

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**“ESTUDIO Y DISEÑO DE LA TRIDILOSA”**

**(APLICACIÓN EN BLOQUE DE LA CARRERA DE  
MEDICINA DE LA “U.A.J.M.S.”)**

**POR: CECILIA MIRTHA VIDAURRE VELASCO**

**AGOSTO/2016**

**TARIJA-BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

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

**“ESTUDIO Y DISEÑO DE LA TRIDILOSA”**

**(APLICACIÓN EN BLOQUE DE LA CARRERA DE MEDICINA DE LA  
“U.A.J.M.S.”)**

**POR: CECILIA MIRTHA VIDAURRE VELASCO**

**ASIGNATURA: PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL II CIV-502**

**GESTION ACADEMICA 2016 SEMESTRE I**

**TARIJA-BOLIVIA**

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.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a Dios y a la Virgen de Chaguaya, por haberme protegido y cuidado en toda mi carrera universitaria.

A mis padres, Aníbal Vidaurre y Angélica Velasco, porque siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo, cariño y sus consejos para hacer de mí una mejor persona.

A mi hermano, Gustavo Vidaurre por ser el mejor hermano que puedo tener, que me defiende y protege de todo lo malo.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis docentes, porque me brindaron todo el conocimiento necesario para poder formarme como profesional.

A mi querido docente guía, el Msc. Ing. Gonzalo Gandarillas, que fue uno de los que me impulsó y motivó a ser mejor estudiante día a día, por brindarme su conocimiento en los momentos que más lo necesite y ser paciente con mis inquietudes.

Y por último a mis amigos “Los mapaches” que forme en esta carrera, que fueron una enseñanza de vida y superación, que brindaron diversión y compañía en los momentos más duros de esta etapa

## INDICE

DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
RESUMEN.....	viii
1. INTRODUCCION.-	1
1.1. ANTECEDENTES.-	1
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.-	2
1.2.1. Planteamiento.-	2
1.2.2. Formulación.-	3
1.2.3. Sistematización.-	3
1.3. OBJETIVOS.-	4
1.3.1. General.-	4
1.3.2. Específicos.-	4
1.4. JUSTIFICACIÓN.-	5
1.4.1. Académica.-	5
1.4.2. Técnica.-	5
1.4.3. Social.-	5
1.5. HIPÓTESIS DEL TRABAJO.-	5
1.6. DELIMITACIÓN DEL TRABAJO.-	6
2. FUNDAMENTOS TEORICOS.-	7

2.1.	FORJADOS, PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS.-	7
2.1.1.	Introducción.-	7
2.1.2.	Definición.-	7
2.1.3.	Tipología.-	9
2.1.4.	Función del Forjado.-	12
2.1.5.	Comportamiento estructural.-	16
2.2.	FORJADO RETICULAR EN UNA DIRECCIÓN.-	19
2.2.1.	Características del forjado reticular.-	19
2.2.2.	Procedimiento de Diseño.-	21
2.2.3.	Materiales.-	24
2.3.	LOSAS RETICULARES MIXTAS (TRIDILOSA).-	29
2.3.1.	Antecedentes.-	29
2.3.2.	Definición.-	29
2.3.3.	Descripción del Sistema.-	30
2.3.4.	Materiales.-	32
2.3.5.	Características de este sistema.-	39
2.3.6.	Beneficios del sistema.-	46
2.3.7.	Aplicación de la tridilosa.-	47
2.3.8.	Análisis de mallas espaciales mixtas.-	49
2.3.9.	Diseño cortante en placas y losas planas.-	63

2.3.10. Flexibilidad arquitectónica.-	65
2.3.11. Uniones con soldadura.-	68
2.3.12. Detalles típicos de soldadura en celosías.-	70
3. MARCO PRÁCTICO.-	77
3.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA EN ESTUDIO.-	77
3.1.1. Características arquitectónicas.-	77
3.1.2. Revisión de la estructura por seguridad.-	78
3.2. PREMISAS DE DISEÑO.-	80
3.2.1. Optimización de disposición de columnas.-	80
3.2.2. Estructura a rediseñar.-	81
3.2.3. Análisis de carga.-	81
3.2.4. Características del suelo.-	88
3.3. DISEÑO DE LA LOSA EN UNA DIRECCIÓN.-	89
3.3.1. Dimensionamiento de la losa maciza.-	89
3.3.2. Dimensionamiento de la losa aligerada.-	89
3.3.3. Cargas actuantes.-	90
3.3.4. Momento y cortante en la losa.-	90
3.4. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA, EMPLEANDO LOSAS RETICULARES MIXTAS.-	92
3.4.1. Requisitos dimensiones según normativa.-	92

3.4.2.	Dimensiones de elementos estructurales.-	93
3.4.3.	Cargas solicitantes en la estructura.-	96
3.4.4.	Carga actuante en la tridilosa.-	98
3.4.5.	Esfuerzos producidos en la tridilosa.-	99
3.4.6.	Cálculo de losa a compresión.-	101
3.4.7.	Cálculo de la armadura.-	103
3.4.8.	Verificación de la deflexión.-	118
3.4.9.	Diseño a cortante en placas.-	120
3.4.10.	Determinación del peso de la estructura.-	121
3.5.	COMPARACIÓN TÉCNICA FINANCIERA DE LA ALTERNATIVA.-	124
3.5.1.	Generalidades.-	124
3.5.2.	Comparaciones.-	128
	CONCLUSIONES.-	130
	BIBLIOGRAFIA.	133
	ANEXO A.1. COMPUTOS METRICOS.-	136
	PLANOS	

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1 EJEMPLO DE TRANSMISIÓN DE LAS CARGAS DE UN FORJADO AL RESTO DE LA ESTRUCTURA	8
FIGURA N° 2 LOSA UNIDIRECCIONAL	9
FIGURA N° 3 LOSA BIDIRECCIONAL TRASMITIENDO LOS CARGAS A LAS VIGAS EN DOS DIRECCIONES	9
FIGURA N° 4 LOSAS VACIADAS “IN SITU”	10
FIGURA N° 5 LOSAS SEMI PREFABRICADAS	10
FIGURA N° 6 LOSAS PREFABRICADAS	11
FIGURA N° 7 CORTE TRANSVERSAL DE LOSA RETICULAR MIXTA	12
FIGURA N° 8 TRANSMISIÓN DE LAS FUERZAS HORIZONTALES RECIBIDAS POR UN FORJADO AL RESTO DE LOS ELEMENTOS	14
FIGURA N° 9 A) ABATIMIENTO DE PÓRTICOS B) COMPORTAMIENTO CON EL PÓRTICO ARRIOSTRADO.	15
FIGURA N° 10 LOSA EN UNA DIRECCIÓN.	16
FIGURA N° 11 LOSA EN DOS DIRECCIONES	17
FIGURA N° 12 LOSA DE DOS DIRECCIONES APOYADA SOBRE VIGAS	18
FIGURA N° 13 LOSA DE DOS DIRECCIONES APOYADA SOBRE COLUMNAS	19

FIGURA N° 14 SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA ZONA ALIGERADA DE UN FORJADO RETICULAR	20
FIGURA N° 15 VISTA ISOMÉTRICA DE MALLA ESPACIAL	29
FIGURA N° 16 FUERZAS INTERNAS DE COMPRESIÓN Y TRACCIÓN EN EEM	31
FIGURA N° 17 COMPONENTES DE EEM	32
FIGURA N° 18 GRAFICA ESFUERZO DEFORMACIÓN PARA VARIOS GRADOS DE ACERO ESTRUCTURAL	34
FIGURA N° 19 EFECTO DE CARBONO EN LA SOLDABILIDAD DEL ACERO	36
FIGURA N° 20 SOLDABILIDAD DEL ACERO EN FUNCIÓN DEL CARBONO EQUIVALENTE	36
FIGURA N° 21 DIÁMETROS DE DOBLADO	36
FIGURA N° 22 TIPOS DE DOBLADO	37
FIGURA N° 23 PROCEDIMIENTO DE DOBLADO	38
FIGURA N° 24 DIMENSIONES DE ÁBACOS	40
FIGURA N° 25 TAMAÑO MÍNIMO ACONSEJABLE PARA PILARES	41
FIGURA N° 26 DISTRIBUCIÓN IDEAL DE COLUMNAS	43
FIGURA N° 27 A) MALLA ESPACIAL B) LOSA ESPACIAL MIXTA	50
FIGURA N° 28 DETALLE DE SOLDADURAS EN LA TRIDILOSA	71

FIGURA N° 29 DETALLE 1, UNIÓN CON SOLDADURA MALLA Y  
DIAGONAL 71

FIGURA N° 30 DETALLE UNIÓN CON SOLDADURA MALLA  
INTERMEDIA Y DIAGONAL 72

FIGURA N° 31 DETALLE UNIÓN CON SOLDADURA MALLA  
INTERMEDIA Y DIAGONAL 72

FIGURA N° 32 DETALLE DE SOLDADURA MALLA Y DIAGONAL 73

FIGURA N° 33 DETALLE DE SOLDADURA MALLA Y DIAGONAL 73

INDICE DE ILUSTRACION

ILUSTRACIÓN 1 PUENTE VEHICULAR

IXMIQUILPAN..... .47

ILUSTRACIÓN 2 PUENTE VEHICULAR EN

EJECUCION.....47

ILUSTRACIÓN 3 PUENTE VEHICULAR AJUCHITLAN, SE MUESTRA EL  
SISTEMA ESTRUCTURAL DE LA TRIDILOSA

.....48

ILUSTRACIÓN 4 EDIFICIO DEL HOTEL DE MÉXICO, SE MUESTRA LA  
ELABORACIÓN DE LAS TRIDILOSAS

.....48

ILUSTRACIÓN 5 SE MUESTRA LA TORRE DE CHAPULTEPEC EN  
PROCESO DE CONSTRUCCIÓN.

.....49

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1 ALTURAS O ESPESORES MÍNIMOS DE VIGAS NO PREESFORZADAS O LOSAS REFORZADAS EN UNA DIRECCIÓN A MENOS QUE SE CALCULEN LAS DEFLEXIONES 21	
TABLA 2 DIÁMETRO DE BARRAS COMERCIALES EN LA CIUDAD DE TARIJA	26
TABLA 3 MEDIDAS DE COMPLEMENTO DE PLASTOFORMO DE CONCRETEC	28
TABLA 4 DIÁMETROS DE DOBLADO EN BARRAS LONGITUDINALES	38
TABLA 5 ESPECIFICACIÓN DE LA AWS PARA ELECTRODOS CUBIERTOS.	69
TABLA 6 PESO ESPECÍFICO DE LOS MATERIALES	82
TABLA 7 SOBRE CARGA DE USO	85
TABLA 8 VELOCIDADES BÁSICAS DEL VIENTO EN CIUDADES DE BOLIVIA	86
TABLA 9 FACTOR DE DIRECCIONALIDAD KD	87
TABLA 10 FACTOR DE IMPORTANCIA	87
TABLA 11 ESFUERZOS ADMISIBLES DEL SUELO	89

