Yepes, V., & Martí, J. V. (2023). Integrative Structural Design of Nonstandard Building Systems. Journal of Architectural Engineering Este artículo desarrolla una metodología de diseño estructural integrador y un flujo de trabajo para diseñar, optimizar y validar sistemas de construcción no estándar.

Antecedentes Nacionales

Vargas (2016) identificó las características distintivas de la formaletería utilizada en sistemas constructivos industrializados, resaltando su impacto en la eficiencia y calidad de las construcciones, mediante un análisis comparativo de diferentes sistemas de encofrado.

Gonzales (2019) desarrolló un software de análisis estructural para pórticos y armaduras isostáticas en dos dimensiones, facilitando el cálculo y diseño de estos elementos, a través de la implementación de métodos matriciales en una herramienta computacional.

Mora (2016) evaluó la vulnerabilidad sísmica de estructuras existentes y propuso medidas de protección, enfatizando la importancia de considerar el comportamiento de los elementos estructurales y del conjunto constructivo, mediante la aplicación de normativas sismorresistentes y análisis estructurales detallados.

García (2017) elaboró un manual para la construcción de diagramas momento-curvatura de secciones de elementos estructurales, proporcionando una herramienta útil para el diseño estructural y la evaluación del comportamiento no lineal de las secciones, basado en procedimientos analíticos y ejemplos prácticos.

Núñez (2018) analizó la implementación de sistemas de protección sísmica mediante el uso de disipadores de energía en edificaciones, destacando su contribución a la reducción de las demandas sísmicas en los elementos estructurales, a través del modelado y diseño de una edificación equipada con estos dispositivos

Antecedentes Regionales

Bareño (2020) diseñó y construyó una estructura robótica tipo delta invertido, enfocándose en el desarrollo conceptual, análisis, diseño y simulación de la estructura, con el objetivo de mejorar la precisión y eficiencia en aplicaciones industriales.

López y Villamizar (2021) propusieron una alternativa de construcción enfocada al diseño de edificios sostenibles, analizando procesos constructivos y proponiendo soluciones que integran eficiencia energética y uso de materiales ecoamigables.

Mantilla (2015) presentó una propuesta de diseño estructural e hidrosanitario, incluyendo un estudio de suelos para una edificación multifamiliar, aplicando métodos de diseño por medio de modelos para elementos estructurales de forma compleja.

Rueda (2021) desarrolló el diseño arquitectónico de un modelo de vivienda productiva y sostenible para el sector del Paraíso en San Vicente del Caguán, integrando conceptos de sostenibilidad y eficiencia en el uso de recursos.

Solano (2020) diseñó un prototipo arquitectónico de vivienda modular sostenible, destacando la organización del proceso constructivo por etapas y el uso de elementos livianos y fáciles de ensamblar, facilitando la construcción y reduciendo el impacto ambiental.

Marco teórico

El diseño estructural de elementos en concreto reforzado, como columnas, vigas y losas, se basa en el principio fundamental de garantizar que las estructuras soporten las cargas a las que serán sometidas durante su vida útil, incluyendo cargas muertas, vivas y sísmicas. De acuerdo con Salmon, Johnson y Malhas (2017), el método de resistencia última es la base para el dimensionamiento de estos elementos, donde se evalúa la capacidad máxima de carga para evitar fallas estructurales y asegurar la estabilidad y seguridad.

En Colombia, la Norma Sismo Resistente NSR-10 establece los requisitos técnicos y las condiciones mínimas para el diseño y construcción de estructuras seguras en zonas sísmicas (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2010). Esta normativa contiene directrices claras para el diseño de concreto reforzado (Título C) y cimentaciones (Título E), garantizando que las estructuras cumplan con criterios de resistencia, ductilidad y estabilidad frente a movimientos sísmicos, un factor crucial en regiones con riesgo sísmico significativo.

El predimensionamiento es una etapa preliminar esencial en el proceso de diseño estructural, que permite estimar dimensiones aproximadas para los elementos estructurales y establecer criterios constructivos básicos. Según Ching (2015), esta fase ayuda a determinar las dimensiones mínimas de las vigas y columnas, así como las cuantías iniciales de refuerzo, lo cual es fundamental para evitar deformaciones excesivas y garantizar la capacidad portante adecuada.

El detallado estructural es un componente clave que involucra la elaboración de planos y especificaciones técnicas que facilitan la correcta interpretación y ejecución de los elementos estructurales en obra. Este proceso asegura que los refuerzos, anclajes y recubrimientos sean aplicados conforme a los estándares, lo que contribuye a la durabilidad y seguridad de la estructura (Nawy, 2020).

La verificación técnica, a través del análisis de cargas y la comparación con la normativa vigente, es fundamental para validar que los diseños cumplen con los niveles de seguridad establecidos. La utilización de software estructural para modelar y analizar los elementos permite realizar evaluaciones precisas frente a las cargas combinadas, asegurando la resistencia y funcionalidad de la estructura (Park & Paulay, 2012).

Finalmente, la presupuestación es un proceso que permite estimar los costos asociados a los materiales, mano de obra y tiempos de ejecución, siendo indispensable para la planificación económica de los proyectos. Herramientas como Excel y software especializado facilitan este proceso, permitiendo una gestión eficiente de los recursos y control del proyecto (Gómez, 2018).

Marco Conceptual

Ingeniería Civil

La ingeniería civil se ocupa del diseño, análisis y construcción de infraestructuras que son fundamentales para la sociedad. En Colombia, el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 es la norma principal que regula esta disciplina, asegurando la seguridad y funcionalidad de los edificios ante sismos. De acuerdo con Peralta Ingeniería S.A.S, seguir esta

norma es crucial para crear estructuras que cumplan con altos estándares de calidad, seguridad y sostenibilidad. (AYALA, 2017)

Diseño Estructural y Software Especializado

El diseño estructural consiste en analizar y dimensionar elementos como columnas, vigas y fundaciones, asegurando la estabilidad y funcionalidad de los edificios. Para ello, se emplean herramientas como ETABS y AutoCAD, que permiten modelar estructuras y llevar a cabo análisis detallados, incluyendo estudios sísmicos y de cargas. (Santander, 2022).

Estas herramientas ayudan a cumplir con normativas como la NSR-10, garantizando que los diseños sean resistentes a sismos y estén optimizados en costos y materiales. Las empresas en Colombia han adoptado estas tecnologías para llevar a cabo proyectos complejos, que incluyen edificios de varios niveles, puentes y estructuras industriales. (Santander, 2022).

Carga muerta

Son las cargas permanentes que actúan sobre la estructura, como el peso propio de los elementos estructurales, acabados y equipos fijos. Estas cargas deben ser consideradas para garantizar que la estructura soporte su propio peso sin fallas (Nawy, 2020).

Carga viva

Se refiere a las cargas variables que pueden cambiar con el tiempo, como personas, mobiliario, vehículos y otros usos temporales. En diseño estructural, es fundamental estimar correctamente estas cargas para la seguridad y funcionalidad del edificio (Ching, 2015).

Ductilidad

Capacidad de un material o estructura para deformarse plásticamente sin romperse, lo que es vital en zonas sísmicas para disipar energía durante un sismo y evitar colapsos abruptos (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2010).

Recubrimiento del concreto

Espesor de concreto que cubre las armaduras para protegerlas de la corrosión y el fuego, además de garantizar una buena adherencia entre el acero y el concreto (Salmon, Johnson, & Malhas, 2017).

Estribos

Son refuerzos transversales en columnas y vigas que evitan el pandeo de las armaduras longitudinales y mejoran la resistencia a esfuerzos cortantes (Nawy, 2020).

Anclaje

Método o detalle constructivo para fijar las armaduras dentro del concreto, asegurando que las fuerzas se transmitan adecuadamente y que no se presenten deslizamientos o fallas prematuras (Park & Paulay, 2012).

Factor de seguridad

Margen adicional que se incorpora en el diseño para cubrir incertidumbres en cargas, materiales o construcción, garantizando que la estructura mantenga su integridad ante condiciones adversas (Gómez, 2018).

Software estructural

Herramientas computacionales utilizadas para modelar y analizar estructuras, facilitando la verificación de diseño frente a las normativas y la optimización de materiales y costos (Salmon, Johnson, & Malhas, 2017)

Control de Costos

La estimación de costos consiste en elaborar una aproximación de los recursos financieros que se necesitarán para llevar a cabo las tareas del proyecto. (Project Management Institute, 2016).

La estimación de costos consiste en elaborar una aproximación de los recursos financieros que se necesitarán para llevar a cabo las tareas del proyecto. (Temprado, 2007).

Control de la Calidad

Las actividades de calidad se supervisan y documentan para evaluar el rendimiento y hacer los ajustes necesarios. (Gómez, 2012).

Programar

Definir objetivos cuantitativos para la actividad, asignando los recursos humanos, financieros y materiales requeridos, estableciendo los métodos de trabajo a utilizar y evaluando tanto la cantidad como la calidad de los resultados. (Construcción, 2018)

Marco Legal

El diseño, construcción y verificación de estructuras en Colombia está regulado principalmente por la Norma Sismo Resistente NSR-10, expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2010). Esta norma establece los requisitos técnicos y mínimos para garantizar

la seguridad, estabilidad y funcionalidad de las edificaciones frente a la amenaza sísmica, que es una condición relevante para el país dada su ubicación geográfica y actividad tectónica.

La NSR-10 define criterios para el diseño estructural, especificaciones para materiales, procedimientos para análisis sísmico, y requisitos para la elaboración de planos y detalles constructivos. Además, incluye disposiciones específicas para diferentes tipos de estructuras, como edificios, puentes y obras civiles, abarcando tanto elementos de concreto reforzado como de acero (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2010).

Adicionalmente, la Ley 400 de 1997 regula aspectos generales de la construcción en Colombia, incluyendo la responsabilidad de los profesionales encargados del diseño y la ejecución de obras civiles, la obligación de cumplir con las normas técnicas vigentes, y la inspección y control por parte de las autoridades competentes. Esta ley fortalece el marco normativo en el que se desarrolla la ingeniería estructural en el país (Congreso de Colombia, 1997).

Otra normativa complementaria es el Reglamento Técnico del Sector de la Construcción (RETIE y RETILAP), que, aunque está más enfocado en instalaciones eléctricas y acústicas, incluye parámetros para garantizar la seguridad y calidad en la construcción, aspectos que impactan indirectamente el diseño y ejecución estructural (Ministerio de Minas y Energía, 2016).

El cumplimiento de estas normativas es verificado y garantizado mediante procesos de revisión y auditoría técnica durante la ejecución de proyectos, los cuales son responsabilidad tanto de las entidades de control como de los profesionales responsables. Esto asegura que los diseños, detallados y presupuestos se ajusten a las exigencias legales, protegiendo la vida y la inversión (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2010).

Marco Contextual

Ubicación geográfica

La empresa norte santandereana de mantenimiento Ltda se encuentra situada en el departamento de norte Santander, en la localidad Cúcuta y su dirección postal es calle 20 0 23, constituida como una sociedad limitada.

Figura 1

Mapa del área metropolitana de San José de Cúcuta



Nota. La figura representa la ubicación del municipio de Cúcuta, Norte de Santander en el mapa geográfico de Colombia. Tomado de: <https://acortar.link/HTCZXH>

Figura 2

Ubicación de la Empresa Norte Santandereana, en Cúcuta Norte de Santander



Nota. La figura representa la ubicación de la empresa Norte Santandereana- Cúcuta, Norte de Santander. Tomado de:

<https://acortar.link/mN2YtQ>

Extensión y Limites. Cúcuta cuenta con una extensión aproximada de 1.176 km², siendo la capital del departamento de Norte de Santander. Limita al norte con Venezuela, al sur con Villa del Rosario y Los Patios, al este con el estado Táchira (Venezuela), y al oeste con El Zulia y San Cayetano.

Economía y Demografía. La economía de este país se fundamenta en el comercio transfronterizo, la industria y los servicios, destacando especialmente en el sector de la construcción y la infraestructura. Su población excede los 750.000 habitantes, lo que la convierte en un centro urbano vibrante y multicultural.

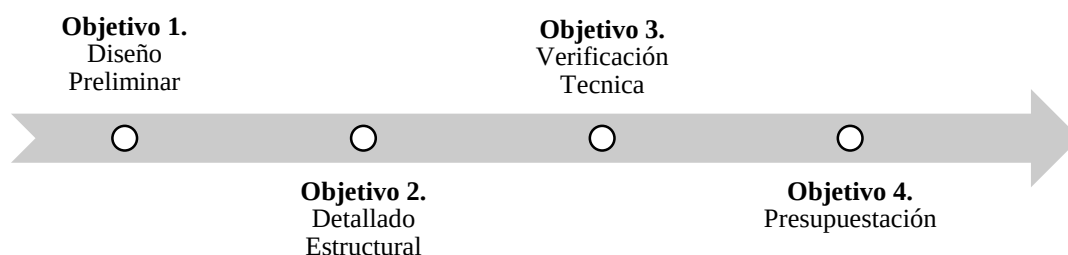
Cultura. Rica en historia, se distingue por su legado colonial y eventos significativos como el Festival Internacional de la Frontera.

Metodología

La metodología propuesta para el desarrollo de la práctica empresarial como modalidad de trabajo de grado, se establece por cuatro fases en la Figura 3, las cuales se designan para el cumplimiento de cada uno de los objetivos.

Figura 3

Diagrama de fases de la metodología



Nota. En la figura se encuentra las cuatro fases propuestas para el desarrollo de la metodología.

Objetivo 1. Asistir técnicamente en el diseño estructural de columnas, vigas y losas, aplicando criterios de resistencia, estabilidad y normatividad vigente para garantizar soluciones seguras y funcionales.

En este primer objetivo se desarrollaron las bases técnicas para la propuesta estructural del proyecto, centradas en la identificación de condiciones generales, criterios normativos y el planteamiento de un diseño estructural inicial coherente con las necesidades funcionales de la edificación. Las actividades ejecutadas fueron:

Cálculos estructurales preliminares

Se realizaron estimaciones iniciales de los esfuerzos y dimensiones requeridas para los elementos principales (columnas, vigas y losas), utilizando métodos simplificados de análisis

estructural y aplicando criterios de diseño en función de cargas permanentes, cargas vivas y acciones sísmicas. Estas estimaciones permitieron definir secciones estructurales tentativas que servirían como base para los modelos posteriores. Para ello, se aplicaron los lineamientos de la NSR-10, específicamente los títulos A, B y C, que abordan la clasificación de edificaciones, cargas y requisitos generales del diseño estructural.

Figura 4

Hoja de cálculo estructural basada en la NSR-10 para el diseño preliminar de columnas en un proyecto de edificación

PROYECTOS ESTRUCTURALES

HOJA DE COLUMNAS - NSR 10

www.asesoriaseducativas.com

Dimensiones de la losa mas grande en planta

Lx	Ly	Área total entrepiso
6.00 m	5.00 m	410.00 m²

Se supone el caso mas desfavorable

Datos de la edificación

Altura de piso	# pisos	Columnas por planta	Altura Edificio	α	Área total de	promedio por
3.40 m	8	24	27.20 m	0.01813333	74,347 cm²	3,098 cm²

Dimensiones preliminares de las columnas Aplicando áreas tributarias

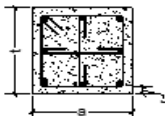
Ubicación	At	Pu	A	a	Dimensiones
Col. Centrales	30.00 m²	240,000 Kgf	3,600 cm²	60 cm	60x60
Col. De Borde	15.00 m²	120,000 Kgf	3,000 cm²	55 cm	55x55
Col. De Esquina	7.50 m²	60,000 Kgf	2,100 cm²	50 cm	50x50

Carga ultima de predimensionado

Pu	1,000.00 Kgf/m²
----	-----------------

Otras dimensiones de columnas

Ubicación	Circulares			Rectangulares			Secciones Rectangulares Propuestas por el Usuario			
	A	o	axt	A	ón	a	t	A	axt	ón
Col. Centr.	3,600 cm²	70 cm	55x70	3,850 cm²	Ok	60 cm	60 cm	3,600 cm²	60x60	Ok
Col. Centr.	3,600 cm²		50x75	3,750 cm²	Ok	60 cm	60 cm	3,600 cm²	60x60	Ok
Col. De Bc	3,000 cm²	65 cm	50x65	3,250 cm²	Ok	60 cm	60 cm	3,600 cm²	60x60	Ok
Col. De Bc	3,000 cm²		45x70	3,150 cm²	Ok	60 cm	60 cm	3,600 cm²	60x60	Ok
Col. De Es	2,100 cm²	55 cm	40x55	2,200 cm²	Ok	60 cm	60 cm	3,600 cm²	60x60	Ok
Col. De Es	2,100 cm²		40x60	2,400 cm²	Ok	60 cm	60 cm	3,600 cm²	60x60	Ok

Nota: La observación "Revisar" requiere una revisión manual y cuidadosa de las dimensiones aplicando cargas de diseño ya que no cumple el área requerida

Nota. Incluye dimensiones de losas, alturas de pisos, cargas de diseño y propuestas de secciones de columnas (cuadradas, circulares y rectangulares), evaluadas según cargas tributarias y ubicación.

Figura 5

Hoja de cálculo estructural basada en la NSR-10 para el diseño preliminar de vigas y losas

PROYECTOS ESTRUCTURALES
HOJA DE VIGAS Y LOSAS- NSR 10

www.asesoriaseducativas.com

Luz más desfavorable		VOLADIZO	
L	6.60 m	2.00 m	

ALTURA O ESPESOR MÍNIMO

TABLA C.9.5 a

MIEMBROS	Simplemente apoyado	Un extremo continuo	Ambos extremos continuos	Voladizo
Losas Macizas	L/14 47.1 cm	L/16 41.3 cm	L/19 34.7 cm	L/7 28.6 cm
Espesor	50.0 cm	45.0 cm	35.0 cm	30.0 cm
Vigas o losas con nervios en una sola dirección	L/11 60.0 cm	L/12 55.0 cm	L/14 47.1 cm	L/5 40.0 cm
Espesor	60.0 cm	55.0 cm	50.0 cm	40.0 cm

$$A_{smin} = \frac{0.80 \sqrt{F_c}}{F_y} b \cdot d \geq \frac{14b \cdot d}{F_y}$$

Fy Acero de Refuerzo 4200 Kg/fcm²

Dimensiones posibles para las vigas y nervios

Dimensiones						
	b	h	b x h	r	d	Asmin
Viga	30 cm	60 cm	30X60	4 cm	56 cm	5.60 cm²
Viga	30 cm	55 cm	30X55	4 cm	51 cm	5.10 cm²
Viga	30 cm	50 cm	30X50	4 cm	46 cm	4.60 cm²
Viga	30 cm	40 cm	30X40	4 cm	36 cm	3.60 cm²

Dimensiones					
Loseta	b	h	b x h	r	Asmin
Nervio	5 cm	10 cm	55 cm	3 cm	1.73 cm²
Nervio	5 cm	10 cm	50 cm	3 cm	1.57 cm²
Nervio	5 cm	10 cm	45 cm	3 cm	1.40 cm²
Nervio	5 cm	10 cm	35 cm	3 cm	1.07 cm²

Nota: Valores netamente teóricos, solo sirven para predimensionar y después del análisis debe verificarse la resistencia del elemento y las deformaciones admisibles.

Nota. Incluye dimensiones posibles para las vigas y nervios.

Figura 6

Hoja de cálculo estructural basada en la NSR-10 para pórticos DES

PROYECTOS ESTRUCTURALES
HOJA DE VIGAS PARA PÓRTICOS DES - NSR 10

www.asesoriaseducativas.com

Ubicación	Otras dimensiones de columnas				Secciones Rectangulares Propuestas por el Usuario					
	Circulares	Rectangulares	Rectangulares	Rectangulares	Rectangulares	Rectangulares	Rectangulares	Rectangulares		
Col. Cent.	3,600 cm²	70 cm	55x70	3,850 cm²	Ok	60 cm	60 cm	3,600 cm²	60x60	Ok
Col. Cent.	3,600 cm²	65 cm	50x75	3,750 cm²	Ok	60 cm	60 cm	3,600 cm²	60x60	Ok
Col. De B.	3,000 cm²	55 cm	50x65	3,250 cm²	Ok	60 cm	60 cm	3,600 cm²	60x60	Ok
Col. De B.	3,000 cm²	55 cm	45x70	3,150 cm²	Ok	60 cm	60 cm	3,600 cm²	60x60	Ok
Col. De E.	2,100 cm²	55 cm	40x55	2,200 cm²	Ok	60 cm	60 cm	3,600 cm²	60x60	Ok
Col. De E.	2,100 cm²	55 cm	40x60	2,400 cm²	Ok	60 cm	60 cm	3,600 cm²	60x60	Ok

Nota: La observación "Revisar" requiere una verificación manual y cuidadosa de las dimensiones aplicando cargas de diseño ya que no cumple el área requerida

DATOS COLUMNA

H	60 cm	
B mínimo	45 cm	
B selett.	60 cm	Ok

VIGAS DE CARGA

h	60 cm	
b x mínimo	45 cm	
B selett.	60 cm	Ok

VIGAS DE AMARRE

h mínimo	45 cm	50
b x mínimo	34 cm	
B selett.	40 cm	Ok

RESUMEN

	H	B
V. CARGA	60 cm	45 cm
V. AMARRE	50 cm	40 cm

Predimensionado Columna, Viga y Nodo

Diagrama de la columna: Se muestra una columna rectangular con dimensiones B y h. Se indican las relaciones B >= 0.75h y h >= 4b. Se muestra la configuración de las barras de refuerzo (VA, VC, VB, VD) y la longitud de desarrollo (ld).

Diagrama de la viga: Se muestra una viga rectangular con dimensiones b y h. Se indican las relaciones b_v >= 3/4 h_v y b_x >= 3/4 h_x. Se muestra la configuración de las barras de refuerzo (VA, VC, VB, VD) y la longitud de desarrollo (ld).

Diagrama del nodo: Se muestra un nodo de columna y viga, con las dimensiones de la columna (B, h) y la viga (b, h). Se indican las relaciones B >= 0.75h y h >= 4b. Se muestra la configuración de las barras de refuerzo (VA, VC, VB, VD) y la longitud de desarrollo (ld).

Nota. La figura muestra una tabla de datos utilizada en proyectos estructurales para verificar dimensiones de columnas, vigas de carga y vigas de amarre, de acuerdo con la normativa NSR-10.

Incluye esquemas técnicos que ayudan a entender las proporciones geométricas mínimas requeridas y validaciones según la ubicación de las columnas y la sección transversal propuesta.

Figura 7

Hoja de cálculo estructural basada en la NSR-10 para predimensionamiento Placa Escalera

PROYECTOS ESTRUCTURALES

PREDIMENSIONAMIENTO PLACA ESCALERA- NSR 10

www.asesoriaseducativas.com

Luz más desfavorable

L 3.70 m

ALTURA O ESPESOR MÍNIMO

TABLA C.9.5 a

MIEMBRO	Simplemen te apoyado	Un extremo continuo	Ambos extremos continuos	Voladizo
Losas Macizas				

	L/20	L/24	L/28	L/10
	18.5 cm	15.4 cm	13.2 cm	37.0 cm
Espesor	20.0 cm	15.0 cm	15.0 cm	40.0 cm

Vigas o losas con nervios en una sola dirección

	L/16	L/18,5	L/21	L/8
	23.1 cm	20.0 cm	17.6 cm	46.3 cm
Espesor	25.0 cm	20.0 cm	20.0 cm	50.0 cm

$$A_{smin} = \frac{0.80 \sqrt{F_c}}{F_y} b \cdot d \geq \frac{14b \cdot d}{F_y}$$

Fy Acero de Refuerzo 4200 Kg/fcm²

Dimensiones posibles para las vigas y nervios

	Dimensiones						
	b	h	b x h	r	d	Asmin	
Viga	25 cm	25 cm	25X25	4 cm	21 cm	1.75 cm²	
Viga	25 cm	20 cm	25X20	4 cm	16 cm	1.33 cm²	
Viga	25 cm	20 cm	25X20	4 cm	16 cm	1.33 cm²	
Viga	35 cm	50 cm	35X50	4 cm	46 cm	5.37 cm²	

	Dimensiones						
	Loseta	b	h	b x h	r	Asmin	
Nervio	5 cm	10 cm	20 cm	10X20	3 cm	0.57 cm²	
Nervio	5 cm	10 cm	15 cm	10X15	3 cm	0.40 cm²	
Nervio	5 cm	10 cm	15 cm	10X15	3 cm	0.40 cm²	
Nervio	5 cm	10 cm	45 cm	10X45	3 cm	1.40 cm²	

Nota: Valores netamente teóricos, realizarlos para predimensionar y después del análisis debe verificarse la resistencia del elemento y las deformaciones admisibles.

Nota. Esta figura presenta una guía técnica para el diseño inicial de placas de escaleras en proyectos estructurales, de acuerdo con la norma NSR-10.

Incluye datos sobre el espesor mínimo de losas, dimensiones posibles para vigas y nervios, y un esquema técnico que ilustra la configuración estructural de una escalera. También se muestran fórmulas relacionadas con el acero de refuerzo y valores de carga admisible.

Figura 8

Parámetros de diseño y rigidez efectiva de muros estructurales según NSR-10

DATOS EDIFICACIÓN		MURO PORTANTE			MURO NO PORTANTE		
ALTURA ENTREPISO	3.20 mt	ANCHO MÍNIMO NORMATIVO NSR 10			ANCHO MÍNIMO NORMATIVO ACI		
DISTANCIA ENTRE EJES	3.00 mt	1	2	3	1	2	3
		11 cm	13.3 cm	12.5 cm	11 cm	10.7 cm	10 cm
ESPESOR MÍNIMO RECOMENDADO	13 cm	13.33			11.00		
ESPESOR ASUMIDO	11 cm						

RIGIDEZ EFECTIVA CONSIDERANDO SECCIONES AGRIETADAS			
Elemento	Flexión	Cortante	Torsión
Columnas	0.70 Ec.Ig	0.40 Ec.Aw	0.10
Vigas	0.50 Ec.Ig	0.40 Ec.Aw	0
Muros	0.50 Ec.Ig (Bending)	0.40 Ec.Aw (Membrane)	-
Losas	1.00 Ec.Ig	1.00 Ec.Aw	-

11.3 — Límites de diseño

11.3.1 Espesor mínimo de muros

11.3.1.1 El espesor mínimo del muro debe cumplir con la Tabla 11.3.1.1. Se permiten muros más delgados cuando el análisis estructural demuestre que el muro posee resistencia y estabilidad adecuadas.

Tabla 11.3.1.1 — Espesor mínimo del muro, h

Tipo de muro	Espesor mínimo del muro, h	
De carga ⁽¹⁾	El mayor de:	4 pulg. (a)
		1/25 de la menor entre la altura y la longitud no apoyadas (b)
No portante	El mayor de:	4 pulg. (c)
		1/30 de la menor entre la altura y la longitud no apoyadas (d)
Exteriores de sótanos y cimentaciones ⁽¹⁾	7.5 pulg. (e)	

⁽¹⁾ Sólo se aplica a muros diseñados de acuerdo con el método de diseño simplificado de 11.5.3.

Nota. Presenta criterios de la NSR-10 para determinar el espesor mínimo y la rigidez efectiva de muros en edificaciones.

Incluye datos de altura entrepiso, distancias entre ejes, cargas actuantes en muros portantes y valores recomendados de rigidez en elementos agrietados. Esta información es clave para garantizar la resistencia, estabilidad y desempeño sísmico de los muros estructurales.

Figura 9

Parámetros sísmicos y determinación del coeficiente de capacidad de disipación de energía para estructura aporticada en Cúcuta.

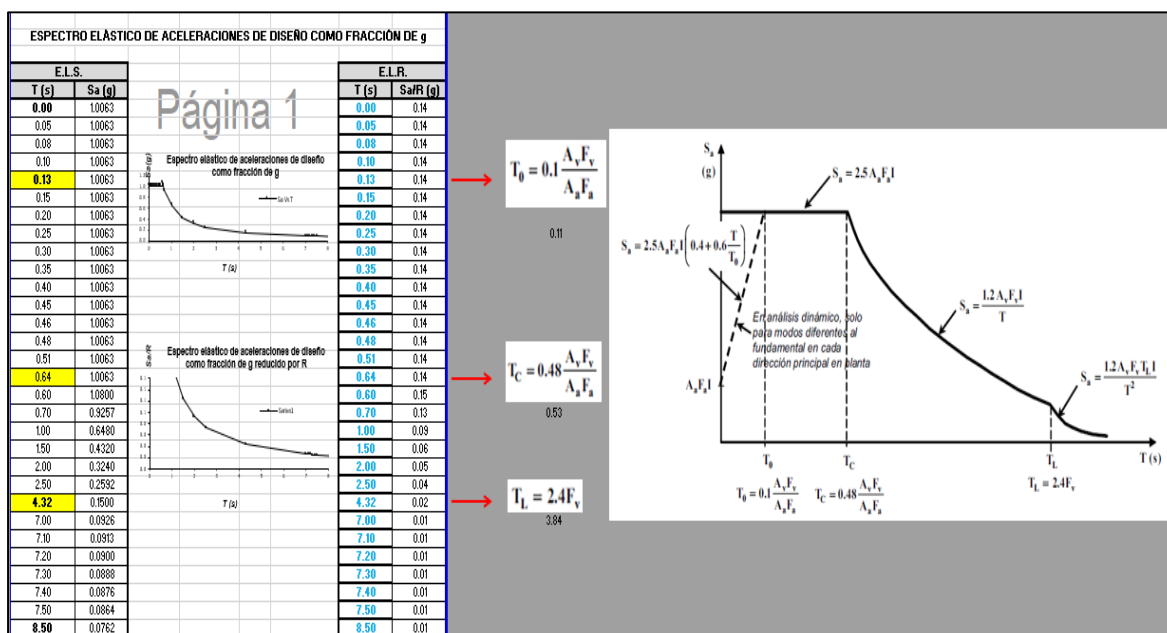
PROYECTO: EDIFICIO EJEMPLO PORTICOS ANÁLISIS DINÁMICO (SIN MICROZONIFICACION)	
PARAMETROS SISMICOS	
Municipio:	CUCUTA
Zona de amenaza sísmica:	ALTA
Aceleración horizontal pico efectiva A_g :	0.35
Velocidad horizontal pico efectiva A_v :	0.30
Coeficiente F_a :	1.15
Coeficiente F_v :	1.80
Grupo de uso de la edificación:	I
Coeficiente de importancia, I:	1
Suelo d	
DETERMINACIÓN COEFICIENTE DE CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA	
Sistema estructural:	PORTICOS EN CONCRETO
Capacidad de disipar energía:	DES
Valor R_o :	7.00
Irregularidad en planta ϕ_p :	1.00
Irregularidad en altura ϕ_a : 3A	1.00
Irregularidad por ausencia de redundancia ϕ_r :	1.00
Valor para ser empleado en el diseño R:	7.00

Nota. Se presentan los parámetros sísmicos empleados en el análisis dinámico de un edificio en Cúcuta, zona de amenaza sísmica alta y con tipo de suelo D.

Se especifican las aceleraciones efectivas, coeficientes sísmicos, grupo de uso e importancia. Además, se determina el coeficiente de reducción por capacidad de disipación de energía (R), considerando irregularidades y redundancia según la NSR-10.

Figura 10

Espectro elástico de aceleraciones de diseño y representación gráfica del espectro según NSR-10.



Nota. La figura incluye el cálculo del espectro elástico de diseño con base en los coeficientes sísmicos para suelo tipo D, y su representación gráfica según la NSR-10.

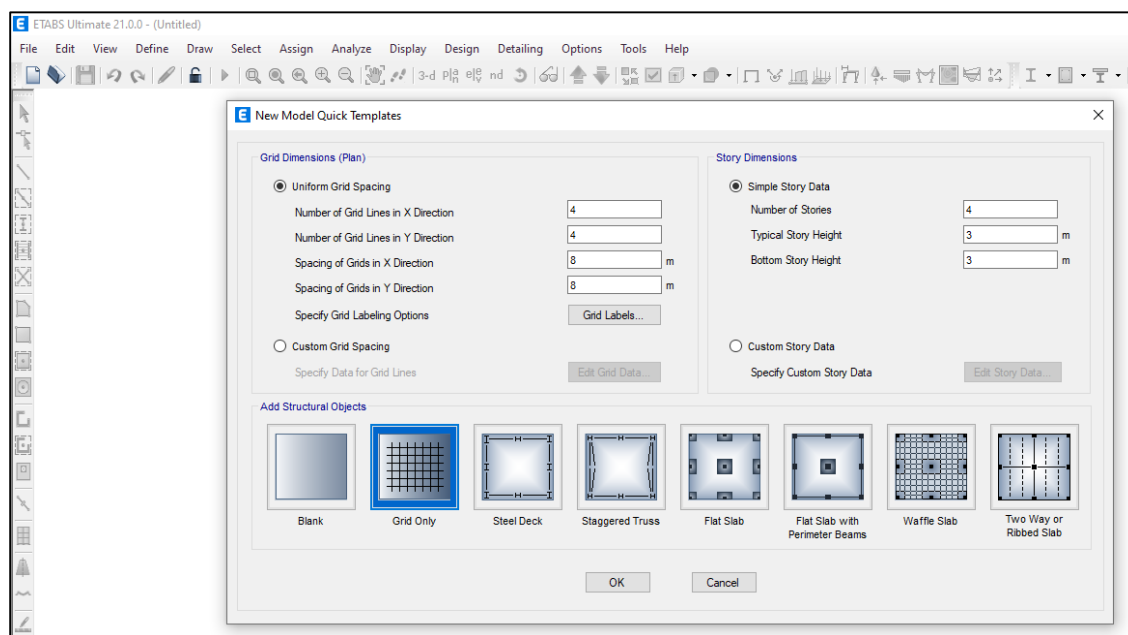
Se identifican los períodos característicos (T_0 , T_c , T_L) y la forma de la curva que rige el análisis dinámico estructural para edificaciones sismo resistentes.

Modelado de análisis estructural

Se construyó un modelo estructural tridimensional preliminar utilizando software especializado (como ETABS), en el cual se simulaban los elementos estructurales propuestos bajo diferentes combinaciones de carga. Este modelo permitió identificar zonas críticas de acumulación de esfuerzos, posibles deflexiones excesivas y problemas de rigidez o estabilidad que debían ser corregidos en el diseño detallado. El modelado permitió también visualizar el comportamiento general de la estructura ante cargas sísmicas y gravitacionales.

Figura 11

Interfaz de creación de nuevo modelo en ETABS



Nota. La imagen muestra la ventana inicial del software ETABS para configurar un nuevo modelo estructural mediante plantillas rápidas.

Se definen parámetros como el número y espaciamiento de ejes en planta, número de niveles y alturas típicas de piso. Además, se puede seleccionar el tipo de sistema de losa o cubierta, facilitando el modelado inicial del edificio.

Documentación técnica

Se recopiló y organizó la información normativa y técnica relevante para el diseño, incluyendo extractos de la NSR-10, referencias bibliográficas, condiciones del terreno, uso previsto de la edificación y criterios de seguridad estructural. Esta documentación sirvió como respaldo técnico y como línea base para las decisiones adoptadas en las fases siguientes del proyecto.

Tabla 1

Recopilación normativa de la NSR-10 aplicable al diseño de viviendas unifamiliares de 1 y 2 pisos en Cúcuta.

Título y Capítulo NSR-10	Contenido Relevante	Aplicación Específica para Viviendas en Cúcuta
Título A – Generalidades Cap. A.3 – Categorías de Importancia	Las viviendas unifamiliares se clasifican como Categoría de Importancia II.	Su falla puede causar daño económico o molestias severas, pero no pérdidas masivas de vidas.
Título B – Diseño por Sismo Cap. B.1 – Zonificación Sísmica	Cúcuta está en zona de Amenaza Sísmica Alta. Se deben usar los factores $F_a(S1)$ y $F_v(S1)$ tomados de la norma.	Condiciona el diseño sísmico a factores más rigurosos.
Cap. B.2 – Espectro de Diseño	Uso del Método Estático Equivalente para análisis sísmico, permitido para estructuras regulares de hasta 3 pisos.	Apto para viviendas de 1 o 2 pisos con geometría y masa regulares.
Título C – Requisitos Generales de Diseño Cap. C.2 – Análisis de Cargas	Considerar cargas permanentes (peso propio, acabados) y cargas variables (200 kg/m ² para vivienda).	Fundamenta el dimensionamiento de los elementos estructurales.
Cap. C.3 – Criterios Generales de Diseño	Coefficiente de importancia sísmica $I = 1.0$ para viviendas. Usar combinaciones de carga exigidas por la norma.	Determina factores de seguridad y comportamiento ante sismo.
Cap. C.7 – Análisis Estructural	Estructuras menores de 3 pisos pueden analizarse mediante el método estático.	Permite simplificar el proceso de análisis estructural.
Título E – Diseño de Estructuras de Concreto Cap. E.2 – Requisitos Generales	Elementos (vigas, columnas, placas) deben cumplir con diseño estructural en concreto reforzado y garantizar ductilidad adecuada.	Asegura que la estructura pueda deformarse sin colapso súbito.
Cap. E.3 – Diseño de Elementos	- Vigas: Reforzar para flexión y cortante. - Columnas: Resistir carga axial y momentos sísmicos. - Muros de corte: Diseñar adecuadamente.	Elementos deben diseñarse según esfuerzos actuantes, garantizando resistencia y estabilidad.
Cap. E.4 – Detallado del Refuerzo	Cumplir con anclaje de varillas, empalmes, espaciamiento mínimo de estribos y refuerzo transversal.	Detallado correcto evita fallas locales y garantiza continuidad estructural.

Nota. La información consignada en esta tabla se basa en extractos relevantes de la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), con énfasis en los aspectos estructurales aplicables a edificaciones residenciales de baja altura en zonas de amenaza sísmica alta, como es el caso de la Ciudad de Cúcuta.

Objetivo 2. Elaborar el detallado de los elementos estructurales, incluyendo planos y especificaciones técnicas, verificando su precisión para asegurar la correcta interpretación y ejecución en obra.

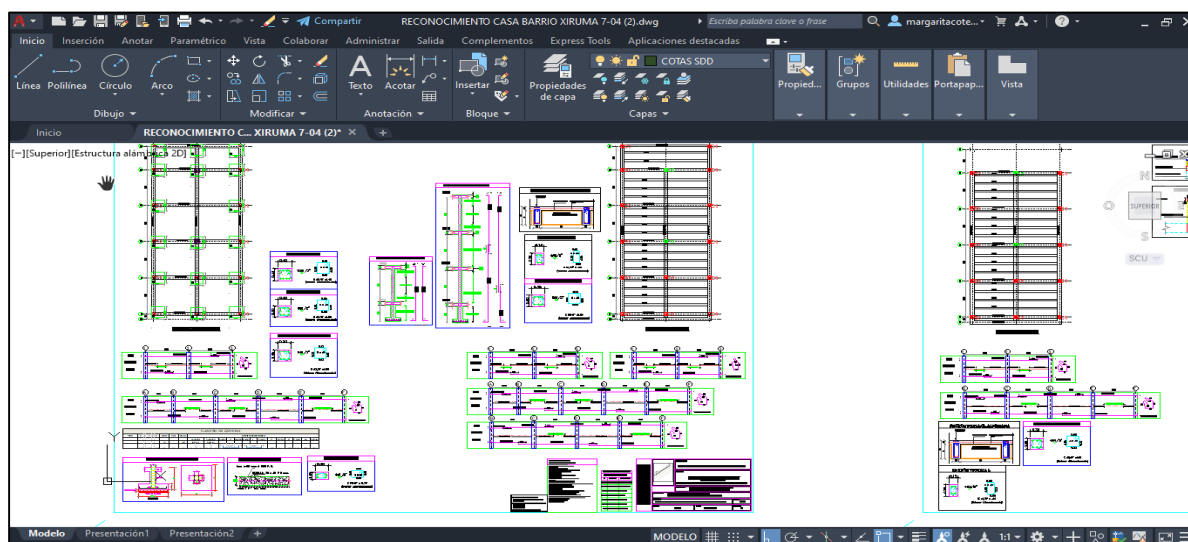
Este objetivo consiste en transformar el diseño preliminar en una documentación técnica completa, clara y precisa, que sirviera como guía directa para la construcción de los elementos estructurales. Las actividades realizadas incluyeron:

Elaboración de planos estructurales

Se generaron planos detallados para cada elemento estructural (losas, vigas, columnas, cimentaciones), especificando medidas exactas, ubicación de refuerzos, recubrimientos de concreto, tipos de acero, anclajes y detalles constructivos. Estos planos fueron elaborados utilizando AutoCAD, y se organizaron conforme a las convenciones técnicas de dibujo establecidas en la normativa nacional.

Figura 12

Plano estructural en AutoCAD de vivienda en el Barrio Miramar, Cúcuta.



Nota. La imagen muestra el entorno de trabajo de AutoCAD con la presentación detallada de planos estructurales correspondientes al reconocimiento técnico de una vivienda.

Se visualizan elementos como cimentaciones, columnas, vigas, losas y detalles constructivos, organizados en módulos y con uso de capas y colores para facilitar la lectura técnica.

Especificaciones técnicas

Se redactaron documentos complementarios a los planos, en los que se definieron las características técnicas de los materiales (resistencias, diámetros, tipos de acero, aditivos), los procedimientos constructivos recomendados (mezclado, vaciado, curado del concreto) y los criterios de aceptación para cada elemento. Estas especificaciones aseguraron una ejecución homogénea, controlada y acorde con los estándares establecidos por la NSR-10.

Verificación de planos

Se llevó a cabo una revisión exhaustiva de los planos estructurales, contrastándolos con los planos arquitectónicos y de servicios para garantizar la coherencia entre especialidades. También se validaron los detalles estructurales frente a los resultados del análisis estructural, identificando y corrigiendo posibles inconsistencias antes de proceder a la ejecución.

Objetivo 3. Realizar la verificación técnica de los elementos estructurales, contrastando diseños con normativas, modelos matemáticos y análisis estructurales para garantizar su idoneidad.

En este objetivo se validó que todos los elementos diseñados cumplieran con los requerimientos normativos y de desempeño estructural, asegurando la seguridad de la edificación a lo largo de su vida útil. Las actividades principales fueron:

Comparación con normativas vigentes

Cada uno de los elementos diseñados fue evaluado en función de los parámetros exigidos por la NSR-10, verificando que los esfuerzos y deformaciones se encontraran dentro de los límites permisibles, que se cumplieran los requisitos mínimos de refuerzo, y que se respetaran las condiciones de confinamiento, anclaje y continuidad estructural.

Validación mediante modelos matemáticos

Se utilizaron herramientas computacionales como ETABS y hojas de cálculo en Excel para comparar los resultados del diseño con modelos matemáticos analíticos, verificando el comportamiento estructural ante distintas combinaciones de carga. Estas validaciones permitieron detectar áreas de sobreesfuerzo o de sobrediseño, optimizando el uso de materiales y asegurando un diseño eficiente.

Generación de informes técnicos

Se elaboraron memorias de cálculo completas, reportes de verificación normativa, gráficos comparativos y recomendaciones técnicas que fueron organizados en un informe técnico estructurado. Este documento sirvió como respaldo formal del diseño estructural ante supervisores, interventores y entes de control.

Objetivo 4. Preparar los costos y presupuestos de los elementos estructurales, incorporando materiales, mano de obra y tiempos de ejecución, con el fin de asegurar una planificación financiera eficiente.

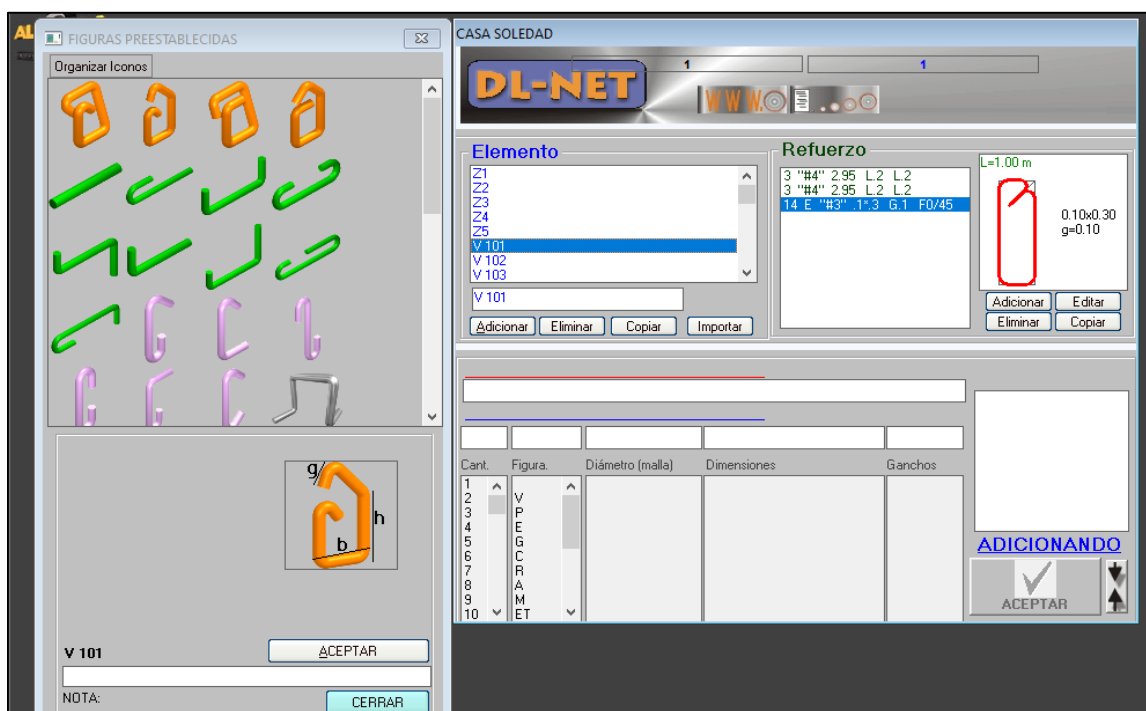
El cuarto objetivo consistió en la estimación económica y temporal de los elementos estructurales diseñados, con el fin de facilitar la planificación financiera del proyecto y su correcta ejecución en obra. Las actividades incluyeron:

Estimación de cantidades de obra

A partir de los planos estructurales, se realizaron cálculos métricos precisos que incluyeron volúmenes de concreto, kilogramos de acero de refuerzo (DL-NET®), número de estribos, longitud de anclajes y demás materiales necesarios.

Figura 13

Interfaz del software DL-NET® para diseño y despiece de acero.



Nota. Presenta la interfaz del programa DL-NET®, utilizado para el diseño y configuración de refuerzos en elementos estructurales.

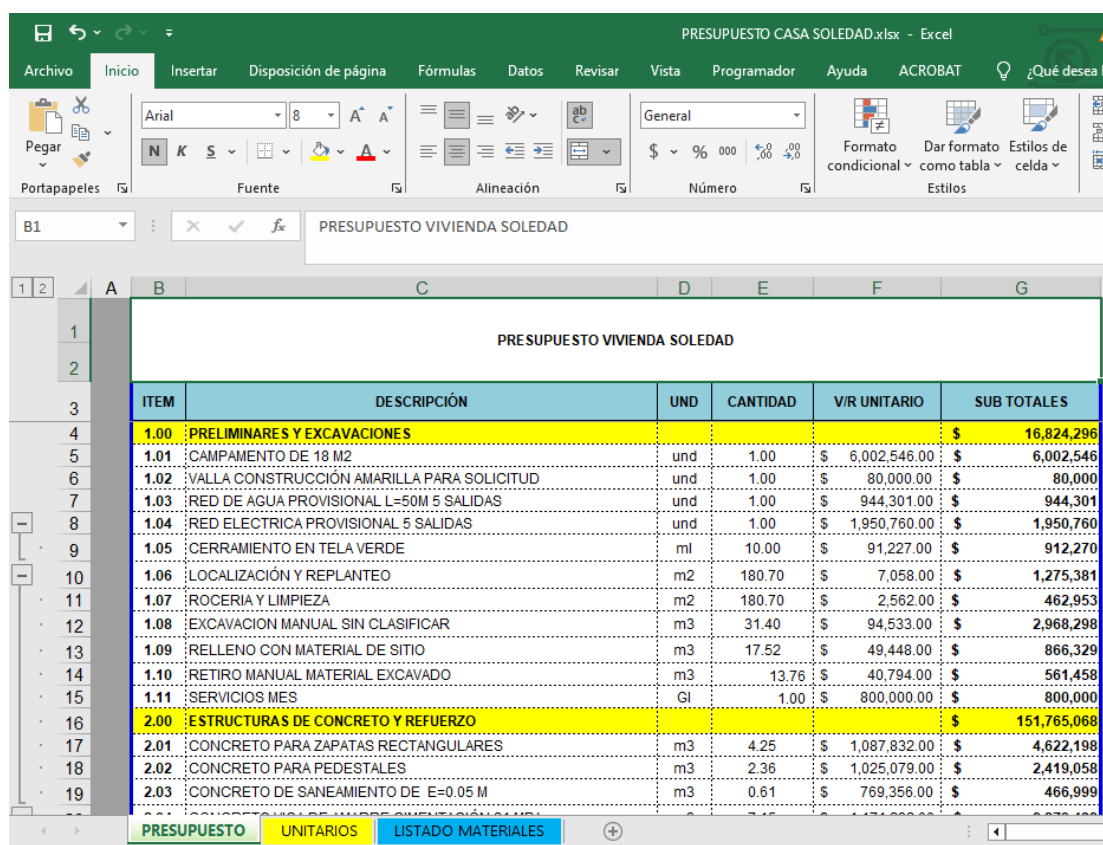
Se muestran figuras preestablecidas de estribos y ganchos, junto con las opciones para ingresar dimensiones, cantidades y especificaciones del refuerzo, facilitando la elaboración de despieces de acero en proyectos estructurales.

Elaboración de presupuestos

Se aplicaron precios unitarios actualizados para cada ítem de obra, considerando el costo de materiales, mano de obra, transporte, maquinaria y herramientas. Para ello, se empleó la herramienta de Excel generando un presupuesto detallado por ítem y un resumen general del costo total estructural.

Figura 14

Presupuesto preliminar para la vivienda “Soledad”.



ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	V/R UNITARIO	SUB TOTALES
1.00	PRELIMINARES Y EXCAVACIONES				\$ 16,824,296.00
1.01	CAMPAMENTO DE 18 M2	und	1.00	\$ 6,002,546.00	\$ 6,002,546.00
1.02	VALLA CONSTRUCCIÓN AMARILLA PARA SOLICITUD	und	1.00	\$ 80,000.00	\$ 80,000.00
1.03	RED DE AGUA PROVISIONAL L=50M 5 SALIDAS	und	1.00	\$ 944,301.00	\$ 944,301.00
1.04	RED ELECTRICA PROVISIONAL 5 SALIDAS	und	1.00	\$ 1,950,760.00	\$ 1,950,760.00
1.05	CERRAMIENTO EN TELA VERDE	ml	10.00	\$ 91,227.00	\$ 912,270.00
1.06	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	m2	180.70	\$ 7,058.00	\$ 1,275,381.00
1.07	ROCERIA Y LIMPIEZA	m2	180.70	\$ 2,562.00	\$ 462,953.00
1.08	EXCAVACION MANUAL SIN CLASIFICAR	m3	31.40	\$ 94,533.00	\$ 2,968,298.00
1.09	RELLENO CON MATERIAL DE SITIO	m3	17.52	\$ 49,448.00	\$ 866,329.00
1.10	RETIRO MANUAL MATERIAL EXCAVADO	m3	13.76	\$ 40,794.00	\$ 561,458.00
1.11	SERVICIOS IES	Gl	1.00	\$ 800,000.00	\$ 800,000.00
2.00	ESTRUCTURAS DE CONCRETO Y REFUERZO				\$ 151,765,068.00
2.01	CONCRETO PARA ZAPATAS RECTANGULARES	m3	4.25	\$ 1,087,832.00	\$ 4,622,198.00
2.02	CONCRETO PARA PEDESTALES	m3	2.36	\$ 1,025,079.00	\$ 2,419,058.00
2.03	CONCRETO DE SANEAMIENTO DE E=0.05 M	m3	0.61	\$ 769,356.00	\$ 466,999.00

Nota. Se muestra una parte del presupuesto detallado de obra para la vivienda Soledad, estructurado por capítulos.

Incluye las actividades de preliminares, excavaciones y estructuras de concreto, con sus respectivas cantidades, unidades, valores unitarios y subtotales, facilitando la estimación del costo total del proyecto.

Resultados

Los resultados obtenidos durante el desarrollo metodológico de la práctica empresarial se organizaron conforme a los cuatro objetivos establecidos en la Figura 3. Cada una de estas fases estuvo orientada al cumplimiento progresivo de los objetivos específicos del proyecto, permitiendo una evolución estructurada desde la concepción inicial del diseño hasta su definición técnica y presupuestal final.

Objetivo 1. Asistir técnicamente en el diseño estructural de columnas, vigas y losas, aplicando criterios de resistencia, estabilidad y normatividad vigente para garantizar soluciones seguras y funcionales.

Salón Social Club Tennis

Se brindó apoyo técnico en la verificación normativa del diseño estructural del proyecto Salón Social Club Tennis, ubicado en Cúcuta, Norte de Santander. Esta labor se llevó a cabo en la empresa Norte Santandereana de Mantenimiento LTDA, bajo la supervisión del ingeniero estructural responsable del proyecto.

La participación consistió específicamente en apoyar la revisión técnica del cumplimiento de los criterios establecidos por el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – NSR-10, en lo correspondiente al análisis estructural, parámetros sísmicos, cargas de diseño y especificaciones de materiales. La práctica se centró en la organización, lectura, comprensión y validación documental del contenido de la memoria de cálculo estructural, lo cual incluyó:

- Clasificación y verificación de los capítulos aplicables de la NSR-10 (Título A, B, C y E).

- Revisión del cumplimiento de parámetros sísmicos como el coeficiente de aceleración pico efectiva (A_a), velocidad pico efectiva (A_v), tipo de suelo, grupo de uso y coeficientes de importancia.
- Apoyo en la comparación entre el análisis dinámico espectral y el método de fuerza horizontal equivalente.
- Verificación de derivas máximas, desplazamientos horizontales y combinaciones de carga estructural.
- Organización del informe técnico, asegurando coherencia entre los resultados del análisis estructural y los lineamientos normativos.

Cabe destacar que los cálculos estructurales fueron realizados por el ingeniero especialista a cargo del proyecto, mientras que la labor desarrollada en la práctica correspondió al apoyo técnico, documental y normativo, así como a la organización y sistematización del contenido técnico del informe estructural.

Normas y parámetros de diseño. Norma de diseño: NSR-10, siguiendo el procedimiento de la tabla A 1.3-1.

Capítulos de diseño.

A (Análisis sísmico)

B (Cargas)

C (Concreto reforzado)

E (Viviendas de uno y dos)

Amenaza sísmica. Alta

Tipo de suelo. Posee características de suelos tipo D

Tipo de uso. Comercial

Entrepisos. Número de entrepisos 1 nivel de cubierta

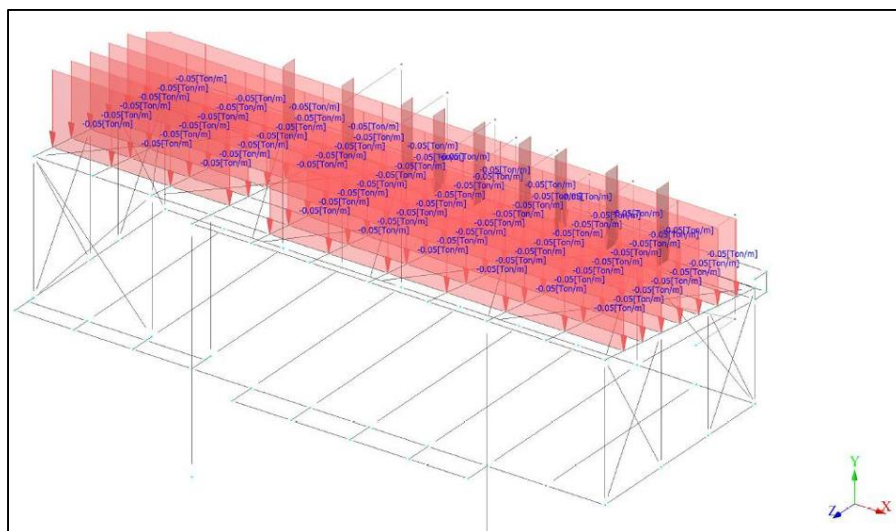
Tipos de entrepisos. El entrepiso plano está dispuesto ortogonalmente.

Modelo Matemático. Se considera una altura de 5 en pendiente hasta 3.8 m.

Cargas muertas y vivas. Para efecto del cálculo de los efectos de las acciones de las cargas de servicio de la estructura se establecieron los siguientes patrones de carga:

Figura 15

Carga Viva de Cubierta



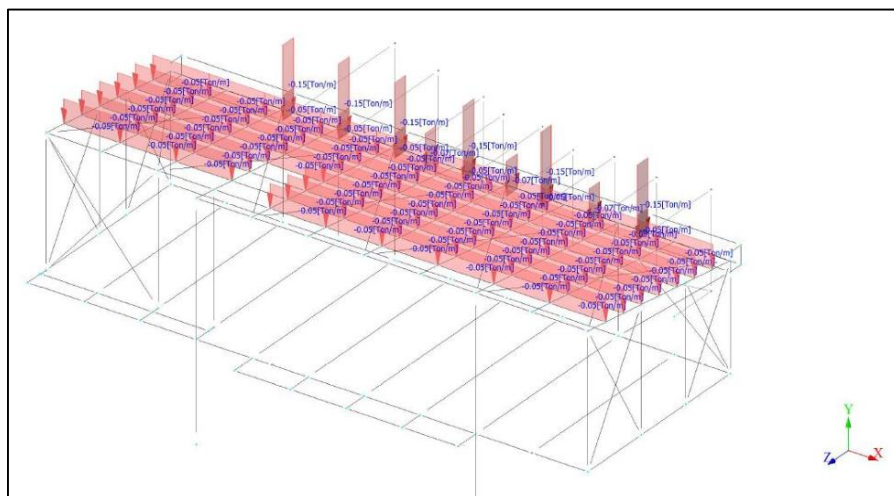
Nota. La imagen corresponde al modelo tridimensional de la estructura sometida a cargas distribuidas horizontales, simulando la acción del viento o cargas sísmicas laterales según los parámetros establecidos por la NSR-10. Las cargas aplicadas, representadas en color rojo, muestran una distribución uniforme de -0.05 Ton/m en dirección horizontal, asignada sobre los elementos verticales (pórticos) de la estructura.

La carga viva de cubierta se consideró tal como se define en el reglamento NSR-10 para cubierta (B.4.2.1) y se establecen a continuación: $\tan^{-1} (3/11.4) = 14.86^\circ$ por cuanto se considera según “(E) Cubiertas inclinadas con menos de 15° de pendiente en estructura metálica o de

madera con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores a la aquí estipulada emplear una carga de $0,50 \text{ KN/m}^2$ ".

Figura 16

Carga Muerta Peso Estructura



Nota. La figura muestra la aplicación combinada de cargas laterales y verticales en el modelo estructural tridimensional. Se observan cargas distribuidas de -0.05 Ton/m y -0.15 Ton/m , representando solicitaciones típicas de viento y peso propio. Esta etapa del análisis permite evaluar el comportamiento de los elementos ante cargas simultáneas, según lo establecido por la NSR-10, Título B.

El análisis de la carga muerta sobre la estructura se realizó a partir del peso propio de los elementos que hacen parte del sistema de resistencia sísmica, la cual se distribuye según el peso propio de los elementos uniformemente en su longitud o área.

Carga Sobreimpuesta (SD). La carga sobre impuesta, esta descrita como la carga generada por elementos permanente que no hacen parte del sistema estructural de resistencia sísmica, tales como cerchas, correas, tejas, anclajes y otros. Para la cubierta inclinada se asume una carga correspondiente a elementos no estructurales de 0.50 KN/m^2 .

Carga de Viento(w). B.6.4.2.1.1 - Presiones Mínimas para combinaciones de carga mayoradas (B.2.4.) - Los efectos de carga de las presiones de viento de diseño de la sección B.6.4.2.1 no serán menores que el caso de carga mínima de la sección

B.6.1.3.1, suponiendo presiones p_s , de $+0.40 \text{ kN/m}^2$ para las zonas A, B, C y D y de 0 kN/m^2 para las zonas E, F, G y H.

A continuación, se muestra el cálculo según la NSR10 para la velocidad de viento de 80 km/h o 22 m/s . B.6.4.2.2.1 y se comparan con las Presiones Mínimas - Las presiones de viento de diseño positivas y negativas, P_{net} de la sección B.6.4.2.2 no serán menores a $+0.4 \text{ kN/m}^2$ y -0.4 kN/m^2 , respectivamente.

Figura 17

Análisis de la carga de viento según NSR10. (Salón de eventos club Tennis)

ANÁLISIS DE CARGA DE VIENTO		
NSR -10 Edificaciones cerradas con $h \leq 18\text{m}$ y cubiertas con $\theta \leq 45^\circ$		
Método 1: Procedimiento simplificado (B.6.4)		
proyecto:	Ingeniero:	
Proyecto No.:	Fecha:	
Datos de entrada:		
Velocidad del viento, $V =$	22 m/s (80 km/h)	(Figura B.6.4-1)
Factor de Importancia, $I =$	1	(Ver Tabla A.2.5-1 / Según grupo de uso)
Categoría de exposición =	C	(B.6.5.6.3)
Altura de la cumbrera, $h_r =$	7.00	m ($h_r \geq h_e$)
Altura de la cornisa, $h_e =$	5.50	m ($h_e \leq h_r$)
Ancho del edificio, $W =$	22.00	m (Perpendicular a la cumbrera)
Dimension Horizontal del Edificio, $L =$	9.50	m (Paralelo a la cumbrera)
Tipo de cubierta =	2 aguas	(plana - 1 agua - 2 aguas)
Factor topográfico, $K_{zt} =$	1.00	(B.6.5.7 Y Figura 6.5-1)
C&R en fachada =	tejas	(correas de fachada, tejas de fachadas o fijaciones)
C&R Area efectiva en fachada =	6.75	m^2 (Componentes/revestimientos)
C&R en cubierta =	correas	(correas de cubierta, tejas de cubiertas o fijaciones)
C&R Area efectiva en cubierta =	12.00	m^2 (Componentes/revestimientos)
Area efectiva en aleros =	0.00	m^2 (Componentes/revestimientos)
Region propensa a huracanes?	No	

FIGURA:

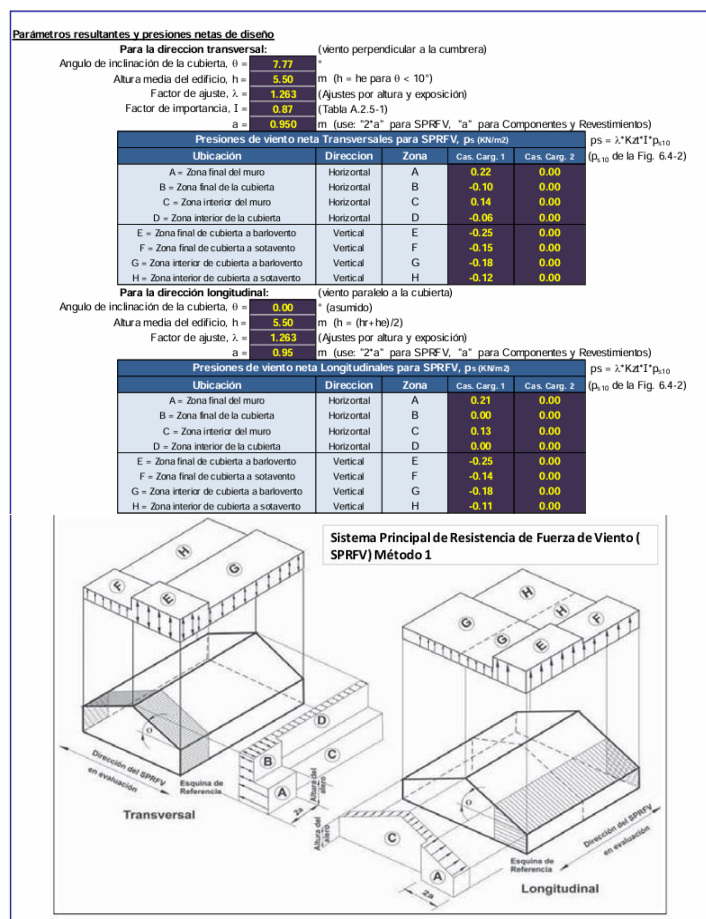
PLANTA

ALZADA

Nota. Procedimiento simplificado para análisis de carga de viento de la NSR-10

Figura 18

Parámetros resultantes y presiones netas de diseño



Nota. Procedimiento simplificado para análisis de carga de viento de la NSR-10

Condiciones del procedimiento simplificado (NSR-10).

B.6.4.1.1 — Sistema Principal de Resistencia de Fuerzas de Viento (SPRFV) — Para el diseño

del SPRFV el edificio debe cumplir todas las siguientes condiciones:

- (a) El edificio sea de diafragma simple como se define en la sección B.6.2.
- (b) El edificio sea bajo de acuerdo con la sección B.6.2.
- (c) El edificio sea cerrado como se define en la sección B.6.2 y cumpla las provisiones de zonas propensas a huracanes de acuerdo con la sección B.6.5.9.3.
- (d) El edificio sea de forma regular como se define en la sección B.6.2.

- (e) El edificio no sea clasificado como flexible como se define en la sección B.6.2.
- (f) Las características de respuesta del edificio sean tales que el mismo no esté sujeto a cargas por viento a través de él, a generación de vórtices, a inestabilidad por golpeteo o aleteo, y no esté ubicado en un sitio en el que se puedan presentar efectos de canalización o sacudimiento por la estela de obstrucciones en barlovento, que obliguen a consideraciones especiales.
- (g) El edificio tenga una sección transversal aproximadamente simétrica en cada dirección y tenga una cubierta plana o cubierta a dos o cuatro aguas con ángulo de inclinación $q < 45^\circ$
- (h) El edificio esta eximido de los casos de carga torsional indicados en la Nota 5 de la fig. B.6.5-7, o estos casos no controlan el diseño de ninguno de los elementos del SPRFV del edificio.

B.6.4.1.2 — Componentes y Revestimientos — Para el diseño de los componentes y elementos de revestimiento, el edificio debe cumplir todas las siguientes condiciones:

- (a) La altura promedio h es igual o menor a 18.0 m.
- (b) El edificio es cerrado como se define en la sección B.6.2 y cumple las provisiones de zonas propensas a huracanes de acuerdo con la sección B.6.5.9.3.
- (c) El edificio es de forma regular como se define en la sección B.6.2.
- (d) El edificio tiene una cubierta plana, una cubierta a dos aguas con $q < 45^\circ$ o una cubierta a cuatro aguas con $q < 27^\circ$.

B.6.4.2.1.1 - Presiones Mínimas (SPRFV) - Los efectos de carga de las presiones de viento de diseño de la sección B.6.4.2.1 no serán menores que el caso de carga mínima de la sección B.6.1.3.1, suponiendo presiones p_s , de +0.40 kN/m² para las zonas A, B, C y D y de 0 kN/m² para las zonas E, F, G y H.

B.6.4.2.2.1 — Presiones Mínimas (C&R) - Las presiones de viento de diseño positivas y negativas, P_{net} de la sección B.6.4.2.2 no serán menores a $+0.4 \text{ kN/m}^2$ y -0.4 kN/m^2 , respectivamente.

En consecuencia, se usan las presiones de viento de $+0.40 \text{ kN/m}^2$ para las zonas A, B, C y D y de 0 kN/m^2 para las zonas E, F, G y H.

Cargas Sísmicas (FEQ).

Para las cargas sísmicas, se emplea la metodología de análisis dinámico o análisis espectral según los modos de vibración natural del sistema (modal). Es por tal motivo, que se requiere de un análisis sísmico más profundo, explicando la procedencia de las cargas que se aplicaran en la estructura.

Nivel de amenaza sísmica y movimientos sísmicos de diseño.

Las características del movimiento sísmico de diseño se representan por medio del espectro elástico de aceleraciones, realizado de acuerdo con A.2.6, según los siguientes parámetros:

Localización de la edificación: Cúcuta.

Zona de amenaza sísmica: Alta

Coeficiente de aceleración pico efectiva (A_a): 0.35

Coeficiente de velocidad pico efectiva (A_v): 0.30

Efectos locales

Tipo de perfil de suelo: D

Grupo de Uso: II (a) Edificaciones en donde se puedan reunir más de 200 personas en un mismo salón.

Coeficiente de importancia: 1.1

Grado de disipación de energía del sistema de resistencia sísmica.

El grado de disipación de energía de la estructura se refiere a la capacidad que tendrá esta de disipar energía en el rango inelástico al verse sometida a una excitación sísmica. El grado permitido para zonas de amenaza sísmica alta es DES (Disipación especial de energía).

El grado de disipación de energía interviene en el cálculo de la fuerza sísmica como un factor de reducción de los efectos sísmicos debido a la capacidad de la estructura de actuar en el rango inelástico a continuación se describe el procedimiento para determinar el factor de reducción.

Determinación del valor R_o .

El valor de R_o (coeficiente de capacidad de disipación de energía básico) depende del tipo de estructura a utilizar definida en la sección 1 para el caso de pórticos de concreto reforzadas resistentes a momentos con capacidad especial en el sentido longitudinal de la bodega y sistema de péndulo invertido en el sentido transversal a la bodega de disipación de energía corresponde a R_o igual a 7 y a 2.5 respectivamente como se describe en la tabla A.3-3 NSR10 “Sistema estructural de pórtico resistente a momentos”.

Coeficiente de reducción por ausencia de redundancia sísmica.

Explicación: no presenta factor de reducción por ausencia de redundancia

Se va a demostrar que el edificio no presenta un factor reducción de resistencia por ausencia de redundancia según la definición según la NSR10 “El valor del factor de reducción de resistencia por ausencia de redundancia en el sistema estructural de resistencia Sísmica especial (DES), ϕ_r , se le puede asignar un valor de la unidad ($\phi_r = 0.75$) cuando en todos los pisos que resistan más del 35 por ciento del corte basal en la dirección bajo estudio el sistema estructural de resistencia sísmica cumpla las siguientes condiciones de redundancia cuando “La pérdida de la resistencia a

momento en la conexión viga-columna de los dos extremos de una viga no resulta en una reducción de más del 33 por ciento de la resistencia ante fuerzas horizontales del piso ni produce una irregularidad torsional en planta extrema (Tipo 1bP).

Coeficiente de capacidad de disipación de energía básico: Sistema combinado de Estructuras de pórticos de concreto no arriostrado con Muros de concreto con capacidad especial de disipación de energía (DES) es $R_o = 7.00$

Configuración estructural de la edificación.

Irregularidad en planta: NO

Coeficiente de reducción de la capacidad de disipación de energía: $\phi_p = 1.0$

Irregularidad en altura: SI

Coeficiente de reducción de la capacidad de disipación de energía: $\phi_a = 1.0$

Coeficiente de reducción por ausencia de redundancia en el sistema

Estructural de resistencia sísmica: $\phi_r = 1$

Reducción de Energía.

$R_{ox} \times (\phi_a = 1) \times (\phi_p = 1) \times (\phi_r = 1) = 7$ en el sentido longitudinal

$R_{oy} \times (\phi_a = 1) \times (\phi_p = 1) \times (\phi_r = 1) = 2.5$ en el sentido transversal

Definición de Irregularidades.

Figura 19

Planta de la Cubierta Reparto de Perfiles IPE 240

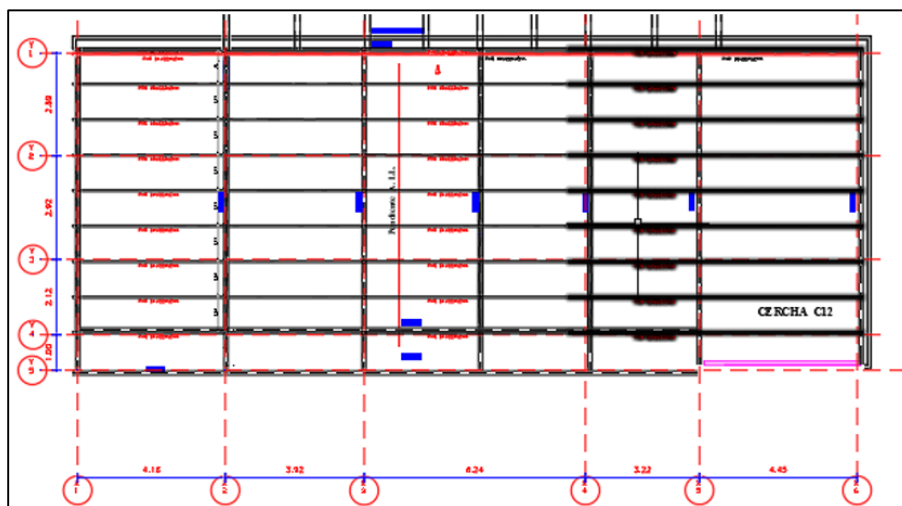


Figura 20

Análisis de las Irregularidades de la estructura

ANÁLISIS DE LAS IRREGULARIDADES DE LA ESTRUCTURA

Irregularidades en la altura

Tipo	Øa	1
1aA	1	
1bA	1	
2A	1	
3A	1	
4A	1	
5aA	1	
5bA	1	

Irregularidades en Planta

Tipo	Øp	1
1aP	1	
1bP	1	
2P	1	
3P	1	
4P	1	
5aP	1	

Irregularidades por Redundancia

Tipo	Ør	1
0.75 o 1.0	1	

Tipo 1aA — Piso flexible $\delta_p = 0.3$ $0.60 \text{ Rigidez } K_x \leq \text{Rigidez } K_y < 0.70 \text{ Rigidez } K_x$ $0.70 (K_x - K_y - K_z) \leq \text{Rigidez } K_z < 0.80 (K_x - K_y - K_z) \leq$ Tipo 1bA — Piso flexible extremo $\delta_p = 0.3$ $\text{Rigidez } K_x < 0.60 \text{ Rigidez } K_y$ $\text{Rigidez } K_z < 0.70 (K_x - K_y - K_z) \leq$ Tipo 2A — Distribución masa — $\delta_p = 0.3$ $m_1 > 1.00 m_2$ $m_2 > 1.00 m_1$ Tipo 3A — Geométrica — $\delta_p = 0.3$ $a > 1.20 b$ Tipo 4A — Desplazamiento dentro del plano de acción — $\delta_p = 0.3$ $b > a$ Tipo 5aA — Piso débil $\delta_p = 0.3$ $0.60 \text{ Resist. Piso C} \leq \text{Resist. Piso B} < 0.80 \text{ Resist. Piso C}$ Tipo 5bA — Piso débil extremo $\delta_p = 0.3$ $\text{Resistencia Piso B} < 0.60 \text{ Resistencia Piso C}$	
--	--

Figura A.3.2 — Irregularidades en la altura

Tipo 1aP — Irregularidad torsional $\delta_p = 0.3$ $1.6 \left(\frac{d_1 + d_2}{2} \right) \leq d_2 > 1.6 \left(\frac{d_1 + d_2}{2} \right)$ Tipo 1bP — Irregularidad torsional extrema $\delta_p = 0.3$ $d_1 > 1.6 \left(\frac{d_1 + d_2}{2} \right)$ Tipo 2P — Retrocesos en las esquinas — $\delta_p = 0.3$ $A > 0.10 B$ y $C > 0.10 D$ Tipo 3P — Irregularidad del diafragma — $\delta_p = 0.3$ 1) $C > D > 0.5 A \times B$ 2) $(C \times D + C \times E) > 0.5 A \times B$ Tipo 4P — Desplazamiento de los planos de Acción — $\delta_p = 0.3$ Tipo 5P — Sistemas no paralelos — $\delta_p = 0.3$	
--	--

Figura A.3.1 — Irregularidades en planta

Figura 21

Datos generales para el cálculo de la carga horizontal equivalente.

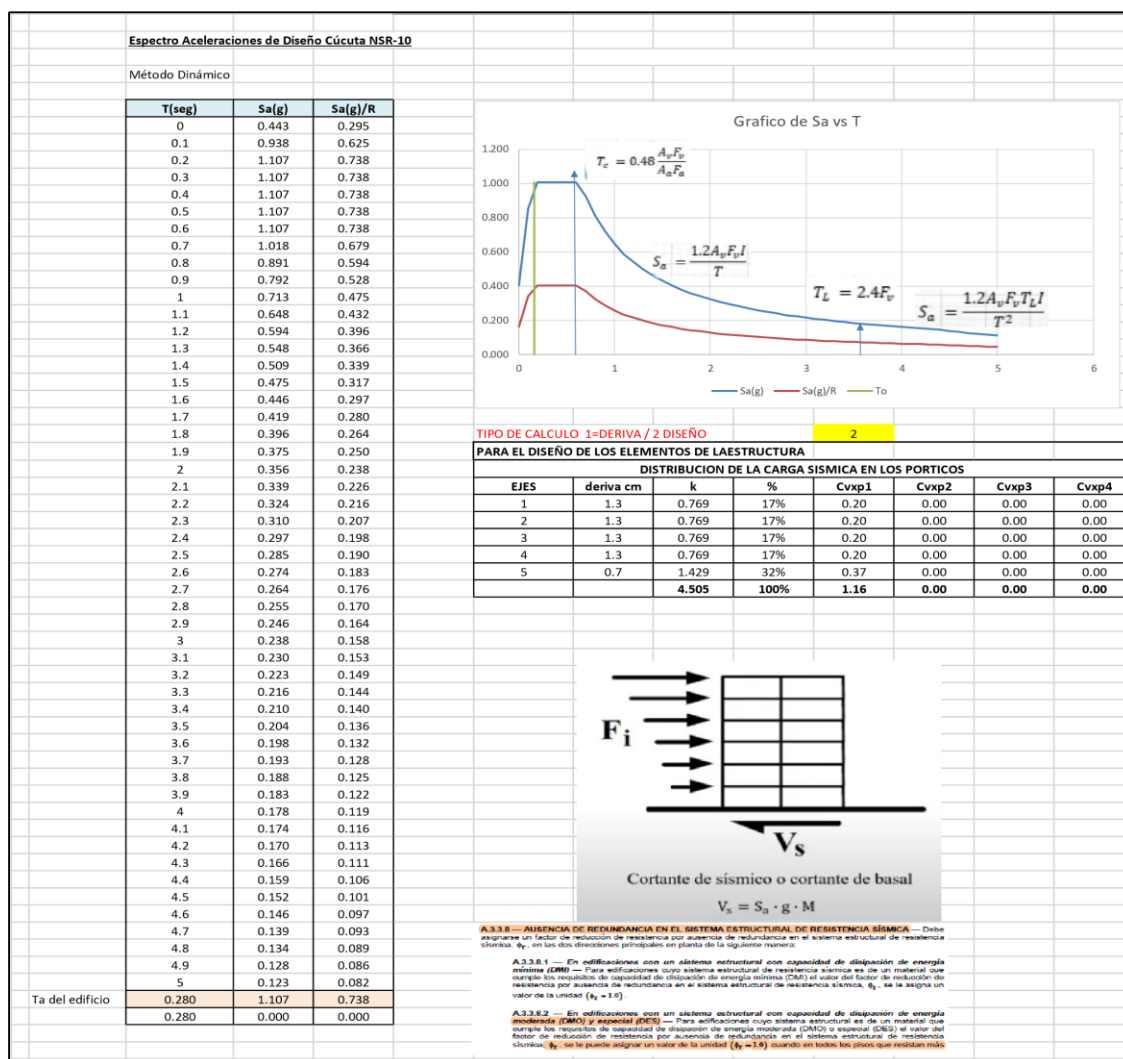
VALORACIÓN FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE									
DATOS DE UBICACIÓN Y DE LA ESTRUCTURA									
1	Aceleración horizontal pico efectiva (Aa)				0.35				
2	Velocidad horizontal pico efectiva (Av)				0.3				
3	Perfil del suelo				D	Colocar lista e hipervínculo a la tabla NSR-10			
4	Factor de mayoración en zonas de periodos cortos del espectro (Fa)				1.15	Programar tabla		Tabla A.2.4-3	
5	Factor de mayoración en zonas de periodos intermedios del espectro (Fv)				1.8	Programar tabla		Tabla A.2.4-4	
6	Grupo de uso				ii	Colocar lista		A.2.5.1	
7	Coeficiente de importancia (I)				1.1	Dependiendo del Grupo de uso		Tabla A.2.5-1	
8	Altura edificación (h), en metros				6				
9									
10	ESPECTRO DE DISEÑO								
11	Parámetros Ct y α, respectivamente				0.073	0.75			
12	Período fundamental de la estructura (Ta)				0.280	seg.			
13	Ver NSR-10 Pág.A-14 (To)				0.134	seg.			
14	Límite superior de periodos cortos (Tc)				0.644	seg.			
15	Límite inferior de periodos largos (TL)				4.320	seg.			
16	Ad=				0.100				
17	S=				2.25				
18	Si $Ta < 0.25$				0.280	<	0.25	NO USAR ESTA FORMULA	
19					0.324	% gravedad			
20					1.125	seg.			
21	Si $Ta < Tcd$				0.280	<	1.125	Usar esta formula para Sd	
22					0.300	% gravedad			
23	Si $Ta > Tcd$				0.280	>	1.125	NO USAR ESTA FORMULA	
24	S _{ad} =				1.206	% gravedad			
25	Aceleración de Diseño S _a				por el metodo e la carga horizontal equivalente		1.107	% gravedad	
26	Cu=				1.102				
27	Periodo máximo Cu*Ta=				0.31				
28	To<Cu*Ta				ok				
29	S=				2.25				
31	Aceleración de Diseño S _{ad}				Valor de la aceleración sísmica para la revisión de la deriva de 0.4% por umbral de daño, con amortiguamiento del 2% es	0.300	% gravedad		
33	Relación entre S _{ad} / S _a =				Indica el % por el que debe bajar V _{xy} y W _{xy} para emplear el análisis dinámico espectral con una amortiguación del 2% partiendo del análisis inicial del edificio.	0.271	%		
35	R _o =				2.5				
36	Ø _a =				1				
37	Ø _p =				1				
38	Ø _r =				1				
39	Ø _a Ø _p Ø _r =				1				
40	R= R _o /Ø _a Ø _p Ø _r				1.5				
FUERZAS SÍSMICAS HORIZONTALES EQUIVALENTES									
1	Peso Estructura, en KN				6				
2	Cortante Basal (V _s)				2				
3	Exponente K				1.00				
4	1/R =				0.67				
						Sísimo A.3.6.8.4 (1 o 1.25) =		1	
						Sísimo A.3.6.12 (1 o 0.4R) =		1	

Nota. Hoja de cálculo utilizada para determinar la fuerza horizontal equivalente que debe considerarse en el diseño estructural ante cargas sísmicas.

Se presentan los datos de ubicación, parámetros sísmicos, espectro de diseño y el cálculo de aceleraciones y fuerzas sísmicas horizontales. Los resultados finales, como la fuerza base cortante (VS) y el coeficiente sísmico, permiten verificar que la estructura cumple con los requisitos normativos para resistir sismos, garantizando así la seguridad estructural del proyecto.

Figura 22

Espectro aceleración de diseño para Cúcuta NS.



Nota. Lineamientos del Título A y C de la NSR-10 para el análisis sísmico de edificaciones mediante el método dinámico.

La figura representa el espectro de aceleraciones de diseño para un análisis sísmico dinámico, conforme a la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). En la parte izquierda se muestra la tabla con los valores de aceleración espectral (S_a) para diferentes periodos (T), junto al gráfico de respuesta espectral S_a vs T , con los segmentos definidos por los periodos característicos T_0 , T_1 , y T_2 . A la derecha, se presentan los porcentajes de distribución

de la carga sísmica entre los pórticos de la estructura, de acuerdo con el número de niveles y sus respectivas masas. Finalmente, en la parte inferior se incluye un esquema conceptual de la cortante sísmica basal (V_s) y la fuerza sísmica en cada nivel (F_i), aplicados sobre una estructura tipo marco, como parte del modelo de análisis sísmico lateral.

Verificación de la de la convergencia del periodo usado conforma a lo indicado en la NSR 10 - a.4.2.3.

No se requiere esta comprobación porque se emplea solo el método de la carga horizontal equivalente.

Procedimientos de Análisis.

Mediante el uso de los programas de computación se analiza la estructura tridimensionalmente.

El programa calcula analiza inicialmente la matriz de rigidez, considerando deformaciones axiales y de corte.

Para la obtención de las fuerzas sísmicas de diseño se utiliza el método de Análisis Dinámico Elástico Espectral del programa, incluyendo en el análisis dinámico todos los modos de vibración que contribuyan de una manera significativa a la respuesta dinámica de la estructura y en se revisa que se cumpla con la relación entre el análisis dinámica y estático indicado por la norma. Se ha incluido en el cálculo de la respuesta de cada una de las direcciones horizontales principales, por lo menos el 80% de la masa participante de la estructura en estructuras regulares y 90% de la masa participante de la estructura en estructuras irregulares.

Además, se controla que una vez obtenido el valor del cortante dinámico total en la base después de realizar la combinación modal, para cualquiera de las direcciones principales, no sea menor que el valor del cortante sísmico en el base calculado de acuerdo al método de la Fuerza

Horizontal Equivalente, teniendo en cuenta el porcentaje según la irregularidad de la estructura, que por ser este caso una edificación clasificada como irregular se toma el 100% del valor total.

Cálculo de los desplazamientos horizontales y evaluación de la deriva máxima.

Se realiza el análisis de la estructura utilizando las fuerzas sísmicas de diseño actuantes sobre ella, localizadas sobre el centro de masa corregido de las losas para tener en cuenta los efectos torsionales en planta y de segundo orden.

Una vez obtenidos los desplazamientos horizontales se chequean las derivas máximas en cada dirección bajo estudio y en cada piso de la edificación.

Figura 23

Valores de las deformaciones

Máximas deformaciones relativas					
Nota.- Los valores de las deformaciones estan en valor absoluto.					
ESTADO SX=Sismo X					
Miembro	Defl. (2) [cm]	@(%)	Defl. (3) [cm]	@(%)	
74	0.00496 (< L/10000)	80.00000	0.11091 (L/4395)	27.50000	
68	0.00539 (< L/10000)	32.50000	0.03042 (< L/10000)	22.50000	
73	0.00335 (< L/10000)	20.00000	0.04039 (L/8913)	75.00000	
652	0.00436 (< L/10000)	20.00000	1.30920 (L/353)	77.50000	
653	0.00403 (< L/10000)	80.00000	1.18863 (L/363)	22.50000	
668	0.00453 (< L/10000)	20.00000	1.53768 (L/293)	77.50000	
1114	0.00052 (< L/10000)	55.00000	0.00132 (< L/10000)	77.50000	
1115	0.00079 (< L/10000)	25.00000	0.00228 (< L/10000)	72.50000	
1118	0.00006 (< L/10000)	80.00000	0.00466 (L/8575)	77.50000	
1184	0.00420 (< L/10000)	80.00000	1.15079 (L/375)	22.50000	
1340	0.07386 (L/6600)	25.00000	0.04304 (< L/10000)	62.50000	
1344	0.03506 (< L/10000)	77.50000	0.00655 (< L/10000)	30.00000	
1350	0.06081 (L/8058)	57.50000	0.00377 (< L/10000)	57.50000	
1412	0.05149 (L/9516)	57.50000	0.00693 (< L/10000)	57.50000	
70	0.00193 (< L/10000)	80.00000	0.02815 (< L/10000)	77.50000	
72	0.00335 (< L/10000)	20.00000	0.03877 (L/9285)	75.00000	
1116	0.00002 (< L/10000)	80.00000	0.00186 (< L/10000)	77.50000	
1117	0.00002 (< L/10000)	80.00000	0.00401 (L/9968)	77.50000	
1333	0.03429 (< L/10000)	77.50000	0.00235 (< L/10000)	80.00000	
1347	0.00079 (< L/10000)	75.00000	0.00017 (< L/10000)	20.00000	
ESTADO SY=Sismo Y					
Miembro	Defl. (2) [cm]	@(%)	Defl. (3) [cm]	@(%)	
74	0.02068 (< L/10000)	35.00000	0.00103 (< L/10000)	20.00000	
68	0.01055 (< L/10000)	32.50000	0.00000 (< L/10000)	32.50000	
73	0.01545 (< L/10000)	32.50000	0.00000 (< L/10000)	32.50000	
652	0.02282 (< L/10000)	25.00000	0.00968 (< L/10000)	30.00000	
653	0.02643 (< L/10000)	72.50000	0.00000 (< L/10000)	72.50000	
668	0.01374 (< L/10000)	20.00000	0.00124 (< L/10000)	20.00000	
1114	0.00026 (< L/10000)	50.00000	0.00000 (< L/10000)	55.00000	
1115	0.00000 (< L/10000)	0.00000	0.00010 (< L/10000)	22.50000	
1118	0.00043 (< L/10000)	50.00000	0.00000 (< L/10000)	55.00000	
1184	0.01323 (< L/10000)	80.00000	0.00000 (< L/10000)	80.00000	
1340	0.00099 (< L/10000)	80.00000	0.01522 (< L/10000)	20.00000	
1344	0.00000 (< L/10000)	0.00000	0.01723 (< L/10000)	25.00000	
1350	0.00258 (< L/10000)	57.50000	0.03185 (< L/10000)	57.50000	
1412	0.00267 (< L/10000)	57.50000	0.03857 (< L/10000)	57.50000	
70	0.00606 (< L/10000)	35.00000	0.00000 (< L/10000)	35.00000	
72	0.01387 (< L/10000)	45.00000	0.00000 (< L/10000)	45.00000	
1116	0.00003 (< L/10000)	27.50000	0.00000 (< L/10000)	22.50000	
1117	0.00004 (< L/10000)	67.50000	0.00000 (< L/10000)	75.00000	
1333	0.00000 (< L/10000)	0.00000	0.01705 (< L/10000)	25.00000	
1347	0.00000 (< L/10000)	0.00000	0.00031 (< L/10000)	57.50000	

Nota. Resultados de las máximas deformaciones relativas de los miembros estructurales bajo las combinaciones de carga de sismo en las direcciones X (SX) y Y(SY).

Se muestran los valores de desplazamiento en centímetros, expresados también como fracción de la longitud del miembro ($L/10000$, $L/1395$, etc.), así como el porcentaje de deformación. Los resultados indican que todas las deformaciones se mantienen dentro de los límites normativos, lo que garantiza el buen comportamiento estructural ante eventos sísmicos y la seguridad de la edificación.

Figura 24

Estados de las cargas, derivas.

Estados de carga			
Estado	Descripción	Comb.	Categoría
CM	Carga Muerta	No	DL
CV	Carga Viva	No	LL
W	Viento	No	WIND
SX	Sismo X	No	EQ
SY	Sismo Y	No	EQ
Dsx	Deriva sismo X	No	EQ
Dsy	Deriva sismo Y	No	EQ
D1	1.4CM	Si	
D2	1.2CM+1.6CV	Si	
D3	1.2CM+0.8W	Si	
D4	1.2CM+0.8W	Si	
D5	1.2CM+CV+1.0W	Si	
D6	1.2CM+CV+1.0W	Si	
D7	1.2CM+CV+1.0W	Si	
D8	1.2CM+CV+1.0W	Si	
D9	1.2CM+CV+SX	Si	
D10	1.2CM+CV+0.3SY	Si	
D11	1.2CM+CV-SX+0.3SY	Si	
D12	1.2CM+CV+0.3SX-SY	Si	
D13	1.2CM+CV+SX+0.3SY	Si	
D14	1.2CM+CV+0.3SX+SY	Si	
D15	1.2CM+CV-SX+0.3SY	Si	
D16	1.2CM+CV-SY	Si	
D17	0.9CM+1.0W	Si	
D18	0.9CM+1.0W	Si	
D19	0.9CM+SX+0.3SY	Si	
D20	0.9CM+0.3SX+SY	Si	
D21	0.9CM-SX+0.3SY	Si	
D22	0.9CM+0.3SX-SY	Si	
D23	CM+CV	Si	

Nota. Estados de carga considerados en el análisis estructural de una edificación.

Se incluyen cargas muertas, vivas, viento y sismos en ambas direcciones, así como las combinaciones normativas requeridas para evaluar la seguridad y el desempeño de la estructura. Estas combinaciones permiten analizar el comportamiento del edificio bajo distintas situaciones

extremas, asegurando que cumpla con los estándares de seguridad estructural establecidos por la normativa vigente.

Muro de Contención y cerramiento para la vivienda unifamiliar

Se brindó apoyo técnico en el proceso de verificación estructural del muro de contención en voladizo de concreto reforzado y del muro de cerramiento en mampostería confinada, diseñados para una vivienda unifamiliar ubicada en San José de Cúcuta, Norte de Santander. Las tareas desempeñadas se centraron en el análisis normativo, la revisión documental y la organización del contenido técnico de la memoria de cálculo estructural, conforme a los lineamientos establecidos por la NSR-10.

Entre las labores desarrolladas se destaca la verificación del cumplimiento de los parámetros sísmicos y geotécnicos exigidos por la norma, considerando que el proyecto se encuentra en una zona de amenaza sísmica alta, con tipo de suelo D, coeficiente de aceleración pico efectiva $A_a = 0.35$ y coeficiente de velocidad pico efectiva $A_v = 0.30$. Se revisaron los factores de importancia y de amplificación sísmica, además de los datos del suelo utilizados para la evaluación de estabilidad.

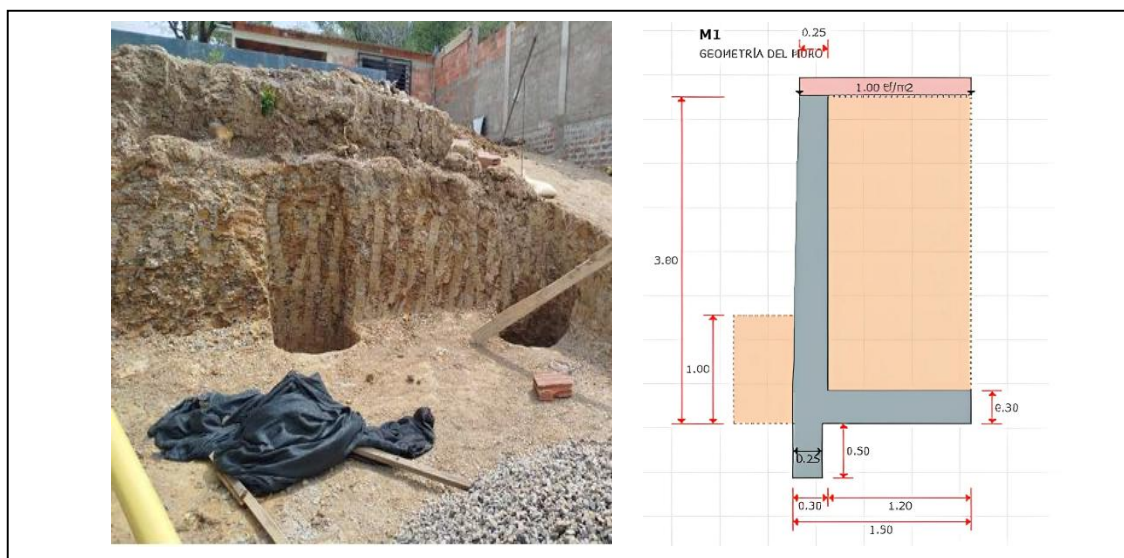
Se colaboró en la revisión y organización del análisis de estabilidad del muro de contención, incluyendo la comprobación de los factores de seguridad frente a deslizamiento ($FS = 2.55$) y volcamiento ($FS = 1.94$) en condición estática, así como en presencia de fuerzas sísmicas, con resultados dentro de los rangos exigidos por la norma. Igualmente, se verificaron los esfuerzos admisibles en la base del muro, confirmando que no se superara la capacidad portante del suelo ($Q_{adm} = 2.00 \text{ kgf/cm}^2$).

Se apoyó también la revisión de las combinaciones de carga, el análisis de empujes activos y pasivos, y el comportamiento del muro ante cargas vivas y muertas, de acuerdo con los artículos

del Título B de la NSR-10. La información obtenida fue sistematizada y organizada en el cuerpo del informe técnico, incluyendo parámetros estructurales, gráficos de empuje, diagramas de momentos y fuerzas cortantes.

Figura 25

Excavación y Geometría del Muro de Contención en Proyecto de Estabilización de Talud



Nota. La imagen muestra el proceso de excavación en terreno natural y la geometría propuesta para un muro de contención en concreto reforzado, diseñado para estabilizar un talud de 3.00 metros de altura.

La figura de la derecha detalla las dimensiones estructurales del muro tipo M1, incluyendo el espesor del muro, la base, el tacón y el talón, según los requisitos técnicos para garantizar la estabilidad del sistema ante cargas laterales del suelo.

Cálculos estructurales preliminares - localización, nivel de amenaza sísmica.

La determinación del nivel de amenaza sísmica se llevó a cabo con base en lo estipulado por la Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10. Siguiendo los lineamientos establecidos en dicha reglamentación, se identificó que el proyecto se encuentra en una zona clasificada con

amenaza sísmica [baja / media / alta], de acuerdo con la zonificación incluida en el título A de la norma.

Figura 26

Coeficientes Sísmicos – Cúcuta

MUNICIPIO	CUCUTA
ZONA DE AMENZA	ALTA
Coeficiente de aceleración pico efectiva (Aa):	0.35
Coeficiente de Velocidad pico efectiva (Av):	0.30
Coeficiente de Importancia para Diseño	I=1.00

Nota. Para el diseño estructural en la ciudad de Cúcuta.

Clasificada en zona sísmica alta, se emplean los coeficientes de aceleración ($A_a = 0.35$), velocidad ($A_v = 0.30$) y de importancia ($I = 1.00$), fundamentales en el análisis sísmico.

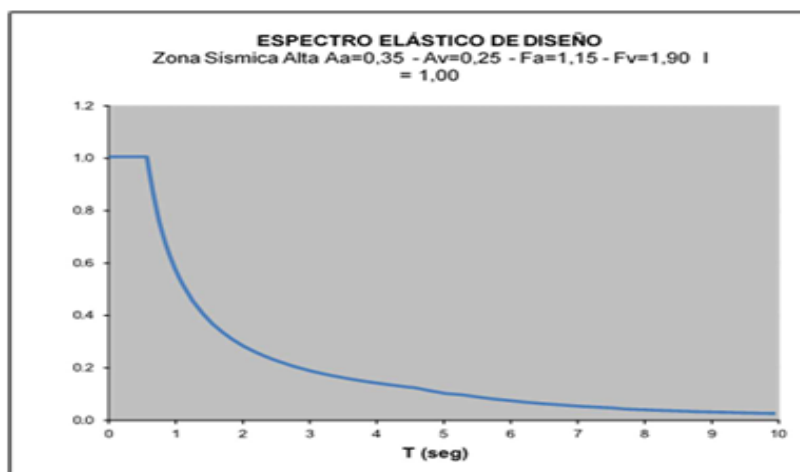
Figura 27

Tipo de Suelo y Coeficientes de Amplificación

MUNICIPIO	CUCUTA
ZONA DE AMENZA	ALTA
TIPO DE SUELO	D
Coeficiente F_a :	1.15
Coeficiente F_v :	1.80

Nota. El tipo de suelo en Cúcuta ha sido clasificado como tipo D.

Lo cual implica coeficientes de amplificación sísmica $F_a = 1.15$ y $F_v = 1.80$, parámetros que influyen directamente en el cálculo del espectro de diseño.

Figura 28*Espectro Elástico de Diseño*

Nota. El espectro elástico representa la respuesta máxima esperada de estructuras ante un sismo.

Calculado con base en parámetros regionales y tipo de suelo. Se utiliza para obtener las fuerzas sísmicas de diseño.

Cargas vivas

Las cargas vivas que se esperan que ocurran para una gradería de coliseos o estadios según la tabla de la norma B.4.2.1-1 es una carga uniforme de 5 kN/m².

Figura 29*Cargas Vivas en Coliseos*

B.4.2 — CARGAS VIVAS UNIFORMEMENTE REPARTIDAS			
B.4.2.1 — CARGAS VIVAS REQUERIDAS — Las cargas vivas que se utilicen en el diseño de la estructura deben ser las máximas cargas que se espera ocurran en la edificación debido al uso que ésta va a tener. En ningún caso estas cargas vivas pueden ser menores que las cargas vivas mínimas que se dan en las tablas B.4.2.1-1 y B.4.2.1-2.			
Tabla B.4.2.1-1			
Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas			
Coliseos y Estadios	Graderías	5.0	500
	Escaleras	5.0	500

Nota. Según la normativa, las cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas para graderías y escaleras en coliseos son de 5.0 kN/m², lo cual se consideró para garantizar la seguridad estructural.

Figura 30*Peso Propio de Loza Maciza*

ELEMENTO	ESPESOR	W VOL	PESO
	M	KN/M3	KN/M2
LOZA MACIZA	0.1	24	2.4

Nota. La loza maciza de 0.10 m de espesor, con un peso volumétrico de 24 kN/m³, genera una carga de 2.4 kN/m², que se incluyó como parte de la carga muerta en el análisis estructural.

Figura 31*Avaluó de Cargas*

AVALUO DE CARGAS					
Peso propio de la	0.17x1.0x24	1.2			kN/m ²
Acabados		0			kN/m ²
Muros divisorios		0			kN/m ²
Carga Muerta Total		1.2			kN/m ²
Carga Viva		5			kN/m ²
Carga Última		9.44			kN/m ²

Nota. Se presenta el cálculo de cargas actuantes en el diseño, donde la carga muerta total es de 1.2 kN/m², la carga viva de 5.0 kN/m², y la carga última asciende a 9.44 kN/m², considerando los factores de carga según norma.

Avaluó de datos ingresados

Modelado(software).

El análisis y diseño estructural de los elementos del nuevo muro de cerramiento, se desarrolla con el programa “Módulo Muros Confinados”.

Tabla 2

Resumen de Parámetros Geotécnicos, Cargas y Verificación Estructural del Muro de Contención Bajo Condiciones Estáticas y Sísmicas

SECCIÓN	DATO / PARÁMETRO	VALOR / OBSERVACIÓN
Datos Generales del Terreno	Peso específico	1.80 tf/m ³
	Ángulo de fricción interna	30°
	Ángulo de inclinación del talud	0°
	Cohesión	0.00 tf/m ²
Datos de la Base	Peso específico	1.80 tf/m ³
	Ángulo de fricción interna	30°
	Cohesión	0.00 tf/m ²
Parámetros del Análisis	Tomar empuje pasivo	Sí
	Tomar terreno sobre puntera	Sí
	Considerar sismo en el análisis	Sí
	Coeficiente sísmico	0.35
	Factor de desmayoración FD	1.40
Datos para el Diseño	Capacidad admisible del suelo QadmQ_{adm}Qadm	2.00 kgf/cm ²
	Resistencia del concreto f'cf'cf'c	210 kgf/cm ²
	Refuerzo de acero FyF_yFy	4200 kgf/cm ²
	Recubrimiento	0.07 m
	Peso específico del concreto	2.40 tf/m ³
	Coef. empuje activo KaK_aKa	0.333
Coeficientes de Empuje	Coef. empuje pasivo KpK_pKp	3.000
Empuje Pasivo Total	Por terreno	6.075 tf
	Por cohesión	0.000 tf
	Total empuje pasivo	6.075 tf
Momentos Estabilizantes (Caso sin Sismo)	Terreno sobre el talón (0.90 m)	5.832 tf
	Sobrecarga en el talud (0.78 m)	1.450 tf
	Peso propio del muro (0.45 m)	1.962 tf
	Terreno sobre puntera	0.000 tf
	Empuje pasivo terreno (0.33 m)	2.700 tf
Momentos de Volcamiento (sin sismo)	Empuje activo del talud (1.00 m)	2.700 tf
	Empuje horizontal por sobrecarga (0.78 m)	1.000 tf
Fuerzas Horizontales (sin sismo)	Fuerza de roce en base	3.365 tf
	Fuerza total (roce + empuje pasivo)	9.440 tf
	Fuerza de empuje activo	3.700 tf
	F.Seg. Deslizamiento	2.55 > 1.50 OK

	Momento estabilizante	8.162 tf-m
	Momento volcamiento	4.200 tf-m
	F.Seg. Volcamiento	1.94 > 1.50 OK
Esfuerzos en la Base (sin sismo)	Qact(1)	14.09 tf/m ² / 1.41 kgf/cm ²
	Qact(2)	0.00
	Qact(1) ≤ Qadm (2.00 kgf/cm²)	OK
Empuje + Sismo	Empuje pasivo terreno	6.075 tf
	Empuje pasivo por cohesión	0.000 tf
	Total empuje pasivo	6.075 tf
Momentos Estabilizantes (con sismo)	Terreno sobre talón (0.90 m)	5.832 tf
	Peso propio del muro (0.45 m)	1.962 tf
	Empuje pasivo terreno (0.33 m)	2.700 tf
Momentos de Volcamiento (con sismo)	Empuje activo talud (1.00 m)	2.700 tf
	Empuje por sismo (talud) (2.00 m)	0.853 tf
	Empuje por sismo (pared del muro) (0.63 m)	0.343 tf
Fuerzas Horizontales (con sismo)	Fuerza de roce en base	2.837 tf
	Fuerza total (roce + empuje pasivo)	8.912 tf
	Fuerza de empuje (activo + sismo)	3.897 tf
	F.Seg. Deslizamiento	2.29 > 1.40 OK
	Momento estabilizante	7.038 tf-m
	Momento volcamiento	4.622 tf-m
	F.Seg. Volcamiento	1.52 > 1.40 OK
Esfuerzos en la Base (con sismo)	Qact(1)	12.88 tf/m ² / 1.29 kgf/cm ²
	Qact(2)	0.00
	Qact(1) ≤ Qadm (2.00 kgf/cm²)	OK

Nota. La presente tabla recopila y organiza los valores utilizados y obtenidos en el análisis estructural de un muro de contención, considerando condiciones estáticas y sísmicas conforme a los parámetros del proyecto.

Todos los factores de seguridad cumplen con los mínimos exigidos por la normativa vigente, garantizando la estabilidad del sistema de contención.

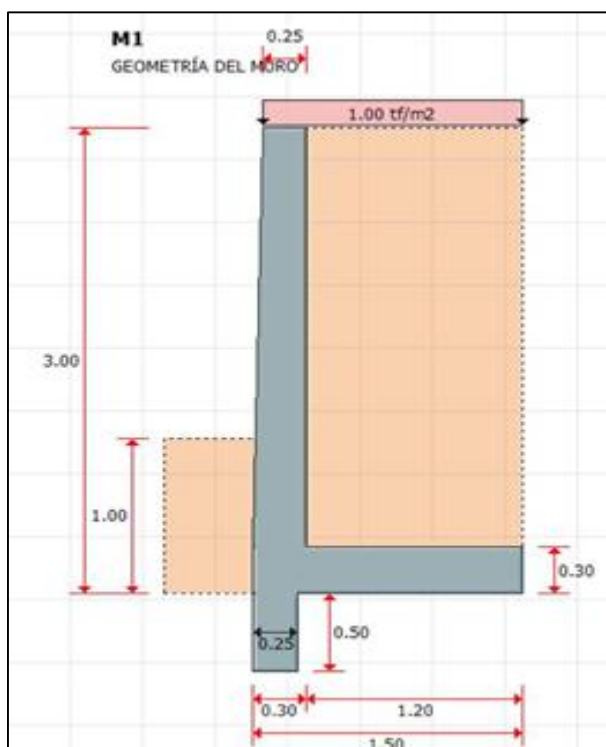
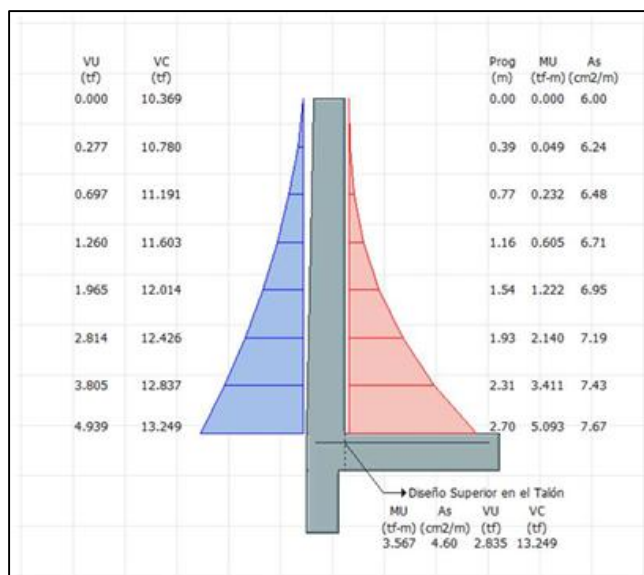
Figura 32*Empujes Sísmicos***Figura 33***Diagrama de Momentos y Fuerzas cortantes en el muro*

Figura 34

Parámetros Sísmicos y Evaluación de Irregularidades según NSR-10 para Proyecto en Cúcuta

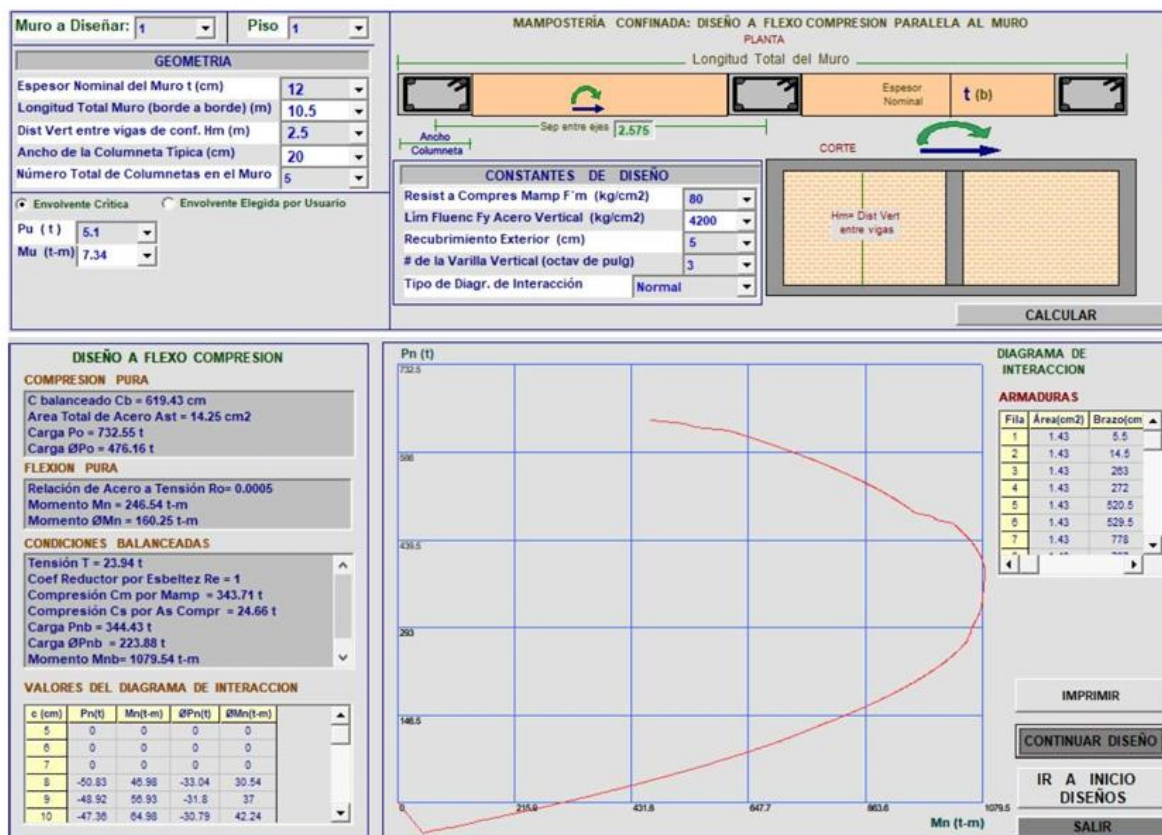
NSR-10 Nacional (Colombia)	
Ciudad de ubicación del proyecto	Cúcuta
Departamento	Norte de Santander
Categoría de Análisis Sísmico	Normal
Coefficiente de Aceleración Pico Efectiva, A_a	0.35
Coefficiente de Velocidad Pico Efectiva, A_v	0.3
Zona de Amenaza Sísmica	Alta
Coef de Acelerac Pico Efectiva Reducida para diseño con seg reducida, A_e	0.25
Coefficiente de Aceleración Pico Efectiva para el Umbral de Daño, A_d	0.1
Tipo de Perfil del Suelo	Suelo D
PARÁMETROS BÁSICOS	
Capacidad de Disipación de Energía Requerida	DMO
Grupo de Uso	I: Ocupación Normal
Coef de Capacidad Disipac de Energía Básico, R_o	2.5
IRREGULARIDAD EN PLANTA	
Irregularidad Torsional	NO
Retrocesos Excesivos en las Esquinas	NO
Discontinuidades en el Diafragma	NO
Desplazamientos del Plano de Acción de Muros (Columnetas)	NO
Sistemas No Paralelos	NO
IRREGULARIDAD EN ALTURA	
Piso Flexible [Irregularidad en Rigidez]	NO
Irregularidad en Distribución de las Masas	NO
Irregularidad Geométrica	NO
Desplazamientos dentro del Plano de Acción	NO
Piso Débil: Discontinuidad en Resistencia	NO
AUSENCIA DE REDUNDANCIA EN LA ESTRUCTURA	
Factor de Reducción por Ausencia de Redundancia	0.75

Nota. La imagen muestra los parámetros sísmicos esenciales establecidos por la NSR-10 para el diseño estructural en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander clasificada como zona de amenaza sísmica alta y tipo de suelo D.

Se detallan los coeficientes de aceleración ($A_a = 0.35$) y velocidad ($A_v = 0.30$), además de las condiciones de regularidad en planta y altura, las cuales no presentan irregularidades. El proyecto se analiza con una capacidad de disipación de energía tipo DMO y un coeficiente básico de capacidad sísmica $R = 2.5$, incluyendo un factor de reducción por ausencia de redundancia de 0.75.

Figura 35

Diseño de Muros de Mampostería a Flexo-Compresión



Nota. Resultados obtenidos tras el análisis estructural de un muro de mampostería sometido a flexo-compresión.

Se observan valores clave como la capacidad máxima de carga, el factor de seguridad y el diagrama de interacción, que permiten verificar si el diseño cumple con los requisitos normativos. Estos resultados ayudan a tomar decisiones informadas para garantizar la seguridad y eficiencia del muro en el proyecto constructivo.

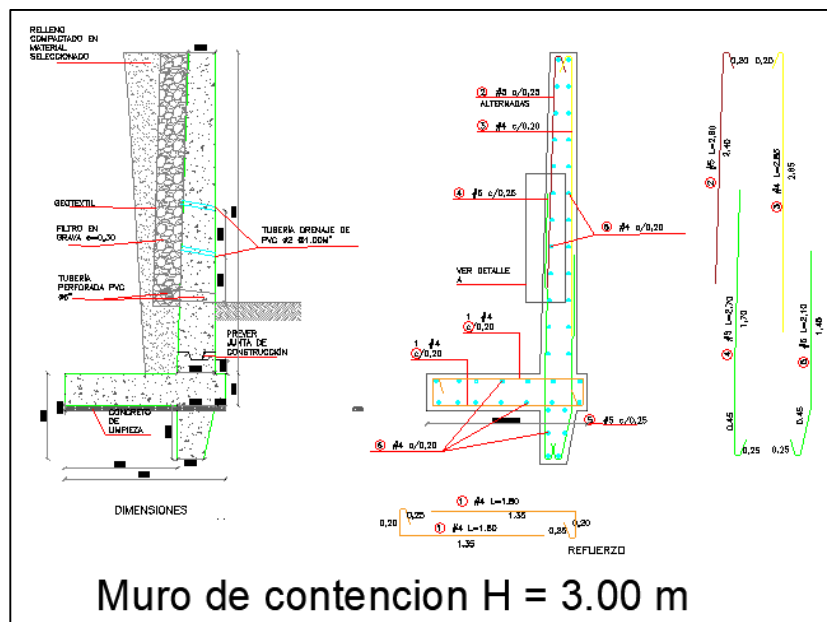
Descripción de la estructura.

De acuerdo con los análisis realizados el sistema del muro de contención propuesto, corresponde a un muro tipo voladizo en concreto reforzado con cimentación superficial, de acuerdo con el levantamiento topográfico e implantación del muro se propone un muro de 3,00 m

de altura total, ancho de zarpa de 1.50 m, 0,10 m de zarpa delantera, 1,20 m de zarpa trasera y 0,25 A 0.35m de espesor, vástago de 3,00 m de altura con espesor de muro en corona de 25 cm y en base de 35 cm, llave de anclaje de 0,50 m de profundidad. Sobre la corona del vástago se construirá un nuevo muro de cerramiento en mampostería confinada de 2.50 m de altura y 12 cm de espesor, con columnatas de confinamiento de 12 x 25 cm de sección transversal y viga de confinamiento de 20 x 15 cm de sección transversal.

Figura 36

Resultados del diseño y análisis de muro de contención de 3.00 m de altura



Nota. Resultados del diseño estructural de un muro de contención de 3.00 metros de altura, incluyendo detalles geométricos, refuerzo y distribución de cargas.

El análisis considera factores clave como la presión lateral de tierras, el refuerzo necesario para resistir flexión y cortante, y la estabilidad frente a deslizamiento, volteo y capacidad de carga del suelo.

Objetivo 2. Elaborar el detallado de los elementos estructurales, incluyendo planos y especificaciones técnicas, verificando su precisión para asegurar la correcta interpretación y ejecución en obra.

Elaboración de planos estructurales

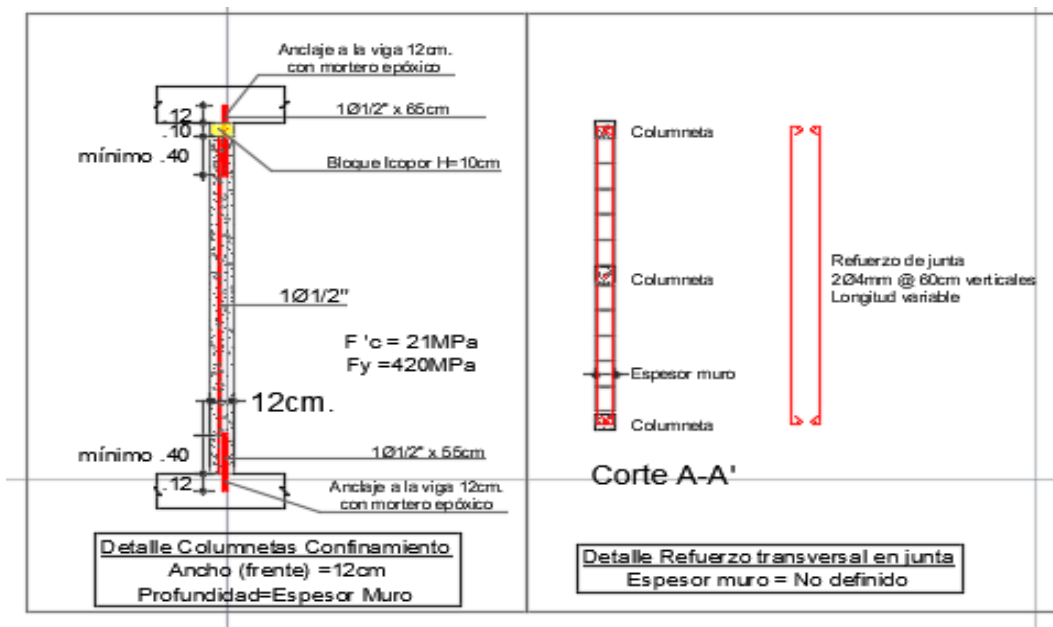
Se generaron planos técnicos detallados de todos los elementos estructurales: cimentaciones, columnas, vigas y losas. Estos planos incluyeron dimensiones exactas, distribución del acero de refuerzo (longitudinal y transversal), recubrimientos, tipos de acero, anclajes, estribos y empalmes. Se utilizó AutoCAD para su elaboración, siguiendo normas gráficas y criterios técnicos establecidos por la NSR-10.

Planos estructurales-Salón de eventos club Tennis.

A continuación, se presentan las dimensiones de los elementos estructurales, las cuales fueron definidas con base en los resultados de los cálculos estructurales y en cumplimiento de los lineamientos establecidos por la NSR-10. Estas dimensiones garantizan la estabilidad y seguridad de la estructura frente a las cargas previstas y las condiciones del terreno.

Figura 37

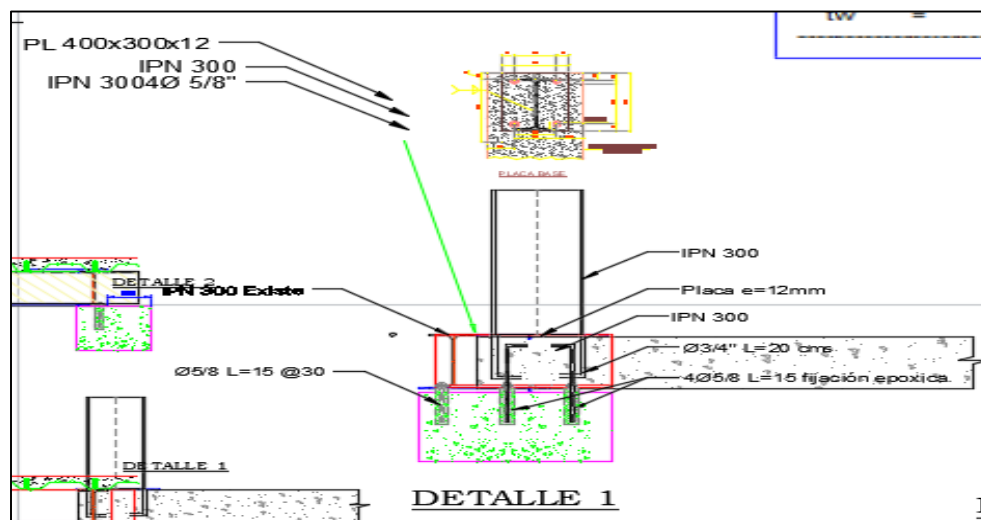
Plano de detalle columnetas y anclaje a la viga. (Salón de eventos club Tennis)



Nota. Diseño detallado de muros confinados en mampostería estructural, considerando especificaciones de resistencia del concreto $f'_c = 21 \text{ MPa}$ y del acero de refuerzo $f_y = 420 \text{ MPa}$.

Figura 38

Detalle elemento estructural de anclaje de columna a cimiento. (Salón de eventos club Tennis)



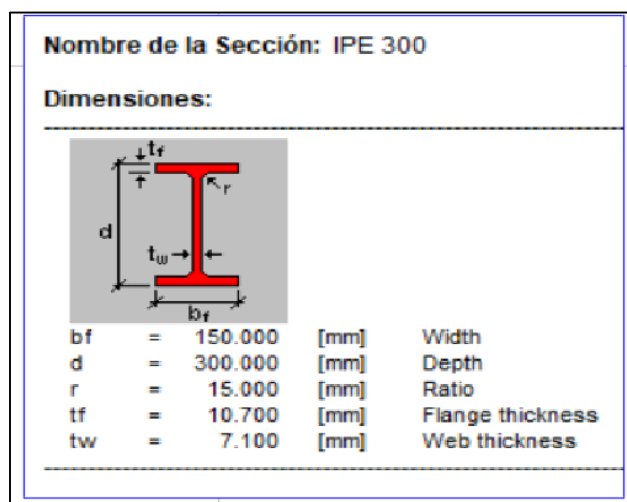
Nota. Diseño detallado de conexiones acero-concreto en la cimentación, conforme a la NSR-10, Capítulo H.4.5 para elementos metálicos anclados a fundaciones de concreto.

La figura muestra un detalle constructivo del anclaje de una columna metálica tipo IPN 300 sobre una zapata de concreto armado. La columna está fijada mediante una placa base de acero de 12 mm de espesor, conectada a la cimentación con pernos de anclaje $\varnothing 3/4"$ de 20 cm de longitud y varillas $\varnothing 5/8"$ de 15 cm con fijación epóxica.

Se observa también una placa de refuerzo (PL 400×300×12 mm) y perfiles metálicos IPN 300 y IPN 300/ $\varnothing 5/8"$ que aseguran la transferencia de cargas al cimiento. Las barras de refuerzo adicionales están dispuestas a 30 cm, brindando mayor rigidez y estabilidad a la conexión.

Figura 39

Dimensiones de la sección y referencia columna IPE 300. (Salón de eventos club Tennis)

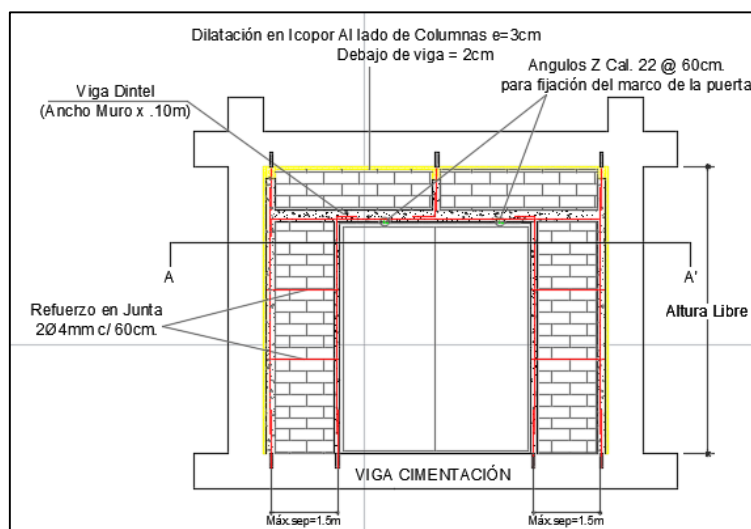


Nota. Dimensiones típicas de un perfil IPE 300 utilizado comúnmente en estructuras metálicas.

Perfil estructural tipo IPE 300, donde se muestran sus dimensiones geométricas principales: altura total (d), ancho del ala (bf), espesor del alma (tw), espesor del ala (tf) y radio de curvatura (r).

Figura 40

Distribución y confinamiento de muros. (Salón de eventos Tennis)



Nota. El esquema muestra las características estructurales necesarias para la correcta instalación de un vano en muro portante, incluyendo elementos de refuerzo y recomendaciones para control de fisuración.

Detalle técnico de un vano para puerta en muro portante de mampostería estructural, donde se ilustran los elementos fundamentales que componen el sistema. Se identifican la viga dintel superior, el refuerzo horizontal en junta (con barras de acero de 204 mm cada 60 cm), y las dilataciones laterales en icopor ubicadas al lado de las columnas (de 3 cm) y debajo de la viga (de 2 cm).

También se observa el uso de ángulos tipo Z calibre 22 a cada 60 cm, destinados a la fijación del marco de la puerta. En la parte inferior, se muestra la viga de cimentación, sobre la cual se apoya el muro. El sistema garantiza una altura libre específica para el paso, y se indica una separación máxima entre elementos estructurales de 1,5 m. Este tipo de detalle es fundamental para asegurar la integridad estructural, evitar fisuras y permitir una correcta interacción entre los elementos del vano y la mampostería circundante.

Especificaciones técnicas

Se redactaron especificaciones técnicas complementarias, donde se definieron las propiedades mínimas exigidas para los materiales estructurales (resistencia del concreto, tipo y diámetro del acero, aditivos). También se incluyeron los procedimientos constructivos recomendados: mezclado, vaciado, vibrado y curado del concreto. Este documento garantizó que los procesos constructivos siguieran un estándar uniforme y controlado.

El peritaje técnico estructural es un proceso de análisis especializado que tiene como objetivo reconocer el estado estructural de una edificación, verificando su conformidad con la normativa vigente en cuanto a estabilidad, seguridad y capacidad de uso. En este caso, se realizó el peritaje técnico de una vivienda multifamiliar de tres niveles, ubicada en el barrio Xiruma del municipio de Yopal, Casanare (Lote 09 Manzana C, Calle 40 N.º 41-17), con una antigüedad aproximada de siete años.

El análisis fue desarrollado a partir de la información contenida en los planos arquitectónicos y en las condiciones constructivas ya existentes. A partir de esta información el ingeniero estructural realizó una modelación estructural de la edificación utilizando el software RCB con el objetivo de analizar el comportamiento global de la estructura frente a las cargas gravitacionales y sísmicas, conforme a los parámetros establecidos en la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (Consejo Colombiano de Construcción Sismo Resistente, 2010). A partir de esta modelación y del diagnóstico obtenido, se procedió a la elaboración de los planos estructurales, ajustados a las características reales de la edificación. El peritaje técnico consolidó toda esta información, permitiendo así emitir un reconocimiento formal de la estructura en función de su seguridad y estabilidad.

Como apoyo técnico, participé en la organización y estructuración del informe de peritaje, sistematizando la información relativa a los elementos estructurales principales, como el sistema de cimentación (zapatas aisladas unidas por vigas), la tipología de losas (placas aligeradas) y las características de las columnas y vigas utilizadas. Se identificó que la edificación corresponde a un sistema estructural dual (pórticos con muros de carga), y que si bien algunos elementos, como ciertas columnas, no cumplen con las dimensiones mínimas exigidas por la NSR-10, la estructura presenta una calidad aceptable tanto en el diseño original como en su estado actual.

Análisis realizados para la verificación normativa.

Para determinar si la edificación cumplía con los lineamientos establecidos en la NSR-10, se realizaron diversos análisis técnicos sobre los elementos estructurales, incluyendo:

Verificación de dimensiones mínimas de columnas y vigas. Se compararon las secciones reales construidas con las exigidas en el numeral C.21.6.1.1 de la NSR-10, identificando casos donde no se cumple con la relación mínima entre lados o el área mínima de sección transversal.

Evaluación del refuerzo longitudinal y transversal. Se calculó el área de refuerzo instalada y se contrastó con los valores mínimos exigidos en el numeral C.21.6.3, verificando si la cantidad y distribución de acero cumplía con los rangos permitidos por la norma.

Revisión del sistema de losas. Se determinó la configuración estructural de las losas aligeradas, el espesor de la capa de compresión, la separación entre nervios, el tipo de viguetas y

la orientación de los bloques, verificando su cumplimiento frente a los parámetros de diseño establecidos en el capítulo C.21.5 de la NSR-10.

Identificación del sistema estructural general. Se clasificó la edificación como sistema estructural dual (marco con muros de carga), evaluando si su configuración es adecuada para una zona de amenaza sísmica alta.

Cálculo del nivel de amenaza sísmica. Se tomaron como base los valores de aceleración sísmica y coeficientes sísmicos indicados por la norma para la localización de la obra (Yopal, Casanare), evaluando la coherencia del diseño estructural con el riesgo sísmico de la zona.

Estos análisis permitieron concluir si la estructura, tal como está construida, ofrece un nivel adecuado de seguridad estructural y si cumple con los criterios mínimos establecidos por la normativa vigente. El informe de peritaje estructural final sirve como base técnica para el reconocimiento formal de la edificación y constituye un insumo valioso para intervenciones futuras o trámites de legalización.

Las figuras 41 a 48 corresponden al informe técnico estructural realizado a la edificación multifamiliar de tres pisos ubicada en el municipio de Yopal, Casanare. Este conjunto de imágenes y documentos técnicos representa de manera detallada las características constructivas, estructurales y normativas de la edificación objeto del peritaje.

Figura 41

Peritaje Técnico- Reconocimiento de Casa Ubicada en el Barrio Xiruma

NORTESANTANDERREANA DE mantenimiento Ltda	
Administración	✓
Mantenimiento	✓
Contratista	✓
Construcción	✓
Otro	✓

nortesermanto@gmail.com

FORMATO PERITAJE PARA RECONOCIMIENTO PERITAJE TECNICO ESTRUCTURAL

PERITAJE TÉCNICO

Fecha: 9 de abril del 2025

Nombre del proyecto: Reconocimiento de Casa ubicada en el barrio Xiruma

Dirección del predio: Lote 09 Manzana Q, Calle 40 N° 47-11 Barrio Xiruma, Yopal Casanare

Realizado por: Ing. Francisco Cogollo

Propietario (s): Julian Andrés Ortega Camacho, Angela Jaidy Peralta Ramirez

Número de pisos a reconocer: 3 Pisos

Antigüedad de la construcción: 7 años

TAMARO	
Área del lote	109.20m ²
Área Primer Piso	94.2m ²
Área Segundo Piso	97.5m ²
Área Tercer Piso	97.5m ²
Área total de la construcción	289.2m ²
Piso sobre el terreno	3

POSICIÓN DE LA EDIFICACIÓN	
Esquina, costados restringidos	
Intermedia, costados restringidos	X
Libre por un costado	
Libre por dos costados	

GRUPO DE USO	
Edificaciones Indispensable (IV)	
Edificación de atención a la comunidad (II)	
Estructura de ocupación especial (III)	
Estructura de ocupación normal (I)	X

CALLE 28 No 9-23 OFICINA 201 - TEL: 3015537766 Correo:fcogollo@gmail.com

En la figura 41 se presenta la carátula del informe técnico, en la cual se indican los datos generales del proyecto, como la dirección, el área por niveles, la antigüedad de la construcción, la posición en el lote y el grupo de uso.

Figura 42

Peritaje Técnico- Reconocimiento de Casa Ubicada en el Barrio Xiruma

NORTESANTANDERREANA DE mantenimiento Ltda	
Administración	✓
Mantenimiento	✓
Contratista	✓
Construcción	✓
Otro	✓

nortesermanto@gmail.com

FORMATO PERITAJE PARA RECONOCIMIENTO PERITAJE TECNICO ESTRUCTURAL

DESCRIPCIÓN DEL USO

La edificación en análisis corresponde a una vivienda multifamiliar de tres (3) pisos, con una antigüedad aproximada de siete (7) años. Por su fecha de construcción, se encuentra bajo el marco normativo de la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10, la cual es de obligatorio cumplimiento desde su entrada en vigencia en el año 2010.

Dado que su uso corresponde al de vivienda, la estructura debió ser diseñada considerando los requisitos establecidos para edificaciones de uso residencial, con atención especial a aspectos como la capacidad portante del suelo, la configuración estructural, la resistencia de los materiales, y los factores sísmicos propios de la zona en que se encuentra localizada.

SISTEMA ESTRUCTURAL (Debe clasificar la estructura en uno de los siguientes)	
Sistema de muros de carga	
Sistema combinado	
Sistema de pórtico	X
Sistema dual	

NIVEL DE AMENAZA SÍSMICA Y MOVIMIENTOS SÍSMICOS DE DISEÑO

Las características del movimiento sísmico de diseño se representan por medio del espectro elástico de aceleraciones, realizado de acuerdo con A.2.6, según los siguientes parámetros:

Localización de la edificación: Yopal, Casanare

Zona de amenaza sísmica: Alta

Coefficiente de aceleración pico efectiva (Aa): 0.30

Coefficiente de velocidad pico efectiva (Av): 0.20

Efectos locales

Grupo de Uso: I

Coefficiente de importancia: 1.0

ESTADO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

CALLE 28 No 9-23 OFICINA 201 - TEL: 3015537766 Correo:fcogollo@gmail.com

Figura 43

Peritaje Técnico- Reconocimiento de Casa Ubicada en el Barrio Xiruma

✓ Administración
 ✓ Mantenimiento
 ✓ Consultoría
 ✓ Construcción
 ✓ Diseño

**NORTESANTANDEREA DE
mantenimiento
Ltda**
 nortesermanto@gmail.com

FORMATO PERITAJE PARA RECONOCIMIENTO PERITAJE TÉCNICO ESTRUCTURAL

Calidad del diseño y la construcción de la estructura original

Buena	X
Regular	
Mala	

Calificación del estado actual de la estructural (sismos, corrosión)

Buena	X
Regular	
Mala	

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO USADO PARA EVALUACIÓN:

Para evaluar el estado actual del sistema estructural de la vivienda multifamiliar de tres (3) pisos, construida hace aproximadamente siete (7) años, se toma como referencia la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente NSR-10, vigente desde el año 2010. Esta normativa establece los criterios de diseño, análisis y seguridad estructural aplicables a edificaciones de uso residencial.

Durante la visita técnica se realizó una inspección visual del entramado de piso y de las vigas perimetrales, con el objetivo de identificar posibles grietas pronunciadas o asentamientos diferenciales que pudieran comprometer la estabilidad estructural del inmueble.

Dado que no se realizaron ensayos de laboratorio ni pruebas destructivas o semidestructivas en sitio, el análisis de resistencia de los elementos estructurales se efectuó exclusivamente mediante el software RCBBuilding. Este programa permitió modelar la edificación y simular su comportamiento estructural frente a cargas aplicadas, específicamente en condiciones equivalentes al uso de bodega pesada.

Los resultados obtenidos permitieron evaluar el comportamiento de las vigas en términos de resistencia y deformación, identificando que, bajo las condiciones simuladas, no se presentaron fallas estructurales. Esto sugiere que el sistema estructural conserva un comportamiento adecuado dentro de los parámetros establecidos por la NSR-10.

CALLE 20 No 9-23 OFICINA 201 - TELF: 3015533766 Correo:fcogollo@gmail.com

Figura 44

Peritaje Técnico- Reconocimiento de Casa Ubicada en el Barrio Xiruma

✓ Administración
 ✓ Mantenimiento
 ✓ Consultoría
 ✓ Construcción
 ✓ Diseño

**NORTESANTANDEREA DE
mantenimiento
Ltda**
 nortesermanto@gmail.com

FORMATO PERITAJE PARA RECONOCIMIENTO PERITAJE TÉCNICO ESTRUCTURAL

DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

1. CIMENTACIÓN

Zapatas unidas por vigas	X
Losa de Cimentación	
Cimientos Corridos	
Otra	

DESCRIPCIÓN:
Zapatas aisladas rectangulares de 1,0m x 1,0m x 0.30m.

2. LOSA DE ENTREPISO

Placa maciza	
Placa aligerada	X
Placa prefabricada	
Placa de acero preformada	

DESCRIPCIÓN

Descripción de la Placa Aligerada

La losa está compuesta por una placa aligerada con sistema de viguetas y bloques de aligeramiento. La sección muestra una configuración de espesor total de 30 cm, donde:

- Espesor del nervio estructural (vigüeta): 22 cm.
- Recubrimiento de concreto superior: 8 cm.
- Separación entre nervios (centros de viguetas): 60 cm.
- El aligeramiento se realiza mediante dos bloques N° 5 por módulo.
- En la parte superior de la losa, se dispone una malla electrosoldada con retícula de 15 cm x 15 cm y varilla de 6 mm de diámetro para el control de fisuración y distribución de cargas.
- El sentido de colocación de los bloques (huecos) es perpendicular al eje de las viguetas, tal como se indica en el plano.

1. ELEMENTOS ESTRUCTURALES

CALLE 20 No 9-23 OFICINA 201 - TELF: 3015533766 Correo:fcogollo@gmail.com

Las figuras 42 a 44 contienen información técnica fundamental, donde se describen el uso de la edificación, el tipo de sistema estructural, el nivel de amenaza sísmica, y el método empleado para la evaluación de los elementos estructurales.

Figura 45

Peritaje Técnico- Reconocimiento de Casa Ubicada en el Barrio Xiruma

- ✓ Administración
- ✓ Mantenimiento
- ✓ Contabilidad
- ✓ Construcción
- ✓ Diseño

NORTESANTANDEREANA DE
mantenimiento
Ltda

nortesermanto@gmail.com



FORMATO PERITAJE PARA RECONOCIMIENTO PERITAJE TÉCNICO ESTRUCTURAL

Sección Vigas Cimentación	Dimensiones (m)
Viga de 6 ϕ 1/2" y estribos ϕ 3/8" cada 0.07 m en apoyos y cada 0.15 en centro de claro (zona media).	0.30 x 0.30
Sección Vigas Entrepisos	Dimensiones (m)
Viga de 6 ϕ 1/2" y estribos ϕ 3/8" cada 0.07 m en apoyos y cada 0.15m en centro de claro (zona media).	0.30 x 0.30
Sección Viguetas	Dimensiones (m)
Viga de 4 ϕ 3/8" y estribos ϕ 1/4" cada 0.15m	0.12 x 0.30
Sección Viga de Cubierta	Dimensiones (m)
Viga de 4 ϕ 3/8" y estribos ϕ 3/8" cada 0.07 m en apoyos y cada 0.15m en centro de claro (zona media).	0.15 x 0.30
Columnas	Dimensiones(m)
Columna C1: 8 ϕ 1/2" y estribos ϕ 3/8"	0.30x0.30
Columna C2: 10 ϕ 1/2" y estribos ϕ 3/8"	0.40x0.40
Columnetas	Dimensiones(m)
Columna Cta.4 ϕ 1/2" y estribos ϕ 3/8"	0.30x0.15

DESCRIPCIÓN

La edificación cuenta con columnas de hormigón 30x30 cm, 40x40cm y diseño de vigas de 30x30 cm en hormigón según la NSR-10

C.21.6.1.1 LA MENOR DIMENSION DE UNA COLUMNA La dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, no debe ser menor de 300 mm. Las columnas en forma de T, C o I pueden tener una dimensión mínima de 0.25m, pero su área no puede ser menor de 0.09 m² o 900 cm². Donde algunas de las columnas inspeccionadas no cumplen con lo dicho anteriormente

CALLE 20 No 9-23 OFICINA 201 – TELF: 3015533766 Correo:fcogollo@gmail.com

La figura 45 ofrece un análisis detallado de los componentes estructurales, tales como cimentación, losa de entrepiso y elementos estructurales como vigas, viguetas y columnas, junto con sus dimensiones y características de diseño.

Figura 46

Peritaje Técnico- Reconocimiento de Casa Ubicada en el Barrio Xiruma

✓ Administración
 ✓ Mantenimiento
 ✓ Controlabilidad
 ✓ Construcción
 ✓ Diseño

NORTESANTANDERIANA DE mantenimiento Ltda
 nortesermanto@gmail.com

FORMATO PERITAJE PARA RECONOCIMIENTO PERITAJE TECNICO ESTRUCTURAL

COLUMNAS C.21.6.1.1			
Lado a	Lado b	Área	
30cm	30cm	900cm ²	Cumple
40cm	40cm	1600cm ²	Cumple

C 21.6.3 — Refuerzo longitudinal
C.21.6.3.1 — El área de refuerzo longitudinal. Ast, no debe ser menor que $0.01A_g$ ni mayor que $0.04A_g$.

COLUMNAS C.21.6.1.1					
Lado a	Lado b	Área	0.01*Área	a 3/2" 3.29 cm ²	
30cm	30cm	900cm ²	9.0cm ²		7
40cm	40cm	1600cm ²	16cm ²		12

En la inspección realizada a las columnas estructurales del proyecto, se identificaron dos columnas con refuerzo longitudinal de varilla de 1/2". La primera columna, con dimensiones de 30 x 30 cm, cuenta con 8 varillas, superando el valor mínimo exigido según lo establecido en la NSR-10, sección C.21.6.1.1. Sin embargo, la segunda columna, de 40 x 40 cm, presenta únicamente 10 varillas de 1/2", por lo tanto, esta columna no cumple con el porcentaje mínimo de refuerzo longitudinal.

Las vigas de entrepiso cumplen con el requerimiento de **C 21.5.1.3 de la NSR-10** donde dice que la longitud mínima de su base es de 25 cm.

C 21.5.2.1 de la NSR-10
2. CUBIERTAS

Placa maciza	
Placa aligerada	
Cubierta liviana en Element	
Cubierta Liviana en lámina Zinc	
Cubierta en teja Arquitectónica	X

DESCRIPCIÓN

CALLE 20 No 9-23 OFICINA 201 - TELF: 3015533766 Correo: trogolo@gmail.com

En la figura 46 se incluyen observaciones técnicas sobre el refuerzo longitudinal de las columnas, evaluando el cumplimiento de los requisitos establecidos por la NSR-10.

Figura 47

Peritaje Técnico- Reconocimiento de Casa Ubicada en el Barrio Xiruma

✓ Administración
 ✓ Mantenimiento
 ✓ Controlabilidad
 ✓ Construcción
 ✓ Diseño

NORTESANTANDERIANA DE mantenimiento Ltda
 nortesermanto@gmail.com

FORMATO PERITAJE PARA RECONOCIMIENTO PERITAJE TECNICO ESTRUCTURAL

La cubierta es en teja arquitectónica está conformada por una estructura de tubos metálicos rectangulares de 60x120x2 mm, dispuestos en sentido transversal.

CONCLUSIONES

La edificación multifamiliar de tres pisos, con una antigüedad aproximada de siete años, fue construida dentro del marco normativo vigente de la NSR-10. Tras el análisis realizado, se concluye que la estructura cumple con los requisitos mínimos exigidos para edificaciones de uso residencial, considerando adecuadamente factores como la capacidad portante del suelo, la resistencia de los materiales, la configuración estructural y la sismicidad de la zona. No se evidencian daños estructurales, lo cual confirma un adecuado comportamiento en su vida útil hasta la fecha.

RECOMENDACIONES:

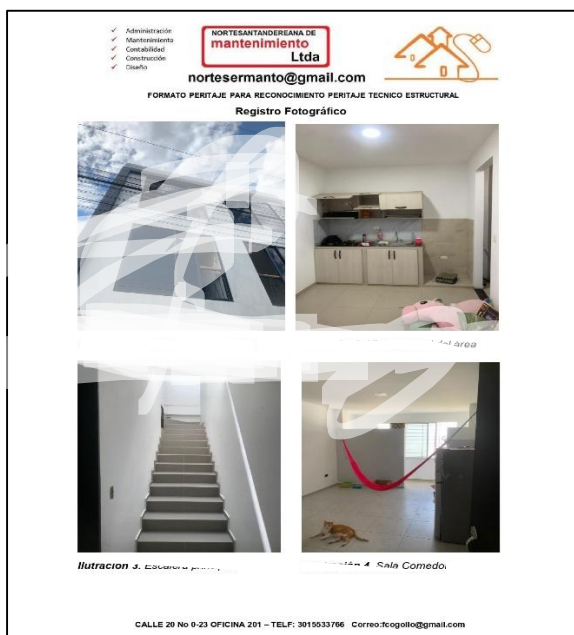
Se recomienda continuar con el mantenimiento preventivo periódico de la edificación, asegurando la conservación de elementos estructurales y no estructurales. Así mismo, se sugiere mantener actualizada la documentación técnica y realizar inspecciones regulares para garantizar la seguridad estructural a largo plazo. En caso de futuras intervenciones o cambios de uso, estas deberán seguir los lineamientos establecidos por la NSR-10.

CALLE 20 No 9-23 OFICINA 201 - TELF: 3015533766 Correo: trogolo@gmail.com

En la figura 47 se presentan las conclusiones generales del informe, donde se determina que la edificación cumple con los criterios mínimos exigidos para su tipo de uso y que su comportamiento estructural ha sido adecuado. También se incluyen recomendaciones de mantenimiento preventivo y seguimiento estructural.

Figura 48

Peritaje Técnico- Reconocimiento de Casa Ubicada en el Barrio Xiruma



La figura 48 corresponde al registro fotográfico del inmueble, en el que se documenta visualmente el estado actual de la edificación mediante imágenes de la fachada principal, la cocina, la escalera y el área social, permitiendo así complementar y respaldar los hallazgos del informe técnico estructural.

Verificación de planos

Se revisaron todos los planos estructurales frente a los planos arquitectónicos y de instalaciones, con el fin de evitar interferencias. Asimismo, se compararon los detalles

estructurales con los resultados obtenidos en el análisis estructural para asegurar coherencia técnica, errores de interpretación y optimizó la coordinación interdisciplinar del proyecto.

Figura 49

Cálculo de cantidades de muro Estructural- Capítulo E.3 Mampostería Confinada

CÁLCULO DE CANTIDADES DE MURO ESTRUCTURAL			
CAPÍTULO E.3. MAMPOSTERÍA CONFINADA			
Datos Básicos			
Espesor de muro:	e= 120 mm	Dado que la unidad utilizada es ladrillo prensado	
Ancho X (eje horizontal):	10.74 m	Largo Y (Eje vertical):	14.56 m
Área de la construcción:	82 m ²		
Área de piso (carga):	m ²		
Número de pisos:	2		
Municipio:	CUCUTA		
Zona de Amenaza sísmica:	ALTA		
Aceleración Pico Efectiva (Aa):	0.35		
E.3.5.1 - Debido a la altura libre horizontal			
Altura máxima permitida:	3.0 m	(25*e)	
E.3.5.2 - Debido longitud libre horizontal			
Long libre horizontal máxima:	4.2 m	(35*e)	
E.3.6 - LONGITUD DE MUROS CONFINADOS			
Longitud mínima de muros confinados			
Mo:	30.0	Tabla E.3.6-1	AP 136.667 m ²
Primer Nivel			
Lm(ser):	34.1667 m		
Segundo Nivel			
Ap:	54.67 m	Mo:	30.0
Lm(abo):	13.667 m		
SENTIDO LONGITUDINAL - Y			
Muro	L(Xn)	Xc	Lm*b
X1	4.62	0.00	0
X2	1.55	2.47	3.8285
X3	6.48	2.47	16.006
X4	4.93	4.86	23.96
X5	0.77	6.50	5.005
X6	3.09	6.50	20.085
X7	1.62	6.50	10.53
X8	2.42	9.55	23.111
X9	6.01	9.55	57.396
X10	4.18	10.63	44.433
			0
	35.67 m		204.35 m ²
Revisión de cantidad mínima de muros en dirección Y			
	0.0334	< 0.15	ok
SENTIDO LONGITUDINAL - Y			
Muro	L(Xn)	Xc	Lm*b
X1	4.62	0.00	0
X2	1.55	2.47	3.8285
X3	6.48	2.47	16.006
X4	4.93	4.87	24.009
X5	0.77	6.51	20.116
X6	0.77	6.51	5.0127
X7	6.01	9.55	57.396
SENTIDO TRASVERSAL - X			
Muro	L(Yn)	Yc	Lm*b
Y1	4.81	1.06	5.10
Y2	2.58	4.56	11.76
Y3	3.69	4.56	16.83
Y4	2.52	5.99	15.09
Y5	3.17	5.99	18.99
Y6	2.52	8.14	20.51
Y7	4.24	8.14	34.51
Y8	2.72	12.2	33.18
Y9	4.25	12.2	51.85
Y10	4.15	14.5	60.18
			0.00
	34.65 M		268.01 M ²
Revisión de cantidad mínima de muros en dirección X			
	0.0312	< 0.15	ok
SENTIDO TRASVERSAL - X			
Muro	L(Yn)	Yc	Lm*b
Y1	4.81	1.06	5.10
Y2	2.58	4.56	11.76
Y3	3.69	4.56	16.83
Y4	2.52	5.99	15.09
Y5	3.17	5.99	18.99
Y6	2.52	8.14	20.51
Y7	4.24	8.14	34.51
Y8	2.72	12.2	33.18

Nota. Cálculo de longitudes mínimas de muros confinados en ambos sentidos (longitudinal y transversal) según la NSR-10. Se analizan los valores construidos y los requerimientos mínimos normativos para un proyecto de mampostería confinada de dos niveles en la ciudad de Cúcuta, zona de amenaza sísmica alta.

La figura muestra un cálculo estructural titulado "Cálculo de cantidades de muro estructural - Capítulo E.3: Mampostería confinada". En la parte superior se presentan los datos básicos del proyecto, incluyendo el espesor del muro, área de construcción, número de pisos, ubicación del proyecto (Cúcuta), y la zona de amenaza sísmica (alta), con una aceleración pico efectiva (Aa) de 0.35.

A continuación, se especifican los límites normativos de altura y longitud horizontal libre permitida para muros, de acuerdo con la norma NSR-10. Luego se calculan las longitudes mínimas de muros confinados requeridas por nivel de la edificación (primer y segundo nivel), comparándolas con los valores construidos.

En la segunda mitad de la imagen se presentan los resultados en dos direcciones:

Sentido longitudinal (Y)

Sentido transversal (X)

Cada tabla contiene el nombre del muro, su longitud, corrección por abertura, y su valor efectivo ($L \cdot m$). Además, se incluye un control normativo que compara el valor de muros construidos con el mínimo requerido. En los resultados se observa que en la dirección X el diseño cumple (valor < 0.15), mientras que en la dirección Y no cumple (valor > 0.15).

Figura 50

Cálculo de cantidades de muro Estructural- Capítulo E.3 Mampostería Confinada

X8			4.18	10.63	44.433
X9					
X10					0
					0
			31.63 m	170.8 m2	
Revisión de cantidad mínima de muros en dirección Y					
0.00279	<	0.15	ok		
B=	10.74	m			
Eje real:	5.729	m			
Revisión de cantidad mínima de muros en excentricidad Y					
Simetría:	3% <=	15%			

Y9			4.25	12.2	51.85
Y10			4.15	14.5	60.18
					0.00
					0.00
			34.65 M	268.01	
Revisión de cantidad mínima de muros en dirección X					
0.0131	<	0.15	ok		
B=	14.56	m			
Eje real	7.735	m			
Revisión de cantidad mínima de muros en excentricidad X					
Simetría:	3% <=	15%			

Nota. Evaluación de la cantidad mínima de muros estructurales adicionales en ambos sentidos del proyecto, incluyendo verificación de excentricidad y simetría conforme a lo establecido por la NSR-10. Los resultados indican que se cumple con los mínimos normativos tanto en cantidad como en distribución.

Se expone la revisión del cumplimiento de la cantidad mínima de muros en ambas direcciones, mostrando los resultados numéricos y verificando que los valores obtenidos están dentro de los límites normativos, garantizando así la seguridad y estabilidad estructural del edificio.

Figura 51

Dimensionamiento de Vigas de Entrepiso

Para dimensionar las vigas de entrepiso se tendrá en cuenta lo dispuesto en NSR-10, en la Tabla CR.9.5									
TABLA CR.9.5- 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									
		L(m)	4.87		Ancho Muro (m)	0.12			
		Espesor mínimo, h (m)							
			Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo			
		Elementos	Elementos que soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.						
		Losa Macizas en una dirección	0.35	0.30	0.26	0.70			
		Vigas o losas nervadas en una dirección	0.44	0.41	0.35	0.97			
		Áreas Vigas Confinadas	0.0417		CUMPLE				

Nota. La figura 51 presenta el análisis de las vigas de entrepiso conforme a la normativa NSR-10, específicamente utilizando la Tabla CR.9.5.

En esta figura se muestran los espesores mínimos recomendados para vigas no pretensadas y losas reforzadas en una dirección, considerando diferentes condiciones de apoyo y el riesgo de daños por deflexiones. Los resultados indican que el área de vigas confinadas es de 0.0417 m² y cumple con los requisitos establecidos, garantizando la seguridad y el adecuado desempeño estructural del entrepiso.

Figura 52

Espesores mínimos de losas.

ESPESOR MINIMO DE LOSAS									
El espesor minimo de una losa depende del sistema de entrepiso utilizado y del tipo de apoyo o elemntos de soporte de acuerdo con la tabla E.5.1-1									
Luz(m)		4.75		Ancho Muro (m)		0.12			
TIPO DE LOSA		CONDICIONES DE APOYO							
		Simplemente Apoyada	Un apoyo Continuo	Continuo con voladizo					
Maciza		0.24	0.20	0.48					
Aligerada (Viguetas en una dirección)		0.30	0.26	0.59					
Losa Aligerada(m)		0.30							

Nota. La figura muestra una tabla que indica el espesor mínimo requerido para losas de entrepiso, dependiendo del tipo de losa y las condiciones de apoyo, conforme a la normativa estructural.

Se presentan los valores para losas macizas y losas aligeradas (viguetas en una dirección) bajo tres condiciones: simplemente apoyada, un apoyo continuo y continuo con voladizo. Para el caso analizado, con una luz de 4.75 m y un ancho de muro de 0.12 m, se resalta que el espesor mínimo recomendado para una losa aligerada es de 0.30 m. Estos valores garantizan la seguridad estructural y el adecuado desempeño de la losa ante las cargas de servicio.

Objetivo 3. Realizar la verificación técnica de los elementos estructurales, contrastando diseños con normativas, modelos matemáticos y análisis estructurales para garantizar su idoneidad.

Comparación con normativas vigentes

Cada uno de los elementos estructurales diseñados fue evaluado frente a los requisitos de la NSR-10. Se verificaron los esfuerzos y deformaciones generadas, comprobando que se

encontraban dentro de los límites permitidos. También se revisaron aspectos como cuantías mínimas de refuerzo, confinamiento adecuado en zonas críticas y continuidad estructural.

Previo al análisis estructural, se realizó una revisión del cumplimiento normativo conforme al Título C de la NSR-10, específicamente el Capítulo C.1 sobre requisitos generales del concreto estructural. Esta sección establece condiciones mínimas para garantizar la resistencia, durabilidad y desempeño sísmico de los elementos. Entre los aspectos verificados se encuentran la resistencia mínima del concreto (f'_c) y la clasificación del sistema estructural según su capacidad de disipación de energía, lo que permite asegurar un diseño acorde a los niveles de amenaza sísmica establecidos por la normativa vigente.

Título C concreto estructural capítulo c.1 — requisitos generales.

f'_c (resistencia del concreto). La norma establece que f'_c no debe ser inferior a 17 MPa.

- **Cumple:** Los planos especifican un concreto con $f'_c = 21$ MPa, por lo que supera el mínimo requerido.

Capacidad de disipación de energía. Se cumplió con los requisitos de DMI, DMO o DES según el diseño sísmico.

- **Cumple:** Se encuentra información en los planos sobre la capacidad de disipación de energía **DES**

La tabla presenta una revisión detallada del cumplimiento de distintos requisitos normativos en los planos estructurales analizados, comparándolos con lo establecido en la normativa vigente, específicamente el Reglamento NSR y sus suplementos. Cada ítem corresponde a un aspecto clave que debe estar claramente evidenciado en los planos para garantizar la correcta ejecución y seguridad estructural del proyecto. Los ítems incluyen desde la identificación del reglamento aplicado, resistencia especificada de materiales, dimensiones y

detalles de refuerzo, hasta aspectos relacionados con anclajes, empalmes y juntas de contracción. La tabla indica claramente cuáles de estos elementos se encuentran presentes en los planos revisados y cuáles no, así como aquellos que no aplican para el caso específico.

Tabla 3

Cumplimiento de distintos requisitos normativos en los planos estructurales analizados

ITEMS	SE EVIDENCIA EN EL PLANO	NO SE EVIDENCIA EN EL PLANO
a. Nombre y fecha de publicación del Reglamento NSR y sus suplementos de acuerdo con los cuales está hecho el diseño	X	
b. Nombre y fecha de publicación del Reglamento NSR y sus suplementos de acuerdo con los cuales está hecho el diseño	X	
c. Carga viva y otras cargas utilizadas en el diseño		No aplica
d. Resistencia especificada a la compresión del concreto a las edades o etapas de construcción establecidas, para las cuales se diseñó cada parte de la estructura	X	
e. Resistencia especificada o tipo de acero del refuerzo	X	
f. Dimensiones y localización de todos los elementos estructurales, refuerzo y anclajes	X	
g. Precauciones por cambios dimensionales producidos por flujo plástico, retracción y variación de temperatura		No Aplica
h. Magnitud y localización de las fuerzas de preesforzado		No Aplica
i. Longitud de anclaje del refuerzo y localización y longitud de los empalmes por traslape	X	
j. Tipo y localización de los empalmes soldados y mecánicos del refuerzo	X	
k. Ubicación y detallado de todas las juntas de contracción o expansión especificadas para concreto simple	X	
l. Resistencia mínima a compresión del concreto en el momento de postensar		No Aplica
m. Secuencia de tensionamiento de los tendones de postensado		No Aplica
n. Indicación de si una losa sobre el terreno se ha diseñado como diafragma estructural		No Aplica

Nota. Tras la revisión comparativa de varios planos estructurales frente a los requerimientos del Reglamento NSR vigente, se evidenció que la mayoría de los aspectos fundamentales, como la identificación del reglamento, resistencia del concreto y acero, así como detalles de refuerzo y anclajes, están correctamente documentados en los planos.

Sin embargo, algunos elementos importantes, como la carga viva utilizada en el diseño, precauciones por cambios dimensionales, y detalles específicos relacionados con postensado y losas sobre terreno, no se evidencian o no aplican en los casos revisados. Esta evaluación destaca la importancia de asegurar que todos los requisitos normativos se reflejen adecuadamente en los planos para facilitar la correcta interpretación, ejecución y control de calidad en la obra.

Figura 53

Especificaciones de Parámetros Sísmicos

ESPECIFICACIONES PARAMETROS SISMICOS
- Zona de amenaza sísmica : ALTA - Aceleración pico efectiva: $A_a=0.25$; $A_v=0.25$ - Grupo de Uso: I - Coeficiente de importancia: $I=1.0$ - Capacidad de disipación de energía: DES (ESPECIAL) - Tipo de perfil de suelo = D - $F_a=1.20$; $F_v=1.80$ - Grado de Irregularidad de la Estructura - Coeficiente de capacidad de Disipación de Energía: $R_o=2.50$ $R=2$
REFUERZO:
- Acero corrugado: $f_y=4.20$ MPa (4.200 Kgf/cm ²) .
CONCRETO:
- Resistencia $f'_c=210$ kgf/cm ² para todos los elementos estructurales
- Resistencia $f'_c=420$ kgf/cm ² para pantallas de concreto estructural
CONTROL DE CALIDAD:
- Todos los materiales deben llevar un estricto control de calidad y deben cumplir con la norma NTC establecida por NRS-10
NOTAS IMPORTANTES:
GENERALES:
- Sismo resistentes NSR-10 LEY 400 de 1997, decreto 926 de 19 marzo 2010 - No tomar medidas a escala y comparar los planos arquitectónicos, con los estructurales. INFORMAR CUALQUIER VARIACION - Todas las medidas deben ser verificadas en la obra antes de construir. - No se permite cualquier cambio estructural sin autorización del INGENIERO CALCULISTA. - Todas las medidas están dadas en metros, o no ser que se indique otra unidad. - La longitud de las varillas incluye los ganchos. - Se usará mínimo gancho estándar 16 db. - Se trasladará mínimo 1d = 50 db.

Nota. Hoja técnica con las especificaciones generales de diseño estructural para edificaciones en zona de amenaza sísmica alta. Se detallan parámetros sísmicos, requisitos del refuerzo y concreto, control de calidad y notas generales para garantizar la seguridad y cumplimiento normativo de la obra.

La figura muestra una hoja de especificaciones técnicas estructurales para un proyecto de construcción, centrada en parámetros sísmicos, materiales, control de calidad y notas generales importantes. La información se organiza en cinco secciones:

Parámetros sísmicos.

Se indica que la edificación se encuentra en una zona de amenaza sísmica alta, con coeficientes sísmicos A_a y A_v , grupo de uso, categoría de importancia, y otros parámetros como el tipo de perfil de suelo, factores de modificación de respuesta sísmica, y coeficientes de disipación de energía.

Refuerzo.

Se especifica el tipo de acero corrugado a utilizar ($f_y d = 420$ MPa).

Concreto.

Se definen las resistencias requeridas para el concreto estructural:

$f'_c = 210$ kgf/cm² para elementos estructurales comunes.

$f'_c = 245$ kgf/cm² para pantallas de concreto estructural.

Control de calidad.

Todos los materiales deben cumplir con las normas NTC y seguir estándares NRS-10.

Capítulo C.15 — Cimentaciones.

C.15.1 — Alcance C.15.1.1 - Las disposiciones del Capítulo C.15 deben usarse en el diseño de zapatas aisladas y, cuando sean aplicables, a zapatas combinadas, zapatas sobre pilotes, losas de cimentación, pilotes, cajones de cimentación (caissons), muros y estructuras de contención y vigas de amarre de la cimentación.

C.15.1.2 — En C.15.10 se indican los requisitos adicionales para el diseño de zapatas combinadas y losas de cimentación, en C.15.11 pilotes y cajones de cimentación, en C.15.12 muros y estructuras de contención y en C.15.13 vigas de amarre de la cimentación.

C.15.2 — Cargas y reacciones

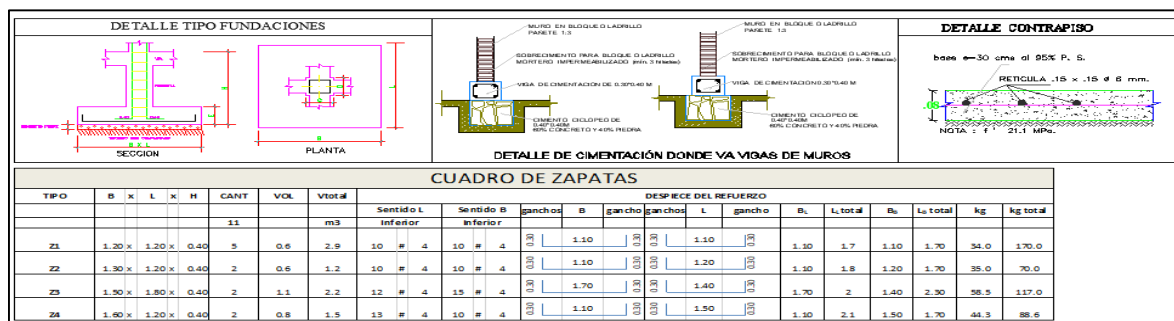
C.15.2.1 — Las zapatas deben diseñarse para resistir las cargas mayoradas y las reacciones inducidas, de acuerdo con los requisitos de diseño apropiados de este Reglamento y conforme a lo dispuesto en el Capítulo C.15.

C.15.2.2 — El área base de la zapata o el número y distribución de pilotes debe determinarse a partir de las fuerzas y momentos no mayorados transmitidos al suelo o a los pilotes a través de la zapata, y debe determinarse mediante principios de mecánica de suelos la resistencia admisible del suelo o la capacidad admisible de los pilotes.

C.15.2.3 — El cálculo de los momentos y esfuerzos de cortante para zapatas apoyadas sobre pilotes puede basarse en la suposición de que la reacción de cualquier pilote está concentrada en el centro del mismo.

Figura 54

Detalle tipo de fundaciones, detalle de cimentación, detalle contrapiso y cuadro de zapatas



Nota. Detalles constructivos de cimentaciones y contrapiso para una edificación. Se incluyen cortes técnicos de fundaciones tipo, el sistema de cimentación bajo muros, el refuerzo de zapatas y las especificaciones del contrapiso con malla electrosoldada, conforme a normas técnicas de construcción.

El diseño estructural mostrado en la figura incorpora zapatas aisladas, cumpliendo con lo establecido en el artículo C.15.1.1, el cual indica que estas disposiciones aplican para el diseño de este tipo de cimentaciones. Se observa el desarrollo completo de un cuadro de zapatas, donde se especifican dimensiones (B x L x H), cantidad, volumen total y el despiece del refuerzo en ambos

sentidos (L y B), lo cual refleja la aplicación directa del artículo C.15.2.1, que exige que las zapatas sean diseñadas para cargas mayoradas y reacciones inducidas.

Asimismo, el detalle técnico considera el uso de principios de mecánica de suelos al determinar el área base de cada zapata, tal como lo exige el artículo C.15.2.2, el cual señala que dicha área debe calcularse a partir de las cargas transmitidas y la capacidad admisible del suelo. Esta información queda respaldada con los valores de volumen y cantidades de acero requeridas por zapata, lo que demuestra un dimensionamiento coherente con las condiciones de carga y resistencia del terreno.

También se incluyen detalles gráficos de cimentación donde van vigas de muros, así como el detalle del contrapiso, especificando resistencia del concreto ($f'_c = 21$ MPa), que supera el mínimo exigido por la NSR-10 en su Capítulo C.1. Esto asegura el cumplimiento de requisitos estructurales y de durabilidad tanto en la cimentación como en la sobreestructura.

Capítulo E.2 cimentaciones.

Estructuración de los cimientos E.2.2.1 — general — Las vigas de cimentación deben tener refuerzo longitudinal superior e inferior y estribos de confinamiento en toda su longitud. Las dimensiones y el refuerzo de los cimientos se presentan en la tabla E.2.2-1:

Figura 55

Valores mínimos para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentaciones.

	Sistema Estructural	Un piso	Dos Pisos	Resistencia Mínima, MP _a		
Anchura	Mampostería	250 mm	300 mm	f _y	f _c	
	Bahareque	200 mm	250 mm			
Altura	Mampostería	200 mm	300 mm			17
	Bahareque	150 mm	200 mm			
Acero Longitudinal Etribos		4 No. 3 (ó 10M) No. 2 a 200 mm	4 No. 4 (ó 12M) No. 2 a 200 mm	420		
				240		
Acero para anclaje de muros	Mampostería	No. 3	No. 3	412		
	Bahareque	No. 3	No. 4			

Nota. Tabla normativa que establece los valores mínimos requeridos para las dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentaciones en estructuras de mampostería y bahareque. Se especifican parámetros de diseño según el número de pisos y el tipo de sistema estructural.

La figura 55 presenta la Tabla E.2.2-1, la cual contiene los valores mínimos exigidos para las dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentaciones en sistemas estructurales de mampostería y bahareque, de acuerdo al número de pisos de la edificación (uno o dos). Se especifican los valores mínimos para el ancho y la altura de los elementos estructurales, diferenciando entre los dos sistemas. También se indican los requisitos del acero longitudinal y los estrigos, como el número y tipo de barras a utilizar (No. 3, No. 4, No. 2), con su correspondiente separación (200 mm). Además, se definen los tipos de acero requeridos para el anclaje de muros. En la columna final se presentan los valores mínimos de resistencia: para el acero de refuerzo longitudinal (f_y), los valores varían entre 240 y 420 MPa dependiendo del tipo y función del acero; y para el concreto (f'c), se establece un mínimo de 17 MPa.

Figura 56

Especificaciones del refuerzo y concreto

REFUERZO:
- Acero corrugado: f _y =4.20 MPa (4.200 Kg/cm ²) .
CONCRETO:
- Resistencia f'c=210 kgf/cm ² para todos los elementos estructurales
- Resistencia f'c=420 kgf/cm ² para pantallas de concreto estructural

Nota. Especificaciones técnicas del acero de refuerzo y del concreto utilizadas en el diseño estructural, estableciendo los valores de resistencia requeridos para diferentes elementos de la edificación.

La figura proporciona especificaciones técnicas puntuales sobre los materiales estructurales utilizados en un proyecto de construcción, particularmente en lo relacionado con el refuerzo y el concreto. Para el refuerzo, se especifica el uso de acero corrugado con un esfuerzo de fluencia de 4.20 MPa, equivalente a 4.200 kgf/cm², lo que garantiza la resistencia requerida para elementos estructurales sometidos a esfuerzos de tracción. En cuanto al concreto, se indican dos niveles de resistencia a la compresión: una resistencia de 210 kgf/cm² para todos los elementos estructurales generales y una resistencia superior de 420 kgf/cm² para pantallas de concreto estructural, que suelen estar sujetas a mayores exigencias en términos de carga y rigidez.

E.2.2.4 — Sobrecimientos — El nivel inferior de las vigas de cimentación deberá estar a una profundidad mínima de 500 mm por debajo del nivel de acabado del primer piso. Debe construirse sobre ellas un sobrecimiento que puede fabricarse con mampostería confinada o con mampostería reforzada, siguiendo los requerimientos del Título D o de los capítulos E.3 y E.4 del Título E, o con concreto, de acuerdo con los requisitos del Título C, que sobresalga, mínimo 80 mm. El sobrecimiento debe anclarse debidamente a la cimentación mediante barras de refuerzo. Los sobrecimientos en mampostería deben rematarse con vigas de amarre que garanticen la conformación de un diafragma en el nivel del contrapiso, estructuradas de acuerdo con lo establecido en el numeral E.4.4. De allí en adelante, se construye el entrepiso del primer piso útil.

E.2.2.4.1 — Cuando el terreno es inclinado, con una pendiente mayor al 5 %, el sobrecimiento se debe construir con altura constante en los muros paralelos a las curvas de nivel y una altura variable o escalonada en los muros perpendiculares a las curvas de nivel. No deben construirse vigas de cimentación que tengan superficies inclinadas en contacto con el suelo.

E.2.2.4.2 — Cuando la profundidad del estrato de suelo competente es mayor de 700 mm, puede reducirse la altura del sobrecimiento, colocando la viga de cimentación sobre un relleno de concreto ciclópeo. Este relleno debe tener una anchura mínima de 300 mm y una altura mínima de 200 mm. Para la elaboración del concreto ciclópeo debe utilizarse material pétreo con tamaño máximo igual a la mitad de la anchura del relleno, pero sin exceder 250 mm. El volumen ocupado por este agregado no debe ser superior al 40 % del volumen total del relleno ciclópeo. El resto del volumen debe llenarse con concreto de la misma o mejor calidad del concreto de las vigas de cimentación.

Cintas de Amarre E.4.5.1 — Se consideran las cintas de amarre como elementos suplementarios a las vigas de amarre, utilizables en antepechos de ventanas, en remates de culatas, en remates de parapetos, etc. Indistintamente, se puede utilizar como cinta de amarre cualquiera de los siguientes elementos:

(a) Un elemento de concreto reforzado de altura superior o igual a 100 mm, con ancho igual al espesor del elemento que remata y reforzado mínimo con dos barras longitudinales N° 3 (3/8”) ó 10M (10 mm). El refuerzo transversal debe ser el necesario para mantener en la posición deseada las barras longitudinales.

(b) Un elemento construido con piezas de mampostería tipo U, reforzado longitudinalmente con mínimo dos barras N° 3 (3/8”) ó 10M (10 mm) ó una barra N° 4 (1/2”) ó 12M (12 mm), e inyectado con mortero de inyección de resistencia a la compresión no inferior a 7.5 MPa.

Comparación con la NSR-10 (Título C: Concreto Estructural)

C.2 — Materiales y Control de Calidad.

Especificación del concreto.

No se evidencia. No se detallan los procedimientos de control de calidad en los planos.

Acero de refuerzo. Se debe cumplir con la normativa ASTM A615 o equivalente.

Cumple parcialmente. Se especifica refuerzo en los planos, pero no se indica la norma de fabricación.

C.3 — Análisis y Diseño Estructural.

Método de diseño. Se debe seguir el diseño por resistencia.

No especificado. No se presentan memorias de cálculo para verificar el método empleado.

C.4 — Cargas y Factores de Diseño.

Carga muerta y sobrecarga. Deben estar especificadas según la NSR-10.

No evidenciado. No se incluyen en los planos las cargas utilizadas en el diseño.

C.5 — Requisitos para Columnas.

Dimensiones y refuerzo.

Cumple parcialmente. Las dimensiones cumplen y se detallan claramente los estribos de confinamiento.

Relación ancho-altura. Se debe verificar que las columnas cumplan con la esbeltez permitida.

Cumple. Las proporciones en los planos son adecuadas.

C.6 — Requisitos para Vigas.

Refuerzo positivo y negativo.

Cumple. Se detallan anclajes y refuerzo transversal adecuado en zonas críticas.

C.7 — Requisitos para Muros Estructurales.

Distribución y confinamiento.

Cumple. Se observan muros con detalles claros del refuerzo horizontal y vertical.

C.8 — Conexiones y Detalles Estructurales.**Juntas de dilatación y anclajes.**

No cumple completamente. No se observan juntas de dilatación ni detalles específicos de anclaje.

C.9 a C.21 — Requisitos Específicos Adicionales.

Ductilidad de elementos estructurales (C.10, C.21). Se requieren confinamientos adecuados en elementos sísmicamente resistentes.

No evidenciado. No se observan detalles claros sobre confinamiento en columnas y vigas.

Losas y diafragmas (C.11, C.12). Deben funcionar adecuadamente para transmisión de cargas laterales.

Cumple parcialmente. Se presentan losas en los planos, pero falta información sobre su comportamiento como diafragma.

Diseño por capacidad (C.13). Debe garantizarse una jerarquía de resistencias para evitar modos de falla frágil.

No especificado. No se evidencia en los planos.

Diseño de fundaciones (C.18). Las cimentaciones deben diseñarse acorde a la capacidad portante del suelo.

Cumple parcialmente. Se incluyen zapatas, pero sin información sobre el estudio de suelos y diseño detallado.

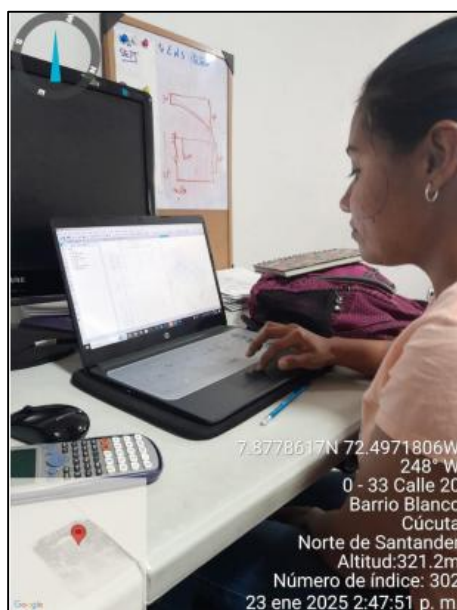
Objetivo 4. Preparar los costos y presupuestos de los elementos estructurales, incorporando materiales, mano de obra y tiempos de ejecución, con el fin de asegurar una planificación financiera eficiente.

Estimación de cantidades de obra

A partir de los planos estructurales, se calcularon las cantidades exactas de materiales necesarios para la ejecución del proyecto. Esto incluyó volúmenes de concreto (m^3), peso total del acero de refuerzo (kg), número de estribos, longitudes de varillas y anclajes, y demás ítems necesarios para la obra estructural.

Figura 57

Instalación del software DL-NET® para el cálculo de cantidades de acero en kilogramos



Nota. Instalación del software DL-NET®, utilizado para calcular la cantidad de acero en kilogramos en proyectos estructurales.

Figura 58

Pesos Totales de acero de Refuerzo del Proyecto Fabrica Jean

RESUMEN DE PESOS BARRAS FIGURADAS			
DIAMETRO	Fy (Mpa)	LONGITUD (m)	PESO (kg)
3/4"	420	586.80	1311.50
5/8"	420	2.745.34	4260.77
1/2"	420	3.208.72	3189.47
3/8"	420	8.778.24	4915.81
1/4"	420	49.70	12.38
TOTAL BARRAS FIGURADAS			13689.92

RESUMEN DE PESOS BARRAS ESTANDAR				
DIAMETRO	Fy (Mpa)	LONGITUD (m)	CANTIDAD	PESO (kg)
1/2"	420	12.00	18.0	214.70
TOTAL ESTANDAR				214.70

RESUMEN DE PESOS MALLAS ELECTROSOLDADAS ESPECIALES			
MALLA	(Cantidad)	Area	PESO (kg)
XX-131	(54)	398.59	828.27
TOTAL MALLAS ESPECIALES			828.27

PESO TOTAL DEL PEDIDO = 14732.90 kg	
-------------------------------------	--

Nota. Resumen de pesos de diferentes tipos de barras y mallas utilizadas en construcción. Se divide en tres secciones principales: 'Resumen de Pesos Barras Figuradas', 'Resumen de Pesos Barras Estándar' y 'Resumen de Pesos Mallas Electrosoldadas Especiales'.

Cada sección proporciona información sobre el diámetro, resistencia (Fy), longitud, cantidad y peso de los elementos. También se incluyen los pesos totales por categoría y el peso total del pedido, que asciende a 14,732.90 kg.

Figura 59

Cantidades de Obra Sede Teresa Guasch

Longitud de muro de cerramiento	131.00 m			
Localización	131.00 m		1	
Excavación	131.00 m	0.7	0.5	
Retiro escombros	131	0.25	0.25	
Concreto Ciclopeo	131.00 m	0.5	0.5	
Solado de limpieza	131.00 m	0.4	0.05	
Vigas cimentación	131.00 m	0.3	0.3	
Vigas corona	131.00 m	0.25	0.12	
Columneta 25*12	52.40	0.25	0.12	0.7
Muro ladrillo a la vista	131.00 m	1		
Relleno material excavación	131.00 m	0.25	0.25	
Tubo estructural cerramiento vertical redondo de 2"	52.40 m	2.5		
Angulo estructural vertical de 1 1/2" cal 16 marco	9.00 m	52.4		
Malla eslabonada		131.00 m	5.00	
ASEO	MT2			

Nota. Cantidad de obra, listado de actividades y mediciones de la construcción de un muro de cerramiento.

La figura 63 corresponde al plano eléctrico detallado del proyecto residencial, distribuido en tres niveles, y forma parte del registro gráfico utilizado para la elaboración de la memoria de cantidades. En el plano se representan las rutas de canalización, ubicación de puntos eléctricos, interruptores, tomacorrientes, luminarias y tableros de distribución, siguiendo la simbología eléctrica convencional. Además, se incluye un cuadro resumen en la parte superior, en el que se cuantifican los diferentes elementos eléctricos por tipo, localización y nivel, especificando áreas, unidades y volumen total de obra.

Figura 64

Resumen Total de Acero Casa Playa Hermosa utilizado DL-NET®



ALMASA
LA EVOLUCIÓN DEL ACERO

EDIFICIO DUPLEX PLAYA HERMOSA

1

1

RESUMEN TOTAL

PÁGINA: 1 de 1

RESUMEN DE PESOS BARRAS FIGURADAS

REFERENCIA	DIAMETRO	LONGITUD (m)	PESO (kg)
186	#3	5,138.06	2,877.31
187	#4	3,200.55	3,200.55
188	#5	663.30	1,034.75
189	#6	337.50	759.38
TOTAL BARRAS FIGURADAS			7,871.99

RESUMEN DE PESOS BARRAS ESTANDAR

REFERENCIA	DIAMETRO	LONGITUD (m)	CANTIDAD	PESO (kg)
95	#5	6.00	1.0	9.36
TOTAL ESTANDAR				9.40

PESO TOTAL DEL PEDIDO = 7,881.39 kg

Nota. Cantidades de acero para el Edificio Dúplex Playa Hermosa, generado con el software DL-NET®

La figura 64 presenta el resumen total de pesos de acero de refuerzo correspondiente al proyecto Edificio Dúplex Playa Hermosa, generado mediante el software DL-NET®. El reporte detalla las barras figuradas y las barras estándar utilizadas en la estructura. En la primera sección se resumen las características de las barras figuradas, especificando la referencia, el diámetro, la longitud total y el peso en kilogramos para cada tipo (#3, #4, #5 y #6), alcanzando un total de 7.871,99 kg. La

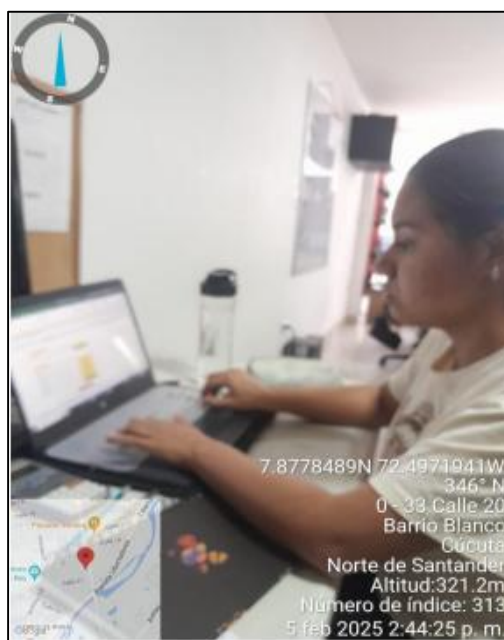
segunda sección incluye una barra estándar de diámetro #5, con una longitud de 6 metros y un peso de 9,40 kg. El peso total del pedido asciende a 7.881,39 kg, lo que permite llevar un control exacto del material requerido, optimizar el proceso de suministro y asegurar el cumplimiento de las especificaciones estructurales del proyecto.

Elaboración de presupuestos

Con base en los cálculos métricos, se elaboró un presupuesto estructural detallado en Excel. Se utilizaron precios unitarios actualizados de materiales, mano de obra, transporte y equipos, organizados por ítem. Finalmente, se generó un resumen del costo total estimado para la ejecución de la estructura, incluyendo márgenes de imprevistos y utilidades.

Figura 65

Inicio del proceso de elaboración del presupuesto con base en las cantidades de obra



Nota. Evidencia el inicio de la elaboración del presupuesto de obra, tomando como base las cantidades previamente calculadas.

Figura 66

Presupuesto Fabrica de Jean

PRESUPUESTO GENERAL					
				FECHA:	29/01/2025
FABRICA JEANS					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	VR. UNIT	V.R TOTAL
1	PRELIMINARES 1				
1.1	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO TOPOGRAFICO	M2	228	\$ 5,598.00	\$ 1,278,683.96
1.2	CERRAMIENTO EN TELA VERDE H=2.1M	ML	76	\$ 32,975.00	\$ 2,506,100.00
1.3	ROCERÍA Y LIMPIEZA	M2	228.42	\$ 1,632.00	\$ 372,781.44
1.4	NIVELACIÓN DEL TERRENO	M2	50.13	\$ 162,566.00	\$ 8,149,433.58
1.5	VALLA INFORMATIVA	UN	1	\$ 12,977.00	\$ 12,977.00
1.6	INSTALACIONES DE SERVICIOS PROVISIONALES	UN	1	\$ 119,220.00	\$ 119,220.00
1.6.1	INSTALACIÓN PROVISIONAL DE ENERGÍA	UN	1	\$ 500,000.00	\$ 500,000.00
1.7	CAMPAMENTO Y ALMACEN DE OBRA	Glb	1	\$ 732,756.00	\$ 732,756.00
1.8	CARGUE Y RETIRO DE MATERIAL SUELTO PRODUCTO DE SOBRESANTES Y/O DEMOLICIONES INCLUYE PAGO DE ESCOMBRERA	M3	52	\$ 20,032.00	\$ 1,041,664.00
SUBTOTAL CAP. 1 PRELIMINARES 1:					\$ 14,713,615.98
2	CIMENTACIÓN				
2.1	Excavación , rellenos y reemplazos				
2.1.1	EXCAVACIÓN MANUAL	M3	90.50	\$ 77,851.00	\$ 7,045,515.50
2.1.3	RELLENO Y COMPACTACIÓN MECÁNICA CON MATERIAL SELECCIONADO DE EXCAVACION	M3	49.50	\$ 66,868.00	\$ 3,309,966.00
2.2	Concreto Para Cimentación				
2.2.1	Base en concreto pobre e=0.05m (2500PSI)	m3	2.71	\$ 773,845.00	\$ 2,097,119.95
2.2.3	Concreto para Zapatas 21MPA +Formaleta	M3	21.66	\$ 930,492.00	\$ 20,151,665.24
2.2.4	Concreto para vigas de cimentación 21MPA	M3	15.88	\$ 1,084,989.00	\$ 17,229,625.32
2.2.5	Contrapiso Concreto 21MPA- 3000PSI h=15cm	m2	227.50	\$ 100,000.00	\$ 22,750,000.00
2.2.7	Concreto Ciclopeo Con Formaleta 17.5 Mpa	M3	0.50	\$ 884,091.00	\$ 440,277.32
2.3	Elementos Verticales de Concreto				
2.3.1	Columnas en concreto 21 MPA- (3000 Psi)	M3	25.04	\$ 1,302,598.00	\$ 32,617,053.92
2.4	Elementos Horizontales de Concreto				
2.4.1	Viga Amarre 21 Mpa- (3000PSI) n= 3.88	M3	21.00	\$ 1,476,965.00	\$ 31,016,265.00
2.4.2	Viga Amarre 21 Mpa- (3000PSI) n= 6.90	M3	23.00	\$ 1,624,661.50	\$ 37,367,214.50
2.4.3	Viga Amarre 21 Mpa- (3000PSI) n= 9.40	M3	2.67	\$ 1,476,965.00	\$ 3,943,496.55
2.5	Placas de Concreto				
2.5.1	Placa con Metaldeck 2" Calibre 20 E=0.12A n= 3.88	M2	262.50	\$ 300,691.59	\$ 78,931,542.38
2.5.2	Placa con Metaldeck 2" Calibre 20 E=0.12A n= 6.90	M2	262.50	\$ 365,318.35	\$ 95,896,066.61
SUBTOTAL CAP. 2 CIMENTACIÓN:					\$ 352,795,808.29
3	ACERO DE REFUERZO				
2.6.1	Figurado y amarre de acero 420 MPA	KG	13458.71	\$ 8,820.06	\$ 118,706,629.72
2.6.2	CONCRETO DE ESCALERAS	M3	5	\$ 1,652,000.00	\$ 8,260,000.00
SUBTOTAL CAP. 3 ACERO DE REFUERZO:					\$ 126,966,629.72
6	CUBIERTA				
6.1	CUBIERTA TEJA TERMOACUSTICA	M2	182.7	\$ 136,324.00	\$ 24,906,394.80
6.2	CORREA EN TUBO ESTRUCTURAL 150X50X4MM	ML	144	\$ 100,568.96	\$ 14,481,929.52
SUBTOTAL CAP. 6 CUBIERTA:					\$ 39,388,324.32
VALOR COSTOS DIRECTOS					\$ 533,864,378.32
VALOR COSTOS DIRECTOS					\$ 533,864,378.32
ADMINISTRACION				5%	\$ 26,693,219.00
IMPREVISTOS				1%	\$ 2,669,322.00
UTILIDAD				5%	\$ 26,693,219.00
TOTAL AIU				11%	\$ 56,055,760.00
IVA SOBRE LA UTILIDAD				19%	\$ 5,071,712.00
COSTOS DIRECTOS + INDIRECTOS					\$ 594,991,850.32

Nota. Presupuesto general del proyecto constructivo, con distribución por capítulos y resumen de costos directos e indirectos.

La figura 66 muestra el presupuesto general del proyecto constructivo, estructurado por capítulos conforme a las etapas principales de obra. Cada ítem incluye la descripción de la actividad, la unidad de medida, la cantidad prevista, el valor unitario y el valor total. Entre los capítulos destacados se encuentran los preliminares, cimentación, acero de refuerzo y cubierta,

cada uno con su respectivo subtotal. El presupuesto incluye el cálculo de los valores de los costos directos, correspondientes a materiales, mano de obra y equipos directamente relacionados con la ejecución, así como el monto total de los costos directos e indirectos, que integran además aspectos administrativos y generales del proyecto. Este consolidado presupuestal constituye una herramienta esencial para la planificación financiera y la toma de decisiones técnicas durante el desarrollo de la obra.

Figura 67

Presupuesto del Muro del Colegio Santo Ángel

PRESUPUESTO DE OBRA					
OBJETO:		PROPUESTA DE CERRAMIENTO			
FECHA: MARZO DE 2025					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UN	CANTIDAD CONTRATO	VALOR UNITARIO	VALOR CONTRACTUAL
1	OBRAS PRELIMINARES				
1.1	LOCALIZACION REPLANTEO	m2	21	\$ 5.559.00	\$ 116.739.00
1.2	EXCAVACION MANUAL SIN CLASIFICAR INCLUYE RETIRO	m3	7.35	\$ 81.400.00	\$ 598.290.00
1.3	DEMOLICIÓN MANUAL DE MURO EN BLOQUE	m2	63	\$ 16.725.00	\$ 1.053.675.00
1.4	RETIRO DE EXCOMBROS	m3	16	\$ 30.000.00	\$ 480.000.00
2	CIMENTACION				
2.1	BASE EN CONCRETO POBRE 0.05	m3	0.441	\$ 747.956.00	\$ 329.848.60
2.2	CONCRETO CICLOPEO CON FORMALETA	m3	5.04	\$ 743.315.00	\$ 3.746.307.60
2.3	CONCRETO VIGAS DE CIMENTACION 21 MPA CON FORMALETA	m3	1.9845	\$ 1.147.647.00	\$ 2.277.505.47
2.4	VIGAS CORONA 12"25	ML	21	\$ 162.458.00	\$ 3.411.618.00
2.5	COLUMNETAS 12"25	ML	20.58	\$ 127.000.00	\$ 2.613.660.00
2.6	MURO LADRILLO A LA VISTA E= 12 CM	m2	46.305	\$ 100.000.00	\$ 4.630.500.00
2.7	RELLENO MATERIAL EXCAVACION	m3	1.3125	\$ 69.000.00	\$ 90.562.50
2.8	ACERO DE REFUERZO	KG	373.59	\$ 8.900.00	\$ 3.324.951.00
3	SISTEMA AGUAS LLUVIAS				
3.01	ASEO	m2	63	\$ 2.500.00	\$ 157.500.00
TOTAL VALOR INICIAL				\$	22.831.157.17
RESUMEN EJECUTIVO OBRA CIVIL					
SUBTOTAL COSTO DIRECTO OBRA CIVIL					\$ 22.831.157.17
ADMINISTRACIÓN				29%	\$ 6.621.035.58
IMPREVISTOS				1%	\$ 228.311.57
UTILIDAD				5%	\$ 1.141.557.86
VALOR TOTAL OBRA CIVIL					\$ 30.822.062.18

Nota. Presupuesto detallado de obra civil para la propuesta de cerramiento, con desglose por actividades, cantidades, precios unitarios y valor contractual.

La figura 67 presenta el presupuesto detallado de obra civil correspondiente a la propuesta de cerramiento, elaborado en marzo de 2025. El documento desglosa cada actividad por capítulos, especificando la unidad de medida, la cantidad contratada, el valor unitario y el valor contractual. Las principales partidas incluyen obras preliminares (como replanteo, excavación, demolición y retiro de escombros), cimentación (con uso de concreto ciclópeo, vigas y columnas), muro en

ladrillo a la vista, relleno estructural y acero de refuerzo. El subtotal de los costos directos de obra asciende a \$22.831.157,17, al cual se suman los costos indirectos: administración (29%), imprevistos (1%) y utilidad (5%). El valor total estimado para la ejecución de la obra civil es de \$30.822.662,18, lo que permite establecer una base sólida para la contratación, planificación financiera y gestión del proyecto constructivo.

Figura 68

Presupuesto de obra cerramiento en malla eslabonada Sede Teresa Guash

PRESUPUESTO DE OBRA					
OBJETO:		PROPUESTA DE CERRAMIENTO EN CONCRETO CICLOPEO Y MALLA ESLABONADA			
FECHA: MARZO DE 2025					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UN	CANTIDAD CONTRATO	VALOR UNITARIO	VALOR CONTRACTUAL
1	OBRAS PRELIMINARES				
1.1	LOCALIZACION REPLANTEO	m2	131	\$ 5.559,00	\$ 728.229,00
1.2	EXCAVACION MANUAL SIN CLASIFICAR INCLUYE RETIRO	m3	45,85	\$ 81.400,00	\$ 3.732.190,00
1.4	DEMOLICION EN CONCRETO CICLOPEO	m3	23,58	\$ 159.041,00	\$ 3.750.186,78
1.5	DEMOLICION MANUAL DE MUROS EN BLOQUE	m2	0,096	\$ 22.500,00	\$ 2.160,00
1.6	RETIRO DE EXCOMBROS	m3	111,35	\$ 30.000,00	\$ 3.340.500,00
2	CIMENTACION				
2.1	BASE EN CONCRETO SOBRE 0,05	m3	3,93	\$ 580.000,00	\$ 2.279.400,00
2.1	CONCRETO CICLOPEO CON FORMALETA	m3	52,4	\$ 641.500,00	\$ 33.614.600,00
2.2	CONCRETO VIGAS DE CIMENTACION 21 MPA CON FORMALETA	m3	11,79	\$ 1.032.470,00	\$ 12.172.821,30
2.3	VIGAS CORONA 25"12	ML	131	\$ 49.138,00	\$ 6.437.078,00
2.4	COLUMNETAS 25"12	ML	36,68	\$ 48.625,00	\$ 1.790.901,00
2.6	MURO LADRILLO A LA VISTA E= 12 CM	m2	121,83	\$ 95.513,00	\$ 11.636.348,79
2.7	RELLENO MATERIAL EXCAVACION	m3	8,1875	\$ 69.000,00	\$ 564.937,50
2.8	TUBO ESTRUCTURAL CERRAMIENTO VERTICAL REDONDO DE 2"	ML	150	\$ 70.000,00	\$ 10.500.000,00
2.9	ANGULO ESTRUCTURAL VERTICAL DE 1 1/2" CAL 16 MARCO	ML	471,6	\$ 20.000,00	\$ 9.432.000,00
3.1	ACERO DE REFUERZO	KG	1906,54	\$ 8.900,00	\$ 16.968.206,00
3.2	MALLA ESLABONADA 2114	m2	655	\$ 34.000,00	\$ 22.270.000,00
5	SISTEMA AGUAS LLUVIAS				
3.01	ASEO	m2	393	\$ 2.500,00	\$ 982.500,00
				TOTAL VALOR INICIAL \$	140.202.058,37
RESUMEN EJECUTIVO OBRA CIVIL					
SUBTOTAL COSTO DIRECTO OBRA CIVIL				\$	140.202.058,37
A. I. U.				16%	\$ 22.432.329,00
ADMINISTRACION				10%	\$ 14.020.205,84
IMPREVISTOS				1%	\$ 1.402.020,58
UTILIDAD				5%	\$ 7.010.102,92
IVA				19%	\$ 1.331.919,55
VALOR TOTAL OBRA CIVIL					163.966.307,26
RESUMEN EJECUTIVO SERVICIOS					
NP 76	CERTIFICACION RETE	UND	1	\$	-

Nota. Presupuesto detallado de obra para el cerramiento en concreto ciclópeo y malla eslabonada, con desagregación por actividades, cantidades, valores unitarios, y costos indirectos como administración, utilidad e impuestos.

La figura 68 corresponde a un presupuesto de obra realizado en marzo de 2025, relacionado con la propuesta de cerramiento en concreto ciclópeo y malla eslabonada. En el documento se desglosan los ítems por actividad, indicando la unidad de medida, cantidad contratada, valor unitario y valor contractual. Entre las actividades principales se encuentran las obras preliminares, que incluyen localización, excavaciones y demoliciones; la cimentación, con elementos como concreto ciclópeo, vigas, columnas, muros, rellenos, estructura metálica, acero de refuerzo y malla

eslabonada. Al final del cuadro se presenta un resumen ejecutivo con los recargos por administración (16 %), imprevistos (1 %), utilidad (9 %) e IVA (19 %), lo cual permite calcular el valor total de la obra civil, que asciende a \$163.966.307,26.

Figura 69

Presupuesto de obra Muro Contención al costado de la AV 7 con calle 4ª

PRESUPUESTO DE OBRA					
OBJETO:		PROPUESTA MURO CONTENCIÓN			
FECHA: ABRIL DE 2025					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UN	CANTIDAD CONTRATO	VALOR UNITARIO	VALOR CONTRACTUAL
1	OBRAS PRELIMINARES				
1.1	LOCALIZACIÓN REPLANTEO	m2	15.75	\$ 5,914.00	\$ 93,145.50
1.2	EXCAVACIÓN MANUAL, SIN CLASIFICAR INCLUYE RETIRO	m3	38.325	\$ 94,533.00	\$ 3,622,977.23
1.3	RETIRO DE EXCOMBROS	m3	14.57	\$ 40,794.00	\$ 594,424.67
2	CIMENTACION				
2.1	RELLENO MATERIAL EXCAVACION	m3	27.12	\$ 69,000.00	\$ 1,871,021.25
2.2	BASE EN CONCRETO POBRE 0.05	m3	0.827	\$ 769,356.00	\$ 636,161.24
2.3	CONCRETO 21 MPA	m3	11,208.75	\$ 1,171,232.00	\$ 13,128,046.88
2.4	ACERO DE REFUERZO	KG	1200.00	\$ 8,900.00	\$ 10,680,000.00
3	SISTEMA AGUAS LLUVIAS				
3.1	ASEO	m2	47.25	\$ 2,500.00	\$ 118,125.00
TOTAL VALOR INICIAL				\$	30,743,901.57
RESUMEN EJECUTIVO OBRA CIVIL					
SUBTOTAL COSTO DIRECTO OBRA CIVIL				\$	30,743,901.57
ADMINISTRACION				29%	\$ 8,915,731.46
IMPREVISTOS				1%	\$ 307,439.02
UTILIDAD				5%	\$ 1,537,195.08
VALOR TOTAL OBRA CIVIL				\$	41,904,267.12
RESUMEN EJECUTIVO SERVICIOS					
VALOR COMPONENTE SST INCLUIDO PERSONAL				UND	\$ 3,500,000.00
VALOR COMPONENTE SOCIAL INCLUIDO PERSONAL				UND	\$ 3,500,000.00
VALOR COMPONENTE AMBIENTAL INCLUIDO PERSONAL				UND	\$ 3,500,000.00
SUBTOTAL COSTOS OBRA NO PREVISTA SERVICIOS				\$	10,500,000.00
COSTO TOTAL DE LA OBRA				\$	52,004,267.12

Nota. Presupuesto para la propuesta de muro de contención, con desagregación de costos por actividades constructivas, componentes administrativos e impactos sociales y ambientales.

La figura 69 muestra el presupuesto detallado para la propuesta de construcción de un muro de contención, con fecha de elaboración en abril de 2025. En el documento se discriminan las actividades por ítems, unidad de medida, cantidad contratada, valor unitario y el valor contractual correspondiente. El presupuesto contempla tres grandes grupos de actividades: obras preliminares (localización, excavación y retiro de escombros), cimentación (relleno de excavación, colocación de base en concreto, concreto 21 MPA y acero de refuerzo). El subtotal del costo directo de obra civil asciende a \$30.743.901,57, al que se le agregan porcentajes por administración (29 %), imprevistos (1 %) y utilidad (5 %). Esto da como resultado un valor total de obra civil de \$41.904.267,12. Además, el resumen ejecutivo de servicios incluye valores correspondientes a los

componentes SST, social y ambiental, con un subtotal de \$10.500.000. Así, el costo total del proyecto asciende a \$52.404.267,12.

Figura 70

Presupuesto Casa Playa Hermosa

PRESUPUESTO PLAYA HERMOSA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	V/R UNITARIO	SUB TOTALES
1.00	PRELIMINARES Y EXCAVACIONES				\$ 25,259,204
1.01	CAMPAMENTO DE 18 M2	und	1.00	\$ 6,002,546.00	\$ 6,002,546
1.02	CERRAMIENTO EN TELA VERDE	m	10.00	\$ 91,227.00	\$ 912,270
1.03	VALLA CONTRUCCION AMARILLA PARA SOLICITUD	und	1.00	\$ 80,000.00	\$ 80,000
1.04	RED DE AGUA PROVISIONAL L=50M 5 SALIDAS	und	1.00	\$ 944,301.00	\$ 944,301
1.05	RED ELECTRICA PROVISIONAL 5 SALIDAS	und	1.00	\$ 1,950,760.00	\$ 1,950,760
1.06	LOCALIZACION Y REPLANTEO	m2	159.79	\$ 7,058.00	\$ 1,127,798
1.07	ROCERIA Y LIMPIEZA	m2	159.79	\$ 2,562.00	\$ 409,382
1.08	EXCAVACION MANUAL SIN CLASIFICAR	m3	55.26	\$ 94,533.00	\$ 5,223,821
1.09	RELLENO CON MATERIAL DE SITIO	m3	15.25	\$ 49,448.00	\$ 754,082
1.10	RETIRO MANUAL MATERIAL EXCAVADO	m3	55.26	\$ 40,794.00	\$ 2,254,245
1.11	SERVICIOS AGUA	Gl	8.00	\$ 350,000.00	\$ 2,800,000
1.11	SERVICIOS LUZ	Gl	8.00	\$ 350,000.00	\$ 2,800,000
2.00	ESTRUCTURAS DE CONCRETO Y REFUERZO				\$ 268,965,916
2.01	CONCRETO PARA ZAPATAS RECTANGULARES	m3	7.54	\$ 1,087,832.00	\$ 8,200,513
2.02	CONCRETO PARA PEDESTALES	m3	0.66	\$ 1,025,079.00	\$ 677,118
2.03	CONCRETO DE SANEAMIENTO DE E=0.05 M	m3	1.05	\$ 769,356.00	\$ 805,516
2.04	CONCRETO VIGA DE AMARRE CIMENTACIÓN 21 MPA	m3	7.88	\$ 1,171,232.00	\$ 9,223,452
2.05	CONCRETO VIGA ENTREPISO 21 MPA	m3	24.50	\$ 1,651,925.00	\$ 40,472,163
2.06	CONCRETO VIGA CORONA 21MPA	m3	7.72	\$ 1,651,925.00	\$ 12,752,448
2.07	CONCRETO ESCALERA 21 MPA	m3	4.45	\$ 1,939,951.00	\$ 8,632,782
2.08	MALLA ELECTROSOLDADA 5 MM (0.15MX0.15M)	m2	463.67	\$ 16,375.00	\$ 7,592,629
2.09	CONCRETO COLUMNA RECTANGULAR A<1600 DE 21MPA	m3	8.82	\$ 1,579,957.00	\$ 13,936,990
2.10	REFUERZO FY= 4200 KG/CM2	kg	8275.46	\$ 8,820.06	\$ 72,990,049
2.11	PLACA CONTRAPISO E=0.08M	m2	131.41	\$ 101,622.99	\$ 13,354,480
2.12	PLACA METALDECK 2" CALIBRE 22 E=0.10M	m2	335.00	\$ 233,711.00	\$ 78,293,185
2.13	PLACA TANQUE MACIZA E=0.1M	m3	1.05	\$ 1,946,977.00	\$ 2,034,591
3.00	MAMPOSTERIA				\$ 50,881,664
3.01	MURO EN BLOQUE NO.5 ROSADO B=0.10M	m2	820.67	\$ 62,000.00	\$ 50,881,664
4.00	PISOS				\$ 37,364,399
4.01	ENCHAPE CERAMICO PARA EXTERIOR ALTO TRAFICO CON TIPO MADERA FORMATO 15*30CM ANTIDESLIZANTE COLOR GRIS	m2	26.32	\$ 113,719.00	\$ 2,993,084
4.02	ENCHAPE CERAMICO PARA EXTERIOR ALTO TRAFICO CON ACABADO CORRUGADO ANTIDESLIZANTE COLOR BEIGE CON PUNTO DE LUZ (2 POR PASO)	m2	109.43	\$ 122,074.00	\$ 13,358,558
4.03	PISO EN PORCELANATO DE 60X60	m2	151.20	\$ 99,561.00	\$ 15,053,623
4.04	TABLÓN DE GRES COLONIAL DE 30X30 CM PATIOS (INCLUYE PEGO O MORTERO)	m2	10.71	\$ 92,559.00	\$ 991,307
4.05	GUARDAESCOBAS H=0.10CM	m2	111.82	\$ 44,427.00	\$ 4,967,827
5.00	REVESTIMIENTO PARA MUROS				\$ 117,212,470
5.01	PAÑETE RUSTICO MURO 1:5	m2	1,611.54	\$ 39,137.00	\$ 63,070,841
5.02	ESTUCCO	m2	1,611.54	\$ 15,288.00	\$ 24,637,285
5.03	PINTURA VINILO SOBRE ESTUCCO (VINILTEX)	m2	1,611.54	\$ 16,516.00	\$ 26,616,261
5.04	FACHALETA CERÁMICA FORMATO 30X45 SECCIONADO	m2	22.14	\$ 79,170.00	\$ 1,752,824
5.05	PERGOLA EN MADERA BARNIZADA	m2	6.80	\$ 166,950.00	\$ 1,135,260
6.00	ENCHAPES				\$ 5,860,780
6.01	ENCHAPE CERAMICO PARA BAÑO 20X20	m2	93.81	\$ 62,475.00	\$ 5,860,780
7	CARPINTERIA Y VIDRIOS				\$ 40,193,727
7.01	PORTÓN METÁLICO CON PERFILARIA HORIZONTAL MACIZA DE 40X40MM, DE 3 CUERPOS CON PUERTA PEATONAL	m2	7.66	\$ 408,240.00	\$ 3,128,302
7.02	PUERTAS EN PERFILARIA DE ALUMINIO CON VIDRIO TEMPLADO DE 10 MM	m2	14.27	\$ 523,950.00	\$ 7,478,862
7.03	VENTANERIA METALICA EN ALUMINIO DE DOS CUERPOS CON VIDRIO TEMPLADO DE 5 MM	m2	7.68	\$ 334,425.00	\$ 2,569,889
7.04	VENTANERIA METALICA FUA EN ALUMINIO DE DOS CUERPOS VERTICALES CON VIDRIO TEMPLADO DE 8 MM	m2	1.53	\$ 343,560.00	\$ 523,998
7.05	BARANDA EN ALUMINIO ANODIZADO EN COLOR NEGRO CON MANGO EN MADERA BARNIZADA	m	6.88	\$ 246,750.00	\$ 1,697,640
7.06	VENTANERIA METALICA CON BARANDAL DE VIDRIO ANCLADO EN VISAGRAS Y SOPORTES EN ACERO INOXIDABLE	m2	6.61	\$ 505,260.00	\$ 3,339,769
7.07	VENTANERIA METALICA EN ALUMINIO DE TRES CUERPOS CON VIDRIO TEMPLADO DE 5 MM	m2	1.82	\$ 428,190.00	\$ 779,306
7.08	PUERTAS MADERA	m2	30.68	\$ 350,000.00	\$ 10,738,700
7.09	PUERTA ENTRADA LOCAL 1 Y LOCAL 2	m2	4.40	\$ 350,000.00	\$ 1,540,000
7.1	PUERTA DEPOSITO DE ALUMINIO	m2	1.92	\$ 330,365.00	\$ 634,301
7.11	VENTANA BAÑO EN ALUMINIO	m2	1.62	\$ 359,000.00	\$ 582,190
7.12	VENTANA EN ALUMINIO	m2	10.46	\$ 359,000.00	\$ 3,755,355
7.13	VENTANERIA ANCLADA A SOPORTES DE ACERO INOXIDABLE CON VIDRIO TEMPLADO DE 5MM	m2	10.10	\$ 339,150.00	\$ 3,425,415

8.00	INSTALACIONES SANITARIAS Y PLUVIALES				\$	14,354,018
8.01	JACOMETIDA RED DE AGUAS SANITARIAS (AGUAS NEGRAS)	Gl	1.00	\$	3,500,000.00	\$ 3,500,000
8.02	ACOMETIDA RED DE VENTILACIÓN SANITARIA	Gl	1.00	\$	3,500,000.00	\$ 3,500,000
8.03	ACOMETIDA RED AGUAS LLUVIAS	Gl	1.00	\$	3,500,000.00	\$ 3,500,000
8.04	PUNTO SANITARIO DE 4"	und	9.00	\$	196,212.00	\$ 1,765,908
8.05	PUNTO SANITARIO DE 2"	und	9.00	\$	122,830.00	\$ 1,105,470
8.06	PUNTO AGUAS LLUVIAS 3"	und	8.00	\$	122,830.00	\$ 982,640
9.00	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS					\$ 25,197,963
9.01	TUBERIAS HIDRAULICAS (PVC PRESION)	Gl	1.00	\$	6,000,000.00	\$ 6,000,000
9.02	ACCESORIOS Y ELEMENTOS HIDRAULICOS	Gl	1.00	\$	5,000,000.00	\$ 5,000,000
9.03	PUNTOS DE AGUA (ARTEFACTOS HIDRAULICOS)	und	31.00	\$	103,973.00	\$ 3,223,163
9.04	TANQUE SUBTERRANEO 2.00x2.50x2 (excavacion+concreto + refuerzo)	m3	4.60	\$	2,038,000.00	\$ 9,374,800
9.05	EQUIPO DE BOMBEO	GL	1.00	\$	1,600,000.00	\$ 1,600,000
10.00	APARATOS SANITARIOS					\$ 26,553,604
10.01	LAVAMANOS DE PEDESTAL	und	9	\$	1,087,911.00	\$ 9,791,199
10.02	LAVAPLATOS EN ACERO L=1.00*0.50 M INCLUYE ACCESORIOS	und	2	\$	844,125.00	\$ 1,688,250
10.03	LAVADERO PREFABRICADO EN CONCRETO	und	2	\$	453,134.00	\$ 906,268
10.04	MESON LAVAPLATOS GRANITO OSCURO	m	3.5	\$	1,600,000.00	\$ 5,600,000
10.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE DUCHA SENCILLA	und	6	\$	739,197.00	\$ 4,435,182
10.07	REJILLA DE PISO PARA DUCHA, PATIO DE ROPAS Y BAÑO	und	19	\$	12,757.00	\$ 242,383
10.08	SANITARIO C1 LAGUNA 4.8	und	9	\$	432,258.00	\$ 3,890,322
11.00	CARPINTERIA DE MADERA (CLOSETS Y GABINETES COCINA)					\$ 11,794,891
11.01	CLOSETS LINEA ECONOMICA	m2	5.00	\$	1,195,589.00	\$ 5,977,945
11.02	GABINETE MELAMINA LINEA ECONOMICA B=0.60M INSTALADO	ml	4.92	\$	1,182,306.00	\$ 5,816,946
12.00	INSTALACIONES ELECTRICAS					\$ 40,911,468
12.01	PUNTO ELECTRICO	und	154.00	\$	216,452.00	\$ 33,333,608
12.03	ELECTRICIDAD	Gl	1.00			\$ -
12.04	TOMAS COMUN	und	39.00	\$	6,000.00	\$ 234,000
12.05	ILUMINARIA DE APLIQUE 15 W	und	39.00	\$	6,800.00	\$ 265,200
12.06	PANEL LEW 9 W	und	87.00	\$	18,900.00	\$ 1,644,300
12.07	INTERRUPTOR SENCILLO	und	18.00	\$	6,800.00	\$ 122,400
12.08	INTERRUPTOR DOBLE	und	11.00	\$	11,900.00	\$ 130,900
12.09	INTERRUPTOR TRIPLE	und	11.00	\$	16,900.00	\$ 185,900
12.10	TABLERO MONOFASICO 6CRT	und	2.00	\$	258,873.00	\$ 517,746
12.11	ARMARIO DE MEDIDOR 3 CUENTAS	und	1.00	\$	258,873.00	\$ 258,873
12.12	TABLERO BIFASICO 4 CTS	und	1.00	\$	220,047.00	\$ 220,047
12.13	SENSOR PARQUEADERO	und	7.00	\$	126,000.00	\$ 882,000
12.14	TABLERO TRIFASICO 24 CRT	und	1.00	\$	2,160,314.00	\$ 2,160,314
12.15	TABLERO TRIFASICO 12 CIRCUITOS	und	1.00	\$	797,780.00	\$ 797,780
12.16	CAJA TV PRINCIPAL 30X30X15 cm	und	2.00	\$	79,200.00	\$ 158,400
13.00	INSTALACIONES GAS DOMICILIARIO		0			\$ 15,000,000
13.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE REDES + MEDIDORES	Gb	1	\$	15,000,000.00	\$ 15,000,000
14.00	CUBIERTAS					\$ 44,726,429
14.01	IMPERMEABILIZACION MANTO ASFALTICO 3MM	m2	116	\$	56,507.00	\$ 6,554,812
14.02	CIELO RASO EN DRYWALL 1/2"	m2	325.00	\$	114,191.00	\$ 37,112,075
14.03	PERGOLA EN MADERA (30*6) CM CLARABOYA DE CUPULA FIJA PARABOLICA MONOVALVA, DE	ml	5.30	\$	62,829.00	\$ 332,994
14.04	POLIMETILMETACRILATO (PMMA), DE BASE RECTANGULAR, LUZ DE HUECO 40X80 CM. ZÓCALO DE 25 CM DE ALTURA, REALIZADO CON MAMPOSTERIA	und	2.00	\$	363,273.93	\$ 726,548
14.00	ASEO Y LIMPIEZA	Gb	1	\$	1,000,000.00	\$ 1,000,000
				SUBTOTAL		\$ 725,276,533
				ADM	\$ 0.10	\$ 72,527,653
				IMP	\$ 0.05	\$ 36,263,827
				UTI		\$ -
				TOTAL		\$ 834,068,012

Nota. Presupuesto parcial de obra por capítulos e ítems con identificación de costos elevados. Los capítulos están resaltados en amarillo para facilitar su lectura, mientras que los valores en rojo representan precios altos que pueden ser objeto de revisión para disminuir el presupuesto general.

La figura 70 corresponde a un cuadro presupuestal detallado que consolida los costos parciales de una obra de construcción civil, estructurado por capítulos que agrupan las diferentes actividades constructivas esenciales para el desarrollo del proyecto. Cada capítulo se encuentra

claramente resaltado en color amarillo, lo cual permite identificar de manera rápida y visual los distintos componentes del presupuesto, como, por ejemplo: estructuras de concreto y refuerzo, mampostería, revestimientos, instalaciones hidrosanitarias, carpintería de madera e instalaciones eléctricas. Dentro de cada uno de estos capítulos, se enumeran ítems específicos que detallan las actividades o materiales correspondientes, junto con su unidad de medida (m^2 , m^3 , unidad, entre otros), la cantidad requerida, el valor unitario y el subtotal resultante del producto entre cantidad y valor unitario.

Un aspecto relevante de esta figura es el uso del color rojo para señalar aquellos ítems cuyos costos unitarios o subtotales presentan valores significativamente altos en comparación con los demás, lo cual sugiere que estos elementos podrían estar sobredimensionados o ser susceptibles de revisión. Esta codificación cromática facilita la identificación visual de los puntos críticos dentro del presupuesto que podrían ser optimizados con el fin de reducir el costo total del proyecto sin comprometer la calidad de la obra. Se observa, por ejemplo, que en el capítulo de instalaciones eléctricas y seguridad hay partidas con costos resaltados en rojo, lo que indica la necesidad de evaluar alternativas más económicas o una mejor especificación técnica.

Al final del documento se presenta el subtotal general acumulado, que alcanza un valor de \$726.278.853, representando el costo parcial de todas las actividades incluidas hasta ese momento del proyecto.

Figura 71

Presupuesto Casa Soledad

PRESUPUESTO VIVIENDA SOLEDAD					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	V/R UNITARIO	SUB TOTALES
1.00	PRELIMINARES Y EXCAVACIONES				\$ 17,383,996
1.01	CAMPAMENTO DE 18 M2	und	1.00	\$ 6,002,546.00	\$ 6,002,546
1.02	VALLA CONTRUCCION AMARILLA PARA SOLICITUD	und	1.00	\$ 80,000.00	\$ 80,000
1.03	RED DE AGUA PROVISIONAL L=50M 5 SALIDAS	und	1.00	\$ 944,301.00	\$ 944,301
1.04	RED ELECTRICA PROVISIONAL 5 SALIDAS	und	1.00	\$ 1,950,760.00	\$ 1,950,760
1.05	CERRAMIENTO EN TELA VERDE	m1	10.00	\$ 91,227.00	\$ 912,270
1.06	LOCALIZACION Y REPLANTEO	m2	260.00	\$ 7,058.00	\$ 1,835,080
1.07	ROCERIA Y LIMPIEZA	m2	180.70	\$ 2,562.00	\$ 462,953
1.08	EXCAVACION MANUAL SIN CLASIFICAR	m3	31.40	\$ 94,533.00	\$ 2,968,298
1.09	RELLENO CON MATERIAL DE SITIO	m3	17.52	\$ 49,448.00	\$ 866,329
1.10	RETIRO MANUAL MATERIAL EXCAVADO	m3	13.76	\$ 40,794.00	\$ 561,458
1.11	SERVICIOS MES	Gl	1.00	\$ 800,000.00	\$ 800,000
2.00	ESTRUCTURAS DE CONCRETO Y REFUERZO				\$ 168,959,838
2.01	CONCRETO PARA ZAPATAS RECTANGULARES	m3	4.25	\$ 1,087,832.00	\$ 4,622,198
2.02	CONCRETO PARA PEDESTALES	m3	2.36	\$ 1,025,079.00	\$ 2,419,058
2.03	CONCRETO DE SANEAMIENTO DE E=0.05 M	m3	0.61	\$ 769,356.00	\$ 466,999
2.04	CONCRETO VIGA DE AMARRE CIMENTACIÓN 21 MPA	m3	7.15	\$ 1,171,232.00	\$ 8,379,433
2.05	CONCRETO VIGA ENTREPISO 21 MPA	m3	6.16	\$ 1,651,925.00	\$ 10,171,926
2.06	CONCRETO VIGA CORONA 21MPA	m3	8.00	\$ 1,651,925.00	\$ 13,219,926
2.07	CONCRETO ESCALERA 21 MPA	m3	0.63	\$ 1,939,951.00	\$ 1,222,169
2.08	MALLA ELECTROSOLDADA 5 MM (0.15MX0.15M)	m2	292.01	\$ 16,375.00	\$ 4,781,664
2.09	CONCRETO COLUMNA RECTANGULAR A<1600 DE 21MPA	m3	8.06	\$ 1,579,957.00	\$ 12,729,714
2.10	REFUERZO FY= 4200 KG/CM2	kg	5607.00	\$ 8,820.06	\$ 49,454,076
2.11	PLACA CONTRAPISO E=0.08M	m2	127.00	\$ 101,622.99	\$ 12,906,120
2.12	PLACA MACIZA ENTREPISO E=0.06CM	m2	258.33	\$ 184,256.00	\$ 47,598,852
2.13	PLACA TANQUE MACIZA E=0.1M	m3	0.51	\$ 1,946,977.00	\$ 987,701
3.00	MAMPOSTERIA				\$ 27,419,884
3.01	MURO EN BLOQUE NO.5 ROSADO B=0.10M	m2	442.26	\$ 62,000.00	\$ 27,419,884
4.00	PISOS				\$ 25,775,095
4.01	ENCHAPE CERAMICO PARA EXTERIOR ALTO TRAFICO CON TIPO MADERA FORMATO 15*30CM ANTIDESLIZANTE COLOR GRIS	m2	42.27	\$ 113,719.00	\$ 4,806,902
4.02	ENCHAPE CERAMICO PARA EXTERIOR ALTO TRAFICO CON ACABADO CORRUGADO ANTIDESLIZANTE COLOR BEIGE CON PUNTO DE LUZ (2 POR PASO)	m2	11.10	\$ 122,074.00	\$ 1,355,021
4.03	PISO EN PORCELANATO DE 60X60	m2	153.46	\$ 99,561.00	\$ 15,278,631
4.04	TABLÓN DE GRES COLONIAL DE 30X30 CM PATIOS (INCLUYE PEGO O MORTERO)	m2	7.38	\$ 92,559.00	\$ 683,085
4.05	GUARDAESCOBAS H=0.10M	m1	82.19	\$ 44,427.00	\$ 3,651,455
5.00	REVESTIMIENTO PARA MUROS				\$ 52,435,643
5.01	PANETE RUSTICO MURO 1:5	m2	739.14	\$ 39,137.00	\$ 28,927,894
5.02	ESTUCCO	m2	739.14	\$ 15,288.00	\$ 11,300,040
5.03	PINTURA VINILO SOBRE ESTUCCO (VINILTEX)	m2	739.14	\$ 16,516.00	\$ 12,207,709
6.00	ENCHAPES				\$ 2,767,643
6.01	ENCHAPE CERAMICO PARA BAÑO 20X20	m2	44.30	\$ 62,475.00	\$ 2,767,643
7	CARPINTERIA Y VIDRIOS				\$ 36,194,382
7.01	PUERTA PRINCIPAL (PUERTA PRINCIPAL ENTAMBORADA RECUBIERTA CON PERGOLA DE MELAMINA REFERENCIA SIKUANI CON MANUJA EN ALUMINIO COLOR NATURAL)	m2	3.24	\$ 374,850.00	\$ 1,214,514
7.02	PUERTA MADERA (0.80*2)M	m2	9.60	\$ 350,000.00	\$ 3,360,000
7.03	PUERTA MADERA (0.90*2)M	m2	3.60	\$ 380,000.00	\$ 1,368,000
7.04	VENTANERIA EN ALUMINIO NATURAL CORREDIZA 5020+ VIDRIO 0.04M	m2	50.19	\$ 307,142.00	\$ 15,414,228
7.05	ESCALERA (BARANDA VIDRIO TEMPLADO Y ACERO INOXIDABLE) VENTANERIA EN ALUMINIO CON ESTRUCTURA PISO A TECHO DE TRES	m2	5.49	\$ 519,000.00	\$ 2,849,310
7.06	HOJAS DILATADA A LA MITAD PARTE SUPERIOR CORREDERA, PARTE INFERIOR FIJA, ALUMINIO COLOR NEGRO CON VIDRIO DE 8 MM.	m2	51.64	\$ 232,152.00	\$ 11,988,329
8.00	INSTALACIONES SANITARIAS Y PLUVIALES				\$ 14,517,342
8.01	RED DE AGUAS SANITARIAS (AGUAS NEGRAS)				
8.02	TUBERIA PVC SANITARIA 4"	m1	45.00	\$ 53,746.00	\$ 2,418,570
8.03	TUBERIA PVC SANITARIA 3"	m1	20.00	\$ 46,681.00	\$ 933,620
8.04	TUBERIA PVC SANITARIA 2"	m1	35.00	\$ 32,485.00	\$ 1,136,975
8.05	CODOS SANITARIOS (4",3",2")	und	25.00	\$ 33,000.00	\$ 825,000
8.06	TEES SANITARIOS	und	18.00	\$ 16,500.00	\$ 297,000
8.07	BAJANTE SANITARIOS 4"	und	5.00	\$ 74,881.00	\$ 374,405
8.08	CAJA DE INSPECCION (1.0*1.0)M	und	1.00	\$ 1,203,207.00	\$ 1,203,207
8.09	CAJA DE INSPECCION (0.6*0.6)M	und	2.00	\$ 499,320.00	\$ 998,640
8.10	RED DE VENTILACION SANITARIA				
8.11	TUBERIA PVC VENTILACION 2"	m1	30.00	\$ 42,631.00	\$ 1,278,930
8.12	CODOS VETILACION 2"	und	8.00	\$ 16,875.00	\$ 135,000
8.13	TEE VENTILACION	und	5.00	\$ 18,125.00	\$ 90,625
8.14	RED AGUAS LLUVIAS				
8.15	TUBERIA PVC AGUAS LLUVIAS 4"	m1	40.00	\$ 54,552.00	\$ 2,182,080
8.16	BAJANTE PLUVIALES 4"	und	4.00	\$ 52,262.00	\$ 209,048
8.17	CODOS PLUVIALES	und	12.00	\$ 12,625.00	\$ 151,500
8.03	PUNTO SANITARIO DE 4"	und	6.00	\$ 196,212.00	\$ 1,177,272
8.04	PUNTO SANITARIO DE 2"	und	5.00	\$ 122,830.00	\$ 614,150
8.05	PUNTO AGUAS LLUVIAS 3"	und	4.00	\$ 122,830.00	\$ 491,320

9.00	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS				\$	41,716,018
9.01	TUBERIAS HIDRAULICAS (PVC PRESION)					
9.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC Ø 1 1/2"	ml	6.00	\$	48,892.00	\$ 293,352
9.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC Ø 1 1/2"	ml	15.00	\$	19,375.00	\$ 290,625
9.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC Ø 1"	ml	25.00	\$	32,393.00	\$ 809,825
9.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC Ø 3/4"	ml	40.00	\$	25,432.00	\$ 1,017,280
9.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC Ø 1/2"	ml	60.00	\$	21,456.00	\$ 1,287,360
9.07	ACCESORIOS Y ELEMENTOS HIDRAULICOS					
9.08	LLAVE DE CORTE Ø 1/2"	und	12.00	\$	13,750.00	\$ 165,000
9.09	REGISTRO DE INCORPORACION Ø 1/2"	und	1.00	\$	16,250.00	\$ 16,250
9.10	MEDIDOR TOTALIZADOR Ø 1"	und	1.00	\$	747,325.00	\$ 747,325
9.11	ADAPTADORES, UNIONES, REDUCCIONES (VARIOS Ø)	und	15.00	\$	25,000.00	\$ 375,000
9.12	VÁLVULAS Y FLANCHES TANQUE ELEVADO	und	4.00	\$	150,000.00	\$ 600,000
9.13	COLLAR DE DERIVACION Ø 3"x1/2"	und	1.00	\$	23,750.00	\$ 23,750
9.14	PUNTOS DE AGUA (ARTEFACTOS HIDRAULICOS)	und	20.00	\$	103,973.00	\$ 2,079,460
9.15	JACUZZI (HIDROMASAJE SANTORINI)	m2	4.40	\$	7,089,475.00	\$ 31,193,690
9.16	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 2000 LITROS	und	1.00	\$	2,817,101.00	\$ 2,817,101
10.00	APARATOS SANITARIOS				\$	18,334,416
10.01	LAVAMANOS DE PEDESTAL	und	5	\$	1,087,911.00	\$ 5,439,555
10.02	LAVAPLATOS EN ACERO L=1.00*0.50 M INCLUYE ACCESORIOS	und	1	\$	844,125.00	\$ 844,125
10.03	LAVADERO PREFABRICADO EN CONCRETO	und	1	\$	453,134.00	\$ 453,134
10.04	MESON LAVAPLATOS GRANITO OSCURO	m	3.5	\$	1,600,000.00	\$ 5,600,000
10.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE DUCHA SENCILLA	und	5	\$	739,197.00	\$ 3,695,985
10.07	REJILLAS DE PISO PARA DUCHA, PATIO DE ROPAS Y BAÑO	und	11	\$	12,757.00	\$ 140,327
10.08	SANITARIO C1 LAGINA 4.8	und	5	\$	432,258.00	\$ 2,161,290
11.08	SANITARIO C1 LAGINA 4.9	und	6	UNIDAD: M2		#(VALOR)
11.00	CARPINTERIA DE MADERA (CLOSETS Y GABINETES COCINA)				\$	55,186,767
11.01	CLOSETS LINEA ECONOMICA	m2	3.00	\$	1,195,589.00	\$ 3,586,767
11.02	GABINETE MELAMINA LINEA ECONOMICA B=0.60M INSTALADO	ml	4.30	\$	12,000,000.00	\$ 51,600,000
11.03	GABINETE MADERA, BAÑO TURCO	und	1.00	\$	10,000,000.00	\$ 10,000,000
12.00	INSTALACIONES ELECTRICAS				\$	16,928,777
12.01	PUNTO ELECTRICO	und	58.00	\$	216,452.00	\$ 12,554,216
12.02	ELECTRICIDAD	Gl	1.00			
12.03	CONTADOR TRIFASICO CON CAJA	und	1.00	\$	655,042.00	\$ 655,042
12.04	TABLERO TRIFILAR 6 CIRCUITOS 125AMP	und	3.00	\$	258,873.00	\$ 776,619
12.05	TOMAS COMUN	und	40.00	\$	6,000.00	\$ 240,000
12.06	ILUMINARIA DE APLIQUE 15 W	und	8.00	\$	6,800.00	\$ 54,400
12.07	PANEL LEW 9 W	und	44.00	\$	18,900.00	\$ 831,600
12.08	OJO DE BUEY 3W	und	35.00	\$	20,000.00	\$ 700,000
12.09	INTERRUPTOR SENCILLO	und	13.00	\$	6,800.00	\$ 88,400
12.10	INTERRUPTOR DOBLE	und	5.00	\$	11,900.00	\$ 59,500
12.11	INTERRUPTOR TRIPLE	und	10.00	\$	16,900.00	\$ 169,000
12.12	LUMINARIA CARDANICAS 14 W	und	4.00	\$	80,000.00	\$ 320,000
12.13	VENTILADOR DE TECHO CON LUMINARIA 100 W	und	1.00	\$	350,000.00	\$ 350,000
12.14	ILUMINARIA COLGANTE 30 W	und	1.00	\$	130,000.00	\$ 130,000
13.00	INSTALACIONES GAS DOMICILIARIO				\$	8,000,000
13.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE REDES + MEDIDORES GAS DOMICILIARIO	Gb	1			\$ 8,000,000
14.00	CUBIERTAS				\$	23,417,445
14.01	IMPERMEABILIZACION MANTO ASFALTICO 3MM	m2	77.46	\$	59,060.00	\$ 4,574,788
14.02	CIELO RASO EN DRYWALL 1/2"	m2	165.01	\$	114,191.00	\$ 18,842,657
14.03	CUBIERTA PARA GARAJE	m2	28.36			
14.00	ASEO Y LIMPIEZA	Gb	1	\$	1,000,000.00	\$ 1,000,000
					SUBTOTAL	\$ 510,037,245
		ADM	\$	0.10	\$	51,003,724
		IMP	\$	0.05	\$	25,501,862
		UTI	\$	-	\$	-
					TOTAL	\$ 586,542,831

Nota. Presupuesto detallado del proyecto de obra. En el documento se organizan los capítulos (resaltados en amarillo) correspondientes a diferentes frentes de trabajo. Los valores totales en rojo identifican partidas con costos significativamente altos, sobre los cuales se estima que pueden generarse economías al momento de iniciar la ejecución del proyecto.

En la Figura 71 se presenta el presupuesto general del proyecto de obra civil, estructurado por capítulos que agrupan las diferentes actividades constructivas, los cuales están destacados con color amarillo para facilitar su rápida identificación. Este presupuesto ha sido elaborado con base

en las cantidades de obra previamente calculadas y contiene columnas específicas que indican la descripción de los ítems, unidades de medida, cantidades requeridas, precios unitarios, valores parciales y totales.

Se resalta en color rojo aquellas partidas cuyo valor total resulta significativamente alto en comparación con otras, lo cual indica posibles oportunidades de optimización de costos al momento de la ejecución. Estas partidas pueden revisarse en aspectos como diseño, especificaciones técnicas o métodos constructivos, con el fin de racionalizar el uso de los recursos sin comprometer la calidad de la obra.

Conclusiones

La recopilación de información del sitio y de las condiciones sísmicas en la ciudad de Cúcuta permitió establecer parámetros técnicos precisos para el diseño estructural, en estricto cumplimiento con los lineamientos establecidos por la Norma Sismo Resistente NSR-10 (AIS, 2010). Esta caracterización inicial fue determinante para garantizar la seguridad estructural en una zona catalogada como de amenaza sísmica alta.

La implementación del software ETABS facilitó el modelado estructural tridimensional y el análisis dinámico de cargas sísmicas. Esta herramienta permitió verificar con precisión la respuesta estructural ante eventos sísmicos, generando resultados confiables que sustentaron el diseño preliminar de los elementos estructurales, mejorando así la eficiencia del proceso y asegurando el cumplimiento normativo.

El desarrollo técnico permitió la elaboración de planos estructurales completos y detallados, incluyendo el diseño específico de vigas, columnas y cimentaciones. Estos documentos constituyen un insumo fundamental para la fase constructiva, al reflejar con claridad la coherencia entre el modelo estructural analizado y la realidad constructiva.

La verificación técnica evidenció que los elementos estructurales principales cumplen con los requisitos establecidos en la NSR-10 respecto al refuerzo mínimo, la capacidad resistente y la correcta distribución del concreto estructural. Esta conformidad garantiza su desempeño funcional y estructural tanto ante cargas gravitacionales como sísmicas.

Se identificaron ajustes necesarios en el dimensionamiento de algunos elementos secundarios. Aunque estos no comprometen la estabilidad global del sistema estructural, su optimización es recomendable para asegurar un comportamiento adecuado frente a los parámetros sísmicos exigidos. La validación matemática mediante software especializado permitió confirmar la viabilidad de los modelos estructurales frente a condiciones de carga reales.

La cuantificación detallada de obra y la elaboración de presupuestos permitieron una adecuada planificación de recursos, lo que se traduce en estimaciones precisas de los costos asociados a concreto estructural, acero de refuerzo y procesos constructivos. Esta etapa fue clave para asegurar la ejecución del proyecto sin desviaciones económicas significativas.

El análisis financiero evidenció que una verificación estructural precisa permite optimizar el uso de materiales, evitando sobredimensionamientos innecesarios y, en consecuencia, reduciendo costos. Este enfoque favorece una ejecución eficiente tanto en términos de tiempo como de recursos, fortaleciendo la viabilidad técnica y económica del proyecto.

La integración de análisis sísmico detallado y el uso de herramientas complementarias como AutoCAD y Excel permitieron optimizar el diseño estructural, garantizar la calidad técnica exigida y prever el comportamiento estructural ante solicitaciones dinámicas. Asimismo, se generó una documentación técnica robusta y alineada con la NSR-10, lo cual representa un aporte significativo para el desarrollo seguro de obras civiles en zonas de alta sismicidad.

Recomendaciones

Para complementar y continuar con los avances logrados durante la práctica empresarial, se recomienda que la empresa Norte Santandereana de Mantenimiento LTDA fortalezca la capacitación continua de su personal técnico en las actualizaciones normativas y nuevas tecnologías aplicadas al diseño estructural. Esto garantizará la calidad y la innovación en futuros proyectos.

Se sugiere además implementar un sistema digital integrado para el manejo de los procesos de diseño, verificación y presupuestación, que permita una gestión más eficiente y facilite el seguimiento de cada etapa del proyecto, minimizando errores y optimizando tiempos.

Finalmente, para futuros practicantes se recomienda promover una participación activa y multidisciplinaria en todas las fases de los proyectos, lo que enriquecerá su formación profesional y contribuirá al desarrollo de soluciones técnicas más completas y sostenibles dentro de la empresa.

Referencias Bibliográficas

Bareño, J. E. (2020). *Diseño y construcción de una estructura robótica tipo delta invertido* (Trabajo de grado). Universidad de Pamplona. https://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/4364/1/Bare%C3%B1o_2020_TG.pdf

Ching, F. D. K. (2015). *Structural engineering reference manual* (8th ed.). Professional Publications, Inc.

Congreso de Colombia. (1997). *Ley 400 de 1997*. Diario Oficial No. 43.193.

Consejo Colombiano de Construcción Sismo Resistente. (2010). *Reglamento colombiano de construcción sismo resistente - NSR-10*. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS).

CSI (Computers and Structures Inc.). (2016). *ETABS: Integrated building design software* [Software]. <https://www.csiamerica.com/products/etabs>

Díaz, L. (2018). *Presupuestos de obra: Guía práctica para análisis de precios unitarios*. Ecoe Ediciones.

DL Ingenieros. (2022). *DL-Net: Software para análisis estructural* [Software]. <https://www.dlingenieros.com.co/dl-net>

García, W. A. (2017). *Manual para la elaboración de diagramas momento-curvatura para el diseño estructural de elementos sometidos a flexión* (Trabajo de grado). Universidad de

Pamplona.

https://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/3712/1/Garcia_2017_TG.pdf

García-Segura, T., Yepes, V., & Martí, J. V. (2023). Integrative structural design of nonstandard building systems. *Journal of Architectural Engineering*, 29(1), 04022047. <https://doi.org/10.1080/24751448.2023.2246801>

Gómez, R. (2018). *Presupuestación y control de costos en proyectos de construcción*. Editorial Universitaria.

Gonzales, D. A. (2019). *Desarrollo de un software educativo para el análisis estructural de pórticos y armaduras isostáticas en dos dimensiones* (Trabajo de grado). Universidad de Pamplona. https://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5713/1/Gonzales_2019_TG.pdf

Labani, N., & Guha, P. (2012). Design comparison of different structural elements by using different international codes. *International Journal of Engineering Research and Technology*. <https://www.ijert.org/design-comparison-of-different-structural-elements-by-using-different-international-codes>

López, C. M., & Villamizar, M. A. (2021). *Propuesta de una alternativa de construcción enfocada al diseño de edificios sostenibles* (Trabajo de grado). Universidad de Pamplona.

https://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/8464/1/L%C3%B3pez%20_%20Villamizar%20_2021_TG.pdf

Mantilla, J. C. (2015). *Diseño estructural e hidrosanitario con estudio de suelos para una edificación multifamiliar* (Trabajo de grado). Universidad de Pamplona.
https://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/371/1/Mantilla_2015_TG.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (2016). *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)*. República de Colombia.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2010). *Norma Sismo Resistente NSR-10*. República de Colombia.

Mora, J. C. (2016). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de estructuras existentes y propuesta de medidas de mitigación estructural* (Trabajo de grado). Universidad de Pamplona.
https://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/1604/1/Mora_2016_TG.pdf

Nawy, E. G. (2020). *Fundamentals of reinforced concrete* (6th ed.). Pearson.

Núñez, J. F. (2018). *Diseño estructural de una edificación utilizando disipadores de energía como sistema de protección sísmica* (Trabajo de grado). Universidad de Pamplona.
https://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5638/1/Núñez_2018_TG.pdf

Park, R., & Paulay, T. (2012). *Reinforced concrete structures* (2nd ed.). Wiley.

RCB Software. (2022). *RCB: Herramienta para diseño estructural de edificaciones* [Software].
<https://www.rcb.com.co>

Rueda, J. C. (2021). *Diseño arquitectónico de un modelo de vivienda productiva y sostenible para el sector del Paraíso, San Vicente del Caguán* (Trabajo de grado). Universidad de Pamplona.
https://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/4532/1/Rueda_2021_TG.pdf

Salmon, C. G., Johnson, J. E., & Malhas, F. A. (2017). *Steel structures: Design and behavior* (6th ed.). Pearson.

Solano, M. R. (2020). *Diseño de un prototipo arquitectónico de vivienda modular sostenible* (Trabajo de grado). Universidad de Pamplona.
https://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/4197/1/Solano_2020_TG.pdf

Vargas, J. A. (2016). *Diseño de formaletería empleada en los sistemas constructivos industrializados para viviendas* (Trabajo de grado). Universidad de Pamplona.
https://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/1632/1/Vargas_2016_TG.pdf

Wu, H., & Issa, R. R. A. (2014). BIM-enabled structural design: Impacts and future developments in structural modelling, analysis and optimisation processes. *Electronic Journal of*

Information Technology in Construction, 19, 356–372.

[https://www.researchgate.net/publication/269290547_BIM-](https://www.researchgate.net/publication/269290547_BIM-Enabled_Structural_Design_Impacts_and_Future_Developments_in_Structural_Modelling_Analysis_and_Optimisation_Processes)

[Enabled_Structural_Design_Impacts_and_Future_Developments_in_Structural_Modelling_Analysis_and_Optimisation_Processes](https://www.researchgate.net/publication/269290547_BIM-Enabled_Structural_Design_Impacts_and_Future_Developments_in_Structural_Modelling_Analysis_and_Optimisation_Processes)

Wu, H., & Zhang, J. (2022). Automated BIM-based structural design and cost optimization model. *Scientific Reports*, 12, 22046. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26146-6>

Wu, K., Shi, W., & Ahmed, W. (2020). Structural Elements Detection and Reconstruction (SEDR): A hybrid approach for modeling complex indoor structures. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(12), 760. <https://doi.org/10.3390/ijgi9120760>

Constancia de Práctica Profesional

NORTE SANTANDEREANA DE MANTENIMIENTO LTDA

Cúcuta, 7 de mayo de 2025
NORTE SANTANDEREANA DE MANTENIMIENTO LTDA
NIT: 900239361-6
Calle 20 No. 0-23, Barrio Blanco
nortesermanto@gmail.com

A quien corresponda:

La empresa NORTE SANTANDEREANA DE MANTENIMIENTO LTDA hace constar que la estudiante Margarita Rosa Cote Balaguera, identificada con cédula de ciudadanía No. 1090179840, adscrita al programa de Ingeniería Civil de la Universidad de Pamplona, realizó su práctica profesional en nuestra organización durante un periodo de cuatro (4) meses.

Durante este tiempo, la estudiante integró de manera activa y responsable distintos procesos técnicos y administrativos vinculados a nuestras áreas de operación. Bajo la orientación del Ingeniero Francisco José Cogollo Arismendi, Margarita Rosa tuvo un desempeño sobresaliente, evidenciando competencias clave como análisis estructural, redacción de informes técnicos, apoyo en labores de campo y elaboración de presupuestos para obras menores.

Su actitud colaborativa, disposición para asumir responsabilidades y capacidad para adaptarse a las dinámicas del entorno laboral fueron aspectos destacables de su paso por la empresa. Además, demostró iniciativa, criterio técnico y compromiso con cada una de las tareas que se le asignaron. Por lo anterior, expresamos nuestra recomendación a Margarita Rosa Cote Balaguera como una futura profesional competente y confiable, segura de aportar valor en cualquier entorno donde se desempeñe.

Atentamente,



Javier Antonio Merchán Rincón
Gerente
NORTE SANTANDEREANA DE MANTENIMIENTO LTDA

CALLE 20 0 23, BARRIO BLANCO CUCUTA, NORTE SANTANDER
nortesermanto@gmail.com
3002122518

Nota. Documento emitido por la empresa Norte Santandereana de Mantenimiento LTDA en el que se certifica la participación activa de la estudiante Margarita Rosa Cote Balaguera en el desarrollo de actividades técnicas y administrativas durante su práctica profesional, destacando su desempeño, compromiso y competencias en análisis estructural y elaboración de presupuestos.