

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



**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA SARGENTI DE 3 PISOS,  
UBICADO EN EL BARRIO EL MOLINO TARIJA – CERCADO”**

**Por:**

**LUIS HÉCTOR GUTIÉRREZ HUMACATA**

**SEMESTRE II-2023**

**TARIJA – BOLIVIA**

**DEDICATORIA:**

Dedicado a Dios, a mi madre Alicia Humacata a mi padre Eliseo Gutiérrez, a mi tía Elisa Gutiérrez a mi hermano(as), primos y amigos por haberme brindado todo su apoyo, aliento y comprensión a lo largo de mi etapa universitaria.

## **ÉTICA DE AUTORÍA**

## **DEDICATORIA**

## **RESUMEN DEL PROYECTO**

### **ÍNDICE**

<b>CAPÍTULO I ANTECEDENTES.....</b>	<b>.....</b>
1.1. El problema.....	1
1.1.1. Planteamiento.....	1
1.1.2. Formulación.....	1
1.1.3. Sistematización.....	3
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. General.....	3
1.2.2. Específicos.....	3
1.3. Justificación.....	4
1.3.1. Técnica.....	4
1.3.2. Socio económica.....	4
1.3.3. Ambiental.....	4
1.4. Alcance del proyecto.....	4
1.4.1. Restricciones.....	5
1.4.2. Aporte académico.....	5
1.5. Localización del proyecto.....	6
<b>CAPÍTULO II FUNDAMENTO TEÓRICO.....</b>	<b>.....</b>
2.1. Levantamiento topográfico.....	8
2.2. Estudio de suelos.....	8
2.3. Diseño arquitectónico.....	8
2.4. Idealización de la estructura.....	8

2.4.1.	Sustentación de edificación.....	8
2.5.	Diseño estructural.....	9
2.5.1.	Norma de diseño. ....	9
2.5.2.	Resistencia de materiales. ....	10
2.5.3.	Coefficientes de minoración de las resistencias de los materiales. ....	11
2.5.4.	Cargas actuantes.....	11
2.5.4.1.	Acciones permanentes.....	11
2.5.4.2.	Acciones variables. ....	11
2.5.4.3.	Hipótesis de carga .....	11
2.6.	Análisis de los miembros de hormigón armado.....	12
2.6.1.	Diseño de vigas de H°A° .....	12
2.6.1.1.	Dominios de deformación.....	13
2.6.1.2.	Armadura longitudinal de vigas rectangulares.....	14
2.6.1.3.	Armadura transversal de vigas rectangulares.....	16
2.6.2.	Columnas de hormigón armado .....	20
2.6.2.1.	Compresión simple.....	20
2.6.2.2.	Traslacionalidad e intranslacionalidad de las estructuras. ....	21
2.6.2.3.	Longitud de pandeo.....	22
2.6.2.4.	Clasificación de las columnas por esbeltez. ....	23
2.6.2.5.	Excentricidades. ....	24
2.6.2.6.	Método de Jiménez Montoya.....	27
2.6.2.7.	Armadura longitudinal. ....	28
2.6.2.8.	Armadura transversal. ....	29
2.6.3.	Losa alivianada.....	29
2.6.3.1.	Generalidades.....	29

2.6.3.2.	Altura h y tipo de vigueta.....	30
2.6.4.	Cimentación de hormigón armado.....	32
2.6.4.1.	Distribución de tensiones en el terreno.....	32
2.6.4.2.	Zapatas aisladas.....	32
2.6.5.	Escalera.....	38
2.7.	Estrategia para la ejecución del proyecto.....	39
2.7.1.	Especificaciones técnicas.....	40
2.7.2.	Precios unitarios.....	40
2.7.3.	Cómputos métricos.....	40
2.7.4.	Presupuesto.....	40
2.7.5.	Planeamiento y Cronograma.....	40
CAPÍTULO III INGENIERÍA DEL PROYECTO.....		
3.1.	Análisis del levantamiento topográfico.....	41
3.2.	Análisis del estudio de suelos.....	42
3.2.1.	Capacidad de carga con el método de Terzaghi:.....	42
3.3.	Análisis del diseño arquitectónico.....	52
3.4.	Planeamiento estructural.....	53
3.4.1.	Estructura de la edificación.....	54
3.4.2.	Fundación.....	54
3.4.3.	Estructuras complementarias.....	55
3.4.3.1.	Escaleras.....	55
3.5.	Diseño estructural.....	56
3.6.	Análisis, cálculo y diseño estructural.....	56
3.6.1.	Diseño de vigas de H <sup>a</sup> A <sup>a</sup> .....	56
3.6.1.1.	Determinación de la armadura positiva.....	58

3.6.1.2.	Determinación de la armadura negativa (C 10).	61
3.6.1.3.	Determinación de la armadura negativa (C 11).	63
3.6.1.4.	Cálculo de la armadura transversal ( <b>X1</b> ).	65
3.6.1.5.	Cálculo de la armadura transversal en el tramo ( <b>X2</b> ).	68
3.6.2.	Diseño de Columnas de H <sup>a</sup> A <sup>a</sup> .	71
3.6.2.1.	Determinación del factor de pandeo.	72
3.6.2.2.	Determinación de la esbeltez mecánica de la columna.	73
3.6.2.3.	Determinación de la armadura total longitudinal “As”.	77
3.6.2.4.	Cálculo de la armadura transversal de la columna.	79
3.6.3.	Losa alivianada con viguetas pretensada	80
3.6.4.	Diseño de Escalera de H <sup>o</sup> A <sup>o</sup>	83
3.6.5.	Diseño de zapata aislada.	89
3.7.	Estrategia para la ejecución del Proyecto.	98
3.7.1.	Especificaciones técnicas.	98
3.7.2.	Precios unitarios.	100
3.7.3.	Cómputos métricos.	102
3.7.4.	Presupuesto.	103
3.7.5.	Planeamiento y Cronograma.	103

**CAPÍTULO IV APORTE ACADÉMICO DISEÑO ESTRUCTURAL ESCALERA ORTOPOLIGONAL – COMPARACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA CON ESCALERA CONVENCIONAL**.....

4.1.	Marco conceptual del aporte académico	104
4.1.1.	Definición.	104
4.1.2.	Procedimiento de cálculo.	104
4.2.	Alcance del aporte.	105
4.3.	Diseño de la escalera ortopoligonal.	105

4.3.1.	Despiece de la escalera ortopoligonal. ....	112
4.4.	Escalera convencional versus escalera ortopoligonal. ....	114
4.4.1.	Análisis comparativo económico. ....	114
4.4.2.	Análisis comparativo técnico. ....	114
<b>CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....		
5.1.	Conclusiones .....	116
5.2.	Recomendaciones.....	117
<b>ANEXOS</b>		
<b>ANEXO I TABLAS – ANÁLISIS DE CARGA – NOMOGRAMA</b> .....		114
1.1.	Nomogramas que ofrecen la longitud de pandeo en soportes de pórticos .....	119
1.2.	Tablas de diseño para elementos de hormigón armado .....	120
1.3.	Análisis de Cargas.....	126
1.3.1.	Cargas Permanentes .....	126
1.3.2.	Cargas Variables .....	133
<b>ANEXO II PLANO TOPOGRÁFICO</b> .....		101
<b>ANEXO III ESTUDIO DE SUELOS</b> .....		101
<b>ANEXO IV ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b> .....		101
<b>ANEXO V PRECIOS UNITARIOS</b> .....		148
<b>ANEXO VI CÓMPUTOS MÉTRICOS</b> .....		133
<b>ANEXO VII PRESUPUESTO GENERAL</b> .....		101
<b>ANEXO VIII CRONOGRAMA</b> .....		101
<b>ANEXO IX PLANOS ARQUITECTÓNICOS Y ESTRUCTURALES</b> .....		174

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1. Alternativa 1 de formulación.....	2
Fig. 1.2. Alternativa 2 de formulación.....	2
Fig. 1.3. Mapa de Bolivia.....	6
Fig. 1.4. Mapa de Tarija.....	6
Fig. 1.5. Localización del Proyecto.....	7
Fig. 2.1. Disposición de armadura longitudinal y transversal en vigas.....	13
Fig. 2.2. Dominios de deformación.....	14
Fig. 2.3. Disposición de armaduras longitudinal y transversal en columnas. ....	20
Fig. 2.4. Influencia de la traslacionalidad en una columna. ....	21
Fig. 2.5. Nomogramas para la obtención de la longitud de pandeo para pórticos. ....	23
Fig. 2.6. Excentricidades iguales en valor y signo.....	25
Fig. 2.7. Excentricidades diferentes en valor y/o signo. ....	25
Fig. 2.8. Reducción de la flexión esviada a flexión recta. ....	27
Fig. 2.9. Componentes de losa alivianada.....	30
Fig. 2.10. Distribución de presiones bajo una zapata.....	32
Fig. 2.11. Zapatas para columnas individuales. ....	33
Fig. 2.12. Pilares Interiores. ....	35
Fig. 2.13. Esfuerzos actuantes en la zapata. ....	37
Fig. 3.1. Levantamiento topográfico.....	41
Fig. 3.2. Ubicación del estudio de suelos.....	51
Fig. 3.3. Modelo de la estructura de edificación. ....	54
Fig. 3.4. Modelo de la cimentación.....	55
Fig. 3.5. Partes de una Escalera.....	55
Fig. 3.6. Viga de mayor sollicitación. ....	56



Fig. 3.7. Momento flector de la viga (kN*m). .....	57
Fig. 3.8. Recubrimiento mecánico de la viga.....	58
Fig. 3.9. Delimitación de las zonas de armadura de corte.....	65
Fig. 3.10. Sección de la viga .....	70
Fig. 3.11. Disposición de la armadura longitudinal y estribos sobre la viga. ....	71
Fig. 3.12. Columna de Análisis.....	72
Fig. 3.13. Sección de la columna. ....	80
Fig. 3.14. Despiece de escalera. ....	89
Fig. 3.15. Zapata.....	90
Fig. 3.16. Sección crítica de la columna. ....	94
Fig. 3.17. Fuerzas que generan vuelco sobre la fundación. ....	96
Fig. 3.18. Fuerzas que generan deslizamiento sobre la fundación.....	97
Fig. 3.19. Armado en Zapata Aislada. ....	98
Fig. 4.1. Sistema de escaleras.....	104
Fig. 4.2. Esquema de sistema ortopoligonal a diseñar. ....	105
Fig. 4.3. Diagrama de Momentos.....	106
Fig. 4.4. Momento Último de diseño. ....	107
Fig. 4.5. Esquema de armado de la escalera ortopoligonal.....	111
Fig. A.1.1. Coeficiente $\alpha_x$ . ....	119
Fig. A.1.2. Coeficiente $\alpha_y$ . ....	119

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Resistencia del hormigón en función del tipo de acero .....	10
Tabla 2.2. Altura mínima de vigas no pretensadas. ....	15
Tabla 2.3. Altura mínima de vigas no pretensadas .....	28
Tabla 2.4. Dimensiones de losa alivianada con viguetas.....	31
Tabla 2.5. Características técnicas de las viguetas de Concretec.....	31
Tabla 3.1. Tabla de elevaciones.....	42
Tabla 3.2. Relación de vacíos, contenido de agua y peso específico seco típicos para algunos suelos. ....	46
Tabla 3.3. Resultados del informe del Estudio de suelos y de los Resultados de la verificación del Estudio de Suelos. ....	51
Tabla 3.4. Coeficientes de minoración y Resistencia Característica del Acero y Hormigón. ....	53
Tabla 3.5. Resumen de Cargas Consideradas en la Edificación. ....	53
Tabla 3.6. Resumen de la armadura longitudinal y transversal de la Viga. ....	70
Tabla 3.7. Resumen de la armadura longitudinal y transversal de la columna. ....	80
Tabla 3.8. Armadura longitudinal y transversal con el programa Cypecad.....	80
Tabla 3.9. Esfuerzos admisibles Pretensa. ....	83
Tabla 3.10. Resumen Armadura Escalera.....	88
Tabla 3.11. Resumen Armadura Zapata.....	98
Tabla 3.12. Tabla de precios unitarios. ....	101
Tabla 3.13. Tabla de cálculos métricos. ....	102
Tabla 4.1. Momentos de Diseño. ....	106
Tabla 4.2. Tabla Comparativa Económica.....	114
Tabla 4.3. Tabla Comparativa Técnica. ....	115
Tabla A.1.1. Coeficientes de minoración del Acero y Hormigón.....	120

Tabla A.1.2. Coeficientes de mayoración de cargas. ....	120
Tabla A.1.3. Cargas Permanentes. ....	120
Tabla A.1.4. Peso por unidad de superficie de elementos de pavimentos. ....	121
Tabla A.1.5. Peso elementos constructivos.....	121
Tabla A.1.6. Sobre cargas de uso.....	121
Tabla A.1.7. Valores límites. ....	122
Tabla A.1.8. Cuantías geométricas mínimas.....	122
Tabla A.1.9. Tabla universal para flexión simple, para método parábola rectángulo....	122
Tabla A.1.10. Momentos flectores admisibles para viguetas PRETENSA. ....	124
Tabla A.1.11. Modelo formulario B-2. ....	125