

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



**“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CONDOMINIO B&B UBICADO EN EL**  
**BARRIO ALTO SENAC DE LA CIUDAD DE TARIJA”**

**TOMO I**

**Por:**

**TRINA CAMILA FULQUE FLORES**

**SEMESTRE I – 2022**

**TARIJA – BOLIVIA**

***DEDICATORIA:***

*Este trabajo está dedicado con todo mi amor y afecto a mi mama Camila Flores Maraz, papa Jorge Fulque, hermano Roberto J. Fulque Flores, y a Ricardo M. Valdez M. a todos por apoyarme a cumplir mis metas, con sus consejos, paciencia e incondicional afecto en todo momento, para ser una mejor persona cada día.*

## ÍNDICE

Ética de Autoría

Dedicatoria

Agradecimiento

Pensamiento

### RESUMEN DEL PROYECTO

<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>1</b>
1.1. Problema .....	1
1.1.1. Planteamiento.....	1
1.1.2. Formulación .....	2
1.1.3. Sistematización .....	2
1.2. Objetivos .....	2
1.2.1. General .....	2
1.2.2. Específicos .....	3
1.3. Justificación.....	3
1.3.1. Académica.....	3
1.3.2. Técnica .....	3
1.3.3. Social.....	4
1.3.4. Económica.....	4
1.3.5. Ambiental.....	4
1.4. Ubicación de Proyecto .....	4
1.4.1. Espacial .....	4
1.4.2. Información socioeconómica relativa al proyecto .....	6
1.4.3. Servicios básicos existentes .....	8
1.5. Alcance.....	9
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>11</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
2.1. Levantamiento Topográfico.....	11

2.2. Estudio de Suelos .....	11
2.2.1. Ensayo de Penetración Estándar (SPT).....	12
2.3. Diseño Arquitectónico .....	12
2.4. Idealización de las estructuras.....	13
2.5. Normas de Diseño de los elementos estructurales .....	13
2.6. Método de Diseño .....	14
2.6.1. Coeficientes de Seguridad.....	17
2.7. Diseño de Elementos Estructurales.....	18
2.7.1. Diseño de Losas .....	18
2.7.1.1. Diseño de Losa Maciza .....	18
2.7.1.2. Diseño de Losa Reticular .....	19
2.7.1.3. Diseño de Cubierta Metálica.....	22
2.7.2. Diseño de Vigas .....	26
2.7.3. Diseño de Columnas .....	29
2.7.4. Obras Complementarias .....	35
2.7.4.1. Escaleras.....	35
2.7.4.2. Consideraciones para el Ascensor.....	38
2.7.5. Fundaciones.....	38
2.7.5.1 Zapata Aislada.....	38
2.8. Estrategia para la ejecución del proyecto.....	43
2.8.1. Especificaciones técnicas .....	43
2.8.2. Cómputos métricos.....	44
2.8.3. Análisis de Precios unitarios .....	45
2.8.4. Presupuesto general de la obra.....	45
2.8.5. Cronograma de ejecución de la obra.....	45
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>47</b>
<b>3. INGENIERÍA DEL PROYECTO .....</b>	<b>47</b>
3.1. Análisis del Levantamiento Topográfico .....	47
3.2. Análisis del Estudio de Suelos .....	48
3.3. Análisis del Diseño Arquitectónico .....	49

3.4. Modelo Estructural.....	50
3.4.1. Estructura de la edificación.....	50
3.4.2. Fundaciones.....	51
3.5. Normas Consideradas.....	51
3.6. Análisis, Cálculo y Diseño estructural (Análisis de carga).....	51
3.6.1. Características del Proyecto .....	51
3.6.1.1. Materiales.....	52
3.6.1.2. Características del suelo de fundación .....	53
3.6.1.3. Pre dimensionamiento de los elementos estructurales .....	53
3.6.1.4. Cargas consideradas en el diseño .....	54
3.6.2. Elementos más solicitados .....	54
3.7. Diseño y verificación de los Elementos Estructurales .....	60
3.7.1. Diseño de Losas .....	60
3.7.1.1. Losa Maciza .....	60
3.7.1.2. Diseño de Losa Casetonada .....	66
3.7.1.3. Diseño de Cubierta Metálica.....	75
3.7.2. Diseño de Vigas .....	94
3.7.3. Diseño de la Columna .....	103
3.7.4. Diseño de Obras Complementarias.....	110
3.7.4.1. Escalera .....	110
3.7.5. Diseño de Fundaciones .....	118
3.7.5.1. Diseño de la zapata aislada .....	118
3.8. Estrategia para la ejecución de la Obra .....	127
3.8.1. Especificaciones Técnicas.....	127
3.8.2. Cómputos Métricos .....	127
3.8.3. Análisis de Precios Unitarios .....	127
3.8.4. Presupuesto general de la obra.....	127
3.8.5. Cronograma de Ejecución.....	127
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>128</b>
<b>4. APORTE ACADEMICO (CALCULO CON CARGA SISMICA EN ZAPATAS Y COLUMNAS).....</b>	<b>128</b>

4.1	Marco Conceptual .....	128
4.2	Variables Consideradas para el Espectro de Diseño del Condominio B&B en la ciudad de Tarija.....	128
4.2.1	Zonificación Sísmica de Tarija - Bolivia .....	128
4.3	Factores de Importancia .....	129
4.4	Amenaza Sísmica .....	130
4.5	Clasificación del suelo .....	130
4.5.1	Coefficiente de sitio de periodo corto Tablas de Fa .....	132
4.5.2	Coefficiente de sitio de periodo corto Tablas de Fv .....	132
4.5.3	Efecto de topografía y pendientes .....	133
4.6	Categoría de diseño sísmico.....	133
4.7	Factores de modificación de respuesta.....	134
4.7.1	Coefficientes Básicos de Reducción .....	134
4.7.2	Irregularidad en Altura.....	135
4.7.3	Factor de Modificación de Respuesta .....	135
4.8	Espectro.....	135
4.8.1	Consideraciones de Diseño Arquitectónico y Diseño Estructural .....	136
4.8.1.1	Consideraciones de Diseño Arquitectónico .....	136
4.8.1.2	Consideraciones de Diseño Estructural.....	137
4.9	Elaboración Del Espectro De Diseño Para El Condominio B&B De La Ciudad De Tarija .....	142
4.9.1	Resultados de cantidades de acero y hormigón (primer cálculo).....	146
4.9.2	Resultados de cantidades de acero y hormigón (refinado).....	147
	<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>150</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>150</b>
5.1	CONCLUSIONES: .....	150
5.2	RECOMENDACIONES:.....	151
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS:</b>	
	ANEXO 1: Tablas, Cuadros y Ábacos para diseño y cálculo del Hormigón Armado	

ANEXO 2: Plano Topográfico

ANEXO 3: Estudio de Suelos

ANEXO 4: Análisis de cargas

ANEXO 5: Especificaciones Técnicas

ANEXO 6: Cómputos Métricos

ANEXO 7: Análisis de Precios Unitarios

ANEXO 8: Presupuesto General

ANEXO 9: Cronograma de Actividades

ANEXO 10: Combinaciones

PLANOS ARQUITECTÓNICOS

PLANOS ESTRUCTURALES

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Bolivia, Departamento de Tarija y Provincia Cercado .....	5
Figura 2. Ubicación del proyecto en Alto Senac.....	6
Figura 3. Ubicación del proyecto dentro del manzano .....	6
Figura 4. Formas de anclaje .....	16
Figura 5. Transmisión de cargas de nervio a placa .....	20
Figura 6. Barlovento y sotavento .....	23
Figura 7. Condiciones de borde en tramos de escaleras.....	36
Figura 8. Zapata aislada vista en planta sometida a cargas y momentos .....	39
Figura 9. Calculo a flexión de una zapata flexible.....	41
Figura 10. Ubicación del Condominio B&B.....	47
Figura 11. Puntos en los que se realizó el estudio de suelos.....	48
Figura 12. Estructura metálica, barra más solicitada .....	55
Figura 13. Envolventes de M y V del pórtico 4, viga 38 .....	55
Figura 14. Pórtico 4, viga 38.....	56
Figura 15. Esfuerzos de diseño de la Columna C2 .....	57
Figura 16. Columna C2.....	57
Figura 17. Escalera.....	58
Figura 18. Rampa.....	58
Figura 19. Zapata C21 .....	59
Figura 20. Vista en planta de la rampa.....	60
Figura 21. Representación gráfica de la losa .....	66
Figura 22. Dimensiones de la losa casetonada empleada en el diseño .....	68
Figura 23. Grafica de los momentos calculados en la losa reticular .....	72
Figura 24. Armado de losa reticular H=30cm (bordes de la losa) .....	74
Figura 25. Correa más solicitada y diseñada.....	79
Figura 26. Cordón inferior más solicitada y diseñada.....	84
Figura 27. Cordón superior más solicitada y diseñada .....	89
Figura 28. Forma de la placa y distribución de los pernos.....	90
Figura 29. Detalle de la unión emperrada .....	91



Figura 30. Armado de la Viga 38.....	101
Figura 31. Armado de la columna.....	108
Figura 32. Vista en planta de la escalera.....	109
Figura 33. Consideración de escalera para calcular la armadura principal.....	110
Figura 34. Consideración como una losa plana y simplemente apoyada.....	110
Figura 35. Consideración de la escalera para el cálculo de la armadura negativa ....	111
Figura 36. Consideración como una losa, apoyo empotrado .....	112
Figura 37. Disposición de la armadura en la escalera.....	116
Figura 38. Representación gráfica de la zapata aislada.....	117
Figura 39. Gráfica de los resultados obtenidos para la zapata aislada .....	125
Figura 40. Mapa Probabilístico de Amenaza Sísmica 475 años .....	128
Figura 41. Variación del factor multiplicador.....	132
Figura 42. Diagrama espectro de respuesta.....	134
Figura 43. Sistemas duales.....	137
Figura 44. Alternativa 1 Borrador .....	138
Figura 45. Alternativa 2 Borrador .....	138
Figura 46. Alternativa 3, la que se selecciono .....	139
Figura 47. Estructura en vista 3D.....	139
Figura 48. Requisitos para la separación de barras, estribos y ganchos .....	141

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características del suelo.....	48
Tabla 2. Contenido de humedad natural del terreno .....	49
Tabla 3. Capacidad portante de los pozos estudiados .....	49
Tabla 4. Cargas consideradas en la estructura de Hormigón Armado .....	54
Tabla 5. Esfuerzos de diseño de la zapata C21 .....	58
Tabla 6. Viga T múltiples continua.....	69
Tabla 7. Resultados de la armadura de la losa casetonada.....	71
Tabla 8. Características geométricas del perfil seleccionado para la correa.....	75
Tabla 9. Esfuerzos internos del elemento más solicitado (Barra N41/N42).....	76
Tabla 10. Características geométricas del perfil para el cordón inferior .....	80
Tabla 11. Esfuerzos internos del elemento más solicitado (Barra N41/N42).....	80
Tabla 12. Características geométricas del perfil para el cordón inferior .....	84
Tabla 13. Esfuerzos internos del elemento más solicitado (Barra N63/N58).....	85
Tabla 14. Distancia mínima de anclaje .....	91
Tabla 15. Coeficientes de Suelo "S" .....	129
Tabla 16. Coeficientes de Zona Sísmica "ZS" .....	129
Tabla 17. Tipos de Suelos .....	130
Tabla 18. Parámetros del Suelo.....	130
Tabla 19. Coeficientes de Suelo "S" .....	131
Tabla 20. Coeficiente de sitio de periodo corto $F_a$ .....	131
Tabla 21. Coeficiente de sitio de periodo largo $F_v$ .....	131
Tabla 22. Categoría de diseño sísmico en función de $F_a^a$ . $S_o^b$ y tipo de edificio.....	132
Tabla 23. Categoría de diseño sísmico en función de $F_v^a$ . $S_o^b$ y tipo de edificio.....	132
Tabla 24. Coeficientes básicos de reducción de $R_o$ y $C_o$ .....	133
Tabla 25. Tabla comparativa de acero y hormigón de la estructura (sin afinar).....	145
Tabla 26. Tabla comparativa de acero y hormigón de las columnas (sin afinar).....	145
Tabla 27. Tabla comparativa de acero y hormigón de la estructura (refinado) .....	146
Tabla 28. Tabla comparativa de acero y hormigón de columnas (refinado).....	146
Tabla 29. Tabla comparativa de presupuesto.....	147

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Habitantes en la ciudad de Tarija, Censo 2012 .....	7
Cuadro 2. Habitantes en Tarija que tiene acceso a vivienda, Censo 2012 .....	7
Cuadro 3. Habitantes en la provincia Cercado, que tiene vivienda propia .....	7
Cuadro 4. Habitantes en la ciudad de Tarija, censo 2012 .....	8