

UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES



**“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CENTRO DE APOYO INTEGRAL
COMUNIDAD
TABLADA GRANDE PROVINCIA CERCADO DEPARTAMENTO
DE TARIJA”**

TOMO I (TEXTO – ANEXOS)

Por:

CADENA ESPÍNDOLA APOLINAR HEBERTO

SEMESTRE II – GESTION 2019

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CENTRO DE APOYO INTEGRAL
COMUNIDAD
TABLADA GRANDE PROVINCIA CERCADO DEPARTAMENTO
DE TARIJA”**

Por:

CADENA ESPÍNDOLA APOLINAR HEBERTO

SEMESTRE II – GESTION 2019

TARIJA – BOLIVIA

Agradecimientos:

A dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos.

A mi padre Rene Cadena por los ejemplos de perseverancia que lo caracterizan y que me ha infundido siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su apoyo.

A mi madre Marina Espíndola por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

Y a mi hermano Franz por todo el apoyo que me dio en todo momento.

Dedicatoria:

Este trabajo está dedicado con todo mi amor y cariño a mis padres Rene y Marina, a mi hermano Franz por brindarme su amor incondicional y sus enseñanzas.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN DEL PROYECTO

1. CAPÍTULO I ANTECEDENTES	1
1.1. El problema	1
1.1.1. Planteamiento	2
1.1.2. Formulación.....	3
1.1.3. Sistematización.....	3
1.2. Objetivos	4
1.2.1. General	4
1.2.2. Específicos.....	4
1.3. Justificación.....	4
1.3.1. Técnica	4
1.3.2. Académica	5
1.3.3. Social institucional	5
1.4. Alcance del proyecto	5
1.5. Localización	6
2. CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	7
2.1. Diseño arquitectónico y descripción general.....	7
2.2. Levantamiento topográfico.....	7
2.3. Estudio de suelos	8
2.3.1. Prueba de penetración estándar SPT-ASTM 1586.....	8
2.4. Normas de diseño	9
2.5. Hormigón armado.....	9
2.5.1. Hormigones	10
2.5.1.1. Componentes	10
2.5.1.1.1. Cemento.....	10
2.5.1.1.2. Áridos	10
2.5.1.1.3. Agua	11
2.5.1.2. Propiedades del hormigón.....	11
2.5.1.2.1. Resistencia.....	11
2.5.1.2.2. Consistencia.....	11

2.5.1.2.3. Coeficiente de dilatación térmica	12
2.5.2. Aceros.....	12
2.5.2.1. Características geométricas	12
2.5.2.2. Características mecánicas	12
2.5.3. Estados límites.....	13
2.5.3.1. Estados límites últimos (E.L.U.)	14
2.5.3.2. Estados límites de servicio (E.L.S.)	15
2.5.3.3. Coef. De minoración de resistencia de materiales y mayoración de carga	16
2.5.3.4. Hipótesis de cargas	17
2.5.4. Bases de cálculo	18
2.5.4.1. Caracterización del estado límite último	18
2.5.4.2. Compatibilidad de deformaciones.....	19
2.5.4.3. Diagrama tensión deformación del hormigón.....	19
2.5.4.4. Diagrama tensión deformación del acero	20
2.5.5. Dominios de deformación	20
2.5.6. Flexión	22
2.5.7. Compresión	25
2.5.8. Cortante	26
2.5.9. Elementos estructurales.....	30
2.5.9.1. Vigas.....	30
2.5.9.2. Columnas.....	31
2.5.9.2.1. Abaco adimensional en roseta	35
2.5.9.3. Losas.....	36
2.5.9.3.1. Losas con viguetas pretensadas	36
2.5.9.3.2. Esfuerzos admisibles	37
2.5.9.4. Fundaciones.....	37
2.5.9.4.1. Zapatas	37
2.5.9.4.2. Dimensionamiento de zapatas aisladas con cargas concentradas	38
2.5.9.4.3. Determinación de la armadura a tracción.....	39
2.5.9.4.4. Comprobación a corte por punzoamiento.	41
2.5.9.4.5. Zapata rígida ($V \leq 2h$, en ambas direcciones).....	41

2.5.9.4.6. Zapatas flexibles ($V \geq 2 h$, en alguna dirección principal).....	42
2.5.9.4.7. Comprobación por adherencia.....	42
2.5.10. Estructuras complementarias (escaleras).....	43
2.5.10.1. Dimensionamiento.....	43
2.5.10.1.1 Predimensionamiento de los escalones.	43
2.5.10.1.2. Predimensionamiento espesores de losa de escalera.	44
2.5.10.1.3. Anchos mínimos.....	44
2.5.11. Especificaciones técnicas	46
2.5.12. Precios unitarios	47
2.5.13. Cómputos métricos.....	47
2.5.14. Presupuesto de proyecto	47
2.5.15. Cronograma de ejecución de proyecto	48
3. CAPÍTULO III INGENIERÍA DEL PROYECTO	49
3.1. Estudios preliminares	49
3.1.1. Levantamiento topográfico.....	49
3.1.2. Análisis del ensayo de suelos	49
3.2. Análisis de la alternativa del Planteo Estructural	51
3.2.1. Funcionalidad	52
3.2.2. Descripción de las alternativas	54
3.2.2.1.- Alternativa N°1.....	54
3.3. Cargas consideradas en el diseño	55
3.3.1. Análisis y metrado de cargas permanentes.	55
3.3.1.1. Determinación de carga de ladrillo.	55
3.3.1.1.1. Muro exterior ladrillo 6 huecos ($e = 18 \text{ cm}$).	55
3.3.1.1.2. Carga lineal total del muro exterior.....	57
3.3.1.2.1. Muro interior ladrillo 6 huecos ($e = 12 \text{ cm}$).	57
3.3.1.2.1.1. Carga lineal total del muro interior:	59
3.3.1.3. Carga viva de losas.....	59
3.3.2. Diseño estructural de losas	59
3.3.3. Diseño de la capa de compresión de la losa de $H^\circ A^\circ$	60
3.3.4. Cálculo de la altura de la capa de compresión de la losa e	60

3.3.5. Cálculo de la armadura de distribución	60
3.3.6. Viguetas Pretensadas	61
3.3.7. Diseño de losa nervada ó casetonada	63
3.3.7.1. Cálculo de la armadura positiva mínima	67
3.3.7.2. Distribución del área de acero	67
3.3.7.3. Cálculo de la armadura transversal de nervios	68
3.3.7.4. Distribución del área de acero	69
3.3.7.5. Diámetros para estribo.....	70
3.3.7.6. Diseño de ábacos	70
3.3.7.6.1. Estado limite ultimo de flexión	70
3.3.7.6.2. Datos geométricos de la columna.....	71
3.3.7.6.3. Datos del análisis estructural	71
3.3.7.6.4. Cálculo de la superficie critica de punzonamiento.....	71
3.3.7.6.5. Cálculo de la fracción de momento para diferentes condiciones	71
3.3.7.6.6. Cálculo de la resistencia virtual del hormigón	72
3.3.7.6.7. Distancia a la fibra neutra.....	72
3.3.7.6.8. Cálculo del momento de inercia combinado para pilares interiores	72
3.3.7.6.9. Comprobación a punzonamiento	72
3.3.8. Verificación de viga de canto igual a 60 cm Auditorio L = 10.70 m.....	73
3.3.8.1. Datos del análisis estructural	73
3.3.8.2. Cálculo de la armadura longitudinal positiva.....	74
3.3.8.3. Momento reducido de cálculo.	74
3.3.8.4. Determinación de la armadura mínima	74
3.3.8.5. Armadura longitudinal negativa en la columna P126	75
3.3.8.6. Momento reducido de cálculo	75
3.3.8.7. Determinación de la armadura mínima	76
3.3.8.8. Armadura de piel	76
3.3.8.9. Cálculo de la armadura transversal	77
3.3.8.10. Separación de los estribos	78
3.3.9. Verificación de la viga a flexión de un pórtico en otra dirección.....	79
3.3.9.1. Cálculo de la armadura longitudinal positiva.....	81

3.3.9.2. Momento reducido de cálculo	81
3.3.9.3. Determinación de la armadura mínima	81
3.3.9.4. Armadura longitudinal negativa en la columna P65	82
3.3.9.5. Determinación de la armadura mínima	82
3.3.9.6. Armadura longitudinal negativa en la columna P54	83
3.3.9.7. Cálculo de la armadura transversal	84
3.3.10. Diseño de columnas.....	86
3.3.10.1. Estados limites últimos de compresión	86
3.3.10.2. Datos geométricos de columnas y vigas.....	87
3.3.10.3. Cálculo de la armadura longitudinal A-P. B	89
3.3.10.4. Cálculo de esfuerzos reducidos de cálculo.....	89
3.3.10.5. Distribución del área de acero	90
3.3.10.6. Cálculo de la armadura transversal	91
3.3.10.7. Distribución del área de acero armadura transversal.....	92
3.3.11. Diseño de zapatas aisladas rígidas.....	94
3.3.11.1. Datos del terreno de fundación.....	94
3.3.11.2. Datos geométricos de la columna.....	94
3.3.11.3. Datos del análisis estructural	94
3.3.11.4. Predimensionamiento de zapata	95
3.3.11.5. Adoptando dimensiones constructivas	95
3.3.11.6. Cálculo del canto útil de la zapata.....	96
3.3.11.7. Clasificación de la zapata	97
3.3.11.8. Los esfuerzos en la zapata serán los siguientes	97
3.3.11.9. Verificación al vuelco de la zapata.....	98
3.3.11.10. Verificación al deslizamiento	98
3.3.11.11. Cálculo de la armadura.....	99
3.3.11.12. Cálculo de la armadura en dirección “a”	100
3.3.11.13. El área de la armadura será.....	100
3.3.11.14. Distribución del área de acero	101
3.3.11.15. Cálculo de la armadura en dirección “b”	102
3.3.11.16. Distribución del área de acero	103

3.3.11.17. Verificación a la adherencia	104
3.3.11.18. Cálculo del cortante de diseño.....	104
3.4. Especificaciones técnicas	105
3.5. Presupuesto general.....	106
3.6. Cronograma de ejecución	106
3.7. Presios unitarios	106
4. CAPÍTULO IV APOORTE ACADÉMICO	108
4.1. Introducción	108
4.2. Marco teórico	108
4.3. Diseño escalera helicoidal.....	109
4.3.1. Definición de cargas	109
4.3.2. Cargas permanentes	109
4.3.3. Sobrecargas o cargas vivas	110
4.4. Mayoración de cargas	110
4.5. Esfuerzos torsores	110
4.5.1. Diseño por torsión.....	110
4.5.2. Diseño por torsión según la EHE- 08.....	110
4.5.2.1. Torsión con flexión	111
4.5.2.2. Dimensionamiento de las armaduras	111
4.5.2.3. Armadura mínima transversal.....	112
4.5.2.4. Compresión en el hormigón.....	112
4.5.2.5. Torsor resistido por las armaduras transversales	113
4.5.2.6. El esfuerzo torsor que pueden resistir las armaduras longitudinales	113
4.5.2.7. Torsión critica	114
4.6. Materiales.....	114
4.6.1. Hormigón	114
4.6.2. Módulo de elasticidad	114
4.7. Metodología de la escalera.....	115
4.7.1. Diseño geométrico de la escalera.....	115
4.7.2. Angulo de rotación o desarrollo “ φ ”	116
4.7.3. Radio externo y radio interno.....	116

4.8. Cálculo de la escalera.....	116
4.8.1. Definición de cargas.....	116
4.8.2. Peso propio de la estructura	116
4.8.3. Acabado	117
4.8.4. Sobrecargas	117
4.9. Mayoración de cargas	117
4.10. Definición de lo apoyos	118
4.11. Espesor de la losa.....	118
4.12. Diseño de una escalera helicoidal (Método BERGMAN).....	120
4.12.1. Metrado de cargas	121
4.12.2. Momento de flexión	122
4.12.3. Cálculo de la armadura necesaria por flexión	124
4.12.4. Momento de Torsión	124
4.12.5. Corte V.....	125
4.12.6. Diseño por corte y torsión.....	125
4.12.7. Cálculo del acero longitudinal A1 por torsión.....	128
4.12.8. Cálculo del “As” del anclaje	129
4.12.9. Diseño de la armadura por torsión	130
4.12.10. Resumen de toda la armadura	132
4.13. Metodología de Morgan.....	132
4.14. Cálculo de una escalera helicoidal (MÉTODO DE MORGAN)	135
4.14.1. Resumen de toda la armadura	141
4.15. Comparación técnica entre la metodología de Bergman y Morgan.....	142
4.16. Comparación económica del acero estructural en tres los dos métodos	143
5. CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	144
5.1. Conclusiones	144
5.2. Recomendaciones	147
BIBLIOGRAFÍA	148
ANEXOS	150

ANEXOS

ANEXO 1. Sobrecargas código boliviano del hormigón

ANEXO 2. Tabla de cuantía en función de dominios

ANEXO 3. Roseta de columnas

ANEXO 4. Estudio de suelos

ANEXO 5. Listado de armado de Vigas

ANEXO 6. Listado de armado de Cimentaciones

ANEXO7. Listado de armado de Columnas

ANEXO 8. Listado y armado de losas

ANEXO 9. Especificaciones Técnicas

ANEXO 10. Precios unitarios

ANEXO 11. Cómputos Métricos

ANEXO 12. Presupuesto general

ANEXO 13. Cronograma de ejecución

ANEXO 14. Estudio topográfico

ANEXO 15. Planos Topográficos

ANEXO 16. Planos Arquitectónicos

ANEXO 17. Planos Estructurales

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Esquema de la prueba SPT (Fuente Norma E050 de Cimentaciones)	8
Figura 2.2. Diagrama parábola-rectángulo (Fuente Norma Boliviana CBH 87)	19
Figura 2.3. Diagrama tensión deformación del acero (Fuente H.A. Jiménez Montoya) .	20
Figura 2.4. Dominios de deformación (Fuente EH- 08)	21
Figura 2.5. Sección sometida a flexión simple (Fuente H.A. Jiménez Montoya).....	22
Figura 2.6. Sección sometida a compresión (Fuente H.A. Jiménez Montoya).....	26
Figura 2.7. Longitud de pandeo en los casos canónicos (Fuente apuntes H°A° EHE 08)	32
Figura 2.8. Monograma (Fuente H°A° Jiménez Montoya).....	33
Figura 2.9. Partes constructivas de la losa (Fuente elaboración propia).....	37
Figura 2.10. Formas típicas de zapatas aisladas (Fuente H°A° Jiménez Montoya).....	38
Figura 2.11. Cálculo a flexión de una zapata flexible (Fuente H°A° Jiménez Montoya)	40
Figura 2.12. Comprobaciones a esfuerzo cortante y a punzonamiento (Fuente H°A° Jiménez Montoya).....	41
Figura 2.13. Escalera helicoidal afectada por momento torsor (Fuente Elaboración propia).....	43
Figura 2.14. (Fuente Arte De Proyectar En Arquitectura Neufert Pág. 175).....	44
Figura 3.1. Vista en planta de edificación (Fuente elaboración propia)	51
Figura 3.2. Vista en planta de bloque de ampliación (Fuente elaboración propia).....	51
Figura 3.3. Vista transversal de la losa alivianada (Fuente elaboración propia).....	60
Figura 3.4. Sistema de aplicación de la vigueta (Fuente CONCRETEC).....	62
Figura 3.5. Datos geométricos de la sección losa (Fuente elaboración propia)	64
Figura 3.6. Disposición de armadura en la viga (Fuente CYPECAD)	78
Figura 3.7. Envolventes de momentos y cortante (Fuente CYPE CAD)	80
Figura 3.8. Disposición de armadura en la viga (Fuente CYPECAD)	86
Figura 3.9. Disposición de armadura en columna P54 (Fuente CYPECAD)	93
Figura 3.10. Disposición de armadura en Zapata P54 (Fuente CYPECAD)	105
Figura 4.1. Vista en planta de una escalera helicoidal	109

Figura 4.2. Escalera helicoidal (Fuente Elaboración propia).....	115
Figura 4.3. Disposición de la armadura escalera helicoidal (Fuente Elaboración propia).....	132
Figura 4.4. Fuerzas resultantes en escalera helicoidal	133
Figura 4.5. Coeficientes k_1 , k_2 , k_3	135
Figura 4.6. Coeficientes k_1 , k_2 , k_3	135

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1. Resistencias características del hormigón	11
TABLA 2.2. Diámetros y áreas de barras de aceros corrugados	12
TABLA 2.3. Barras corrugadas – Características mecánicas mínimas garantizadas	13
TABLA 2.4. Coeficientes de minoración de resistencia de los materiales	16
TABLA 2.5. Coeficientes de mayoración de cargas.....	16
TABLA 2.6. Valores de ψ y λ en el dominio 2.....	24
TABLA 3.1. Pozos de sondeo y profundidad de los posos.....	49
TABLA 3.2. Ficha técnica de viguetas pretensadas	62
TABLA 3.3. Características de columnas y esfuerzos (fuente elaboración propia)	88
TABLA 3.3. Parámetros para clasificación de columnas	89
TABLA 3.4. Presupuesto general de la obra (Fuente elaboración propia).....	106
TABLA 4.1. Comparación técnica entre la metodología de Bergman y Morgan (Fuente elaboración propia).....	142
TABLA 4.2. Comparación de cantidad de materiales de acero entre los dos métodos (Fuente elaboración propia)	143

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1. Población según sexo (Fuente Estadística INE)	2
--	---