

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



TOMO I

**“DISEÑO ESTRUCTURAL CENTRO DE SALUD RETAMAS
(CIUDAD DE TARIJA PROVINCIA CERCADO DISTRITO-10)”**

POR:

IVAN GONZALO ARROYO TORRICO

Proyecto de grado presentado a consideración de la **“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

SEMESTRE I - 2021

TARIJA – BOLIVIA

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

TOMO I

**“DISEÑO ESTRUCTURAL CENTRO DE SALUD RETAMAS
(CIUDAD DE TARIJA PROVINCIA CERCADO DISTRITO-10)”**

Por:

IVAN GONZALO ARROYO TORRICO

SEMESTRE I - 2021

TARIJA – BOLIVIA

.....
M.Sc. Ing. Ernesto R. Álvarez Gozalvez
**DECANO FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

.....
M.Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa
**VICEDECANA FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

TRIBUNAL:

.....
Ing. Moisés Díaz Ayarde

.....
Ing. Arturo Dubravcic A.

.....
Ing. Ricardo Morales R.

ADVERTENCIA:

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

DEDICATORIA:

Para aquellas personas que sueñan antes de dormir, porque saben que los sueños se han hecho para hacerse realidad. Dedicado este trabajo.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios: Por colocar un muro en mi camino, no para detenerme, si no para mostrarme cuanto quería lograr un objetivo.

A mi familia: por su apoyo material, espiritual y por todo.

A los docentes: por las orientaciones y recomendaciones impartidas en el trabajo y durante toda la carrera.

A mis compañeros y amigos por los años compartidos y les llevo en el recuerdo.

PENSAMIENTO:

"La enseñanza debe ser tal que pueda recibirse como el mejor regalo y no como una amarga obligación."

Albert Einstein

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	
1 CAPÍTULO I ANTECEDENTES	1
1.1 Situación problemática.....	1
1.1.1 Planteamiento.....	1
1.1.2 Formulación	1
1.1.3 Sistematización del Problema	1
1.2 Objeto de estudio.....	2
1.2.1 Objetivo General	2
1.2.2 Objetivos Específicos.....	2
1.3 Justificación.....	2
1.3.1 Académica.....	2
1.3.2 Técnica	3
1.3.3 Social-Económico	3
1.4 Marco de referencia.....	3
1.4.1 Espacial	3
1.4.2 Temporal	4
1.5 Alcance del proyecto.....	5
1.5.1 Resultados a lograr.....	5
1.5.2 Restricciones o limitaciones.....	5
1.5.3 Aporte Académico	5
2 CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	6
2.1 Levantamiento topográfico	6

2.2 Estudio de suelos.....	6
2.2.1 Ensayo del SPT	6
2.3 Estructura de sustentación de la edificación	8
2.3.1 Hormigón armado	8
2.3.2 Acero estructural.....	8
2.3.3 Diagramas de cálculo de tensión-deformación.....	9
2.3.4 Anclaje.....	9
2.3.5 Adherencia entre el hormigón y el acero	11
2.3.6 Disposición de armaduras	12
2.3.7 Recubrimiento.....	12
2.4 Base de cálculo.....	13
2.4.1 Estados límites últimos	13
2.4.2 Coeficiente de seguridad.....	14
2.4.3 Hipótesis de carga	15
2.5 Elementos estructurales.....	16
2.5.1 Vigas	16
2.5.2 Columnas.....	22
2.5.3 Losa alivianada con vigueta.....	29
2.5.4 Losa armada en dos direcciones.....	34
2.6 Escaleras.....	35
2.6.1 Cargas de sollicitación	36
2.6.2 Diseño de armaduras	37
2.7 Cimentaciones.....	38

2.7.1 Teoría de Terzaghi de la capacidad última de carga	39
2.7.2 Cimentaciones cargadas excéntricamente.....	40
2.7.3 Dimensionamiento de zapatas aisladas con carga centrada	42
2.8 Estrategia para la ejecución de la obra.....	45
2.8.1 Especificaciones técnicas	45
2.8.2 Precios unitarios.....	45
2.8.3 Cómputos métricos.....	46
2.8.4 Presupuesto	47
2.8.5 Planteamiento y cronograma.....	47
2.8.6 Técnicas para la programación del proyecto.....	47
3 CAPÍTULO III INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	49
3.1 Levantamiento topográfico	49
3.2 Análisis del estudio de suelos	49
3.3 Análisis del diseño arquitectónico	56
3.4 Modelo estructural	58
3.4.1 Estructura de Sustentación	58
3.5 Datos generales del proyecto	58
3.5.1 Normativa de diseño	58
3.5.2 Materiales empleados.....	59
3.6 Análisis de carga y predimensionamiento.....	59
3.6.1 Cargas consideradas sobre la estructura.....	59
3.6.2 Predimensionamiento.....	72
3.7 Análisis, cálculo y diseño estructural.....	74

3.7.1	Diseño de entepiso	74
3.7.2	Diseño de Viga de Hormigón Armado.....	81
3.7.3	Diseño de columnas de H°A°	95
3.7.4	Diseño de zapata de H°A°	104
3.7.5	Obras complementarias.....	113
3.8	Desarrollo de la estrategia para la ejecución del proyecto	163
3.8.1	Especificaciones técnicas.....	163
3.8.2	Cómputos métricos.....	163
3.8.3	Precios unitarios.....	163
3.8.4	Presupuesto general.....	163
3.8.5	Cronograma de ejecución.....	163
4	CAPÍTULO IV APORTE ACADÉMICO.....	164
4.1	Cálculo de una losa alivianada con esferas de plástico.....	164
4.1.1	Generalidades.....	164
4.1.2	Marco teórico	164
4.1.3	Ventajas.....	164
4.1.4	Desventajas	166
4.1.5	Aplicaciones.....	166
4.1.6	Dimensionamiento	168
4.1.7	Cálculo de la losa aligerada con esferas.....	168
4.1.8	Cálculo de la flecha.....	175
4.1.9	Cortante por punzonamiento	178
4.1.10	Ábaco	180

4.1.11 Detalle constructivo	181
4.1.12 Resumen de armadura	182
4.1.13 Comparación entre una losa con viguetas y una losa con esferas.....	182
4.1.14 Especificación técnica.....	184
5 CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	186
5.1 Conclusiones:	186
5.2 Recomendaciones:.....	187
BIBLIOGRAFÍA.....	188

ANEXOS

ANEXO A-1 Informe del estudio de suelo

ANEXO A-2 Especificaciones Técnicas

ANEXO A-3 Cómputos métricos

ANEXO A-4 Precios unitarios

ANEXO A-5 Presupuesto general

ANEXO A-6 Cronograma

ANEXO A-7 Planos

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. 1 Mapa político de la provincia Cercado.....	4
Figura 1. 2 Ubicación del Proyecto en el Barrio Retamas	4
Figura 2. 1 . Diagramas de cálculo tensión-deformación.....	9
Figura 2. 2 Patilla norma para barras corrugadas.....	10
Figura 2. 3 Disposición de armadura	20
Figura 2. 4 Nomogramas para determinar el coeficiente de pandeo.....	23
Figura 2. 5 (a) Bovedilla de Poliestireno; (b) Bovedilla de arena-cemento.....	30
Figura 2. 6 Forjado unidireccional de viguetas pretensadas.	30
Figura 2. 7 Detalles de forjado.....	31
Figura 2. 8 Diferentes secciones de escaleras.	35
Figura 2. 9 Tramo de escalera con las cargas verticales.	36
Figura 2. 10 Tramo de escalera con las cargas inclinadas.	37
Figura 2. 11 Detallamiento de la armadura principal y transversal.	38
Figura 2. 12 Distribución incorrecta del refuerzo	38
Figura 2. 13 Falla de la capacidad de carga	39
Figura 2. 14 Cimentaciones cargadas excéntricamente	40
Figura 2. 15 Calculo a flexión de una zapata flexible.....	43
Figura 2. 16 Comprobaciones a esfuerzo cortante y a Punzonamiento	43
Figura 3. 1 Curvas nivel.....	49

Figura 3. 2 Perfil Geotécnico	51
Figura 3. 3 Planos arquitectónicos	57
Figura 3. 4 Esquema estructural del Centro de Salud Retamas	58
Figura 3. 5 Corte transversal del forjado de la vigueta	60
Figura 3. 6 Detalle de baranda de tubo galvanizado	66
Figura 3. 7 Escalera de tres tramos con hueco de ascensor	67
Figura 3. 8 Zonificación de la carga de nieve base	69
Figura 3. 9 Consideraciones de la acción del viento en el programa CYPECAD	71
Figura 3. 10 Aceleración sísmica en Tarija.....	71
Figura 3. 11 Sección transversal de la vigueta.....	76
Figura 3. 12 Sección homogeneizada.....	78
Figura 3. 13 Disposición de la armadura de estribos	92
Figura 3. 14 Disposición de la armadura longitudinal y estribos sobre la viga	93
Figura 3. 15 Vista de la columna a analizar P66.....	96
Figura 3. 16 Vista de los planos de la columna analizada	97
Figura 3. 17 Ilustración del Abaco de Roseta para flexión esviada	101
Figura 3. 18 Detalle de zapata aislada.....	104
Figura 3. 19 Acciones en el plano de cimentación.....	107
Figura 3. 20 Esfuerzos máximos y mínimos.....	109
Figura 3. 21 Tensiones actuantes en la zapata	109
Figura 3. 22 Esquema y respuesta estructural en la zapata	110
Figura 3. 23 Disposición de la Armadura de la Zapata.....	112
Figura 3. 24 Vista en planta de la escalera.....	114

Figura 3. 25 Características geométricas de la escalera tramo 1.....	115
Figura 3. 26 Características geométricas de la escalera tramo 2.....	116
Figura 3. 27 Características geométricas de la escalera tramo 3.....	117
Figura 3. 28 Armadura principal tramo 1.....	118
Figura 3. 29 Diagrama de momentos positivos.....	118
Figura 3. 30 Armadura principal tramo 2 sección B-B.....	120
Figura 3. 31 Diagrama de momentos positivos.....	120
Figura 3. 32 Armadura principal tramo3 sección C-C.....	122
Figura 3. 33 Diagrama de momentos positivos.....	122
Figura 3. 34 Diagrama de momentos negativos tramo 1 sección A-A	124
Figura 3. 35 Armadura negativa tramo2 sección B-B.....	126
Figura 3. 36 Diagrama de momentos de la escalera empotrada.....	126
Figura 3. 37 Diagrama de momentos de la escalera, esquema real.....	127
Figura 3. 38 Diagrama de la escalera empotrada tramo 3 sección C-C	128
Figura 3. 39 Diagrama de momentos de la escalera, esquema real.....	129
Figura 3. 40 Detalle de Armaduras de la escalera.....	131
Figura 3. 41 Geometría de la rampa.....	132
Figura 3. 42 Cargas que actúan sobre la viga y diagrama de momentos tramo 1	134
Figura 3. 43 Cargas sobre la viga y momentos tramo 2;3;6 y 7.....	138
Figura 3. 44 Cargas sobre la viga y momentos tramo 4 y descanso	143
Figura 3. 45 Cargas sobre la viga y diagrama de momentos tramo 5	152
Figura 3. 46 Cargas sobre la viga y diagrama de momentos tramo 8	157

Figura 4. 1 Libertad de diseño.....	164
Figura 4. 2 Ausencia de vigas	165
Figura 4. 3 Reducción de peso	165
Figura 4. 4 Reducción del apuntalamiento.....	166
Figura 4. 5 Plateas.....	167
Figura 4. 6 Losas sobre pilotes o bases.....	167
Figura 4. 7 Losa de relleno estructural.....	168
Figura 4. 8 Ábaco.....	181
Figura 4. 9 Detalle constructivo	181

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 2. 1 Diámetros y áreas de acero	9
Tabla 2. 2 Valores de coeficiente numérico “m”	11
Tabla 2. 3 Recubrimientos Mínimos.....	13
Tabla 2. 4 Estados límites últimos - Coeficientes de minoración.....	15
Tabla 2. 5 Estados límites últimos - Coeficientes de ponderación de las acciones	15
Tabla 2. 6 Valores Límites	18
Tabla 2. 7 Tabla universal para flexión simple o compuesta.....	19
Tabla 2. 8 Coeficiente de longitud de pandeo de las piezas aisladas.....	23
Tabla 2. 9 Valores de relación canto/luz.....	31
Tabla 2. 10 Área de sección de la armadura de reparto.....	32
Tabla 2. 11 Esfuerzos admisibles según código ACI318-14	33
Tabla 3. 1 Características del suelo.....	50
Tabla 3. 2 Propiedades Físico-Mecánicas.....	50
Tabla 3. 3 Variación de η_H , η_B , η_S , η_R	52
Tabla 3. 4 Factores de capacidad de carga de Terzaghi	54
Tabla 3. 5 Sobrecargas de uso sugerencias por la Norma NBE-AE-88.....	68
Tabla 3. 6 Velocidades básicas del viento en Bolivia.....	70
Tabla 3. 7 Resumen de Cargas Actuantes.....	72
Tabla 3. 8 Resumen general de resultados de la Viga.....	93
Tabla 3. 9 Detalle constructivo de la viga.....	94
Tabla 3. 10 Inercia de vigas y columnas	96

Tabla 3. 11 Resumen general de los resultados para la columna.....	103
Tabla 3. 12 Detalle constructivo de la columna.....	104
Tabla 3. 13 Resumen General para la zapata	112
Tabla 3. 14 Detalle constructivo zapata	113
Tabla 3. 15 Resumen general para la escalera	132
Tabla 3. 16 Resumen general para la rampa	162
Tabla 4. 1 Dimensionamiento	168
Tabla 4. 2 Resumen de armadura.....	182