

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CS. MS.**



**ESTUDIO A DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA
“CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR
SOBRE EL RÍO PINOS”**

ANEXOS

Por:

TITO IVÁN TÁRRAGA RIVERA

Diciembre de 2010

TARIJA - BOLIVIA

VºBº

.....
Ing. David Zenteno B.
PROFESOR GUIA

.....
Ing. Luis A. Yurquina
DECANO FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

.....
Ing. Gonzalo Gandarillas M
DIRECTOR DE DTO.
DE ESTRUCTURAS

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

.....
Ing. Gonzalo Gandarillas M.

.....
Ing. Carlos Zeballos

.....
Ing. Paul Carrasco

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

DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y
CIENCIAS DE LOS MATERIALES.

ESTUDIO A DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA
“CONSTRUCCIÓN PUENTE VEHICULAR
SOBRE EL RÍO PINOS”

Por: Tito Iván Tárraga Rivera

Proyecto de Grado presentado a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar por el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

Diciembre de 2010
TARIJA-BOLIVIA

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

DEDICATORIAS:

El presente trabajo está dedicado a mi familia: a mis padres (Eugenio Tito y Bertha Venita); a mis hermanos (Ismael, Daniela, Paola y Carla).

AGRADECIMIENTOS:

A mis docentes, por la formación recibida en estos años de estudio, a las personas y amigos que hicieron posible este trabajo.

Gracias

PENSAMIENTO:

Comparte tus conocimientos, es la mejor forma de alcanzar la inmortalidad.

HOJA DE EVALUCION

EVALUACION CONTINUA

Fecha de Presentación:de..... de 201.....

Calificación:

Numeral:.....

Literal:.....

.....
Docente: Ing. David Zenteno

EVALUACIÓN FINAL

Fecha de Defensa:de..... de 201.....

Calificación:

Numeral:.....

Literal:.....

Tribunal Ing. Gonzalo Gandarillas
Firma

Tribunal Ing. Paul Carrasco
Firma

Tribunal. Ing. Carlos Zeballos.
Firma

INDICE

DEDICATORIA
AGRADECIMIENTO
PENSAMIENTO
RESUMEN EJECUTIVO

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. PROBLEMÁTICA ACTUAL	2
1.3. JUSTIFICACION	3
1.4. OBJETIVOS	4
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.5. ALCANCE.....	5

CAPÍTULO II ASPECTOS GENERALES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

2.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL PROYECTO.	8
2.2. GEOLOGIA.....	9
2.3. CLIMA	10
2.4. VEGETACION	10
2.5. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS	12
2.5.1. POBLACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	12
2.5.2. ESTABILIDAD POBLACIONAL	12
2.5.2.1. EMIGRACION.....	13
2.5.2.2. INMIGRACION.....	13
2.5.3. COMPOSICION DE LA POBLACION SEGÚN DIFERENTES ETNIAS	13

2.5.4. LENGUAJES QUE HABLA LA POBLACION	14
2.5.5. NÚMERO Y TAMAÑO PROMEDIO DE LAS FAMILIAS.....	15
2.6. ASPECTOS ECONÓMICOS	15
2.6.1. TENENCIA DE TIERRAS	15
2.6.2. PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONOMICAS DE LA FAMILIA	16
2.7 ASPECTOS SOCIALES	17
2.7.1. DESCRIPCION DE LAS CARACTERISTICAS SOCIALES DE LOS BENEFICIARIOS	17
2.8. SERVICIOS BÁSICOS EXISTENTES	19
2.8.1. AGUA POTABLE	19
2.8.2. ALCANTARILLADO	21
2.8.3. ELECTRICIDAD	22
2.8.4. EDUCACION	23
2.8.5. SALUD	24
2.8.6. MODALIDAD DE RECOLECCION Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS	24
2.9. DEMANDA DE TRAFICO	25

CAPÍTULO III METODOLOGIA

3.1 MARCO TEORICO	27
3.2 DEFINICION	27
3.3 TIPOLOGIAS DE PUENTES	27
3.3.1 PUENTES COLGANTES	28
3.3.2 PUENTES ATIRANTADOS	29
3.3.3 PUENTES EN ARCO	30
3.3.4 PUENTE DE VIGAS	31
3.3.4.1. PUENTES DE VIGAS DE HORMIGON ARMADO	31
3.3.4.2. PUENTE DE VIGAS DE HORMIGON PREESFORZADO	32
3.4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....	34
3.4.1. ALTERNATIVA DE UBICACION	34
3.4.2. ALTERNATIVAS DE MODELO ESTRUCTURAL.....	35

3.4.2.1. ALTERNATIVA N°1: PUENTE DE VIGAS DE HORMIGON PRETENSADO SIMPLEMENTE APOYADO.....	35
3.4.2.2. ALTERNATIVA N°2: PUENTE DE VIGAS DE HORMIGON ARMADO CON UNA PILA INTERMEDIA	36
3.4.2.3. ALTERNATIVA N°3: PUENTE DE VIGAS DE HORMIGON ARMADO DE TRES TRAMOS CON DOS PILAS INTERMEDIAS	37
3.4.3. ELECCION DE LA MEJOR ALTERNATIVA	37
3.4.3.1. ASPECTOS TECNICOS.....	37
3.4.3.2. ASPECTOS ECONOMICOS.....	38
3.5. ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA	39
3.5.1. ESTUDIO TOPOGRAFICO	39
3.5.2. ESTUDIO GEOLOGICO - GEOTECNICO.....	40
3.5.3. ESTUDIOS DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA	43
3.6. METODOLOGIA DE DISEÑO	45
3.6.1. METODOS DE PRETENSADO	45
3.6.1.1. PRETENSADO	45
3.6.1.2. POSTENSADO	46
3.6.2. MATERIALES UTILIZADOS EN EL HORMIGON PRETENSADO.....	47
3.6.2.1. HORMIGON	47
3.6.2.2. ACERO PARA PRETENSADO.....	48
3.6.2.3. ALAMBRES REDONDOS.....	48
3.6.2.4. CABLES TRENZADOS O TORONES	49
3.6.2.5. VARILLAS DE ACERO DE ALEACION.....	50
3.6.2.6. ESFUERZOS ADMISIBLES EN EL ACERO DE PREESFUERZO	50
3.6.2.7. ACERO DE REFUERZO.....	50
3.6.2.8. ELEMENTOS DEL PRETENSADO.....	51
3.6.2.9. SISTEMA DE PRETENSADO.....	52
3.6.2.10. ARMADURAS ACTIVAS	52
3.6.2.11. ARMADURAS PASIVAS	52
3.6.2.12. CONDUCTOS LONGITUDINALES QUE CONTIENEN LAS ARMADURAS (VAINAS)	52
3.6.2.13. ANCLAJES	53
3.6.2.14. INYECCION	54

3.6.3. CARGAS ACTUANTES SOBRE EL PUENTE.....	54
3.6.3.1. CARGAS PERMANENTES.....	54
3.6.3.2. PESO PROPIO DE LOS COMPONENTES ESTRUCTURALES Y ACCESORIOS NO ESTRUCTURALES	54
3.6.3.3. PESO PROPIO DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO E INSTALACIONES PARA SERVICIOS	55
3.6.3.4. EMPUJE HORIZONTAL DEL SUELO.....	55
3.6.3.5. SOBRECARGA DE SUELO	57
3.6.3.6. PRESION VERTICAL DEL PESO PROPIO DEL SUELO DE RELLENO.....	57
3.6.3.7. CARGAS TRANSITORIAS	57
3.6.3.8. FUERZA DE FRENADO EN LOS VEHICULOS.....	57
3.6.3.9. INCREMENTO POR CARGA VEHICULAR	57
3.6.3.10. SOBRECARGA VIVA	58
3.6.3.11. CAMION DE DISEÑO	58
3.6.3.12. TANDEM DE DISEÑO	59
3.6.3.13. CARGA DE CARRIL DE DISEÑO	59
3.6.3.14. SOBRECARGA PEATONAL	59
3.6.3.15. PRESION HIDROSTATICA	60
3.6.3.16. FLOTABILIDAD.....	60
3.6.3.17. PRESION DE FLUJO	60
3.6.3.18. FUERZAS CENTRIFUGAS	60
3.6.3.19. CARGA DE VIENTO SOBRE LA ESTRUCTURA.....	61
3.6.4. FACTORES DE REDUCCION DE RESISTENCIA Y FACTORES DE CARGA PARA EL PUENTE.....	61
3.6.4.1. COMBINACIONES DE CARGA.....	63
3.6.5. ESTADIOS DE CARGA EN EL HORMIGON PRETENSADO	64
3.6.6. DISEÑO DE HORMIGON PRETENSADO POR FLEXION BASADO EN ESFUERZOS PERMISIBLES	65
3.6.7. EFICIENCIA DE LA SECCION A FLEXION	66
3.6.8. INECUACIONES DE CONDICION.....	68
3.6.8.1. ESTADIO INICIAL DE PRETENSADO	68
3.6.8.2. ESTADO LIMITE DE SERVICIO	69

3.6.8.3. VARIACION DE LA EXCENTRICIDAD A LO LARGO DEL CLARO	70
3.6.9. PERDIDA DE LA FUERZA DE PRETENSADO	72
3.6.9.1. INSTANTANEAS	72
3.6.9.1.1. PERDIDAS POR FRICCION	72
3.6.9.1.2. PERDIDAS POR DESLIAMIETO DE ANCLAJES	74
3.6.9.1.3. PERDIDAS POR ACORTAMIENTO ELASTICO DEL HORMIGON	75
3.6.9.2. DIFERIDAS	75
3.6.9.2.1. PERDIDA POR RELAJACION DEL ACERO DE PRETENSADO	76
3.6.9.2.2. PERDIDA PRO RETRACCION DEL HORMIGON	76
3.6.9.2.3. PERDIDA POR FLUENCIA O FLUJO PLASTICO DEL CONCRETO	77
3.6.9.3. PERDIDA TOTAL EN ELEMENTOS POS-TENSADOS	78
3.6.10. DISEÑO POR CORTANTE A.C.I.	78
3.6.10.1. BASES PARA EL DISEÑO	78
3.6.10.2. CALCULO DE V_u	79
3.6.10.3. CALCULO DE V_n	80
3.6.10.4. CALCULO DE V_c	80
3.6.10.4.1. AGRIETAMIENTO POR CORTE Y FLEXION (CALCULO DE V_{ci})	80
3.6.10.4.2. AGRIETAMIENTO POR CORTE EN EL ALMA (CALCULO DE V_{cw})	81
3.6.10.5. ARMADURA DE CORTE	82
3.6.10.6. ARMADURA MINIMA	83
3.6.10.7. VERIFICACION A LA FLEXION EN EL ESTADO LÍMITE ULTIMO O DE ROTURA	83
3.6.10.8. RESISTENCIA NOMINAL A LA FLEXION Y RESISTENCIA DE DISEÑO	84
3.6.10.9. LIMITES DE REFUERZO	85
3.6.10.10. MINIMO REFUERZO ADHERIDO	85

CAPÍTULO IV
INGENIERIA DEL PROYECTO

4.1. DISEÑO DE BARANDA	86
4.1.1. DISEÑO DEL PASAMANOS	86
4.1.2. DISEÑO DE POSTES DE BARANDADO	90
4.2. DISEÑO DE ACERA	94
4.3. DISEÑO DEL BORDILLO	99
4.4. DISEÑO DE LA LOSA DEL TABLERO.....	102
4.4.1. DETERMINACION DEL ESPACIAMIENTO ENTRE VIGAS Y FRACCIONES DE CARGA	102
4.4.2. DETERMINACION DEL ESPESOR DE LA LOSA	103
4.4.3. DETERMINACION DE LA ALTURA Y EL TIPO DE VIGA	103
4.4.4. DISEÑO DE LA LOSA POR EL METODO DE LAS FAJAS EQUIVALENTES.....	104
4.4.4.1. DISEÑO DEL VUELO	104
4.4.4.2. DISEÑO DE LA LOSA INTERIOR.....	109
4.5. DISEÑO DE LA VIGA DE HORMIGON PRETENSADO	117
4.5.1. ANALISIS TENSIONAL DE LA VIGA.	117
4.5.1.1. ESTADIO I.....	117
4.5.1.2. ESTADIO II	119
4.5.1.3. ESTADIO III.....	120
4.5.2. DETERMINACION DE LA FUERZA DE PRETENSADO Y EL NUMERO DE TORONES	127
4.5.3. ANALISIS DE EXCENRICIDADES Y DETERMINACION DE LA TRAYECTORIA.....	128
4.5.3.1. LIMITES DE EXCENRICIDAD.....	129
4.5.3.2. CALCULO DE LA TRAYECTORIA DE LOS TENDONES.....	129
4.6. ESTIMACION DE PÉRDIDAS DE PRETENSADO	131
4.6.1. ANALISIS DE PERDIDAS INSTANTANEAS	131
4.6.1.1. PERDIDA POR DESLIZAMIENTO EN LOS ANCLAJES	131
4.6.1.2. PERDIDA POR ACORTAMIENTO ELASTICO DEL CONCRETO....	131
4.6.1.3. PERDIDA POR FRICCION	132
4.6.2. ANALISIS DE PERDIDAS DIFERIDAS	132

4.6.2.1. PERDIDA POR FLUJO PLASTICO DEL CONCRETO.....	132
4.6.2.2. PERDIDA POR RETRACCION EN EL FRAGUADO DEL CONCRETO.....	132
4.6.2.3. PERDIDA POR RELAJACION DEL ACERO	133
4.7. DISEÑO A CORTE.....	134
4.7.1. ANALISIS DE LA RESISTENCIA A CORTE DEL HORMIGON	135
4.7.1.1. CORTANTE QUE PRODUCE EL AGRIETAMIENTO POR CORTANTE Y FLEXION	135
4.7.1.2. CORTANTE QUE PRODUCE EL AGRIETAMIENTO POR CORTANTE EN EL ALMA	136
4.8. VERIFICACION EN ESTADOS LIMITES ULTIMOS.....	138
4.9. DISEÑO DE LA ZONA DE ANCLAJE	140
4.10. DISEÑO DEL DIAFRAGMA	143
4.11. DISEÑO DE APOYOS.....	147
4.11.1. DISEÑO DE LA LAMINA DE NEOPRENO	147
4.11.2. DISEÑO DEL APOYO FIJO.....	149
4.11.3. DISEÑO DEL DADO DE APOYO	150
4.12. DISEÑO DEL ESTRIBO IZQUIERDO.....	151
4.12.1. CALCULO DE FUERZAS DE EMPUJE DEL SUELO PARA EL ANALISIS DEL ALZADO.	151
4.12.2. DIMENSIONAMIENTO DEL ALZADO.....	152
4.12.3. ANALISIS DE LA CARGAS PROVENIENTES DE LA SUPER ESTRUCTURA.....	152
4.12.4. PRESION HIDROSTATICA.....	153
4.12.5. EMPUJE ACTIVO DEL SUELO	154
4.12.6. CARGA DE VIENTO.....	156
4.12.7. DIMENSIONAMIENTO DE LA BASE VERIFICANDO ESTABILIDAD Y PRESIONES	157
4.12.7.1. CALCULO DE MOMENTOS RESPECTO AL EXTREMO INFERIOR IZQUIERDO DE LA FUNDACION	158
4.12.7.2. ANALISIS DE ESTABILIDAD Y PRESIONES DEL SUELO (ETAPA I)	158

4.12.7.3. ANALISIS DE ESTABILIDAD Y PRESIONES DEL SUELO (ETAPA II)	161
4.12.8. CALCULO DE ARMADURAS DEL ALZADO	161
4.12.9. CALCULO DE ARMADURA PARA EL ESPALDAR	163
4.12.10. DISEÑO DE LA FUNDACION	165
4.12.10.1. CALCULO DE MOMENTOS FLECTORES Y CORTANTES (ZAPARA POSTERIOR)	165
4.12.10.2. CALCULO DE MOMENTOS FLECTORES Y CORTANTES (ZAPATA ANTERIOR)	168
4.12. DISEÑO DEL ESTRIBO DERECHO.....	171
4.12.1. CALCULO DE FUERZAS DE EMPUJE DEL SUELO PARA EL ANALISIS DEL ALZADO.	171
4.12.2. ANALISIS DE CARGAS PROVENIENTES DE LA SUPER ESTRUCTURA.	172
4.12.3. EMPUJE ACTIVO DEL SUELO	172
4.12.4. DIMENSIONAMIENTO DE LA BASE VERIFICANDO ESTABILIDAD Y PRESIONES	173
4.12.4.1. CALCULO DE MOMENTOS RESPECTO AL EXTREMO INFERIOR IZQUIERDO DE LA FUNDACION	173
4.12.4.2. ANALISIS DE ESTABILIDAD Y PRESIONES DEL SUELO.....	174
4.12.5. CALCULO DE ARMADURAS DEL ALZADO	177
4.12.6. CALCULO DE ARMADURAS PARA EL ESPALDAR	178
4.12.7. DISEÑO DE LA FUNDACION	180
4.12.7.1. CALCULO DE MOMENTOS FLECTORES Y CORTANTES (ZAPARA POSTERIOR)	180
4.12.7.2. CALCULO DE MOMENTOS FLECTORES Y CORTANTES (ZAPATA ANTERIOR)	183

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES	186
5.2 RECOMENDACIONES	187
BIBLIOGRAFÍA	190

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 2.1. PRINCIPALES TIPOS DE VEGETACION DE LA PROVINCIA FISIOGRAFICA PERTENECIENTE A LA CORDILLERA OCCIDENTAL	11
CUADRO 2.2. POBLACION SEGÚN SEXO	12
CUADRO 2.3. IDIOMA QUE HABLAN LAS FAMILIAS DE LAS COMUNIDADES BENEFICIARIAS CON EL PROYECTO	14
CUADRO 2.4. NUMERO APROXIMADO Y TAMAÑO PROMEDIO DE LAS FAMILIAS	15
CUADRO 2.5. CANTIDAD DE TIERRAS EXISTENTES	16
CUADRO 2.6. PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONOMICAS DE LAS FAMILIAS	16
CUADRO 2.7. COSTUMBRES Y CALENDARIO FESTIVO	17
CUADRO 2.8. PORCENTAJE DE PARTICIPACION DEL HOMBRE Y LA MUJER EN LAS ACTIVIDADES	18
CUADRO 2.9. CANTIDAD DE FAMILIAS CON Y SIN AGUA POTABLE POR CAÑERÍA	19
CUADRO 2.10. COBERTURA Y MEDIOS PARA LA ELIMINACION DE EXCRETAS	21
CUADRO 2.11. SERVICIOS DE ELECTRICIDAD	22
CUADRO 2.12. SERVICIOS DE EDUCACION	23
CUADRO 2.13. SERVICIOS DE SALUD	24
CUADRO 2.14. MODALIDADES DE RECOLECCION Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS	25
CUADRO 2.15. DEMANDA ACTUAL DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL	26
CUADRO 3.1. ALTERNATIVA N°1	36
CUADRO 3.2. ALTERNATIVA N°2	36
CUADRO 3.3. ALTERNATIVA N°3	37
CUADRO 3.4. ASPECTO ECONOMICO PUENTE DE H°A°	38
CUADRO 3.5. ASPECTO ECONOMICO PUENTE DE H°P°	39
CUADRO 3.6. PROPIEDADES DEL TORON DE 7 ALAMBRES SIN REVESTIMIENTO	49
CUADRO 3.7. CARACTERISTICAS EMPIRICAS DE LOS TERRENOS	56
CUADRO 3.8. INCREMENTO POR CARGA DINAMICA	58

CUADRO 3.9. FACTORES DE REDUCCION DE RESISTENCIA Ø UTILIZADOS EN EL PROYECTO	62
CUADRO 3.10. COMBINACIONES Y FACTORES DE CARGA	63
CUADRO 3.11. FACTORES DE CARGA PARA CARGAS PERMANENTES	64
CUADRO 3.12. COEFICIENTES DE FRICCION PARA TORONES	74
CUADRO 3.13. VALORES DE HUMEDAD RELATIVA DEL MEDIO AMBIENTE	77

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	8
FIGURA 2.2 POBLACION SEGÚN ETNIAS	14
FIGURA 2.3 SERVICIOS DE AGUA POTABLE	20
FIGURA 2.4 PROCEDENCIA DEL AGUA	20
FIGURA 2.5 COBERTURA PARA LA ELIMINACION DE EXCRETAS	22
FIGURA 3.1 ESQUEMA DE DISPOSICION DE ELECTRODOS	43
FIGURA 3.2 VIGAS PRETENSADAS	46
FIGURA 3.3 VIGAS POSTESADAS	46
FIGURA 3.4 ESQUEMA DE EMPUJE HORIZONTAL	56
FIGURA 3.5 CAMION DE DISEÑO	58
FIGURA 3.6 ANGULO Y PENDIENTE DE TRAYECTORIA	73

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A: ESTUDIO TOPOGRAFICO.
ANEXO B: ESTUDIO GEOLOGICO.
ANEXO C: ESTUDIO HIDROLOGICO.
ANEXO D: ESTUDIO HIDRAULICO.
ANEXO E: ESTUDIO DE SOCAVACION.
ANEXO F: COMPUTOS METRICOS.
ANEXO G: PRECIOS UNITARIOS.
ANEXO H: PRESUPUESTO.
ANEXO I: FICHA AMBIENTAL.
ANEXO J: CRONOGRAMA DE EJECUCION.
ANEXO K: ESPECIFICACIONES TECNICAS.
ANEXO L: SISTEMA DE PRETENSADO.
ANEXO M: PLANOS.