

UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

“ANALISIS Y DISEÑO DE PUENTES OBLICUOS”

Por:

ALFONSO PAUL LEMA GROSZ

Tesis presentada a consideración de la “UNIVERSIDAD JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

Octubre de 2011

TARIJA-BOLIVIA

V°B°

Ing. Oscar Chávez Vargas

DOCENTE GUÍA

Ing. Luis Alberto Yurquina Flores

**DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TEGNOLOGÍA**

Lic. Gustavo Clovis Succi Aguirre

**VICE DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TEGNOLOGÍA**

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. Gonzalo Freddy Gandarillas Martínez

Ing. Ernesto Álvarez Gosalvez

Ing. Hugo Alexander Vladislavic Aguirre

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

DEDICATORIAS:

“lo mejor de uno son los otros. Esa gente que le puso alas a mi vida, imagen, que me transformo en esto que soy; un hombre rico, inmensamente rico, en la condición que sea y donde fuere”.

Facundo Cabral

A la memoria de mi papá.

A mi mamá.

A mi esposa Dusa

A mis hijos Samuel, Leonardo e Ignacio.

A mi Hermano Marcelo

A la memoria de mi primo hermano
Renán Justiniano Grosz

A toda mi familia.

Al Ingeniero Manuel “Manuco” un
maestro en mi vida.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios quien guía e ilumina permanentemente nuestros pasos.

A la **Universidad Juan Misael Saracho** y a la carrera de Ingeniería Civil, ámbitos de mi formación profesional y crecimiento individual.

A mis docentes en general, en particular al Ing. Oscar Chávez, por haberme brindado sus conocimientos, apoyo e incentivo para la elaboración de este trabajo.

A todas y todos mis amigos y compañeros que permanentemente me acompañaron en el camino de la vida.

A Jimi, Marcelo Espindola, Marcelo Andia, Wilfredo Vidal Ortega. y Marcelo Shimura.

INDICE

Advertencia

Dedicatoria

Agradecimiento

Resumen

	Página
INTRODUCCIÓN	1
1 GENERALIDADES.	1
2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL TEMA.....	1
3 HIPOTESIS.....	2
4 OBJETIVOS.	3
4.1 Objetivo General	3
4.2 Objetivos Específicos	3
5 JUSTIFICACION.....	4
5.1 Teórica (académica).	4
5.2 Metodológica (técnica).	4
5.3 Práctica (social institucional).	4
6 ALCANCE DEL PROYECTO DE GRADO.....	5
6.1 Puente.....	6
6.2 Puente Oblicuo.	6
6.3 Características Importantes De Los Puentes Oblicuos.	7
CAPÍTULO I	
1 MARCO TEÓRICO	8
1.1 GENERALIDADES.	8
1.2 FUNCIONALIDAD, RESISTENCIA Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL.	8
1.3 SUPERESTRUCTURAS DE PUENTES.....	8
1.4 TIPOS DE CARGAS EN LA SUPERESTRUCTURA.....	8
1.5 CAGA MUERTA.....	9
1.6 CARGA VIVA, CAMIÓN TIPO.....	9
1.6.1 Faja de tráfico.....	11
1.6.2 Reducción de la intensidad de carga.....	11
1.7 CARGAS EN LOS BORDILLOS.	12

	Página
1.8 PUENTE LOSA.	12
1.8.1 Cálculo del espesor mínimo de la losa = h.....	12
1.8.2 Momento por carga muerta.	13
1.8.3 Momento de flexión por carga viva.	14
1.8.4 Teorema de BARRE	14
1.8.5 Efectos dinámicos de las cargas móviles de impacto.	16
1.8.6 Momento total a flexión.	16
1.8.7 Diseño de la losa método de rotura.	17
1.8.8 Cuantía balanceada = (ρ_b)	17
1.8.9 Cuantía máxima (ρ_{max})	17
1.8.10 Cuantía mínima (ρ_{min}).....	18
1.8.11 Comprobando el espesor de la losa (d).....	18
1.8.12 Hallando la nueva cuantía para el área de acero.....	18
1.8.13 Área de acero a flexión en dirección al tráfico. (As).....	19
1.8.14 Acero de repartición (En losa con armadura principal paralelo al tráfico).....	19
1.8.15 Acero por repartición y temperatura (A_{st}).....	19
1.9 PUENTES ESVIAJADOS	20
1.9.1 Cálculo De Los Esfuerzos Cuando Ambos Apoyos Tienen La Misma Oblicuidad.	22
1.9.1.1 Aplicación Práctica De Las Ecuaciones Desarrolladas.....	28
1.9.1.1.1 Carga Puntual	28
1.9.1.1.2 Carga Uniformemente Distribuida.....	31
1.9.1.1.2.1 Otra Forma De Obtener Los Valores De Los Momentos En Viga Oblicua Apoyada. ..	32
 CAPÍTULO II	
DISEÑO DE INGENIERIA RESULTADOS OBTENIDOS	37
2.1 GENERALIDADES	37
2.2 CALCULO ESTRUCTURAL SUPERESTRUCTURA PUENTE LOSA	42
2.2.1 Datos Obligados Para El Cálculo	42
2.2.1.1 Cálculo del espesor mínimo de la losa = h.	43
2.2.1.2 Momento debido a carga muerta.....	43
2.2.1.3 Momento de flexión por carga viva (Mv).....	43

	Página
2.2.1.4 Carga Equivalente.....	44
2.2.1.5 Coeficiente de impacto.....	44
2.2.1.6 Momento por impacto.....	44
2.2.1.7 Momento total de flexión.	44
2.2.1.8 Diseño de la losa por método de rotura	44
2.2.1.9 Acero de repetición (En losa con armadura principal paralelo al tráfico).....	46
2.2.1.10 Acero por retracción y temperatura.....	46
2.2.1.11 Calculo de la deflexión de la losa.	46

CAPÍTULO III

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
3.1 CONCLUSIONES	82
3.1.1 Momento Maximo Positivo En La Losa.....	82
3.1.2 Momento Maximo Negativo En Esquinas De Ángulo Agudo De La Losa y Bordes De Apoyo.	82
3.1.3 Momento Maximo Positivo En El Bordillo.....	83
3.1.4 Momento Maximo Negativo En El Bordillo	83
3.1.5 Torsion En Losa	83
3.1.6 Cortante Maxima En El Bordillo	84
3.1.7 Deflexiones.....	84
3.2 RECOMENDACIONES	85
BIBLIOGRAFÍA	87

INDICE DE FIGURAS

	Página.
Figura 1 Alcalce del Proyecto de Grado	5
Figura 2 Puente Oblicuo Puente Recto	7
Figura 3 Distribución de cargas vivas de un camión tipo.....	10
Figura 4 Teorema de BARRE.....	15
Figura 5 Generalidades Sobre Puentes Oblicuos.	22
Figura 6 Carga Puntual.....	29
Figura 7 Carga Uniformemente Distribuida.	31
Figura 8 Otra Forma De Obtener Los Valores De Los Momentos En Viga Oblicua Apoyada	33
Figura 9 El Momento Torsor	35
Figura 10 Cálculo para determinar los momentos flectores, armaduras de refuerzo y deflexiones.....	37
Figura 11 Esquema estructural de cálculo en planta.....	40
Figura 12 Esquema estructural de la sección transversal del cálculo	41
Figura 13 Esquema estructural del bordillo y acera.....	41
Figura 14 Distribución de Momentos Máximo positivo en losa del puente	47
Figura 15 Distribución de Momento Máximo negativo en ángulo agudo y apoyos de losa del Puente.	48
Figura 16 Distribución de Torsión Máxima	49
Figura 17 Distribución de Momentos Máximo positivo en losa del puente	52
Figura 18 Distribución de Momento Máximo negativo en ángulo agudo y apoyos de losa del puente ...	53
Figura 19 Distribución de Torsión Máxima	54

INDICE DE CUADROS

	Página.
Cuadro 1 Profundidades mínimas tradicionales para superestructuras de profundidad constante	12
Cuadro 2 Momento Máximo positivo en losa del puente	47
Cuadro 3 Momento Máximo negativo en ángulo agudo y apoyos de losa del puente	48
Cuadro 4 Torsión máxima	49
Cuadro 5 Deflexión máxima	50
Cuadro 6 Momento Máximo positivo en el bordillo	50
Cuadro 7 Momento Máximo negativo en el bordillo (extremos)	51
Cuadro 8 Cortante Máximo en el bordillo (apoyos)	51
Cuadro 9 Momento Máximo positivo en losa del puente	52
Cuadro 10 Momento Máximo negativo en ángulo agudo y apoyos de losa del puente	53
Cuadro 11 Torsión máxima	54
Cuadro 12 Deflexión máxima	55
Cuadro 13 Momento Máximo positivo en el bordillo	55
Cuadro 14 Momento Máximo negativo en el bordillo (extremos)	56
Cuadro 15 Cortante Máximo en el bordillo (apoyos)	56
Cuadro 16 Luz = 2 m; Ancho = 4 m	68
Cuadro 17 Luz = 2 m; Ancho = 7,3 m	69
Cuadro 18 Luz = 3 m; Ancho = 4 m	70
Cuadro 19 Luz = 3 m; Ancho = 7,3 m	71
Cuadro 20 Luz = 4 m; Ancho = 4 m	72
Cuadro 21 Luz = 4 m; Ancho = 7,3 m	73
Cuadro 22 Luz = 5 m; Ancho = 4 m	74
Cuadro 23 Luz = 5 m; Ancho = 7,3 m	75
Cuadro 24 Luz = 6 m; Ancho = 4 m	76
Cuadro 25 Luz = 6 m; Ancho = 7,3 m	77
Cuadro 26 Luz = 7 m; Ancho = 4 m	78
Cuadro 27 Luz = 7 m; Ancho = 7,3 m	79
Cuadro 28 Luz = 8 m; Ancho = 4 m	80
Cuadro 29 Luz = 8 m; Ancho = 7,3 m	81

INDICE DE GRAFICOS

	Página.
Grafico 1 Mmax (-) en losa esquinas angulo agudo 4 m de ancho.....	57
Grafico 2 Mmax (+) de losa en vano 4 m de ancho	57
Grafico 3 Mmax (-) en bordillo apoyo 4 m de ancho	58
Grafico 4 Mmax (+) en bordillo 4 m de ancho	58
Grafico 5 Torsión 4 m de ancho	59
Grafico 6 Vmax en bordillo apoyo 4 m de ancho	59
Grafico 7 Deflexión máxima puentes 4 m de ancho	60
Grafico 8 Deflexión máxima puentes 7,3 m de ancho	60
Grafico 9 Mmax (-) en losa esquinas angulo agudo 7,3 m de ancho.....	61
Grafico 10 Mmax (+) de losa en vano 7,3 m de ancho	61
Grafico 11 Mmax (+) en bordillo 7,3 m de ancho	62
Grafico 12 Mmax (-) en bordillo apoyo 7,3 m de ancho	62
Grafico 13 Torsión 7,3 m de ancho.....	63
Grafico 14 Vmax en bordillo apoyo 7,3 m de ancho	63
Grafico 15 Mmax (-) en losa esquinas angulo agudo ancho de puente entre 4 y 7,3 (valores medios)	64
Grafico 16 Mmax (+) de losa en vano ancho de puente entre 4 y 7,3 (valores medios).....	64
Grafico 17 Mmax (+) en bordillo ancho de puente entre 4 y 7,3 (valores medios)	65
Grafico 18 Mmax (-) en bordillo apoyo ancho de puente entre 4 y 7,3 (valores medios).....	65
Grafico 19 Torsión ancho de puente entre 4 y 7,3 (valores medios)	66
Grafico 20 Vmax en bordillo apoyo ancho de puente entre 4 y 7,3 (valores medios)	66
Grafico 21 Deflexión Máxima ancho de puente entre 4 y 7,3 (valores medios)	67