

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA UNIDAD
EDUCATIVA MONTE SUD DE LA PROVINCIA
CERCADO DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA”**

POR:

RODRIGO SCHNEIDER CHOQUEVILCA CASTILLO

SEMESTRE – I – 2019

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA UNIDAD
EDUCATIVA MONTE SUD DE LA PROVINCIA
CERCADO DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA”**

POR:

RODRIGO SCHNEIDER CHOQUEVILCA CASTILLO

SEMESTRE – I – 2019

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA.

El presente trabajo va dedicado a mi querida madre Fidelina Castillo Segovia quien por su sacrificio y esfuerzo me apoyo en mi formación académica y en la vida misma. También aprovechar para dedicar este trabajo a mi hermana y a mis tíos: Lucia Castillo Segovia, Guadalupe Castillo Segovia, Carmen Castillo Segovia, Néstor Antesana, Freddy Choquevilca, quienes me motivaron y brindaron apoyo en todo momento de mis estudios.

ÍNDICE

CAPÍTULO I	1
1. ANTECEDENTES	1
1.1. Problema	1
1.2. Objetivos	1
1.2.1. General	1
1.2.2. Específicos	1
1.3. Justificación	1
1.3.1. Académica	1
1.3.2. Técnica	2
1.3.3. Socio-económico	2
1.4. Marco de Referencia	2
1.4.1. Espacial	2
1.4.2. Temporal	3
1.5. Alcance del Proyecto	3
1.5.1. Resultados a lograr	3
1.5.2. Restricciones o limitaciones	4
1.5.3. Aporte académico del estudiante	4
CAPÍTULO II	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Levantamiento topográfico	5
2.2. Estudio de suelos	5
2.2.1. Ensayo del SPT	5
2.2.1.1. Trabajo de campo	6
2.2.1.2. Trabajo de laboratorio	6
2.3. Normas de diseño de los elementos estructurales	8
2.4. Método de Diseño	8
2.5. Coeficiente de Seguridad	9
2.5.1. Estado límites últimos	9
2.6. Estructura de sustentación de la Cubierta	10
2.6.1. Análisis de carga	10
2.6.2. Diseño de los Elementos de la cercha	11
2.6.2.1. Diseño de los elementos sometidos a tracción	11

2.6.2.2.	Diseño de los elementos sometidos a compresión.	11
2.6.2.3.	Diseño de los elementos sometidos a flexo-tracción.	11
2.6.2.4.	Diseño de miembros sometidos a Flexión Biaxial.	12
2.6.2.5.	Diseño de Uniones.	12
2.6.2.6.	Diseño de la placa de asiento para vigas.	13
2.6.2.7.	Diseño de los pernos de anclaje.	13
2.7.	Estructura de sustentación.	14
2.7.1.	Vigas.	14
2.7.1.1.	Análisis estructural.	14
2.7.1.2.	Diseño de armadura por flexión.	14
2.7.1.3.	Diseño de armadura de corte.	19
2.7.2.	Columnas.	20
2.7.2.1.	Longitud de pandeo.	21
2.7.2.2.	Esbeltez geométrica y mecánica.	22
2.7.2.3.	Columnas cortas de hormigón reforzado.	23
2.7.2.4.	Columnas intermedias.	23
2.7.2.5.	Flexión esviada.	24
2.7.2.6.	Sección rectangular con armadura simétrica.	24
2.7.2.7.	Consideraciones de Diseño.	26
2.8.	Escaleras.	27
2.8.1.	Idealización de escaleras apoyadas longitudinalmente.	28
2.8.2.	Cargas y solicitaciones.	30
2.8.3.	Diseño de armaduras.	31
2.9.	Cimentaciones.	32
2.9.1.	Efectos de cargas Excéntricas.	33
2.9.2.	Distribución de Presiones.	34
2.9.3.	Dimensionamiento en planta.	35
2.9.4.	Dimensionamiento en elevación.	36
2.9.4.1.	Verificación a corte por punzonamiento y por flexión.	36
2.9.4.2.	Verificación de esfuerzos.	39
2.9.5.	Verificación al vuelco y deslizamiento.	43
2.9.6.	Refuerzo de acero por flexión.	45
2.9.7.	Verificación a la adherencia.	47

2.10.	Losa alivianada con vigueta.....	48
2.10.1.	Propiedades del Hormigón.....	48
2.10.2.	Propiedades del acero de preesfuerzo.....	49
2.10.3.	Bovedillas.....	49
2.10.4.	Procedimiento constructivo.....	50
2.10.5.	Diseño de carga gravitacional.....	51
2.10.5.1.	Fuerza de tesado de los alambres.....	51
2.10.5.2.	Diseño de la vigueta como elemento individual.....	52
2.10.5.3.	Funcionamiento de la vigueta apuntalada.....	53
2.11.	Estrategia para la ejecución de la obra.....	53
2.11.1.	Especificaciones técnicas.....	53
2.11.2.	Precios unitarios.....	54
2.11.3.	Cómputos métricos.....	54
2.11.4.	Presupuesto.....	55
2.11.5.	Planeamiento y cronograma.....	55
2.11.5.1.	Técnicas para la programación del proyecto.....	56
CAPÍTULO III.....		58
3.	INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	58
3.1.	Análisis del levantamiento topográfico.....	58
3.2.	Análisis del estudio de suelos.....	58
3.3.	Análisis del estudio arquitectónico.....	61
3.4.	Datos generales del Proyecto.....	61
3.4.1.	Normativa de diseño.....	61
3.4.2.	Materiales empleados.....	62
3.4.3.	Cargas actuantes sobre la estructura.....	62
3.5.	Análisis, cálculo y diseño estructural.....	63
3.5.1.	Diseño de la cubierta.....	63
3.5.1.1.	Diseño de correas.....	68
3.5.1.2.	Carga sobre cercha.....	70
3.5.2.	Deflexión Máxima.....	78
3.5.3.	Diseño de Unión.....	79
3.5.4.	Diseño de entrepiso.....	87
3.5.4.1.	Determinación del canto del paquete estructural.....	87

3.5.4.2.	Determinación de la armadura de reparto.	87
3.5.4.3.	Determinación de la armadura activa para los momentos positivos.	88
3.5.4.4.	Verificación de la vigueta.	89
3.5.4.5.	Determinación de la armadura pasiva para los momentos negativos.	93
3.5.5.	Diseño de Vigas de H°A°	94
3.5.5.1.	Diseño a Cortante cerca del pilar 62.	99
3.5.5.2.	Diseño a Cortante cerca del pilar 67.	101
3.5.5.3.	Diseño a Cortante parte central de P62 y P67.	104
3.5.6.	Diseño de Columnas de H°A°	105
3.5.6.1.	Cálculo del Coeficiente de Pandeo.	106
3.5.6.2.	Esbeltéz de la pieza.	108
3.5.6.3.	Excentricidades de cálculo.	108
3.5.6.4.	Determinación de la armadura total longitudinal.	110
3.5.6.5.	Diseño a Cortante.	111
3.5.7.	Diseño de Zapata de H°A°	112
3.5.7.1.	Diseño de zapata aislada.	112
3.5.7.2.	Diseño de zapata combinada.	121
3.5.8.	Diseño de estructura complementaria (Escalera).	127
3.5.9.	Precios unitarios.	131
3.5.10.	Cóputos métricos.	132
3.5.11.	Presupuesto.	133
3.5.12.	Planeamiento y Cronograma.	134
CAPÍTULO IV		135
4.	APORTE ACADÉMICO.	135
4.1.	Marco teórico.	135
4.2.	Conclusiones del Aporte Académico	178
CAPÍTULO V		179
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	179
5.1.	Conclusiones.	179
5.2.	Recomendaciones.	180
BIBLIOGRAFÍA		181
ANEXOS		182

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estados límites últimos - Coeficientes de minoración de la resistencia de los materiales.....	9
Tabla 2 Estados límites últimos - Coeficientes de ponderación de las acciones.....	10
Tabla 3 Longitud de los pernos de alta resistencia A325 y A490.....	13
Tabla 4 Longitudes mínimas según tipo de acero.....	14
Tabla 5 Valores Límites.....	16
Tabla 6 Tabla universal para flexión simple o compuesta.....	18
Tabla 7 Coeficiente de longitud de pandeo de las piezas aisladas.....	21
Tabla 8 Ecuaciones para la verificación de corte por flexión.....	38
Tabla 9 Esfuerzos admisibles según código ACI318-14.....	52
Tabla 10 Coeficiente eólico de sobrecarga en una construcción cerrada.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa geográfico de Tarija.....	2
Figura 2 Mapa Geográfico de la Provincia Cercado.....	3
Figura 3 Imagen satelital capturada desde Google Earth de la Zona de Emplazamiento.....	3
Figura 4 Detalle de perno.....	12
Figura 5 Diagrama de esfuerzo parábola rectángulo.....	15
Figura 6 Disposición de armadura para mantener la profundidad del eje neutro.....	19
Figura 7 Nomogramas para determinar el coeficiente de pandeo.....	22
Figura 8 Diferentes secciones de escaleras.....	27
Figura 9 Idealización de una escalera con apoyo deslizable.....	29
Figura 10 Idealización de una escalera sin apoyo deslizable.....	30
Figura 11 Tramo de escalera con las cargas verticales.....	30
Figura 12 Tramo de escalera con las cargas inclinadas.....	31
Figura 13 Detallamiento de la armadura principal y transversal.....	32
Figura 14 Distribución incorrecta del refuerzo.....	32
Figura 15 Casos de excentricidad.....	34
Figura 16 Distribución de presiones.....	34
Figura 17 (a) Falla de corte por punzonamiento. (b) Secciones críticas por cortante.....	36
Figura 18 Falla por cortante a flexión: (a) Para el eje "x", (b) Para el eje "y".....	38
Figura 19 Aplicación de la pirámide para determinar A_2	40
Figura 20 Esquema para el cálculo de un pedestal y bastoncillos.....	41
Figura 21 Acciones en el plano de la cimentación.....	44
Figura 22 Distribución de la armadura de flexión.....	45

Figura 23 Longitud de desarrollo (a) para el eje "x"; (b) para el eje "y".	48
Figura 24 (a) Bovedilla de Poliestireno; (b) Bovedilla de arena-cemento	49
Figura 25 Forjado unidireccional de viguetas pretensadas.	50
Figura 26 Valores de relación canto/luz para los cuales no es necesario comprobar la flecha.	50
Figura 27 Detalles de forjado.	51
Figura 28 Área de la sección de la armadura de reparto.	51
Figura 29 Momentos generados por los puntales.	53
Figura 30 Esquema estructural.	88
Figura 31 Sección Transversal de la vigueta.	89
Figura 32 Sección homogeneizada.	91
Figura 33 Vista de la columna a analizar	106
Figura 34 Detalle de Zapata aislada	112
Figura 35 Acciones en el plano de cimentacion.	115
Figura 36 Esfuerzos máximos y mínimos.	116
Figura 37 Tensiones actuantes en la zapata.	118
Figura 38 Esquema y respuesta estructural en la zapata.	118
Figura 39 Detalle de Zapata combinada	121
Figura 40 Vista escalera en planta	128
Figura 41 Distribución de cargas sobre losa	129
Figura 42 Sección equivalente para el estudio de la torsión	135
Figura 43 Idealización de tubo de pared delgada.	139
Figura 44 Diámetro efectivo del mayor círculo que se puede inscribir en el contorno.	147
Figura 45 Área de la sección hueca eficaz.	148
Figura 46 Diámetro efectivo del mayor círculo que se pueda inscribir en el contorno.	157
Figura 47 Área de la sección hueca eficaz.	157
Figura 48 Zonas de confinamiento para estribos.	161