

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**DISEÑO ESTRUCTURAL DEL**

**“CENTRO DE SALUD VILLA FÁTIMA”**

**(PROVINCIA CERCADO, DEPARTAMENTO DE TARIJA)**

**Por:**

**XIMENA GALLARDO GALVÁN**

**SEMESTRE I - 2024**

**TARIJA – BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO ESTRUCTURAL DEL**

**“CENTRO DE SALUD VILLA FÁTIMA”**

**(PROVINCIA CERCADO, DEPARTAMENTO DE TARIJA)**

**Realizado por:**

**XIMENA GALLARDO GALVÁN**

**EN LA ASIGNATURA CIV 502 PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL II**

**SEMESTRE I – 2024**

**TARIJA – BOLIVIA**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo va dedicado a mis padres Oscar y Lucila, por acompañarme en cada paso que doy en la búsqueda de ser mejor persona y profesional, por no soltar mi mano en todo este camino, por brindarme apoyo y paciencia para poder cumplir mis metas en la vida.

## ÍNDICE

1. ANTECEDENTES.....	1
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
1.1.1. Formulación.....	2
1.1.2. Sistematización.....	2
<b>1.2. OBJETIVOS.....</b>	<b>2</b>
1.2.1. General.....	2
1.2.2. Específicos.....	2
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>3</b>
1.3.1. Académica.....	3
1.3.2. Técnica.....	3
<b>1.3.3. Social.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4. ALCANCE DEL PROYECTO.....</b>	<b>4</b>
<b>1.5. RESTRICCIONES DEL PROYECTO.....</b>	<b>4</b>
<b>1.6. LOCALIZACIÓN.....</b>	<b>5</b>
1.6.1. Descripción del Lugar de Emplazamiento.....	5
<b>1.7. SERVICIOS EXISTENTES EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....</b>	<b>6</b>
1.7.1. Agua Potable.....	6
1.7.2. Luz Eléctrica.....	6
<b>1.8. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS.....</b>	<b>6</b>
<b>1.9. Clima en el Área de Proyecto.....</b>	<b>7</b>
2. MARCO TEÓRICO.....	8
<b>2.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2. Estudio de suelos.....</b>	<b>9</b>
<b>2.3. Idealización estructural.....</b>	<b>13</b>
2.3.1. Determinación de la Forma General.....	14
2.3.2. Investigación de las Cargas.....	14
2.3.3. Análisis de Fuerzas Internas.....	15
2.3.4. Selección de los Distintos Elementos.....	16
2.3.5. Planos.....	16
<b>2.4. Normas de diseño.....</b>	<b>16</b>
<b>2.5. Hipótesis de cargas.....</b>	<b>16</b>
<b>2.6. Materiales.....</b>	<b>18</b>
2.6.1. Hormigón.....	18
2.6.2. Aceros.....	24
2.6.3 Características Geométricas.....	24

<b>2.7. Hormigón Armado.....</b>	<b>25</b>
2.7.1. Disposición de las Armaduras. ....	26
<b>2.8. Coeficientes de minoración de resistencias y mayoración de cargas.....</b>	<b>36</b>
<b>2.9. Juntas de dilatación. ....</b>	<b>36</b>
<b>2.10. Diseño de losas. ....</b>	<b>37</b>
2.10.1. Losa Aliviada con Viguetas Pretensadas. ....	37
<b>2.11. Diseño de Vigas.....</b>	<b>42</b>
2.11.1. Dominios de Deformación. ....	43
2.11.2. Cálculo a Flexión Simple. ....	49
2.11.3. Esfuerzo cortante. ....	51
2.11.4. Estado Límite de Fisuración. ....	53
<b>2.12. Columnas. ....</b>	<b>53</b>
2.12.1. Armadura Longitudinal. ....	57
2.12.2. Armadura Transversal. ....	58
<b>2.13. Estructuras complementarias (Escaleras). ....</b>	<b>58</b>
2.13.1. Cargas que Actúan sobre la Escalera. ....	61
2.13.2. Cálculo de las Armaduras. ....	62
<b>2.14. Rampa de Hormigón Armado .....</b>	<b>64</b>
<b>2.15. Losa de fundación: .....</b>	<b>66</b>
2.15.1. Métodos de diseño estructural de las losas de fundación.....	67
<b>2.16. Cubierta Metálica: .....</b>	<b>68</b>
<b>2.17. Estrategia para la ejecución del proyecto.....</b>	<b>71</b>
2.17.1. Especificaciones Técnicas. ....	71
2.17.2. Cómputos Métricos. ....	73
2.17.3. Precios Unitarios. ....	73
2.17.4. Presupuesto General de la Obra. ....	74
2.17.5. Cronograma de Ejecución. ....	75
<b>3. INGENIERÍA DE PROYECTO.....</b>	<b>76</b>
<b>3.1. Análisis del levantamiento Topográfico. ....</b>	<b>76</b>
<b>3.2. Análisis del estudio de suelos. ....</b>	<b>76</b>
3.2.1. Capacidad de Soporte del Suelo. ....	76
<b>3.3. Idealización Estructural. ....</b>	<b>80</b>
3.3.1. Determinación de la Forma General. ....	80
3.3.2. Cargas consideradas. ....	86
3.3.3. Las plantas tienen las siguientes elevaciones: ....	87
3.3.4. Selección de los Distintos Elementos. ....	88
3.3.5. Dibujo y detalles. ....	90
<b>3.4. Normas de diseño. ....</b>	<b>90</b>

<b>3.5. Hipótesis de carga.....</b>	<b>90</b>
<b>3.6. Materiales.....</b>	<b>91</b>
3.6.1. Hormigón.....	91
3.6.2. Acero.....	91
<b>3.7. Hormigón Armado.....</b>	<b>91</b>
3.7.1. Disposición de las armaduras.....	91
<b>3.8. Coeficientes de minoración de resistencias y mayoración de cargas.....</b>	<b>93</b>
<b>3.9. Junta de dilatación.....</b>	<b>93</b>
<b>3.10. Verificación de Losas.....</b>	<b>93</b>
3.10.1. Verificación de Losa Aliviada con Viguetas Pretensadas.....	93
<b>3.11. Verificación de vigas de hormigón Armado.....</b>	<b>111</b>
3.11.1. Dominios de Deformación.....	111
3.11.2. Cálculo a Flexión Simple.....	111
3.11.3. Esfuerzo Cortante.....	118
3.11.4. Estado límite de fisuración.....	122
<b>3.12. Verificación de Columnas de Hormigón Armado.....</b>	<b>131</b>
3.12.1. Armadura longitudinal.....	135
3.12.2. Armadura Transversal.....	138
<b>3.13. Verificación de Escalera de Hormigón Armado.....</b>	<b>140</b>
3.13.1. Cargas que Actúan Sobre la Escalera.....	142
3.13.2. Cálculo de las Armaduras.....	143
<b>3.14. Verificación de Rampa de Hormigón Armado.....</b>	<b>152</b>
<b>3.15. Verificación de cubierta metálica.....</b>	<b>156</b>
<b>3.16. Verificación de losa de cimentación.....</b>	<b>166</b>
<b>3.17. Estrategia para la ejecución del proyecto.....</b>	<b>166</b>
3.17.1. Especificaciones Técnicas.....	168
3.17.2. Cómputos Métricos.....	168
3.17.3. Precios Unitarios.....	168
3.17.4. Presupuesto General de la Obra.....	168
3.17.5. Cronograma de Ejecución.....	168
<b>4. Aporte académico.....</b>	<b>170</b>
4.1. Introducción. –.....	170
4.2 Marco Teórico:.....	170
4.2.1. Tipología:.....	172
4.2.2. Métodos de diseño estructural de las losas de fundación. –.....	175
<b>4.3. Verificación de losa de cimentación.....</b>	<b>179</b>
<b>4.3.1 Presiones y Esfuerzos Promedio.....</b>	<b>183</b>
<b>4.3.2 Carga Promedio.....</b>	<b>186</b>

<b>4.3.3 Presión del Suelo Modificada</b> .....	187
<b>4.3.4 Carga Modificada</b> .....	188
<b>4.3.5 Determinación de cargas</b> .....	190
<b>4.3.6 Diseño de la armadura</b> .....	191
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	197
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>197</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>198</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>199</b>

## ANEXOS

Anexo 1. Topografía
Anexo 2. Estudio de Suelos
Anexo 3. Tablas
Anexo 4. Análisis de Cargas
Anexo 5. Juntas de Dilatación
Anexo 6. Listado de Vigas y Pilares
Anexo 7. Fichas Técnicas
Anexo 8. Especificaciones Técnicas
Anexo 9. Cómputos Métricos
Anexo 10. Precios Unitarios
Anexo 11. Presupuesto General
Anexo 12. Cronograma

## **PLANOS**

Plano 1. Planos arquitectónicos.

Plano 2. Replanteo planta baja y primer descanso.

Plano 3. Replanteo segundo descanso y primera planta.

Plano 4. Replanteo segunda planta y cubierta.

Plano 5 y 6. Armado de vigas planta baja.

Plano 7. Armado de vigas primer y segundo descanso.

Plano 8. Armado de vigas primera planta.

Plano 9. Armado de vigas primera y segunda planta.

Plano 10. Armado de vigas segunda planta.

Plano 11. Armado de vigas de cubierta.

Plano 12. Replanteo de cimentación y cuadro de pilares.

Plano 13, 14 y 15. Despiece de pilares.

Plano 16. Armado de escaleras.

Plano 17 y 18. Armadura de cimentación.

Plano 19. Armado de rampa.

Plano 20. Plano de estructura metálica.



## ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. 1. – Ubicación del Proyecto en el Departamento de Tarija.....	5
Figura 1. 2. – Ubicación del Proyecto en Barrio Villa Fátima.....	6
Figura 2. 1. – Gráfica de Plasticidad del Sistema Unificado.....	11
Figura 2. 2. – Ensayo de Penetración Estándar – SPT.....	12
Figura 2.3. – Equipo para el Ensayo de Penetración Estándar – SPT .....	12
Figura 2.4. – Diagrama Parábola-Rectángulo .....	21
Figura 2.5. – Diagrama Rectangular .....	22
Figura 2.6. – Diagrama de Cálculo Tensión-Deformación.....	25
Figura 2.7. – Diámetros Internos para Patillas en Barras Corrugadas .....	31
Figura 2.8. – Longitud de Anclaje en Centímetros ( $\emptyset$ en centímetros).....	33
Figura 2.9. – Longitud de anclaje para barras corrugadas aisladas de los coef. m .....	34
Figura 2.10. – Empalme por Traslape o Solape .....	34
Figura 2.11. – Losa Alivianada con Viguetas pretensadas .....	38
Figura 2. 12. – Armadura de Distribución de la Losa Alivianada.....	42
Figura 2.13. – Esquema del Comportamiento de una Viga a Flexión.....	42
Figura 2.14. – Diagramas de Pivotes .....	43
Figura 2.15. – DOMINIO 1 – Tracción Simple o Compuesta .....	44
Figura 2.16. – DOMINIO 2 – Flexión Simple o Compuesta .....	45
Figura 2.17. – DOMINIO 3 – Flexión Simple o Compuesta .....	46
Figura 2.18. – DOMINIO 4 – Flexión Simple o Compuesta .....	47
Figura 2.19. – DOMINIO 4a – Flexión Compuesta .....	48
Figura 2.20. – DOMINIO 5 – Compresión Simple o Compuesta .....	49
Figura 2.21. – Armadura y Encofrado de una Escalera .....	59
Figura 2.22. – Partes de una Escalera .....	60
Figura 2.23. – Condiciones de Borde en Tramos de Escalera.....	61
Figura 2.24. – Rampa de Hormigón Armado.....	64
Figura 2.25. – Barlovento y sotavento.....	69
Figura 3.1. – Fotografía de la Superficie del Terreno.....	76
Figura 3.2. – Fijación del punto de perforación en el terreno .....	77
Figura 3.3. – Fotografía del punto de perforación en el terreno.....	77
Figura 3.4. – Desnivel de la construcción a la acera.....	80
Figura 3.5. – Alternativa de Diseño 1 .....	82
Figura 3.6. – Alternativa de Diseño 2.....	83
Figura 3.7. – Alternativa de Diseño Seleccionada.....	84
Figura 3.8. – Estructura del Centro de Salud Villa Fátima Modelada en CYPECAD ..	85
Figura 3. 9. – Estructura del Centro de Salud de Salud Villa Fátima .....	88
Figura 3. 10. – Vista en Planta de la Disposición de las Viguetas .....	94
Figura 3. 11. – Losa Alivianada con Viguetas Pretensadas .....	94
Figura 3. 12. – Vigueta Pretensada CONCRETEC .....	95
Figura 3. 13. – Características Geométricas de la Vigueta Seleccionada .....	96

Figura 3. 14. – Sistema de Aplicación de la Vigüeta Pretensada .....	96
Figura 3. 15. – Sistema de Aplicación de la Vigüeta Pretensada .....	98
Figura 3. 16. – Características geométricas de la vigüeta pretensada.....	100
Figura 3. 17. – Sección compuesta de vigüeta pretensada.....	101
Figura 3. 18. – Sección compuesta viga en T.....	101
Figura 3. 19. – Características Geométricas de la Vigüeta - Sección Compuesta Viga en T.....	101
Figura 3. 20. – Losa calculada como una viga simplemente apoyada.....	103
Figura 3. 21. – Diagrama de momento de la losa como simplemente apoyada .....	104
Figura 3.22. – Punto de Aplicación de la Fuerza de Pretensado (Fp).....	104
Figura 3. 23. – Envoltentes de Diseño de la Viga – Momentos .....	112
Figura 3. 24. – Envoltente de Diseño de la viga – Cortantes .....	118
Figura 3. 25. – Representación Gráfica de los Cortantes de Diseño .....	119
Figura 3.26. – Disposición de la Armadura de la Viga.....	131
Figura 3.27. – Columna en Estudio P22 .....	132
Figura 3.28. – Disposición de la Armadura en la Columna P22 .....	140
Figura 3.29 – Vista en Planta de Escalera.....	141
Figura 3.30. – Características Geométricas de la Escalera .....	142
Figura 3.31. – Cargas para el Cálculo de la Armadura Principal .....	144
Figura 3.32. – Escalera como una Losa Simplemente Apoyada .....	144
Figura 3. 33. – Diagrama de Momentos de la Escalera, como losa Simplemente Apoyada .....	145
Figura 3.34. Diagrama de Momentos de la Escalera, Esquema Real Apoyo Simple. .	145
Figura 3.35. Consideraciones de las cargas para el cálculo de la armadura negativa .....	151
Figura 3.36. – Escalera como una losa, apoyo empotrado.....	151
Figura 3.37. – Diagrama de momento en la escalera como losa empotrada en su apoyo .....	151
Figura 3.38. – Diagrama de momento en la escalera, esquema real apoyo empotrado	151
Figura 3.39. – Disposición de la Armadura en la Escalera .....	151
Figura 3.40. Correa más solicitada y diseñada.....	158
Figura 3.41. Cordón inferior más solicitada y diseñada .....	161
Figura 3.42. Cordón superior más solicitada y diseñada .....	163
Figura 3.43. Forma de la placa y distribución de los pernos.....	164
Figura 3.44. Detalle de la unión empernada.....	165
Figura 4.1. – Losa de Espesor constante.....	172
Figura 4.2. – Losa con Capiteles inferiores y superiores .....	172
Figura 4.3. – Losa Nervada Con Nervios Superiores e Inferiores.....	173
Figura 4.4. – Losa Binervada con Nervios Inferiores.....	173
Figura 4.5. – Losa con Capiteles Superior e Inferior.....	174
Figura 4.6. – Losa Cajón.....	174
Figura 4.7. – Losa de Canto Variable .....	175

Figura 4.8. – Pilares Interiores. ....	178
Figura 4.9. – Pilares de Borde. ....	178
Figura 4.10. – Pilares De Esquina. ....	178
Figura 4.11. – Losa de cimentación con los pilares. ....	179
Figura 4.12. – Centro de gravedad de la losa de cimentación.....	182
Figura 4.13. – División por franjas en el eje X .....	185
Figura 4.14. – División por franjas en el eje Y .....	186
Figura 4.15. – Distribución de fuerzas sobre franja B4 .....	191
Figura 4.16. – Distribución de fuerzas sobre franja B14 .....	193

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Población barrio Villa Fátima.....	7
Tabla 2.1. Simbología del Sistema Unificado.....	10
Tabla 2.2. Hormigones Según su Resistencia en Mpa.....	19
Tabla 2.3. Asentamientos Admisibles.....	19
Tabla 2.4. Estados Límites Últimos - Coeficientes de Minoración de la Resistencia de los Materiales.....	20
Tabla 2.5. Resistencia del Hormigón en Función del Tipo de Acero.....	20
Tabla 2.6. Diámetros y Áreas de Barras Corrugadas.....	24
Tabla 2.7. Recubrimientos Mínimos en Milímetros.....	29
Tabla 2.8. Longitudes de anclaje para barras corrugadas aisladas valores de los coeficientes m.....	34
Tabla 2.9. Porcentaje Máximo de Barras Empalmadas con Relación a la Sección.....	35
Tabla 2.10. Dimensiones de las Viguetas.....	38
Tabla 2. 11. Valores de Kre y J.....	40
Tabla 2. 12. Valores de C.....	41
Tabla 2.13. Coeficiente de Pandeo.....	56
Tabla 3. 1. Resultados del Estudio de Suelos.....	78
Tabla 3. 2. Resultados del Estudio de Suelos con correcciones.....	79
Tabla 3. 3. Elevaciones de las Plantas.....	87
Tabla 3. 4. Especificaciones Técnicas Viguetas Pretensadas CONCRETEC.....	95
Tabla 3. 5. Sistema de Aplicación de la Vigueta Pretensada.....	96
Tabla 3. 6. Comparación Vigueta Pretensada - Vigueta Prefabricada.....	97
Tabla 3.7. Complemento Plastoformo CONCRETEC.....	98
Tabla 3.8. Propiedades de la Vigueta.....	100
Tabla 3.9. Propiedades de la Vigueta Compuesta.....	102
Tabla 3.10. Resultados Armadura Longitudinal.....	116
Tabla 3.11. Resultados de Armadura Transversal.....	122
Tabla 3.12. Máxima Abertura Característica Aceptable de Fisura.....	123
Tabla 3.13. Resumen General Armadura de la viga.....	130
Tabla 3.14 . Geometría de los Elementos que Concurren a la Columna.....	133
Tabla 3.15 . Geometría de los Elementos que Concurren a la Columna.....	133
Tabla 3.16. Resumen General de los Resultados para la Columna P22.....	139
Tabla 3.17. Características geométricas del perfil seleccionado para la correa.....	156
Tabla 3.18. Características geométricas del perfil para el cordón inferior.....	159
Tabla 3.19. Características geométricas del perfil para el cordón inferior.....	161
Tabla 3.20. Distancia mínima de anclaje.....	165
Tabla 3.21. Módulo de Ítems.....	167
Tabla 4.1. – Recomendaciones para uso de módulo de balasto.....	181
Tabla 4.2. – Cargas de las columnas.....	181
Tabla 4.3. – Presiones ejercidas en cada columna.....	184
Tabla 4.4. –Esfuerzos promedio eje x.....	186

Tabla 4.5. – Esfuerzos promedio eje y.....	187
Tabla 4.6. –Carga promedio eje x.....	186
Tabla 4.7. – Carga promedio eje y.....	187
Tabla 4.8. – Presiones modificadas en el eje x.....	187
Tabla 4.9. – Presiones modificadas en el eje Y.....	187
Tabla 4.10. – Factor por modificación eje X.....	188
Tabla 4.11. – Factor por modificación eje Y.....	188
Tabla 4.12. – Carga de columnas modificadas en franja B4.....	190
Tabla 4.13. – Carga de columnas modificadas en franja B14.....	190