

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

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



**DISEÑO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL**

**“MERCADO SENAC”**

**TOMO I**

**Por:**

**VIDAURRE RODRIGUEZ EULALIO ALEXANDER**

Proyecto de ingeniería Civil II CIV - 502 presentado a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

**Febrero de 2010**

**TARIJA – BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES**



**DISEÑO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL**

**“MERCADO SENAC”**

**TOMO II**

**Por:**

**VIDAURRE RODRIGUEZ EULALIO ALEXANDER**

Proyecto de ingeniería Civil II CIV - 502 presentado a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

**Febrero de 2010**

**TARIJA – BOLIVIA**

**HOJA DE APROBACIÓN**

**PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL II**

**CIV 502**

**NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL  
"MERCADO SENAC"**

**APROBADO POR: .....**

**FIRMA: .....**

**FECHA: .....**

**HOJA DE EVALUACION**

**EVALUACION CONTINUA**

Fecha de presentación: .....

Calificación: Numeral: .....

Literal: .....

V°B° Docente CIV 502:

**EVALUACION FINAL**

Fecha de defensa: .....

Calificación: Numeral: .....

Literal: .....

Tribunal 1 .....

Tribunal 2 .....

Tribunal 3 .....

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas únicamente responsabilidad del autor.

## **DEDICATORIA**

A mi familia que es la parte más importante de mi vida ya que sin su apoyo hubiese sido imposible elaborar este proyecto. Agradecer al plantel docente de la carrera de ingeniería civil por los conocimientos impartidos.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darme la fe y la fortaleza necesaria para concluir este trabajo.

A todos los docentes del programa de Ingeniería Civil por proporcionarme desinteresadamente sus conocimientos para mi formación profesional.

## **CAPÍTULO I**

### **ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO**

1.1 NOMBRE DEL PROYECTO.....	1
1.2 ASPECTOS FÍSICOS.....	1
1.2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	1
1.2.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	1
1.2.3. ACCESOS AL PROYECTO.....	2
1.3. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS.....	2
1.3.1. POBLACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	2
1.3.2. LENGUA QUE HABLA LA POBLACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	3
1.4. ASPECTOS ECONÓMICOS.....	3
1.4.1. PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS DE LAS FAMILIAS.....	3
1.5. SERVICIOS BÁSICOS.....	4
1.5.1. AGUA POTABLE.....	4
1.5.2. ALCANTARILLADO.....	4
1.5.3. ENERGÍA ELÉCTRICA.....	4
1.5.4. EDUCACIÓN.....	4
1.5.5. SALUD.....	5

## **CAPÍTULO II**

### **OBJETO DEL PROYECTO**

2.1. PROBLEMÁTICA ACTUAL.....	6
2.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	6
2.2.1. RAZONES QUE JUSTIFICAN EL PROYECTO.....	7
2.2.2. RAZONES SOCIALES.....	7
2.2.3. RAZONES ECONÓMICAS.....	8
2.2.4. RAZONES TÉCNICAS.....	8
2.3. OBJETIVOS.....	9
2.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	9
2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
2.4. ALCANCE.....	10

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

3.1. ESTRUCTURAS METÁLICAS.....	11
3.1.1ANÁLISIS DE MIEMBROS DE ACERO.....	11
3.1.1.1. DISEÑO DE MIEMBROS EN TENSIÓN.....	11
3.1.1.2. DISEÑO DE MIEMBROS A COMPRESIÓN.....	12
3.1.1.3. DISEÑO DE MIEMBROS SOMETIDOS A FLEXIÓN.....	14
3.2. HORMIGÓN ARMADO.....	18
3.2.1. GENERALIDADES.....	18
3.2.2. MATERIALES.....	18
3.2.3. HORMIGONES.....	18
3.2.3.1. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL HORMIGÓN.....	18
3.2.3.1.1. RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DEL HORMIGÓN.....	18
3.2.3.1.2. RESISTENCIA DEL HORMIGÓN A LA TRACCIÓN.....	20
3.2.3.2. CARACTERÍSTICAS REOLÓGICAS DEL HORMIGÓN.....	21
3.2.3.2.1. DIAGRAMA DE TENSIÓN DEFORMACIÓN.....	21
3.2.4. ARMADURAS.....	22
3.2.4.1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y ADHERENTES.....	23
3.2.4.2. DISPOSICIÓN DE LAS ARMADURAS.....	24
3.2.4.2.1. COLOCACIÓN DE ARMADURAS.....	24
3.2.4.2.2. DISTANCIA ENTRE BARRAS.....	25
3.2.4.2.3. DISTANCIA A LOS PARAMENTOS.....	25
3.2.4.2.4. DOBLADO DE LAS ARMADURAS.....	26
3.2.4.2.5. ANCLAJE DE LAS ARMADURAS.....	27
3.2.4.2.6. EMPALME DE LAS ARMADURAS.....	30
3.2.4.2.7. EMPALME POR TRASLAPO O SOLAPO.....	30
3.3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	32
3.3.2. CLASES DE ALIGERAMIENTOS.....	33
3.4 COEFICIENTES DE MINORACIÓN DE LAS RESISTENCIAS DE LOS MATERIALES Y MAYORACIÓN DE LAS CARGAS.....	34

3.5. HIPÓTESIS DE CARGAS.....	35
3.6. CARGAS PARA EL CÁLCULO DE EDIFICIOS.....	36
3.6.1. CARGAS PERMANENTES.....	36
3.6.2. CARGAS ACCIDENTALES.....	37
3.7. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA.....	38
3.7.1. ESTADO LÍMITE ÚLTIMO BAJO SOLICITACIONES NORMALE.....	38
3.7.1.1. DOMINIOS DE DEFORMACIÓN DE LAS SECCIONES, EN EL ESTADO LÍMITE ÚLTIMO DE AGOTAMIENTO RESISTENTE.....	38
3.7.2. DISEÑO DE VIGAS A FLEXIÓN SIMPLE.....	39
3.7.3. DISEÑO A CORTE.....	42
3.7.4. DISEÑO A TORSIÓN.....	44
3.7.4.1. COMPROBACIONES QUE SE DEBE REALIZAR.....	44
3.7.4.2. COMPROBACIONES RELATIVAS AL HORMIGÓN.....	44
3.7.4.3. COMPROBACIONES RELATIVAS A LAS ARMADURAS.....	45
3.7.5. DISEÑO DE COLUMNAS.....	46
3.7.5.1. EXCENTRICIDAD MÍNIMA DE CÁLCULO.....	46
3.7.5.2. DISPOSICIÓN RELATIVAS A LAS ARMADURAS.....	47
3.7.5.3. ARMADURAS LONGITUDINALES.....	47
3.7.5.4. CUANTÍAS LÍMITES.....	47
3.7.5.5. ARMADURA TRANSVERSAL.....	48
3.7.5.6. COMPRESIÓN SIMPLE.....	49
3.7.5.7. PANDEO DE PIEZAS COMPRIMIDAS DE HORMIGÓN ARMADO.....	50
3.7.5.7.1. IDEAS PREVIAS.....	50
3.7.5.7.2. LONGITUD DE PANDEO.....	50
3.7.5.7.3. ESBELTEZ GEOMÉTRICA Y MECÁNICA.....	53
3.7.5.7.4. MÉTODO APROXIMADO.....	53
3.7.6. DISEÑO DE LOSAS.....	55
3.7.6.1. INTRODUCCIÓN.....	55
3.7.6.2. TIPOS DE LOSAS.....	56
3.7.6.3. LOSA NERVADA.....	56
3.7.6.3.1. CONDICIONES GEOMÉTRICAS DE LA LOSA NERVADA.....	58

3.7.6.3.2. DIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN DEL NERVIO EN T O L.....	59
3.7.6.3.3. RESISTENCIA DE LAS VIGAS LOSA.....	59
3.7.6.3.4. ARMADURA MÍNIMA.....	61
3.7.6.3.5. COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE AGOTAMIENTO FRENTE A ESFUERZO CORTANTE.....	62
3.7.7. DISEÑO DE CIMENTACIONES.....	62
3.7.7.1. CIMENTACIONES SUPERFICIALES Y PROFUNDAS.....	63
3.7.7.2. TIPOS DE ZAPATAS.....	63
3.7.7.3. DISTRIBUCIÓN DE TENSIONES EN EL TERRENO.....	65
3.7.7.4. ZAPATA AISLADAS.....	65
3.7.7.5. DIMENSIONAMIENTO DEL ÁREA DE LA ZAPATA.....	66
3.7.7.6. VERIFICACIÓN AL VUELCO.....	67
3.7.7.7. VERIFICACIÓN AL DESLIZAMIENTO.....	68

**CAPÍTULO IV**  
**INGENIERÍA DEL PROYECTO**

4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA.....	69
4.2. ESTUDIOS PRELIMINARES.....	69
4.2.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	69
4.2.2. ESTUDIO DE SUELOS.....	69
4.3. ESQUEMA ARQUITECTURAL.....	69
4.4. ESQUEMA ESTRUCTURAL.....	70
4.4.1. ESTRUCTURACIÓN.....	70
4.5. PARÁMETROS DE DISEÑO.....	72
4.5.1. NORMAS.....	72
4.5.2. MATERIALES.....	73
4.5.3. COEFICIENTES DE PONDERACIÓN Y/O FACTORES DE SEGURIDAD.....	73
4.5.4. SISTEMA DE UNIDADES.....	73
4.5.5. SISTEMA DE EJES GLOBALES.....	74
4.5.6. CARGAS.....	74
4.5.6.1 CARGAS PERMANENTES.....	74
4.5.6.2. CARGAS VARIABLES.....	75

4.5.6.2.1. SOBRECARGAS DE USO.....	75
4.5.6.2.2. CARGA DE VIENTO.....	76
4.6. CÁLCULO DE LAS ACCIONES.....	76
4.6.1. HIPÓTESIS DE CARGA PARA HORMIGÓN ARMADO.....	76
4.6.2. HIPÓTESIS DE CARGA PARA ESTRUCTURA METÁLICA.....	77
4.7. PREDIMENSIONAMIENTO.....	77
4.7.1. PREDIMENSIONADO DE LOSA CASETONADA.....	77
4.7.2. PREDIMENSIONADO DE VIGAS Y COLUMNAS.....	79
4.7.3. FUNDACIONES.....	79
4.7.4. ESCALERAS.....	79
4.7.5. CUBIERTA METÁLICA.....	80
4.8. ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	81
4.8.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	81
4.9. DISEÑO ESTRUCTURAL.....	82
4.9.1. METODOLOGÍA DE DISEÑO DE LOS ELEMENTOS.....	83
4.9.1.2. DISEÑO DE VIGA A FLEXIÓN SIMPLE.....	83
4.9.1.2 DISEÑO DE VIGA A CORTANTE.....	85
4.9.1.3. DISEÑO DE COLUMNA A FLEXOCOMPRESION BIAXIAL.....	87
4.9.1.4. DISEÑO DE ZAPATAS.....	91
4.9.1.5. DISEÑO DE LOSA CASETONADA.....	100
4.9.1.6. DISEÑO DE ESCALERAS.....	110
4.9.1.7. DISEÑO DE LA CUBIERTA METÁLICA.....	115
4.9.1.7.1. DISEÑO DE MIEMBROS A FLEXIÓN.....	116
4.9.1.7.2. DISEÑO POR RESISTENCIA DE MIEMBROS A TRACCION.....	118
4.9.1.7.3. DISEÑO POR RESISTENCIA DE MIEMBROS A COMPRESION.....	119
4.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	121
4.11. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	121
4.12 RESUMEN DE CÓMPUTOS MÉTRICOS.....	122
4.13 PLAZO DE EJECUCIÓN.....	122

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.....123

5.2. RECOMENDACIONES.....125

#### BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

#### INDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Esquema estructural.....70

Figura 4.2 Disposición de Bloques Estructurales.....71

Figura 4.3 Vista en planta del esquema estructural.....71

Figura 4.4 Cotas de las plantas.....71

Figura 4.4. Mercado Senac Modelado 3D, en CYPECAD-2008.....72

Figura 4.5 Sistema de ejes globales de la estructura.....74

Figura 4.6 Recomendaciones para el predimensionamiento de losas aligeradas.....78

Figura 4.7 Geometría de la Losa Nervada (cm).....78

Figura 4.8. Geometría de vigas y columnas.....79

Figura 4.9. Dimensiones de escalera tipo 2 ( m).....80

Figura 4.10 cercha metálica de perfiles T2L.....80

Figura N° 4.11 Momentos Flectores de la Losa por Zonas.....82

#### INDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1 Parámetros Ancho – Espesor.....15

Cuadro 3.2 Diámetros, pesos y áreas de barras.....23

Cuadro 3.3 Recubrimientos Mínimos en mm.....26

Cuadro 3.4 Radios de curvatura para ganchos y estribos.....27

Cuadro 3.5. Radios de curvatura de la armadura principal.....27

Cuadro 3.6. Para obtener los coeficientes  $\Psi$ .....31

Cuadro 3.7 Coeficientes de minoración.....34

Cuadro 3.8 Coeficientes de mayoración.....34

Cuadro 3.9 Pesos de fabricas y macizos.....36

Cuadro 3.10 Sobrecargas.....37

Cuadro 3.11 Longitud de pandeo  $l_0=k*\ell$  de las piezas aisladas.....51

## **ANEXOS**

### **ANEXO A: Características Principales del Área De Estudio**

#### **ANEXO B:**

**ANEXO B-1:** Estudio de suelos

**ANEXO B-2:** Análisis de cargas

**ANEXO B-3:** Alternativas de losa

**ANEXO B-4:** Predimensionamiento de Vigas, Columnas.

**ANEXO B-5:** Diseño de zapatas flexibles

**ANEXO B-6:** Diseño de escaleras

**ANEXO B-7:** Diseño de cubierta metálica

**ANEXO B-8:** Planilla diseño de vigas a flexión.

**ANEXO B-9:** Diseño de diseño de columnas.

**ANEXO B-10:** Cómputos Métricos, Análisis de P. U. y  
Cronograma de actividades

#### **ANEXO C: Gráficos, ábacos y tablas**

#### **ANEXO D: Planos de proyecto**

**PLANO N°1:** Plano levantamiento topográfico

**PLANO N°2:** Plano arquitectónico

**PLANO N° 3:** Plano de cubierta metálica

**PLANO N° 4:** Plano estructural

**PLANO N° 5:** Plano de escaleras

**PLANO N° 6:** Plano armadura de columnas planta 1

**PLANO N° 7:** Plano armadura de columnas planta 2

**PLANO N° 8:** plano armadura de columnas planta 2 y zapatas

**PLANO N° 9:** Armadura de zapatas

**PLANO N°10:** Plano armadura de vigas de sobrecimiento

**PLANO N°11:** Plano armadura de vigas de planta 1

**PLANO N°12:** Plano armadura de vigas de planta 2

**PLANO N°13:** Plano armadura de losa casetonada de planta 1

**PLANO N°14:** Plano armadura de losa casetonada de planta 2