

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



**TOMO I**  
**“DISEÑO ESTRUCTURAL PUENTE VEHICULAR SAN**  
**GERÓNIMO CENTRO SOBRE LA QUEBRADA SAN**  
**PEDRO”**

**POR:**

**YAMIL GUERRERO**

**SEMESTRE I - 2023**

**TARIJA-BOLIVIA**

**AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS  
MATERIALES**

**TOMO I  
“DISEÑO ESTRUCTURAL PUENTE VEHICULAR SAN  
GERÓNIMO CENTRO SOBRE LA QUEBRADA SAN  
PEDRO”**

**POR:**

**YAMIL GUERRERO**

**PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL II - CV 502  
M. ESTRUCTURAS**

**SEMESTRE I - 2023**

**TARIJA-BOLIVIA**

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



**TOMO II**  
**“DISEÑO ESTRUCTURAL PUENTE VEHICULAR SAN**  
**GERÓNIMO CENTRO SOBRE LA QUEBRADA SAN**  
**PEDRO”**

**POR:**

**YAMIL GUERRERO**

**SEMESTRE I - 2023**

**TARIJA-BOLIVIA**

**AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS  
MATERIALES**

**TOMO II  
“DISEÑO ESTRUCTURAL PUENTE VEHICULAR SAN  
GERÓNIMO CENTRO SOBRE LA QUEBRADA SAN  
PEDRO”**

**POR:**

**YAMIL GUERRERO**

**PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL II - CV 502  
M.ESTRUCTURAS**

**SEMESTRE I - 2023**

**TARIJA-BOLIVIA**

El docente y tribunal evaluador del 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**

Sin lugar a dudas a mis padres: Segundina Guerrero Rearte y Cristóbal Flores Pérez (+) y a mis hermanos: Rene Javier Guerrero, Elena Flores Guerrero, Wilma Guerrero y Santiago Zutara Guerrero y mis amigos 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.

A la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho por acogerme en todo este tiempo de formación académica.

A mi profesor de Matemáticas de secundaria **Pastor Palenque Calisaya** por haberme encaminado al mundo de las Matemáticas e Instruido a la Investigación e Innovación Científica.

## **PENSAMIENTO**

Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica: **LA VOLUNTAD** (Anónimo).

## INDICE

*Ética de Autoría*

*Dedicatoria*

*Agradecimiento*

*Pensamientos*

*Resumen Ejecutivo*

*Índice*

### CAPÍTULO I

Pag.

<b>1. ANTECEDENTES</b>	1
1.1 El problema	2
1.1.1 Planteamiento	2
1.1.2 Formulación	2
1.1.3 Sistematización	3
1.2 Objetivos	4
1.2.1 General	4
1.2.2 Específicos	3
1.3 Justificación	4
1.3.1 Técnica	4
1.3.2 Académica	5
1.3.3 Social	5
1.4 Alcance del proyecto	6
1.4.1 Ingeniería Básica	6
1.4.2 Diseño Estructural	6
1.5 Localización del Proyecto	7
1.5.1 Ubicación de Tarija a nivel Nacional y Departamental	7
1.5.2 Ubicación del puente en el Barrio San Gerónimo	8
1.6 Análisis de la demanda vehicular actual	9
1.7 Servicios básicos existentes	10

1.7.1 Agua Potable	10
1.7.2 Luz Eléctrica	11
1.7.3 Gas domiciliario	11

## **CAPÍTULO II**

<b>2. MARCO TEORICO</b>	12
<b>2.1 Levantamiento topográfico</b>	12
<b>2.2 Estudio de Suelos</b>	12
2.2.1 Clasificación de Suelos	12
2.2.2 Capacidad Portante	12
<b>2.3 Estudio hidrológico</b>	13
2.3.1 Precipitación Máxima Diaria	13
2.3.2 Precipitación Máximas de Corta Duración	13
2.3.2.1 Moda Ponderada	14
2.3.2.2 Características Ponderada	14
2.3.3 Estudios de Crecidas	16
2.3.3.1 Tiempo de Concentración	16
2.3.3.2 Método Racional	17
2.3.3.3 Hidrógrafa sintético SCS o triangular	17
2.3.3.4 Caudal máximo (Ecuaciones empíricas)	18
2.3.4 Caudal de diseño	19
2.3.5 Tirante de Circulación	19
2.3.6 Método de Socavación	20
2.3.6.1 Método de Lacey	20
<b>2.4 Idealización de la Estructura</b>	21
2.4.1 Definición	21
2.4.2 Partes de la estructura	21
2.4.2.1 Superestructura	22

2.4.2.2 Subestructura	23
2.4.2.2.1 Estribos	23
2.4.3 Filosofía de seguridad	23
2.4.3.1 Diseño por factores de carga y Resistencia (LRFD)	23
<b>2.4.4 Seguridad</b>	25
2.4.4.1 Ecuación de suficiencia	25
2.4.4.2 Requisitos especiales para las especificaciones LRFD	26
2.4.4.3 Combinación de carga de diseño en LRFD	26
2.4.4.4 Serviciabilidad	28
<b>2.4.5 Denominación de las cargas</b>	28
2.4.5.1 Cargas permanentes	28
2.4.5.2 Cargas transitorias	28
2.4.5.2.1 Carga viva vehicular	29
2.4.5.2.2 Carga viva vehicular de diseño	29
2.4.5.2.3 Camión de diseño	29
2.4.5.2.4 Tándem de diseño	30
2.4.5.2.5 Carga del carril de diseño	31
2.4.5.2.5.1 Cargas de fatiga	31
2.4.5.2.6 Cargas peatonales	32
2.4.5.2.6.1 Presencia múltiple	32
2.4.5.2.6.2 Efectos dinámicos (Impacto)	32
2.4.5.2.6.3 Fuerza de Frenado	33
2.4.5.3 Cargas laterales	33
2.4.5.3.1 Presión de flujo	33
2.4.5.3.2 Cargas de Viento	35
2.4.5.4. Empuje del Suelo	36
2.4.5.4.1 Empuje lateral del suelo EH	37
2.4.5.4.2 Coeficiente de empuje lateral en reposo ( $k_0$ )	38

2.4.5.4.3 Coeficiente de empuje lateral activo ( $k_a$ )	38
2.4.5.4.4 Coeficiente de empuje lateral pasivo, ( $k_p$ )	40
2.4.5.5 Sobrecargas: ES y LS	41
2.4.5.5.1 Sobrecarga uniforme (ES)	41
2.4.5.5.2 Sobrecarga viva (LS)	41
2.4.5.6 Distribución de cargas para el diseño de la superestructura	42
2.4.5.6.1 Tableros	42
<b>2.5 Diseño y Calculo estructural de Superestructura y Subestructura</b>	<b>43</b>
2.5.1 Materiales	43
2.5.1.1 Concreto	43
2.5.1.1.1 Resistencia a compresión	43
2.5.1.1.2 Resistencia a Tracción	44
2.5.1.2 Refuerzo de acero	44
2.5.1.3 Acero de pretensado	45
2.5.2. Consideraciones de diseño	45
2.5.2.1. Teoría básica de diseño	45
2.5.2.2. Estados límites de diseño	46
2.5.2.2.1 Estado límite de servicio	46
2.5.2.2.2 Control de fisuras	46
2.5.2.3 Estado límite de fatiga	47
2.5.2.3.1 Estado límite de resistencia y estado límite de eventos extremos	47
2.5.3 Análisis y diseño de la Losa	48
2.5.3.1 Método aproximado de las fajas equivalentes	48
2.5.3.2. Secciones de Diseño	49
2.5.3.3. Mínima altura y recubrimiento	49
2.5.3.4. Armadura de distribución	49
<b>2.5.4 Hormigón armado</b>	<b>50</b>

2.5.4.1 Resistencia a flexión en estado límite de Resistencia	50
2.5.4.1.1 Armadura Máxima	51
2.5.4.1.2 Armadura Mínima	51
2.5.4.2 Diseño por Cortante	51
2.5.4.2.1 Resistencia del hormigón a cortante	52
2.5.4.2.2 Secciones que requieren armadura transversal	52
2.5.4.2.3 Máximo espaciamiento	52
2.5.4.2.4 Mínima armadura transversal	52
<b>2.5.5 Diseño de Vigas Pretensadas</b>	<b>53</b>
2.5.5.1 Diseño por Flexión basado en Esfuerzos Permisibles	53
2.5.5.1.1 Esfuerzos Permisibles en el Hormigón	54
2.5.5.1.2 Inecuaciones de Condición	55
2.5.5.1.2.1 Etapa Inicial (transferencia)	55
2.5.5.1.2.2 Etapa Final (servicio)	56
2.5.5.1.3 Excentricidad Límite	56
2.5.5.2 Verificación por flexión en estado límite de Resistencia	57
2.5.5.2.1 Armadura Máxima	59
2.5.5.2.2 Armadura Mínima	59
2.5.5.3 Diseño por cortante	60
2.5.5.3.1 Resistencia del Hormigón a Cortante	61
2.5.5.4 Pérdidas de pretensado	62
2.5.5.4.1 Pérdidas instantáneas	62
2.5.5.4.2 Pérdidas diferidas	62
<b>2.5.6 Estribos</b>	<b>63</b>
2.5.6.1 Tipos de Estribos	63
2.5.6.2 Selección del estribo	64
2.5.6.3 Estados límites	64
2.5.6.3.1 Estados Límites Últimos	64

2.5.6.3.2 Estados Límites de Servicio	64
2.5.6.4 Factores de Carga y de Resistencia	65
2.5.6.4.1 Factores de carga.-	66
2.5.6.4.2 Factores de resistencia	66
2.5.6.5 Cargas que actúan en los Estribos	67
2.5.6.6 Requisitos de Diseño para Estribos	67
2.5.6.7 Procedimientos de Diseño para Estribos	68
<b>2.6 Líneas de Influencias de una Viga Simplemente Apoyada</b>	<b>71</b>
<b>2.7 Obras Complementarias</b>	<b>73</b>
2.7.1 Diseño de Gaviones	73
2.7.1.1 Diseño de gaviones tipo Caja	73
2.7.1.1.1 Determinación del Empujo Activo Gavión tipo Caja	74
2.7.1.1.2 Análisis de Estabilidad Gavión tipo Caja	80
2.7.1.1.3 Verificación del Factor de Seguridad al Volcamiento	81
2.7.1.1.4 Verificación del Factor de Seguridad al Deslizamiento	82
2.7.1.1.5 Verificación de las Tensiones transmitidas al Terreno	82
2.7.1.2 Diseño de la Colchoneta Reno	84
2.7.2 Forestación	87
2.7.3 Obras de Acceso	87
2.7.4 Losa de Aproximación	87
<b>2.8 Análisis Comparativos entre Métodos de Diseño de Cimentaciones</b>	<b>88</b>
2.8.1 Cimentaciones Superficiales o Directas	88
2.8.2 Cimentaciones Semi-Profundas	89
2.8.3 Cimentaciones Profundas o Pilotaje	90
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>3 INGENIERIA DEL PROYECTO</b>	<b>92</b>
<b>3.1 Análisis del levantamiento topográfico</b>	<b>92</b>
<b>3.2 Análisis del estudio de Suelos</b>	<b>93</b>

<b>3.3 Análisis del estudio Hidrológico e Hidráulico</b>	94
3.3.1 Tiempo de Concentración	94
3.3.2 Caudal Máximo	96
3.3.3 Tirante de circulación Máximo	96
3.3.4 Profundidad de Socavación	97
3.3.4.1 Parámetros finales del estudio hidrológico	97
<b>3.4 Idealización de la Superestructura y Subestructura</b>	98
<b>3.4.1. Superestructura</b>	98
3.4.1.1 Pre dimensionamiento	99
3.4.1.2 Diseño de los Pasamanos	99
3.4.1.3 Diseño de los Postes	100
3.4.1.4 Diseño de la Acera	101
3.4.1.5 Diseño del Bordillo	103
3.4.1.6 Diseño de Losa	105
3.4.1.6.1 Losa Interna	106
3.4.1.6.2 Losa Externa	109
3.4.1.7 Diseño de las Vigas Principales	112
3.4.1.7.1 Cargas Muertas	113
3.4.1.7.2 Cargas Vivas	115
3.4.1.7.2.1 Momentos de la Carga Viva	115
3.4.1.7.2.2 Cortantes de la Carga Viva	116
3.4.1.8 Diseño de los diafragmas	121
3.4.1.9 Diseño de los Apoyos de Neopreno	122
<b>3.4.2 Subestructura</b>	124
3.4.2.1. Estribos	124
3.4.2.2 Aleros de H°A°	126
<b>3.4.3 Diseño de Gaviones</b>	128
3.4.3.1 Diseño de Gaviones tipo Cajón	128

3.4.3.1.1	Calculo del Empuje Activo	128
3.4.3.1.2	Análisis de la Estabilidad del Gavión	129
3.4.3.1.2.1	Calculo del peso total y Momento Resistente	129
3.4.3.1.2.2	Calculo de Fuerzas Actuantes en el muro de Contención	130
3.4.3.1.3	Verificación Presiones sobre el Terreno	131
3.4.3.1.3.1	Verificamos las Presiones de contacto entre Suelo y el Gavión	131
3.4.3.2	Diseño de la Colchoneta Reno	132
3.4.3.2.1	Calculo de longitud de la Colchoneta (Le)	132
3.4.3.2.2	Calculo de la velocidad media (Vm)	133
3.4.3.2.3	Calculo de la velocidad crítica (Vc)	133
3.4.3.2.4	Calculo de la altura del colchón (hc)	133
<b>3.4.4</b>	<b>Economía del proyecto</b>	<b>134</b>
3.4.4.1	Cómputos métricos	134
3.4.4.2	Especificaciones Técnicas	134
3.4.4.3	Precios Unitarios	135
3.4.4.4	Presupuesto General de la Obra	135
3.4.4.5	Cronograma de Ejecución	135

## CAPÍTULO IV

<b>4</b>	<b>APORTE ACADEMICO (COMPARACIÓN ECONÓMICA RESPECTO DEL MONTAJE DE VIGAS DE PUENTE VEHICULAR, VIGA MONTADA ENTERA Y VIGA MONTADA POR SEGMENTO)</b>	<b>136</b>
<b>4.1</b>	<b>Marco Conceptual del Aporte Académico</b>	<b>136</b>
<b>4.2</b>	<b>Vigas Montadas Entera</b>	<b>137</b>
4.2.1	Concepto Específico	137
4.2.2	Proceso Constructivo:	138
<b>4.3</b>	<b>Vigas montada por Segmento</b>	<b>141</b>

4.3.1 Concepto General	141
4.3.2 Proceso constructivo	141
<b>4.4 Comparaciones Económicas</b>	<b>145</b>
4.4.1 Comparación de la cantidad de acero	145
4.4.2 Comparación Económica construcción de viga Entera y por Segmento	145
4.4.3 Comparación Económica Operación con Grúas	146
4.4.4 Cómputos Métricos del Aporte Académico	147
4.4.5 Análisis de Indicadores Económicos del Aporte Académico	147
4.4.6 Presupuesto Total del Aporte Académico	148

## **CAPÍTULO V**

<b>5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>150</b>
5.1 Conclusiones	150
5.2 Recomendaciones	152

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

FIGURA N° 1.1 Esquemas: Perfil , Corte y Planta	3
FIGURA N° 1.2 Localización en la macro Región de Bolivia	7
FIGURA N° 1.3 Localización en la macro Región Dpto. de Tarija	8
FIGURA N° 1.4 Localización en el barrio San Gerónimo	8
FIGURA N° 2.1 Idealización de la Estructura Vista Longitudinal	21
FIGURA N° 2.2 Tablero y estructura portante, Puente Viga Losa	22
FIGURA 2.3 Accesorios de un Tablero	22
FIGURA 2.4 Elementos que Componen de un Estribo	23
FIGURA 2.5 Característica del Camión de Diseño	30
FIGURA 2.6 Tándem de Diseño	30

FIGURA 2.7 Carga de carril de Diseño	31
FIGURA 2.8 Vista en planta de una pila con indicación de la Presión de Flujo del curso del Agua	34
FIGURA 2.9 Simbología para el empuje activo	39
FIGURA 2.10 Componentes de un Estribo	63
FIGURA 2.11 Típicas aplicaciones de factores de Carga	65
FIGURA 2.12 Modos de Falla	67
FIGURA 2.13a Criterios para la determinación presión en contacto en fundación en suelo normal	70
FIGURA 2.13a Criterios para la determinación presión en contacto en fundación en suelo Roca	70
FIGURA 2.14 Líneas de Influencia viga Apoyada	71
FIGURA 2.15 Gavión tipo caja y tipo Colchoneta Reno	73
FIGURA 2.17 (a) Aplicación del Empuje Activo en la cara Plana	74
FIGURA 2.17 (b) Aplicación del Empuje Activo en cara Escalonada	75
FIGURA 2.18 Angulo $\beta$ que forma con la cara del muro con la Vertical	76
FIGURA 2.19 Ilustración del Empuje Activo sobre el Muro (Diagrama triangular) y el empuje debido a la cohesión (Diagrama rectangular)	80
FIGURA 2.20 Fuerzas que actúan en un muro típico de Gaviones con escalones Externos	81
FIGURA 2.21 Ilustración estados de funcionamiento del colchón Reno	84
FIGURA 2.22 Abaco Velocidad Crítica (m/s)	86
FIGURA 2.23 Abaco espesor del Colchón (m)	86
FIGURA 2.24 Cimentación Superficial o Directa	89
FIGURA 2.25 Cimentación Semi-Profundas	90
FIGURA 2.26 Cimentación Profundas o Pilotajes	91
FIGURA 3.1 Curva de Descarga	96

FIGURA 3.2 Vista de perfil de la Superestructura	99
FIGURA 3.3 Esquema de cargas vivas de la Baranda	100
FIGURA 3.4 Esquema de carga muertas de la Acera	101
FIGURA 3.5 Esquema de cargas Vivas de la Acera	101
FIGURA 3.6 Esquema de carga muertas del Bordillo	103
FIGURA 3.7 Esquema de cargas vivas del Bordillo	103
FIGURA 3.8 Esquema de Losa Externa e Interna	105
FIGURA 3.9 Esquema de cargas muertas en losa Interna	106
FIGURA 3.10 Esquema de capa de rodadura en losa Interna	106
FIGURA 3.11 Esquema de camión 1 carril cargado hipótesis I	107
FIGURA 3.12 Esquema de camión 2 carriles cargados	107
FIGURA 3.13 Esquema de camión 1 carril cargado Hipótesis II	108
FIGURA 3.14 Esquema de losa Externa	109
FIGURA 3.15 Esquema de cargas Permanentes	110
FIGURA 3.16 Esquema de sobrecargas	110
FIGURA 3.17 Sección de viga asumida en $T=0$	112
FIGURA 3.18 Sección de viga más losa en $T= \infty$	112
FIGURA 3.19 Esquema de carga muertas peso Propio y Vereda	113
FIGURA 3.20 Esquema de carga distribuida de capa de rodadura	113
FIGURA 3.21 Esquema de carga peso Propio de la Viga	114
FIGURA 3.22 Esquema de Carga Distribuida de peso Propio Diafragmas	114
FIGURA 3.23 Esquema carga viva de Camión de Diseño	115
FIGURA 3.24 Esquema Carga Viva de Tándem	115
FIGURA 3.25 Esquema carga de carril para Momentos	116
FIGURA 3.26 Esquema carga de camión Posición para Cortantes	116
FIGURA 3.27 Esquema carga de Tándem para Cortantes	117
FIGURA 3.28 Esquema Carga de Carril para Cortantes	117
FIGURA 3.29 Trayectoria de los Cables en la Viga	119

FIGURA 3.30 Ubicación de Cables en la viga en Diferentes tramos en el Punto A , a los 15 m es decir en L/2 en el Punto B	119
FIGURA 3.31 Armadura de la Viga en Sección Transvezal	120
FIGURA 3.32 Esquema de Diafragmas	121
FIGURA 2.33 Esquema de Armadura en Diafragma	122
FIGURA 3.34 Esquema del Pre dimensionamiento del Neopreno	122
FIGURA 3.35 Dimensiones e Ilustración de Cimentación Estribo	124
FIGURA 3.36 Detalle de las Armaduras del Estribo	125
FIGURA N° 3.37 Vista Isométrica del Estribo y Alero	126
FIGURA N° 3.38 Detalle de las Armaduras del Alero	127
FIGUEA 3.39 Dimensiones del Gavión	129
FIGURA 3.40 Esquema de Presiones	130
FIGURA 3.41 Resumen de Resultados del Gavión	134
FIGURA 4.1 Preparación del Terreno	138
FIGURA 4.2 Vigas hormigonadas al pie de Obra	137
FIGURA 4.3 Vigas montadas entera	139
FIGURA 4.4 Traslado de viga con grúa, el espacio libre importante	140
FIGURA 4.5 Ubicación exacta de la viga al coronamiento con ayuda de personal existente	140
FIGURA 4,6 Vigas hormigonadas por Segmento	142
FIGURA 4.7 Armado de Vigas Montada por Segmento	143
FIGURA 4.8 Puente Falto para el montaje de los segmentos (Lanzador)	143
FIGURA 4.9 Traslado de Segmentos	144
FIGURA 4.10 Finalmente Montan los segmentos para Formar la Viga	144

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1 Demanda Vehicular	10
TABLA 2.1 Factores de Resistencia, en LRFD	25
TABLA 2.2 Combinación de carga y factores de carga, en LRFD	27
TABLA 2.3 Factores de carga para cargas permanentes, $\gamma_p$ en LRFD	27
TABLA 2.4 Factor de presencia Múltiple (m)	32
TABLA 2.5 Incremento por carga dinámica, IM	33
TABLA 2.6 Coeficiente de arrastre	33
TABLA 2.7 Coeficiente de Arrastre Lateral	34
TABLA 2.8 Valores de $V_0$ y $Z_0$ para diferentes condiciones de la Superficie contra el Viento	36
TABLA 2.9 Valores aproximados de los movimientos relativos requeridos pasivo para llegar a condiciones de empuje activo del suelo	37
TABLA 2.10 Ángulo de Fricción entre Diferentes Materiales	40
TABLA 2.11 Altura de suelo equivalente para carga vehicular sobre Estribos Perpendiculares al Tráfico	41
TABLA 2.12 Altura de suelo Equivalente para carga Vehicular sobre Muros de Sostenimiento Paralelos al Tráfico	42
TABLA 2.13 Fajas Equivalentes	43
TABLA 2.14 Nomenclatura, Áreas, Perímetros y pesos de barras Estándares	44
TABLA 2.15 Propiedades de los Cables y Barras del Pretensado	45
TABLA 2.16 Factores de resistencia $\phi$ en el estado Límite de Resistencia para Construcciones Convencionales	48
TABLA 2.17 Límites de tensión en hormigón pretensado antes de las Perdidas – Elementos totalmente Pretensado	54
TABLA 2.18 Límites de tensión en hormigón pretensado después de las perdidas – Elementos totalmente Pretensado	55
TABLA 2.19 Factores de resistencia para el estado Límite de	

Resistencia de las Fundaciones Superficiales	66
TABLA 2.20 Valores típicos del peso específico del Suelo	77
TABLA 2.21 Valores típicos del Angulo de Fricción Interno de Suelos no Cohesivos	78
TABLA 3.1 Resumen del Informe Geotécnico	93
TABLA 3.2 Capacidad Portante del terreno en relación N del Ensayo de Penetración Normal	93
TABLA 3.3 Parámetros de la Cuenca	94
TABLA 3.4 Estaciones Pluviométricas de la zona de Estudio	94
TABLA 3.5 Parámetros estadísticos de las estaciones	95
TABLA 3.6 Tiempo de Concentración	95
TABLA 3.7 Caudal Máximo	96
TABLA 3.8 Profundidad de Socavación	97
TABLA 3.9 Resultados del estudio Hidrológico	97
TABLA 3.10 Perdida de pretensado	118
TABLA 3.11 Planilla Coordenadas de los Cables	119
TABLA 3.12 Resumen Total de la Armadura de la 4 Vigas	120
TABLA 3.13 Total de Armadura de dos Estribos	125
TABLA 3.14 Resumen Total de Armadura de Aleros	127
TABLA 4.1 Comparación de Cantidad de Acero	145
TABLA 4.2 Comparación en Costo Total de Construcción	145
TABLA 4.3 Precios de Operación de Grúas en Tarija en \$us/Hr	146
TABLA 4.4 Cómputos Métricos de las Vigas	147
TABLA 4.5 Resumen de Análisis de Precios Unitarios de la Vigas (en Bs)	148
TABLA 4.6 Presupuesto por Ítems del Aporte Académico	148
TABLA 4.7 Final Comparación Económica Aporte Académico	149

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **ANEXOS**

- A.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO.
- A.2. ESTUDIO DE SUELOS.
- A.3. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS
- A.4. MEMORIA DE CÁLCULO
- A.5. PRECIOS UNITARIOS.
- A.6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES
- A.7. PRECIOS UNITARIOS APORTE ACADÉMICO
- A.8. PLANOS