

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO” FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

DPTO. ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TOMO I

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE BIBLIOTECA ESCUELA SUPERIOR DE
FORMACIÓN DE MAESTROS CANASMORO - SAN LORENZO - TARIJA”**

Por:

MALENA MARTINEZ CORO

Proyecto de grado presentada a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

SEMESTRE I - 2022

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

DPTO. ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE BIBLIOTECA ESCUELA SUPERIOR DE
FORMACIÓN DE MAESTROS CANASMORO - SAN LORENZO - TARIJA”**

Por:

MALENA MARTINEZ CORO

**PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA PROYECTO DE INGENIERÍA
CIVIL CIV 502**

PRIMER SEMESTRE

SEMESTRE I - 2022

TARIJA-BOLIVIA



DEDICATORIA

A Dios, quien fue un pilar fuerte en mi vida quien me dió fuerza ante cualquier problema que atravesé, a él, de quien pude sentir un amor incondicional y tan sincero del cual me siento eternamente agradecida.

A mis ángeles que desde el cielo me cuidan y me protegen, gracias por hacer que me mantenga en pie y siga adelante.

A todas las personas que estuvieron apoyandome en todo momento, lo tendre presente en mi corazón.



ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

CAPÍTULO I

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. El Problema.....	2
1.1.1. Planteamiento.....	2
1.1.2. Formulación (Idealización del Planteo Estructural Opcional).....	3
1.1.2.1. Determinación de alternativas de forma general.....	4
1.1.2.2. Alternativa N° 1.....	4
1.1.2.2.1. Cubierta y Entrepisos:.....	4
1.1.2.2.2. Estructura de Sustentación.....	4
1.1.2.2.3. Fundaciones:.....	5
1.1.2.3. Alternativa N° 2:.....	6
1.1.2.3.1. Cubierta y entrepisos:.....	6
1.1.2.3.2. Estructura de Sustentación.....	7
1.1.2.3.3. Fundaciones.....	7
1.1.2.4. Sistematización (Elección de la alternativa más económica y funcional).....	8
1.1.2.4.1. Alternativa seleccionada.....	8
1.2. UBICACIÓN.....	9
1.2.1. Localización geográfica.....	9
1.3. OBJETIVOS.....	11
1.3.1. General.....	11
1.3.2. Específicos.....	11
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	12
1.4.1. Justificación técnica.....	12

1.4.2.	Justificación social.....	12
1.4.3.	Justificación económica.....	13
1.4.4.	Justificación ambiental	13
1.5.	ALCANCE DEL PROYECTO.....	13

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO.....	14
2.1.	PLANOS ARQUITECTÓNICOS	14
2.2.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	14
2.3.	ESTUDIO DE SUELOS	15
2.3.1.	Prueba de penetración estándar – SPT	15
2.3.2.	Incremento del esfuerzo vertical en una masa de suelo por la carga de cimentación.....	18
2.4.	DISEÑO ESTRUCTURAL.....	20
2.4.1.	Estructuración.....	20
2.4.2.	Análisis	21
2.4.3.	Dimensionamiento.....	21
2.4.4.	Proceso de diseño estructural	22
2.4.4.1.	Planteamiento de soluciones preliminares	22
2.4.4.2.	Evaluación de soluciones preliminares	22
2.4.4.3.	Diseño detallado.....	23
2.4.4.4.	Transferencia de los resultados del diseño	23
2.5.	NORMA BOLIVIANA DEL HORMIGÓN ARMADO (CBH-87)	23
2.6.	HIPÓTESIS DE CARGAS.....	24
2.6.1.	Peso propio.....	24
2.6.2.	Carga permanente o Muertas.....	24
2.6.3.	Sobre carga de servicio o carga viva	24
2.6.4.	Acción del viento.....	25
2.6.5.	Acción sísmica.....	25
2.6.6.	Otras solicitaciones.....	25

2.7.	MATERIALES.....	26
2.7.1.	Hormigón.....	26
2.7.1.1.	Resistencia del hormigón.	27
2.7.1.2.	Resistencia de cálculo	27
2.8.	HORMIGÓN ARMADO	30
2.8.1.	Adherencia entre el Hormigón y el Acero.....	30
2.8.2.	Aceros.....	31
2.8.2.1.	Resistencia de cálculo	31
2.8.2.2.	Acero de refuerzo	31
2.8.3.	Disposición de las armaduras	32
2.8.4.	Distancia entre barras	32
2.8.5.	Recubrimiento.	34
2.8.5.1.	Recubrimiento geométrico	34
2.8.5.2.	Recubrimiento mecánico.....	34
2.8.6.	Doblado de las armaduras.	35
2.8.7.	Anclaje de las armaduras.....	36
2.8.7.1.	Anclaje de barras corrugadas	38
2.8.8.	Empalmes de las armaduras.	39
2.9.	COEFICIENTE DE MINORACIÓN DE RESISTENCIAS Y MAYORACIÓN DE CARGAS.....	41
2.10.	DISEÑO DE CERCHAS	41
2.10.1.	Acero conformado y laminado	42
2.10.1.1.	Acero conformado en frío	42
2.10.1.2.	Acero laminado en caliente	43
2.10.2.	Diferencias entre el laminado en caliente y el conformado en frío	43
2.10.2.1.	Propiedades mecánicas.....	43
2.10.2.2.	Apariencia	44
2.10.2.3.	Usos	44
2.10.2.3.1.	Uso del acero laminado en caliente.....	44
2.10.2.3.2.	Uso del acero conformado en frío.....	44
2.10.2.4.	Precio.....	44

2.11.	DISEÑO DE LOSAS.....	45
2.11.1.	Losa alivianada con viguetas pretensadas.	45
2.11.1.1.	Viguetas pretensadas.....	46
2.11.1.2.	Esfuerzos admisibles.....	46
2.11.1.3.	Las pérdidas instantáneas.....	47
2.11.1.4.	Acortamiento elástico del hormigón.....	47
2.11.1.5.	Pérdidas deferidas.....	47
2.11.1.6.	Armadura de distribución.....	49
2.12.	DISEÑO DE VIGAS.....	50
2.12.1.	Dominios de deformación.....	51
2.12.2.	Calculo a flexión simple.....	51
2.12.3.	Esfuerzo cortante.....	54
2.12.3.1.	Procedimiento de cálculo.....	55
2.12.4.	Estado límite de fisuración.....	56
2.13.	DISEÑO DE COLUMNAS.....	57
2.13.1.	Armadura longitudinal.....	61
2.13.2.	Armadura transversal.....	62
2.14.	DISEÑO DE ZAPATAS AISLADAS.....	62
2.14.1.	Calculo a flexión.....	65
2.14.2.	Cálculo de la cortante.....	67
2.14.3.	Calculo a Punzonamiento.....	67
2.15.	DISEÑO DE ESCALERA.....	68
2.16.	ESTRATEGIA PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	70
2.16.1.	Especificaciones técnicas.....	70
2.16.2.	Cómputos métricos.....	71
2.16.3.	Precios Unitarios.....	72
2.16.4.	Presupuesto general de la obra.....	73
2.16.5.	Cronograma de ejecución.....	74

CAPÍTULO III

3.	INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	75
-----------	-------------------------------------	-----------

3.1.	ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO.....	75
3.2.	ANÁLISIS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	75
3.3.	ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE SUELOS.	76
	3.3.1. Capacidad de soporte del suelo.	76
	3.3.2. Incremento del esfuerzo vertical en una masa de suelo causado por carga de cimentación.	79
3.4.	ANÁLISIS ESTRUCTURAL.	80
	3.4.1. Alternativa Seleccionada.	80
	3.4.1.1. Cubierta y Entrepisos:	80
	3.4.1.2. Estructura de Sustentación.	81
	3.4.1.3. Fundaciones:.....	82
	3.4.1.4. Planteamiento Estructural.....	83
	3.4.2. Investigación de las cargas.	84
	3.4.2.1. Peso Propio.....	84
	3.4.2.2. Carga permanente.....	84
	3.4.2.3. Sobrecarga de servicio.....	84
	3.4.2.4. Acción del viento.	84
	3.4.2.5. Acción sísmica.	85
	3.4.2.6. Análisis de esfuerzos.	85
	3.4.3. Dibujo y detalles.....	86
3.5.	NORMAS DE DISEÑO.	86
3.6.	HIPÓTESIS DE CARGA.	86
3.7.	ANÁLISIS DE MATERIALES.	87
	3.7.1. Hormigón.....	87
	3.7.2. Acero.	87
3.8.	HORMIGÓN ARMADO.	87
	3.8.1. Recubrimiento.	87
	3.8.1.1. Cálculo del recubrimiento para losas.	87
	3.8.1.2. Cálculo del recubrimiento para vigas.	88
	3.8.1.3. Cálculo del recubrimiento para columnas.	88
	3.8.1.4. Cálculo de recubrimiento para zapatas.....	89

3.8.1.5.	Doblado de las armaduras.	89
3.8.1.6.	Anclaje de las armaduras.	89
3.8.1.7.	Empalme de las armaduras.	89
3.9.	ANÁLISIS DE LOS COEFICIENTES DE MINORACIÓN DE RESISTENCIAS Y MAYORACIÓN DE CARGAS.	90
3.9.1.	Coefficiente de minoración del hormigón.	90
3.9.2.	Coefficiente de minoración del acero.	90
3.9.3.	Coefficiente de mayoración de cargas.	90
3.10.	VERIFICACIÓN DEL DISEÑO DE LA CUBIERTA METÁLICA	91
3.10.1.	Diseño de cordón inferior	91
3.10.1.1.	Resistencia a tracción	92
3.10.1.2.	Limitación de esbeltez para comparación	92
3.10.1.3.	Resistencia a compresión	93
3.10.1.4.	Resistencia a flexión eje x	94
3.10.1.5.	Resistencia a corte Y	94
3.10.1.6.	Esfuerzos combinados y torsión	95
3.10.2.	Diseño de cordón superior	96
3.10.2.1.	Resistencia a tracción	96
3.10.2.2.	Limitación de esbeltez para comparación	97
3.10.2.3.	Resistencia a compresión	98
3.10.2.4.	Resistencia a flexión eje x	100
3.10.2.5.	Resistencia a corte Y	100
3.10.2.6.	Esfuerzos combinados y torsión	100
3.10.2.7.	Diseño de correas por flexión asimétrica	101
	Determinación de carga lineal actuante en la correa	102
3.10.2.8.	Diseño de Placa	105
3.10.2.9.	Diseño de tornillos	109
3.11.	DISEÑO DE VERIFICACIÓN DE LOSAS	112
3.11.1.	Verificación de la losa alivianada con viguetas pretensadas.	112
3.11.1.1.	Viguetas pretensadas.	112

3.11.1.2.	Verificación de las inecuaciones de condición cuando solo actúan las tensiones producidas por el peso propio y la fuerza de pretensado.....	126
3.11.1.3.	Verificación de la fuerza de pretensado:.....	128
3.11.1.4.	Verificación de los Esfuerzos en la sección.	130
3.11.1.5.	Verificación de la deflexión.	132
3.11.1.6.	Armadura de Distribución.....	133
3.12.	VERIFICACIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO.	134
3.12.1.	Verificación de estados límites de servicio.	150
3.12.2.	Verificación del estado límite de deformación.....	154
3.12.3.	Verificación en estado límite último.	157
3.12.4.	Verificación es estado límite de servicio.....	158
3.12.5.	Comentarios y evaluaciones de los resultados.	158
3.13.	VERIFICACIÓN DE COLUMNA DE HORMIGON ARMADO.	160
3.14.	VERIFICACIÓN DE ZAPATAS AISLADAS DE HORMIGÓN ARMADO.	168
3.14.1.	Cálculo a flexión.....	170
1.1.1.	Verificación a Cortante.....	177
3.14.2.	Verificación a Punzonamiento.	177
3.15.	VERIFICACIÓN DEL DISEÑO DE LA ESCALERA.....	179

CAPÍTULO IV

4.	APORTE ACADÉMICO.....	189
4.1.	MARCO TEÓRICO	189
4.1.1.	Losa Casetonada.....	189
4.1.1.1.	Determinación de la armadura a flexión (método de resistencia de materiales).....	194
4.1.2.	Armadura longitudinal.....	194
4.1.2.1.	Determinación de la cantidad mínima de acero.	194
4.1.2.2.	Comprobación de flechas de forjados reticulares.....	194
4.1.2.3.	Ábacos.....	195

4.1.2.4.	Armadura de cortante	196
4.1.2.5.	Armadura de reparto por temperatura y retracción de fraguado.....	196
4.1.3.	Losa alivianada de viguetas pretensadas	197
4.1.3.1.	Características de viguetas prefabricadas.....	197
4.2.	ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO Y ECONÓMICO.....	200
4.2.1.	Análisis Técnico	200
4.2.2.	Análisis Comparativo Económico.....	205
4.3.	MEMORIA DE CÁLCULO.....	208
4.3.1.	Verificación de la Losa reticular con casetones de poliestireno expandido perdido.....	208

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	225
5.1.	CONCLUSIONES	225
5.2.	RECOMENDACIONES	226
6.	BIBLIOGRAFÍA	227
7.	ANEXOS	
8.	PLANOS	

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1	Estados límites últimos – coeficientes de minoración de la resistencia de los materiales	27
TABLA 2.2	Resistencia del hormigón en función del tipo de acero.....	28
TABLA 2.3	Recubrimientos mínimos en milímetros	34
TABLA 2.4	Diámetro de los ejes de doblado.	36
TABLA 2.5	Porcentaje máximo de barras empalmadas con relación a la sección total del acero	40
TABLA 2.6	Dimensiones de las viguetas	46
TABLA 2.7	Valores de K_{re} y J	48
TABLA 2.8	Valores de C	49
TABLA 3.1	Resultados de estudio de suelo.....	78
TABLA 3.2	Resultados de estudio de suelo.....	78
TABLA 3.3	Especificaciones técnicas viguetas pretensadas CONCRETEC	114
TABLA 3.4	Sistema de aplicación de la vigueta pretensada	115
TABLA 3.5	Compresión vigueta pretensada – vigueta prefabricada.....	116
TABLA 3.6	Complemento de plastiformo CONCRETEC	118
TABLA 3.7	Propiedades de la vigueta pretensada.....	120
TABLA 3.8	Propiedades de la vigueta compuesta.....	122
TABLA 3.9	Máxima abertura característica aceptable de fisura.	151
TABLA 4.1	Coeficientes para el Diseño de Losas nervadas Rectangulares Sustentadas Perimetralmente. Sometidas a Cargas Uniformes Distribuidas	214

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1	Alternativa de diseño 1.	1
FIGURA 1.2	Alternativa de Diseño 2.	8
FIGURA 1.3	Alternativa de Diseño seleccionada.....	9
FIGURA 1.4	Ubicación Tarija – Bolivia.....	10
FIGURA 2.1	Ensayo de Penetración Estándar –SPT.....	16
FIGURA 2.2	Esfuerzo vertical en un punto A causado por una carga puntual sobre la superficie.....	18
FIGURA 2.3	Método para encontrar el incremento de esfuerzo debajo de una cimentación.	19
FIGURA 2.4	Diagrama parábola – rectángulo.....	28
FIGURA 2.5	Diagrama rectangular.....	29
FIGURA 2.6	Identificación de las barras	31
FIGURA 2.7	Doblado del acero en obra.	36
FIGURA 2.8	Longitud de anclaje en centímetros (\emptyset en centímetros).	39
FIGURA 2.9	Empalme por traslapo o solapo.....	39
FIGURA 2.10	Partes constitutivas de una cercha	45
FIGURA 2.11	Sistema de aplicación de la vigueta pretensada.....	46
FIGURA 2.12	Valores de C.	50
FIGURA 2.13	Esquema del comportamiento de una viga a flexión.....	51
FIGURA 2.14	Diagramas de pivotes.....	51
FIGURA 2.15	Cimentación sometida a momentos y fuerzas horizontales	63
FIGURA 2.16	Formas típicas de una zapata aislada.....	64
FIGURA 2.17	Zapatas rígidas y flexibles	65
FIGURA 2.18	Cálculo de flexión de una zapata flexible.....	66
FIGURA 2.19	Comprobaciones al cortante y punzonamiento.....	67
FIGURA 2.20	Partes constitutivas de una escalera.....	70
FIGURA 3.1	Ubicación.....	75
FIGURA 3.2	Curvas de nivel	76
FIGURA 3.3	Curvas de nivel	77

FIGURA 3.4	Método para encontrar el incremento de esfuerzo debajo de una cimentación.....	79
FIGURA 3.5	Alternativa de diseño 1	82
FIGURA 3.6	Estructura de la Biblioteca en CYPECAD	83
FIGURA 3.7	Estructura de la Biblioteca en Canasmoro.....	86
FIGURA 3.8	Cubierta Metálica.....	91
FIGURA 3.9	Vista en 3D Cubierta Metálica	106
FIGURA 3.10	Vista en planta de la descripción de las viguetas.....	112
FIGURA 3.11	Vista en planta de la descripción de las viguetas.....	113
FIGURA 3.12	Vigueta pretensada CONCRETEC.....	114
FIGURA 3.13	Sistema de aplicación de la vigueta pretensada	115
FIGURA 3.14	Sistema de aplicación del complemento plastoformo	117
FIGURA 3.15	Características geométricas de la vigueta pretensada	120
FIGURA 3.16	Sección compuesta de la vigueta pretensada	121
FIGURA 3.17	Es evidente que ahora se trabaja con viga en T, es decir. Sección compuesta viga en T	121
FIGURA 3.18	Características geométricas de la vigueta compuesta viga en T.....	122
FIGURA 3.19	Punto de aplicación de la fuerza de pretensado (FP).	125
FIGURA 3.20	Viga en estudio P2 y P 9.....	135
FIGURA 3.21	Envolvente de diseño de la viga – momentos.....	136
FIGURA 3.22	Envolvente de diseño de la viga cortante.	143
FIGURA 3.23	Representación gráfica de las cortantes de diseño a una distancia “d”	145
FIGURA 3.24	Representación gráfica de las cortantes de diseño a una distancia “d”	148
FIGURA 3.25	Disposición de la Armadura de la Viga.....	159
FIGURA 3.26	Columna en estudio P 9.	160
FIGURA 3.27	Disposición de la armadura en le columna C19.	168
FIGURA 3.28	Zapata en estudio correspondiente a la columna P 9.....	168
FIGURA 3.29	Momento en las secciones 1-1 y 1”-1”.....	172
FIGURA 3.30	Longitud de anclaje en centímetros (\emptyset en centímetros)	175

FIGURA 3.31	Verificación a Cortante y Punzonamiento	177
FIGURA 3.32	Descripción de la Armadura de la Zapata.....	178
FIGURA 3.33	Zapata en estudio correspondiente a la columna P 9	179
FIGURA 3.34	Vista en planta y Perfil Transversal.....	179
FIGURA 3.35	Consideración de la escalera para el cálculo de la armadura principal	182
FIGURA 3.36	Como una losa plana, apoyo simple	182
FIGURA 3.37	Consideración de la escalera para el cálculo de la armadura negativa.....	183
FIGURA 3.38	Como una losa plana apoyo empotrado.....	184
FIGURA 3.39	Descripción de la Armadura de la Escalera	188
FIGURA 4.1	Losa Casetonada	190
FIGURA 4.2	Losa reticular con casetones no recuperables.....	192
FIGURA 4.3	Transmisión de cargas de nervio a placa	193
FIGURA 4.4	Tamaño mínimo recomendado para ábacos	195
FIGURA 4.5	Áreas de secciones críticas	196
FIGURA 4.6	Diseño Estructural – Losa reticular con casetones no recuperables CYPECAD	197
FIGURA 4.7	Losa alivianada de Viguetas Pretensadas	199
FIGURA 4.8	Diseño Estructural – Losa Alivianada de Viguetas Pretensadas (CYPECAD).....	200
FIGURA 4.9	Vista en planta de la descripción de la losa casetonada.....	209
FIGURA 4.10	Dimensiones de la losa reticular.....	211
FIGURA 4.11	Peso propio de la losa reticular.....	212
FIGURA 4.12	Altura equivalente.....	213
FIGURA 4.13	Sección transversal de recubrimiento mecánico.....	215
FIGURA 4.14	Representación gráfica de los momentos calculados en la losa reticular con la respectiva armadura de refuerzo.....	218
FIGURA 4.15	Sección de la cortante analizada.....	221
FIGURA 4.16	Armadura de la losa casetonada H = 20 cm=200mm (bordes de la losa)	224

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1.1	Reporte de Estudiantes de la Juan Misael Saracho Colegio de Maestros	2
CUADRO 3.1	Elevaciones de plantas	85
CUADRO 3.2	Resultados armadura longitudinal	141
CUADRO 3.3	Resultado de armadura transversal	150
CUADRO 3.4	Resumen General Armadura de Viga	157
CUADRO 3.5	Geometría de los elementos que concurren a la columna.....	162
CUADRO 3.6	Resumen General de los Resultados para la Columna.	167
CUADRO 3.7	Resumen General para la Zapata	178
CUADRO 3.8	Resumen general para la escalera.....	188
CUADRO 4.1	Aclaración necesaria de Aporte Académico.....	189
CUADRO 4.2	Análisis Comparativo Técnico Según Criterios de Diseño	201
CUADRO 4.3	Análisis Comparativo Técnico Según Programa de Diseño – Cálculo Manual.....	203
CUADRO 4.4	Análisis comparativo técnico entre ambos tipos de losas.....	205
CUADRO 4.5	Análisis comparativo de precios unitarios entre ambos tipos de losas.....	206
CUADRO 4.6	Análisis comparativo económico entre ambos tipos de losas.....	208
CUADRO 4.7	Esfuerzos para diferentes longitudes “L”	222

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. TOPOGRAFÍA

ANEXO 2. ESTUDIO DE SUELOS

ANEXO 3. CÁLCULO DE SOBRE CARGAS

ANEXO 4. ESPECIFICACIONES TECNICAS

ANEXO 5. CÓMPUTOS MÉTRICOS

ANEXO 6. PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 7. PRESUPUESTO GENERAL

ANEXO 8. PRESUPUESTO GENERAL APLICANDO LA LOSA NERVADA

ANEXO 9. TABLAS

ANEXO 10. FICHA TÉCNICA

ANEXO 11. CATÁLOGO DE FERROTUDO

ANEXO 12. CRONOGRAMA – PLAN DE TRABAJO