

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA INGENIERÍA CIVIL



“DISEÑO ESTRUCTURAL UNIDAD EDUCATIVA FERROVIARIO”

(Barrio Ferroviario, de la ciudad de Villa Montes)

Realizado por:

ALEX BRIAN ESPINOZA VELASQUEZ

NOVIEMBRE - 2024

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA

A mis padres, por su constante apoyo, amor y sacrificio a lo largo de mi vida. A mis amigos, por su ánimo y comprensión en los momentos difíciles. A mis docentes, por su guía, conocimiento y paciencia durante este viaje académico. A todos aquellos que de una forma u otra han contribuido a mi formación y crecimiento, ¡gracias!

ÍNDICE

1. ASPECTOS GENERALES	1
1.1. El problema.	1
1.1.1. Planteamiento.....	1
1.1.2. Formulación.....	1
1.1.3. Sistematización.	1
1.2. Objetivos.	1
1.2.1. General	1
1.2.2. Específicos.	2
1.3. Justificación.	2
1.3.1. Académica	2
1.3.2. Técnica	2
1.3.3. Social.	3
1.4. Alcance del proyecto.	3
1.4.1. Planteamiento.	3
1.4.2. Análisis de alternativa.	3
1.4.3. Resultados logrados.....	4
1.5. Localización.	5
1.6. Servicios básicos existentes.	5
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Levantamiento topográfico.	7
2.2. Estudio de suelo de fundación.	7
2.2.1. Granulometría	7
2.2.2. Límite de Atterberg.	7
2.2.3. Clasificación de suelos	7
2.2.4. Ensayo de Penetración estándar SPT.....	8
2.3. Arquitectura del proyecto.	8
2.4. Idealización de la estructura	9
2.4.1. Sustentación de la cubierta.	9
2.4.2. Sustentación de la edificación.	9
2.4.2.1. Juntas de dilatación.....	10
2.4.3. Fundaciones.	11
2.5. Diseño estructural	12

2.5.1.	Análisis de cargas.....	12
2.5.2.	Estructura de sustentación de la cubierta.	13
2.5.2.1.	Cubierta Metálica.....	14
2.5.2.2.	Losa reticular.....	17
2.5.3.	Estructura de sustentación de la edificación.	20
2.5.3.1.	Vigas.....	20
2.5.3.1.1.	Diseño de viga a flexión.....	22
2.5.3.1.2.	Cálculo de la armadura de Corte.....	23
2.5.3.2.	Columnas.....	24
2.5.3.2.1.	Diseño a corte.....	27
2.5.3.2.2.	Diagrama de interacción para columnas de hormigón.....	28
2.5.4.	Estructuras complementarias (Escaleras).	28
2.5.5.	Fundaciones.....	30
2.5.5.1.	Zapatas.....	30
2.6.	Estrategia para la ejecución del proyecto	33
2.6.1.	Especificaciones técnicas.	33
2.6.2.	Precios unitarios.	33
2.6.3.	Cómputos métricos.	35
2.6.4.	Presupuesto.	35
2.6.5.	Planeamiento y cronograma de obra.	35
3.	INGENIERÍA DEL PROYECTO	37
3.1.	Análisis del levantamiento topográfico	37
3.2.	Análisis del estudio de suelos (resultados)	38
3.3.	Análisis del diseño arquitectónico	40
3.4.	Planteamiento estructural	41
3.5.	Análisis, cálculo y diseño estructural (análisis de cargas - resultados)	42
3.5.1.	Datos generales del proyecto	42
3.5.1.1.	Normativa de Diseño.....	42
3.5.1.2.	Materiales empleados.....	42
3.5.1.3.	Cargas consideradas sobre la estructura.....	43
3.5.2.	Estructura de sustentación cubierta	52
3.5.2.1.	Diseño de cercha metálica.....	52
3.5.2.2.	Verificación diseño de losa reticular Casetonada.....	60

3.5.2.3.	Verificación diseño de losa maciza tanque elevado.....	67
3.5.3.	Estructura de sustentación de la edificación.....	72
3.5.3.1.	Verificación de los elementos de la estructura porticada.....	72
3.5.3.2.	Verificación del diseño estructural de la viga.....	72
3.5.3.3.	Verificación del diseño estructural de la columna.....	82
3.5.4.	Estructura complementaria.....	88
3.5.4.1.	Verificación diseño de Escalera.....	88
3.5.4.2.	Verificación diseño de rampa.....	95
3.5.5.	Fundaciones.....	99
3.5.5.1.	Verificación diseño zapata aislada.....	99
3.6.	Desarrollo de la estrategia para la ejecución del proyecto.	104
3.6.1.	Especificaciones técnicas.	104
3.6.2.	Precios unitarios.	104
3.6.3.	Cómputos métricos.	104
3.6.4.	Presupuesto general de la obra.	104
3.6.5.	Planeamiento y cronograma.	104
4.	APORTE ACADÉMICO DEL ESTUDIANTE (DISEÑO DE MÉNSULA CORTA PARA JUNTA DE DILATACIÓN.....	105
4.1.	Marco conceptual	105
4.2.	Marco teórico	108
4.3.	Aporte	113
4.3.1.	Diseño de la ménsula corta.....	113
4.3.2.	Costo de ménsula corta.....	120
4.4.	Conclusiones y recomendaciones del aporte académico.....	120
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	122
	BIBLIOGRAFÍA	124
	ANEXOS	
A-1.	Tablas generales para el cálculo	
A-2.	Estudio topográfico	
A-3.	Estudio de suelos	
A-4.	Cómputos métricos	
A-5.	Precio unitario y presupuesto general	

A-6. Cronograma de actividades

A-7. Especificaciones técnicas

A-8. Memoria de cálculo

A-9. Planos arquitectónicos

A-9. Planos estructurales

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación del lugar de emplazamiento del proyecto.....	5
Figura 2.1 Idealización de la cubierta con cerchas metálicas.....	9
Figura 2.2 Planteo estructural de la estructura porticada.....	10
Figura 2.3 Columnas compartiendo la misma fundación.....	10
Figura 2.4 Idealización de la Zapata de fundación del proyecto.....	12
Figura 2.5 Estructura de sustentación de la cubierta.....	13
Figura 2.6 Ancho de colaboración o ancho efectivo.....	18
Figura 2.7 Espaciamiento entre barras del refuerzo a tracción.....	26
Figura 2.8 Elementos de una escalera.....	29
Figura 2.9 Cortante bidireccional en zapata que soporta columna.....	32
Figura 3.1 Curvas de nivel, perfil longitudinal del terreno.....	37
Figura 3.2 Ubicación de los pozos de estudio de suelos.....	38
Figura 3.3 Perfil estratigráfico pozos de estudio.....	40
Figura 3.4 Ubicación juntas de dilatación.....	42
Figura 3.5 Distribución de la carga de viento.....	51
Figura 3.6 Disposición de cerchas metálicas.....	52
Figura 3.7 Propiedades geométricas del perfil.....	53
Figura 3.8 Esfuerzo a tracción y compresión de perfil.....	53
Figura 3.9 Momento a flexión en x.....	55
Figura 3.10 Momento a flexión en y.....	55
Figura 3.11 Cortante en x.....	56
Figura 3.12 Cortante en y.....	57
Figura 3.13 Losa reticular más solicitada del grupo.....	60
Figura 3.14 Losa maciza tanque elevado.....	67
Figura 3.15 Elementos de la estructura de sustentación.....	72
Figura 3.16 Envolvente de momentos flectores y cortantes.....	73
Figura 3.17 Nudos de la columna “C99”.....	83
Figura 3.18 Vista en planta de la escalera.....	89
Figura 3.19 Esquema estructural.....	91
Figura 3.20 Vista en planta de rampa.....	95
Figura 3.21 Esquema de la zapata aislada.....	99

Figura 4.1 Ubicación de ménsulas cortas (Izquierda).....	105
Figura 4.2 Dimensiones características de una ménsula.....	106
Figura 4.3 Tipos de ménsulas.....	106
Figura 4.4 Acción estructural en una ménsula.....	109
Figura 4.5 Detalle de refuerzo de una ménsula.....	112
Figura 4.6 Detalle de refuerzo de ménsula.....	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Planilla para el análisis de precios unitarios.....	34
Tabla 2.2 Planilla para el cálculo de cómputos métricos.....	35
Tabla 3.1 Características del suelo Pozo 1.....	39
Tabla 3.2 Características del suelo Pozo 2.....	39
Tabla 3.3 Características del suelo Pozo 3.....	39
Tabla 3.4 Sobrecargas de servicio, L. (Escuelas).....	49
Tabla 3.5 Sobrecargas de servicio, L. (Azoteas).....	50
Tabla 3.6 Cargas vivas mínimas repartidas. (Escaleras).....	50
Tabla 4.1 Coeficiente de fricción μ	111