

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE
DEPARTAMENTOS EN EL BARRIO LUIS DE FUENTES DE LA
CIUDAD DE TARIJA”**

POR: ECHART SOSSA FABIÁN

ASIGNATURA: CIV 502 - PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL II

Semestre I / 2025

Tarija – Bolivia

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE
DEPARTAMENTOS EN EL BARRIO LUIS DE FUENTES DE LA
CIUDAD DE TARIJA”**

POR: ECHART SOSSA FABIAN

ASIGNATURA: CIV 502 - PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL II

DEDICATORIA

A mi madre, por ser mi pilar fundamental, por su amor inmenso y sus palabras que siempre supieron darme aliento en todo momento.

A mi padre, por su apoyo firme y sus enseñanzas a lo largo de este camino.

A mis hermanos, por su compañía, su confianza en mí y por motivarme cada día a seguir adelante.

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES.....	11
1.1	El problema.....	11
1.1.1	Planteamiento.....	11
1.1.2	Formulación.....	12
1.1.3	Sistematización.....	12
1.2	Objetivos.....	13
1.2.1	General.....	13
1.2.2	Específicos.....	13
1.3	Justificación.....	13
1.3.1	Académica.....	13
1.3.2	Técnica.....	14
1.3.3	Social.....	14
1.4	Alcance del proyecto.....	14
1.4.1	Ubicación.....	15
1.4.2	Información socioeconómica relativa al proyecto.....	15
1.4.3	Servicios básicos existentes.....	15
2	MARCO TEÓRICO.....	17
2.1	Levantamiento topográfico.....	17
2.1.1	Objetivos del levantamiento topográfico.....	17
2.1.2	Metodología del levantamiento topográfico.....	17
2.2	Estudio de suelos.....	17
2.2.1	Metodología de trabajo.....	18
2.2.2	Capacidad portante.....	18
2.3	Diseño arquitectónico.....	18
2.4	Idealización de las estructuras.....	19
2.4.1	Sustentación de cubierta.....	19
2.4.2	Sustentación de la edificación.....	20
2.4.3	Fundaciones.....	20
2.5	Diseño estructural.....	21
2.5.1	Análisis de cargas.....	21

2.5.1.1	Importancia del análisis de cargas.....	22
2.5.1.2	Combinaciones de carga para estados límites últimos, según NB 1225002 22	
2.5.1.3	Clasificación de las acciones, según NB 1225002.....	23
2.5.2	Estructura de la edificación.....	24
2.5.2.1	Losa reticular.....	24
2.5.2.2	Vigas.....	29
2.5.2.3	Columnas.....	34
2.5.3	Estructura complementaria.....	38
2.5.3.1	Escalera.....	38
2.5.4	Fundaciones.....	40
2.5.4.1	Generalidades.....	40
2.5.4.2	Estudio de suelos.....	40
2.5.4.3	Diseño de fundaciones.....	40
2.6	Estrategia para la ejecución del proyecto.....	48
2.6.1	Especificaciones técnicas:.....	48
2.6.2	Cálculos métricos.....	48
2.6.3	Precios unitarios.....	49
2.6.4	Presupuesto.....	49
2.6.5	Planeamiento y cronograma.....	49
3	INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	51
3.1	Levantamiento topográfico.....	51
3.2	Estudio de suelos.....	51
3.2.1	Ubicación del punto de estudio.....	51
3.2.2	Verificación del estudio de suelos.....	52
3.2.3	Trabajo de campo.....	52
3.2.4	Capacidad portante última y admisible para cargas verticales.....	53
3.2.5	Nivel freático.....	54
3.2.6	Conclusión del estudio de suelos.....	54
3.3	Análisis del diseño arquitectónico.....	54
3.4	Planteamiento estructural.....	54

3.4.1	Estructura de cubierta.....	54
3.4.2	Estructura de la edificación.....	55
3.4.3	Estructuras complementarias.....	56
3.4.3.1	Escalera.....	56
3.4.4	Fundaciones.....	58
3.5	Análisis, cálculo y diseño estructural.....	59
3.5.1	Estructura de sustentación de cubierta.....	59
3.5.1.1	Descripción general de la cubierta.....	59
3.5.1.2	Cargas consideradas en la cubierta.....	59
3.5.2	Estructura de sustentación de la edificación.....	62
3.5.2.1	Cargas gravitacionales.....	62
3.5.2.2	Cargas de viento, según la NB 1225003.....	64
3.5.2.3	Losa Reticular.....	71
3.5.2.4	Diseño de viga.....	98
3.5.2.5	Diseño de columna.....	110
3.5.2.6	Diseño estructural de muro.....	118
3.5.3	Estructuras complementarias.....	118
3.5.3.1	Diseño de escalera.....	118
3.5.4	Fundaciones.....	123
3.5.4.1	Diseño estructural de fundaciones.....	124
3.6	Desarrollo de la estrategia para la ejecución del proyecto.....	134
3.6.1	Especificaciones técnicas.....	134
3.6.2	Precios unitarios.....	134
3.6.3	Cómpulos métricos.....	134
3.6.4	Presupuesto.....	134
3.6.5	Planeamiento y cronograma.....	135
4	APORTE ACADÉMICO. MURO DE SÓTANO.....	137
4.1	Resumen.....	137
4.2	Marco teórico.....	137
4.2.1	Generalidades.....	137
4.2.2	Determinación de las cargas de diseño.....	138

4.2.2.1	Empuje del terreno y sobrecarga.....	138
4.2.2.2	Cargas axiales últimas debido a las cargas muertas y vivas.....	139
4.2.2.3	Verificación del esfuerzo vertical en el muro	139
4.2.3	Espesor mínimo del muro	139
4.2.4	Momento de diseño.....	140
4.2.5	Módulo de rotura del hormigón.....	140
4.2.6	Momento de fisuración M_{cr}	140
4.2.7	Momento amplificado por efectos de esbeltez M_u	141
4.2.7.1	Cálculo de la inercia crítica de la sección.....	141
4.2.7.2	Inercia agrietada o efectiva.....	142
4.2.7.3	Deflexión máxima en el muro.....	142
4.2.7.4	Deflexión máxima permisible.....	142
4.2.7.5	Verificación del esfuerzo cortante del muro sótano.....	143
4.2.7.6	Resistencia del concreto al cortante.....	143
4.3	Diseño del muro de sótano.....	144
4.3.1	Modelo estructural y carga lateral.....	144
4.3.2	Determinación de cargas por la teoría de Rankine	144
4.3.2.1	Empuje del terreno y sobrecarga.....	144
4.3.2.2	Cargas axiales últimas debido a las cargas muertas y vivas.....	145
4.3.2.3	Peso propio del muro a mitad altura.....	145
4.3.2.4	Cargas axiales sin mayorar.....	145
4.3.2.5	Cargas mayoradas.....	145
4.3.3	Efectos de esbeltez.....	145
4.3.4	Geometría del muro	146
4.3.5	Momento sin amplificar.....	146
4.3.6	Verificación del esfuerzo vertical en el muro.....	147
4.3.7	Cálculo del momento de fisuración M_{cr}	147
4.3.8	Diseño del acero longitudinal	148
4.3.8.1	Distribución de acero vertical en el muro	148
4.3.9	Momento amplificado por efectos de esbeltez M_u	148
4.3.10	Momento resistente último.....	149

4.3.11	Verificación de la deflexión máxima del muro de sótano	149
4.3.12	Verificación de la resistencia a cortante del muro de sótano.....	150
4.3.12.1	Cálculo de la fuerza cortante última.....	150
4.3.12.2	Cálculo de la resistencia del concreto al cortante V_c	150
4.3.12.3	Área de acero transversal requerida	151
4.3.13	Verificación de la capacidad portante del terreno.....	151
4.3.13.1	Carga total sobre el terreno	151
4.3.13.2	Cálculo de la capacidad portante neta del suelo.....	152
4.3.13.3	Cálculo del ancho mínimo de la zapata.....	152
4.3.14	Esquema de armado	152
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		153
BIBLIOGRAFIA		156
ANEXOS		157
A.1.	Estudio de suelos.....	157
A.2.	Especificaciones técnicas para la construcción.....	159
A.3.	Precios unitarios	169
A.4.	Cómputos métricos.....	170
A.5.	Planteamiento y cronograma.....	177
A.6.	Esquemas de armado	178
A.7.	Presupuesto.....	185
A.8.	Análisis de alternativas.....	186

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Espesores mínimos de losas en 2 direcciones, según NB 1225001	25
Tabla 2. Alturas mínimas de vigas no pretensadas.....	29
Tabla 3 Datos geográficos del punto de sondeo	52
Tabla 4. Datos del Sondeo	52
Tabla 5. Resumen de caracterización de las muestras	53
Tabla 6. Valores de Q_{ult} y Q_{adm} para zapatas cuadradas.....	53
Tabla 7. Combinaciones de carga para la cubierta.....	61
Tabla 8 Sobrecargas de servicio L "NB 1225002"	63
Tabla 9. Velocidades básicas del viento en ciudades NB 1225003	66
Tabla 10. Categorías de la estructura NB 1225003	67
Tabla 11. Factor de importancia I.....	67
Tabla 12. Presiones de diseño (N/m^2) NB 1225003.....	68
Tabla 13. Cargas de viento del programa	69
Tabla 14. Inercias y rigideces de las columnas.....	73
Tabla 15. Inercias corregidas.....	74
Tabla 16. Rigideces con inercia corregida.....	74
Tabla 17. Rigideces equivalentes.....	75
Tabla 18. Espesores mínimos para losas en 2 direcciones.....	79
Tabla 19. Resumen de comparación de armadura longitudinal positiva en la losa	85
Tabla 20. Resumen de comparación de la armadura longitudinal negativa de la losa	87
Tabla 21. Resumen de la cuantía longitudinal positiva para el ábaco	95
Tabla 22. Resumen de cuantía longitudinal negativa para ábaco	96
Tabla 23. Valores de Q_{ult} y Q_{adm} para zapatas cuadradas.....	157
Tabla 24. Valores de Q_{ult} y Q_{adm} para zapatas continuas	157
Tabla 25. Resumen de comparación de armadura longitudinal inferior en la losa.....	178
Tabla 26. Resumen de comparación de la armadura longitudinal superior de la losa.....	178
Tabla 27. Resumen de la cuantía longitudinal inferior para el ábaco	179
Tabla 28. Resumen de cuantía longitudinal superior para ábaco.....	179

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zapata cuadrada.....	21
Figura 2. Losa nervada.....	24
Figura 3. Seguridad al vuelco y al deslizamiento	42
Figura 4. Comprobaciones a esfuerzo cortante.....	44
Figura 5 Ubicación del punto de estudio	51
Figura 6. Estructura de la edificación.....	56
Figura 7. Tipo de escalera utilizada en CypeCad.....	57
Figura 8. Modelado de escalera en CypeCad.....	57
Figura 9. Esquema de armado de zapata.....	58
Figura 10. Franja del pórtico equivalente	72
Figura 11. Momentos negativos en el pórtico.....	76
Figura 12. Momentos en CypeCad por metro lineal.....	76
Figura 13 Dimensión geométrica transversal de la losa reticular.....	78
Figura 14. Dimensiones geométricas de la losa.....	79
Figura 15. Dimensión del ancho efectivo de la losa.....	81
Figura 16. Diagrama de momentos en el eje “x” en losa.....	82
Figura 17. Diagrama de momentos en eje “y” en losa.....	82
Figura 18. Diagramas de cuantías longitudinales en losas.....	83
Figura 19. Diagrama de cortante en la losa en el eje "X"	88
Figura 20. Diagrama de cortante en la losa en el eje "Y"	88
Figura 21. Diagramas de momentos cerca de la esquina de la losa.....	90
Figura 22. Diagramas de cortantes cerca de la esquina de la losa.....	92
Figura 23. Deflexion máxima de la losa.....	97
Figura 24. Momento de viga.....	99
Figura 25. Momento máximo positivo.....	99
Figura 26. Diagrama de envolventes de momento de la viga.....	100
Figura 27. Diagrama de corte.....	107
Figura 28. Diagrama de torsión de la viga.....	109

Figura 29. Gráfico de columna en estudio.....	111
Figura 30. Vista en planta de la columna 39.....	111
Figura 31. Abaco de la columna 39.....	112
Figura 32. Esfuerzos de la combinación de carga más desfavorable de la columna.....	113
Figura 33. Desplazamiento lateral de la columna C39.....	114
Figura 34. Dimensiones geométricas de la escalera vista en planta.....	119
Figura 35. Espesor de losa equivalente de la escalera.....	119
Figura 36. Cargas sobre la losa de escalera.....	120
Figura 37. Diagramas de momento ultimo para el diseño de escalera.....	121
Figura 38. Diagrama de cortantes últimos para el diseño de escalera.....	121
Figura 39. Gráfico de zapata C40.....	125
Figura 40. Características de una zapata.....	127
Figura 41. Comprobaciones a esfuerzo cortante.....	129
Figura 42. Comprobaciones de CypeCad.....	130
Figura 43. Esquema de armado de muro de sótano.....	152
Figura 44. Armadura de losa en dirección "X".....	178
Figura 45. Armadura de losa en dirección "Y".....	179
Figura 46. Armadura de refuerzo en ábaco.....	180
Figura 47. Armadura de montaje en ábaco.....	180
Figura 48. Armado de columna.....	182
Figura 49. Armado de zapata.....	183
Figura 50. Armadura de escalera.....	184