

**UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**

**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

**PROYECTO DE GRADO**



**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PUENTE VEHICULAR SOBRE LA  
QUEBRADA BARBASCUYO”**

**Por:**

**JEAN PAUL VÁSQUEZ RUIZ**

Proyecto de Grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO” como requisito para obtener el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

**JULIO DE 2014**

**TARIJA – BOLIVIA**

V<sup>o</sup>B<sup>o</sup>

---

Msc. Ing. Ernesto Alvarez  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y**  
**TECNOLOGIA**

---

Ing. Silvana Paz  
**VICE DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIA Y**  
**TECNOLOGIA**

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

---

Ing. Alberto Benítez

---

Ing. Víctor Mostajo

---

Ing. Juan Pablo Ayala

## **DEDICATORIA**

Sin lugar a dudas a mis padres Never Vásquez Vega y Lourdes Ruiz Miranda y a mis hermanos María Jesús, Gustavo y Sebastián por apoyarme siempre, por haber confiado en mí e inculcarme la perseverancia para cumplir con mis metas e ideales.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la vida y permitir que llegue a cumplir este anhelado objetivo.

A mis padres y hermanos por el amor que me brindaron sus sacrificios, su amistad y por el ejemplo que de una u otra manera me dieron.

*Dedicatoria*

*Agradecimiento*

*Resumen ejecutivo*

## **INDICE**

Pag,

### **CAPITULO I**

<b>1. Antecedentes</b>	1
1.1 El problema	1
1.1.1 Planteamiento del problema	1
1.1.2 Formulación del problema	1
1.1.3 Sistematización del problema	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo General	2
1.2.2 Objetivos Específicos	2
1.3 Justificación	3
1.3.1 Justificación académica	3
1.3.2 Justificación técnica	3
1.3.3 Justificación social - Institucional	4
1.4 Alcance del proyecto	4
1.5 Localización	5
1.5.1 Análisis de la demanda vehicular actual	9
1.5.2 Servicios básicos existentes	10
1.5.2.1 Agua Potable	10
1.5.2.2 Luz Eléctrica	10
1.5.2.3 Gas domiciliario	10
1.5.2.4 Alcantarillado Sanitario	11

### **CAPITULO II**

<b>2. Marco Teórico</b>	12
2.1 Diseño general y características de ubicación	12
2.1.1 Ubicación	12

2.1.2 Luces y galibo	12
2.1.3 Ambiente	13
2.1.4 Objetivos de diseño	13
a) Seguridad	13
b) Serviciabilidad	13
c) Método constructivo	13
d) Economía	14
e) Estética del puente	14
2.2 Ingeniería básica	14
2.2.1 Estudios topográficos	14
2.2.2 Estudios hidrológicos e hidráulicos	14
2.2.3 Estudios geotécnicos	15
2.2.3.1 Contenido de humedad	15
2.2.3.2 Granulometría de suelos	17
2.2.3.3 Límites de Atterberg - Plasticidad	17
2.2.3.4 Clasificación de los suelos	18
2.2.3.5 Ensayo de penetración estándar (SPT)	22
2.2.4 Estudios de tráfico	23
2.2.5 Estudios de trazo y diseño vial de los accesos	23
2.2.6 Estudios de alternativas a nivel anteproyecto	23
2.3 Normas de diseño	24
2.3.1 Norma para diseño de puentes	24
2.3.2 Norma para diseño de elementos de hormigón armado	24
2.4 Cargas actuantes sobre el puente	24
2.4.1 Cargas permanentes	24
2.4.1.1 Peso propio de los componentes estructurales y accesorios no estructurales	24
2.4.1.2 Peso propio de las superficies de rodamiento e instalaciones para servicios	24
2.4.1.3 Empuje del suelo (EH)	25
a) Coeficiente de empuje lateral en reposo [Ko]	25

b) Coeficiente de empuje lateral activo [Ka]	26
c) Coeficiente de empuje lateral pasivo [Kp]	28
2.4.1.4 Sobrecarga del suelo uniforme [ES]	31
2.4.2 Cargas transitorias	31
2.4.2.1 Fuerza de frenado de vehículos	31
2.4.2.2 Fuerza de colisión de un vehículo	32
2.4.2.3 Incremento por carga vehicular	32
2.4.2.4 Sobrecarga viva para estribos [LS]	33
2.4.2.5 Sobrecarga viva para la superestructura [LL]	34
a) Camión de diseño	34
b) Tándem de diseño	35
c) Carga de carril de diseño	35
2.4.2.6 Sobrecarga peatonal	35
2.4.2.7 Asentamiento	36
2.4.2.8 Cargas sísmicas	36
2.5 Factores de carga y combinaciones de carga	36
2.5.1 Factores de carga en general	36
2.5.2 Hipótesis y combinaciones de carga para estribos	40
2.5.2.1 Hipótesis de carga en estribos	40
2.5.2.2 Movimiento y estabilidad en el estado limite de servicio I	41
a) Seguridad al vuelco	41
b) Esfuerzos sobre el terreno	41
2.5.2.3 Capacidad de carga y estabilidad en el estado limite de resistencia I y IV	43
a) Capacidad de carga	43
b) Seguridad al vuelco	43
c) Seguridad al desplazamiento	44
2.6 Materiales	47
2.6.1 Hormigones	47
2.6.2 Acero de refuerzo	48
2.7 Análisis y diseño de hormigón armado	49

2.7.1	Análisis y diseño por flexión	49
2.7.1.1	Cuantía Mínima	49
2.7.1.2	Cuantía Máxima	49
2.7.1.3	Diseño por flexión	50
2.7.2	Diseño a flexión de vigas de gran altura	51
2.7.3	Diseño por fuerza cortante	51
2.7.4	Distribución del refuerzo en losas en una dirección	53
2.7.4.1	Cuantía del refuerzo de retracción y temperatura	54
2.7.4.2	Armadura de distribución	54
2.7.5	Detalle del refuerzo	55
2.7.5.1	Protección de concreto para el refuerzo	55
a)	Concreto construido en sitio no presforzado	55
b)	Concreto fabricado bajo controles de planta	55
2.7.5.2	Ganchos estándar	56
2.7.5.3	Diámetro mínimo de doblado	56
2.7.5.4	Longitud de anclaje	57
2.8	Estructuras complementarias	57
2.8.1	Obras de defensa y encausamiento	57
2.8.1.1	Gaviones	57
2.8.1.2	Forestación	57
2.8.2	Obras de acceso	58
2.8.3	Losas de aproximación	58

### **CAPITULO III**

<b>3.</b>	<b>Ingeniería del proyecto</b>	<b>59</b>
3.1	Estudio topográfico	59
3.2	Estudio hidrológico e hidráulico	59
3.2.1	Caudal máximo	60
3.2.2	Tirante de circulación máximo	60
3.2.3	Profundidad de socavación	61
3.2.4	Resumen de parámetros estudio hidrológico	62

3.3 Estudio de suelos	62
3.4 Diseño de la súper estructura	63
3.4.1 Condiciones generales	63
3.4.2 Diseño del barandado	63
2.4.2.1 Diseño del pasamanos	63
2.4.2.2 Diseño de los postes de hormigón armado	63
2.4.3 Diseño de la vereda de hormigón armado	64
3.4.4 Diseño del bordillo de hormigón armado	64
3.4.5 Numero y separación de vigas	65
3.4.6 Diseño de la losa de hormigón armado	65
3.4.6.1 Diseño de la losa exterior	65
3.4.6.2 Diseño de la losa interior	66
3.4.7 Diseño de vigas de hormigón armado	66
3.4.8 Diseño de diafragmas de hormigón armado	68
3.4.9 Juntas de dilatación	69
3.5 Diseño de la infraestructura	69
3.5.1 Diseño de apoyos de neopreno	69
3.5.2 Diseño de los estribos	69
3.5.3 Diseño de aleros	72
3.6 Presupuesto	74
3.6.1 Especificaciones técnicas	74
3.6.2 Presupuesto y precios unitarios	74
3.7 Plan de ejecución del proyecto	75

#### **CAPITULO IV**

4 Aporte académico	76
4.1 Marco conceptual	76
4.1.1 Superestructura multi-vigas	76
4.1.2 Comparación técnica	77

#### **CAPITULO V**

5. Conclusiones y recomendaciones	79
-----------------------------------	----

5.1 Conclusiones	79
5.2 Recomendaciones	81

Bibliografía

## **CAPITULO VI - ANEXOS**

ANEXO I - Estudio Topográfico
ANEXO II - Estudio de Suelos
ANEXO III - Estudio hidrológico e hidráulico
ANEXO IV - Estudio de socavación
ANEXO V - Memoria de calculo
ANEXO VI - Memoria de cálculo aporte académico
ANEXO VII - Especificaciones Técnicas
ANEXO VIII - Ítems, presupuesto y cómputos métricos
ANEXO IX - Cronograma de obra
ANEXO X - Referencia fotográfica
ANEXO XI - Respaldo institucional
ANEXO XII - Planos

<b>INDICE DE FIGURAS</b>		Pag.
<b>Figura Nro. 1</b>	<i>"Localización en la macro región"</i>	6
<b>Figura Nro. 2</b>	<i>"Localización en la región"</i>	7
<b>Figura Nro. 3</b>	<i>"Localización en la microrregión"</i>	8
<b>Figura Nro. 4</b>	<i>"Índice de plasticidad"</i>	21
<b>Figura Nro. 5</b>	<i>"Simbología para el empuje activo de Coulomb"</i>	27
<b>Figura Nro. 6</b>	<i>"Procedimiento para el cálculo de empujes pasivos con relleno de superficie horizontal"</i>	29
<b>Figura Nro. 7</b>	<i>"Procedimiento para el cálculo de empujes pasivos con relleno de superficie vertical"</i>	30
<b>Figura Nro. 8</b>	<i>"Esfuerzos sobre el terreno"</i>	42
<b>Figura Nro. 9</b>	<i>"Típica aplicación de los factores de carga para determinar la capacidad de carga"</i>	43
<b>Figura Nro. 10</b>	<i>"Típica aplicación de los factores para calcular la excentricidad y el resbalamiento"</i>	44

<b>INDICE DE CUADROS</b>	Pag.
<b>Cuadro Nro. 1</b>	<i>"Esquema del diseño del puente"</i> 2
<b>Cuadro Nro. 2</b>	<i>"Demanda vehicular"</i> 10
<b>Cuadro Nro. 3</b>	<i>"Clasificación de suelos según AASHTO"</i> 20
<b>Cuadro Nro. 4</b>	<i>"Angulo de fricción entre diferentes materiales"</i> 27
<b>Cuadro Nro. 5</b>	<i>"Incremento por carga viva"</i> 33
<b>Cuadro Nro. 6</b>	<i>"Altura de suelo equivalente para carga vehicular sobre estribos perpendicular al tráfico"</i> 34
<b>Cuadro Nro. 7</b>	<i>"Altura de suelo equivalente para carga vehicular sobre estribos paralelo al tráfico"</i> 34
<b>Cuadro Nro. 8</b>	<i>"Combinaciones de carga y factores de carga"</i> 39
<b>Cuadro Nro. 9</b>	<i>"Factores de carga para cargas permanentes"</i> 40
<b>Cuadro Nro. 10</b>	<i>" Factores de Resistencia para el estado Límite de Resistencia de las fundaciones superficiales"</i> 46
<b>Cuadro Nro. 11</b>	<i>"Clasificación de hormigones"</i> 47
<b>Cuadro Nro. 12</b>	<i>"Diámetros Comerciales"</i> 48
<b>Cuadro Nro. 13</b>	<i>"Diámetro Mínimo de doblado"</i> 57
<b>Cuadro Nro. 14</b>	<i>"Características de la cuenca"</i> 59
<b>Cuadro Nro. 15</b>	<i>"Estaciones Utilizadas"</i> 60
<b>Cuadro Nro. 16</b>	<i>"Caudales"</i> 60
<b>Cuadro Nro. 17</b>	<i>"Tirante de circulación máximo"</i> 61
<b>Cuadro Nro. 18</b>	<i>"Profundidades de socavación"</i> 61
<b>Cuadro Nro. 19</b>	<i>"Resumen parámetros hidrológicos"</i> 62
<b>Cuadro Nro. 20</b>	<i>"Momentos y cortantes mayorados para estribos"</i> 71
<b>Cuadro Nro. 21</b>	<i>"Momentos y cortantes mayorados para aleros"</i> 73