

PRACTICA EMPRESARIAL EN PROBCI S.A.S.

AUXILIAR DE INGENIERÍA PARA APOYAR LA ELABORACIÓN DE DISEÑO DE
ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO EN OBRAS CIVILES DE
INFRAESTRUCTURA EN PROBCI S.A.S

Mario Andrés Gutiérrez Vega

Trabajo de Grado para optar al Título de Ingeniero Civil

Director

Sebastian Elías Patiño Gutiérrez

Magister en Ingeniería Civil

Tutor

Yenni Carolina Mayorga Chacón

Ingeniera Civil

Universidad Industrial de Santander

Facultad de fisicomecánicas

Escuela de ingeniería Civil

Bucaramanga

2026

Dedicatoria

Dedico este logro primeramente a Dios, por haberme acompañado en cada paso de este camino, por darme la sabiduría, la salud, la paciencia y la fortaleza necesarias para superar los desafíos que se presentaron durante mi formación académica. A Él agradezco por iluminar mi mente y mi espíritu, por ser mi guía constante y la fuente de todo lo que he logrado.

También me dedico este trabajo a mí mismo, por la determinación, la fuerza de voluntad y la perseverancia que me permitieron mantenerme firme ante las dificultades. Por no rendirme cuando las circunstancias parecían adversas, por creer en mis capacidades y por seguir avanzando con disciplina y compromiso hasta alcanzar esta meta.

Esta dedicatoria es testimonio del esfuerzo, la constancia y el deseo profundo de superación que me han acompañado a lo largo de mi carrera y que hoy me permiten culminar una etapa más en mi crecimiento personal y profesional como futuro ingeniero civil.

Agradecimientos

A mis padres, por su amor incondicional, apoyo constante y ejemplo de esfuerzo, dedicación y perseverancia. Gracias a ellos hoy culmino una de las etapas más importantes de mi formación como ingeniero civil. Su confianza en mí, sus consejos y su presencia en cada momento difícil fueron el motor que me impulsó a continuar con determinación hasta alcanzar esta meta.

A la Universidad Industrial de Santander, por brindarme la oportunidad de formarme como un profesional íntegro, ético y comprometido con el desarrollo del país. Cada experiencia académica, docente y humana dentro de la universidad contribuyó a fortalecer mis valores y mis competencias como futuro ingeniero civil.

A la empresa PROBCI S.A.S, especialmente al ingeniero Richard Yaser Heredia Montes, por abrirme las puertas y brindarme la posibilidad de desarrollar mi práctica empresarial en un ambiente de aprendizaje real. Su orientación, conocimientos técnicos y acompañamiento fueron fundamentales para comprender la dinámica del diseño estructural y del control presupuestal en proyectos de infraestructura.

Tabla de contenido.

Introducción.....	14
1. Objetivos.....	15
1.1 Objetivo general	15
1.2 Objetivos específicos.....	15
2. Metodología.....	16
2.1 Caracterización general de la práctica	16
2.1.1 Duración y modalidad	16
2.1.2 Tipo y enfoque metodológico	16
2.1.3 Herramientas y recursos técnicos empleados	17
2.2 Etapas del desarrollo metodológico.....	18
2.2.1 Etapa 1: Diseño preliminar de vivienda de dos niveles.....	18
2.2.1.1 Recepción del diseño arquitectónico y análisis preliminar	18
2.2.1.2 Selección del sistema estructural.....	19
2.2.1.3 Predimensionamiento de elementos estructurales	20
2.2.1.4 Determinación de cargas	21
2.2.2 Etapa 2: Diseño estructural de la cubierta metálica del Palacio Municipal de Sabana de Torres.....	22
2.2.2.1 Análisis de levantamiento arquitectónico y diagnóstico estructural inicial..	22
2.2.2.2 Selección del sistema estructural metálico	23
2.2.2.3 Determinación de cargas y combinaciones de diseño	23
2.2.2.4 Modelado estructural mediante software especializado	24
2.2.2.5 Elaboración de planos estructurales y detalles constructivos.....	25
2.2.3 Etapa 3: Diseño estructural del mejoramiento del establecimiento educativo en Barrancabermeja, Santander.....	25
2.2.3.1 Reconocimiento y análisis del diseño arquitectónico.....	25
2.2.3.2 Análisis del sitio y parámetros geotécnicos.....	26
2.2.3.3 Definición del sistema estructural y materiales.....	27
2.2.3.4 Asignación de cargas estructurales.....	27

PRACTICA EMPRESARIAL EN PROBCI S.A.S.

2.2.3.5 Predimensionamiento de elementos estructurales	28
2.2.3.6 Modelado estructural en ETABS ®	28
2.2.3.7 Cálculo sísmico y verificación de derivas	29
2.2.3.8 Diseño de cimentaciones	30
2.2.3.9 Elaboración del presupuesto estructural	30
2.2.3.10 Elaboración de la memoria de cálculo estructural.....	30
3. Resultados.....	32
3.1 Resultados de la etapa 1.....	32
3.2 Resultados de la etapa 2.....	34
3.3 Resultados de la etapa 3.....	35
4. Conclusiones.....	39
4.1 Conclusiones de la etapa 1	39
4.2 Conclusiones de la etapa 2	40
4.3 Conclusiones de la etapa 3	40
Referencias bibliográficas	41
Apéndices	42

Lista de tablas

Tabla 1 Parámetros de diseño para el sistema estructural aporticado seleccionado en el proyecto de vivienda de dos niveles.....	20
Tabla 2 Valores de cargas vivas y muertas adoptadas para la estructura.....	21
Tabla 3 Resumen de cargas y combinaciones de diseño aplicadas a la cubierta metálica ...	24
Tabla 4 Valores de cargas vivas y muertas adoptadas para la estructura.....	28
Tabla 5 Dimensiones iniciales del predimensionamiento de vigas y columnas estructurales...	33
Tabla 6 Predimensionamiento de vigas y columnas del mejoramiento del proyecto educativo	36
Tabla 7 Verificación de derivas por zonas del sistema estructural bajo combinaciones críticas de carga sísmica.....	37
Tabla 8 Presupuesto parcial del proyecto de mejoramiento del establecimiento educativo.	38

Lista de figuras

Figura 1 Planos arquitectónicos del proyecto de vivienda de dos niveles.....	19
Figura 2 Levantamiento arquitectónico de la cubierta del palacio de Sabana de Torres.....	23
Figura 3 Planos arquitectónicos del proyecto de mejoramiento del establecimiento educativo.....	26
Figura 4 Portada de la memoria de cálculo del diseño estructural.....	31
Figura 5 Resultado del modelo tridimensional del sistema estructural aporticado.....	33
Figura 6 Propiedades geométricas de los perfiles tubulares estructurales seleccionados para la cercha.....	34
Figura 7 Distribución del índice de capacidad de la estructura metálica.....	35
Figura 8 Vista en alzado de la cercha metálica con identificación de perfiles.....	35
Figura 9 Modelo tridimensional del proyecto de mejoramiento del establecimiento educativo.....	37
Figura 10 Vista en alzado desde la cimentación hasta la cubierta del comedor cocina.....	38

Lista de apéndices

Apéndice A Sistema de entrepiso para la etapa 1 en corpalosa 2” calibre 22 espesor de 10cm.....	42
Apéndice B Diseño de correas en perfiles colmena para etapa 2	43
Apéndice C Plano con vista en planta, en alzado, detalle de perfiles y de conexiones para etapa 2.....	44
Apéndice D Despiece de vigas y columnas detallando acero de refuerzo para estructura de la etapa 3.....	45

Glosario

Análisis estructural: Procedimiento mediante el cual se determinan las fuerzas internas, desplazamientos y reacciones de una estructura sometida a diferentes tipos de carga. Permite garantizar que los elementos cumplan los criterios de estabilidad y resistencia establecidos en la normativa (Nilson, Darwin & Dolan, 2010).

AutoCAD: Software de diseño asistido por computadora empleado en la elaboración de planos estructurales, arquitectónicos y de detalle. Facilita la precisión en la representación gráfica y la coordinación entre especialidades del proyecto (Autodesk, 2022).

Concreto armado: Material compuesto por concreto y acero de refuerzo que, al trabajar de manera conjunta, resiste esfuerzos de compresión y tracción, siendo ampliamente utilizado en la construcción de estructuras (Meli, 2013).

Cargas estructurales: Conjunto de fuerzas externas que actúan sobre una estructura, incluyendo cargas muertas, vivas, de viento y sísmicas. Su determinación se realiza conforme a la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) (AIS, 2010).

Cimentación: Elemento estructural que transmite las cargas de la superestructura al terreno, asegurando la estabilidad de la obra. Su diseño depende de la capacidad portante del suelo y del tipo de edificación (Jiménez Montoya, 2011).

Control presupuestal: Conjunto de procedimientos de planeación y seguimiento financiero orientados a garantizar el uso eficiente de los recursos en una obra civil.

PRACTICA EMPRESARIAL EN PROBCI S.A.S.

Diseño estructural: Proceso técnico que define las dimensiones, materiales y refuerzos de los elementos de una estructura para garantizar su resistencia, estabilidad y durabilidad frente a las solicitaciones previstas (Nilson et al., 2010).

E.T.A.B.S.: Software especializado en análisis y diseño de estructuras tridimensionales. Permite modelar edificaciones y calcular esfuerzos, deformaciones y desplazamientos, cumpliendo los estándares internacionales de diseño estructural (CSI, 2023).

Elemento estructural: Parte constitutiva de una estructura (viga, columna, losa, zapata o muro) que participa en la distribución y resistencia de cargas (Meli, 2013).

Factor de carga: Coeficiente aplicado a las cargas nominales para incorporar márgenes de seguridad en el diseño estructural (AIS, 2010).

Losas: Elementos planos de concreto armado que distribuyen las cargas hacia vigas o muros de soporte, funcionando como entrepisos o cubiertas (Nilson et al., 2010).

Memoria de cálculo: Documento técnico donde se registran los métodos, hipótesis, fórmulas y resultados del análisis estructural de un proyecto, asegurando trazabilidad y respaldo técnico.

Modelo estructural: Representación matemática de una estructura, elaborada mediante software especializado, que permite simular su comportamiento frente a diferentes tipos de carga (CSI, 2023).

Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente (NSR-10): Reglamento técnico expedido por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS) que establece

PRACTICA EMPRESARIAL EN PROBCI S.A.S.

los requisitos mínimos para el diseño y construcción de edificaciones seguras frente a eventos sísmicos y otras cargas estructurales (AIS, 2010).

Plano estructural: Dibujo técnico que muestra los elementos y detalles de una estructura, incluyendo dimensiones, materiales y refuerzos, conforme a las especificaciones de diseño.

Presupuesto de obra: Estimación económica detallada de los costos asociados a materiales, mano de obra, transporte y equipos necesarios para ejecutar un proyecto de construcción (Chiavenato, 2018).

Refuerzo estructural: Conjunto de barras de acero dispuestas en el concreto con el fin de resistir los esfuerzos de tracción y flexión, garantizando la seguridad estructural (Meli, 2013).

Software de diseño estructural: Herramientas computacionales utilizadas para el análisis y dimensionamiento de estructuras de acuerdo con las normas técnicas vigentes (CSI, 2023).

Viga: Elemento estructural horizontal que soporta cargas de losas o muros y las transmite hacia columnas o apoyos. Trabaja principalmente a flexión y cortante (Nilson et al., 2010).

Zapata: Cimentación superficial encargada de transmitir las cargas de columnas o muros al terreno, distribuyéndolas de manera uniforme para evitar asentamientos diferenciales (Jiménez Montoya, 2011).

Resumen

Título: Auxiliar De Ingeniería Para Apoyar La Elaboración De Diseño De Estructuras De Concreto Armado En Obras Civiles De Infraestructura En Probeci S.A.S

Autor: Mario Andrés Gutierrez Vega

Palabras clave: Práctica empresarial, ingeniería civil, concreto armado, diseño estructural, NSR-10, PROBCI S.A.S.

Descripción: El presente informe final describe las actividades desarrolladas durante la práctica empresarial realizada en la empresa PROBCI S.A.S., en el cargo de auxiliar de ingeniería, entre marzo y agosto de 2025. Durante este periodo se participó en el diseño preliminar de una vivienda de dos niveles con uso institucional, en el diseño estructural y elaboración de planos de la cubierta metálica del Palacio Municipal de Sabana de Torres, y en la formulación del proyecto de mejoramiento estructural de un establecimiento educativo en Barrancabermeja. Estas labores permitieron aplicar la NSR-10 en los procesos de diseño estructural, elaborar memorias de cálculo y planos técnicos mediante los programas AutoCAD y ETABS, y apoyar el control presupuestal de las obras. La práctica permitió fortalecer habilidades en análisis estructural, representación gráfica y documentación técnica, consolidando la articulación entre la formación académica y el ejercicio profesional en ingeniería civil.

*Trabajo de Grado

** Facultad de Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Sebastian Elías Patiño Gutiérrez.
Magister en Ingeniería Civil

Abstract

Title: Engineering Assistant to Support the Design of Reinforced Concrete Structures in Civil Infrastructure Projects at Probcí S.A.S.

Author: Mario Andrés Gutierrez Vega

Keywords: Business practice, civil engineering, reinforced concrete, structural design, NSR-10, PROBCI S.A.S.

Description: This final report describes the activities carried out during the internship at PROBCI S.A.S., in the position of engineering assistant, between March and August 2025. During this period, I participated in the preliminary design of a two-story building for institutional use, in the structural design and preparation of plans for the metal roof of the Municipal Palace of Sabana de Torres, and in the formulation of the structural improvement project for an educational establishment in Barrancabermeja. These tasks allowed him to apply NSR-10 in structural design processes, prepare calculation reports and technical plans using AutoCAD and ETABS software, and support budget control for the works. The internship allowed him to strengthen his skills in structural analysis, graphic representation, and technical documentation, consolidating the link between academic training and professional practice in civil engineering.

* Degree Work

** Faculty of Physical Mechanics. School of Civil Engineering. Supervisor: Sebastián Elías Patiño Gutiérrez, M.Sc. in Civil Engineering.

Introducción

La práctica empresarial es fundamental en la formación del ingeniero civil, ya que permite aplicar conocimientos teóricos en contextos reales y fortalecer competencias técnicas, éticas y sociales.

Este informe presenta las actividades desarrolladas durante la práctica en PROBCI S.A.S., entre marzo y agosto de 2025, como auxiliar de ingeniería, apoyando el diseño estructural, la elaboración de planos y la optimización de presupuestos de obra.

Se participó en tres proyectos principales: una vivienda de dos niveles, la cubierta metálica del Palacio Municipal de Sabana de Torres y el mejoramiento estructural de un establecimiento educativo en Barrancabermeja. En estos proyectos se aplicaron los lineamientos de la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (AIS, 2010) mediante análisis estructural, modelado y elaboración de documentación técnica con herramientas como ETABS, SAP2000 y AutoCAD (CSI, 2023; Autodesk, 2022).

Finalmente, el informe presenta la metodología, resultados y conclusiones, evidenciando el aporte de la práctica en la formación profesional y el fortalecimiento técnico en la empresa.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Contribuir en la elaboración de informes de diseño de estructuras de concreto armado, la elaboración de planos y el control presupuestal en proyectos de infraestructura de PROBCI S.A.S., asegurando el cumplimiento de las normativas técnicas vigentes y contribuyendo a la optimización de los recursos de la empresa.

1.2 Objetivos específicos

- Elaborar diseños preliminares de estructuras en concreto armado conforme a la normativa técnica colombiana (NSR-10) y realizar presupuestos de obra de acuerdo con los requerimientos de la empresa.
- Ajustar los planos estructurales de los proyectos de acuerdo con los parámetros requeridos por la empresa, utilizando el software AutoCAD y garantizando la claridad necesaria para su ejecución en obra.
- Organizar informes técnicos que permitan presentar los diseños estructurales, planos y presupuestos para su aprobación ante entidades locales y clientes privados.

2. Metodología

Para el cumplimiento de los objetivos de la práctica en PROBCI S.A.S., se implementó una metodología descriptiva-aplicativa orientada al análisis, diseño y proyección estructural de edificaciones, bajo los lineamientos de la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (AIS, 2010) y los estándares técnicos de la empresa.

Esta metodología permitió integrar los conocimientos teóricos adquiridos durante la formación universitaria con su aplicación en proyectos reales, fortaleciendo las competencias técnicas y profesionales.

2.1 Caracterización general de la práctica

2.1.1 Duración y modalidad

La práctica empresarial tuvo una duración de cuatro meses, comprendidos entre el 17 de marzo y el 17 de julio de 2025, desarrollándose en la empresa PROBCI S.A.S., dedicada a la consultoría, diseño y ejecución de proyectos de infraestructura civil. Se ejecutó bajo la modalidad de práctica empresarial presencial, con acompañamiento directo de ingenieros estructurales y tutores profesionales.

2.1.2 Tipo y enfoque metodológico

El enfoque adoptado fue descriptivo-aplicativo, dado que se basó en la descripción técnica de los procesos y la aplicación directa de metodologías de diseño estructural en proyectos reales. El énfasis se centró en la proyección de planos estructurales, elaboración

de memorias de cálculo y desarrollo del diseño estructural, apoyándose en el uso de herramientas tecnológicas especializadas.

2.1.3 Herramientas y recursos técnicos empleados

Durante el desarrollo de las actividades se utilizaron los siguientes recursos y herramientas:

- **AutoCAD 2024** ® (Autodesk, 2022), para la elaboración y edición de planos estructurales.
- **ETABS 22** ® y **SAP2000 23** ® (Computers and Structures, Inc. [CSI], 2023), para el modelado, análisis y diseño estructural.
- **CorpaSoft 3.0** ® (Corpacero, 2019), para el diseño de correas, losas de entrepiso, análisis de viento y validación de secciones metálicas.
- **SSS CAD COLMENA** ®, para el diseño de correas, cerchas y validación de secciones metálicas, (Tuñón Guzmán, 2015).
- **Microsoft Excel** ® y **Word** ® (Microsoft, 2023), para la elaboración de presupuestos, memorias de cálculo y documentación técnica.
- **Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente NSR-10** (AIS, 2010), como base normativa del diseño estructural.

2.2 Etapas del desarrollo metodológico

El proceso metodológico se estructuró en tres etapas secuenciales, orientadas al desarrollo integral de los proyectos asignados dentro de la empresa, conforme a los requerimientos técnicos y normativos.

2.2.1 Etapa 1: Diseño preliminar de vivienda de dos niveles

Durante esta etapa se realizó el diseño estructural preliminar de una edificación de dos niveles con uso mixto: primer piso tipo iglesia y segundo nivel como vivienda unifamiliar. El objetivo fue definir los parámetros estructurales iniciales y el sistema resistente, aplicando la NSR-10 (AIS, 2010). El modelado se desarrolló en ETABS 22 (CSI, 2023), considerando comportamiento lineal elástico con cargas gravitacionales y sísmicas según la norma.

2.2.1.1 Recepción del diseño arquitectónico y análisis preliminar

El proceso inició con la revisión de los planos arquitectónicos suministrados por PROBCI S.A.S. (*Figura 1*), analizando dimensiones, distribución de espacios y zonas de mayor demanda estructural. Esto permitió definir los ejes principales y garantizar la compatibilidad entre la propuesta arquitectónica y el sistema estructural de pórticos resistentes a momentos.

Figura 1

Planos arquitectónicos del proyecto de vivienda de dos niveles.



Nota. Diseño suministrado por el arquitecto encargado en PROBCI SAS.

2.2.1.2 Selección del sistema estructural

Con base en el análisis arquitectónico, se seleccionó un sistema estructural aporticado (*Tabla 1*), el cual proporciona estabilidad, garantizando un adecuado comportamiento frente a cargas verticales y sísmicas. El diseño consideró la amenaza sísmica del municipio de La Belleza, Santander, adoptando un sistema de disipación de energía moderada DMO, conforme al Título A de la NSR-10 (AIS, 2010), con coeficiente de importancia de 1.0 correspondiente a estructuras del Grupo de uso I. Esto debido a que la edificación no se encuentra dentro de las categorías de los Grupos II, III y IV según la NSR-10 (AIS, 2010).

El coeficiente de disipación de energía (R_o) se tomó como 5.0, según la Tabla A.3-3 de la NSR-10 (AIS, 2010). Asimismo, el estudio de suelos clasificó el terreno como suelo

PRACTICA EMPRESARIAL EN PROBCI S.A.S.

tipo C, con capacidad portante admisible de 200 kN/m² a 1.20 m de profundidad, información utilizada para el dimensionamiento de la cimentación

Tabla 1

Parámetros de diseño para el sistema estructural aporricado seleccionado en el proyecto de vivienda de dos niveles.

Sistema Estructural:	Pórticos resistente a momentos de concreto reforzado que resiste la totalidad de las fuerzas sismicas	C _t	α	h
		0,047	0,9	6,95
Periodo fundamental	$T_a = C_t * h^α$	0,27 seg		
Perfil suelo:	Suelo C	F _a	F _v	
		1,20	1,65	
Cu:	1.75 - 1.2A _v	1,45		
Periodo Fundamental de la edificación		Limites de periodos de vibración para el espectro Elástico de Aceleraciones		
El periodo fundamental [T], en seg., no puede ser mayor que Cu*Ta.		T ₀ (Periodo inicial)	0,14	
T < Tmax = [Cu*Ta]:	0,39 seg	T _C (Inicio periodos cortos)	0,66	
		T _L (Inicio periodos Largos)	3,96	
Grupo de Uso:	I	Edificaciones de ocupacion normal		
Coef. de importancia I:	1,00			
S_a	Max. aceleracion horiz. de diseño, para un sistema de un grado de libertad con un periodo de vibración T	0,450		
V_s = S_a*W	Cortante basal sísmico	1303 kN		

Nota. Elaboración propia con base en el diseño estructural desarrollado según los criterios de la NSR-10.

2.2.1.3 Predimensionamiento de elementos estructurales

Se procedió al predimensionamiento de vigas y columnas aplicando los criterios de la Tabla C.9.5 de la NSR-10 (AIS, 2010). Esta etapa consistió en estimar dimensiones iniciales en función de la luz libre para controlar deflexiones. En las vigas, el predimensionamiento se realizó según la longitud del vano y los requisitos de rigidez. Para las columnas, las dimensiones preliminares se definieron con base en la altura libre del nivel y la sección transversal recomendada por la norma.

El procedimiento se basó en relaciones normativas que permitieron establecer secciones preliminares coherentes, las cuales fueron incorporadas al modelo estructural para su verificación frente a los estados límite de servicio y resistencia de la NSR-10 (AIS, 2010).

2.2.1.4 Determinación de cargas

Definido el sistema estructural y las dimensiones preliminares, se realizó la determinación de cargas conforme al Título B de la NSR-10 (AIS, 2010), para representar adecuadamente las solicitaciones de la edificación.

Se consideraron cargas muertas asociadas al peso propio, losa tipo steel deck y cubierta a dos aguas con teja y canales, además de cargas sobreimpuestas según el uso de los niveles: reunión en el primer nivel y residencial en el segundo. Las cargas vivas se definieron según la ocupación y, en cubierta, se ajustaron por pendiente con base en las Tablas B.2-1 y B.2-2 (*Tabla 2*) de la NSR-10 (AIS, 2010). También se incluyeron cargas de viento aplicadas sobre las vigas de cubierta mediante CorpaSoft 3.0 ® (Corpacero, 2019).

Finalmente, se incorporó el cortante basal sísmico, calculado a partir del sistema estructural, parámetros sísmicos y peso de la edificación, distribuyéndose en los niveles y aplicado en el centro de masa de cada diafragma.

Tabla 2

Valores de cargas vivas y muertas adoptadas para la estructura.

CARGA SOBREIMPUESTA MUERTA Y VIVA					
CARGA SOBREIMPUESTA MUERTA Según Tabla B.3.4.3-1 de la NSR-10					
(Valores mínimos alternativos de carga muerta de elementos no estructurales cuando no se efectúe un análisis más detallado)					
PISO	TIPO DE EDIFICACIÓN	DESCRIPCION	Fachada y particiones (kN/m ²) m ² en planta	Afinado de piso y cubierta (kN/m ²) m ² en planta	Total carga sobreimpuesta (kN/m ²)
PISO 1	G. Residencial	G1- Fachada y particiones de mampostería.	3,00	1,6	4,60
	A. Reunión	A1- Edificaciones con un salón de reunión para menos de 100 personas y sin escenarios.	1,00	1,8	2,80
CARGA VIVA DE ENTREPISO Según Tabla B.3.4.3-1 de la NSR-10					
(Valores mínimos alternativos de carga muerta de elementos no estructurales cuando no se efectúe un análisis más detallado)					
PISO	TIPO DE EDIFICACIÓN	UBICACIÓN	Carga uniforme (kN/m) m ² en planta		
PISO 1	G. Residencial	G2- Cuartos privados y sus corredores	1,80		
	G. Residencial	G1- Residencial - Balcones	5,00		
	K. Cubierta	K4- (D) Cubiertas, azoteas y terrazas autorizadas en la licencia de construcción y el reglamento de copropiedad como elementos comunales recreativos.	5,00		
CUBIERTA	K. Cubierta	K5- (E) Cubiertas inclinadas con mas de 15° de pendiente en estructura metálica o de madera con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores..	0,35		

Nota. Elaboración propia con base en la NSR-10, Título B.

2.2.2 Etapa 2: Diseño estructural de la cubierta metálica del Palacio Municipal de Sabana de Torres

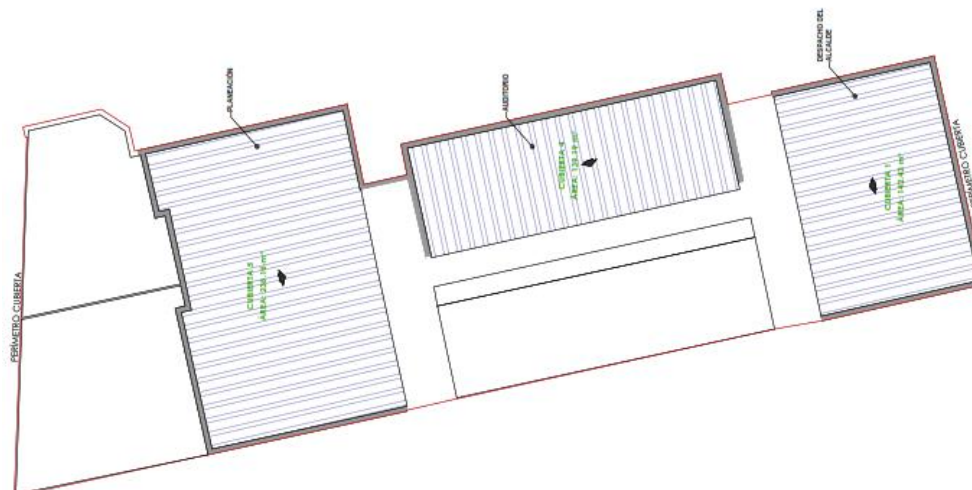
Esta fase correspondió al diseño estructural y modelado de la cubierta metálica del Palacio Municipal de Sabana de Torres, con un sistema de disipación de energía moderada DMO conforme a la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (AIS, 2010). El objetivo principal fue desarrollar una solución estructural segura y eficiente para la cubierta, mediante el uso de materiales metálicos tubulares, modelado digital y verificación normativa.

2.2.2.1 Análisis de levantamiento arquitectónico y diagnóstico estructural inicial

Se inició con el análisis del levantamiento arquitectónico (*Figura 2*) y el registro fotográfico del sitio proporcionados por la empresa, con el fin de establecer las condiciones geométricas, alturas y pendientes de la estructura existente. Esta etapa permitió identificar puntos de apoyo, orientación de vigas principales, condiciones de anclaje y limitaciones espaciales. El diagnóstico estructural evidenció una inclinación longitudinal uniforme en las vigas de concreto, por lo que la cubierta metálica se diseñó siguiendo esta pendiente para garantizar compatibilidad estructural.

Figura 2

Levantamiento arquitectónico de la cubierta del palacio de Sabana de Torres.



Nota. Diseño suministrado por arquitecto encargado en PROBCI SAS.

2.2.2.2 Selección del sistema estructural metálico

Con base en las condiciones geométricas, se adoptó un sistema de cerchas metálicas como solución principal, por su capacidad para cubrir luces amplias con bajo peso propio y alta eficiencia estructural. Las cerchas se diseñaron con perfiles tubulares estructurales (PTE): cordones superior e inferior PTE 60×30×2 mm y diagonales PTE 40×40×1.8 mm. Las correas se dimensionaron mediante el software SSS CAD Colmena ® obteniendo una sección PTE 120×60×2 mm, separadas cada 1.3 m, considerando teja arquitectónica tipo sándwich (Tuñón Guzmán, 2015).

2.2.2.3 Determinación de cargas y combinaciones de diseño

Las cargas se determinaron conforme al Título B de la NSR-10 (AIS, 2010) (Tabla 3), se adoptaron los siguientes valores: carga muerta de 0.4 kN/m², según la Tabla B.3.4.1-4 de la NSR-10 (AIS, 2010); carga viva de 0.5 kN/m², de acuerdo con la Tabla B.4.2.1-2 de la

PRACTICA EMPRESARIAL EN PROBCI S.A.S.

NSR-10 (AIS, 2010), considerando una pendiente menor a 15°; y carga de viento de 0.5 kN/m², calculada según la zona de exposición del proyecto. Estas cargas fueron aplicadas sobre el área aferente de las cerchas modeladas, permitiendo evaluar su efecto en el comportamiento estructural de la cubierta.

Tabla 3

Resumen de cargas y combinaciones de diseño aplicadas a la cubierta metálica.

CARGA MUERTA SOBRE CUBIERTA		Carga uniforme (kN/m²)	Carga uniforme (kgf/m²)
ELEMENTO	m² [KN/m2]	m² de área en planta la misma del resto de la edificación (Nota-1)	m² de área en planta la misma del resto de la edificación (Nota-1)
		Cubiertas, Azoteas y Terrazas	la misma del resto de la edificación (Nota-1)
Marquesinas, marco metálico, lámparas	0.4	Cubiertas usadas para jardines de cubierta o para reuniones	5.00 / 500
		Cubiertas inclinadas con más de 15° de pendiente en estructura metálica o de madera con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores a la aquí estipulada	0.35 / 35
Total	0.4	Cubiertas inclinadas con pendiente de 15° o menos en estructura metálica o de madera con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores a la aquí estipulada	0.50 / 50

Nota: Elaboración propia con base en la NSR-10, Título B.

2.2.2.4 Modelado estructural mediante software especializado

El modelado estructural de la cubierta se desarrolló con los programas SAP2000 23® (CSI 2023) y SSS CAD Colmena ® permitiendo simular el comportamiento del sistema metálico bajo las cargas definidas (Tuñón Guzmán, 2015).

En SAP2000 23 ® (CSI 2023) se elaboró el modelo tridimensional, definiendo secciones tubulares, apoyos y cargas distribuidas. En SSS CAD Colmena ® se validaron las correas verificando el índice de sobre esfuerzo, determinando si las secciones cumplen o no (Tuñón Guzmán, 2015).

2.2.2.5 Elaboración de planos estructurales y detalles constructivos

Con base en los resultados del modelado, se elaboraron los planos estructurales y detalles constructivos en AutoCAD 2024® (Autodesk, 2022), garantizando coherencia entre el análisis y la documentación técnica.

Los planos incluyeron dimensiones finales, definición de secciones, niveles y pendientes, así como detalles de cerchas metálicas en planta y alzado, uniones, apoyos, soldaduras y especificaciones técnicas de materiales, para su correcta interpretación y ejecución en obra.

2.2.3 Etapa 3: Diseño estructural del mejoramiento del establecimiento educativo en Barrancabermeja, Santander

Esta etapa correspondió al diseño estructural preliminar para el mejoramiento de un establecimiento educativo en Barrancabermeja. El alcance incluyó las áreas de comedor, cocina y batería sanitaria, bajo un sistema de pórticos resistentes a momentos con disipación de energía moderada (DMO), conforme a la NSR-10 (AIS, 2010). El objetivo fue garantizar la seguridad estructural y la eficiencia constructiva mediante el diseño, modelado y elaboración de la documentación técnica de la estructura.

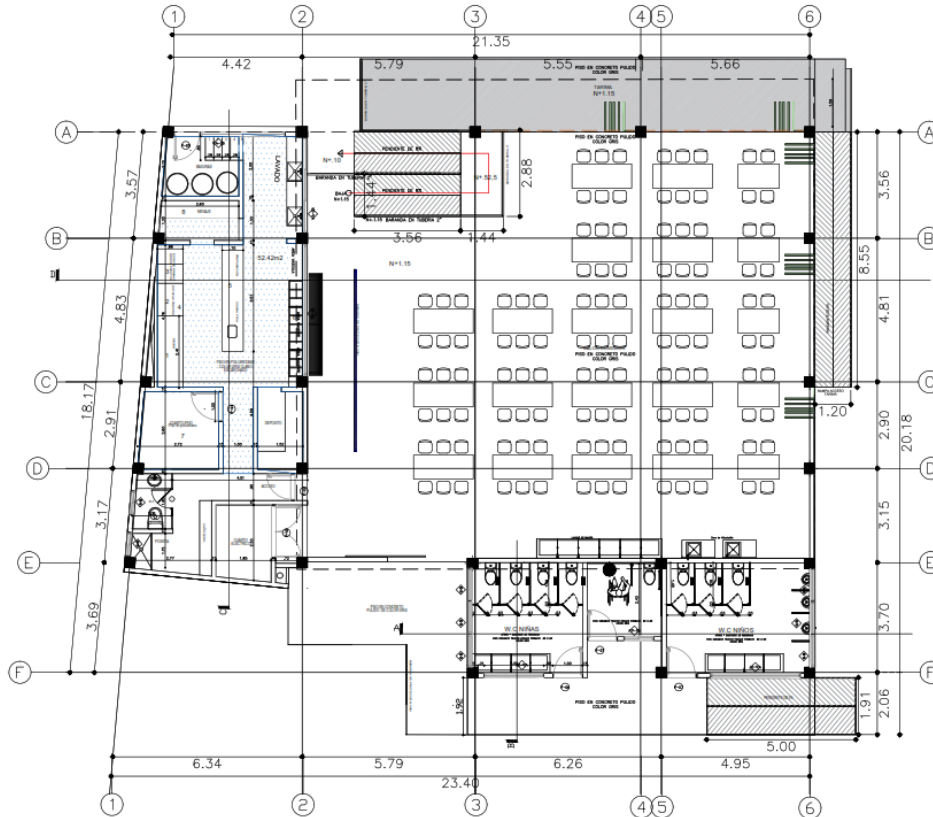
2.2.3.1 Reconocimiento y análisis del diseño arquitectónico

La Etapa 3 inició con el reconocimiento y análisis del diseño arquitectónico suministrado por PROBCI S.A.S., revisando la configuración general, distribución funcional, dimensiones principales y características geométricas. A partir de este análisis, se identificaron los ejes estructurales, luces predominantes y zonas de mayor demanda,

garantizando la coherencia entre la propuesta arquitectónica y el diseño estructural (*Figura 3*).

Figura 3

Planos arquitectónicos del proyecto de mejoramiento del establecimiento educativo.



Nota: Diseño suministrado por arquitecto encargado en PROBCI SAS.

2.2.3.2 Análisis del sitio y parámetros geotécnicos

El diseño estructural se basó en los resultados del estudio de suelos, el cual determinó una capacidad portante admisible de 180 kN/m², clasificando el terreno como Suelo Tipo D según la NSR-10 (AIS, 2010), Título A, Tabla A.2.3-1, el cual se caracteriza por su rigidez media.

PRACTICA EMPRESARIAL EN PROBCI S.A.S.

El análisis de sitio incluyó la revisión de niveles topográficos, drenajes, accesos y entorno, garantizando que las nuevas estructuras se integraran funcionalmente al conjunto educativo existente.

2.2.3.3 Definición del sistema estructural y materiales

Se adoptó un sistema de pórticos resistentes a momentos con disipación de energía moderada (DMO), conforme al Capítulo A.3.4 de la NSR-10 (AIS, 2010), para garantizar la absorción y disipación de energía sísmica sin pérdida significativa de rigidez. Los materiales definidos fueron: concreto estructural $f'c = 21$ MPa, acero de refuerzo $f_y = 420$ MPa, categoría de uso Tipo III y coeficiente de importancia $I = 1.0$, asegurando una respuesta adecuada ante cargas gravitacionales y sísmicas.

2.2.3.4 Asignación de cargas estructurales

El diseño se desarrolló aplicando las cargas del Título B de la NSR-10 (AIS, 2010) (*Tabla 4*), considerando combinaciones críticas de carga muerta, viva y sísmica. Se adoptaron para la cubierta carga muerta = 0.4 kN/m², carga viva $L_r = 0.5$ kN/m² para pendientes menores a 15° , carga viva de 1.8 kN/m² para cubiertas planas con acceso limitado y carga de empozamiento de 0.5 kN/m².

Las combinaciones se evaluaron según la Sección B.3.1 de la NSR-10 (AIS, 2010), considerando estados límite último y de servicio, garantizando resistencia y seguridad estructural.

Tabla 4

Valores de cargas vivas y muertas adoptadas para la estructura.

CARGA SOBREPUESTA MUERTA Según Tabla B.3.4.3-1 de la NSR-10					
(Valores mínimos alternativos de carga muerta de elementos no estructurales cuando no se efectúe un análisis más detallado)					
PISO	TIPO DE EDIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	Fachada y particiones (kN/m ²) m ² en planta	Afinado de piso y cubierta (kN/m ²) m ² en planta	Total carga sobrepuesta (kN/m ²)
CUBIERTA	C. Educativos		0.00	1.8	1.80

CARGAS MUERTAS MÍNIMAS DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES según Tabla B.3.4.1-4		
CUBIERTA	COMPONENTE	Carga (kN/m ²) m ² en área de planta
	Marquesinas, marco metálico, vidrio de 10 mm	0.40

CARGA VIVA DE ENTREPISO Según Tabla B.3.4.3-1 de la NSR-10			
(Valores mínimos alternativos de carga muerta de elementos no estructurales cuando no se efectúe un análisis más detallado)			
PISO	TIPO DE EDIFICACIÓN	UBICACIÓN	Carga uniforme (kN/m) m ² en planta
CUBIERTA	K. Cubierta	K1- (A) Cubiertas, azoteas y terrazas planas con acceso limitado al personal de mantenimiento y a través de un acceso que permanezca siempre cerrada..	1.80
CUBIERTA	K. Cubierta	K6- (F) Cubiertas inclinadas con pendiente de 15° o menos en estructura metálica o de madera con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores a la..	0.50

Nota. Elaboración propia con base en la NSR-10, Título B.

2.2.3.5 Predimensionamiento de elementos estructurales

Se efectuó el predimensionamiento inicial de vigas, columnas y losas, utilizando relaciones geométricas y fórmulas empíricas propuestas por la NSR-10 (AIS, 2010).

- Vigas: se predimensionaron en función de la luz libre y el tipo de apoyo: L/16
- Columnas: dimensiones iniciales entre 1/10 y 1/12 de la altura libre.
- Losa maciza: espesor mínimo calculado de 12 cm, asegurando rigidez y control de deflexión.

2.2.3.6 Modelado estructural en ETABS ®

El modelo tridimensional se desarrolló en el software ETABS 22 ® (CSI 2023), representando la geometría de los pórticos, losas y cimentaciones. El procedimiento incluyó:

PRACTICA EMPRESARIAL EN PROBCI S.A.S.

- Definición de secciones estructurales de vigas, columnas y losas.
- Aplicación de cargas gravitacionales y sísmicas según la zonificación de Barrancabermeja, Santander.
- Asignación de restricciones de apoyo.
- Generación de mallas de análisis para una distribución homogénea de cargas.

Los resultados incluyeron momentos flectores, cortantes y axiales en cada elemento, así como desplazamientos laterales y derivas, que se mantuvieron dentro de los límites de la NSR-10 (AIS, 2010), Título C.3.8.

2.2.3.7 Cálculo sísmico y verificación de derivas

Con base en el modelo, se calculó la fuerza cortante basal y se aplicó el coeficiente sísmico de diseño conforme a la NSR-10 (AIS, 2010), Título A, Capítulo A.4.3. Se verificó las derivas entre pisos cumpliendo los límites de deformación lateral permisibles. Se aplicaron los siguientes procedimientos:

- Cálculo de fuerza sísmica equivalente.
- Determinación del periodo fundamental de vibración (T).
- Distribución de fuerzas sísmicas entre niveles.
- Asignación de irregularidades en la estructura.
- Aplicación del coeficiente de disipación de energía.
- Chequeo de derivas y estabilidad lateral.

2.2.3.8 Diseño de cimentaciones

El diseño de zapatas aisladas y vigas de cimentación se realizó conforme al Capítulo C.15 de la NSR-10 (AIS, 2010), utilizando ETABS 22® (CSI 2023) para modelar el comportamiento del sistema y asignar las cargas de la superestructura. Se usó una profundidad de desplante de 1.20 m, capacidad portante de 180 kN/m², cargas de servicio, combinaciones estructurales, cálculo de refuerzo y coeficiente de balasto (k), garantizando la estabilidad y el cumplimiento de los requisitos normativos.

2.2.3.9 Elaboración del presupuesto estructural

El presupuesto estructural se desarrolló mediante cuantificación de cantidades de obra y Análisis de Precios Unitarios (APU), herramienta que permite descomponer cada actividad en materiales, mano de obra y equipos (Prieto Vesga & Rojas Gallardo, 2012). Los APU se elaboraron con la base de datos interna de PROBCI S.A.S. (2025), sin incluir el análisis de precio unitario (AIU), incluyendo cuantificación desde planos, cálculo de rendimientos, costos directos e indirectos y consolidación del presupuesto en Excel.

2.2.3.10 Elaboración de la memoria de cálculo estructural

Se elaboró la memoria de cálculo estructural (*Figura 4*), que reúne criterios, hipótesis de carga y parámetros normativos de la NSR-10 (AIS, 2010) (Títulos A, B y C), incluyendo el modelo en ETABS 22® (CSI 2023), materiales, combinaciones de carga, sistema estructural, periodo, perfil de suelo y coeficiente de importancia.

Además, se incluyó el cálculo de fuerza sísmica, cortante basal, distribución por niveles, coeficiente de disipación de energía e irregularidades, junto con hojas de cálculo en

Excel para verificación de derivas y diseño de elementos, garantizando la trazabilidad y transparencia técnica del diseño.

Figura 4

Portada de la memoria de cálculo del diseño estructural.



Nota. Elaboración propia mediante Word.

3. Resultados

En el presente apartado se exponen los resultados obtenidos durante el desarrollo de la práctica empresarial, organizados de acuerdo con cada una de las etapas metodológicas planteadas. Se presentan los productos derivados del modelado estructural, el predimensionamiento, la validación normativa y la documentación técnica, los cuales evidencian el cumplimiento de los objetivos propuestos y el aporte técnico al desarrollo de los proyectos.

3.1 Resultados de la etapa 1

En la Etapa 1 se consolidó el modelo estructural tridimensional de una vivienda unifamiliar de dos niveles (*Figura 5*) con un área aproximada de 271 m², utilizando un sistema aporticado en concreto reforzado en ETABS 22® (CSI 2023).

Se consideraron cargas gravitacionales de 4,60 kN/m² en losas de entrepiso, carga viva de reuniones de 2,8 kN/m², cargas residenciales de 1,8 kN/m² y 5,0 kN/m², y para la cubierta una carga muerta de 0,40 kN/m² junto con cargas de 5,0 kN/m² y 0,35 kN/m². Estas solicitaciones se modelaron como cargas uniformemente distribuidas y se combinaron con cargas sísmicas según la NSR-10 (AIS, 2010).

Mediante el software Corpacero® (Corpacero, s.f.) se diseñó el sistema de entrepiso en steel deck con corpalosa de 2" calibre 22 y espesor de 10 cm (*Apéndice A*). Como resultado del predimensionamiento estructural, según la Tabla C.9.5 de la NSR-10 (AIS, 2010), se adoptaron vigas con $h = 0,70$ m y columnas de 0,40 m, garantizando rigidez y estabilidad (*Tabla 5*).

3.2 Resultados de la etapa 2

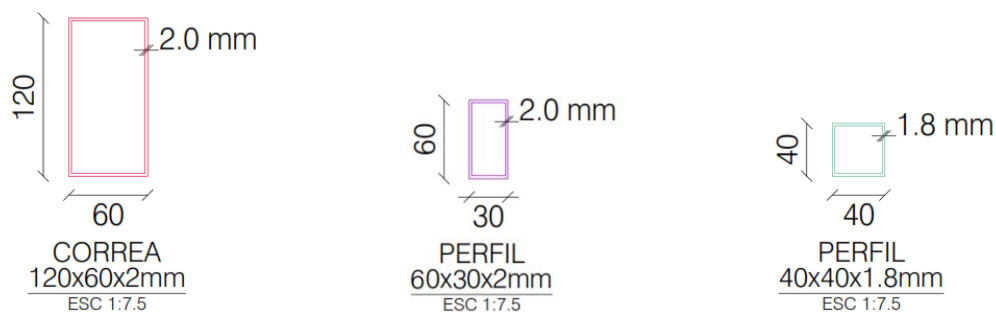
Durante la Etapa 2 se desarrolló el modelado estructural de la cubierta metálica mediante el software SSS CAD COLMENA ® definiendo los elementos principales de la cercha (*Figura 6*), con perfiles $60 \times 30 \times 2$ mm y $40 \times 40 \times 1.8$ mm, y correas en perfiles $120 \times 60 \times 2$ mm (Tuñón Guzmán, 2015).

La verificación por capacidad presentó un índice máximo de 0,60 (*Figura 7*), correspondiente al ratio de diseño (relación demanda/capacidad) de los elementos estructurales, indicando que el elemento más exigido trabaja al 60 % de su capacidad.

Finalmente, se elaboraron los planos estructurales de la cubierta metálica (*Figura 8*), incluyendo ejes, dimensiones, perfiles y disposición de correas. El diseño de correas se presenta en el (*Apéndice B*) y el plano estructural definitivo en el (*Apéndice C*).

Figura 6

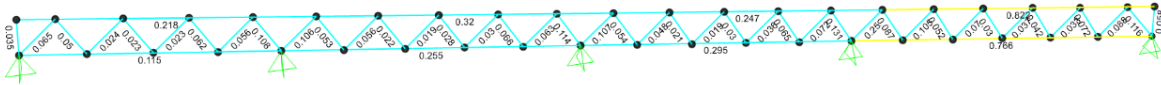
Propiedades geométricas de los perfiles tubulares estructurales seleccionados para la cercha.



Nota: Elaboración propia conforme a la norma ASTM A500 Grado C.

Figura 7

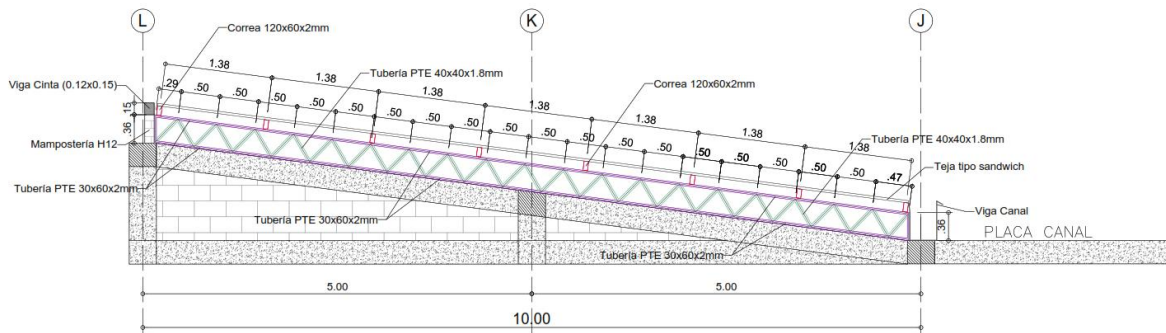
Distribución del índice de capacidad de la estructura metálica.



Nota: Elaboración propia mediante el software sap2000 23®.

Figura 8

Vista en alzado de la cercha metálica con identificación de perfiles.



Nota: Elaboración propia en software AutoCAD 2024®.

3.3 Resultados de la etapa 3

En la Etapa 3 se desarrolló el diseño estructural del mejoramiento del establecimiento educativo con un área aproximada de 421 m². Del predimensionamiento se adoptaron vigas con $h = 0,40$ m y columnas de $0,35 \text{ m} \times 0,35 \text{ m}$ (Tabla 6), utilizadas en el modelado estructural en ETABS 22® (CSI 2023) (Figura 9) en el cual se incluyeron muros de contención.

El análisis arrojó derivas máximas de 0,06 % en dirección X y 0,05 % en dirección Y, bajo las combinaciones $(1.2D + 1.0L + 1.0F_x + 0.3F_y)$ y $(1.2D + 1.0L - 0.3F_x - 1.0F_y)$

PRACTICA EMPRESARIAL EN PROBCI S.A.S.

(Tabla 7), valores inferiores al límite permisible de 0,4 %, evidenciando un adecuado desempeño estructural.

En el diseño de cimentaciones, se consideró una carga de servicio de 180,65 kN bajo la combinación (D+H+F+Lr) y carga mayorada de 242,15 kN bajo la combinación (1.2D+1.6Lr+0.8W). Se obtuvo una presión efectiva de 134,7 kN/m² frente a una capacidad portante admisible del suelo de 180 kN/m², lo que corresponde a un factor de seguridad de 1,34. Se definieron zapatas céntricas de 1,30 m × 1,30 m y 1,00 m × 1,00 m, y zapatas excéntricas de 1,00 m × 1,80 m, todas con altura de 0,50 m, garantizando estabilidad.

Se elaboraron planos estructurales completos que incluyen plantas de cimentación, entrepiso y cubierta, alzados, despiece de vigas y columnas y detalles constructivos (Figura 10), cuyos despieces se presentan en el (Apéndice D).

Finalmente, se consolidó el presupuesto del proyecto, con actividades preliminares por \$131.217.102 y movimiento de tierras por \$187.813.868. Además, se incluyó la tala de 10 árboles mayores a 3 m de altura, con un costo unitario de \$279.346 (Tabla 8)

Tabla 6

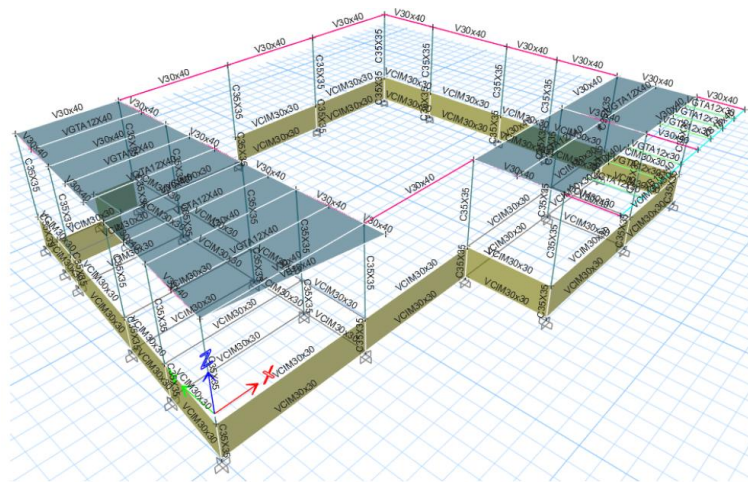
Predimensionamiento de vigas y columnas del mejoramiento del proyecto educativo.

TIPO DE APOYO	LUZ LIBRE (m)	ESP. (m)		
Simplemente apoyados H=L/16	5.50	0.34	Barra de viga de mayor diámetro	N5
Con un extremo continuo H=L/18.5	6.26	0.34	Barra de columna de mayor diámetro	N6
Ambos extremos continuos H=L/21	6.26	0.30	Barra de estribo de columna	N3
En voladizo H=L/8	2.00	0.25	Recubrimiento columna (mm)	40
H de diseño=	0.34		Capacidad sísmica de energía	DMO
H Real [m]=	0.40		Ldh*Factor C.12.5.3(a) (mm)	250
			Ancho mínimo columna (mm)	318

Nota: Elaboración propia con base en la Tabla C.9.5 de la NSR-10.

Figura 9

Modelo tridimensional del proyecto de mejoramiento del establecimiento educativo.



Nota: Elaboración propia mediante el software ETABS 22 ®.

Tabla 7

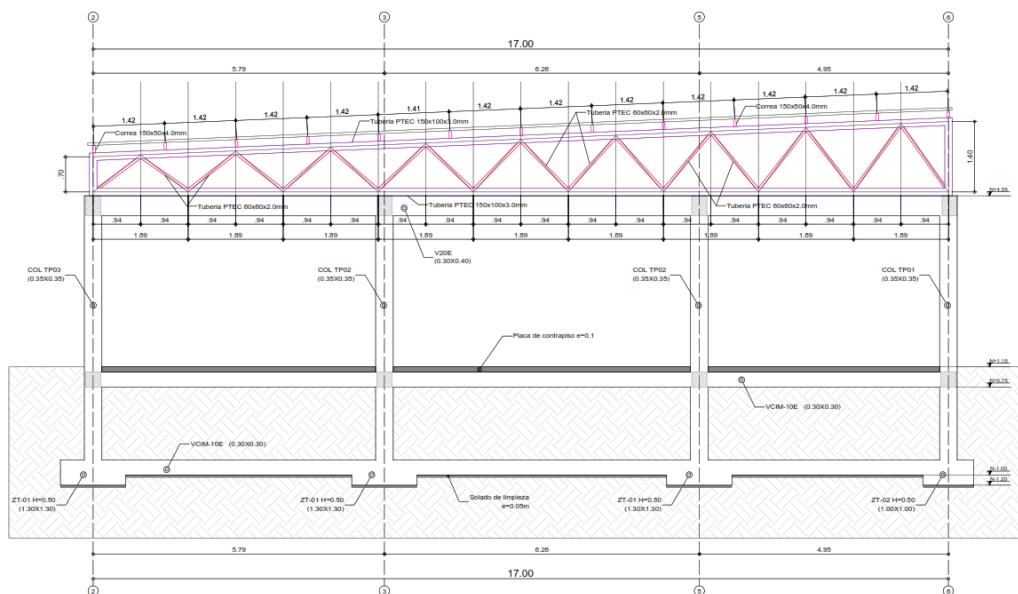
Verificación de derivas por zonas del sistema estructural bajo combinaciones críticas de carga sísmica.

DERIVAS MAXIMAS COMO PORCENTAJE DE hpi										
Estructuras de:								deriva máxima		
Concreto reforzado, metálicas, de madera, y de mampostería que cumplen los requisitos de A.12.5.3.1								0.40% (0.0040 hpi)		
Derivas centro área de Cocina										
Derivas Sismo en X					FX		Derivas Sismo en Y			FY
nivel j	hj	desp x	desp y	deriva	deriva %	desp x	desp y	deriva	deriva %	
N+ 3.4	5.25	0.0028	0.0007	0.0029	0.06%	-0.0010	-0.0026	0.0028	0.05%	
N -1.85										
Derivas centro área de Baño										
Derivas Sismo en X					FX		Derivas Sismo en Y			FY
nivel j	hj	desp x	desp y	deriva	deriva %	desp x	desp y	deriva	deriva %	
N+ 3.4	5.25	0.00269	0.00029	0.0027	0.05%	-0.0005	-0.0027	0.0027	0.05%	
N -1.85										
Derivas en columnas más críticas en Comedor										
Derivas Sismo en X					FX		Derivas Sismo en Y			FY
nivel j	hj	desp x	desp y	deriva	deriva %	desp x	desp y	deriva	deriva %	
N+ 3.4	5.25	-0.00302	-0.00049	0.0031	0.06%	-0.0010	-0.0027	0.0028	0.05%	
N -1.85										

Nota: Elaboración propia mediante hojas de cálculo suministradas por PROBCI SAS.

Figura 10

Vista en alzado desde la cimentación hasta la cubierta del comedor cocina.



Nota: Elaboración propia en software AutoCAD 2024 ®.

Tabla 8

Presupuesto parcial del proyecto de mejoramiento del establecimiento educativo

CONSTRUCCIÓN DE ZONA DEPORTIVA, BATERIAS DE BAÑOS, COCINA Y SALON COMEDOR DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSE ANTONIO GALAN EN EL DISTRITO DE BARRANCABERMEJA.							FECHA:
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE ZONA DEPORTIVA, BATERIAS DE BAÑOS, COCINA Y SALON COMEDOR DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSE ANTONIO GALAN EN EL DISTRITO DE BARRANCABERMEJA.							may-25
UBICACIÓN: BARRANCABERMEJA, SANTANDER.							
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD TOTAL	CANTIDAD POLIDEPORTIVA	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL	
1	ACTIVIDADES PRELIMINARES					\$ 131.217.102,00	
1.1	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO CON EQUIPOS TOPOGRÁFICOS.	M2	1396,04	0,00	\$ 8.296	\$ 11.581.548,00	
1.2	CERRAMIENTO PROVISIONAL EN LAMINA DE ZINC (Incluye desmantelamiento).	ML	133,79	0,00	\$ 85.493	\$ 11.438.108,00	
1.3	CAMPAMENTO 6.00 x 3.00 mts (Incluye desmantelamiento).	UND	1,00	0,00	\$ 3.747.826,00	\$ 3.747.826,00	
1.4	CAFETERIA PROVISIONAL (Caseta).	MES	9,00	0,00	\$ 500.000	\$ 4.500.000,00	
1.5	DESCAPOTE Y LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO CON ESPESOR HASTA DE 10 CM (Incluye retiro de material sobrante).	M2	428,98	0,00	\$ 12.521	\$ 5.371.259,00	
1.6	TALA DE ARBOLES CON ALTURA DE 1 A 3 M (Incluye retiro de material sobrante).	UND	1,00	0,00	\$ 199.723	\$ 199.723,00	
1.7	TALA DE ARBOLES CON ALTURA MAYOR A 3 M (Incluye retiro de material sobrante).	UND	10,00	0,00	\$ 279.346	\$ 2.793.460,00	
1.8	DEMOLICIÓN Y RETIRO DE EDIFICACIÓN EXISTENTE (Incluye el desmonte de cubierta, estructura de soporte de cubierta, cielo raso, ventiladores, redes eléctricas, redes hidrosanitarias, puertas y ventanas, rejas, portones; la demolición mampostería, enchape, revoques, pisos, vigas en concreto, columnas y estructuras de cimentación; Incluye retiro de material).	M2	144,61	0,00	\$ 141.605	\$ 20.477.499,00	
1.9	DEMOLICIÓN DE PISOS EXISTENTES (Espesor hasta 12 cm).	M2	800,14	0,00	\$ 8.194	\$ 6.556.347,00	
1.10	DEMOLICIÓN MAMPOSTERÍA (Incluye cimentación).	M2	12,00	0,00	\$ 5.121	\$ 61.452,00	
1.11	DEMOLICIÓN Y RETIRO DE GRADERIA POLIDEPORTIVO (Incluye cimentación).	M2	22,12	0,00	\$ 1.542.728	\$ 34.125.143,00	
1.12	DESMONTE Y RETIRO DE CERRAMIENTO METÁLICO (Incluye cimentación).	M2	125,63	0,00	\$ 192.660	\$ 24.203.876,00	
1.13	DESMONTE Y RETIRO DE POSTES Y LUMINARIAS.	UND	14,00	0,00	\$ 194.907	\$ 2.728.698,00	
1.14	DESMONTE Y RETIRO DE ARCOS METÁLICOS EN POLIDEPORTIVO.	UND	2,00	0,00	\$ 1.490.575	\$ 2.981.150,00	
1.15	DESMONTE Y RETIRO DE PORTON DOS HOJAS.	UND	1,00	0,00	\$ 451.013	\$ 451.013,00	
2	MOVIMIENTO DE TIERRA					\$ 187.813.868,00	
2.1	EXCAVACIÓN MANUAL DE MATERIAL COMÚN DE 0 - 1,7M.	M3	310,54	123,74	\$ 90.675	\$ 28.158.215,00	
2.2	EXCAVACIÓN MANUAL DE MATERIAL COMÚN DE 1,71 - 3,0M.	M3	42,32	42,32	\$ 131.407	\$ 5.561.144,00	
2.3	EXCAVACIÓN A MÁQUINA DE MATERIAL COMÚN.	M3	208,93	0,00	\$ 21.811	\$ 4.556.972,00	
2.4	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MATERIAL DE PRÉSTAMO (Receto).	M3	842,25	110,08	\$ 90.812	\$ 76.486.407,00	
2.5	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON SUBBASE GRANULAR.	M3	37,03	0,00	\$ 181.144	\$ 6.707.762,00	
2.6	CARGUE Y RETIRO DE MATERIAL SOBRAANTE Y DE ESCOMBROS.	M3	820,33	199,27	\$ 80.874	\$ 66.343.368,00	

Nota: Elaboración propia mediante hojas de cálculo suministradas por PROBCI SAS.

4. Conclusiones

La práctica empresarial desarrollada en PROBCI S.A.S. permitió integrar los conocimientos teóricos adquiridos en la carrera de Ingeniería Civil con su aplicación en un contexto profesional real, fortaleciendo competencias técnicas, normativas y éticas. Asimismo, representó una contribución efectiva a los procesos internos de la empresa, reflejada en la optimización de tiempos, la mejora en la precisión de los planos y la calidad técnica de los documentos entregables, reafirmando la importancia del vínculo universidad empresa para el fortalecimiento del perfil profesional del futuro ingeniero civil.

4.1 Conclusiones de la etapa 1

La Etapa 1 permitió consolidar el modelo estructural tridimensional de la vivienda unifamiliar mediante la integración de la geometría arquitectónica, la definición de cargas gravitacionales y la selección del sistema aporticado en concreto reforzado, garantizando coherencia entre los criterios normativos y la configuración estructural adoptada. El proceso de predimensionamiento proporcionó una base estructural inicial adecuada, permitiendo establecer un modelo consistente para el análisis posterior de esfuerzos, desplazamientos y respuesta sísmica.

En términos generales, esta etapa permitió comprender el comportamiento estructural preliminar de la edificación y establecer fundamentos técnicos sólidos para el desarrollo detallado del diseño en las siguientes fases del proyecto.

4.2 Conclusiones de la etapa 2

La segunda etapa permitió verificar que el sistema estructural metálico presenta un comportamiento adecuado frente a las cargas aplicadas, confirmando que el predimensionamiento inicial y las secciones seleccionadas cumplen con los estados límite de resistencia y servicio. La configuración de apoyos redujo las luces efectivas y los esfuerzos internos, condición coherente con la disposición real del proyecto, donde las cerchas se apoyan sobre elementos de concreto existentes, validando la viabilidad técnica de la solución.

Además, esta etapa fortaleció el criterio en el diseño de estructuras metálicas, comprendiendo la influencia de la separación de apoyos, selección de perfiles y geometría de la cercha, junto con la elaboración detallada de planos estructurales.

4.3 Conclusiones de la etapa 3

La tercera etapa permitió comprobar que el sistema estructural cumple con los requisitos de estabilidad y control de deformaciones, presentando un adecuado comportamiento lateral y suficiente rigidez según la normativa vigente. El diseño de cimentaciones evidenció coherencia entre las cargas de la superestructura y las dimensiones de las zapatas, garantizando una solución estructural y geotécnicamente viable.

La elaboración de planos estructurales permitió integrar el análisis numérico con la documentación constructiva. Finalmente, el ajuste presupuestal tras la segunda visita de campo resaltó la importancia del reconocimiento del sitio, evidenciando la necesidad de incluir actividades no previstas, como la tala de árboles, y fortaleciendo el criterio profesional aplicado.

Referencias bibliográficas

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS). (2010). *Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10*. Bogotá, Colombia. <https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/uploads/city/attachments/3871-10684.pdf>
- Autodesk. (2022). *AutoCAD User Guide*. Autodesk Inc. <https://help.autodesk.com/view/ACD/2022/ENU/>
- Chiavenato, I. (2018). *Administración de recursos humanos*. McGraw-Hill Education. <https://www.mheducation.com/>
- CSI – Computers and Structures Inc. (2023). *ETABS Integrated Analysis, Design and Drafting of Building Systems*. Berkeley, California, EE. UU. <https://www.csiamerica.com/products/etabs>
- Computers and Structures, Inc. (CSI). (2023). *SAP2000: Structural analysis and design*. <https://www.csiespana.com/software/2/sap2000>
- Corpacero. (2019). *CorpaSoft 3.0*. <https://magnusdcweb.com/Descargas.html>
- Meli, R. (2013). *Diseño de estructuras de concreto reforzado*. Limusa Noriega Editores. <https://www.limusa.com.mx/>
- Microsoft. (2023). *Microsoft Excel*. <https://www.microsoft.com/excel>
- Microsoft. (2023). *Microsoft Word*. <https://www.microsoft.com/es-co/microsoft-365/word>
- Prieto Vesga, E. L., & Rojas Gallardo, S. A. (2012). *Sistema para la optimización en los procesos de creación y control de presupuestos de obras civiles basados en APU* (Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander). Universidad Industrial de Santander. <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/c023797f-d0e9-43f9-9717-b7ca1996e124/content>
- Tuñón Guzmán, J. M. (2015). *Aplicación de criterios de construcción sostenible con interacción en el diseño de vivienda de interés prioritario* [Trabajo de grado, Universidad Libre]. <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17125/APLICACION%20DE%20CRITERIOS.pdf>

PRACTICA EMPRESARIAL EN PROBCI S.A.S.

Apéndices

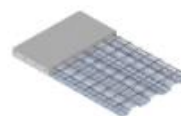
Apéndice A

Sistema de entrepiso para la etapa 1 en corpalosa 2" calibre 22 espesor de 10cm

Corpalosa Tipo: Corpalosa 2

Materiales

Módulo de elasticidad acero (kg/cm ²):	2040000
Esf. de fluencia Corpalosa Fy (kg/cm ²):	2800
Módulo de elasticidad concreto (kg/cm ²):	181000
Esf. fluencia acero de refuerzo negativo (kg/cm ²):	4200
Fc Concreto (kg/cm ²):	210



Especificaciones de la Corpalosa

Espesor de la losa t(cm):	10
Luz entre apoyos permanentes de la lam. (m):	2.15
Número de luces:	3 o más Luces
Voladizo:	No
Tipo de apuntalamiento:	Sin apuntalamiento

Nota: Apuntalar voladizo en etapa constructiva

Cargas

Carga acabados (kg/m ²):	160
Muros y tabiques (kg/m ²):	300
Carga viva de servicio (kg/m ²):	180

Elección De Perfil: Calibre 22

Características de la lámina	
As [lámina] (cm ²):	9.67
Ix [lámina] (cm ⁴):	47.7
Spx [cm ³]:	15.18
Sny [cm ³]:	17.51
Peso Lámina (kg/m ²):	7.41
Espesor nominal de la lámina (cm):	0.09

AVALUO DE CARGAS

Carga Muerta

Peso del concreto Wcto (kg/m ²):	170.43
Peso de la lámina Wlam (kg/m ²):	7.41
Peso Propio Wpp (kg/m ²):	177.84
Peso propio húmedo Wpph (kg/m ²):	228.97
Peso de los Acabados (kg/m ²):	160
Peso de Muros y/o Tabiques (kg/m ²):	300

Carga Viva

Carga viva de servicio (kg/m ²):	180
Carga viva de Construcción Distribuida Wc (kg/m ²):	100
Carga viva de Construcción Puntual Pc (kg):	220

Carga Sobreimpuesta Ws (kg/m²): **640**

DISEÑO PARA ETAPA CONSTRUCTIVA

Verificación de Apuntalamiento

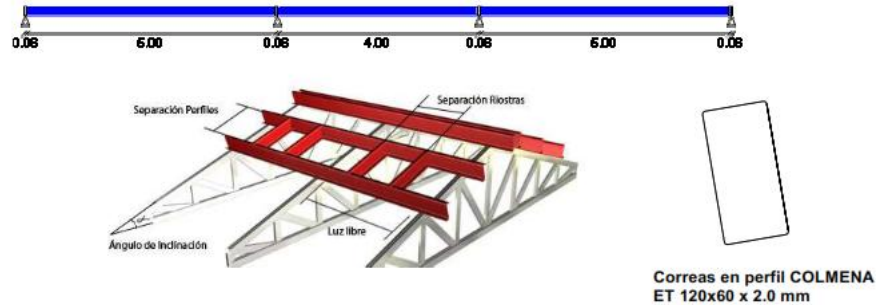
Longitud de apuntalamiento La (m):	2.15
C1:	0.0069
Deflexión por peso propio Δpp (cm):	0.3469
ΔADMpp L/180 (cm):	1.1944
ΔADMpp (cm):	2

$$\Delta_{pp} = C_1 \cdot W_{tot} \frac{L^4 \cdot 100^3}{E_s \cdot I_x}$$

PRACTICA EMPRESARIAL EN PROBCI S.A.S.

Apéndice B

Diseño de correas en perfiles colmena para etapa 2



DATOS BÁSICOS DE LA CUBIERTA

PERFIL COLMENA EN ESTUDIO

Cantidad de Vanos =	ET 120x60 x 2.0 mm
Vano 1 L=5.00 m Sin riostras intermedias	3
Vano 2 L=4.00 m Sin riostras intermedias	X
Vano 3 L=5.00 m Sin riostras intermedias	0.00
Apoyo 1 L=0.06 m	0.00
Apoyo 2 L=0.06 m	Simplemente apoyado
Apoyo 3 L=0.06 m	Simplemente apoyado
Apoyo 4 L=0.06 m	Simplemente apoyado
Separación centro a centro de correas	1.60 m
Pendiente de la cubierta	9.75 ° (17.19%)

CARGAS POR METRO CUADRADO

CARGA MUERTA	20.00 kg/m ²
CARGA VIVA	50.00 kg/m ² -Proyección horizontal-
EMPOZAMIENTO	0.00 kg/m ² -Proyección horizontal-
VIENTO PRESIÓN	50.00 kg/m ²
VIENTO SUCCIÓN	50.00 kg/m ²

COMPORTAMIENTO CORREAS DIRECCION PARALELA A LA CUBIERTA -VALORES MAXIMOS-

Vano	M(+) Kg-m	cap. Kg-m	M(-) Kg-m	cap. Kg-m	V Kg	cap. Kg	Def C.V. mm	Def. Perm mm
1	57.32	364.26	-56.57	384.49	77.45	4141.62	3.3	18.5
2	0.00	364.26	-57.32	384.49	52.65	4141.62	0.7	14.8
3	57.32	364.26	-56.57	384.49	77.45	4141.62	3.3	18.5

Apoyo	Reacción Kg	Flexión Kg-m	Tipo Arruga	Capacidad Kg	NOTA
1	55.5	1.6	-EOF-	957.2	
2	131.9	-57.3	-IOF-	1625.1	
3	131.9	-57.3	-IOF-	1625.1	
4	55.5	1.6	-EOF-	957.2	

REACCIONES EN KG

APOYO	CARGA MUERTA X	CARGA MUERTA Y	CARGA VIVA X	CARGA VIVA Y	EMPOZ. X	EMPOZ. Y	VIENTO PRESIÓN X	VIENTO. PRESIÓN Y	VIENTO SUCCIÓN X	VIENTO SUCCIÓN Y
1	0.00	79.06	0.00	166.23	0.00	0.00	-28.57	166.23	-28.57	166.23
2	0.00	187.93	0.00	395.13	0.00	0.00	-67.92	395.13	-67.92	395.13
3	0.00	187.93	0.00	395.14	0.00	0.00	-67.92	395.14	-67.92	395.14
4	0.00	79.06	0.00	166.23	0.00	0.00	-28.57	166.23	-28.57	166.23

INDICES DE SOBRE ESFUERZO DIRECCION PRINCIPAL

Flexión	Mu/Mr	0.67	Vano 2	Combinación 2
Flexión y cortante	(Mu/Mr) ² + (Vu/Vr) ²	0.45	Vano 2	Combinación 2

INDICES DE SOBRE ESFUERZO DIRECCION SECUNDARIA

Flexión	Mu/Mr	0.16	Vano 2	Combinación 2
Flexión y cortante	(Mu/Mr) ² + (Vu/Vr) ²	0.02	Vano 2	Combinación 2

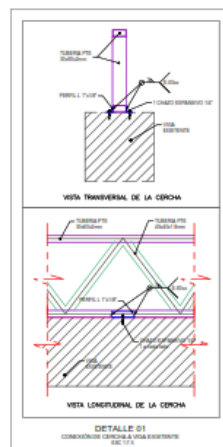
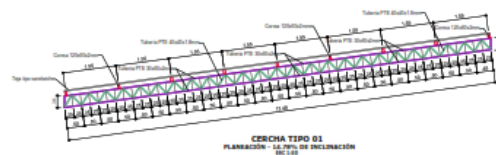
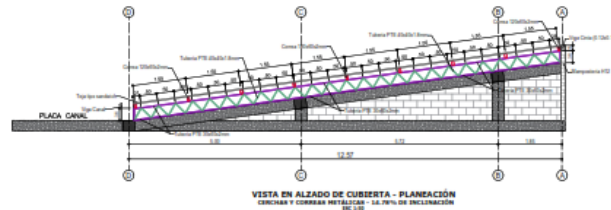
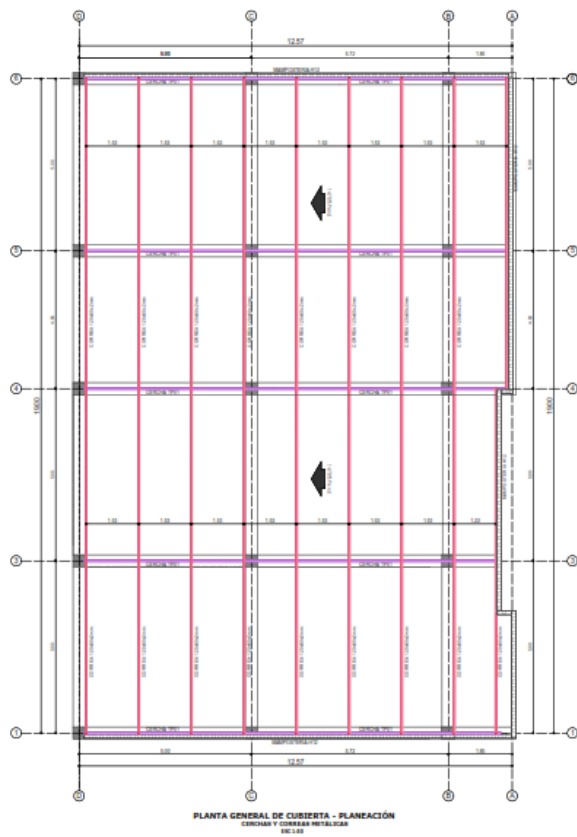
INDICES DE SOBRE ESFUERZO AMBAS DIRECCIONES

Flexión	(Mu/Mr) ² + (Mu/Mr) ² sec	0.83	Vano 2	Combinación 2
---------	---	------	--------	---------------

LA CORREA SI CUMPLE CON LAS SOLICITACIONES

Apéndice C

Plano con vista en planta, en alzado, detalle de perfiles y de conexiones para etapa 2



PRACTICA EMPRESARIAL EN PROBCI S.A.S.

Apéndice D

Despiece de vigas y columnas detallando acero de refuerzo para estructura de la etapa 3

