

**Auxiliar de Ingeniería en los Proyectos de Diseño Estructural Desarrollados por la
Empresa MACO ING S.A.S. ZOMAC**



Presentado por:
Jose Luis Riascos Cubillos

Código:
100418021160

Director:
Ing. Andrés Felipe Coral Vargas

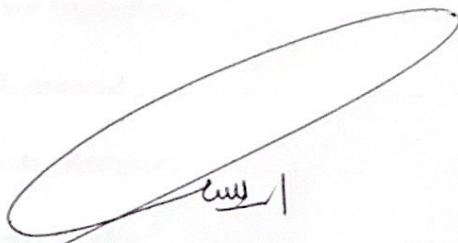
Informe Final de Trabajo de Grado Mediante la Modalidad de Práctica Profesional para Obtener
el Título de Ingeniero Civil.

Universidad del Cauca
Facultad de ingeniería civil
Programa de ingeniería civil
Popayán, 2025

Nota de Aceptación

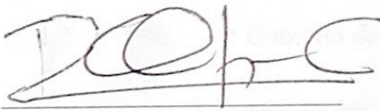
ii

El director de la pasantía y los jurados han evaluado este documento, escuchando la sustentación por parte del estudiante y lo encuentran satisfactorio, por lo tanto, autorizan al estudiante para continuar con las gestiones pertinentes por el título de Ingeniero Civil.

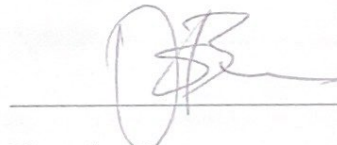


Director de Trabajo de Grado

Ingeniero Andrés Felipe Coral Vargas



Firma Jurado



Firma Jurado

Popayán, septiembre 2025

Tabla de Contenido

iii

	Pág.
1. Introducción	1
2. Objetivos	2
2.1. Objetivo General	2
2.2. Objetivos Específicos	2
3. Marco Referencial	3
3.1. Entidad Receptora	3
3.2. Marco Teórico	3
3.3. Marco Normativo	5
4. Actividades Realizadas como Pasante	6
4.1. Proyecto: Edificio en Puerto Asís	6
4.1.1. Descripción del Proyecto	6
4.1.2. Actividades Realizadas	6
4.2. Proyecto: Cubierta de Polideportivo en San Agustín	9
4.2.1. Descripción del Proyecto	9
4.2.2. Actividades Realizadas	10
4.3. Proyecto: Torre Alta Construcción	12
4.3.1. Descripción del Proyecto	12
4.3.2. Actividades Realizadas	13

4.4.	Proyecto: Torre Social Loft	15iv
4.4.1.	Descripción del Proyecto	15
4.4.2.	Actividades Realizadas	16
4.5.	Otros proyectos desarrollados	18
4.5.1.	Tanque de Almacenamiento en Sibundoy	18
4.5.2.	Anclaje de Ascensor en Edificio Torre Onix.	19
4.5.3.	Puente en Sibundoy.....	20
4.6.	Resumen de Actividades Realizadas como Pasante	21
5.	Observaciones	22
6.	Conclusiones	23
7.	Bibliografía	24
8.	Anexos	25
9.	Apéndices.....	28

Figura 1 Logo de la entidad receptora	3
Figura 2 Despiece de viga en concreto reforzado en modelo de la estructura realizado en el software CYPECAD para el proyecto Edificio en Puerto Asís.	7
Figura 3 Modelo de Edificio en Puerto Asís en software especializado.	8
Figura 4 Plano de cubierta de Edificio en Puerto Asís.	8
Figura 5 Plano de columnas y escaleras de Edificio en Puerto Asís.	9
Figura 6 Planos de muro de cerramiento de Polideportivo en San Agustín.	10
Figura 7 Fragmento de diseño de muro de cerramiento de Polideportivo en San Agustín.	11
Figura 8 Resumen de cantidades de elementos estructurales de proyecto de Cubierta de Polideportivo en San Agustín.	12
Figura 9 Modelo de Edificio en Torre Alta Construcción en software especializado.	14
Figura 10 Cálculo de cantidades de obra tipo para Torre Alta Construcción.	14
Figura 11 Fragmento de resistencia al fuego de Torre Alta Construcción	15
Figura 12 Modelo de Edificio en Torre Social Loft en software especializado.	17
Figura 13 Diseño de escaleras en Torre Social Loft.	17
Figura 14 Planos estructurales de Tanque de Almacenamiento en Sibundoy.	18
Figura 15 Planos estructurales de Anclaje de Ascensor en Edificio Torre Onix.	19
Figura 16 Revisión normativa sobre estudios previos para el diseño de un puente para cruzar un río.	20

Lista de Tablas

Pág.

Tabla 1 Matriz de actividades realizadas como pasante por proyecto 21

Lista de Anexos

Pág.

1.	Certificación de práctica profesional	25
2.	Resolución de anteproyecto	26

Lista de Apéndices

viii

Pág.

Apéndice A. Plano de cubierta de proyecto Torre Social Loft.	28
Apéndice B. Fragmento de memoria de cálculo de cubierta de proyecto Torre Social Loft.	29
Apéndice C. Detalle de algunos elementos estructurales de proyecto Torre Alta Construcción. 41	
Apéndice D. Verificación de resistencia conta el fuego en proyecto Torre Alta Construcción. ..	43
Apéndice E. Fragmento de síntesis de estudio de suelos en proyecto Edificio en Puerto Asís....	46
Apendice F. Modelos de muro de cerramiento de proyecto Cubierta de polideportivo en San Agustín.	50
Apéndice G. Fragmento de cálculo de cantidades de obra para proyecto Cubierta de polideportivo en San Agustín.	53

1. Introducción

En el presente documento se reportan las actividades desarrolladas durante la pasantía en el cargo de auxiliar de ingeniería en la empresa MACO ING S.A.S. ZOMAC. Esta experiencia permitió que el estudiante de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca fortaleciera sus conocimientos técnicos y prácticos mediante la participación en proyectos de diseño estructura. Entre las labores ejecutadas se destacan: el cálculo de cantidades de material en elementos estructurales, el diseño de cubiertas ligeras, escaleras y losas de entrepiso, el modelado de estructuras en software especializado, el análisis de estudios de suelos y demás documentos técnicos requeridos en la fase preliminar de un diseño estructural, la verificación de resistencia contra el fuego en edificaciones, la participación en el diseño y revisión de elementos estructurales, la elaboración de memorias de cálculo y la producción de planos estructurales.

El **Programa de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca**, con más de 150 años de trayectoria, se ha distinguido por formar profesionales íntegros y competentes, brindándoles las herramientas necesarias para aplicar sus conocimientos en beneficio de la sociedad. En este contexto, la pasantía realizada en calidad de auxiliar de ingeniería buscó garantizar que las actividades delegadas cumplieran con los estándares de calidad definidos por las Normas Técnicas Colombianas y los requerimientos propios del diseño estructural. Con ello, se procuró aportar soluciones que respondan a las necesidades de las comunidades beneficiadas, promoviendo la seguridad, la integridad y el bienestar en las obras desarrolladas.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

- Aplicar y fortalecer los conocimientos técnicos y teóricos adquiridos durante la formación académica, mediante la participación como auxiliar de ingeniería en los proyectos de diseño estructural desarrollados por la empresa **MACO ING S.A.S. ZOMAC**, durante el periodo correspondiente a la práctica profesional, contribuyendo activamente en las actividades que se requieran.

2.2. Objetivos Específicos

- Apoyar en la fase preliminar del diseño estructural, mediante la revisión de los planos arquitectónicos base, estudios de suelos y demás documentos técnicos requeridos para un diseño estructural.
- Asistir en la elaboración y ajuste de los diseños estructurales, asegurando el cumplimiento de la normativa técnica vigente.
- Participar en la elaboración de los entregables del diseño estructural, verificando la coherencia de los documentos y la inclusión de los detalles complementarios necesarios en planos y memorias de cálculo estructural.
- Apoyar en el cálculo de cantidades de obra de los elementos estructurales proyectados, con base en los planos y especificaciones técnicas desarrolladas por la empresa.

3. Marco Referencial

3.1. Entidad Receptora

La entidad receptora es la empresa **MACO ING S.A.S. ZOMAC**, la cual se dedica a la elaboración de proyectos de consultoría, interventoría, estudios y diseños en el área estructural.

Figura 1

Logo de la entidad receptora

The logo for MACO Ing. features the word "MACO" in a large, bold, black sans-serif font. The letter "A" is stylized with a horizontal bar that extends to the left and curves slightly. To the right of "MACO" is the word "Ing." in a smaller, black, cursive-style font, followed by a period.

Información adicional de la empresa:

- **Razón social:** MACO ING S.A.S. ZOMAC
- **NIT:** 901.668.032-1
- **Ciudad:** Puerto Asís
- **Dirección principal:** Calle 14 #31-50 Barrio Camilo Torres
- **Representante legal:** Luis Enrique Mogollón Vera
- **Cédula de Ciudadanía del Representante:** 1.006.655.773

3.2. Marco Teórico

El diseño estructural es el proceso mediante el cual se definen, calculan y verifican los elementos que componen una edificación o infraestructura, con el fin de garantizar su seguridad, funcionalidad y economía. Para ello, se aplican los principios de la mecánica estructural, la resistencia de materiales y la normativa técnica vigente, asegurando que la

estructura pueda soportar de manera adecuada las cargas permanentes, variables y accidentales a las que se verá sometida durante su vida útil.

En Colombia, el diseño de edificaciones se encuentra regulado principalmente por la **Norma Sismo Resistente NSR-10**, que establece los requisitos mínimos para la seguridad estructural, la estabilidad global y la resistencia frente a fenómenos sísmicos, cargas gravitacionales y otros efectos externos.

La revisión de documentos en la etapa preliminar del diseño estructural constituye un proceso fundamental, pues establece las pautas que servirán como punto de partida para el desarrollo del proyecto. Esta revisión permite identificar aspectos clave, como las **propiedades geotécnicas del terreno**, las cuales determinan la capacidad portante y condicionan la selección del sistema de cimentación más adecuado. De igual manera, el **diseño arquitectónico** aporta la base para proyectar el sistema estructural y realizar el predimensionamiento de los elementos, con el fin de garantizar un resultado seguro y funcional, manteniendo al mismo tiempo la estética prevista.

Por otro lado, el uso de **software especializado** en diseño y análisis estructural constituye una herramienta fundamental que permite modelar estructuras, simular el comportamiento frente a cargas y verificar el cumplimiento normativo. Estas plataformas incrementan la precisión en los cálculos y optimizan los tiempos de desarrollo de los proyectos.

Finalmente, la **elaboración de memorias de cálculo y planos estructurales** es la etapa en la que se consolidan los resultados del proceso de diseño. Estos documentos cumplen una doble función: servir como guía para la construcción y dejar evidencia

técnica de las decisiones de diseño adoptadas, garantizando trazabilidad y transparencia en el desarrollo del proyecto.

3.3. Marco Normativo

El desarrollo de la práctica profesional se enmarcó en el cumplimiento de la **Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente - NSR-10**, la cual constituye la normativa vigente y de obligatorio cumplimiento en el país para el diseño y la construcción de edificaciones. Esta norma establece los requisitos mínimos de seguridad estructural, así como los criterios de diseño frente a cargas gravitacionales y sísmicas, garantizando la estabilidad, funcionalidad y durabilidad de las estructuras.

4. Actividades Realizadas como Pasante

4.1. Proyecto: Edificio en Puerto Asís

4.1.1. Descripción del Proyecto

Sistema estructural: Pórticos resistentes a momento en concreto reforzado.

Capacidad de disipación de energía: Capacidad moderada de disipación de energía (DMO)

Uso: Residencial.

Amenaza sísmica: Intermedia.

Número de pisos: 5.

Tipo de suelo: D.

Etapas del proyecto al momento de participar: Preliminar.

Diseño estructural de un edificio residencial de cinco pisos ubicado en Puerto Asís, Putumayo, con losas de entrepiso en sistema Metaldeck y losas macizas en concreto reforzado en paños reducidos y balcones. Sistema de cimentación compuesto por zapatas corridas.

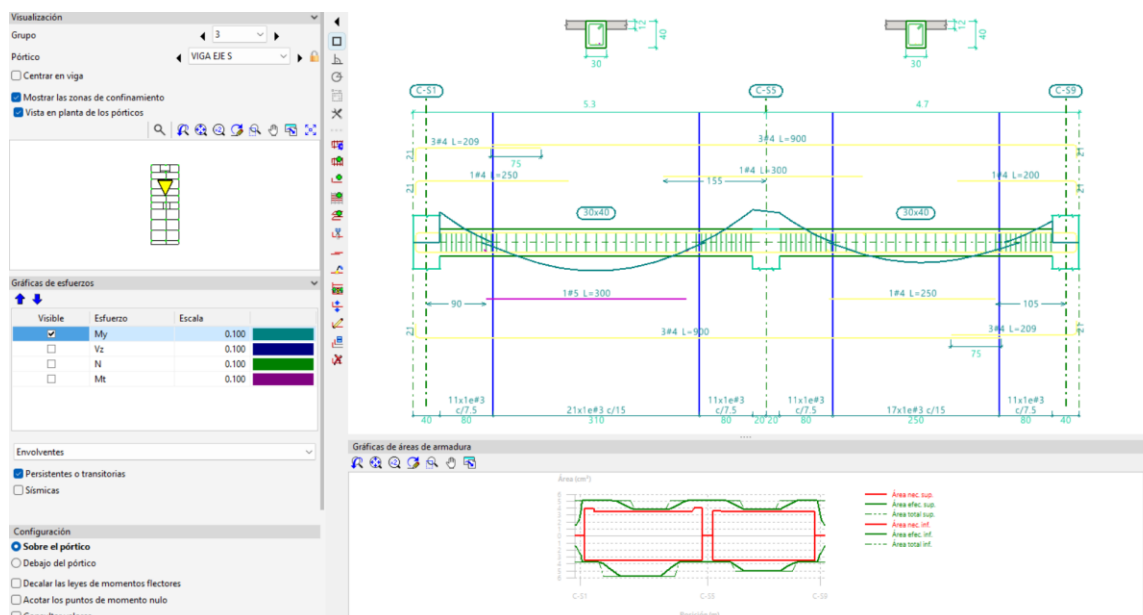
4.1.2. Actividades Realizadas

- Revisión y análisis de estudio de suelos y planos arquitectónicos. (Ver Apéndice E)
- Modelado de la estructura en software especializado. (Ver Figuras 2 y 3)
- Avalúo de cargas, predimensionamiento y distribución de elementos estructurales, cálculo del coeficiente de disipación de energía y verificación de espectro elástico e inelástico.

- Apoyo en el diseño de elementos estructurales. (Ver Figura 2)
- Diseño de cubierta liviana y losas de entrepiso. (Ver Figura 4)
- Elaboración de memorias de cálculo.
- Producción de planos estructurales. (Ver Figura 4 y 5)

Figura 2

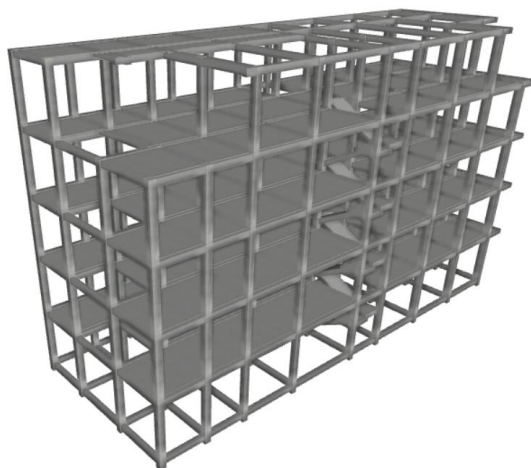
Despiece de viga en concreto reforzado en modelo de la estructura realizado en el software CYPECAD para el proyecto Edificio en Puerto Asís.



Nota. Elaboración propia.

Figura 3

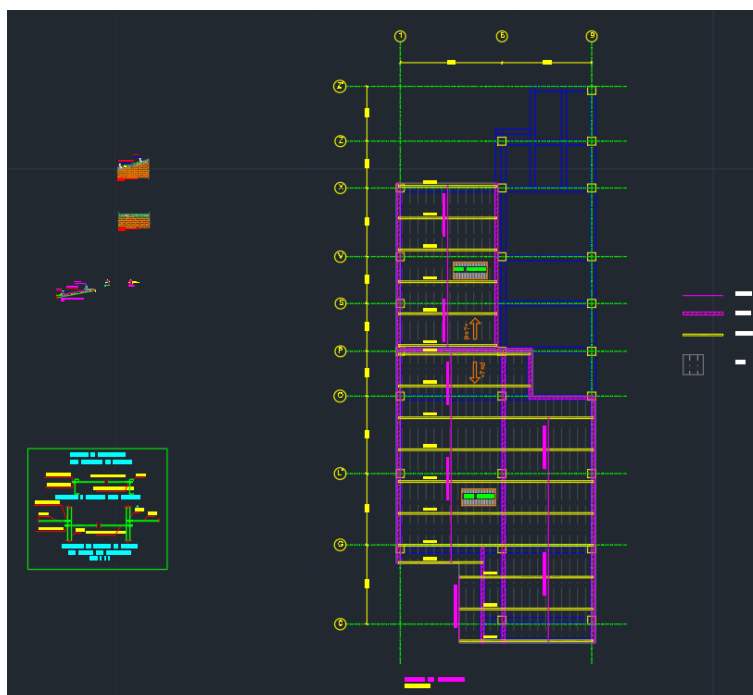
Modelo de Edificio en Puerto Asís en software especializado.



Nota. Elaboración propia.

Figura 4

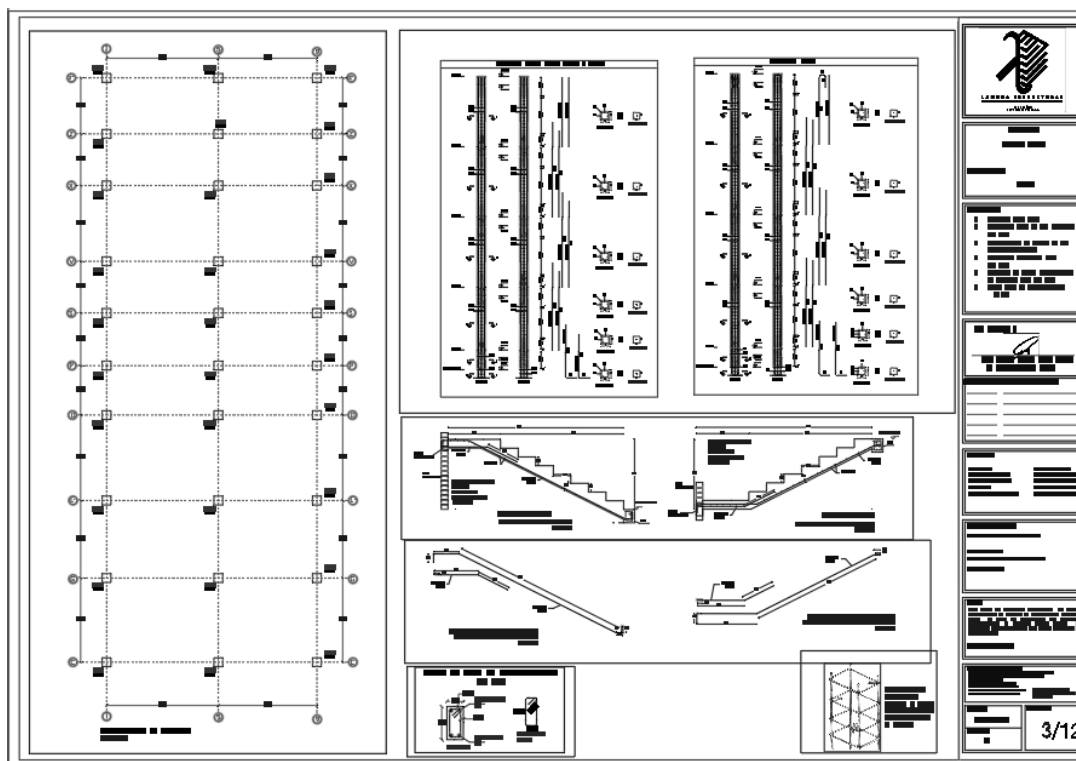
Plano de cubierta de Edificio en Puerto Asís.



Nota. Elaboración propia.

Figura 5

Plano de columnas y escaleras de Edificio en Puerto Asís.



Nota. Elaboración propia.

4.2. Proyecto: Cubierta de Polideportivo en San Agustín

4.2.1. Descripción del Proyecto

Sistema estructural: Sistema de péndulo invertido.

Capacidad de disipación de energía: Capacidad especial de disipación de energía (DES)

Uso: Institucional.

Amenaza sísmica: Alta.

Tipo de suelo: E.

Etapas del proyecto al momento de participar: En desarrollo.

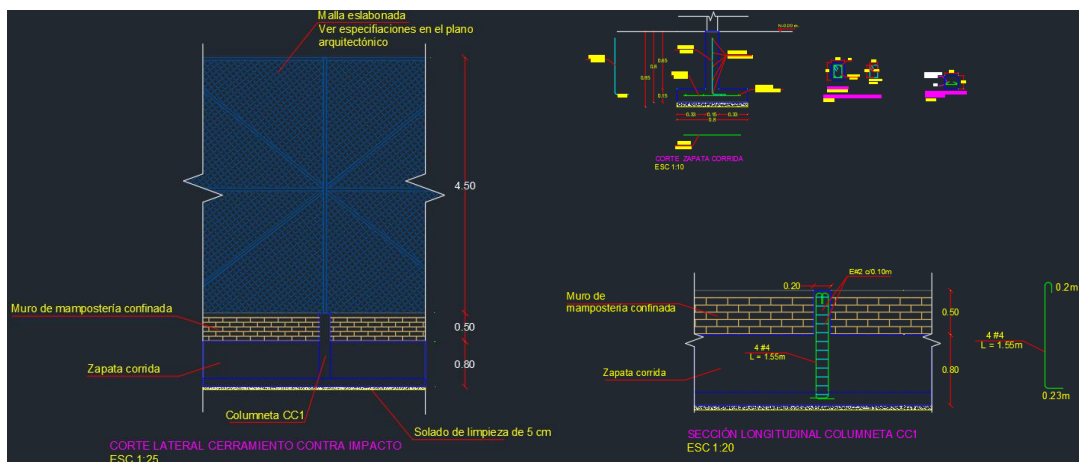
Diseño estructural de cubierta para polideportivo ubicado en la Institución Educativa Vereda Alto Las Chinas, en la zona rural del municipio de San Agustín, Huila. Columnas en acero estructural y pedestales en concreto reforzado. Sistema de cimentación zapatas aisladas con contrapeso y zapatas corridas para los elementos no estructurales.

4.2.2. Actividades Realizadas

- Revisión de estudio de suelos y planos arquitectónicos.
- Diseño de muro de cerramiento del polideportivo. (Ver Apéndice F)
- Diseño de cimentación de muro de cerramiento del polideportivo. (Ver Apéndice F)
- Elaboración de memorias de cálculo.
- Producción de planos estructurales.
- Cálculo de cantidades de elementos estructurales. (Ver Apéndice G)

Figura 6

Planos de muro de cerramiento de Polideportivo en San Agustín.



Nota. Elaboración propia.

Figura 8

Resumen de cantidades de elementos estructurales de proyecto de Cubierta de Polideportivo en San Agustín.

CONCRETO 21 MPa			CONCRETO 17.5 MPa			ACERO DE REFUERZO 420 MPa		
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD
ZAPATA Z1	m³	37.80	SOLADO DE LIMPIEZA	m³	2.09	ZAPATA Z1	kg	3643.45
VIGA DE ANCLAJE ZAPATA Y MUERTO	m³	4.32	SUBTOTAL	m³	2.09	MUERTO DE CONTRAPESO	kg	437.14
VIGA DE CIMENTACIÓN VC1	m³	6.43	DESPERDICIO	%	5%	VIGA DE ANCLAJE ZAPATA Y MUERTO	kg	2190.20
VIGA DE CIMENTACIÓN DE GRADERÍAS VC2	m³	3.43	TOTAL	m³	2.20	VIGA DE CIMENTACIÓN VC1	kg	1257.24
PEDESTALES DE CONCRETO	m³	16.07				VIGA DE CIMENTACIÓN DE GRADERÍAS VC2	kg	215.96
PLACA DE GRADERÍAS	m³	3.16				PEDESTALES DE CONCRETO	kg	3285.86
COLUMNETA DE MURO DE CARRAMIENTO CC1	m³	0.105	CONCRETO CICLOPEO - 60% CONCRETO 21 MPa + 40% PIEDRA 20 cm			PLACA DE GRADERÍAS	kg	206.75
ZAPATA CORRIDA MURO DE CERRAMIENTO	m³	3.71	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	MUROS DE GRADERÍAS	kg	24.26
PLACA DE CONTRAPISO	m³	67.80	ZAPATA Z1	m³	67.20	COLUMNETA DE MURO DE CARRAMIENTO CC1	kg	55.32
SUBTOTAL	m³	142.82	MUERTO DE CONTRAPESO	m³	25.35	ZAPATA CORRIDA MURO DE CERRAMIENTO	kg	183.18
DESPERDICIO	%	5%	SUBTOTAL	m³	92.55	PLACA DE CONTRAPISO	kg	3796.69
TOTAL	m²	149.96	DESPERDICIO	%	5%	SUBTOTAL	kg	15296.06
			TOTAL	m³	97.18	DESPERDICIO	%	10%
						TOTAL	m³	16825.66

COLUMNAS/VIGAS				
ELEMENTO	LONGITUD (m)	PESO (kg/m)	CANTIDAD	PESO TOTAL (kg)
Columna HEA 450	5.35	139.7	12	8969
VIGA 2C (400X255X9.5) ARMADA	6	84.8	10	5087
VIGA CANAL	6	92.6	10	5558
PLACAS				
ELEMENTO	AREA (m²)	PESO (kg/m)	CANTIDAD	PESO TOTAL (kg)
PLACA BASE e=1"	0.385	199.4	12	921
PLACA UNION HEA 450 CON 2C	0.144	149.9	12	259
PLATINA	0.0255	74.6	132	251
PERNOS				
ELEMENTO	LONGITUD (m)	PESO (kg/m)	CANTIDAD	PESO TOTAL (kg)
PERNOS 1-1/8 PLACA BASE	1.25	5.03	144	906
PERNOS 7/8 UNION HEA 450 Y 2C	0.07	3.05	48	10
SUBTOTAL ACERO ESTRUCTURAL (KG)				21961
5% SOLDADURA Y TORNILLENRIA				1098.0
PESO TOTAL ACERO (KG)				23059

Nota. Elaboración propia.

4.3. Proyecto: Torre Alta Construcción

4.3.1. Descripción del Proyecto

Sistema estructural: Combinado.

Capacidad de disipación de energía: Capacidad especial de disipación de energía (DES).

Uso: Residencial.

Amenaza sísmica: Alta.

Número de pisos: 6 pisos, uno de ellos dúplex.

Tipo de suelo: E.

Etapas del proyecto al momento de participar: Final.

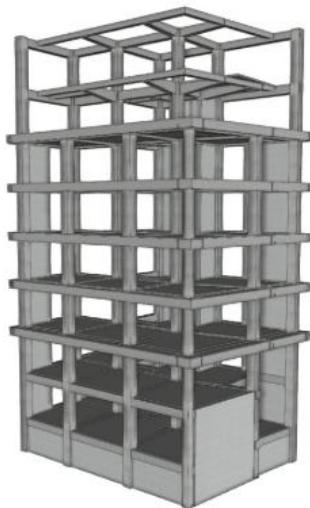
Diseño estructural de un edificio residencial de 6 entrepisos y un semisótano en el barrio Belalcázar en la ciudad de Popayán, Cauca, con losas de entrepiso en Steel Joist y losas macizas en concreto reforzado en paños reducidos y balcones. Sistema de cimentación profunda compuesta por pilotes, cabezales, losa de cimentación y vigas de cimentación.

4.3.2. Actividades Realizadas

- Revisión de planos arquitectónicos.
- Cálculo de cantidades de elementos estructurales. (Ver Figura 10)
- Verificación de resistencia contra el fuego. (Ver Apéndice D y Figura 11)

Figura 9

Modelo de Edificio en Torre Alta Construcción en software especializado.



Nota. Elaboración propia.

Figura 10

Cálculo de cantidades de obra tipo para Torre Alta Construcción.

VIGAS DE ENTREPISO 2 - 5 (N+3.94, +6.64, +9.34, +12.04) - REFUERZO LONGITUDINAL											
VIGA	LONGITUD TOTAL DE BARRAS (cm)					PESO POR METRO					PESO TOTAL
	#4	#5	#6	#7	#8	#4	#5	#6	#7	#8	
VIGA EJE 1				5265	280	0.994	1.552	2.235	3.042	5.06	174.3293
VIGA EJE 2		1070	5555	730		0.994	1.552	2.235	3.042	5.06	162.96725
VIGA EJE 2'		3252	600			0.994	1.552	2.235	3.042	5.06	63.88104
VIGA EJE 3		245	4650	3235	2000	0.994	1.552	2.235	3.042	5.06	307.3386
VIGA EJE 4			10090	720		0.994	1.552	2.235	3.042	5.06	247.4139
VIGA EJE BZ	1644					0.994	1.552	2.235	3.042	5.06	16.34136
VIGA EJE 4'	4160					0.994	1.552	2.235	3.042	5.06	41.3504
VIGA EJE B'	870	600				0.994	1.552	2.235	3.042	5.06	17.9598
VIGA EJE A'	5380					0.994	1.552	2.235	3.042	5.06	53.4772
VIGA EJE A		280	9355	6680		0.994	1.552	2.235	3.042	5.06	416.63545
VIGA EJE B	1475	5980	2610		760	0.994	1.552	2.235	3.042	5.06	204.2606
VIGA EJE C		865	5745			0.994	1.552	2.235	3.042	5.06	141.82555
TOTAL											1847.78045
VIGAS DE ENTREPISO 2 - 5 (N+3.94, +6.64, +9.34, +12.04) - REFUERZO TRANSVERSAL											
VIGA	BARRA	LONGITUD	CANTIDAD	PESO POR M	PESO TOTAL						
VIGA EJE 1	#3	1.44	55	0.56	44.352						
VIGA EJE 2	#3	1.44	87	0.56	70.1568						
VIGA EJE 2'	#3	1.34	54	0.56	40.5216						
VIGA EJE 3	#3	1.24	100	0.56	69.44						
VIGA EJE 4	#3	1.54	95	0.56	81.928						
VIGA EJE BZ	#3	1.14	9	0.56	5.7456						
VIGA EJE 4'	#3	1.14	58	0.56	37.0272						
VIGA EJE B'	#3	1.34	26	0.56	19.5104						
VIGA EJE A'	#3	1.14	74	0.56	47.2416						
VIGA EJE A	#3	1.54	130	0.56	112.112						
VIGA EJE B	#3	1.44	118	0.56	95.1552						
VIGA EJE C 35X45	#3	1.34	66	0.56	49.5264						
VIGA EJE C 20X45	#3	1.14	49	0.56	31.2816						
TOTAL					703.9984						
TOTAL ACERO DE VIGAS DE ENTREPISO 2 - 5 (N+3.94, +6.64, +9.34, +12.04)					10207.12						

Nota. Elaboración propia.

Figura 11

Fragmento de resistencia al fuego de Torre Alta Construcción

1.1 Conclusiones y observaciones

- ✓ Se debe disponer de protección para las instalaciones eléctricas, cumpliendo con el código RETIE y la NTC 2050 (J.2.2)
- ✓ El diseño arquitectónico debe garantizar que se ha tenido en cuenta los numerales J.2.3, J.2.4, J.2.5.2, J.2.5.3 para la protección contra el fuego.
- ✓ Contar con hidrantes según requisitos (J.2.4.4)
- ✓ Las columnas cumplen con resistencia al fuego de 3 horas. (J.3.5.2-1)
- ✓ Los muros estructurales en concreto cumplen con resistencia al fuego de 3 horas. (J.3.5.2.2).
- ✓ Las losas macizas y viguetas en concreto cumplen con resistencia al fuego de 1 hora. (J.3.5.2.3).
- ✓ Las vigas cumplen con resistencia al fuego de 3 horas. (J.3.5.2-4)
- ✓ Los muros no estructurales en mampostería con pañetes en ambas caras cumplen con las dimensiones mínimas de resistencia al fuego para 1 hora. (J.3.5-1).
- ✓ Se debe contar con un sistema de alarma contra incendios cumplimiento los requisitos de J.4.2.8-2.
- ✓ Los sistemas hidráulicos deben tener inspección, prueba y mantenimiento (J.4.3).
- ✓ Contar con tomas fijas para bomberos y mangueras de extinción de incendios (J.4.3.8.2)
- ✓ Contar con extintores de fuego portátiles tomas fijas para bomberos y, mangueras de extinción de incendios (J.4.3.8.3)

Nota. Elaboración propia. Ver completo en Apéndice D.

4.4. Proyecto: Torre Social Loft

4.4.1. Descripción del Proyecto

Sistema estructural: Combinado.

Capacidad de disipación de energía: Capacidad especial de disipación de energía (DES).

Uso: Residencial.

Amenaza sísmica: Alta.

Número de pisos: 6 pisos, uno de ellos dúplex.

Tipo de suelo: E.

Etapas del proyecto al momento de participar: Preliminar.

Diseño estructural de un edificio residencial de 6 entrepisos en el barrio La Ximena en la ciudad de Popayán, Cauca, con losas de entrepiso en Steel Joist y losas macizas en concreto reforzado en paños reducidos y balcones. Sistema de cimentación profunda compuesta por pilotes, cabezales, losa de cimentación y vigas de cimentación.

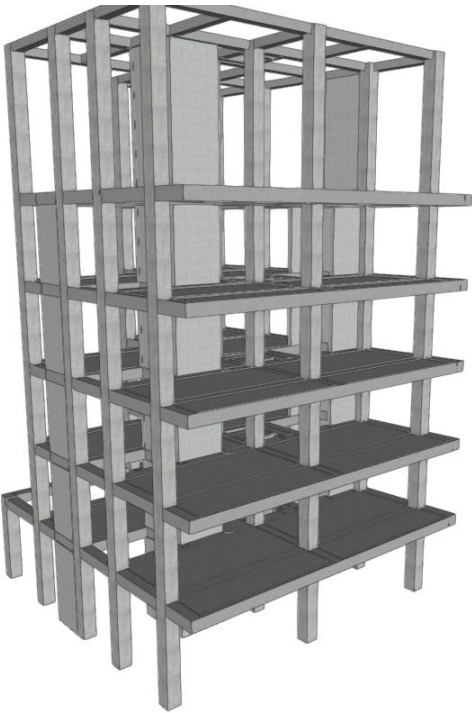
Etapas del proyecto al momento de participar: preliminar.

4.4.2. Actividades Realizadas

- Revisión y análisis de estudio de suelos y planos arquitectónicos.
- Modelado de la estructura en software especializado. (Ver Figura 12)
- Avalúo de cargas, cálculo del coeficiente de disipación de energía y verificación de espectro elástico e inelástico.
- Diseño de cubierta liviana y escaleras. (Ver Figura 13 y Apéndices A y B)
- Elaboración de memorias de cálculo. (Ver Apéndice B)
- Producción de planos estructurales. (Ver apéndice A)
- Verificación de resistencia contra el fuego.
- Cálculo de cantidades de elementos estructurales.

Figura 12

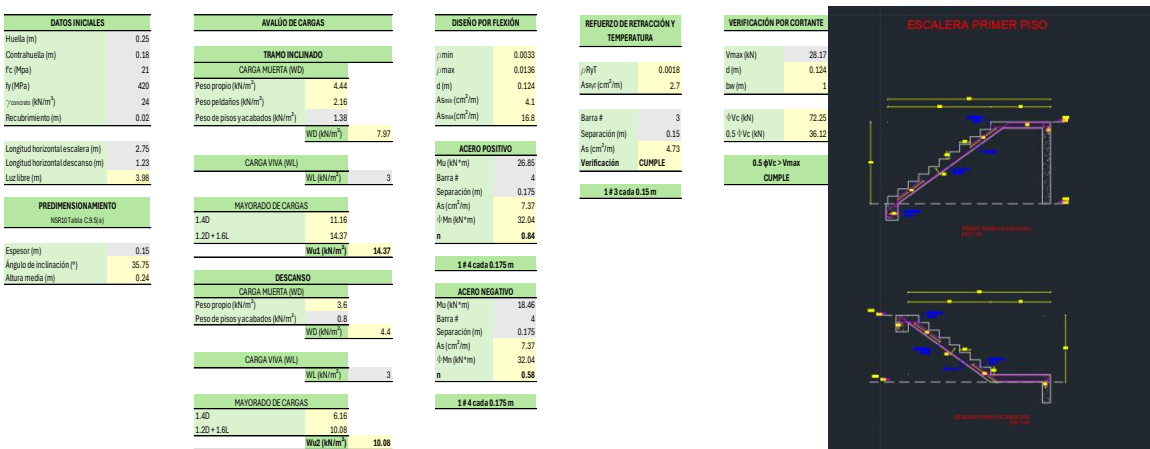
Modelo de Edificio en Torre Social Loft en software especializado.



Nota. Elaboración propia.

Figura 13

Diseño de escaleras en Torre Social Loft.



Nota. Elaboración propia.

4.5. Otros proyectos desarrollados

4.5.1. *Tanque de Almacenamiento en Sibundoy*

Descripción:

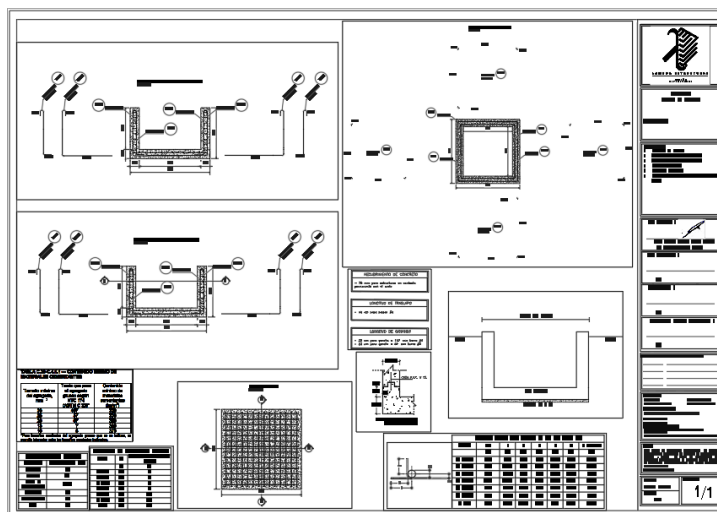
Diseño estructural de un tanque de almacenamiento semienterrado, en concreto reforzado, destinado al almacenamiento de aceites en el municipio de Sibundoy, Putumayo.

Actividades Realizadas:

- Producción de planos estructurales.

Figura 14

Planos estructurales de Tanque de Almacenamiento en Sibundoy.



Nota. Elaboración propia.

4.5.2. Anclaje de Ascensor en Edificio Torre Onix.

Descripción:

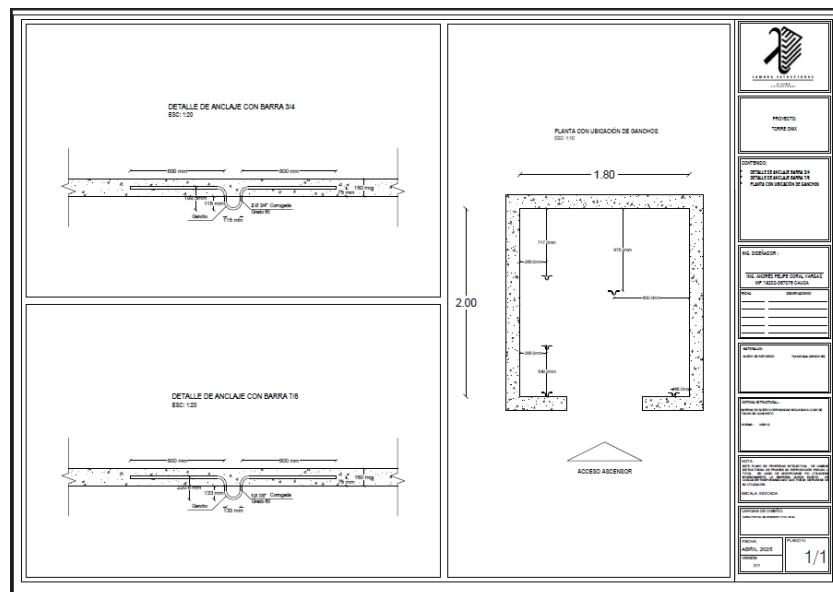
Diseño estructural del sistema de anclaje para ascensor en un edificio residencial de la ciudad de Popayán, Cauca, mediante el uso de barras de acero corrugadas embebidas en concreto reforzado.

Actividades Realizadas:

- Revisión y análisis de documentos técnicos en etapa preliminar.
- Producción de planos estructurales.
- Apoyo en modelado y diseño del anclaje.

Figura 15

Planos estructurales de Anclaje de Ascensor en Edificio Torre Onix.



Nota. Elaboración propia.

4.5.3. Puente en Sibundoy

Descripción:

Revisión y análisis de la normativa aplicable con el fin de establecer los estudios previos requeridos para el desarrollo de un proyecto de diseño estructural de un puente de gran luz, destinado al tránsito peatonal o vehicular de carga reducida (bicicletas y motocicletas), proyectado sobre un río.

Actividades Realizadas:

- Revisión y análisis normativo.

Figura 16

Revisión normativa sobre estudios previos para el diseño de un puente para cruzar un río.

- Levantamiento topográfico del río en una longitud igual a 10 veces el ancho (6 veces aguas abajo y 4 veces aguas arriba) caracterizando las orillas y el cauce mediante secciones transversales al eje del río. Esta longitud podrá ser modificada según existan condiciones que controlen el flujo: cascadas, caídas, confluencias, desembocaduras, estructuras, etc.

Las secciones transversales deben abarcar toda la zona hasta la cual puedan llegar los niveles de agua para los caudales de diseño. La separación entre secciones puede ser igual a una vez el ancho de la sección, pero también se deberán tomar secciones donde cambien la planta, el perfil o la sección transversal y, naturalmente, por el eje del puente.

- Se deben investigar huellas de niveles de agua máximos, es decir la cota de la huella de la creciente máxima.
- Se debe medir la pendiente hidráulica del río. En la primera sección aguas arriba y en la última aguas abajo a una misma hora, se toma el nivel del agua dejando algún testigo de este nivel. Posteriormente se nivelan ambos testigos y con ello se halla la cota del nivel de agua en ambos extremos del río, pudiéndose calcular la pendiente hidráulica.
- De existir, se debe tomar la información altimétrica y planimétrica de las estructuras existentes aguas arriba y aguas abajo de la sección de cruce: puentes, bocatomas, defensas, etc..

Por lo tanto, asumiendo que el cauce tiene un ancho de 80 metros (dado que se está solicitando un estudio topográfico de 800 m y este debe ser de 10 veces el ancho), debería solicitarse el estudio topobatimétrico a 480 m aguas abajo y 320 m aguas arriba.

Nota. Elaboración propia.

4.6. Resumen de Actividades Realizadas como Pasante

Tabla 1

Matriz de actividades realizadas como pasante por proyecto

Actividades / Proyecto	Edificio en Puerto Asís	Polideportivo en San Agustín	Torre Alta Construcción	Torre Social Loft	Otros proyectos
Cantidades de obra		X	X	X	
Avalúo de cargas y/o demás cálculos en fase inicial	X	X	X	X	
Apoyo en diseño de elementos estructurales	X				X
Diseño de muros		X			
Diseño de cubiertas	X	X		X	
Diseño de escaleras y/o losas	X			X	
Modelado en software especializado	X			X	X
Revisión y análisis de diseños y estudios previos	X	X	X	X	X
Verificación de resistencia al fuego			X	X	
Memorias de cálculo	X	X		X	
Planos estructurales	X	X		X	X
Revisión y análisis normativo					X

Nota. Elaboración propia.

5. Observaciones

- Se evidenció la importancia de una adecuada coordinación entre arquitectos, ingenieros estructurales y especialistas en suelos para el éxito de un proyecto de diseño estructural.
- La práctica permitió participar en proyectos diferentes, lo que enriqueció la experiencia con variedad de retos estructurales.
- En algunos casos, los estudios de suelos presentaron resultados sujetos a interpretación, lo que generó debates entre las distintas partes involucradas. Esto requirió realizar observaciones técnicas y establecer procesos de comunicación para llegar a un consenso que garantizara la viabilidad del diseño estructural.
- El uso de software especializado fue indispensable para optimizar tiempos y garantizar precisión en el modelado estructural.
- La verificación normativa bajo la **NSR-10** fue fundamental en todas las actividades, destacándose como eje regulador del diseño estructural en el país.

6. Conclusiones

- Se apoyó en la fase preliminar del diseño estructural mediante la revisión de los planos arquitectónicos base, estudios de suelos y demás documentos técnicos requeridos para un diseño estructural. (Ver Tabla 1)
- Se asistió en la elaboración y ajuste de diseños estructurales, garantizando el cumplimiento de la normativa técnica vigente. (Ver Tabla 1)
- Se participó en la producción de entregables de diseño estructural, verificando la coherencia de los documentos y la inclusión de los detalles complementarios en planos y memorias de cálculo. (Ver Tabla 1)
- Se apoyó en el cálculo de cantidades de obra de los elementos estructurales con base en planos y especificaciones técnicas desarrolladas por la empresa. (Ver Tabla 1)
- La pasantía representó una oportunidad invaluable para consolidar la formación académica recibida en la Universidad del Cauca, aportando tanto a la experiencia profesional del pasante como a los proyectos de la empresa receptora. Esta experiencia constituye un paso significativo en la transición hacia el ejercicio profesional de la ingeniería civil.

7. Bibliografía

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS). (2010). *Reglamento colombiano de construcción sísmo resistente NSR-10*.

CYPE Ingenieros, S.A. (s.f.). *Manual de usuario*.

Instituto Nacional de Vías - INVIAS. (2014). *Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP 14*.

Instituto Nacional de Vías. (2009). *Manual de Drenaje para Carreteras*.

McCormac, J., & Brown, R. (2017). *Diseño de concreto reforzado*.

McCormac, J., & Csernak, S. (2013). *Diseño de estructuras de acero*.

UNIVERSIDAD DEL CAUCA. (2012). Acuerdo No. 027 de 2012 (Sobre reglamentación del Trabajo de Grado en los pregrados). Popayán: Consejo superior.

UNIVERSIDAD DEL CAUCA. (2014). Resolución FIC-820 de 2014 (Reglamento de trabajo de grado en la Facultad de Ingeniería Civil). Popayán: Facultad de Ingeniería Civil.

8. Anexos

1. Certificación de práctica profesional

MACO Ing.

Puerto Asís, 2 de septiembre de 2025

Señores,

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD DEL CAUCA
Popayán, Cauca

Asunto: Certificación de práctica profesional

Respetados señores:

Por medio de la presente, certificamos que el señor JOSE LUIS RIASCOS CUBILLOS, identificado con cédula de ciudadanía No. 1.002.961.970, estudiante del programa de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca, realizó su práctica profesional en nuestra empresa MACO ING S.A.S. ZOMAC NIT 901668032-1, cumpliendo satisfactoriamente con las funciones encomendadas y completando un total de trescientas ochenta y cuatro (384) horas, conforme a lo exigido por la institución.

Se expide la presente certificación a los dos (2) días del mes de septiembre de 2025, para los fines académicos y administrativos a que haya lugar.

Cordialmente,



CARLOS MARIO CORAL VARGAS
C.C. N° 1.144.055.860
Representante legal
MACO ING S.A.S. ZOMAC

Calle 14 # 30-50, Of 102
B/ Camilo Torres, Puerto Asís, Putumayo.
www.macoing.com.co
(+57) 3142379392



2. Resolución de anteproyecto



Facultad de Ingeniería Civil
Decanatura

RESOLUCIÓN No. 8.3.-4.4/215 DE 2025
(16 de junio)

Por la cual se autoriza un anteproyecto para la realización de trabajo de grado, ya sea modalidad Trabajo de Investigación, Práctica Profesional, Estudios de Profundización o Actividad Proyectual, según sea el caso, y se designa director del trabajo de grado.

EL CONSEJO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL en uso de sus atribuciones legales, conferidas por el Estatuto General de la Universidad del Cauca, el Acuerdo Superior 027 del 2012 y el Acuerdo Superior 002 de 1988.

CONSIDERANDO

1. Que mediante Acuerdo Superior 027 de 2012, se reglamentó los Trabajo de Grado en los programas de pregrado, donde estableció en el artículo primero lo siguiente *"ARTÍCULO 1. Se define como Trabajo de Grado el ejercicio desarrollado por el estudiante de pregrado, debidamente matriculado, que busca fortalecer y aplicar las competencias adquiridas durante su proceso de formación y con ello contribuir al análisis y posibles soluciones de problemáticas relacionadas con el campo de acción de su profesión."*
2. Que en el acuerdo superior referenciado anteriormente, en su artículo cuarto establece lo siguiente:
"ARTÍCULO 4. Los Consejos de Facultad, por sugerencia de los Comités de Programa, deberán:
 1. Definir las modalidades de Trabajo de Grado para cada programa de acuerdo con sus características y particularidades.
 2. Establecer las condiciones, requisitos, procedimientos y términos que reglamenten cada modalidad de trabajo de grado, sin perjuicio de las generalidades establecidas en el presente acuerdo.
 3. Determinar el número total de créditos asignados al Trabajo de Grado, entre 8 y 12.*PARÁGRAFO. En todas las modalidades deberá existir un proyecto, plan de trabajo o programa en el cual quede expreso el cronograma de actividades a desarrollar y el presupuesto."*
3. Mediante Resolución No. 820 de 2014 del Consejo de Facultad de Ingeniería Civil, reglamentó internamente el proceso para desarrollar el Trabajo de Grado en la Facultad.
4. Que dentro de los requisitos para la realización de algunas de las diferentes modalidades de trabajo de grado, se creó como requisito la realización de un anteproyecto de trabajo de grado, el cual debe ser avalado por el Comité de Programa y autorizado previamente por parte del Consejo de Facultad para poderse desarrollar.
5. Que referente a la duración del trabajo de grado modalidad Investigación, Práctica Profesional y Actividad Proyectual, el artículo noveno, dieciocho y treinta de la Resolución No. 820 de 2014, establece que el tiempo límite para el desarrollo y presentación del informe final será de máximo un año, contado a partir de la fecha indicada en la resolución de aprobación emanada del Consejo de Facultad, prorrogable únicamente por tres meses.
6. Que la Resolución No. 820 de 2014, establece que en caso de no realizar el desarrollo del trabajo de grado o la solicitud de prórroga dentro de los plazos establecidos, el trabajo de grado se considerará no aprobado y el estudiante deberá iniciar el trámite para la aprobación de un nuevo proyecto de Trabajo de Grado por una segunda y única oportunidad.
7. Que el Consejo de Facultad del Programa de Ingeniería Civil, es el órgano competente para avalar el anteproyecto presentado por la, él o los estudiantes (s), para la ejecución y desarrollo del mismo.

En merito de lo expuesto,

**Acreditada en
ALTA CALIDAD**
*Resolución 628 de junio de 2019

Facultad de Ingeniería Civil
Calle 2 Carrera 15N Esquina, Campus Universitario de Tulcán
Popayán - Cauca - Colombia
Teléfono: 8209821, Computador 8209800 Ext. 2200, 2201, 2205
Email: d-civil@unicauca.edu.co www.unicauca.edu.co






Facultad de Ingeniería Civil
Decanatura

RESOLUCIÓN No. 8.3.-4.4/215 DE 2025
(16 de junio)

Por la cual se autoriza un anteproyecto para la realización de trabajo de grado, ya sea modalidad Trabajo de Investigación, Práctica Profesional, Estudios de Profundización o Actividad Proyectual, según sea el caso, y se designa director del trabajo de grado.

EL CONSEJO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL en uso de sus atribuciones legales, conferidas por el Estatuto General de la Universidad del Cauca, el Acuerdo Superior 027 del 2012 y el Acuerdo Superior 002 de 1988.

CONSIDERANDO

1. Que mediante Acuerdo Superior 027 de 2012, se reglamentó los Trabajo de Grado en los programas de pregrado, donde estableció en el artículo primero lo siguiente *"ARTÍCULO 1. Se define como Trabajo de Grado el ejercicio desarrollado por el estudiante de pregrado, debidamente matriculado, que busca fortalecer y aplicar las competencias adquiridas durante su proceso de formación y con ello contribuir al análisis y posibles soluciones de problemáticas relacionadas con el campo de acción de su profesión."*

2. Que en el acuerdo superior referenciado anteriormente, en su artículo cuarto establece lo siguiente:

"ARTÍCULO 4. Los Consejos de Facultad, por sugerencia de los Comités de Programa, deberán:

1. Definir las modalidades de Trabajo de Grado para cada programa de acuerdo con sus características y particularidades.

2. Establecer las condiciones, requisitos, procedimientos y términos que reglamenten cada modalidad de trabajo de grado, sin perjuicio de las generalidades establecidas en el presente acuerdo.

3. Determinar el número total de créditos asignados al Trabajo de Grado, entre 8 y 12.

PARÁGRAFO. En todas las modalidades deberá existir un proyecto, plan de trabajo o programa en el cual quede expreso el cronograma de actividades a desarrollar y el presupuesto."

3. Mediante Resolución No. 820 de 2014 del Consejo de Facultad de Ingeniería Civil, reglamentó internamente el proceso para desarrollar el Trabajo de Grado en la Facultad.

4. Que dentro de los requisitos para la realización de algunas de las diferentes modalidades de trabajo de grado, se creó como requisito la realización de un anteproyecto de trabajo de grado, el cual debe ser avalado por el Comité de Programa y autorizado previamente por parte del Consejo de Facultad para poderse desarrollar.

5. Que referente a la duración del trabajo de grado modalidad Investigación, Práctica Profesional y Actividad Proyectual, el artículo noveno, dieciocho y treinta de la Resolución No. 820 de 2014, establece que el tiempo límite para el desarrollo y presentación del informe final será de máximo un año, contado a partir de la fecha indicada en la resolución de aprobación emanada del Consejo de Facultad, prorrogable únicamente por tres meses.

6. Que la Resolución No. 820 de 2014, establece que en caso de no realizar el desarrollo del trabajo de grado o la solicitud de prórroga dentro de los plazos establecidos, el trabajo de grado se considerará no aprobado y el estudiante deberá iniciar el trámite para la aprobación de un nuevo proyecto de Trabajo de Grado por una segunda y única oportunidad.

7. Que el Consejo de Facultad del Programa de Ingeniería Civil, es el órgano competente para avalar el anteproyecto presentado por la, él o los estudiantes (s), para la ejecución y desarrollo del mismo.

En merito de lo expuesto,

**Acreditada en
ALTA CALIDAD**
*Resolución 628 de junio de 2019

Facultad de Ingeniería Civil
Calle 2 Carrera 15N Esquina, Campus Universitario de Tulcán
Popayán - Cauca - Colombia
Teléfono: 8209821, Corredor 8209800 Exts. 2200, 2201, 2205
Email: d.civil@unicauca.edu.co www.unicauca.edu.co



Apéndice B. Fragmento de memoria de cálculo de cubierta de proyecto Torre Social Loft.

12. CUBIERTA

12.1 Teja y correas

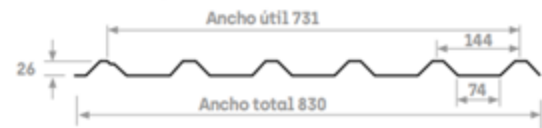
Para la cubierta de la cubierta se recomienda la teja METALIUM mostrada en el siguiente catálogo:

Especificaciones					
Espesor (mm)	Calibre	Recubrimiento	Peso kg/m	Ancho útil (mm)	Acabado
0.36mm	28	AZM120 (120g/m²)	3.115	1000	METALIUM/Pintada
0.45mm	26	Z 180 (180g/m²)	4.05	1000	Galv/Pintada
0.60mm	24	Z 180 (180g/m²)	5.49	1000	Galv/Pintada

Tabla 29. Especificaciones de la teja recomendada

12.2 Distancia entre correas

Geometría espesor 0.30mm (Calibre 30) Metalum



Referencia de material (Grado 80)	Espesor (mm)	Calibre	Voladizo (A)	Separación Máxima entre correas (S)	
				Caso A	Caso B
Teja Arquitectónica	0.30 mm*	30	0.30 m	1.50 m	1.20 m
	0.36 mm	28		1.70 m	1.30 m
Teja Master 1000	0.36 mm	28		1.90 m	1.50 m

Figura 21. Separación entre correas de la teja recomendada

Según la recomendación del fabricante, la separación máxima entre correas será de 1.70 m (distancia inclinada), es decir, para la pendiente de la cubierta, de 15°, la distancia máxima horizontal será de 1.64 m.

Se toma una separación de correas en el plano horizontal de 1.60 m. (Ver planos estructurales)

De igual forma, se plantean tensores a L/2 en las luces de las correas como se observa en la siguiente figura:

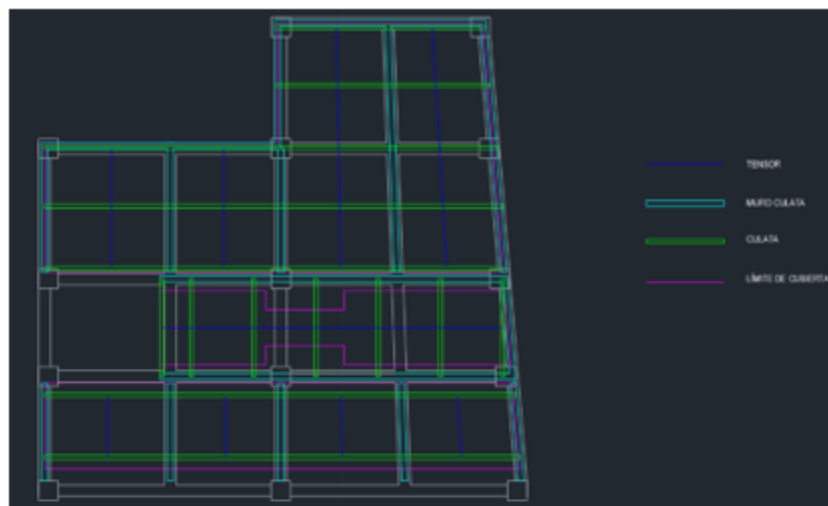


Figura 22. Planta de distribución de elementos de soporte de la cubierta

12.3 Cargas

En el avalúo de cargas se reportó una carga adicional en la cubierta por el peso de ductos metálicos y cielo falso, correspondiente a 0.3 kN/m^2 . Adicional a esto, se calcula el peso de las tejas con base en la información mostrada en la Figura NN (PENDIENTE):

$$Q_{teja} = \frac{3.115 \text{ Kg/m}}{0.83\text{m}} * \frac{9.81 \text{ m/s}^2}{1000} = 0.037 \text{ KN/m}^2$$

Obteniendo así una carga muerta total de $0.337 \text{ kN/m}^2 \approx 0.34 \text{ kN/m}^2$.

Por otro lado, la inclinación de la cubierta es del 27% (15.11°), por lo que se considera una carga viva de 0.35 kN/m^2 , como se especificó anteriormente en el avalúo de cargas.

Tipo de cubierta	Carga uniforme (kN/m ²) m ² de área en planta	Carga uniforme (kgf/m ²) m ² de área en planta
Cubiertas, Azoteas y Terrazas	la misma del resto de la edificación (Nota-1)	la misma del resto de la edificación (Nota-1)
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
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

Tabla 30. Carga viva requerida por el título B de la norma NSR10

12.4 Carga de viento

Para obtener las cargas de viento, se da seguimiento al procedimiento especificado en el capítulo B.6 de la norma NSR10:

La velocidad básica de viento para Popayán es de 33 m/s.

Factor de dirección de viento:

Tipo de Estructura	Factor de Direccionalidad del Viento, K_d *
Edificios	
Sistema Principal de Resistencia de Cargas de Viento	0.85
Componentes y Recubrimientos	0.85
Cubiertas Abovedadas	0.85
Chimeneas, Tanques y Estructuras Similares	
Cuadradas	0.90
Hexagonales	0.95
Redondas	0.95
Avisos Sólidos	0.85
Avisos Abiertos y Estructura Rectangular	0.85
Torres en Celosía	
Triangular, Cuadrada y Rectangular	0.85
Todas las otras secciones transversales	0.95

* El factor de direccionalidad K_d ha sido calibrado con las combinaciones de carga especificadas. Este factor debe usarse cuando se usen las combinaciones B.2.3 y B.2.4 correspondientes.

Tabla 31. Factor de dirección de viento según el capítulo B.6 de la norma NSR10

Se toma un valor de 0.85 para el factor de dirección de viento.

Para los demás parámetros implicados en este cálculo, se divide la cubierta en dos zonas determinadas por las direcciones de sus caídas:

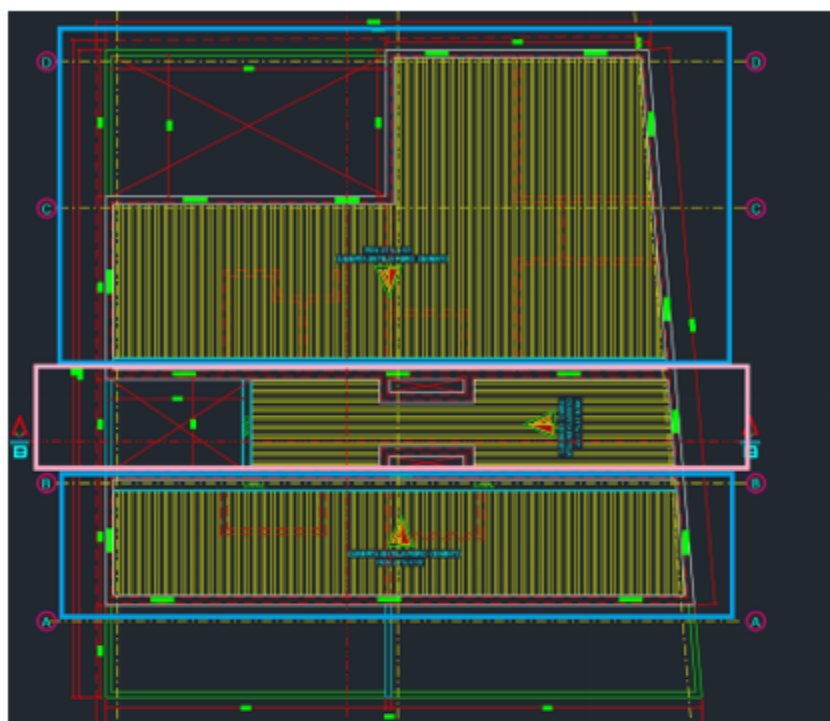


Figura 23. Zonas consideradas para el diseño de la cubierta

La zona 1 encerrada en color azul se considerará como una cubierta en Artesa (dos aguas invertidas) y la zona 2 encerrada en color rosado se considerará como una cubierta libre de una pendiente, en ambos casos con flujo de viento libre.

12.4.1 Zona 1

$$\text{Altura media de cubierta} = 20.88 \text{ m} + \frac{1.71 \text{ m}}{2} = 21.73 \text{ m}$$

El periodo de vibración aproximado de la estructura es de 0.75 s (pendiente: se puede recalcular cuando se tenga el periodo para las dimensiones de la estructura final).

Las dimensiones horizontales de la cubierta paralela y normal a la dirección del viento son 8.51 m y 12.19 m respectivamente. Cabe mencionar que, la longitud de la cubierta en sentido perpendicular (normal) a la dirección del viento, por la geometría de la planta de la cubierta, no es constante, sin embargo, se considera la máxima como efecto crítico.

Los coeficientes de presión neta (CN- y CN+) se obtienen de la figura B.6.5.16C de la norma NSR10 para un valor de a de 1 m, correspondiente al mínimo valor establecido por la norma dado que el 10% de la menor dimensión horizontal es de 0.85 m y el 40% de la altura promedio es 8.69 m.

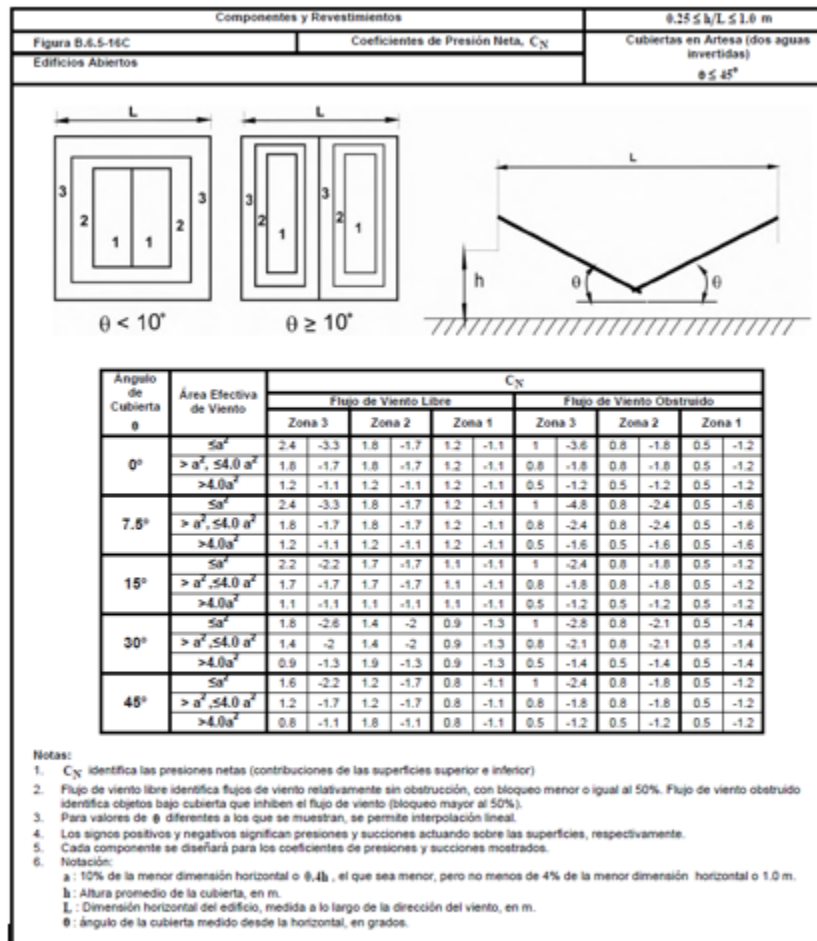


Figura 24. Coeficientes de presión neta según el capítulo B.6 de la norma NSR10 para cubiertas en Artesa

Considerando lo anterior, y que la cubierta tiene una pendiente de 15° , se obtienen valores de 1.1 y -1.1, dando como resultado la siguiente carga de viento:

METODO ANALITICO SOLO PARA CUBIERTAS

Velocidad básica de viento (m/s) **VER CONDICIONES**

Factor de dirección de viento (Kd) **Grupo de uso** **Categoría de exposición**

Altura media de cubierta, h (m) **Regiones no propensas a huracanes** ☐ **Regiones con posibilidad de huracanes de velocidad entre 40 a 45 m/s** ☐ **Regiones propensas a huracanes de velocidad mayor a 45 m/s** ☐

Coefficiente para reducción de presión por velocidad debido a la altura **Certificación del cerramiento**

Periodo natural de la estructura (s) **Edificio cerrado** ☐ **Edificio parcialmente cerrado** ☐

Coefficiente de amortiguamiento crítico de la estructura **Factor de reducción para coeficiente de presión interna, Ri**

Dimensión horizontal de la cubierta paralela a la dirección del viento, L (m) **Coefficiente de presión neta CN (-) Figs. B.6.5-16A a B.6.5-16C**

Dimensión horizontal de la cubierta normal a la dirección del viento, B (m) **Coefficiente de presión neta CN (+) Figs. B.6.5-16A a B.6.5-16C**

☐ Aumento de velocidad sobre colinas o escapes ☐ **Coefficiente de presión externa GCp (-) Figs. B.6.5-8 a B.6.5-13**

Altura de la colina o escape, H (m) **Coefficiente de presión externa GCp (+) Figs. B.6.5-8 a B.6.5-13**

Exposición ZD **Altura sobre el nivel del terreno (suelo), Z (m)**

Cuanto actual ZD **Distancia hacia barrera medida desde la cresta hasta que la diferencia de elevación del terreno es H/2, Lh (m)**

Distancia (a barrera o adyacencia) desde la cresta hasta el lugar de la estructura, X (m)

Calcular

Tipo de estructura	Factor de densidad atmosférica, Kz
Edificios	
Edificio principal de estructura de carga de techo	0.95
Compuertas y subestaciones	0.95
Cubiertas abovedadas	0.95
Cubiertas, techos y estructuras similares	0.9
Cuadros	0.95
Almacenes	0.95
Estadios	0.95
Antes ediles	0.95
Antes ediles y estructuras semejantes	0.95
Torres de edificios	0.95
Torres, muelles y muelles	0.95
Torre de observación transitoria	0.95

RESULTADOS

Coefficiente de exposición Kz: 0.9

Factor topográfico Kzt: 1

Factor de efecto ráfaga, G: 0.85

Presión por velocidad, qz: 0.39 kN/m²

Coefficiente de presión interna, GCpi (+) 0

Coefficiente de presión interna, GCpi (-) 0

Coefficiente de presión externa, GCpe (+) 0

Coefficiente de presión externa, GCpe (-) 0

Carga de viento de diseño (compresión): 0.36

Carga de viento de diseño (succión): -0.36

La carga de viento de diseño debe ser mínimo de 0.4 kN/m² (B.6.1.3.2)

Figura 25. Cálculo de viento en la cubierta para la zona I

Se obtiene un resultado por debajo de 0.4 kN/m² que corresponde al mínimo valor de la carga de viento permitida por el capítulo B.6 de la norma NSR10, por lo que se considera una carga de viento de 0.40 kN/m² en compresión y succión.

12.4.2 Zona 2

$$\text{Altura media de cubierta} = 20.88 \text{ m} + \frac{2.42 \text{ m}}{2} = 22.09 \text{ m}$$

El periodo de vibración aproximado de la estructura es de 0.75 s (pendiente: se puede recalcular cuando se tenga el periodo para las dimensiones de la estructura final).

Las dimensiones horizontales de la cubierta paralela y normal a la dirección del viento son 9.02 m y 1.9 m respectivamente. Se debe mencionar que estas dimensiones no son constantes, pero para considerar efectos críticos se toman las mayores.

Los coeficientes de presión neta (CN- y CN+) se obtienen de la figura B.6.5.16A de la norma NSR10 para un valor de a de 1 m, correspondiente al mínimo valor establecido por la norma dado que el 10% de la menor dimensión horizontal es de 0.19 m y el 40% de la altura promedio es 8.84 m.

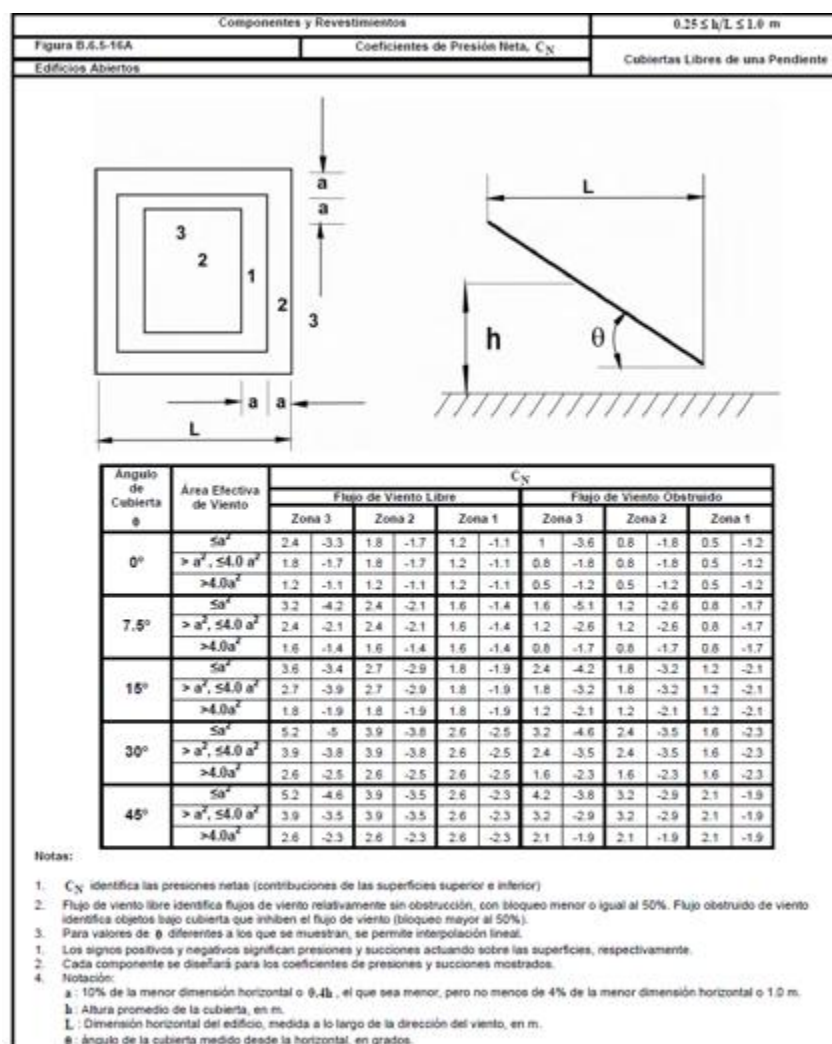


Figura 26. Coeficientes de presión neta según el capítulo B.6 de la norma NSR10 para cubiertas libres de una pendiente

Considerando lo anterior, y que la cubierta tiene una pendiente de 15°, se obtienen valores de 1.8 y -1.9, dando como resultado la siguiente carga de viento:

MÉTODO ANALÍTICO SÓLO PARA CUBIERTAS

Velocidad básica de viento V_b (m/s): 30
 Factor de exposición K_z (según tabla): 3.0
 Altura media de cubierta H (m): 12.0
 Coeficiente para reducción de viento por variación de altura C_{pe} : 0.85
 Período natural de vibración T (seg): 3.99
 Coeficiente de amplificación de carga C_{pe} : 3.0
 Dirección principal de viento θ (grados): 360
 Coeficiente para reducción de viento por variación de dirección C_{pe} : 1.0
 Coeficiente de reducción de viento C_{pe} : 1.0
 Aumento de velocidad sobre terreno o agua: ☐

Factor de reducción para cubiertas de gran inclinación K_r : 1
 Coeficiente de reducción de viento C_{pe} : 1.0
 Coeficiente de reducción de viento C_{pe} : 1.0
 Coeficiente de reducción de viento C_{pe} : 1.0
 Coeficiente de reducción de viento C_{pe} : 1.0

Grupo de uso: 1
 Categoría de exposición: 2
 Regiones no propensas a inundaciones y no propensas a terremotos: ☐

Presión por succión: 0.61 kN/m²
 Presión por viento: 0.64 kN/m²

PARA PISO
 Coeficiente de exposición K_z : 0.5
 Factor topográfico K_t : 1
 Presión en el techo C_{pe} : 0.87
 Presión por succión: 0.61 kN/m²
 Coeficiente de presión interna C_{pi} : 0
 Coeficiente de presión interna C_{pi} : 0
 Coeficiente de presión externa C_{pe} : 0
 Coeficiente de presión externa C_{pe} : 0
 Carga de viento de diseño (presión): 0.61
 Carga de viento de diseño (succión): 0.64

La carga de viento de diseño debe ser mínima de 0.4 kN/m² (0.8 lbf/ft²)

Figura 27. Cálculo de viento en la cubierta para la zona 2

Se obtiene una carga de viento de 0.61 kN/m² de compresión y 0.64 kN/m² en succión.

12.5 Deflexiones

Se consideran las deflexiones máximas de la tabla 10.1 del libro de Diseño de Estructuras de Acero de Jack McCormac. (pendiente: falta determinar el material del cielo falso para determinar la deflexión máxima, por ahora voy a tomar un valor conservador de 360 y 240 ya que la deflexión tampoco es crítica para el modelo)

TABLA 10.1 Límites de deflexión tomados del IBC 2009			
Miembros	Condiciones de carga		
	L	D + L	S o W
Para miembros de piso	$\frac{L}{360}$	$\frac{L}{240}$	—
Para miembros de techo que soportan plafón de yeso*	$\frac{L}{360}$	$\frac{L}{240}$	$\frac{L}{360}$
Para miembros de techo que soportan plafones que no son de yeso*	$\frac{L}{240}$	$\frac{L}{180}$	$\frac{L}{240}$
Para miembros de techo que no soportan plafones*	$\frac{L}{180}$	$\frac{L}{120}$	$\frac{L}{180}$

*Todos los miembros de techo deberán investigarse en cuanto al encharcamiento.

Tabla 32. Deflexiones máximas consideradas para los elementos de cubierta

12.6 Diseño de correas

Para el diseño de las correas se considera la correa más crítica para cada zona de la cubierta:

12.6.1 Zona 1

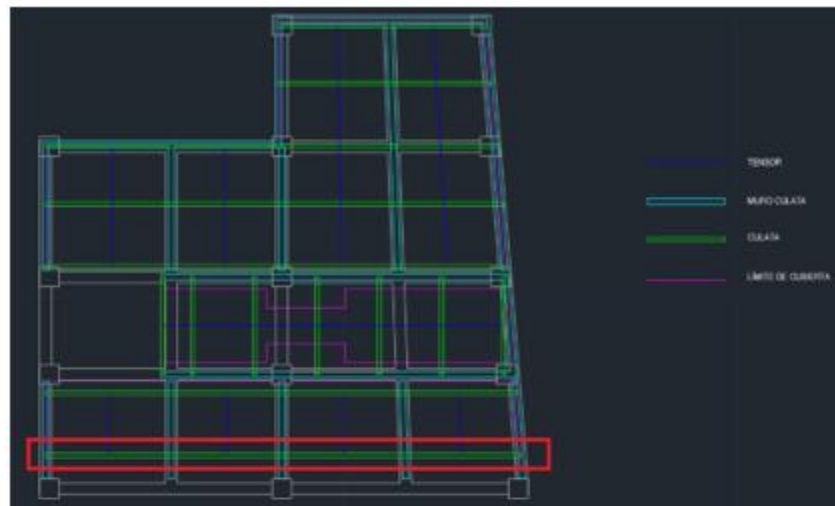
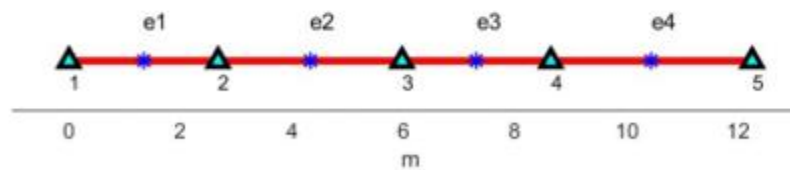


Figura 28. Planta de elementos de cubierta con correa crítica de zona I

La correa mostrada en la Figura se toma como la más crítica debido a la longitud de sus luces.

Se considera el siguiente modelo:



ID Luz	1	2	3	4
Longitud (m)	2.67	53.32	673.61	

Figura 29. Modelo de correa crítica de la zona I

Carga muerta adicional (kN/m²) : 0.34
 Carga viva (kN/m²) : 0.35
 Carga de viento (compresión) (kN/m²) : 0.4
 Carga de viento (succión) (kN/m²) : -0.4
 Pendiente de la cubierta (°) : 15
 Separación entre correas (m) : 1.66
 E (MPa) : 200000
 Fy (MPa) : 350
 Cb calculado por el programa
 No se considera arrugamiento del alma
 Tensor : L/2
 Tipo de perfil : PERFIL CONFORMADO TIPO G
 Perfil Seleccionado : PHR C 100 x 50 - 1.5 mm

Obteniendo los siguientes resultados del análisis:

Tabla de resultados del perfil seleccionado									
n(D/C) = 0.98									
Referencia	12	INT e: 1	21	23	INT e: 2	32	34	INT e: 3	43
Lb (m)	1.34	1.34	1.34	1.65	1.65	1.65	1.34	1.34	1.34
Cb	1.15	1.15	2.56	2.32	1.68	1.68	2.74	2.11	2.11
Max-x (kN-m)	0	1.02	-1.88	-1.88	1.25	-1.18	-1.18	0.49	-2.27
QMaxx (kN-m)	2.92	2.92	2.94	2.94	2.9	2.9	2.94	2.94	2.89
Vuy (kN-m)	2.04	-0.7	-3.26	3.37	0.27	-3.05	2.36	-0.63	-2.96
QVuy (kN)	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8
Ru (kN)	2.04	0	6.63	6.63	0	5.09	5.09	0	7.04
QRu (kN)	inf	0	inf	inf	0	inf	inf	0	inf
Deflex (m)	0	0.002	0	0	0.005	0	0	0.002	0
Deflex adm (m)	0.007(L)	0.011(D+L)	0.007(L)	0.009(L)	0.014(D+L)	0.009(L)	0.007(L)	0.011(D+L)	0.007(L)
Muy-y (kN-m)	0	-0.08	-0.08	-0.08	-0.11	-0.08	-0.08	-0.07	-0.08
QMay-y (kN-m)	1.03	1.03	1.03	0.94	0.94	0.94	1.03	1.03	0.89
Vux (kN-m)	0.23	0.35	-0.28	0.33	0.28	-0.34	0.3	0.38	-0.31
QVux (kN)	23.64	23.64	23.64	23.64	23.64	23.64	23.64	23.64	23.64
n(D/C) flex bax	0	0.43	0.71	0.72	0.55	0.49	0.48	0.24	0.85
n(D/C) Vy	0.68	0.63	0.13	0.14	0.01	0.12	0.1	0.03	0.12
n(D/C) Vx	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
n(D/C) deflexión	0	0.222	0	0	0.361	0	0	0.137	0
n(D/C) Flex y ...	0.68	0.35	0.65	0.65	0.43	0.43	0.41	0.17	0.78
n(D/C) Rn y ...	0		0.53	0.53		0.34	0.34		0.64

Tabla 33. Resultados obtenidos para la correa crítica de zona I

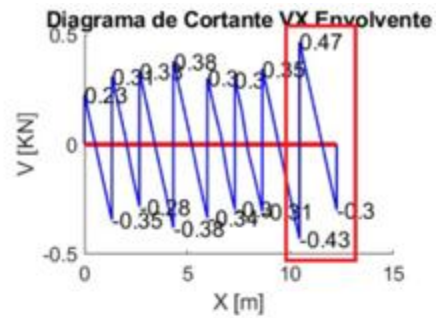
Como resultado se determina que las correas tendrán un perfil conformado en frío de referencia PHR C 100x50 – 1.5 mm.

12.6.4 Diseño de tensores

El diseño de los tensores se hace conforme a lo establecido en el capítulo F.2.10.3 de la norma NSR10.

Se proyectan varillas roscadas A307 con una resistencia nominal a la tensión F_{nt} de 310 MPa según la tabla F.2.10.3.2 de la norma NSR10.

En primer lugar, para el diseño, se determina la carga de los tensores, para ello se obtiene la reacción sobre estos en las correas. Se consideran las mayores reacciones de las correas analizadas en el punto anterior y se multiplica por el número de espacios entre correas para determinar la carga del tensor:

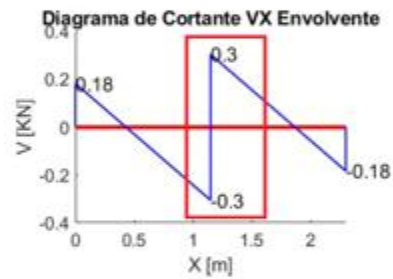


Correa crítica Zona 1:

Mayor reacción = 0.90 kN (0.47 kN + 0.43 kN)

Espacios entre correas = 2

Carga del tensor = 1.80 kN

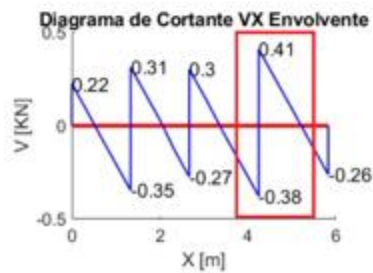


Correa crítica Zona 2:

Mayor reacción = 0.60 kN

Espacios entre correas = 6

Carga del tensor = 3.60 kN



Correa de verificación Zona 1:

Mayor reacción = 0.79 kN

Espacios entre correas = 4

Carga del tensor = 3.16 kN

Se considera la carga más crítica de 3.60 kN y con este valor se calcula la resistencia de los tensores:

DISEÑO DE TENSORES DE CORREAS (RESISTENCIA DE PERNOS Y PARTES ROSCADAS F. 2.10.3)		
DATOS INICIALES		
Reacción en el tensor	0.6 kN	
# de espacios entre correas	6	
d	3/8 in	
RESISTENCIA		
Tu	3.6 kN	Carga axial última en el tensor
ϕ_t	0.75	Factor de reducción de capacidad
A _b	71.256 mm ²	Área de sección transversal del tensor
F _{nt}	310 MPa	Resistencia nominal a tensión del perno
R _n	22.089 kN	Resistencia nominal del tensor
ϕR_n	16.567 kN	Resistencia del tensor (reducida)
η	0.22 CUMPLE	Relación demanda - capacidad del tensor
NOTAS: - Varilla roscada A307		

Figura 35. Diseño de tensores para las correas

Se observa que una barra de 3/8" funciona como tensor, sin embargo, debido a que es muy esbelta, se dispondrán barras de 1/2".

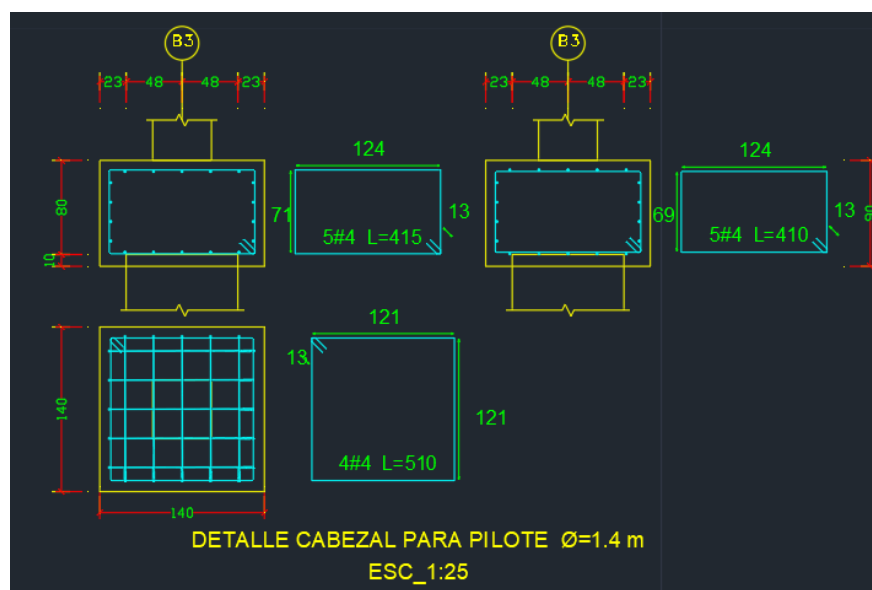
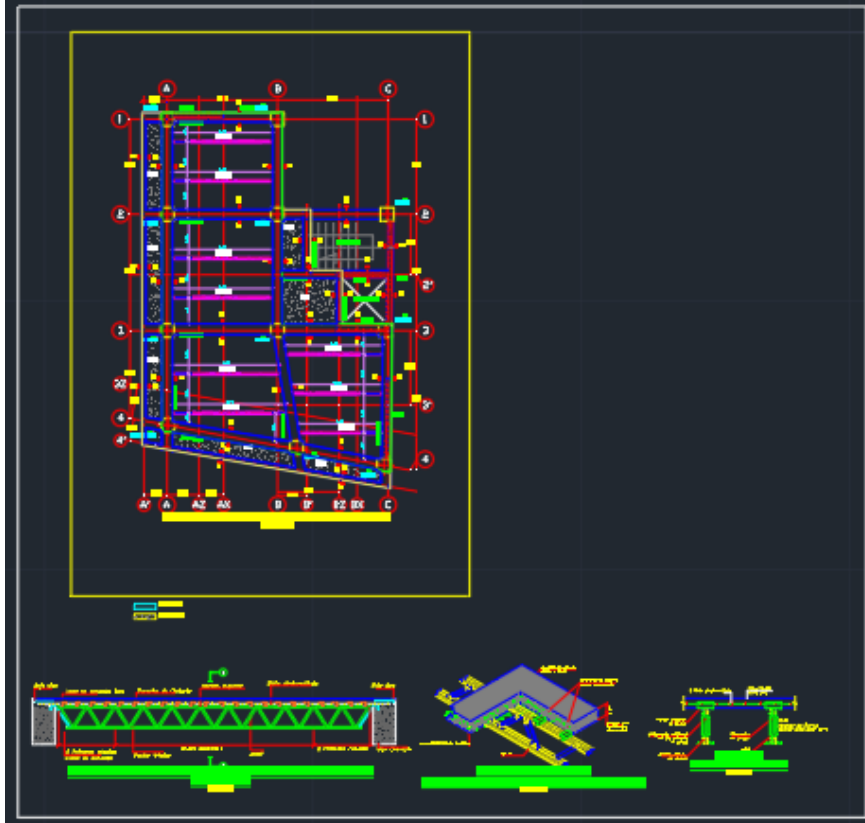
12.7 Cargas en vigas de cubierta

Para cada viga que soporta una culata, al estar sometida a una carga triangular, se le va a asignar una carga a cada una de sus luces igual a la carga máxima por el peso de la culata que se encuentre en esa luz, es decir, en función de la altura máxima de la culata que se encuentre en cada luz.

Para los muros culata se asume el mismo peso de los demás muros no estructurales de 2 kN/m² de muro vertical.

[illegible]

PLANTA DE ENTREPISO 2-5 (N+3.94 A 12.04)



Apéndice D. Verificación de resistencia contra el fuego en proyecto Torre Alta
Construcción.



1. RESISTENCIA CONTRA EL FUEGO

**TÍTULO J: REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN
EDIFICACIONES (NSR – 10)**

PROYECTO: EDIFICIO TORRE ALTA

GRUPO DE OCUPACIÓN: RESIDENCIAL

Subgrupo: R-2 (multifamiliar) - Categoría I

Tabla J.1.1-1 (Continuación)
Grupos y subgrupos de ocupación

Grupos y Subgrupos de ocupación	Clasificación	Sección del Reglamento
L	LUGARES DE REUNION	K.2.7
L-1	Deportivos	
L-2	Culturales y teatros	
L-3	Sociales y recreativos	
L-4	Religiosos	
L-5	De transporte	
M	MIXTO Y OTROS	K.2.8
P	ALTA PELIGROSIDAD	K.2.9
R	RESIDENCIAL	K.2.10
R-1	Unifamiliar y bifamiliar	
R-2	Multifamiliar	
R-3	Hoteles	
T	TEMPORAL	K.2.11



Tabla J.3.3-1
Categorización de las edificaciones para efectos de resistencia contra el fuego de acuerdo con su uso, área construida, y número de pisos.

Grupos y subgrupos de ocupación	Área total construida, A_T m ²	Número de pisos						
		1	2	3	4	5	6	≥ 7
(C-1)	$A_T > 1500$	III	III	II	II	II	I	I
	$A_T < 1500$	III	III	III	II	II	II	I
(C-2)	$A_T > 500$	II	I	I	I	I	I	I
	$A_T < 500$			II	I	I	I	I
(E)	Sin límite	III	III	III	II	II	II	I
(I-2), (I-4)	$A_T > 1000$	III	II	II	I	I	I	I
	$500 < A_T < 1000$	III	III	II	II	I	I	I
	$A_T < 500$	III	III	III	II	II	II	I
(I-3)	$A_T > 1000$	II	II	I	I	I	I	I
	$A_T < 1000$		III	II	II	I	I	I
(L-1), (L-2), (L-3), (L-4)	$A_T > 1000$	II	I	I	I	I	I	I
(L-5), (I-1), (I-5)	$500 < A_T < 1000$	II	II	I	I	I	I	I
	$A_T < 500$	III	III	II	II	I	I	I
(R-1), (R-2)	Unidades > 140 m ²				II	I	I	I
	Unidades ≤ 140 m ²				III	II	II	I
(R-3)	$A_T > 5000$	III	II	I	I	I	I	I
	$A_T < 5000$	III	II	II	II	I	I	I

Notas: (1). En edificios para vivienda, el límite de 140 m² por unidad corresponde al promedio aritmético de las áreas de todas las unidades, sin tener en cuenta las zonas comunes.

Tabla J.3.4-4
Resistencia requerida al fuego normalizado NTC 1480 (ISO 834), en horas, de elementos de una edificación de los grupos de ocupación R-1 y R-2. (Véase Notas 1 y 2)

Elementos de la construcción	Categoría según la clasificación dada en J.3.3.1		
	I	II	III
Muros Cortafuego	1	1	1
Muros de cerramiento de escaleras, ascensores, bultones, ductos para basuras y corredores de evacuación protegidos	1	1	1
Muros divisorios entre unidades	1	1	1
Muros interiores no portantes	½	¼	-
Elementos estructurales de los materiales cubiertos por los Títulos C a G del Reglamento NSR-10	1	1	1
Cubiertas	1	1	½
Escaleras interiores no encerradas con muros	1	1	1

1.1 Conclusiones y observaciones

- ✓ Se debe disponer de protección para las instalaciones eléctricas, cumpliendo con el código RETIE y la NTC 2050 (J.2.2)
- ✓ El diseño arquitectónico debe garantizar que se ha tenido en cuenta los numerales J.2.3, J.2.4, J.2.5.2, J.2.5.3 para la protección contra el fuego.
- ✓ Contar con hidrantes según requisitos (J.2.4.4)
- ✓ Las columnas cumplen con resistencia al fuego de 3 horas. (J.3.5.2-1)
- ✓ Los muros estructurales en concreto cumplen con resistencia al fuego de 3 horas. (J.3.5.2.2).



- ✓ Las losas macizas y viguetas en concreto cumplen con resistencia al fuego de 1 hora. (J.3.5.2.3).
- ✓ Las vigas cumplen con resistencia al fuego de 3 horas. (J.3.5.2-4)
- ✓ Los muros no estructurales en mampostería con pañetes en ambas caras cumplen con las dimensiones mínimas de resistencia al fuego para 1 hora. (J.3.5-1).
- ✓ Se debe contar con un sistema de alarma contra incendios cumplimiento los requisitos de J.4.2.8-2.
- ✓ Los sistemas hidráulicos deben tener inspección, prueba y mantenimiento (J.4.3).
- ✓ Contar con tomas fijas para bomberos y mangueras de extinción de incendios (J.4.3.8.2)
- ✓ Contar con extintores de fuego portátiles tomas fijas para bomberos y, mangueras de extinción de incendios (J.4.3.8.3)

Apéndice E. Fragmento de síntesis de estudio de suelos en proyecto Edificio en Puerto

Asís.

Parámetros de diseño sismorresistente

- Zona de amenaza sísmica **intermedia** (Puerto Asís, Putumayo)
- Perfil de suelo **tipo E**
- **$A_A = 0.05g$**
- **$A_V = 0.15g$**
- **$F_A = 2.5$**
- **$F_V = 3.35$**
- Grupo de uso: **Grupo I** – Ocupación normal
- Coeficiente de importancia = **1**

Propuesta de cimentación y capacidad portante

Características del suelo de fundación:

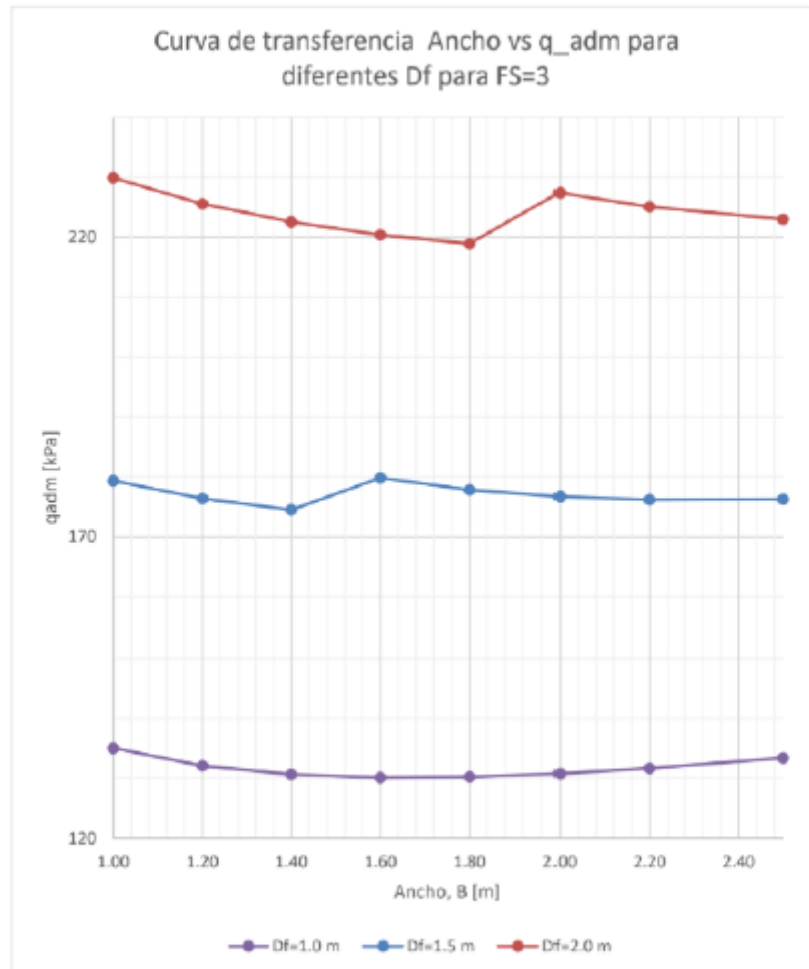
- **Estrato predominante:** Suelos compuestos por limos y arenas limosas en la clasificación SUCS color marrón y gris de consistencia media.
- **Angulo de fricción promedio:** 22° (Valor promedio de los estratos de apoyo).
- **Cohesión no drenada promedio:** 15.0 kPa.
- **Peso volumétrico natural promedio:** 16.78 kN/m^3 . (Sobre nivel freático).
- **Profundidad de desplante mínimo:** Se recomienda zapatas con desplante no inferior a **1.00 metros (N -1.00m)** contados desde el nivel actual del terreno.
- **Mejoramiento:** Se debe realizar subcimiento de mejoramiento de **0.20 m** bajo la zapata **(N-1.20 m)** en material de río o ciclópeo de calidad.

Se calcula una capacidad portante mínima del suelo de fundación de **135 kPa (13.5 ton/m^2)** con factor de seguridad 3 a una profundidad mínima de desplante de **1 metro (N-1.00m)** contados desde el nivel del terreno para una **zapata cuadrada de 1 m de largo**. Si, por las condiciones de carga estimadas en el diseño estructural, se requiere cambiar las dimensiones se debe recurrir a las siguientes imágenes.

Imagen 9 Curva de Transferencia de Carga para diferentes profundidades y anchos de zapata en función de Carga Admisible



Imagen 8 Curva de Transferencia de Carga para diferentes profundidades y anchos de zapata en función de capacidad admisible



De igual forma, se debe realizar un **sobrecrecimiento de mejoramiento** de **0.2m** bajo la zapata en material de río o ciclópeo de calidad y **0.2m** de sobreancho en todas las direcciones.

Imagen 10. Configuración de cimentación propuesta.

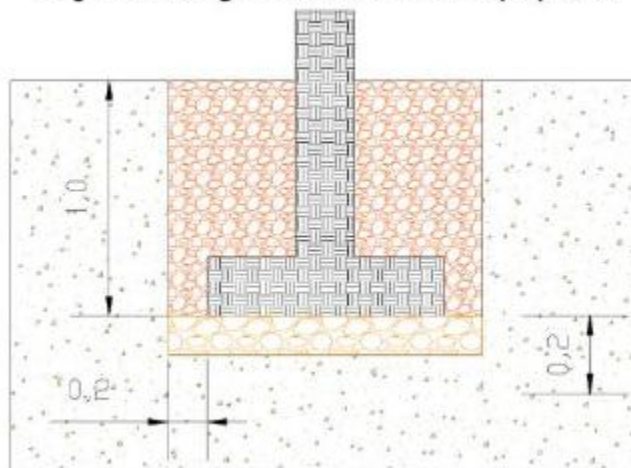


Tabla A.2.4-2
Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo tipos C, D o E

Tipo de perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}$ o $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$
C	entre 360 y 760 m/s	mayor que 50	mayor que 100 kPa ($\approx 1 \text{ kgf/cm}^2$)
D	entre 180 y 360 m/s	entre 15 y 50	entre 100 y 50 kPa (0.5 a 1 kgf/cm^2)
E	menor de 180 m/s	menor de 15	menor de 50 kPa ($\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2$)

En el informe del estudio de suelos, se clasifica el perfil como tipo E basado en la Tabla A.2.4-2 de la norma NSR-10, sin embargo, no todas las magnitudes resultantes del estudio coinciden con este perfil de suelo. En el resultado resaltado se observa un estrato débil en el estudio, por lo que creo que se está considerando un suelo tipo E, por seguridad, aún así los valores de este estrato débil no coinciden completamente con un suelo de este tipo, ya que su velocidad V_s es superior a 180 m/s, que es lo exigido por la norma NSR-10, sin embargo, su N_c de 10 es inferior a lo que dispone la norma para un perfil de suelo tipo D, por lo que no se podría considerar de este tipo.

Con base en lo anterior, se debe establecer el perfil de suelo basado en los resultados obtenidos. Se observa que en todos los estratos la velocidad V_s es superior a 180 m/s, lo cual clasificaría el suelo como tipo D. Consultando la norma NSR-10:

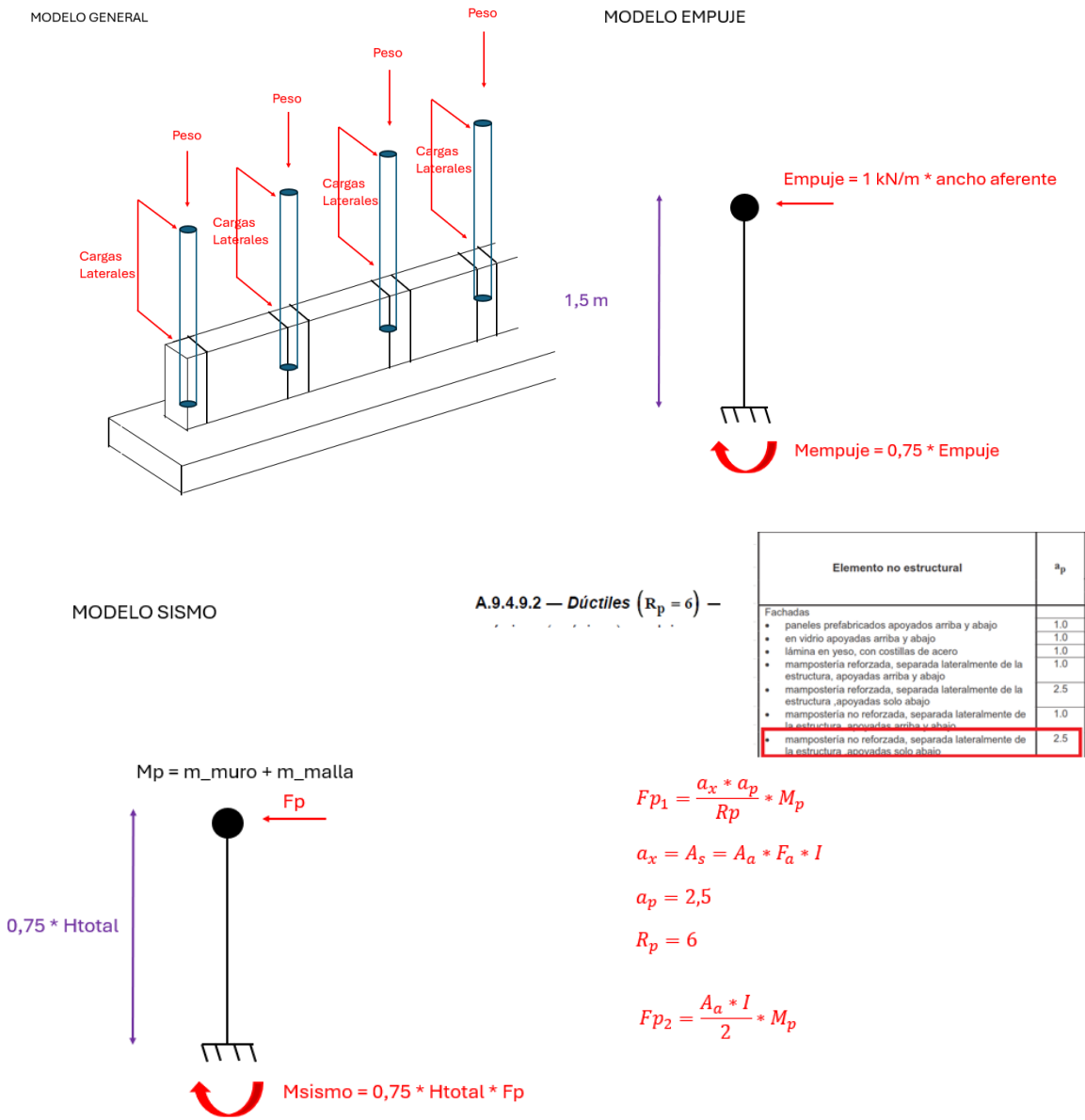
A.2.4.5.1 — Paso 1 — Debe primero verificarse si el suelo cae dentro de la clasificación de alguna de las categorías de perfil de suelo tipo F, en cuyo caso debe realizarse un estudio sísmico particular de clasificación en el sitio, por parte de un ingeniero geotecnista siguiendo los lineamientos de A.2.10.

A.2.4.5.2 — Paso 2 — Debe establecerse la existencia de estratos de arcilla blanda. La arcilla blanda se define como aquella que tiene una resistencia al corte no drenado menor de 50 kPa (0.50 kgf/cm^2), un contenido de agua, w , mayor del 40%, y un índice de plasticidad, IP , mayor de 20. Si hay un espesor total, H , de 3 m o más de estratos de arcilla que cumplan estas condiciones el perfil se clasifica como tipo E.

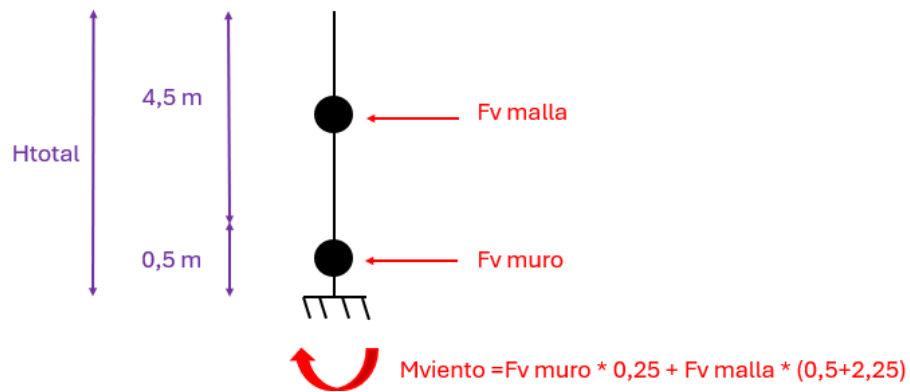
A.2.4.5.3 — Paso 3 — El perfil se clasifica utilizando uno de los tres criterios: $\bar{V}_s$, $\bar{N}$, o la consideración conjunta de $\bar{N}_{ch}$ y $\bar{s}_u$, seleccionando el aplicable como se indica a continuación. En caso que se cuente $\bar{V}_s$ prevalecerá la clasificación basada en este criterio. En caso que no se cuente con $\bar{V}_s$ se podrá utilizar el criterio basado en $\bar{N}$ que involucra todos los estratos del perfil. Alternativamente se podrá utilizar el criterio basado conjuntamente en $\bar{s}_u$ para la fracción de suelos cohesivos y el criterio $\bar{N}_{ch}$, que toma en cuenta la fracción de los suelos no cohesivos del perfil. Para esta tercera consideración, en caso que las dos evaluaciones respectivas indiquen perfiles diferentes, se debe utilizar el perfil de suelos más blandos de los dos casos, por ejemplo asignando un perfil tipo E en vez de tipo D. En la tabla A.2.4-2 se resumen los tres

Por lo tanto, el suelo podría considerarse como uno de **perfil tipo D**.

Apéndice F. Modelos de muro de cerramiento de proyecto Cubierta de polideportivo en San Agustín.



MODELO VIENTO

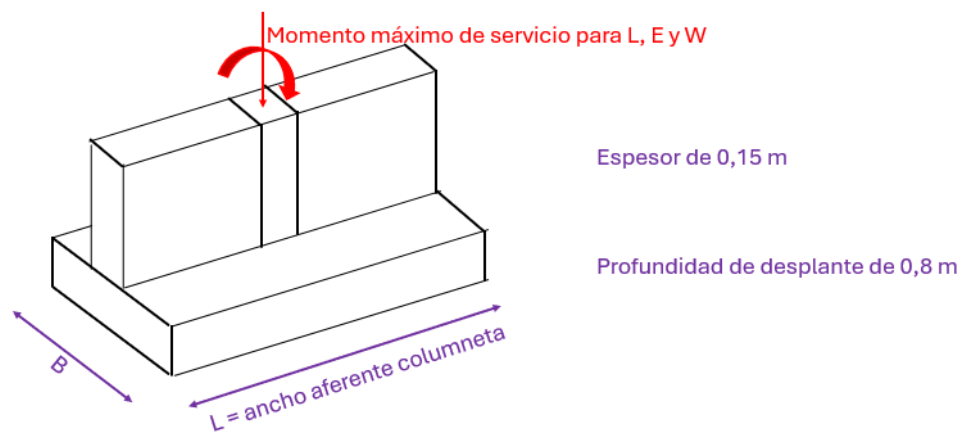


MODELO ZAPATA

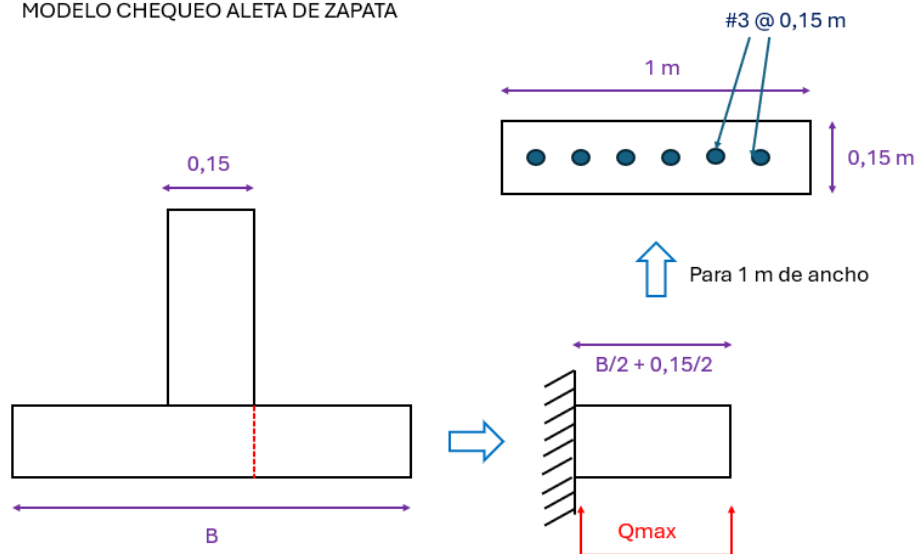
*Peso muro = carga lineal muro * ancho aferente columneta*

*Peso zapata = carga lineal zapata * ancho aferente columneta*

Peso total = Peso malla + Peso muro + Peso zapata



MODELO CHEQUEO ALETA DE ZAPATA



Apéndice G. Fragmento de cálculo de cantidades de obra para proyecto Cubierta de polideportivo en San Agustín.

ZAPATA Z1					CANTIDAD	12
ID / NOMBRE	BARRA	LONGITUD (m)	CANTIDAD	LONGITUD TOTAL (m)	PESO POR M (kg/m)	PESO TOTAL (kg)
3A01	#3	2.6	7	18.20	0.56	10.19
3A02	#3	2.9	5	14.50	0.56	8.12
3A03	#3	1.13	56	63.28	0.56	35.44
4A04	#5	2.73	14	38.22	1.55	59.32
4A05	#5	3.02	16	48.32	1.55	74.99
4A06	#5	2.73	14	38.22	1.55	59.32
4A07	#5	3.02	12	36.24	1.55	56.24
PESO TOTAL UNITARIO (kg)						303.62
PESO TOTAL x12 UNIDADES						3643.45

MUERTO DE CONTRAPESO					CANTIDAD	12
ID / NOMBRE	BARRA	LONGITUD (m)	CANTIDAD	LONGITUD TOTAL (m)	PESO POR M (kg/m)	PESO TOTAL (kg)
4 #3	#3	4.65	5	23.25	0.56	13.02
5 #3	#3	4.6	5	23	0.56	12.88
6 #3	#3	4.7	4	18.8	0.56	10.528
PESO TOTAL (kg)						36.43
PESO TOTAL x12 UNIDADES						437.14

VIGA DE ANCLAJE ZAPATA Y MUERTO					CANTIDAD	12
ID / NOMBRE	BARRA	LONGITUD (m)	CANTIDAD	LONGITUD TOTAL (m)	PESO POR M (kg/m)	PESO TOTAL (kg)
1 / ESTRIBOS	#3	1.28	42	53.76	0.56	30.11
	2 #6	6.36	8	50.88	2.24	113.72
	3 #7	6.36	2	12.72	3.04	38.69
PESO TOTAL (kg)						182.52
PESO TOTAL x12 UNIDADES						2190.20

VIGA DE CIMENTACIÓN VC1					CANTIDAD	2
ID / NOMBRE	BARRA	LONGITUD (m)	CANTIDAD	LONGITUD TOTAL (m)	PESO POR M (kg/m)	PESO TOTAL (kg)
3C15 / ESTRIBOS	#3	1.14	275	313.50	0.56	175.56
5C01	#5	5.63	4	22.52	1.55	34.95
5C02	#5	6	4	24.00	1.55	37.25
5C03	#5	4.79	4	19.16	1.55	29.74
5C04	#5	3.66	4	14.64	1.55	22.72
5C05	#5	4.79	4	19.16	1.55	29.74
5C06	#5	6	4	24.00	1.55	37.25
5C07	#5	5.64	4	22.56	1.55	35.01
5C08	#5	5.12	4	20.48	1.55	31.78
5C09	#5	6	4	24.00	1.55	37.25
5C10	#5	6	4	24.00	1.55	37.25
5C11	#5	6	4	24.00	1.55	37.25
5C12	#5	4	4	16.00	1.55	24.83
5C13	#5	5.75	4	23.00	1.55	35.70
5C14	#5	3.6	4	14.40	1.55	22.35
PESO TOTAL (kg)						628.62
PESO TOTAL x2 UNIDADES						1257.24

VIGA DE CIMENTACIÓN DE GRADERÍAS VC2					CANTIDAD	14
ID / NOMBRE	BARRA	LONGITUD (m)	CANTIDAD	LONGITUD TOTAL (m)	PESO POR M (kg/m)	PESO TOTAL (kg)
3D01 / ESTRIBOS	#3	1.44	7	10.08	0.56	5.64
4D05	#4	1.64	6	9.84	0.99	9.78
PESO TOTAL (kg)						15.43
PESO TOTAL x14 UNIDADES						215.96

PEDESTALES DE CONCRETO					CANTIDAD	12
ID / NOMBRE	BARRA	LONGITUD (m)	CANTIDAD	LONGITUD TOTAL (m)	PESO POR M (kg/m)	PESO TOTAL (kg)
ESTRIBOS RECTANGULARES	#3	2.93	32	93.76	0.56	52.51
RAMALES VERTICALES DE ESTRIBOS	#3	0.83	64	53.12	0.56	29.75
RAMALES HORIZONTALES DE ESTRIBOS	#3	0.93	64	59.52	0.56	33.33
REFUERZO LONGITUDINAL	#6	2.95	24	70.80	2.24	158.24
PESO TOTAL (kg)						273.82
PESO TOTAL x12 UNIDADES						3285.86

PLACA DE GRADERÍAS					CANTIDAD	2
ID / NOMBRE	BARRA	LONGITUD (m)	CANTIDAD	LONGITUD TOTAL (m)	PESO POR M (kg/m)	PESO TOTAL (kg)
REFUERZO TRANSVERSAL PRIMER NIVEL	#3	0.7	52	36.40	0.56	20.38
REFUERZO TRANSVERSAL SEGUNDO NIVEL	#3	0.7	71	49.70	0.56	27.83
REFUERZO LONGITUDINAL PRIMER NIVEL	#3	7.85	5	39.25	0.56	21.98
REFUERZO LONGITUDINAL SEGUNDO NIVEL	#3	10.75	5	53.75	0.56	30.10
TRASLAPOS APROXIMADOS	#3	0.55	10	5.50	0.56	3.08
PESO TOTAL (kg)						103.38
PESO TOTAL x2 UNIDADES						206.75

MUROS DE GRADERÍAS					CANTIDAD	14
ID / NOMBRE	BARRA	LONGITUD (m)	CANTIDAD	LONGITUD TOTAL (m)	PESO POR M (kg/m)	PESO TOTAL (kg)
REFUERZO EN DOBELAS - SEGUNDO NIVEL	#3	1.165	2	2.33	0.56	1.30
REFUERZO EN DOBELAS - PRIMER NIVEL	#3	0.765	1	0.77	0.56	0.43
PESO TOTAL (kg)						1.73
PESO TOTAL x14 UNIDADES						24.26

COLUMNETA DE MURO DE CARRAMIENTO CC1					CANTIDAD	7
ID / NOMBRE	BARRA	LONGITUD (m)	CANTIDAD	LONGITUD TOTAL (m)	PESO POR M (kg/m)	PESO TOTAL (kg)
REFUERZO LONGITUDINAL	#4	1.55	4	6.20	0.99	6.16
ESTRIBOS	#2	0.58	12	6.96	0.25	1.74
PESO TOTAL (kg)						7.90
PESO TOTAL x7 UNIDADES						55.32

ZAPATA CORRIDA MURO DE CERRAMIENTO					CANTIDAD	1
ID / NOMBRE	BARRA	LONGITUD (m)	CANTIDAD	LONGITUD TOTAL (m)	PESO POR M (kg/m)	PESO TOTAL (kg)
REFUERZO TRANSVERSAL - BASE	#3	0.65	112	72.8	0.56	40.768
REFUERZO LONGITUDINAL - BASE	#3	16.93	4	67.72	0.56	37.9232
REFUERZO TRANSVERSAL - SECCIÓN ANGOSTA	#3	0.78	112	87.36	0.56	48.9216
REFUERZO LONGITUDINAL - SECCIÓN ANGOSTA	#3	16.93	5	84.65	0.56	47.404
TRASLAPOS APROXIMADOS (2 traslapos debido la longitud)	#3	0.81	18	14.58	0.56	8.1648
PESO TOTAL (kg)						183.18
PESO TOTAL x1 UNIDADES						183.18

PLACA DE CONTRAPISO					ÁREA	677.98
ID / NOMBRE	BARRA	LONGITUD (m)	CANTIDAD	LONGITUD TOTAL POR m ² (m)	PESO POR M (kg/m)	PESO TOTAL POR m ² (kg)
REFUERZO EN DIRECCIÓN X	#3	1	5	5	0.56	2.80
REFUERZO EN DIRECCIÓN Y	#3	1	5	5	0.56	2.80
PESO TOTAL POR m ² DE PLACA (kg)						5.60
PESO TOTAL DE ACERO DE REFUERZO EN LA PLACA (kg)						3796.69

ACERO DE REFUERZO 420 MPa		
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD
ZAPATA Z1	kg	3643.45
MUERTO DE CONTRAPESO	kg	437.14
VIGA DE ANCLAJE ZAPATA Y MUERTO	kg	2190.20
VIGA DE CIMENTACIÓN VC1	kg	1257.24
VIGA DE CIMENTACIÓN DE GRADERÍAS VC2	kg	215.96
PEDESTALES DE CONCRETO	kg	3285.86
PLACA DE GRADERÍAS	kg	206.75
MUROS DE GRADERÍAS	kg	24.26
COLUMNETA DE MURO DE CARRAMIENTO CC1	kg	55.32
ZAPATA CORRIDA MURO DE CERRAMIENTO	kg	183.18
PLACA DE CONTRAPISO	kg	3796.69
SUBTOTAL	kg	15296.06
DESPERDICIO	%	10%
TOTAL	m ³	16825.66