

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



“DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA UNIDAD EDUCATIVA FRAY
QUEBRACHO EN LA CIUDAD DE TARIJA”

TOMO I (INFORME – ANEXOS)

Por:

RUTH NOEMI OLMEDO MAMANI

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 - 2019

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 DE LA UNIDAD EDUCATIVA FRAY
QUEBRACHO EN LA CIUDAD DE TARIJA”**

Por:

RUTH NOEMI OLMEDO MAMANI

PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV-502.

SEMESTRE I – 2019

TARIJA - BOLIVIA

.....
Ing. Javier Castellanos Vásquez
DOCENTE DE LA MATERIA CIV - 502

.....
M. Sc. Ing. Ernesto Álvarez Gozalvez

**DECANO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

.....
M. Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa

**VICEDECANA DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

TRIBUNAL:

.....
M. SC. ING. DAVID ZENTENO BENÍTEZ

.....
M. SC. ING. DIMAR FERNÁNDEZ SULCA

.....
M. SC. ING. MABEL ZAMBRANA VELASCO

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

DEDICATORIA:

Este trabajo está dedicado con todo mi amor y afecto a mi querida familia, por ayudarme a cumplir mis metas con su apoyo incondicional en todo momento, por su comprensión y consejos para ser una mejor persona cada día.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida y la fortaleza que me ha permitido llegar a culminar esta etapa tan importante en mi vida.

A mis queridos padres por el apoyo ofrecido durante mi permanencia dentro del núcleo familiar.

A mis hermanos por estar siempre conmigo en todos los momentos y dedicarme todo su amparo en el transcurso de mi vida estudiantil.

A todos mis amigos y amigas de la universidad por ser buenos compañeros.

A todos los docentes que me brindaron sus conocimientos en toda mi carrera.

PENSAMIENTO:

“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber”.

Albert Einstein

ÍNDICE

RESUMEN DEL PROYECTO

CAPÍTULO I	1
1. ANTECEDENTES	1
1.1. Problema	1
1.1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.2. Formulación	2
1.1.3. Sistematización	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. General	3
1.2.2. Específicos	3
1.3. Justificación.....	4
1.3.1. Académica.....	4
1.3.2. Técnica	4
1.3.3. Social.....	4
1.4. Marco de Referencia	5
1.4.1. Espacial	5
1.4.2. Información socioeconómica relativa al proyecto	6
1.4.3. Servicios básicos existentes	7
1.4.4. Temporal	8
1.5. Alcance.....	8
CAPÍTULO II	10
2. MARCO TEÓRICO	10
2.1. Levantamiento Topográfico	10
2.2. Estudio de Suelos	11
2.2.1. Ensayo de Penetración Estándar (SPT):.....	17
2.3. Diseño Arquitectónico	21
2.4. Idealización de las estructuras.....	21
2.5. Normas de Diseño de los elementos estructurales	23
2.6. Método de Diseño	23

2.6.1. Coeficientes de Seguridad.....	29
2.7. Diseño de Elementos Estructurales.....	30
2.7.1. Diseño de losas.....	30
2.7.1.1. Losa Alivianada	31
2.7.1.2. Losa Reticular	37
2.7.2. Diseño de Vigas	43
2.7.3. Diseño de Columnas	50
2.7.4. Obras Complementarias	61
2.7.4.1. Escaleras.....	61
2.7.4.2. Rampa	67
2.7.5. Fundaciones (Zapata Aislada).....	67
2.8. Estrategia para la ejecución del proyecto.....	80
2.8.1. Especificaciones técnicas	80
2.8.2. Cómputos métricos.....	81
2.8.3. Análisis de Precios unitarios	82
2.8.4. Presupuesto general de la obra.....	82
2.8.5. Cronograma de ejecución de la obra.....	83
CAPÍTULO III	84
3. INGENIERÍA DEL PROYECTO	84
3.1. Análisis del Levantamiento Topográfico.....	84
3.2. Análisis del Estudio de Suelos	85
3.3. Análisis del Diseño Arquitectónico	86
3.4. Modelo Estructural.....	87
3.4.1. Estructura de la edificación.....	87
3.4.2. Fundaciones.....	87
3.5. Normas Consideradas.....	87
3.6. Análisis, Cálculo y Diseño estructural (Análisis de carga).....	88
3.6.1. Características del Proyecto	88
3.6.1.1. Materiales.....	88
3.6.1.2. Características del suelo de fundación	89

3.6.1.3. Pre dimensionamiento de los elementos estructurales	90
3.6.1.4. Cargas consideradas en el diseño	91
3.6.1.5. Juntas de dilatación	91
3.6.2. Elementos más solicitados	95
3.7. Diseño y Verificación de los Elementos Estructurales	100
3.7.1. Diseño de Losas	100
3.7.1.1. Losa Aliviada	100
3.7.1.2. Losa Reticular	121
3.7.2. Diseño de Viga.....	135
3.7.3. Diseño de la Columna	144
3.7.4. Diseño de Obras Complementarias	150
3.7.4.1. Escalera	150
3.7.4.2. Rampa	162
3.7.5. Diseño de la Zapata Aislada.....	168
3.8. Estrategia para la ejecución de la Obra.....	176
3.8.1. Especificaciones técnicas	176
3.8.2. Cálculos métricos.....	177
3.8.3. Análisis de Precios unitarios	177
3.8.4. Presupuesto general de la obra.....	177
3.8.5. Cronograma de Ejecución	177
CAPÍTULO IV	178
4. APOORTE ACADÉMICO (DISEÑO DE ESCALERA AUTOPORTANTE) 178	
4.1. Marco conceptual	178
4.1.1. Estados 1 y 2 - Flexión simple	180
4.1.2. Estados 3 y 4 - Flexo-tracción y Flexo-compresión.....	181
4.1.3. Estados 5 y 6 - Flexión vertical y horizontal en el descanso	185
4.1.4. Estado 7 – Esfuerzo Axial en las rampas superior e inferior	187
4.1.5. Estados 8 y 9 – Momentos debido a empotramiento en apoyos	189
4.2. Alcance del aporte académico.....	194
4.3. Cálculo de sistemas de Escaleras Autoportantes con descanso en voladizo.....	194

4.4. Verificación de los resultados obtenidos.....	215
4.5. Estudio comparativo.....	217
CONCLUSIONES	220
RECOMENDACIONES	222

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS:

ANEXO 1: Tablas, Cuadros y Ábacos para diseño y cálculo del Hormigón Armado

ANEXO 2: Plano Topográfico

ANEXO 3: Estudio de Suelos

ANEXO 4: Análisis de cargas

ANEXO 5: Especificaciones Técnicas

ANEXO 6: Cómputos Métricos

ANEXO 7: Análisis de Precios Unitarios

ANEXO 8: Presupuesto General

ANEXO 9: Cronograma de Actividades

ANEXO 10: Planos Arquitectónicos

ANEXO 11: Planos Estructurales

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.1 Mapa de Bolivia, Departamento de Tarija y Provincia Cercado.....	5
Figura N° 1.2 Imagen Satelital del emplazamiento del Proyecto en el Barrio Fray Quebracho.....	6
Figura N° 2.1 Granulometría de un suelo de grano Grueso obtenida por un análisis granulométrico por mallas.....	13
Figura N° 2.2 Definición de los Límites de Atterberg.....	16
Figura N° 2.3 Capacidad portante para arcillas y mezclas de suelo.....	20
Figura N° 2.4 Formas de Anclaje.....	26
Figura N° 2.5 Longitud de Anclaje en centímetros.....	26
Figura N° 2.6 Geometría de losa alivianada.....	32
Figura N° 2.7 Restricciones de dimensiones para losa reticular.....	38
Figura N° 2.8 Transmisión de cargas de nervio a placa.....	39
Figura N° 2.9 Líneas de rotura.....	41
Figura N° 2.10 Secciones críticas.....	42
Figura N° 2.11 Secciones Típicas de soporte de Hormigón Armado.....	50
Figura N° 2.12 Limitaciones en el Armado de soportes.....	52
Figura N° 2.13 Nomogramas para determinar el Coeficiente de Pandeo.....	55
Figura N° 2.14 Partes componentes de una escalera.....	62
Figura N° 2.15 Condiciones de borde en tramos de escaleras.....	63
Figura N° 2.16 Casos de excentricidad.....	68
Figura N° 2.17 Vista en planta de zapata aislada sometida a cargas y momentos.....	68
Figura N° 2.18 Caso I ($e = 0$).....	69
Figura N° 2.19 Caso II (Cuando $e \leq A/6$).....	70
Figura N° 2.20 Caso III (Cuando $e = A/6$).....	71
Figura N° 2.21 Caso IV (Cuando $e \geq A/6$).....	72
Figura N° 2.22 Tipos de Zapatas aisladas.....	72

Figura N° 2.23 Zapatas rígidas y flexibles.....	73
Figura N° 2.24 Distribución de presiones bajo una zapata.....	74
Figura N° 2.25 Cálculo a flexión de una zapata flexible.....	77
Figura N° 2.26 Comprobaciones a cortante y punzonamiento.....	78
Figura N° 3.1 Ubicación de la Unidad Educativa.....	84
Figura N° 3.2 Puntos en los que se realizó el estudio de suelos.....	85
Figura N° 3.3 Ubicación de las Juntas de dilatación.....	93
Figura N° 3.4 Envoltentes de M y V del Pórtico 45, Viga 17.....	96
Figura N° 3.5 Pórtico 45, Viga 17.....	97
Figura N° 3.6 Esfuerzos de diseño de la columna C26.....	97
Figura N° 3.7 Columna C26.....	98
Figura N° 3.8 Escalera.....	98
Figura N° 3.9 Rampa.....	99
Figura N° 3.10 Zapata C75.....	99
Figura N° 3.11 Representación gráfica de la losa.....	100
Figura N° 3.12 Losa Alivianada con viguetas pretensadas.....	101
Figura N° 3.13 Vigueta Pretensada CONCRETEC.....	101
Figura N° 3.14 Características Geométricas de la Vigueta seleccionada.....	102
Figura N° 3.15 Sistema de Aplicación de la Vigueta.....	103
Figura N° 3.16 Características Geométricas del complemento de Plastoformo.....	105
Figura N° 3.17 Espesor mínimo de la carpeta de Compresión.....	106
Figura N° 3.18 Características Geométricas de la Vigueta Pretensada.....	108
Figura N° 3.19 Características Geométricas de la sección Homogeneizada.....	109
Figura N° 3.20 Punto de Aplicación de la Fuerza de Pretensado (Fp).....	112
Figura N° 3.21 Armadura de distribución de la losa alivianada.....	118
Figura N° 3.22 Riostras Transversales en Losas Alivianadas.....	120
Figura N° 3.23 Losa reticular a verificar.....	121

Figura N° 3.24 Dimensiones de la Losa reticular empleada en el diseño.....	123
Figura N° 3.25 Altura Equivalente.....	124
Figura N° 3.26 Losa Analizada.....	125
Figura N° 3.27 Grafica de los Momentos calculados en la losa reticular.....	130
Figura N° 3.28 Armado de Losa Reticular H=30 cm (Bordes de la losa).....	134
Figura N° 3.29 Armado de la Viga 17.....	143
Figura N° 3.30 Armado de la Columna.....	149
Figura N° 3.31 Vista en planta de la Escalera.....	150
Figura N° 3.32 Características Geométricas de la Escalera.....	151
Figura N° 3.33 Consideración de la escalera para el cálculo de la armadura principal.....	153
Figura N° 3.34 Consideración como una losa plana y simplemente apoyada.....	153
Figura N° 3.35 Diagrama de momentos de la escalera, como losa plana.....	154
Figura N° 3.36 Diagrama de momentos de la escalera, esquema real.....	154
Figura N° 3.37 Consideración de la escalera para el cálculo de la armadura negativa.....	155
Figura N° 3.38 Consideración como una losa plana, apoyo empotrado.....	156
Figura N° 3.39 Diagrama de momentos de la escalera (empotrada).....	156
Figura N° 3.40 Diagrama de momentos de la escalera, esquema real.....	156
Figura N° 3.41 Disposición de la armadura en la escalera.....	161
Figura N° 3.42 Vista en Planta de la Rampa.....	162
Figura N° 3.43 Representación gráfica de la zapata aislada.....	168
Figura N° 3.44 Gráfica de los resultados obtenidos para la zapata aislada.....	176
Figura N° 4.1 Escalera Autoportante.....	178
Figura N° 4.2 Sistemas de Escaleras Autoportantes.....	179
Figura N° 4.3 Análisis de Escaleras Autoportantes.....	180
Figura N° 4.4 Hipótesis de Carga en Escaleras.....	181

Figura N° 4.5 Fuerzas de tracción y compresión en las rampas de la escalera.....	182
Figura N° 4.6 Excentricidades de cálculo.....	184
Figura N° 4.7 Esfuerzos horizontales eje Y en el descanso.....	186
Figura N° 4.8 Disposición de armaduras para tracción y compresión en el descanso.....	187
Figura N° 4.9 Disposición de armaduras por tensión.....	188
Figura N° 4.10 Deformación por tensión axial.....	190
Figura N° 4.11 Deformación por flexión.....	191
Figura N° 4.12 Deformaciones en rampas superior e inferior.....	192
Figura N° 4.13 Deformaciones en ambas rampas.....	193
Figura N° 4.14 Disposición de las fuerzas actuantes en los apoyos.....	211
Figura N° 4.15 Fuerza actuante en los apoyos.....	212
Figura N° 4.16 Disposición de la Armadura de la Escalera Autoportante.....	216

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Relación de Resistencia para las Arcillas.....	18
Tabla 2.2 Relación de Resistencia para las Arenas.....	19
Tabla 2.3 Asentamientos Admisibles.....	25
Tabla 2.4 Longitudes de anclaje para barras corrugadas aisladas, valores de los coeficientes m.....	27
Tabla 2.5 Recubrimientos Mínimos.....	28
Tabla 2.6 Diámetro mínimo de doblado de barras.....	29
Tabla 2.7 Estados límites últimos – Coeficientes de minoración de la resistencia de los materiales.....	30
Tabla 2.8 Relaciones L/d en vigas y losas de hormigón armado sometidos a flexión simple.....	34
Tabla 2.9 Cuantías geométricas mínimas, referidas a la sección total de hormigón, en tanto por mil.....	35
Tabla 2.10 Valores Límites.....	45
Tabla 2.11 Tabla Universal para flexión simple o compuesta.....	46
Tabla 2.12 Longitud de pandeo de las piezas aisladas.....	54
Tabla 3.1 Características del Suelo.....	85
Tabla 3.2 Contenido de Humedad natural del terreno.....	86
Tabla 3.3 Capacidad Portante de los pozos estudiados.....	86
Tabla 3.4 Cargas Consideradas en la Estructura de Hormigón Armado.....	91
Tabla 3.5 Esfuerzos de diseño de la Zapata C7.....	99
Tabla 3.6 Especificaciones Técnicas de las Viguetas Pretensadas.....	102
Tabla 3.7 Sistema de Aplicación de la Vigueta Pretensada.....	103
Tabla 3.8 Comparación: Vigueta Pretensada – Vigueta Prefabricada.....	104
Tabla 3.9 Coeficientes para el Diseño de Losas nervadas rectangulares sustentadas perimetralmente, sometidas a cargas uniformes distribuidas.....	126

Tabla 3.10 Viga T múltiples continua.....128

Tabla 3.11 Resultados de la Armadura de la Losa Reticular.....130