

**“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”
“FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA”**

“CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL”

**“DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS
DE LOS MATERIALES”**



TOMO I

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL NUEVO MERCADO CENTRAL
DEL VALLE EN EL MUNICIPIO DE URIONDO-TARIJA”**

Por:

FERNANDO MARTÍNEZ ALDANA

SEMESTRE - II – 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 NUEVO MERCADO CENTRAL
DEL VALLE EN EL MUNICIPIO DE URIONDO-TARIJA”**

Por:

Fernando Martínez Aldana

ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV 502

Proyecto de Ingeniería Civil II.

SEMESTRE - II – 2024

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado a Dios por ser mi guía y mi faro en los momentos más difíciles, a mi familia cuyo amor y sacrificio han sido mi mayor inspiración en este camino, a mis docentes que con su conocimiento y consejo me apoyaron en mi desarrollo, a mis compañeros que sin su amistad el camino hubiera sido más difícil. En general este proyecto es una dedicatoria para todos aquellos que han formado parte de mi desarrollo y hayan depositado su confianza en mi persona.

ÍNDICE

Hoja de aprobación	III
Hoja de advertencia.....	IV
Dedicatoria	V
Agradecimiento	VI
Pensamiento	VII
Resumen.....	VIII
Índice de figuras.....	XV
Índice de tablas.....	XVIII
Índice de anexos.....	XX
CAPÍTULO I.....	2
1. ANTECEDENTES.....	2
1.1 El problema	2
1.1.1 Planteamiento	2
1.1.2 Formulación.....	3
1.1.3 Sistematización.....	3
1.2 Objetivos.....	4
1.2.1 General	4
1.2.2 Secundarios	4
1.3 Justificación.....	4
1.3.1 Académica	4
1.3.2 Técnica	5
1.3.3 Social.....	5
1.4 Alcance del proyecto.....	5
1.4.1 General	5
1.4.2 Resultados a lograr	6
1.4.3 Aporte académico.....	6
1.5. Localización del proyecto.....	6
1.5.1 Localización	6

1.5.2 Ubicación específica.....	7
1.6 Información socioeconómica relativa al proyecto.....	8
1.6.1 Aspectos demográficos.....	8
1.6.2 Aspectos económicos	8
1.6.3. Servicios básicos existentes.....	9
CAPÍTULO II.....	12
2. MARCO TEÓRICO	12
2.1 Levantamiento topográfico	12
2.2. Estudio de suelos	12
2.2.1 Análisis granulométrico.....	12
2.2.2 Limites de atterberg	13
2.2.3 Sistema de clasificación de suelos.....	13
2.2.4 Ensayo de penetración estándar (spt)	14
2.3. Diseño arquitectónico	15
2.4. Idealización de las estructuras.....	15
2.4.1. Sustentación de cubierta	15
2.4.1.1 Cubierta de losa casetonada o losa reticular.....	15
2.4.1.2 Cubierta de estructura metálica con cubierta onduline.....	15
2.4.2. Sustentación de la edificación	16
2.4.3. Fundaciones	16
2.4.3.1 Cimentaciones flexibles.....	16
2.4.3.2 Cimentaciones rígidas.	16
2.4.3.3 Zapatas aisladas	17
2.5. Diseño estructural	17
2.5.1. Análisis de cargas	17
2.5.1.1 Combinación de cargas para el hormigón armado	17
2.5.2. Estructura de sustentación de cubierta	20
2.5.2.1 Cubierta de losa casetonada o losa nervada	20
2.5.2.2 Cubierta de estructura metálica	20

2.5.2.3.2 Parámetros de diseño	22
2.5.3. Estructura de sustentación de la edificación	25
2.5.3.1 Resistencia del hormigón	25
2.5.3.2 Resistencia de cálculo.....	26
2.5.3.3 Resistencia de diseño.....	26
2.5.3.4 Factores de reducción de resistencia para elementos de hormigón estructural y conexiones	27
2.5.3.5 Características y geometría de los aceros	27
2.5.4 Losas reticulares	29
2.5.4.1 Procedimiento de cálculo	30
2.5.4.2 Ábacos	31
2.5.5 Vigas.....	31
2.5.5.1 Parámetros de diseño	31
2.5.5.2 Procedimiento de cálculo	32
2.5.6 Columnas.....	36
2.5.6.1 Pre dimensionamiento de columnas	36
2.5.6.2 Procedimiento de cálculo	37
2.5.7. Estructura complementaria.....	40
2.5.7.1 Escaleras	40
2.5.8. Fundaciones.....	41
2.5.8.1 Zapata cuadrada o rectangular aislada.....	42
2.6. Estrategia para la ejecución del proyecto	45
2.6.1. Especificaciones técnicas	45
2.6.2. Cómputos métricos.....	45
2.6.3. Precios unitarios	45
2.6.4. Presupuesto.....	45
2.6.5. Planeamiento y cronograma	45
CAPÍTULO III.....	47
3. INGENIERÍA DEL PROYECTO	47

3.1. Análisis de la topografía	47
3.2. Análisis del estudio de suelos	48
3.3. Análisis del diseño arquitectónico	49
3.4. Planteamiento estructural	50
3.4.1. Estructura de cubierta	50
3.4.2. Estructura de la edificación	53
3.4.2.1 Materiales	54
3.4.3. Estructuras complementarias.....	54
3.4.4. Fundaciones	56
3.5. Análisis, cálculo y diseño estructural	56
3.5.1. Estructura de sustentación de cubierta	56
3.5.1.1 Análisis de cargas sobre la cubierta	56
3.5.2 Diseño de la cubierta metálica.....	56
3.5.2.1 Diseño de la correa	56
3.5.2.2 Diseño del cordón superior.....	62
3.5.2.3 Diseño del cordón inferior.....	67
3.5.2.4 Diseño de las placas de apoyo:.....	69
3.5.3. Estructura de sustentación de la edificación.....	73
3.5.3.1 Normativa de diseño.....	73
3.5.3.2 Pre dimensionamiento de elementos estructurales	73
3.5.3.3 Análisis y determinación de cargas	74
3.5.3.4 Diseño estructural de la viga	78
3.5.3.5. Diseño estructural de la columna	94
3.5.3.6 Diseño estructural de losa.....	107
3.5.3.6.1 Diseño de abaco.....	116
3.5.4. Estructuras complementarias.....	125
3.5.4.1 Diseño de escalera	125
3.5.4.2 Diseño de la cúpula	137
3.5.5. Fundaciones	149
3.5.5.1 Pre dimensionamiento de los elementos del conjunto.....	150

3.5.5.2 Comprobaciones de estabilidad	151
3.5.5.3 Comprobación al hundimiento	152
3.5.5.4 Comprobación a punzonamiento	152
3.5.5.5 Zapata “A” medianera	154
3.5.5.6 Zapata “B” central	158
3.5.5.7 Viga centradora	161
3.5.5.8 Zapata esquinera	165
3.6. Desarrollo de la estrategia para la ejecución del proyecto.....	169
3.6.1. Especificaciones técnicas	169
3.6.2. Precios unitarios	169
3.6.3. Cómputos métricos	170
3.6.4. Presupuesto.....	171
3.6.5. Planeamiento y cronograma	171
CAPÍTULO IV	173
4. ANÁLISIS, DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESCALERA HELICOIDAL... 173	173
4.1. Marco conceptual del aporte académico.....	173
4.1.1 Diseño geométrico de la escalera helicoidal.....	174
4.2. Marco teórico del aporte académico	175
4.2.1 Método de bergman	176
4.2.2 Diseño escalera helicoidal	178
4.2.2.1 Definición de cargas	178
4.2.2.2 Definición de los apoyos	180
4.2.2.3 Definición de los materiales	181
4.3. Producto.....	181
4.3.1 Método de bergman	182
4.3.2 Método de morgan.....	194
4.3.3 Resultados obtenidos por cypecad 2019.....	203
4.4. Guía para la interpretación de resultados de bergman y morgan con el programa cypecad 2019.....	203

4.4.1 Análisis comparativo e interpretación	203
4.4.1.1 Comparación de cálculo entre método de begman y cypecad 2019.....	204
4.4.1.2 Comparación de cálculo entre método de morgan y cypecad 2019.	205
4.4.1.3 Conclusiones generales del aporte académico	206
CONCLUSIONES.....	208
RECOMENDACIONES.....	210
BIBLIOGRAFÍA.....	212

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación Geográfica del proyecto	7
Figura 1.2 Imagen satelital del Mercado Central del Valle de la Concepción.....	7
Figura 2.1 Cercha tipo Monopitch	15
Figura 2.2 Cimentaciones Rígidas y Flexibles.....	16
Figura 2.3 Esfuerzos en cimentación rígida.....	16
Figura 2.4 Formas de las zapatas aisladas.....	17
Figura 2.5 Elementos estructurales de una cercha	23
Figura 2.6 Limitaciones dimensionales para losas nervadas	29
Figura 2.7 Distribución rectangular equivalente de tensiones en el hormigón	33
Figura 2.8 Nomogramas para estimación de factores de longitud efectiva	38
Figura 2.9 Combinación de carga crítica en columnas del método de diseño de diagrama de interacción de columnas	39
Figura 2.10 Recomendación de disposición de armaduras en escaleras	41
Figura 2.11 Hormigón de limpieza y recubrimiento en zapatas	42
Figura 2.12 Cortante bidireccional en zapatas (punzonamiento).....	43
Figura 2.13 Sección crítica para el cálculo del momento en zapata	44
Figura 3.1 Levantamiento Topográfico	47
Figura 3.2 Perfil de la calle y calzada	47
Figura 3.3 Ubicación de los puntos de estudio	48
Figura 3.4 Tensiones admisibles del terreno por cada metro de profundidad visto de perfil en función con la fundación de la estructura y el nivel de sótano	49
Figura 3.5 Modelo 3D de la estructura	50
Figura 3.6 Detalle de la losa nervada.....	51
Figura 3.7 Vista en 3D de la cubierta metálica	52
Figura 3.8 Perfiles tipo C comerciales.	52
Figura 3.9 Perfiles tipo Tubo comerciales.....	55
Figura 3.10 Correa a Diseñar	57
Figura 3.11 Cordón a diseñar	62
Figura 3.12 Cordón inferior a diseñar	67

Figura 3.13 Detalle placa fija.....	73
Figura 3.14 Detalle placa fija.....	73
Figura 3.15 Dimensiones de ladrillos de 6 huecos.....	75
Figura 3.16 Capacidades de Tanques de Almacenamiento de Agua	77
Figura 3.17 Ubicación de la viga más solicitada	78
Figura 3.18 Distribución de momentos de la viga N° 254.....	81
Figura 3.19 Disposición de la armadura por flexión en la viga N° 254.....	90
Figura 3.20 Disposición del armado en la viga N° 254	93
Figura 3.21 Ubicación de la columna más solicitada.....	94
Figura 3.22 Ubicación de la columna más solicitada.....	95
Figura 3.23 Esfuerzos de la combinación de carga más desfavorable de la columna	96
Figura 3.24 Factor de longitud efectiva para la columna.....	97
Figura 3.25 Sección Transversal C-24	99
Figura 3.26 Disposición de armado de la columna C-24.....	100
Figura 3.27 Diagrama de interacción	103
Figura 3.28 Despiece de armado de la columna C-24 Planta baja-Planta alta.....	106
Figura 3.29 Ubicación de la losa más solicitada	107
Figura 3.30 Elementos geométricos de la losa reticular	107
Figura 3.31 Esquema de armado de la Losa Reticular.....	115
Figura 3.32 Idealización de la escalera central a diseñar	129
Figura 3.33 Diagrama de momentos de la escalera central.....	129
Figura 3.34 Disposición del armado escalera central	132
Figura 3.35 Diagrama de cortantes de la escalera.....	135
Figura 3.36 Modelado de la Cúpula.....	137
Figura 3.37 Correa a diseñar en la cúpula.....	139
Figura 3.38 Cordón a diseñar de la cúpula.....	140
Figura 3.39 Elemento vertical a diseñar.....	144
Figura 3.40 Conjunto de zapatas y viga centradora	149
Figura 3.41 Vista en planta y corte del conjunto de zapatas y viga centradora	151
Figura 3.42 Diagrama de momentos y reacciones Ra y Rb.....	152

Figura 3.43	Corte de las zapatas y la viga centradora.....	152
Figura 3.44	Determinación de los momentos últimos en la zapata medianera	154
Figura 3.45	Despiece de armado de la zapata medianera	158
Figura 3.46	Determinación de los momentos últimos en la zapata medianera	159
Figura 3.47	Despiece de armado de la zapata central.	161
Figura 3.48	Vista en corte de la viga centradora.....	161
Figura 3.49	Diagrama de momentos de la viga centradora.....	161
Figura 3.50	Diagrama de cortantes de la viga centradora.....	162
Figura 3.51	Despiece de armado de la viga centradora	165
Figura 3.52	Determinación de los momentos últimos en la zapata esquinera	166
Figura 3.53	Despiece de armado de la zapata esquinera.....	168
Figura 4.1	Vista en planta de la escalera helicoidal	173
Figura 4.2	Elementos de una escalera helicoidal	175
Figura 4.3	Ábaco de carga uniforme sobre todo el paño	177
Figura 4.4	Empotramientos en los extremos de una escalera helicoidal.....	180

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Coordenadas de ubicación del proyecto.....	6
Tabla 1.2 Población empadronada por sexo, según grupos de edad	8
Tabla 1.3 Actividad Económica de la población del municipio de Uriondo	9
Tabla 2.1 Tamaño de los tamices U.S Estándar	13
Tabla 2.2 Combinaciones de carga	18
Tabla 2.3 Valores mínimos de sobrecargas de uso en estructuras	19
Tabla 2.4 Factores de reducción de resistencia	21
Tabla 2.5 Combinación de carga para el método de resistencia última	21
Tabla 2.6 Factores de resistencia característica.....	22
Tabla 2.7 Resistencia especificada a compresión f_c'	26
Tabla 2.8 Factores de reducción de resistencia	27
Tabla 2.9 Diámetros de Barras Comerciales en Bolivia	28
Tabla 2.10 Recubrimientos Mínimos para Hormigón Armado colocado en obra	28
Tabla 2.11 Recubrimientos Mínimos para Hormigón Armado colocado en obra	30
Tabla 2.12 Alturas Mínimas de vigas no pretensadas	32
Tabla 2.13 Valores de β_1 para la distribución rectangular equivalente de esfuerzos en el hormigón	34
Tabla 2.14 Profundidades aproximadas de perforaciones para edificios	41
Tabla 2.15 Separación aproximada de perforaciones.....	42
Tabla 3.1 Distribución de ambientes de las estructuras por plantas.....	50
Tabla 3.2 Propiedades Geométricas Perfil C 80x40x15x2.....	53
Tabla 3.3 Propiedades Geométricas Perfil T 50x30x2x2, T70x30x2x2.....	55
Tabla 3.4 Análisis de Cargas de la Cubiertas	56
Tabla 3.5 Solicitaciones de la Correa.....	57
Tabla 3.6 Solicitaciones en el Cordón Superior	63
Tabla 3.7 Esfuerzos del Cordón Inferior	68
Tabla 3.8 Tabla de cálculo de revestimientos de muros	76
Tabla 3.9 Cargas de uso utilizadas en la estructura.....	77

Tabla 3.10	Cargas de uso utilizadas en la estructura.....	78
Tabla 3.11	Tabla resumen de armado de la viga.....	93
Tabla 3.12	Características de los elementos que concurren en la columna	95
Tabla 3.13	Puntos del diagrama de interacción.....	103
Tabla 3.14	Tabla resumen de armado de la columna.....	106
Tabla 3.15	Tabla resumen de armado losa reticular.....	115
Tabla 3.16	Tabla resumen de la armadura del ábaco	125
Tabla 3.17	Tabla resumen de armado de la escalera.....	136
Tabla 3.18	Análisis de Cargas Cúpula	137
Tabla 3.19	Carga de granizo en la cúpula	137
Tabla 3.20	Carga de viento en la cúpula	138
Tabla 3.21	Solicitaciones en la Correa de la Cúpula.....	139
Tabla 3.22	Solicitaciones en los Cordones Cúpula	141
Tabla 3.23	Solicitaciones de los elementos verticales	144
Tabla 3.24	Tabla resumen de armado de las zapatas	168
Tabla 3.25	Tabla resumen de armado de la viga de centrado	169
Tabla 3.26	Lista de actividades de la obra	170
Tabla 4.1	Coeficientes K en función a la base y la altura	176
Tabla 4.2	Resumen de armado de la escalera helicoidal tramo 1, método Bergman	194
Tabla 4.3	Tabla resumen de armado escalera helicoidal tramo 1 método Morgan ..	202
Tabla 4.4	Tabla Resumen de armado de la escalera helicoidal tramo 1 Cypecad 2019	203
Tabla 4.5	Tabla comparativa de Bergman y Cypecad 2019.....	204
Tabla 4.6	Tabla comparativa de Morgan y Cypecad 2019.....	205
Tabla 4.7	Tabla comparativa de Bergman, Morgan y Cypecad 2019	206

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo.1. Levantamiento topográfico

Anexo.2. Estudio de suelos

Anexo.3. Planos arquitectónicos

Anexo.4. Planteo estructural

Anexo.5. Memorias de cálculo y diseños

Anexo.6. Planos estructurales

Anexo.7. Especificaciones técnicas para la construcción

Anexo.8. Precios unitarios

Anexo.9. Cómputos métricos

Anexo 10 Presupuesto general

Anexo 11 Cronograma

Anexo 12 Ficha técnica de los materiales