

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

INGENIERÍA CIVIL

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



TOMO I

“ DISEÑO ESTRUCTURAL

UNIDAD EDUCATIVA JESUS DE NAZARET ”

(CIUDAD DE TARIJA)

Por:

CHURA PAJARITO JENNY SOLEDAD

Proyecto de Ingeniería Civil 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***

TOMO I

“ DISEÑO ESTRUCTURAL

UNIDAD EDUCATIVA JESUS DE NAZARET ”

(CIUDAD DE TARIJA)

Por:

CHURA PAJARO JENNY SOLEDAD

SEMESTRE I - 2019

Tarija - Bolivia

V°B°

Ing. Javier Castellanos Vásquez

DOCENTE DE 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:

DR. ING. ALBERTO BENÍTEZ REYNOSO

DR. ING. ARTURO DUBRAVCIC ALAIZA

M. SC. ING. RICARDO MORALES RETAMOZO

El docente y tribunal evaluador del Proyecto de Ingeniería Civil no se solidarizan con los términos, la forma, los modos y las expresiones empleados en la elaboración del presente trabajo, siendo los mismos únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mis padres Raúl e Hilaria, con todo mi amor, quienes me brindaron apoyo y paciencia para poder cumplir mis metas en la vida.

A mis hermanos Gustavo, Alberto y Nayda, por sus constantes consejos y ayuda.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida y ser la luz de mi vida.

A mis padres, hermanos, familia por brindarme palabras de apoyo y empujarme a seguir adelante en este propósito.

A amigos y docentes que me brindaron sus conocimientos.

INDICE

1	ANTECEDENTES.....	1
1.1	El problema.....	1
1.1.1	Planteamiento.....	1
1.1.2	Formulación.....	1
1.1.3	Sistematización.....	2
1.2	Objetivos.....	2
1.2.1	General.....	3
1.2.2	Específicos.....	3
1.3	Justificación.....	3
1.3.1	Académica.....	3
1.3.2	Técnica.....	3
1.3.3	Social.....	4
1.4	Alcance del proyecto.....	4
1.4.1	Resultados a lograr.....	5
1.4.2	Aporte académico.....	5
1.5	Ubicación.....	5
1.5.1	Población Actual.....	6
1.5.2	Disponibilidad de Servicios.....	7
2	MARCO TEORICO.....	8
2.1	Levantamiento topográfico.....	8
2.2	Estudio de Suelos.....	8
2.2.1	Granulometría.....	8
2.2.2	Límites de Atterberg – Plasticidad.....	9
2.2.3	Clasificación de los Suelos.....	11

2.2.4	Ensayo de Penetración Estándar S.P.T.....	16
2.3	Diseño Arquitectónico.....	19
2.3.1	Etapas del Diseño Arquitectónico.....	19
2.4	Idealización de las Estructuras.....	19
2.4.1	Estructura de sustentación de la cubierta.....	20
2.4.2	Estructura de sustentación de la edificación.....	20
2.4.3	Fundaciones.....	20
2.5	Diseño Estructural.....	20
2.5.1	Análisis de cargas.....	20
2.5.2	Parámetros de Diseño.....	22
2.5.3	Elementos Estructurales.....	30
2.5.4	Junta de Dilatación.....	65
2.6	Estrategia para la ejecución del proyecto.....	66
2.6.1	Especificaciones Técnicas.....	66
2.6.2	Cómputos Métricos.....	66
2.6.3	Precios Unitarios.....	67
2.6.4	Presupuesto.....	69
2.6.5	Cronograma.....	69
3	INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	70
3.1	Análisis de Levantamiento Topográfico.....	70
3.2	Análisis de Estudio de Suelos.....	70
3.2.1	La Fase de Campo.....	70
3.2.2	Fase de Gabinete.....	72
3.2.3	Perfil Geotécnico.....	72
3.3	Análisis del Diseño Arquitectónico.....	74

3.4	Análisis de la idealización de la Estructura.....	76
3.4.1	Análisis de la Alternativa a Desarrollar.....	76
3.4.2	Planteamiento Estructural.....	78
3.5	Análisis, Calculo y diseño estructural. (Análisis de carga-resultados).....	78
3.5.1	Características del Proyecto.....	78
3.5.2	Normativa de Diseño.....	79
3.5.3	Materiales.....	79
3.5.4	Características del Suelo de Fundación.....	79
3.5.5	Pre-dimensionamiento de Elementos Estructurales.....	80
3.5.6	Datos Geométricos de las Plantas.....	82
3.5.7	Determinación de Cargas de Servicio.....	83
3.5.8	Verificación de los Elementos Estructurales de Sustentación de la Edificación.....	98
3.5.9	Diseño junta de dilatación.....	181
3.6	Desarrollo de estrategia para la ejecución del proyecto.....	184
3.6.1	Especificaciones técnicas.....	184
3.6.2	Cómputos métricos.....	184
3.6.3	Precios unitarios.....	184
3.6.4	Presupuesto general de la obra.....	184
3.6.5	Cronograma de ejecución de obra.....	184
4	APORTE ACADEMICO, ESCALERA AUTOPORTANTE.....	185
4.1	Alcance.....	185
4.2	Marco teórico.....	185
4.2.1	Estado flexión simple – Estados 1 y 2.....	186
4.2.2	Estados de flexo tracción y flexo compresión - Estados 3 y 4.....	188

4.2.3	Estados de flexión vertical y horizontal en el descanso – Estados 5 y 6	190
4.2.4	Esfuerzos axiales en rampas superior e inferior – Estado 7	193
4.2.5	Momentos debido a empotramientos en apoyos – Estados 8 y 9	194
4.3	Cálculo de sistema de escaleras auto portantes	198
4.3.1	Geometría de la escalera	198
4.3.2	Dimensionamiento	199
4.3.3	Cargas que actúan sobre la escalera	200
4.3.4	Análisis de estados en la escalera	202
4.4	Estudio comparativo	215
4.4.1	Análisis técnico comparativo	215
4.4.2	Análisis de comprobaciones entre escaleras	216
4.4.3	Análisis comparativo de cálculos métricos	217
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	219
5.1	Conclusiones	219
5.2	Recomendaciones	220

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Mapa Político de la Provincia Cercado.....	6
Figura 1-2 Ubicación del proyecto, Barrio “Jesús de Nazaret”	6
Figura 1-3 Distribución de la Población de Tarija en Distritos.....	7
Figura 2-1 Representación del Concepto de Curva de Nivel.....	8
Figura 2-2 Grafica de Distribución Granulométrica.....	9
Figura 2-3 Límites de Atterberg.....	10
Figura 2-4 Cuchara de Casagrande y relación % de humedad del suelo en función al número de golpes.....	10
Figura 2-5 Ensayo de Límite Plástico.....	11
Figura 2-6 Carta de Plasticidad.....	14
Figura 2-7 Ensayo S.P.T.	16
Figura 2-8 Imagen Referencial de Idealización.....	19
Figura 2-9 Diagrama Parábola - Rectángulo.....	27
Figura 2-10 Diagrama Rectangular.....	27
Figura 2-11 Dominios de deformación.....	29
Figura 2-12 Partes Constitutivas de Losa Alivianada.....	44
Figura 2-13 Transferencia de Cargas Sección T.	51
Figura 2-14 Distribución de Zapatas en Suelos Cohesivos y poco Cohesivos.....	53
Figura 2-15 Solicitaciones Presentes en una Zapata Aislada.....	54
Figura 2-16 Momento de Diseño.....	57
Figura 2-17 Partes Constitutivas de una Escalera.....	61
Figura 2-18 Losa maciza	62
Figura 2-19 Losa bidireccional.....	62
Figura 2-20 Losa Maciza Unidireccional.....	63
Figura 2-21 Losa de Rampa de Hormigón Armado.....	63
Figura 2-22 Planilla para el Cálculo de Cómputos Métricos.....	66
Figura 2-23 Plantilla para el Análisis de Precios Unitarios.....	68
Figura 3-1 Curvas de Nivel.....	70
Figura 3-2 Ubicación de los Pozos de Sondeo.....	71
Figura 3-3 Perfil Geotécnico.....	73

Figura 3-4 Planos Arquitectónicos.....	74
Figura 3-5 Alternativa Estructural.....	77
Figura 3-6 Unidad Educativa Jesús de Nazaret Modelado en Cypecad.....	78
Figura 3-7 Características Técnicas de Muro de Ladrillo.....	87
Figura 3-8 Especificaciones Técnicas de Ladrillo de 6 Huecos.....	87
Figura 3-9 Lugar de Análisis del Muro y Mortero.....	88
Figura 3-10 Peso del Revoque del Muro.....	89
Figura 3-11 Detalle de Barandado de Tubo Galvanizado.....	91
Figura 3-12 Consideración de la Acción del viento en el programa Cypecad.....	97
Figura 3-13 Momento máximo positivo y momento máximo negativo.....	98
Figura 3-14 Recubrimiento.....	99
Figura 3-15 Máximo cortante positivo y negativo.	105
Figura 3-16 Disposición de la Armadura en la viga.....	119
Figura 3-17 Columna de estudio y vigas concurrentes.....	121
Figura 3-18 Disposición de la armadura en la columna.....	127
Figura 3-19 Losa alivianada con viguetas pretensadas.....	128
Figura 3-20 Losa alivianada con viguetas pretensadas.....	128
Figura 3-21 Vigueta pretensada Concrettec.....	129
Figura 3-22 Características geométricas de la vigueta seleccionada.....	130
Figura 3-23 Sistema de aplicación de la vigueta pretensada.....	130
Figura 3-24 Características geométricas del complemento de Plastoformo.....	133
Figura 3-25 Geometría de la losa alivianada.....	134
Figura 3-26 Características geométricas de la vigueta pretensada (cm).....	135
Figura 3-27 Características geométricas de la sección homogeneizada.....	138
Figura 3-28 Armadura de distribución de la losa alivianada.....	142
Figura 3-29 Losa reticular a verificar.....	143
Figura 3-30 Dimensiones de la losa reticular empleada en el diseño.....	145
Figura 3-31 Altura equivalente.....	146
Figura 3-32 Losa analizada.....	146
Figura 3-33 Grafica de los momentos calculados en la losa reticular.....	151
Figura 3-34 Disposición de armadura.....	152

Figura 3-35 Armado de losa reticular H= 35 cm.....	155
Figura 3-36 Geometría de la zapata aislada.....	156
Figura 3-37 Acciones en el plano de cimentación.....	158
Figura 3-38 Esfuerzos máximos y mínimos sobre la zapata.....	159
Figura 3-39 Tensiones actuantes en la zapata P23.....	164
Figura 3-40 Esquema y respuesta estructural en la zapata C-5.....	164
Figura 3-41 Esquema y respuesta estructural en la zapata C-5.....	165
Figura 3-42 Detalle de la armadura en la zapata P23.....	168
Figura 3-43 Vista en planta de la escalera.....	169
Figura 3-44 Esquema de cargas actuantes sobre la escalera.....	171
Figura 3-45 Detalle de la armadura de la escalera.....	174
Figura 3-46 Losa de rampa de hormigón armado.....	175
Figura 3-47 Detalle de armadura de Rampa.....	180
Figura 3-48 Ubicación de la junta de dilatación.	182
Figura 3-49 Detalle de la junta de dilatación.....	183
Figura 4-1 Sistema de escaleras autoportantes.....	186
Figura 4-2 Diagrama de momentos en escalera.....	187
Figura 4-3 Hipótesis de carga en escaleras.....	187
Figura 4-4 Fuerza de tracción y compresión en las rampas de la escalera.....	188
Figura 4-5 Excentricidades de calculo.....	189
Figura 4-6 Posición de armaduras de flexo tracción y flexo compresión en rampas....	190
Figura 4-7 Esfuerzos internos en el descanso.....	191
Figura 4-8 Diagrama de esfuerzos y momentos.....	192
Figura 4-9 Disposición de armaduras para tracción y compresión en el descanso.....	192
Figura 4-10 Fuerzas axiales en rampas.....	193
Figura 4-11 Deformación por tensión axial.....	195
Figura 4-12 Deformación por flexión.....	195
Figura 4-13 Deformaciones en rampas superior e inferior.....	196
Figura 4-14 Deformaciones en viga empotrada a partir de una carga.....	197
Figura 4-15 Descripción geométrica de escalera autoportante.....	198
Figura 4-16 Excentricidades de cálculo.....	206

Figura 4-17 esfuerzos internos en el descanso.....	208
Figura 4-18 Diagrama de esfuerzos y momentos.....	209
Figura 4-19 Fuerzas axiales en rampas.....	210
Figura 4-20 Deformación por tensión axial.....	212
Figura 4-21 Deformaciones en rampas superior e inferior.....	212
Figura 4-22 Deformación por flexión.....	213
Figura 4-23 Deformaciones en viga empotrada a partir de una carga.....	213

INDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Tamaño de las Partículas.....	9
Tabla 2-2 Serie de Tamices A.S.T.M.....	9
Tabla 2-3 Sistema de Clasificación AASHTO.....	11
Tabla 2-4 Sistema de Clasificación SUCS (Suelos Gruesos).....	13
Tabla 2-5 Sistema de Clasificación USCS (Suelos Finos).....	13
Tabla 2-6 Clasificación de Suelos por el Método S.U.C.S.....	15
Tabla 2-7 Capacidad Portante Para Arcillas y Mezclas de Suelos.....	18
Tabla 2-8 Peso Específico de Materiales de Construcción.....	21
Tabla 2-9 Sobrecargas de uso.....	21
Tabla 2-10 Longitud de Pandeo de Piezas Aisladas.....	38
Tabla 2-11 Nomogramas para Determinar el Factor K de Longitud de Pandeo.....	38
Tabla 2-12 Ábaco en Roseta para Flexión Esviada.....	42
Tabla 2-13 Coeficientes de Diseño para Losas Nervadas Reticulares Sustentadas perimetralmente, sometidas a cargas distribuidas uniformes.....	46
Tabla 2-14 Pre dimensionamiento de Losas.....	62
Tabla 3-1 Pozos de Sondeo.....	71
Tabla 3-2 Propiedades de Pozos de Sondeos.....	72
Tabla 3-3 Resumen de Elementos Estructurales.....	77
Tabla 3-4 Elevaciones de las Plantas.....	83
Tabla 3-5 Pesos Específicos Utilizados para Obtener las Cargas.....	86
Tabla 3-6 Sobrecarga de Uso Utilizadas en el Diseño para Aulas, Escaleras y Accesos	94
Tabla 3-7 Sobrecargas de Uso para Baños.....	94
Tabla 3-8 Sobrecargas de Uso para Bibliotecas.....	94
Tabla 3-9 Sobrecargas de Uso para Corredores Planta Baja.....	95
Tabla 3-10 Sobrecargas para Corredores de Segundo Piso.....	95
Tabla 3-11 Sobrecarga de Uso para Azotea.....	95
Tabla 3-12 Velocidades Básicas del Viento en Ciudades de Bolivia.....	96
Tabla 3-13 Máxima abertura característica aceptable de fisura.....	111
Tabla 3-14 Resumen general de Resultados de cálculo de Viga.....	118
Tabla 3-15 Geometría de los elementos que concurren a la columna.....	122

Tabla 3-16 Resumen general de los resultados para la columna.....	127
Tabla 3-17 Especificaciones técnicas para viguetas pretensadas Concretec.....	129
Tabla 3-18 Sistema de aplicación de la vigueta pretensada.....	131
Tabla 3-19 Comparación de vigueta pretensada y vigueta prefabricada.....	132
Tabla 3-20 Coeficientes para el diseño de losas nervadas rectangulares sustentadas perimetralmente, sometidas a cargas uniformes distribuidas.....	147
Tabla 3-21 Viga T múltiples continua.....	149
Tabla 3-22 Resultados de la armadura de la losa reticular.....	151
Tabla 3-23 Resumen general de armadura para zapata P23.....	168
Tabla 3-24 Resumen general de la armadura para la escalera.....	175
Tabla 3-25 Resumen general de armadura para la rampa.....	181
Tabla 3-26 Datos de calculo.....	183
Tabla 4-1 Verificaciones a realizar en diferentes sistemas de escaleras.....	216
Tabla 4-2 Comparación de volúmenes para diferentes sistemas de escaleras.....	217

ANEXOS

- A-1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
- A-2 ESTUDIO DE SUELOS
- A-3 PLANOS ARQUITECTÓNICOS
- A-4 TABLAS, ÁBACOS
- A-5 ESFUERZOS EN COLUMNAS
- A-6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
- A-7 CÓMPUTOS MÉTRICOS
- A-8 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
- A-9 PRESUPUESTO GENERAL
- A-10 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN
- A-11 PLANOS ESTRUCTURALES