

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 DE LA SECRETARÍA DE DESARROLLO
ECONÓMICO Y PRODUCTIVO”
(LA CASONA MUNICIPAL - CIUDAD TARIJA)

POR: GUSTAVO ANÍBAL VIDAURRE VELASCO

Proyecto de Grado presentado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO” como requisito para optar el grado académico de Licenciatura de Ingeniería Civil.

SEMESTRE II
TARIJA-BOLIVIA

2016

**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 DE LA SECRETARÍA DE DESARROLLO
ECONÓMICO Y PRODUCTIVO”
(LA CASONA MUNICIPAL - CIUDAD TARIJA)**

POR: GUSTAVO ANÍBAL VIDAURRE VELASCO

**SEMESTRE II
TARIJA-BOLIVIA**

2016

.....
V°B° Ing. Arturo Dubravcic Alaiza
DOCENTE CIV-502

.....
M.Sc. Ing. Ernesto Álvarez Gozávez
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA

.....
M.Sc. Ing. Silvana S. Paz Ramírez
VICEDECANA
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA

TRIBUNAL:

.....
Ing. Paul Carrasco Arnold

.....
Ing. Armando Almendras S.

.....
Ing. Moisés Díaz Ayarde

DEDICATORIA

El siguiente trabajo está dedicado a mis queridos padres Aníbal Vidaurre y Angélica Velasco, porque siempre estuvieron brindándome su apoyo y cariño para que siga adelante a pesar de las adversidades. Y a mi hermana Cecilia Vidaurre que estuvo dándome su apoyo y cariño incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A todos mis docentes que brindaron su conocimiento y experiencia para que pueda formarme como profesional.

A mis amigos, con los cuales compartí momentos inolvidables y siempre estuvieron ayudándome.

Y por último a todas las personas que me ayudaron y brindaron consejos para que sea una mejor persona y mejor profesional.

El docente y tribunal evaluador de 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.

RESUMEN

El siguiente trabajo consiste en la Elaboración del Diseño Estructural de la Secretaría de Desarrollo Económico y Productivo, de “La Casona”, perteneciente a la Alcaldía de Cercado del Departamento de Tarija; actualmente el lugar destinado para este proyecto de la Gobernación Municipal se denomina “Posta Municipal”.

Este diseño está basado en la Norma del Instituto Americano del Concreto ACI 318-05, en los Manuales del Instituto Americano de la Construcción en Acero AISC y las especificaciones del Diseño por Factores de Resistencia y Carga L.R.F.D.

El diseño estructural comprende los siguientes elementos; cubierta a dos aguas de teja colonial con armadura de acero tipo “Pratt” cubre una luz de 21m y cuenta con una pendiente de $25,46^\circ$, estructura de sustentación compuesta por pórticos rígidos de vigas y columnas de hormigón armado por su larga vida útil y sus ventajas técnicas y constructivas en comparación con otros sistemas de sustentación, entrepisos aligerados de vigueta pretensada con poliestireno como aligerante, este tipo de sistemas de entrepisos reduce el peso y economiza los costos de encofrado del orden del 16,71% en luces de 4m a 6m, escaleras de hormigón armado simplemente apoyadas de dos tramos y sistema de fundación mediante zapatas aisladas y zapatas combinadas de canto constante, este tipo fundación es recomendable cuando la capacidad portante del suelo es buena y el tipo de suelo es granular, el área de las zapatas equivale al 14,69% del área de construcción.

El costo total para la ejecución de este proyecto está basado en los precios actuales del mercado y es de 5.910.388,19 Bs (cinco millones, novecientos diez mil trescientos ochenta y ocho con 19/100 ctvo.), y se tiene planificado un tiempo de ejecución de 268 días calendario.

El aporte académico de este proyecto consiste en el estudio, análisis y diseño de escaleras longitudinalmente armadas, analizando particularmente las escaleras ortopoligonales, las cuales se caracterizan por no tener recubrimiento sino tan sólo huella y contrahuella. Al ser un tipo especial de escalera su análisis sigue métodos que no se aplican a otros.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Problema.....	2
1.2.1. Planteamiento.....	2
1.2.2. Formulación.....	2
1.2.3. Sistematización.....	3
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. General.....	3
1.3.2. Específicos.....	4
1.4. Justificación.....	4
1.4.1. Académica.....	4
1.4.2. Técnica.....	4
1.4.3. Social e Institucional.....	4
1.5. Marco de referencia.....	4
1.5.1. Espacial.....	4
1.5.2. Temporal.....	5
1.6. Alcance del proyecto.....	5
1.6.1. Análisis de alternativa.....	5
1.6.2. Resultados a lograr.....	7
1.6.3. Restricciones.....	7
1.6.4. Aporte académico.....	7
2. MARCO TEORICO.....	9
2.1. Levantamiento topográfico.....	9
2.1.1. Procedimiento de un levantamiento topográfico.....	10
2.2. Estudio de suelos.....	12
2.2.1. Análisis granulométrico del suelo.....	12
2.2.2. Plasticidad.....	14
2.2.3. Clasificación de suelos.....	15
2.2.4. Estándar penetration test (S.P.T.).....	17
2.3. Esquema estructural.....	17

2.3.1. Estructura de cubierta	18
2.3.2. Entrepisos.....	19
2.3.3. Estructura de sustentación.....	19
2.3.4. Escaleras de H°A°.....	20
2.3.5. Estructura de fundación.....	21
2.4. Análisis de cargas.....	22
2.4.1. Cargas muertas.....	22
2.4.2. Cargas vivas.....	24
2.4.3. Cargas ambientales.....	27
2.5. Diseño estructural.....	28
2.5.1. Estructura de cubierta	28
2.5.2. Cercha tipo Pratt.....	28
2.5.3. Diseño de la cercha metálica – LRFD.....	30
2.5.4. Entrepisos.....	62
2.5.5. Estructura de sustentación.....	67
2.5.6. Escaleras de H°A°.....	105
2.5.7. Estructura de fundación.....	111
2.6. Estrategia para la ejecución del proyecto.....	120
2.6.1. Especificaciones técnicas.....	120
2.6.2. Cómputos métricos.....	120
2.6.3. Precios unitarios.....	120
2.6.4. Presupuesto general de la obra.....	120
2.6.5. Cronograma de actividades de la obra.....	120
3. MARCO PRÁCTICO.....	121
3.1. Levantamiento topográfico.....	121
3.2. Estudio de suelos.....	121
3.3. Esquema estructural.....	122
3.3.1. Estructura de cubierta	122
3.3.2. Entrepisos.....	123
3.3.3. Estructura de sustentación.....	123
3.3.4. Escaleras.....	124

3.3.5. Estructura de fundación.....	124
3.4. Análisis de cargas.....	125
3.4.1. Carga muerta.....	125
3.4.2. Carga viva.....	127
3.5. Diseño estructural.....	128
3.5.1. Estructura de cubierta.....	128
3.5.2. Entrepisos.....	161
3.5.3. Estructura de sustentación.....	162
3.5.4. Escaleras.....	213
3.5.5. Estructura de fundación.....	226
3.6. Estrategia para la ejecución del proyecto.....	243
3.6.1. Especificaciones técnicas.....	243
3.6.2. Cómputos métricos.....	243
3.6.3. Precios unitarios.....	243
3.6.4. Presupuesto general de la obra.....	243
3.6.5. Plan y cronograma de la obra.....	243
4. APORTE ACADÉMICO DEL PROYECTO “ESCALERAS	
ORTOPOLIGONALES”.....	245
4.1. Introducción.....	245
4.2. Marco teórico.....	245
4.2.1. Método “analogía de la columna”.....	245
4.2.2. Carga aplicada en el área elástica.....	246
4.3. Marco práctico.....	248
4.3.1. Cálculo de la carga para un peldaño.....	249
4.3.2. Cálculo del diagrama de momentos flectores en las huellas.....	250
4.3.3. Cálculo del diagrama de momentos flectores en las contrahuellas.....	251
4.3.4. Cálculo de los momentos por analogía de columna.....	252
4.3.5. Calculo de la armadura.....	253
4.4. Precio unitario y comparación de escaleras ortopoligonal y común.....	257
4.5. Conclusiones.....	258
CONCLUSIONES.....	259

RECOMENDACIONES.....	261
BIBLIOGRAFÍA.....	262
ANEXOS.....	265
A.1. Especificaciones técnicas.....	265
A.2. Cómputos métricos.....	316
A.3. Precios unitarios.....	323
A.4. Presupuesto general de la obra.....	355
A.5. Cronograma.....	356
A.6. Estudio de suelos.....	357
A.7. Tablas de diseño de perfiles AISC.....	358
A.8. Ayudas de diseño “Gráficos diagrama – interacción.....	359
A.9. Fotografías de la escalera ortopoligonal (aporte académico).....	360
A.9. Fotografías del lugar de emplazamiento.....	361
A.10. Fotografías de la “Posta Municipal”.....	363
A.11. Fotografías de “La casona”.....	365

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 : Organigrama de la Secretaría de Desarrollo Económico y Productivo.....	1
Figura 2: Imagen satelital de la ubicación del proyecto.....	5
Figura 3: Escalera ortopoligonal.....	8
Figura 4: Curvas de nivel.....	10
Figura 5: Curvas granulométricas de algunos suelos.....	13
Figura 6: Límites de Atterberg.....	15
Figura 7: Sistema de clasificación A.A.S.H.T.O.....	16
Figura 8: Idealización estructural de las cerchas.....	18
Figura 9: Forjados unidireccionales.....	19
Figura 10: Esquema de estructura real e ideal.....	20
Figura 11: Escalera simplemente apoyada.....	21
Figura 12: Escaleras de dos tramos.....	21
Figura 13: Distribución lineal de presiones.....	22
Figura 14: Cargas de viento.....	28
Figura 15: Cercha tipo pratt.....	29
Figura 16: Curva esfuerzo – deformación de un acero dulce.....	32
Figura 17: Curva esfuerzo – deformación idealizada.....	34
Figura 18: Secciones posibles de fallas en placas.....	36
Figura 19: Desdoblamiento de tornillos alternados en perfil angular.....	37
Figura 20: Ilustración de bloque de cortante.....	38
Figura 21: Área tributaria para el diseño del tensor.....	40
Figura 22: Tirante de cumbrera.....	41
Figura 23: Modos de pandeo bajo carga crítica.....	42
Figura 24: Perfil rolado en caliente y perfil compuesto, dimensiones.....	46
Figura 25: Resultantes de esfuerzos de compresión y tracción, perfil W.....	48
Figura 26: Factor de modificación “Cb” para distintos casos de carga y soporte lateral.....	52
Figura 27: Posición del centro de cortante para varias secciones transversales.....	55
Figura 28: Cargas no aplicadas al centro de cortante.....	55
Figura 29: Falla por cortante simple del tornillo.....	57
Figura 30: Falla por aplastamiento de la parte conectada.....	58

Figura 31: Separaciones y distancia a borde.....	60
Figura 32: Losa compuesta con viguetas pretensadas.....	63
Figura 33: Momento de inercia en secciones fisuradas.....	72
Figura 34: Diagrama de tension – deformación del hormigón a compresión.....	75
Figura 35: Diagramas tensión-deformación para diferentes hormigones.....	76
Figura 36: Módulo de elasticidad del acero estructural.....	78
Figura 37: Diseño de viga rectangular.....	82
Figura 38: Diseño de viga T.....	84
Figura 39: Condiciones típicas de apoyo para localizar V_u	87
Figura 40: Croquis para aclarar las medidas entre barras longitudinales de columna.....	91
Figura 41: Excentricidad equivalente para la carga de una columna.....	92
Figura 42: Columna sometida a compresión excéntrica.....	93
Figura 43: Diagrama de interacción para la Resistencia nominal de una columna.....	94
Figura 44: Columna circular sometida a compresión.....	95
Figura 45: Diagrama de interacción para el diseño de columnas.....	96
Figura 46: Pandeo y longitud efectiva de columnas cargadas axialmente.....	97
Figura 47: Abaco de Jackson y Moreland.....	99
Figura 48: Superficie de interacción “método carga inversa”.....	103
Figura 49: Diseño por luz inclinada.....	107
Figura 50: Diseño por luz proyectada.....	107
Figura 51: Esquema de distribución de armaduras.....	108
Figura 52: Ilustración del espesor “t” de la escalera.....	109
Figura 53: Luz de cálculo considerando descanso.....	109
Figura 54: Escalera con apoyo ficticio.....	110
Figura 55: Escalera con apoyo ficticio ; $l_1 > l_2$	110
Figura 56: Escalera con apoyo ficticio; biempotrado.....	110
Figura 57: Distribución de presiones en distintos tipos de suelo.....	111
Figura 58: Presiones de contacto supuestas bajo zapatas excéntricas.....	113
Figura 59: Falla a cortante y secciones críticas para cortante.....	114
Figura 60: Secciones críticas para flexión y adherencia.....	117
Figura 61: Zapatas para dos columnas.....	119

Figura 62: Cercha idealizada.....	122
Figura 63: Sistema de losa aligerada de vigueta pretensada y poliestireno.....	123
Figura 64: Sistema de porticos rígidos.....	123
Figura 65: Sistema de escalera de dos tramos.....	124
Figura 66: Zapatas aisladas de canto rectangular.....	125
Figura 67: Método de la analogía de la columna.....	246
Figura 68: Carga aplicada en el área elástica.....	246
Figura 69: Columna cargada excéntricamente.....	247

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cargas superficiales	23
Tabla 2: Pesos aproximados de materiales para techado.....	23
Tabla 3: Cuadro de armaduras de acero.....	24
Tabla 4: Sobrecargas de servicio.....	25
Tabla 5: Sobrecargas de servicio (continuación).....	26
Tabla 6: Sobrecargas de servicio (continuación).....	27
Tabla 7: Factores de Resistencia característicos.....	32
Tabla 8: Factores de corte diferido.....	36
Tabla 9: Longitudes efectivas de columnas.....	43
Tabla 10: Diseño por Resistencia a compresión de Resistencia especifica 36ksi.....	45
Tabla 11: Parámetros ancho – espesor para perfiles I y H.....	49
Tabla 12: Selección de factores de diseño de carga.....	53
Tabla 13: Distancias mínimas a bordes en angulares dobles.....	61
Tabla 14: Resistencia por cortante.....	62
Tabla 15: Especificaciones técnicas y momentos admisibles.....	66
Tabla 16: Tabla de combinaciones de carga el Código ACI.....	68
Tabla 17: Factores de reducción de Resistencia del Código ACI.....	69
Tabla 18: Espesores mínimos de vigas no preesforzadas.....	70
Tabla 19: Valores de “K” para cálculo de deflexiones inmediatas.....	71
Tabla 20: Valores del factor “ ϵ ”.....	74
Tabla 21: Deflexión máxima admisible.....	74
Tabla 22: Nomenclatura, áreas, perímetros y pesos de barras estándares.....	77
Tabla 23: Requisitos mínimos de Resistencia A.S.T.M.....	79

