

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE**  
**ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES**



**DISEÑO ESTRUCTURAL “BLOQUE DEL NIVEL SECUNDARIO**  
**DE LA U.E. SIMON BOLIVAR” EN EL MUNICIPIO DE**  
**BERMEJO TARIJA – BOLIVIA**

**Por:**

**LUIS DAVID TARRAGA CRUZ**

Proyecto presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería civil.

**SEMESTRE II – 2022**  
**TARIJA – BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE**  
**ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES**

**DISEÑO ESTRUCTURAL “BLOQUE DEL NIVEL SECUNDARIO**  
**DE LA U.E. SIMON BOLIVAR” EN EL MUNICIPIO DE**  
**BERMEJO TARIJA – BOLIVIA**

**Por:**

**LUIS DAVID TARRAGA CRUZ**

Proyecto presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería civil.

**SEMESTRE II – 2022**  
**TARIJA - BOLIVIA**

Este trabajo está dedicado exclusivamente a mi madre Paulina, y hermanas, y a las personas que estuvieron a mi lado alentándome, por su amor, apoyo y amistad incondicional que me brindan en todo momento, y por ser parte importante en el logro de mis metas profesionales.

## INDICE GENERAL

<b>1. ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
1.1. El problema.....	1
1.1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Objetivo.....	2
1.2.1. Objetivo general.....	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.3.1. Académica.....	3
1.3.2. Técnica.....	3
1.3.3. Social.....	3
1.4. Alcance Del Proyecto.....	4
1.4.1. General.....	4
1.4.2. Resultados a lograr.....	4
1.4.3. Aporte académico.....	4
1.5. Características de la zona.....	5
1.5.1. Características físicas del lugar: (clima, hidrografía, biodiversidad).....	5
1.5.2. Zona de influencia del proyecto.....	5
1.7. Servicios básicos existentes.....	6
<b>2. MARCO TEORICO.....</b>	<b>7</b>
2.1. Norma de diseño.....	7
2.2. Levantamiento topográfico.....	7
2.3. Estudio de suelos.....	8
2.3.1. Resistencia al corte.....	8
2.3.2. Ensayo de penetración normal (Standard Penetration Test) SPT.....	9
2.3.2.1. Obtención del valor N60, número de penetración estándar, corregido por condiciones del campo.....	9
2.3.2.2. Correlaciones para N60 en suelo cohesivo.....	10
2.3.2.3. Ecuación general de la capacidad de carga.....	11

2.3.2.4.	Factores de capacidad de carga.....	12
2.3.2.5.	Factores de forma, profundidad e inclinación.....	13
2.3.3.	Clasificación de suelos SUCS (sistema unificado de clasificación de suelos).....	14
2.4.	Idealización de la estructura .....	15
2.4.1.	Sustentación de la cubierta .....	15
2.5.	Características de los materiales.....	16
2.6.	Diseño de perfiles deformados en frío (correas).....	17
2.6.1.	Diseño en flexión.....	17
2.6.2.	Diseño por cortante.....	19
2.7.	Diseño de perfiles rolados en caliente (cerchas).....	20
2.7.1.	Diseño en compresión.....	20
2.7.2.	Diseño de elementos en tracción .....	22
2.8.	Bases de cálculo.....	22
2.8.1.	Método de los estados límites.....	22
2.8.2.	Resistencia de cálculo del acero .....	24
2.8.3.	Valores de las acciones del proyecto .....	25
2.8.4.	Dominios de deformación.....	25
2.8.5.	Hipótesis de carga más desfavorable .....	27
2.9.	Elementos Estructurales.....	27
2.9.1.	Sustentación de la cubierta .....	27
2.9.2.	Losas .....	28
2.9.2.1.	Distribución de presiones.....	29
2.9.2.2.	Dimensionamiento .....	29
2.9.3.	Vigas .....	30
2.9.3.1.	Dimensionamiento .....	30
2.9.3.2.	Diseño a flexión .....	31
2.9.3.3.	Calculo de la armadura longitudinal .....	31
2.9.3.4.	Calculo de la armadura transversal (estribos).....	33

2.9.4. Columnas .....	35
2.9.4.1. Criterio de intraslacionalidad de pórticos .....	35
2.9.4.2. Longitud efectiva y esbeltez .....	36
2.9.4.3. Armadura longitudinal .....	36
2.9.5. Fundaciones .....	37
2.9.5.1. Zapatas aisladas sometidos a momentos flectores .....	37
2.9.5.2. Diseño a flexión .....	37
2.9.5.3. Verificación al esfuerzo cortante .....	39
2.9.5.4. Comprobación de adherencia.....	39
2.10. Estrategias para la ejecución del Proyecto.....	40
2.10.1. Especificaciones Técnicas .....	40
2.10.1.1. Definición de especificaciones técnicas.....	40
2.10.2. Cómputos métricos .....	41
2.10.3. Precios unitarios.....	43
2.10.4. Presupuestos.....	44
2.10.4.1. Costos directos .....	45
2.10.4.2. Costos indirectos.....	45
2.10.5. Planeamiento y cronograma.....	45
2.10.5.1. Diagrama de Gantt .....	46
<b>3. INGENIERIA DEL PROYECTO.....</b>	<b>47</b>
3.1. Análisis del levantamiento topográfico .....	47
3.2. Análisis del estudio de los suelos.....	47
3.3. Análisis del diseño arquitectónico .....	48
3.4. Planteamiento estructural.....	49
3.5. Datos generales del proyecto .....	49
3.5.1. Normativa .....	49
3.5.2. Materiales empleados.....	50
3.6. Análisis, cálculo y diseño estructural.....	50

3.6.1.	Cargas consideradas en la estructura .....	50
3.6.2.	Cargas en estructura de sustentación de cubierta.....	57
3.6.3.	Verificación de la cubierta metálica.....	61
3.6.4.	Verificación de la vigueta de hormigón pretensado, losa alivianada.....	71
3.7.	Estructura de sustentación de la edificación .....	79
3.7.1.	Verificación de los elementos de la estructura porticada.....	80
3.7.1.1.	Verificación del pórtico más solicitado SAP2000 comparado con CYPECAD 2017	80
3.7.1.2.	Verificación viga de hormigón armado.....	81
3.7.1.3.	Verificación del diseño estructural de la columna .....	101
3.7.2.	Estructura complementaria (escalera).....	110
3.7.3.	Fundaciones (zapata aislada) .....	117
3.7.4.	Diseño del barandado metálico.....	127
3.8.	Desarrollo de la estrategia para la ejecución del proyecto .....	129
3.8.1.	Especificaciones técnicas .....	129
3.8.2.	Cómputos métricos .....	130
3.8.3.	Presupuesto general de la obra.....	131
3.8.4.	Análisis de precios unitarios .....	131
3.8.5.	Planeamiento y cronograma.....	132
<b>4.</b>	<b>APORTE ACADEMICO .....</b>	<b>133</b>
4.1.	Marco conceptual.....	133
4.2.	Alcance del aporte.....	133
4.3.	Marco teórico del aporte académico .....	133
4.3.1.	El poliuretano.....	133
4.3.2.	Norma IRAM 11605 .....	133
4.3.2.1.	Zonas bioambientales.....	133
4.3.2.2.	Valores máximos recomendados de transmisión térmica para condiciones de verano para muros.....	135
4.3.2.3.	Resistencia térmica .....	135

4.4.	Memoria de cálculo del aporte académico.....	136
4.4.1.	Calculo de la resistencia térmica total .....	136
4.4.2.	Evaluación económica	139
4.4.2.1.	Segunda alternativa, aire acondicionado.....	140
4.4.2.2.	Costo diferido en el tiempo	141
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>142</b>
5.1.	Conclusiones .....	142
5.2.	Recomendaciones .....	144
	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>146</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>147</b>
	ANEXO A Puntos topográficos .....	148
	ANEXO B Estudio de Suelos .....	150
	ANEXO B – 1 Resumen de informe geotécnico provisto por la institución. ....	151
	ANEXO B – 2 Verificación del estudio de suelos.....	152
	ANEXO C Cargas en la estructura .....	159
	ANEXO C – 1 Cargas permanentes.....	160
	ANEXO C – 2 Carga viva .....	163
	ANEXO D Predimensionamiento.....	164
	ANEXO E Especificaciones Técnicas .....	168
	ANEXO F Cómputos Métricos.....	213
	ANEXO G Presupuesto General.....	240
	ANEXO H Análisis De Precios Unitarios .....	243
	ANEXO I Cronograma De Ejecución.....	274
	ANEXO J Tablas Y Ábacos .....	277
	ANEXO J – 1 Cuantías mínimas referidas a la sección total del hormigón en tanto por mil. .....	278
	ANEXO J – 2 Restricciones en los extremos y longitud efectiva de una columna .....	278
	ANEXO J – 3 Tabla universal para flexión simple o compuesta. ....	279



ANEXO J – 4 Momento nominal en función de la longitud no soportada lateralmente del patín de compresión. ....	280
ANEXO J – 5 Fallo en perfiles conformados en frío.....	280
ANEXO J – 6 Nomogramas de Jackson y Moreland para determinar longitudes efectivas.....	281
ANEXO K Carta De Respaldo.....	282
ANEXO L (PLANOS)	

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1 Ubicación geográfica del proyecto .....	6
Figura 2 Criterio Mohr - Coulomb arcillas .....	8
Figura 3 Falla por capacidad de carga en un suelo bajo una cimentación rígida.....	12
Figura 4 Tipos de falla en perfiles rolados en frío .....	18
Figura 5 Dominios de deformación .....	26
Figura 6 Detalles constructivos losa alivianada.....	29
Figura 7 Acción De La Carga Para La Obtención De Los Máximos .....	31
Figura 8 Sección en la que actúa el momento en la zapata.....	38
Figura 9 Levantamiento Topográfico .....	47
Figura 10 Perfil estratigráfico del suelo. Pozo N° 5 .....	48
Figura 11 Esquema de estructura .....	49
Figura 12 separación de barras de barandado .....	52
Figura 13 Carga accidental de barandado .....	54
Figura 14 Carga de viento en CYPECAD .....	57
Figura 15 Esquema de cubierta tipo 1.....	58
Figura 16 Esquema perfil CF 100x50x15x2.....	62
Figura 17 esquema sección TRL cercha .....	67
Figura 18 Electrodo E.60.1.3. ....	71
Figura 19 Esquema geométrico de vigueta pretensada.....	72
Figura 20 Losa alivianada.....	73
Figura 21 Sección de la vigueta en tiempo infinito .....	77

Figura 22 Propiedades geométricas en tiempo infinito .....	77
Figura 23 Pórtico más solicitado SAP 2000. ....	80
Figura 24 Pórtico más solicitado CYPECAD.....	80
Figura 25 Ubicación de pórtico más solicitado.....	82
Figura 26 Detalle de armado de viga más solicitada .....	83
Figura 27 Resultantes de esfuerzo cortante. ....	84
Figura 28 Armadura de viga más solicitada.....	100
Figura 29 Columna más solicitada.....	101
Figura 30 Ábaco para flexión esviada.....	107
Figura 31 esquema de escalera .....	110
Figura 32 Representación de la escalera para máximo positivo .....	113
Figura 33 esquema zapata.....	118
Figura 34 Esfuerzos en las esquinas de la zapata .....	120
Figura 35 Sección en la que actúa el momento y cortante en zapata.....	122
Figura 36 Canto útil de la zapata .....	124
Figura 37 Carga en barandado. ....	128
Figura 38 Esquema de muro con espuma rígida de poliuretano.....	136
Figura 39 Limite líquido .....	152
Figura 40 Curva granulométrica .....	154
Figura 41 Área tributaria para columna .....	166

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Corrección aproximada para valores de N60.....	10
Tabla 2 Factores de capacidad de carga para la teoría de Meyerhof.....	13
Tabla 3 Diámetros comerciales de aceros.....	16
Tabla 4 Coeficientes de ponderación de las acciones .....	25
Tabla 5 Tabla universal para flexión simple.....	32
Tabla 6 cuantías geométricas, mínimas, referidas a la sección de hormigón en tanto por mil .....	33
Tabla 7 Descripción de materiales en cómputo métrico.....	42

Tabla 8 acciones en la estructura .....	53
Tabla 9 coeficientes de presión del viento en paredes .....	55
Tabla 10 coeficientes de presión del viento en cubiertas.....	56
Tabla 11 Cargas de viento en Cubierta Tipo 1 .....	60
Tabla 12 Factores de mayoracion de cargas .....	61
Tabla 13 Valores comparativos verificación pórtico más solicitado .....	81
Tabla 14 Comparación de resultados viga .....	99
Tabla 15 Alternativas de armadura positiva en vigas .....	99
Tabla 16 Alternativas de armadura negativa en vigas .....	100
Tabla 17 Comparación de resultados columna .....	109
Tabla 18 Comparación de resultados escalera .....	116
Tabla 19 Comparación de resultados de zapata.....	127
Tabla 20 Cómputo métrico    130	
Tabla 21 transmisión térmica máxima $K_{max adm}$ .....	135
Tabla 22 Limite plástico .....	152
Tabla 23 Límite líquido .....	153
Tabla 24 Análisis granulométrico.....	154
Tabla 25 Características del suelo .....	155
Tabla 26 Pesos volumétricos aproximados en suelos naturales.....	156