

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 EDIFICIO MULTIFAMILIAR
GUTIERREZ (CIUDAD DE TARIJA)”

TOMO I

Por:

CONDORI PACO GERSON SAUL

Proyecto de Grado presentado a consideraciones de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para obtener el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil

SEMESTRE I - 2024

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 DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR
GUTIERREZ (CIUDAD DE TARIJA)”

TOMO II

Por:

CONDORI PACO GERSON SAUL

Proyecto de Grado presentado a consideraciones de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para obtener el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil

SEMESTRE I - 2024

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a las personas que más me apoyaron en mi vida, dándome los mejores consejos, guiándome, enseñándome y haciendo de mí una buena persona, con todo mi amor y mi afecto se los dedico:

A mis padres, Humberto Condori y Toribia Paco (†).

A mis herman@s, tíos, primos y amigos.

ÍNDICE

CAPÍTULO I	1
1. ANTECEDENTES	1
1.1. Problema	1
1.1.1. Planteamiento	1
1.1.2. Formulación	2
1.1.3. Sistematización	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. General	3
1.2.2. Específicos	3
1.3. Justificación	3
1.3.1. Académica.....	3
1.3.2. Técnica	4
1.3.3. Social.....	4
1.4. Marco de Referencia.....	4
1.4.1. Espacial	4
1.4.2. Servicios básicos existentes	6
1.4.3. Temporal	6
1.5. Alcance	7
1.5.1. Restricciones	7
1.5.2. Aporte académico.....	7
CAPÍTULO II.....	8
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Levantamiento Topográfico.....	8
2.2. Estudio de Suelos.....	8
2.2.1. Ensayo de Penetración Estándar (SPT).....	12
2.3. Diseño Arquitectónico	14
2.4. Idealización de las estructuras	15
2.5. Normas de Diseño de los elementos estructurales.....	16
2.6. Método de Diseño	16
2.6.1. Coeficientes de Seguridad.....	24
2.7. Diseño de Elementos Estructurales.....	25

2.7.1. Diseño de losas.....	26
2.7.1.1. Losa Reticular	26
2.7.2. Diseño de Vigas	31
2.7.3. Diseño de Columnas.....	37
2.7.4. Obras Complementarias	47
2.7.4.1. Escaleras.....	47
2.7.5. Fundaciones (Zapata Aislada).....	53
2.8. Estrategia para la ejecución del proyecto	61
2.8.1. Especificaciones técnicas	61
2.8.2. Cómputos métricos.....	61
2.8.3. Análisis de Precios unitarios	61
2.8.4. Presupuesto general de la obra	62
2.8.5. Cronograma de ejecución de la obra	62
CAPÍTULO III	63
3. INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	63
3.1. Análisis del Levantamiento Topográfico.....	63
3.2. Análisis del Estudio de Suelos.....	63
3.3. Análisis del Diseño Arquitectónico	68
3.4. Modelo Estructural	68
3.4.1. Estructura de la edificación.....	69
3.4.2. Fundaciones.....	69
3.5. Normas Consideradas	70
3.6. Análisis y Diseño estructural	71
3.6.1. Materiales	71
3.6.2. Pre dimensionamiento de los elementos estructurales	71
3.6.3. Cargas consideradas en el diseño	72
3.6.4. Juntas de dilatación	73
3.7. Diseño y Verificación de los Elementos Estructurales	74
3.7.1. Losa Reticular	74
3.7.2. Diseño de Viga de borde (zunchos)	87
3.7.3. Diseño de la Columna	100
3.7.4. Diseño de Obras Complementarias	107

3.7.4.1. Diseño de la escalera	107
3.7.5. Diseño de la Zapata Aislada.....	118
3.7.6. Diseño de zapata combinada.....	127
3.8. Estrategia para la ejecución de la Obra.....	134
3.8.1. Especificaciones Técnicas.....	134
3.8.2. Cómputos Métricos	134
3.8.3. Análisis de Precios Unitarios	134
3.8.4. Presupuesto general de la obra	134
3.8.5. Cronograma de Ejecución	134
CAPÍTULO IV	135
4. APORTE ACADÉMICO (DISEÑO DE MUROS DE H°A° DEL SEMISOTANO).....	135
4.1. Marco conceptual.....	135
4.2.1. Diseño de los muros de sótano.....	158
4.2.2. Diseño de los muros, sin colindancia con edificación vecina.	159
4.2.2.1 Verificación de las zapatas corridas de los muros.....	171
4.2.3. Diseño de los muros, con colindancia de edificación vecina.....	176
CONCLUSIONES	190
RECOMENDACIONES	191
BIBLIOGRAFÍA	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Mapa de Bolivia, Departamento de Tarija y Provincia Cercado	5
Figura 1.2 Mapa del Municipio de Cercado-Tarija con la Ubicación de sus Barrios.	5
Figura 1.3 Imagen Satelital del emplazamiento del Proyecto en el barrio 20 de Enero.....	6
Figura 2.1 Definición de los Límites de Atterberg.....	11
Figura 2.2 Ensayo de penetración SPT.....	13
Figura 2.3 Formas de Anclajes.....	20

Figura 2.4 Longitud de Anclaje (\emptyset <i>en centímetros</i>)	20
Figura 2.5 Anclaje de grupos de barras	22
Figura 2.6 Restricciones de dimensiones para losa reticular.....	27
Figura 2.7 Transmisión de cargas de nervio a placa.....	29
Figura 2.8 Limitaciones en el Armado de soportes	39
Figura 2.9 Nomogramas para determinar el Coeficiente de Pandeo	43
Figura 2.10 Partes componentes de una escalera	48
Figura 2.11 Condiciones de borde en tramos de escaleras	49
Figura 2.12 Casos de Excentricidad	54
Figura 2.13 Zapatas rígidas y flexibles.....	55
Figura 2.14 Cálculo a flexión de una zapata flexible	57
Figura 2.15 Comprobaciones a cortante y punzonamiento	59
Figura 3.1 Emplazamiento del proyecto.....	63
Figura 3.2 Fachada frontal y corte B-B	64
Figura 3.3 Puntos en los que se realizó el estudio de suelos	64
Figura 3.4 Niveles del edificio y los pozos del estudio de suelos	65
Figura 3.5 Modelo estructural	70
Figura 3.6 Losa reticular a verificar	75
Figura 3.7 Dimensiones de la Losa reticular empleada en el diseño.....	77
Figura 3.8 Detalle de la armadura de flexión	81
Figura 3.9 Diagrama de cortante de los nervios en dirección X.....	82
Figura 3.10 Diagrama de cortante de los nervios en dirección Y.....	83
Figura 3.11 Armado base de la losa reticular H=25 cm	86
Figura 3.12 Viga a ser diseñada, viga 2 del pórtico 4	87
Figura 3.13 Envolvente de momentos en la viga.	88

Figura 3.14 Envolvente de cortante en la viga(extremo izquierdo).	92
Figura 3.15 Envolvente de cortante en la viga(extremo izquierdo).	94
Figura 3.16 Armado de la viga.	98
Figura 3.17 Columna a ser diseñada.....	100
Figura 3.18 Armado de la Columna C7.....	106
Figura 3.19 Vista en planta de la Escalera.....	107
Figura 3.20 Características Geométricas de la Escalera.....	108
Figura 3.21 Consideración de la escalera para el cálculo de la armadura principal.....	110
Figura 3.22 Consideración como una losa plana y simplemente apoyada	111
Figura 3.23 Diagrama de momentos de la escalera, como losa plana	112
Figura 3.24 Diagrama de momentos de la escalera, esquema real	112
Figura 3.25 Disposición de la armadura en la escalera	117
Figura 3.26 Zapata a ser diseñada.	118
Figura 3.27 Gráfica de los resultados obtenidos para la zapata aislada	126
Figura 3.28 Zapata combinada a ser diseñada.....	127
Figura 3.29 Gráfica de los resultados obtenidos para la zapata combinada	133
Figura 4.1 Representación de un muro de sótano.....	136
Figura 4.2 Tipos de empujes del terreno	136
Figura 4.3 Distribución de presiones en suelo granular	140
Figura 4.4 Discretización de un muro de sótano.	140
Figura 4.5 Discretización de un muro de contencion en mensula.....	140
Figura 4.6 Armaduras constitutivas de un muro de contencion.	143
Figura 4.7 Esquema de armado de los muros de sótano.....	144
Figura 4.8 Union muro-zapata, union muro-muro.	144
Figura 4.9 Funcionamiento de un muro de sótano.	146

Figura 4.10 Cálculo del muro en entido transversal.	148
Figura 4.11 Diagramas de la hipótesis 1.....	152
Figura 4.12 Diagramas de la hipótesis 2.....	153
Figura 4.13 Diagrama de la hipótesis 3.	153
Figura 4.14 Muro como viga de cimentación.....	155
Figura 4.15 Tipos de zapatas corridas.	155
Figura 4.16 Vista 3D del edificio	156
Figura 4.17 Ubicación de los muros de hormigon armado, vistos en planta.....	156
Figura 4.18 Tipos de apoyos de losas con nervios,sobre muros.	157
Figura 4.19 Tipos de apoyos de losas con nervios,sobre muros.	157
Figura 4.20 Muros de hormigón en contacto con construccion vecina	158
Figura 4.21 Muros de hormigón sin contacto de construccion vecina	158
Figura 4.22 Muro de hormigón a ser diseñado	159
Figura 4.23 Presiones sobre el muro.	163
Figura 4.24 Diagrama de momentos y cortantes del muro.....	164
Figura 4.25 Presiones sobre el terreno.....	171
Figura 4.26 Disposición de la Armadura del muro	175
Figura 4.27 Muro de hormigón a ser diseñado.....	176
Figura 4.28 Presiones sobre el muro.	179
Figura 4.29 Diagrama de momentos y cortantes del muro.....	180
Figura 4.30 Disposición de la armadura del muro.....	188

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Límites de Tamaño de Suelos Separados	10
Tabla 2.2 Relación de Resistencia para las Arcillas	14
Tabla 2.3 Relación de Resistencia para las Arenas	14
Tabla 2.4 Asentamientos Admisibles	17
Tabla 2.5 Diámetros y áreas de aceros (Barras lisas y corrugadas)	18
Tabla 2.6 Longitudes de anclaje para barras corrugadas aisladas, valores de los coeficientes m	21
Tabla 2.7 Recubrimientos Mínimos	23
Tabla 2.8 Diámetro mínimo de doblado de barras	24
Tabla 2.9 Estados límites últimos – Coeficientes de minoración de la resistencia de los materiales.....	25
Tabla 2.10 Cuantías geométricas mínimas, referidas a la sección total de hormigón, en tanto por mil	26
Tabla 2.11 Valores Límites	34
Tabla 2.12 Tabla Universal para flexión simple o compuesta	34
Tabla 2.13 Longitud de pandeo de las piezas aisladas	42
Tabla 3.1 Características del Suelo.....	65
Tabla 3.2 Contenido de Humedad natural del terreno.....	65
Tabla 3.3 Capacidad Portante de los pozos estudiados	66
Tabla 3.4 Factores de capacidad de carga de terzaghi.....	67
Tabla 3.5 Cargas Consideradas en la Estructura de Hormigón Armado	72
Tabla 3.6 Viga T múltiples continua	78
Tabla 3.7 Resultados de la Armadura de la Losa Reticular.....	80
Tabla 3.8 Resultados de la Armadura de la viga.	99

Tabla 3.9 Resultados de la Armadura de la columna.	106
Tabla 3.10 Resultados de la Armadura de la escalera.	116
Tabla 3.11 Resultados de la Armadura de la zapata.	126
Tabla 3.12 Resultados de la Armadura de la zapata combinada.	132

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Listado de datos de obra.
ANEXO 2: Estudio de suelos.
ANEXO 3: Análisis de cargas.
ANEXO 4: Especificaciones Técnicas.
ANEXO 5: Cómputos Métricos.
ANEXO 6: Análisis de precios unitarios.
ANEXO 7: Presupuesto general.
ANEXO 8: Cronograma de actividades.
ANEXO 9: Planos.