

**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 CENTRO DE SALUD  
LAJAS”**

(DEPARTAMENTO DE TARIJA, PROV. MÉNDEZ, MUNICIPIO DE SAN LORENZO,  
COMUNIDAD DE LAJAS)

**Por:**

**GROVER SERRANO MICHEL**

**SEMESTRE I – 2023**

**TARIJA -BOLIVIA**

### ***Dedicatoria***

*A toda mi familia, por el apoyo incondicional a cumplir mis metas.*

*Especialmente a mi madre a pesar de las adversidades me da su comprensión y sus consejos.*

*A mis sobrinos por alegrar cada día que pasa.*

*A mi padre que desde el cielo me acompaña en cada momento y ha sido el pilar fundamental para seguir por mis sueños.*

## ÍNDICE

CAPÍTULO N°1 .....	1
1. Antecedentes del Proyecto .....	1
1.1 Problemática Actual .....	1
1.2 Planteamiento del Problema .....	1
1.2.1 Planteamiento .....	1
1.2.2 Formulación .....	2
1.2.3 Sistematización.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo General .....	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
1.4 Justificación .....	3
1.4.1 Académica.....	3
1.4.2 Técnica .....	3
1.4.3 Social.....	3
1.5 Alcance del proyecto.....	4
1.6 Localización del Proyecto.....	4
1.6.1 Descripción del Lugar de Emplazamiento .....	5
1.7 Información socioeconómica relativa al proyecto .....	6
1.7.1 Aspectos demográficos .....	6
1.7.2 Población de la zona de estudio .....	6
1.7.3 Aspectos Económicos .....	7
1.8 Servicios Básicos .....	8
1.8.1 Procedencia del Agua.....	8
1.8.2 Energía Eléctrica .....	9
1.8.3 Alcantarillado.....	10
1.8.4 Tipos de Energía alternativa.....	10
1.9 Servicio de Salud .....	10
CAPÍTULO N°2.....	12
2. Marco Teórico.....	12
2.1 Levantamiento Topográfico.....	12
2.1.1 Definición de levantamiento Topográfico.....	12

2.2 Estudio de Suelos.....	12
2.2.1 Ensayo de Penetración Estándar (SPT).....	13
2.3 Diseño Arquitectónico .....	13
2.4 Idealización de las Estructuras.....	14
2.4.1 Análisis Estructural en Estructuras de Hormigón .....	14
2.4.2 Sustentación de Cubierta.....	15
2.4.2.1 Limitaciones y consideraciones de secciones abiertas conformadas en frío .	15
2.4.2.2 Formas seccionales, Consideraciones de Diseño .....	16
2.4.3 Sustentación de la edificación .....	17
2.4.3.1 Estructura aporticada .....	17
2.4.3.2 Resistencia del Hormigón.....	17
2.4.3.3 Resistencia de Cálculo.....	17
2.4.3.4 Categoría y clases de Exposición .....	18
2.4.3.5 Resistencia de Diseño.....	19
2.4.3.6 Factores de Reducción de Resistencia para Elementos de Hormigón Estructural y Conexiones.....	19
2.4.3.7 Características y Geometría de los aceros .....	20
2.4.3.7.1 Características del acero .....	20
2.4.3.7.2 Diámetros de Aceros Comerciales en Bolivia.....	21
2.4.3.7.3 Módulo de Deformación Longitudinal .....	21
2.4.3.7.4 Requisitos para recubrimientos específico de hormigón .....	21
2.4.4 Fundaciones.....	22
2.5 Diseño Estructural.....	23
2.5.1 Análisis de Cargas.....	23
2.5.1.1 Combinación de Cargas para el Hormigón Armado .....	23
2.5.1.2 Combinación de acciones para elementos de acero conformado en frío.....	24
2.5.2 Estructura de Sustentación de Cubierta.....	24
2.5.2.1 Diseño de Armaduras o Cerchas .....	25
2.5.2.2 Método de Calculo.....	26
2.5.2.3 Barras de Secciones Abiertas Sometidas a Tracción Axial .....	26
2.5.2.4 Barras de Secciones Abiertas Sometidas a Compresión Axil .....	27
2.5.2.5 Resistencia al Pandeo Lateral-Torsional .....	28
2.5.3 Estructura de Sustentación de la edificación.....	32

2.5.3.1 Ganchos Estándar y Diámetro interior de Doblado.....	32
2.5.3.2 Longitud de Desarrollo.....	34
2.5.3.3 Longitud de empalme por traslape de barras corrugadas a compresión.....	34
2.5.3.4 Armaduras en Vigas y Columnas .....	35
2.5.3.5 Disposición general del refuerzo, según la GBDS 2018 .....	37
2.5.3.6 Diseño de vigas.....	39
2.5.3.7 Diseño de Columnas.....	44
2.5.4 Estructura complementaria.....	47
2.5.5 Fundaciones.....	47
2.5.5.1 Zapatas Aisladas .....	47
2.5.5.2 Zapatas Combinadas.....	48
2.6 Estrategia para la Ejecución.....	49
2.6.1 Especificaciones Técnicas.....	49
2.6.2 Cómputos métricos.....	49
2.6.3 Precios Unitarios .....	50
2.6.4 Presupuesto.....	52
2.6.5 Planeamiento y Cronograma .....	52
CAPÍTULO N°3.....	54
3 Ingeniería de Proyecto .....	54
3.1 Análisis de la topografía .....	54
3.2 Análisis del estudio de suelos .....	55
3.3 Análisis del estudio arquitectónico .....	57
3.4 Planteamiento Estructural .....	58
3.4.1 Estructura de Cubierta.....	59
3.4.2 Estructura de edificación.....	60
3.5 Análisis, Cálculo y Diseño Estructural .....	61
3.5.1.1 Diseño de Cubierta metálica .....	62
3.5.1.2 Comprobación a Pandeo Lateral-Torsional.....	78
3.5.1.3 Diseño de la unión soldada.....	83
3.5.2 Estructura de sustentación de la edificación .....	86
3.5.2.1 Consideraciones para el Diseño Estructural.....	86
3.5.2.2 Pre dimensionamiento de elementos estructurales.....	87

3.5.2.3 Cargas consideradas en el diseño .....	88
3.5.2.4 Elementos más solicitados .....	89
3.5.2.4.1 Diseño Estructural de la viga.....	89
3.5.2.4.2 Diseño Estructural de la columna.....	101
3.5.2.4.3 Diseño Estructural de Losa.....	116
3.5.3 Estructuras complementarias.....	126
3.5.3.1 Diseño de Escalera.....	126
3.5.4 Fundaciones.....	142
3.5.4.1 Diseño de zapata aislada.....	142
3.5.4.2 Diseño de zapata combinada .....	150
3.6 Desarrollo de estrategia para la ejecución del proyecto.....	157
3.6.1 Especificaciones Técnicas.....	157
3.6.2 Precios unitarios .....	157
3.6.3 Cómputos métricos.....	158
3.6.4 Presupuesto.....	158
3.6.5 Planteamiento y cronograma .....	158
CAPÍTULO N°4.....	160
4.1 Marco Conceptual.....	160
4.2 Parámetros de cálculo del espectro de diseño.....	162
4.2.1 Pseudo Aceleración Sísmica <b><i>So</i></b> .....	162
4.2.2 Factor de importancia <b><i>Ie</i></b> .....	163
4.2.3 Tipo de suelo <b><i>S</i></b> .....	164
4.2.4 Factor de Reducción Sísmica nominal <b><i>Ro</i></b> .....	165
4.2.5 Factor de Irregularidad en altura <b><i>Ia</i></b> .....	165
4.2.6 Factor de irregularidad en planta <b><i>Ip</i></b> .....	166
4.2.7 Factor Topográfico <b><math>\tau</math></b> .....	167
4.2.8 Coeficiente de sitio de periodo corto <b><i>Fa</i></b> .....	167
4.2.9 Coeficiente de sitio de periodo largo <b><i>Fv</i></b> .....	168
4.3 Espectro de respuesta para diseño base .....	168
4.4 Espectro de Diseño para el Proyecto Centro de Salud Lajas .....	170
4.5 Cortante Basal.....	174
4.5.1 Cortante Estático .....	174

4.5.2 Cortante Dinámico .....	174
4.5.3 Corrección de Cortante Basal.....	175
4.6 Corrección de Derivas.....	176
4.7 Corrección por Efectos P-Delta .....	177
4.8 Curvas de Pseudo Aceleraciones, Pseudo Velocidades y Pseudo Desplazamientos	179
4.9 Interacción Suelo estructura con SAFE v.2016 .....	183
Conclusiones .....	186
Recomendaciones .....	187
Bibliografía .....	189