

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



**“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CENTRO DE  
SALUD DISTRITO 4 BERMEJO”**

**Por:**

**HUGO FERNANDO NIEVES FERNÁNDEZ**

Tesis presentada a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

SEMESTRE 1 – 2021

**TARIJA-BOLIVIA**

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

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CENTRO  
DE SALUD DISTRITO 4 BERMEJO”**

**Por:**

**HUGO FERNANDO NIEVES FERNÁNDEZ**

**SEMESTRE 1 - 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. Benito Quispe Romualdo

---

Ing. Moisés Díaz Ayarde

---

Ing. Paul Carrasco Arnold

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.

**DEDICATORIAS:**

Dedico el presente trabajo a mis padres, Hugo y Sonia, mi hermano y toda mi familia por el apoyo incondicional, la confianza y el respaldo que me brindaron en esta etapa tan importante de mi vida.

**AGRADECIMIENTOS:**

Agradezco a Dios por darme las fuerzas y la fe para realizar el presente proyecto.

**PENSAMIENTO:**

“Cuando la idea ha sido transmitida, poco importan las palabras que le han servido de escolta”

*ZHUANGZI*

1.	CAPITULO I ANTECEDENTES	
1.1.	El Problema .....	1
1.1.1.	Planteamiento.....	1
1.1.2.	Formulación.....	2
1.1.3.	Sistematización .....	2
1.2.	Objetivos .....	3
1.2.1.	Objetivo General .....	3
1.2.2.	Objetivos Específicos .....	3
1.3.	Justificación.....	4
1.3.1.	Técnica .....	4
1.3.2.	Académica .....	4
1.3.3.	Social-Institucional .....	4
1.4.	Localización .....	4
1.4.1.	Disponibilidad de servicios .....	6
1.5.	Alcance de proyecto.....	6
2.	CAPITULO II MARCO TEORICO	
2.1.	Generalidades .....	7
2.2.	Levantamiento topográfico .....	7
2.3.	Estudio de Suelos.....	7
2.3.1.	Prueba de penetración estándar SPT-ASTM 1586 .....	7
2.4.	Planteamiento del diseño estructural .....	9
2.4.1.	Estructura de sustentación de la edificación.....	9
2.4.2.	Normas de diseño .....	9
2.4.3.	Análisis de acciones sobre la estructura .....	9
2.4.3.1.	Análisis de cargas muertas .....	10
2.4.3.2.	Análisis de cargas vivas .....	10
2.4.3.3.	Análisis de carga de viento .....	10
2.4.3.3.1.	Presión dinámica de viento.....	10
2.4.3.3.2.	Coefficiente de exposición.....	11



2.4.3.3.3.	Coeficiente eólico o de presión.....	11
2.5.	Diseño de la estructura de sustentación de hormigón armado .....	11
2.5.1.	Hormigones.....	11
2.5.1.1.	Componentes .....	12
2.5.1.1.1.	Cementos .....	12
2.5.1.1.2.	Áridos .....	12
2.5.1.1.3.	Agua .....	12
2.5.1.2.	Propiedades del Hormigón .....	12
2.5.1.2.1.	Resistencia.....	13
2.5.1.2.2.	Consistencia.....	13
2.5.1.2.3.	Coeficientes de dilatación.....	13
2.5.2.	Aceros.....	13
2.5.2.1.	Características geométricas .....	13
2.5.2.2.	Características mecánicas .....	14
2.5.3.	Estados Límites.....	14
2.5.3.1.	Estados límites últimos (E.L.U.).....	15
2.5.3.2.	Estados límites de servicio (E.L.S.) .....	16
2.5.3.3.	Coeficientes de minoración de resistencia de materiales y mayoración de cargas.....	17
2.5.3.4.	Hipótesis de carga .....	18
2.5.4.	Bases de calculo .....	20
2.5.4.1.	Caracterización del estado límite último .....	20
2.5.4.2.	Compatibilidad de deformaciones .....	20
2.5.4.3.	Diagrama tensión deformación del hormigón .....	20
2.5.4.4.	Diagrama tensión deformación del acero .....	21
2.5.5.	Dominios de deformación .....	22
2.5.6.	Flexión.....	23
2.5.7.	Compresión.....	26
2.5.8.	Cortante .....	27
2.6.	Análisis y diseño de elementos estructurales .....	29
2.6.1.	Vigas.....	29

2.6.1.1.	Estados límites de servicio (E.L.S.) .....	31
2.6.1.1.1.	Comprobación de la flecha .....	31
2.6.1.1.2.	Comprobación de torsión.....	31
2.6.2.	Columnas .....	35
2.6.3.	Losas.....	40
2.6.3.1.	Losa Alivianada .....	40
2.6.3.2.	Losa Casetonada. ....	41
2.6.4.	Zapatas.....	46
2.6.5.	Escaleras .....	49
2.7.	Estrategias de ejecución del proyecto.....	51
2.7.1.	Especificaciones técnicas .....	51
2.7.2.	Precios unitarios.....	51
2.7.3.	Cómputos métricos.....	53
2.7.4.	Presupuesto del proyecto.....	54
2.7.5.	Cronograma y ejecución del proyecto.....	54
3.	<b>CAPITULO III INGENIERIA DEL PROYECTO</b>	
3.1.	Generalidades .....	55
3.2.	Análisis del levantamiento topográfico .....	55
3.3.	Análisis y resultados del estudio de suelos .....	57
3.3.1.	Resultados de los estudios de suelos .....	59
3.4.	Planteamiento del diseño estructural .....	60
3.4.1.	Estructura de sustentación de la edificación.....	61
3.4.2.	Normas de diseño.....	61
3.4.3.	Análisis de acciones sobre la estructura.....	61
3.4.3.1.	Análisis de cargas muertas .....	61
3.4.3.1.1.	Peso propio de los elementos.....	61
3.4.3.1.2.	Peso del piso de cerámica.....	62
3.4.3.1.3.	Peso de la carpeta de nivelación .....	62
3.4.3.1.4.	Peso del Impermeabilizante.....	62
3.4.3.1.5.	Peso de muros y tabiquería .....	63
3.4.3.2.	Análisis de cargas vivas .....	64

3.4.3.2.1.	Sobrecarga de uso para la primera losa .....	64
3.4.3.2.2.	Sobrecarga de uso para la segunda losa .....	65
3.4.3.3.	Análisis de carga de viento .....	65
3.4.3.3.1.	Presión dinámica de viento .....	66
3.4.3.3.2.	Coeficiente de exposición .....	67
3.4.3.3.3.	Coeficiente eólico o de presión .....	67
3.5.	Diseño de la estructura de sustentación del hormigón armado .....	68
3.5.1.	Datos para el cálculo estructural .....	69
3.5.1.1.	Predimensionamiento de vigas y pilares .....	69
3.5.1.2.	Disposición de las cargas de servicio .....	70
3.5.1.3.	Determinación de la Traslacionalidad .....	70
3.5.1.4.	Coeficientes de pandeo .....	75
3.5.1.5.	Cálculo de la junta de dilatación .....	77
3.5.2.	Elementos más solicitados .....	78
3.5.3.	Esfuerzos de cálculo de los elementos más solicitados .....	80
3.5.3.1.	Viga .....	81
3.5.3.2.	Columna .....	81
3.5.3.3.	Zapata .....	82
3.5.3.4.	Losa .....	82
3.6.	Análisis y diseño de los elementos estructurales .....	82
3.6.1.	Viga .....	82
3.6.1.1.	Diseño en E.L.U. ....	82
3.6.1.1.1.	Diseño a flexión .....	83
3.6.1.1.2.	Diseño a cortante .....	87
3.6.1.2.	Comprobación en E.L.S. ....	90
3.6.1.2.1.	Verificación de deformaciones máximas. ....	90
3.6.1.2.2.	Comprobación de torsión .....	91
3.6.2.	Columna .....	92
3.6.3.	Zapata .....	95
3.6.3.1.	Comprobación al vuelco .....	97
3.6.3.2.	Comprobación al deslizamiento .....	97

3.6.3.3.	Comprobación a punzonamiento .....	98
3.6.3.4.	Diseño a flexión .....	98
3.6.3.5.	Diseño a cortante.....	99
3.6.4.	Losa .....	100
3.6.4.1.	Losa Alivianada .....	100
3.6.4.2.	Losa Casetonada .....	101
4.6.4.2.3.	Verificación de flechas de forjados reticulares .....	112
3.6.4.2.4.	Introducción de ábacos .....	113
3.6.5.	Escaleras .....	114
3.6.6.	Comparación de los resultados de los cálculos manuales con Cypecad.....	123
3.7.	Estrategias de ejecución del proyecto.....	126
3.7.4.	Especificaciones técnicas .....	126
3.7.5.	Precios unitarios.....	126
3.7.6.	Cómputos métricos.....	126
3.7.7.	Presupuesto del proyecto.....	127
3.7.8.	Cronograma y ejecución del proyecto.....	127
4.	<b>CAPITULO IV APORTE ACADEMICO</b>	
4.6.	Fundamento Teórico .....	129
4.7.	Análisis de cargas para zapata corrida.-.....	131
4.8.	Diseño de zapata Corrida.- .....	133
4.8.4.	Diseño a flexión .....	135
4.8.5.	Comprobación a Cortante.-.....	136
4.8.6.	Comprobación a Punzonamiento.- .....	136
4.9.	Análisis de cargas para zapata aislada: .....	137
4.10.	Diseño de Zapata Aislada.-.....	138
4.10.4.	Diseño a flexión .....	139
4.10.5.	Comprobación a cortante.....	140
4.10.6.	Comprobación a punzonamiento: .....	141
4.11.	Comparación Económica.....	141
4.12.	Comparación de Cuantías de Hormigón y Acero .....	142

4.12.1. Cuantías Geométricas.....	142
4.12.2. Cuantías en obra.....	143
4.13. Conclusión del Aporte Académico.- .....	143
CONCLUSIONES .....	145
RECOMENDACIONES .....	146
BIBLIOGRAFÍA .....	147
ANEXOS	
A.I. TABLAS USADAS EN EL DISEÑO	
A.II. ESTUDIO DE SUELOS	
A.III. MEMORIA DE CALCULO	
A.IV. ESPECIFICACIONES TECNICAS	
A.V. COMPUTOS METRICOS E INSUMOS	
A.VI. PRECIOS UNITARIOS Y COSTO TOTAL	
A.VII. CRONOGRAMA PERT	
A.VIII.PLANOS ARQUITECTONICOS	
A.IX. PLANOS ESTRUCTURALES	
A.X. PLANOS DEL APORTE ACADEMICO	

## Índice de Tablas

Tabla 2.1. Resistencia característica del hormigón .....	13
Tabla 2.2. Diámetros y áreas de barras corrugadas .....	14
Tabla 2.3. Clases de aceros y sus características técnicas.....	14
Tabla 2.4. Coeficientes de mayoración de cargas .....	17
Tabla 2.5. Coeficientes de minoración de resistencia de los materiales .....	18
Tabla 2.6. Valores de $W_t$ para diversas formas de secciones.....	34
Tabla 2.7. Coeficientes de pandeo para pilares aislados.....	37
Tabla 2.8. Coeficientes para el diseño de losas nervadas rectangulares .....	45
Tabla 3.1. Coordenadas y cotas de los puntos topográficos.....	56
Tabla 3.4. Resultado del estudio de suelos pozo N° 2 .....	59
Tabla 3.5. Resultado del estudio de suelos pozo N° 3 .....	60
Tabla 3.6. Datos de entrada para el cálculo.....	69
Tabla 3.7. Sumatorio de esfuerzos de pilares resumido del pre diseño .....	71
Tabla 3.8. Elementos más solicitados .....	80
Tabla 3.9. Viga T múltiples.....	108
Tabla 3.10. Comparación de resultados del cálculo de la Viga en E.L.U.....	123
Tabla 3.11. Comparación de resultados del cálculo de la Columna en E.L.U. ....	124
Tabla 3.12. Comparación de resultados del cálculo de la Zapata en E.L.U.....	125
Tabla 4.1. Resistencia Admisible Pozo n° 1 .....	129
Tabla 4.2. Resumen del Análisis Comparativo entre zapatas corridas y aisladas ....	142

## Índice de Figuras

Figura 1.1. Municipio de Bermejo: Proyecciones de Población 2017-2020.....	1
Figura 1.2 Mapa de ubicación del centro de salud por calles .....	5
Figura 2.1 Esquema de la prueba SPT .....	8
Figura 2.2. Diagrama parábola rectángulo .....	21
Figura 2.3. Diagrama tensión deformación del acero.....	21
Figura 2.4. Dominios de deformación .....	22
Figura 2.5. Sección sometida a flexión simple.....	24
Figura 2.6. Sección sometida a compresión .....	26
Figura 2.7. Ejemplos de torsión principal y torsión secundaria .....	32
Figura 2.8. Monograma para coeficientes de pandeo de pórticos .....	36
Figura 2.9. Ábaco en roseta para flexión esviada.....	39
Figura 2.11. Forjados Reticulares .....	43
Figura 2.12. Ábaco en placas .....	43
Figura 2.13. Parámetros que definen el forjado reticular.....	44
Figura 2.13. Altura equivalente Inercia constante.....	44
Figura 2.14. Representación gráfica de losas macizas y losas nervadas .....	45
Figura 2.14. Zapatas rígidas y zapatas flexibles.....	46
Figura 2.15. Anclaje de barras en zapatas rígidas y flexibles .....	49
Figura 2.16. Elementos de una escalera .....	50
Figura 3.1. Vista en perspectiva del edificio .....	55
Figura 3.2. Puntos topográficos.....	56
Figura 3.3. Pozos de estudio.....	57
Figura 3.4. Estratificación del suelo pozo n° 1 y pozo n° 2.....	58
Figura 3.5. Estratificación del suelo pozo n° 2 y pozo n° 3.....	58
Figura 3.6. Vista en planta de la primera losa .....	65
Figura 3.7. Vista en planta de la segunda losa .....	65
Figura 3.8. Mapa Eólico Zona Argentina.....	66
Figura 3.9. Esbeltez del edificio paralelo al viento .....	68

Figura 3.11. Alternancia de cargas de servicio primera losa .....	70
Figura 3.12. Figura para el cálculo de la junta de dilatación .....	78
Figura 3.13. Viga más solicitada entre C20 – C36 primera losa.....	79
Figura 3.14. Columna más solicitada C35 .....	79
Figura 3.15. Zapata más solicitada C35 .....	80
Figura 3.16. Envolturas de M, V, T.....	81
Figura 3.17. Esfuerzos de diseño de la columna .....	81
Figura 3.18. Esfuerzos de diseño de la zapata C35 .....	82
Figura 3.19. Momentos adimensionales en roseta de flexión esviada.....	94
Figura 3.20. Representación gráfica en planta de la losa analizada .....	102
Figura 3.21. Parámetros geométricos de la losa .....	103
Figura 3.22. Recubrimiento mecánico en nervios .....	103
Figura 3.20. Altura equivalente Inercia constante .....	104
Figura 3.21. Detalle de casetones .....	105
Figura 3.21. Sección “T” .....	107
Figura 3.22. Sección crítica para el diseño a cortante.....	110
Figura 3.23. Banda de un metro de ancho.....	111
Figura 3.24. Sección crítica de cortante .....	111
Figura 3.20. Vista en planta escalera .....	114
Figura 3.21. Características geométricas de la escalera.....	115
Figura 3.22. Consideración de cargas para el cálculo de la armadura principal .....	117
Figura 3.23. Escalera como una losa simplemente apoyada .....	117
Figura 3.24. Diagrama de momentos de la escalera, como losa simplemente apoyada .....	118
Figura 3.25. Diagrama de momentos de la escalera, esquema real apoyo simple ...	118
Figura 3.26. Consideraciones de la carga para el cálculo de la armadura negativa .	118
Figura 3.27. Escalera como una losa, apoyo empotrado.....	119
Figura 3.28. Diagrama de momentos en la escalera, como losa empotrada en sus apoyos.	119
Figura 3.29. Diagrama de momentos en la escalera, esquema real apoyos empotrados....	119
Figura 3.20. Armado de la viga, entre las columnas 20-36.....	124
Figura 3.21. Armado de la Columna.....	125
Figura 3.22. Armado de la Zapata C19 .....	126



Figura 4.1. Zona del Análisis Comparativo .....	128
Figura 4.2. Estratificación del terreno pozo n° 1 .....	129
Figura 4.3. Diferencias entre Zapatas Aisladas y Corridas. ....	130