

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TOMO I

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA TERMINAL DE BUSES
DE SAN LORENZO”**

Por:

JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ BEDOYA

SEMESTRE II - 2025

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TOMO I
“DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA TERMINAL DE BUSES
DE SAN LORENZO”

Por:

JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ BEDOYA

SEMESTRE II - 2025

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA

A toda mi familia, pero en especial a mis padres por darme una vida digna, saludable, alegre, armoniosa y por ayudarme a cumplir mis metas con su constante apoyo.

INDICE

1. ANTECEDENTES.....	1
1.1. El problema.....	1
1.1.1. Planteamiento.....	1
1.1.2. Formulaci3n.....	2
1.1.3. Sistematizaci3n.....	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1 General.....	3
1.2.2 Espec3ficos.....	3
1.3. Justificaci3n.....	3
1.3.1. Acad3mica.....	3
1.3.2. T3cnica.....	4
1.3.3. Social.....	4
1.4. Alcance del proyecto.....	4
1.5. Localizaci3n.....	4
1.5.1. Descripci3n de la infraestructura.....	5
1.5.2. Servicios b3sicos.....	6
2. MARCO TE3RICO.....	7
2.1. Levantamiento topogr3fico.....	7
2.2. Estudio de suelos.....	7
2.3. Dise1o arquitect3nico.....	8
2.4. Idealizaci3n estructural.....	9
2.4.1. Estructura de sustentaci3n de la cubierta.....	9
2.4.1.1 Norma a utilizar.....	9

2.4.1.2. Diseño con factores de carga y resistencia (LRFD).....	10
2.4.1.3. Factores de carga y combinaciones de carga.	10
2.4.1.4. Factores de resistencia.....	11
2.4.2. Estructura de sustentación de la edificación	12
2.4.2.1. Método de diseño del hormigón armado.....	12
2.4.2.1.1. El diseño por estado límite	12
2.4.2.1.2. Hipótesis de carga para la estructura de hormigón armado	12
2.4.2.1.3. Resistencias de cálculo.....	13
2.4.2.1.4. Diagrama de cálculo Tensión deformación.....	14
2.4.2.1.5. Módulo de elasticidad del acero.....	15
2.4.2.2. Elementos estructurales.....	15
2.4.2.2.1. Vigas de hormigón armado	15
2.4.2.2.2. Columnas de hormigón armado	19
2.4.2.2.3. Losas con viguetas prefabricadas de hormigón pretensadas	24
2.4.2.2.4. Muros	26
2.5. Estructuras complementarias	26
2.5.1. Escalera	26
2.5.2. Cimentación de Hormigón Armado.	28
2.6. Estrategia para la ejecución del proyecto.....	31
2.6.1. Especificaciones técnicas	31
2.6.2. Precios unitarios	32
2.6.3. Cómputos métricos.....	32
2.6.4. Presupuesto de obra.....	32
2.6.5. Planeación y cronograma de obra	32

3. INGENIERÍA DEL PROYECTO	33
3.1. Generalidades.....	33
3.2. Análisis del levantamiento topográfico	33
3.3. Análisis del estudio de suelos	34
3.4. Diseño arquitectónico	35
3.5. Planteamiento estructural.....	36
3.6. Diseño estructural	37
3.6.1. Diseño de las cubiertas de perfiles metálicos.....	37
3.6.1.1. Cálculo y diseño de cerchas fink o W	37
3.6.1.1.1. Cálculo y diseño de sustentación de la cubierta metálica.....	38
3.6.1.1.2. Geometría de la cubierta metálica	38
3.6.1.1.3. Cargas para el diseño	39
3.6.1.1.4. Comprobación de la flecha admisible (E.L.S.)	40
3.6.1.1.5. Combinaciones de Diseño	41
3.6.1.1.6. Cálculo y dimensionamiento de los perfiles metálicos en el programa Cype-3D	41
3.6.1.2. Cálculo y diseño de la cubierta parabólica.....	43
3.6.1.2.1. Geometría de la cubierta parabólica.....	43
3.6.1.3. Cálculo y diseño de la cubierta cúpula.....	44
3.6.1.3.1. Geometria de la cubierta Cúpula.....	44
3.6.2. Diseño de Losa reticular.....	45
3.6.2.1. Dimensionamiento de la Losa reticular.....	45
3.6.2.2. Momento positivo resistente de la losa.	49
3.6.2.3. Armadura inferior en dirección X longitudinal.....	49
3.6.2.4. Armadura superior en dirección X.....	51

3.6.2.5. Dimensionamiento del nervio a esfuerzo cortante	54
3.6.2.6. Armado de reparto por temperatura y retracción de fraguado	56
3.6.2.7. Comprobación de flechas en forjados reticulares.	56
3.6.2.8. Comprobación manual de flechas en forjados reticulares.....	57
3.6.3. Diseño de Losa de viguetas pretensadas.	62
3.6.4. Diseño de la Viga	66
3.6.4.1. Verificación de estados límites últimos	66
3.6.4.1.1. Verificación de la armadura longitudinal negativa para la viga entre C-86 y C-87	66
3.6.4.1.2. Verificación de la armadura longitudinal negativa para la viga entre C-86 y C-87	69
3.6.4.1.3. Verificación de la armadura longitudinal positiva para la viga entre C-86 y C-87	70
3.6.4.1.4. Verificación de la armadura transversal.....	72
3.6.4.1.5. Deflexión máxima según norma	76
3.6.4.1.6. Cálculo de flechas	77
3.6.5. Diseño de la columna	80
3.6.5.1. Coeficiente de pandeo, longitud de pandeo y esbeltez.....	81
3.6.5.2. Cálculo de excentricidades.....	85
3.6.5.3. Cálculo de la armadura.....	86
3.6.5.3.1. Armadura Longitudinal	87
3.6.5.3.2. Armadura transversal (estribos)	87
3.6.6. Zapata Aislada.....	89
3.6.6.1. Cálculo del área necesaria.....	90
3.6.6.2. Comprobación del esfuerzo a cortante.	91

3.6.6.3. Comprbación por punzonamiento en la sección Ac.....	91
3.6.6.4. Determinación de la armadura	92
3.6.6.5. Verificacion al deslizamiento, según CBH-87	94
3.6.6.6. Verificación al vuelco, según CBH-87	94
3.7. Estrategia para la ejecución de la Obra.....	96
3.7.1. Especificaciones Técnicas.....	96
3.7.2. Cómputos Métricos	96
3.7.3. Análisis de Precios Unitarios	96
3.7.4. Presupuesto general de la obra.....	97
3.7.5. Cronograma de Ejecución	97
4. APORTE ACADÉMICO	98
4.1. Diseño estructural de la escalera helicoidal del proyecto, y cálculo de esfuerzos internos mediante la Aplicación de Método Fuchssteiner – Darmstadt.	98
4.1.1 Marco teórico	99
4.1.1.1. Escaleras.....	99
4.1.1.2. Escaleras helicoidales.....	102
4.2. Diseño manual de la escalera helicoidal	100
4.2.1. Determinación de la geometría	100
4.2.2. Cargas que actúan en la escalera helicoidal	102
4.2.3. Determinación de fuerzas internas en la escalera helicoidal aplicación de Método Fuchssteiner – Darmstadt. Datos.	103
4.3. Análisis de la escalera helicoidal con SAP 2000	110
4.4. Diseño estructural de la escalera helicoidal de hormigón armado.....	114
4.4.1. Diseño a flexión.	114
4.4.2. Diseño a Corte.	118

4.4.3. Diseño a Torsión.....	118
4.4.4. Armadura mínima por temperatura	121
4.5. Armadura temporal (encofrado).	123
4.5.1. Verificación de resistencia de los puntales para escalera.....	123
4.5.2. Verificación de la resistencia de los largueros para la escalera.	124
CONCLUSIONES	129
RECOMENDACIONES.....	129

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Ubicación del proyecto	5
Figura 2.1. Diagrama parábola – rectángulo.	14
Figura 2.2. Diagramas de cálculo tensión-deformación del acero..	15
Figura 2.3. Losa Alivianada con viguetas pretensadas.....	24
Figura 2.4. Partes constitutivas de una escalera... ..	28
Figura 2.5. Formas típicas de zapatas aisladas.... ..	29
Figura 2.6. Cálculo a flexión de una zapata flexible	31
Figura 3.1. Plano topográfico	33
Figura 3.2. Ubicación de los pozos	34
Figura 3.3. Cotas de los niveles.....	35
Figura 3.4. Planteamiento estructural	37
Figura 3.5. Ubicación de la cubierta del tragaluz	37

Figura 3.6. Geometría de la cubierta del tragaluz-vista frontal	38
Figura 3.7. Geometría de la cubierta del tragaluz-vista en planta	39
Figura 3.8. Vista en planta de los paños del tragaluz de cerchas W.....	39
Figura 3.9. Desplazamiento máximo en la cercha W	40
Figura 3.10. Vista en planta del tinglado, de cercha parabólica.....	43
Figura 3.11. Vista en planta del tinglado, de cercha parabólica.....	43
Figura 3.12. Vista en planta y vista lateral de cubierta de cúpula... ..	44
Figura 3.13. Losa reticular a verificar.	45
Figura 3.14. Dimensiones de la Losa reticular empleada en el diseño.....	47
Figura 3.15. Losa como viga T.....	47
Figura 3.16. Diagrama de momentos, mom. positivo nervio en el eje X.....	50
Figura 3.17. Diagrama de momentos, mom. negativo nervio central en el eje X... ..	51
Figura 3.18. Armadura de la Losa Reticular... ..	53
Figura 3.19. Diagramas de cortantes en el eje X y el eje Y.....	54
Figura 3.20. Deflexión de la losa según cypecad.	57
Figura 3.21. Continuidad en extremos de la losa.	60
Figura 3.22. Armado de Losa Reticular H=30 cm	61
Figura 3.24. Vigueta Pretensada CONCRETEC	63
Figura 3.25. Características Geométricas de la Vigueta seleccionada	64
Figura 3.25. Detallamiento de armado de losa aligerada.	65
Figura 3.26. Viga a ser diseñada.....	66
Figura 3.27. Diagrama de cortantes en la viga.. ..	72
Figura 3.28. Armado de la Viga	75
Figura 3.29. Continuidad de la viga.	78

Figura 3.30. Vista de la columna a ser diseñada.	81
Figura 3.31 Armado de la Columna C-12	88
Figura 3.32. Representación gráfica de la zapata aislada C12	89
Figura 3.33. Área de corte por punzonamiento y corte por flexión.....	91
Figura 3.34. Representación de los términos usados en el cálculo.....	92
Figura 3.35. Sección de análisis para flexión en la zapata..	92
Figura 3.36. Gráfica de los resultados obtenidos para la zapata aislada.	95
Figura 4.1. Escalera helicoidal del proyecto.	98
Figura 4.2. Dimensiones de la escalera helicoidal (Vista en planta y vista frontal).....	100
Figura 4.3. Modelado de la escalera helicoidal en SAP2000.	110
Figura 4.4. Cargado de la escalera en SAP2000.....	111
Figura 4.5. Espesor eficaz en vigas de hormigón armado..	119
Figura 4.6. Armadura de la escalera helicoidal... ..	122
Figura 4.7. Detalle de encofrado para la escalera helicoidal	126
Figura 4.6. Armadura de la escalera helicoidal... ..	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Factores de Carga según el método LRFD.....	10
Tabla 2.2. Factores de Resistencia según el método LRFD	11
Tabla 3.1. Capacidad portante del terreno.....	34
Tabla 3.2. Cargas sobre la cubierta del tragaluz.....	39
Tabla 3.3. Vigas T múltiples continuas	48
Tabla 3.4. Resultados de la Armadura de la Losa Reticular.....	53
Tabla 3.5. Especificaciones técnicas de las viguetas pretensadas	63
Tabla 3.6. Sistema de Aplicación de la Vigueta Pretensada	64
Tabla 3.7. Resultados del Armado de la Viga.....	80
Tabla 3.8. Resultados de la columna C-12	88
Tabla 3.9. Resultados de la zapata C-12.....	95
Tabla 4.1. Resumen de esfuerzos, calculo manual	107
Tabla 4.2. Comparación de resultados manuales y con SAP2000.	113
Tabla 4.3. Encofrado de tramo inferior	127
Tabla 4.4. Encofrado de tramo superior	128
Tabla 4.5. Resumen de encofrado de la escalera.....	128

INDICE DE ANEXOS

A.1. TABLAS

A.2. LISTADO DE DATOS DE OBRA

A.3. ESTUDIO DE SUELOS

A.4. VALIDACIÓN DEL ESTUDIO DE SUELOS

A.5. ANÁLISIS DE CARGAS

A.6. DISEÑO DE CUBIERTAS METÁLICAS

A.7. DISEÑO DE LOSAS DE VIGUETAS PRETENSADAS

A.8. DEDUCCIÓN DE LAS FÓRMULAS DE ESCALERAS HELICOIDALES

A.9. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

A.10. CÓMPUTOS MÉTRICOS

A.11. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

A.12. PRESUPUESTO

A.13. CRONOGRAMA

A.14. PLANOS