

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



TÍTULO DEL PROYECTO:

**“ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO DEL MERCADO SAN MARTÍN
CON DIFERENTES TIPOS DE LOSAS”**

POR:

UNIV. JULIO CÉSAR CARVAJAL LLANQUE

Febrero de 2011

Tarija-Bolivia

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

TÍTULO DEL PROYECTO:

**“ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO DEL MERCADO SAN MARTÍN
CON DIFERENTES TIPOS DE LOSAS”**

POR:

UNIV. JULIO CÉSAR CARVAJAL LLANQUE

PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV - 502

Febrero de 2011

Tarija-Bolivia

V° B°

Ing. David Zenteno B.
PROFESOR GUÍA

Ing. Luis Alberto Yurquina
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA

Ing. Gonzalo Gandarilla
DIRECTOR
DEPARTAMENTO DE
ESTRUCTURAS

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. Ernesto Alvarez

Ing. Oscar Chávez Vargas

Ing. Carola Miranda

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

DEDICATORIA:

*Para aquellas personas que
“sueñan” antes de dormir, porque
saben que los sueños se han hecho
para hacerse realidad. Dedicado este
trabajo*

AGRADECIMIENTOS:

A Dios: Por colocar un muro en mí camino, no para detenerme, si no para mostrarme cuanto quería lograr un objetivo;

A mi familia: por su apoyo material, espiritual y por todo;

A los docentes: por las orientaciones y recomendaciones impartidas en el trabajo y durante toda la carrera;

A mis compañeros y amigos por los años compartidos y les llevo en el recuerdo.

PENSAMIENTO:

“Hice un acuerdo de coexistencia pacífica con el tiempo: ni él me persigue, ni yo huyo de él, un día nos encontraremos”.

Mario Lago

ÍNDICE

Dedicatorias

Agradecimientos

Resumen

CAPÍTULO I

OBJETO DEL TEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.1.	Antecedentes	1
1.2.	Reseña histórica	1
1.3.	Características generales	2
1.4.	Objetivos	3
1.4.1.	Objetivo general	3
1.4.2.	Objetivos específicos	3
1.5.	Alcance	4
1.6.	Justificación	5

CAPÍTULO II

TIPOLOGÍAS DE LOSAS DE ENTREPISOS Y MATERIALES

2.1.	Generalidades	8
2.2.	Funciones de las losas de entrepisos	9
2.2.1.	Condicionantes en función estructural	10
2.3.	Tipologías más comunes de losas	11
2.3.1.	Esquemas de clasificación de losas	12
2.3.2.	Descripción de losas del proyecto	14
2.3.2.1.	Losa maciza con vigas	15

2.3.2.2. Losa plana y/o placa plana sin vigas	16
2.3.2.3. Losa alivianada c/semiviguetas	19
2.3.2.4. Losa casetonadas	20
2.4. Premisas de referencia en la selección de un entrepiso	22
2.5. Análisis de los materiales	23
2.5.1. Cemento	23
2.5.1.1. Propiedades físicas – mecánicas	23
2.5.1.2. Cemento el puente	24
2.5.2. Áridos	25
2.5.3. Aditivos	25
2.5.4. Propiedades del hormigón	26
2.5.4.1. Propiedades del hormigón fresco	26
2.5.4.2. Propiedades del hormigón endurecido	28
2.5.5. Características mecánicas del hormigón	29
2.5.5.1. Resistencia característica del hormigón	29
2.5.5.2. Resistencia característica a tracción	29
2.5.6. Características reológicas del hormigón	29
2.5.6.1 Diagrama tensión deformación del hormigón	30
2.5.6.2. Diagrama tensión deformación de cálculo	30
2.5.6.3. Módulo de deformación longitudinal	32
2.5.6.4. Coeficiente de poisson	33
2.5.6.5. Fluencia del hormigón	33
2.5.7. Armadura de refuerzo	35

2.5.7.1. Barras lisas	35
2.5.7.2. Barras corrugadas	35
2.5.8. Hormigón armado	38
2.5.9. Aligeramientos	39
2.5.9.1 Clases de aligeramientos	40
2.5.10. Semiviguetas de hormigón pretensado	42

CAPÍTULO III

DISPOSICIONES PREVIAS AL ANÁLISIS Y DIMENSIONAMIENTO

3.1. Ejemplo de aplicación real “Mercado San Martín”	43
3.1.1. Ubicación	43
3.1.2. Características del edificio en estudio	45
3.1.3. Alternativas de solución estructural	45
3.2. Discretización de la estructura	46
3.2.1. Modelización de elementos barra	46
3.2.1. Tipos de elementos área	49
3.2.1. Criterios para la selección de elementos área	51
3.2.2. Modelización de losas mediante elementos finitos	51
3.2.2.1. Malla de elementos finitos	51
3.2.2.2. Representación de apoyos puntuales	52
3.2.2.3. Dimensionamiento mediante franjas de armado	52
3.2.2.4. Asimilación a un emparrillado	54
3.3. Metodología de diseño	54
3.3.1. Factores de carga y combinaciones	54

3.3.2. Dimensionamiento a flexión	55
3.3.2. Dimensionamiento a cortante	57
3.3.3. Dimensionamiento a cortante y torsión	58
3.3.4. Esbeltez en columnas	59
3.3.5. Dimensionamiento a flexocompresión	61
3.3.6. Predimensionamiento de losas	62
3.3.6.1. Losas macizas con vigas	62
3.3.6.2. Losas sin vigas	63
3.3.6.3. Losas casetonadas	63
3.3.7. Dimensionamiento a cortante por punzonamiento	64
3.3.8. Losa unidireccional prefabricada	65
3.3.9. Dimensionamiento de zapatas	65
3.4. Dimensionamiento de accesos	67
3.4.1. Escaleras apoyadas longitudinalmente	67
3.4.2. Rampa de acceso.	68
3.5. Disposiciones de armado.	68

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE ESTRUCTURAL Y DISEÑO

4.1. Características del suelo	70
4.2. Características técnicas de los materiales	70
4.3. Requisitos dimensionales y predimensionamiento	71
4.3.1. Predimensionamiento estructura con losa maciza	71
4.3.2. Predimensionamiento estructura con losa alivianada	73

4.3.3. Predimensionamiento estructura con placa plana	73
4.3.4. Predimensionamiento estructura con losa casetonada	73
4.4. Análisis de cargas y combinaciones	75
4.4.1. Estimación de cargas	75
4.4.1.1. Cargas permanentes	75
4.4.1.2. Cargas vivas o accidentales	76
4.4.1.3. Cargas de sismo	77
4.4.1.4. Cargas de viento	78
4.4.1.5. Cargas por la rampa de acceso	79
4.4.1.6. Metrado de carga de escalera	80
4.4.2. Estados de combinación de cargas	80
4.5. Resultados del análisis estructural y diseño	81
4.5.1. Diseño de vigas	85
4.5.1.1. Diseño a flexión	85
4.5.1.2. Diseño a cortante	87
4.5.1.3. Diseño a cortante y torsión	88
4.5.2. Diseño de columnas	91
4.5.2.1. Diseño de columnas esbeltas.	91
4.5.2.2. Diseño de columnas circulares	95
4.5.3. Diseño de losas	99
4.5.3.1. Diseño por cortante por punzonamiento	99
4.5.3.2. Diseño de refuerzo negativo de viguetas	100
4.5.4. Diseño de zapatas aisladas	103

4.5.5. Diseño de accesos	108
4.5.5.1. Diseño de escaleras	108
4.5.5.2. Diseño de rampa de acceso.	112

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES – RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones	117
5.1.1. Respecto al análisis y diseño estructural	117
5.1.2. Respecto al presupuesto	119
5.1.3. Respecto al cronograma de ejecución	120
5.1.4. Respecto a la alternativa seleccionada.	121
5.2. Recomendaciones.	124

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía	125
--------------------	-----

ANEXO I	Tablas de diseño, ábacos, figuras, ayudas de diseño
ANEXO II	Análisis de costo y tiempo (presupuestos y diagramas de Gantt); Análisis de luces
ANEXO III	Estudio de suelos
ANEXO IV	Tabulaciones de análisis estructural, diseño, modelo en SAP2000
ANEXO V	Cómputos métricos y precios unitarios
ANEXO VI	Planos arquitectónicos y planos estructurales a detalle

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1:	Función de las losas de entrepisos	9
Figura 2.2:	Clasificación de las losas	11
Figura 2.3:	Losa unidireccional	12
Figura 2.4:	Losa con vigas en dos direcciones	12
Figura 2.5:	Losa casetonado descarga en columnas	12
Figura 2.6:	Losas de viguetas resistentes con bovedillas	13
Figura 2.7:	Losas de semiviguetas con bovedillas	13
Figura 2.8:	Losas de semiviguetas en celosía	13
Figura 2.9:	Losas de viguetas dobles	13
Figura 2.10:	Sistema de losa sobre vigas	15
Figura 2.11:	Sistema de placa plana	16
Figura 2.12:	Sistema de placa plana	16
Figura 2.13:	Ábacos	17
Figura 2.14:	Capitel de columna	17
Figura 2.15:	Columna con ábaco y capitel	17
Figura 2.16:	Dimensiones mínimas de ábacos	18
Figura 2.17:	Falla a cortante por punzonamiento	18
Figura 2.18:	Semiviguetas con bovedilla y/o complemento	20
Figura 2.19:	Sistema de losa en casetonado	20
Figura 2.20:	Vista detalle de armado y aligerante	21
Figura 2.21:	Vista del armado con mallas electro-soldadas	21
Figura 2.22:	Diagrama tensión - deformación del hormigón	30

Figura 2.23: Diagrama parábola – rectángulo	31
Figura 2.24: Curva del hormigón con tendencia elástica	32
Figura 2.25: Resalte del acero para mejor adherencia con el hormigón	38
Figura 3.1: Mapa político del departamento de Tarija	43
Figura 3.2: Mapa político de la provincia Cercado	44
Figura 3.3: Ubicación del predio según mapa de Tarija	44
Figura 3.4: Vista satelital de la zona	45
Figura 3.5: Vista en planta para losas macizas c/s vigas y alivianadas	47
Figura 3.6: Vista en planta para losas casetonadas	47
Figura 3.7: Vista en planta bloques a diseñar	48
Figura 3.8: Convención de signos en elementos tipo frames	48
Figura 3.9: Convención de signos en elementos tipo Áreas	49
Figura 3.10: Integración de momento (malla de elementos finitos)	54
Figura 3.11: Variación de ϕ con la deformación unitaria neta de tracción en el acero extremo en tracción ϵ_t y c/d_t para refuerzo Grado 60	55
Figura 3.12: Diagrama rectangular de compresión en sección T	55
Figura 3.13: Restricción de las alas sección T	56
Figura 3.14: Requisitos dimensionales de un losa casetonada	64
Figura 3.15.: Acción de las cargas sobre las escaleras	65
Figura 3.16.: Acción de las cargas sobre las escaleras	67
Figura 3.17.: Detalle de armado de una escalera longitudinal	68

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 2.1	27
CONSISTENCIA DEL HORMIGÓN POR ASENTAMIENTO	
CUADRO N° 2.2	34
FACTORES DEPENDIENTES DEL TIEMPO ϵ	
CUADRO N° 2.3	36
DIÁMETROS NOMINALES DEL ACERO	
CUADRO N° 2.4	37
PROPIEDADES DEL ACERO CORRUGADO	
CUADRO N° 2.5	41
MEDIDAS DE ALIGERAMIENTOS DE PLASTOFORMO	
CUADRO N° 2.6	42
DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LAS VIGUETAS	
CUADRO N° 3.1	63
ESPEORES MÍNIMOS DE LOSAS SIN VIGAS INTERIORES	
CUADRO N° 4.1	72
PRESIÓN DE VIENTO	