

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 MONTE SUD
NIVEL SECUNDARIO EN LA CIUDAD DE TARIJA”

TOMO I (INFORME – ANEXOS)

Por:

DANIELA FERNANDEZ BALDIVIEZO

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

**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS
MATERIALES**

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA UNIDAD EDUCATIVA MONTE SUD
NIVEL SECUNDARIO EN LA CIUDAD DE TARIJA”**

Por:

DANIELA FERNANDEZ BALDIVIEZO

PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV-502.

SEMESTRE I– 2021

TARIJA - BOLIVIA

.....
Ing. Armando Almendras Saravia
DOCENTE DE LA MATERIA CIV - 502

.....
M. Sc. Ing. Aurelio José Navia Ojeda

DECANO a.i.

**FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA**

.....
M. Sc. Lic. Deysi Arancibia Márquez

VICEDECANA a.i.

**FACULTAD DE CIENCIAS
TECNOLOGÍA**

TRIBUNAL:

.....
ING. PAUL DENNIS CARRASCO ARNOLD

.....
ING. LOWRENCE DANIEL FARFAN GOMEZ

.....
ING. MOISÉS DÍAZ AYARDE

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 José Luis Fernandez y Rosa Luz Baldiviezo por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

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

A la familia Duran por haberme apoyado moralmente en todo este proceso por haber estado en las buenas y en las malas brindándome una mano en todo momento.

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 GENERAL

CAPÍTULO I.....	1
1. ANTECEDENTES.....	1
1.1.- EL PROBLEMA	1
1.1.1.- Planteamiento del problema	1
1.1.2.- Formulación del problema.....	2
1.1.3.- Sistematización del problema	2
1.2.- OBJETIVOS.	2
1.2.1.- Objetivo general.....	2
1.2.2.- Objetivos específicos.	2
1.3.- JUSTIFICACIÓN	3
1.3.1.- Justificación académica	3
1.3.2.- Justificación técnica.....	3
1.3.3.- Justificación social.....	4
1.4.- MARCO DE REFERENCIA	4
1.4.1.- Marco teórico.....	4
1.4.2.- Marco espacial	4
1.4.3.- Población	6
1.4.4.- Marco temporal.....	6
1.5.- ALCANCE DEL PROYECTO	6
1.5.1.- Análisis de alternativas	6
1.5.2.- Resultados a lograr.....	7

1.5.3.- Restricciones o limitaciones	8
1.5.4.- Aporte académico del estudiante	8
CAPÍTULO II	9
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. - LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	9
2.2. - ESTUDIO DE SUELOS.....	9
2.2.1. - Ensayo de Penetración Estándar (SPT)	13
2.3. - IDEALIZACIÓN ESTRUCTURAL.....	16
2.4. -NORMAS DE DISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	17
2.5. -MÉTODO DE DISEÑO	18
2.6. - COEFICIENTES DE SEGURIDAD.....	24
2.7. - DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	26
2.7.1. - Losa alivianada	26
2.7.2. - Losa Reticular	28
2.7.3. - Diseño de Vigas	29
2.7.4. - Diseño de Columnas	34
2.7.5. - Obras Complementarias.....	39
2.7.5.1. - Escaleras	39
2.7.5.2. - Rampa	44
2.7.6. - Fundaciones (Zapata Aislada)	44
2.8. - ESTRATEGIA PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	50
2.8.1. - Especificaciones técnicas.....	50

2.8.2. - Cómputos métricos	51
2.8.3. - Análisis de Precios unitarios.....	52
2.8.4. -Presupuesto general de la obra.....	52
2.8.5. -Cronograma de ejecución de la obra.....	53
 CAPÍTULO III	 54
 3. INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	 54
3.1. -ANÁLISIS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	54
3.2. -ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE SUELOS	54
3.3. -ANÁLISIS DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO	56
3.4. -NORMAS CONSIDERADAS	57
3.5. - ANÁLISIS, CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL (ANÁLISIS DE CARGA)	57
3.5.1. - Características del Proyecto.....	57
3.5.1.1. - Materiales.....	57
3.5.1.2. - Características del suelo de fundación.....	58
3.5.1.3. - Pre dimensionamiento de los elementos estructurales.....	58
3.5.1.4. - Cargas consideradas en el diseño	59
3.5.1.5. -Juntas de dilatación.....	60
3.5.2. - Elementos más solicitados	63
3.6. - DISEÑO Y VERIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES	68
3.6.1. - Diseño de Losas	68
3.6.1.1. - Losa Alivianada	68

3.6.1.2. - Losa Reticular	81
3.6.2. - Diseño de Viga.....	93
3.6.3. - Diseño de la Columna.....	100
3.6.4. - Diseño de Obras Complementarias.....	106
3.6.4.1. - Escalera.....	106
3.6.5. - Diseño de la Zapata Aislada	123
3.7. - ESTRATEGIA PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	130
3.7.1. - Especificaciones Técnicas	130
3.7.2. - Cómputos Métricos.....	130
3.7.3. - Análisis de Precios Unitarios.....	131
3.7.4. - Presupuesto general de la obra.....	131
3.7.5. - Cronograma de Ejecución.....	131
CAPÍTULO IV.....	132
4. APORTE ACADÉMICO (DISEÑO DE ESCALERA AUTOPORTANTE).....	132
4.1. - MARCO CONCEPTUAL	132
4.1.1. - Estados 1 y 2 - Flexión simple.....	134
4.1.2. - Estados 3 y 4 - Flexo-tracción y Flexo-compresión	135
4.1.3. - Estados 5 y 6 - Flexión vertical y horizontal en el descanso	137
4.1.4. - Estado 7 – Esfuerzo Axial en las rampas superior e inferior.....	139
4.1.5. - Estados 8 y 9 – Momentos debido a empotramiento en apoyos.....	140
4.2. - ALCANCE DEL APORTE ACADÉMICO.....	142

4.3. - CÁLCULO DE SISTEMAS DE ESCALERAS AUTOPORTANTES CON DESCANSO EN VOLADIZO	142
4.4. - VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	162
4.5. - ESTUDIO COMPARATIVO.....	165
CONCLUSIONES	172
RECOMENDACIONES.....	174

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.1 Mapa de la Provincia Cercado	5
Figura N° 1.2 Imagen Satelital del emplazamiento del Proyecto en el barrio Buena Vista	5
Figura N° 1.3 Municipio de Tarija proyecciones de población por sexo , 2017-2020 .. 6 (En miles de habitantes).....	6
Figura N° 2.1 Granulometría de un suelo de grano grueso obtenida por un análisis granulométrico por mallas.....	11
Figura N° 2.2 Definición de los Límites de Atterberg.....	12
Figura N° 2.3 Capacidad portante para arcillas y mezclas de suelo.	15
Figura N° 2.4 Formas de Anclajes	21
Figura N° 2.5 Longitud de Anclaje en Centímetros (\emptyset en centímetros)	21
Figura N° 2.6 Geometría de losa alivianada	26

Figura N° 2.7 Restricciones de dimensiones para losa reticular	29
Figura N° 2.8 Nomogramas para determinar el Coeficiente de Pandeo	38
Figura N° 2.9 Partes componentes de una escalera	40
Figura N° 2.10 Condiciones de borde en tramos de escaleras	41
Figura N° 2.11 Tipos de Zapatas aisladas	45
Figura N° 2.12 Zapatas rígidas y flexibles.....	45
Figura N° 2.13 Cálculo a flexión de una zapata flexible	47
Figura N° 2.14 Comprobaciones a cortante y punzonamiento	49
Figura N° 3.1 Imagen Satelital del emplazamiento del Colegio Monte Sud	54
Figura N° 3.2 Puntos en los que se realizó el estudio de suelos	55
Figura N° 3.3 Ubicación de las Juntas de dilatación.....	61
Figura N° 3.4 Envolventes de M y V del Pórtico 40, Viga 5.....	64
Figura N° 3.5 Pórtico 40, Viga 5	65
Figura N° 3.6 Esfuerzos de diseño de la Columna C 146.....	65
Figura N° 3.7 Columna C 146	66
Figura N° 3.8 Escalera	66
Figura N° 3.9 Rampa	67
Figura N° 3.10 Zapata C25	67
Figura N° 3.11 Representación gráfica de la losa.....	68

Figura N° 3.12 Características Geométricas de la Vigüeta seleccionada	69
Figura N° 3.13 Características Geométricas del Complemento de Plastoformo	70
Figura N° 3.14 Espesor mínimo de la Carpeta de Compresión	70
Figura N° 3.15 Características Geométricas de la Vigüeta Pretensada (Unidades en cm).....	72
Figura N° 3.16 Características Geométricas de la sección Homogeneizada	72
Figura N° 3.17 Punto de Aplicación de la Fuerza de Pretensado (Fp)	75
Figura N° 3.18 Armadura de distribución de la losa aliviada	79
Figura N° 3.19 Losa reticular a verificar	81
Figura N° 3.20 Dimensiones de la Losa reticular empleada en el diseño.....	83
Figura N° 3.21 Altura Equivalente	83
Figura N° 3.22 Losa Analizada.....	84
Figura N° 3.23 Gráfica de los Momentos calculados en la losa reticular	89
Figura N° 3.24 Armado de Losa Reticular H=30 cm (Bordes de la losa)	92
Figura N° 3.25 Armado de la Viga 5	99
Figura N° 3.26 Armado de la Columna	106
Figura N° 3.27 Vista en planta de la Escalera.....	107
Figura N° 3.28 Características Geométricas de la Escalera.....	107

Figura N° 3.29 Consideración de la escalera para el cálculo de la armadura principal.....	109
Figura N° 3.30 Consideración como una losa plana y simplemente apoyada	110
Figura N°3.31 Diagrama de momentos de la escalera, como losa plana	110
Figura N°3.32 Diagrama de momentos de la escalera, esquema real	110
Figura N°3.33 Consideración de la escalera para el cálculo de la armadura negativa	111
Figura N°3.34 Consideración como una losa plana, apoyo empotrado	112
Figura N°3.35 Diagrama de momentos de la escalera, (empotrada)	112
Figura N°3.36 Diagrama de momentos de la escalera, esquema real	112
Figura N° 3.37 Disposición de la armadura en la escalera	117
Figura N° 3.38 Vista en Planta de la Rampa.....	118
Figura N° 3.39 Representación gráfica de la zapata aislada	123
Figura N° 3.40 Gráfica de los resultados obtenidos para la zapata aislada	130
Figura N° 4.1 Escalera Autoportante	132
Figura N° 4.2 Sistemas de Escaleras Autoportantes	133
Figura N° 4.3 Análisis de Escaleras Autoportantes	134
Figura N° 4.4 Hipótesis de Carga en Escaleras	135
Figura N° 4.5 Fuerzas de tracción y compresión en las rampas de la Escalera	136

Figura N° 4.6 Excentricidades de cálculo	137
Figura N° 4.7 Esfuerzos horizontales eje Y en el descanso	138
Figura N° 4.8 Disposición de armaduras para tracción y compresión en el descanso	139
Figura N° 4.9 Disposición de armaduras por tensión	139
Figura N° 4.10 Deformación por tensión axial	140
Figura N° 4.11 Deformación por flexión	141
Figura N° 4.12 Deformaciones en rampas superior e inferior	141
Figura N° 4.13 Deformaciones en ambas rampas	142
Figura N° 4.14 Disposición de las fuerzas actuantes en los apoyos	159
Figura N° 4.16 Disposición de la Armadura de la Escalera Autoportante	164

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Relación de Resistencia para las Arcillas	14
Tabla 2.2 Relación de Resistencia para las Arenas.....	14
Tabla 2.3 Longitudes de anclaje para barras corrugadas aisladas, valores de los coeficientes m.....	21
Tabla 2.4 Clases generales de exposición relativas a la corrosión de las armaduras..	23
Tabla 2.5 Recubrimientos mínimos en milímetros para las clases de exposición I y II	24
Tabla 2.6 Diámetro mínimo de doblado de barras	24
Tabla 2.7 Estados límites últimos – Coeficientes de minoración de la resistencia de los materiales.....	25
Tabla 2.8 Cuantías geométricas mínimas, referidas a la sección total de hormigón, en tanto por mil	27
Tabla 3.1 Características del Suelo	55
Tabla 3.2 Contenido de Humedad natural del terreno	55
Tabla 3.3 Capacidad Portante de los pozos estudiados.....	56
Tabla 3.4 Coeficiente de seguridad para el hormigón.....	58
Tabla 3.5 Coeficiente de seguridad para el acero	58
Tabla 3.6 Cargas Consideradas en la Estructura de Hormigón Armado.....	59

Tabla 3.7 Esfuerzos de diseño de la Zapata C25	67
Tabla 3.8 Coeficientes para el Diseño de Losas nervadas rectangulares sustentadas perimetralmente, sometidas a cargas uniformes distribuidas.....	85
Tabla 3. 9 Viga T múltiples continua.....	87
Tabla 3.10 Resultados de la Armadura de la Losa Reticular	89

ANEXOS:

ANEXO 1: Tablas y Ábacos.

ANEXO 2: Plano Topográfico.

ANEXO 3: Estudio de Suelos escaneado.

ANEXO 4: Análisis de cargas.

ANEXO 5: Especificaciones Técnicas.

ANEXO 6: Cómputos Métricos.

ANEXO 7: Precios Unitarios.

ANEXO 8: Presupuesto General.

ANEXO 9: Cronograma de Actividades.

TOMO II: Planos arquitectónicos y estructurales.