

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



**“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL NUEVO MERCADO CENTRAL DEL VALLE”**  
**(PROVINCIA AVILES DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA)**  
**TOMO I**

Realizado por:

Cadena Castillo Manolo Edgar

**Diciembre de 2014**

**TARIJA – BOLIVIA**

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

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL NUEVO MERCADO CENTRAL DEL VALLE”**  
**(PROVINCIA AVILES DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA)**

Realizado por:

Cadena Castillo Manolo Edgar

**EN LA ASIGNATURA CIV 502 PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL II**  
**Gestión académica II/S 2014**

**TARIJA – BOLIVIA**

-----  
Ing. Paul Dennis Carrasco Arnold  
DOCENTE DE LA MATERIA CIV-502

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

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

**TRIBUNAL:**

-----  
Ing. Víctor Francisco Mostajo Rojas

-----  
Ing. Arturo Juan Dubravcic Alaiza

-----  
Ing. Juan Pablo Ayala Yáñez

*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*

*A Dios por darme la vida, la salud y perseverancia para culminar con esta etapa de mi vida.*

*Para ti mamá, por tu comprensión, por tu apoyo, por tu humildad, por tu enseñanza de vida, por luchar juntos y sobre todo por seguir a mi lado dándome esa fuerza para seguir adelante.*

*A mi hijita Shari Mirely, a mis hermanos Ayben, Alfredo, Mabel y Nelvin.*

*A todos mis amigos y compañeros que me apoyaron.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a mis padres Martha y Mateo por todo el amor, aliento y confianza durante toda mi carrera, a mis hermanos por su comprensión y apoyo desinteresado.*

*A los tribunales designados para la revisión del presente proyecto de grado, por su tolerancia, por sus consejos y enseñanzas que fueron de gran ayuda para tener una mejor conclusión del proyecto.*

*A la universidad por abrirme las puertas y cobijarme hasta la culminación de mis estudios.*

## ÍNDICE

	Página
RESUMEN DEL PROYECTO .....	1
CAPÍTULO I.....	2
1. ANTECEDENTES .....	2
1.1. El problema.....	2
1.1.1. Planteamiento.....	2
1.1.2. Formulación .....	3
1.1.3. Sistematización .....	3
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo General.....	3
1.2.2. Objetivo Específico.....	3
1.3. Justificación .....	4
1.3.1. Académica.....	4
1.3.2. Técnica .....	4
1.3.3. Social-Institucional .....	4
1.4. Alcance del proyecto.....	4
1.5. Localización.....	5
1.5.1. Información socioeconómica relativa al proyecto .....	5
1.5.2. Servicios básicos existentes.-.....	5

CAPÍTULO II.....	8
2. MARCO TEÓRICO .....	8
2.1. Levantamiento topográfico .....	8
2.2. Estudio de suelos.- .....	8
2.2.1. Ensayo de Penetración Normal (SPT).- .....	9
2.3. Diseño arquitectónico .....	13
2.4. Diseño estructural.- .....	13
2.5. Bases de cálculo.-.....	13
2.5.1. Estructura de sustentación de la cubierta .....	14
2.5.1.1. Análisis de cargas.- .....	14
2.5.1.2. Diseño de los elementos de la cercha.- .....	15
2.5.1.2.1. Diseño de elementos sometidos a tracción.....	15
2.5.1.2.2. Diseño de elementos sometidos a compresión .....	15
2.5.1.2.3. Diseño de los Elementos sometidos a Flexo – Tracción.- .....	16
2.5.1.2.4. Diseño de miembros sometidos a Flexión Biaxial .....	16
2.5.1.2.5. Diseño de Uniones.....	16
2.5.1.2.6. Diseño de la placa de asiento para vigas.- .....	18
2.5.1.2.7. Diseño del pernos de anclaje.- .....	19
2.5.2. Estructura aporticada.- .....	19
2.5.2.1. Resistencia de cálculo.- .....	19
2.5.2.2. Diagrama de cálculo Tensión – Deformación .....	20
2.5.2.3. Módulo de deformación longitudinal .....	21
2.5.2.4. Disposición de las armaduras .....	22
2.5.2.5. Estados límites .....	27
2.5.2.6. Acciones de carga sobre la estructura.- .....	28



2.5.2.7. Hipótesis de carga para la estructura de hormigón Armado.- .....	29
2.5.2.8. Metrado de cargas sobre la estructura .....	30
2.5.2.9. Diseño de los elementos de Hormigón Armado H°A° .....	34
2.5.2.9.1.Vigas.....	35
2.5.2.9.2.Columnas.- .....	39
2.5.3.Fundaciones .....	44
2.5.3.1. Zapatas aisladas .....	46
2.5.3.2. Zapatas de medianería .....	47
2.5.3.3. Escaleras .....	51
2.5.3.4. Losas alivianada con viguetas de hormigón pretensado.....	52
2.5.4.Estrategia para la ejecución del proyecto.....	53
2.5.5.Especificaciones técnicas.- .....	53
2.5.6.Precios unitarios.- .....	53
2.5.7.Cómputos métricos .....	56
2.5.8.Presupuesto.- .....	56
2.5.9. planeamiento y cronograma.- .....	56
CAPÍTULO III .....	59
3. INGENIERÍA DEL PROYECTO .....	59
3.1 Generalidades.- .....	59
3.2 Análisis del levantamiento topográfico.- .....	59
3.3 Análisis del estudio de suelos.-.....	60
3.4 Análisis arquitectónico del proyecto.- .....	61
3.5 Planteamiento estructural.- .....	62

3.6	Análisis, cálculo y diseño estructural de la cubierta metálica .....	63
3.6.1	Análisis de carga para la cubierta.- .....	63
3.6.2	Determinación de los esfuerzos internos de la cercha metálica.....	77
3.6.2.1	Verificación del elemento solicitado a Tracción, Cercha Tipo 1 .....	78
3.6.2.2	Verificación del elemento solicitado a Compresión, Cercha Tipo 1 .....	81
3.6.2.3	Verificación de correas en flexion asimetrica, Cercha Tipo 1.....	84
3.6.2.4	Diseño de las Uniones Atornilladas, Cercha Tipo 1.- .....	89
3.6.2.5	Diseño de la placa de anclaje.....	95
3.7	Estructura aporticada de hormigón armado H°A°.....	101
3.7.1	Cargas consideradas sobre la estructura .....	101
3.7.2	Verificación de los elementos de la estructura aporticada.-.....	106
3.7.2.1	Verificación del diseño estructural de la viga.- .....	106
3.7.2.2	Verificación del diseño estructural de la columna.- .....	116
3.7.2.3	Verificación de la zapata aislada.- .....	124
3.7.2.4	Verificación de la viga de riostre:.....	133
3.7.2.5	Diseño de la escalera de hormigón armado .....	142
3.7.2.5	Diseño de la losa alivianada .....	156
3.7.3	Especificaciones técnicas.....	196
3.7.4	Precios unitarios.- .....	196
3.7.5	Presupuesto general de la obra.- .....	196
3.7.6	Cronograma de ejecución.- .....	196
	CONCLUSIONES.....	197
	RECOMENDACIONES .....	198
	BIBLIOGRAFÍA.....	199
	ANEXOS.....	200

## ÍNDICE DE FIGURAS

Página

### CAPITULO II

Figura 2.1 Capacidad portante para diferentes tipos de suelos. ....	11
Figura 2.2 Capacidad portante para arcillas y mezclas de suelos. ....	12
Figura 2.3 Longitud de los pernos. ....	17
Figura 2.4 Cortantes y tracciones combinadas ....	18
Figura 2.5 Placa de asiento para vigas. ....	18
Figura 2.6 Diagrama parábola – rectángulo. ....	20
Figura 2.7 Diagrama rectangular. ....	20
Figura 2.8 Diagramas de cálculo tensión-deformación del acero. ....	21
Figura 2.9 Longitud de anclaje, en centímetros. ....	25
Figura 2.10 Transmisión de las Cargas Verticales. ....	30
Figura 2.11 Variación en la Posición de la SC. ....	31
Figura 2.12 Alternación de cargas, para obtener el máximo momento positivo. ....	32
Figura 2.13 Hipótesis de carga para determinar las sollicitaciones más desfavorables. ....	32
Figura 2.14 Máximo momento flector negativo. ....	33
Figura 2.15 Modelos simplificados para obtener el máximo momento negativo. ....	33
Figura 2.16 Coeficientes de pandeo para piezas aisladas. ....	40
Figura 2.17 Análisis de la cimentación. ....	45
Figura 2.18 Formas típicas de zapatas aisladas. ....	46
Figura 2.19 Armadura de tracción en una zapata aislada. ....	48
Figura 2.20 Zapata de medianería. ....	48

Figura 2.21 Zapata de medianería con viga centradora.....	49
Figura 2.22 Partes constitutivas de una escalera. ....	51

### **CAPITULO III**

Figura 3.1 Curvas de nivel. ....	59
Figura 3.2 Puntos en los que se realizó el estudio de suelo.....	60
Figura 3.3 Estratificación del suelo de fundación pozo N°2 .....	61
Figura 3.4 Planos arquitectónicos. ....	62
Figura 3.5 Disposición de las cerchas sobre la estructura de hormigón armado.....	63
Figura 3.6 Vista transversal de la cercha metálica Tipo 1.....	65
Figura 3.7 Factores de reducción del área neta efectiva.....	80
Figura 3.8 Tipos de fallas en columnas.....	82
Figura 3.9 Falla por aplastamiento de las planchas.....	92
Figura 3.10 Corte transversal del forjado de la viguetas.....	102
Figura 3.11 Consideración de la sobrecarga de viento por el programa CYPECAD. ....	105
Figura 3.12 Vista 3D de la estructura aporticada. ....	106
Figura 3.13 Disposición de la armadura en la viga. ....	115
Figura 3.14 Representación gráfica de todos los elementos que concurren a C22. ....	116
Figura 3.15 Representación gráfica de la columna. ....	123
Figura 3.16 Representación gráfica de la zapara aislada.....	124
Figura 3.17 Representación gráfica de la armadura de la zapara aislada.....	132
Figura 3.18 Zapata con viga de riostre. ....	133
Figura 3.19 Esquema de la viga centradora. ....	134
Figura 3.20 Representación gráfica de la zapata con viga de riostre. ....	141

Figura 3.21 Vista en planta de la escalera. ....	142
Figura 3.22 Características geométricas de la escalera. ....	143
Figura 3.23 Consideración de la escalera para el cálculo de la armadura principal. ....	145
Figura 3.24 Como una losa plana, apoyo simple. ....	145
Figura 3.25 Diagrama de momentos de la escalera, como losa plana. ....	146
Figura 3.26 Diagrama de momentos de la escalera, esquema real. ....	147
Figura 3.27 Consideración de la escalera para el cálculo de la armadura negativa. ....	148
Figura 3.28 Como una losa plana, apoyo empotrado. ....	148
Figura 3.29 Diagrama de momentos de la escalera, como losa plana empotrada. ....	149
Figura 3.30 Diagrama de momentos de la escalera, caso de empotramiento. ....	150
Figura 3.31 Representación gráfica de la escalera. ....	155
Figura 3.32 Vista en planta de la disposición de viguetas. ....	156
Figura 3.33 Losa alivianada. ....	156
Figura 3.34 Características geométricas del Plastoform. ....	157
Figura 3.35 Espesor mínimo de la carpeta de hormigón. ....	158
Figura 3.36 Características geométricas de la vigueta pretensada. ....	160
Figura 3.37 Características geométricas de la carpeta de hormigón in situ. ....	161
Figura 3.38 Características geométricas de la sección compuesta de la losa. ....	161
Figura 3.39 Características geométricas de la sección homogeneizada. ....	163
Figura 3.40 Características geométricas de la sección homogeneizada. ....	163
Figura 3.41 Momentos máximos máximo positivo en el centro luz del la vigueta. ....	166
Figura 3.42 Esfuerzos elásticos en una viga presforzada sin agrietar. ....	167
Figura 3.43 Punto de aplicación de la fuerza de pretensado ( <b><i>F<sub>p</sub></i></b> ) con respecto al cg. ....	169
Figura 3.44 Cálculo del relajamiento del alambre $\Delta\sigma_{pr}$ . ....	179
Figura 3.45 Solicitaciones del forjado durante el hormigonado. ....	184

Figura 3.46 Momentos resultantes por la sopanda. ....	185
Figura 3.47 Armadura de distribución sobre la losa alivianada. ....	189
Figura 3.48 Consideraciones de los apoyos para la vigueta pretensada. ....	190
Figura 3.44 Momentos negativos considerados para la verificación. ....	191

## ÍNDICE DE TABLAS

Página

### CAPITULO II

Tabla 2.1 Relación de Resistencia para las Arcillas.....	10
Tabla 2.2 Relación de Resistencia para Las Arenas.....	10
Tabla 2.3 Longitud de los pernos. ....	17
Tabla 2.4 Recubrimientos Mínimos. ....	24
Tabla 2.5 Valores del Coeficiente $\alpha$ .....	27