

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO DE INGENIERÍA

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PUENTE VEHICULAR EN EL TRAMO
SALADITO-TIMBOY-TABASAY SOBRE EL RÍO MORTERITO”**

(Provincia O`Connor, municipio de Entre Ríos del departamento de Tarija)

ELABORADO POR:

YOVANI ESTEBAN ZENTENO ZENTENO

ASIGNATURA: PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL II “CIV 502

(MENCIÓN ESTRUCTURAS)

GESTIÓN ACADÉMICA: 1er SEMESTRE DE 2015

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES



PROYECTO DE INGENIERÍA

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PUENTE VEHICULAR EN EL TRAMO
SALADITO-TIMBOY-TABASAY SOBRE EL RÍO MORTERITO”**

(Provincia O`Connor, municipio de Entre Ríos del departamento de Tarija)

Elaborado por:

YOVANI ESTEBAN ZENTENO ZENTENO

Proyecto presentado a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura de Ingeniería Civil.

Julio del 2015

TARIJA –BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES

PROYECTO DE INGENIERÍA
“DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PUENTE VEHICULAR EN EL TRAMO
SALADITO-TIMBOY-TABASAY SOBRE EL RÍO MORTERITO”

(Provincia O`Connor, municipio de Entre Ríos del departamento de Tarija)

Elaborado por:

YOVANI ESTEBAN ZENTENO ZENTENO

Proyecto presentado a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura de Ingeniería Civil.

Julio del 2015

TARIJA –BOLIVIA

V°B°

Ph.D M.Sc. Ing. Arturo J.J. Dubravcic Alaiza

PROFESOR GUIA

M.Sc. Ing Ernesto R. Alvarez Gosalvez

**DECANO FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

M.Sc. Ing. Silvana Paz Ramirez

**VICEDECANA FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

M.Sc. Ing. Oscar Chaves Vargas

Ph.D. M.Sc. Ing. Alberto Benítez Reynoso

M.Sc. Ing. David Alfredo Zenteno Benítez

ADVERTENCIA:

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

DEDICATORIA:

Dedicado a Dios, mi querida familia, a mis docentes y amigos por el constante apoyo brindado a lo largo de mis estudios y 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 la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”, por ser la institución que formo parte de mi superación intelectual, a la Carrera de Ingeniería Civil, por formarme con seriedad, disciplina, ética, compromiso, lealtad, a los Señores docentes, que me orientaron con su enorme capacidad experiencia.

A los Señores miembros del tribunal, por corregir mi trabajo y presentarse a la defensa.

PENSAMIENTO:

“Mantén tus pensamientos positivos porque tus pensamientos se convierten en tus palabras, mantén tus palabras positivas porque tus palabras se convertirán en tus acciones”

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

Página

| | |
|--|----------|
| 1. DIAGNOSTICO..... | 1 |
| 1.1 Antecedentes..... | 1 |
| 1.2 El problema..... | 2 |
| 1.2.1 Planteamiento..... | 3 |
| 1.2.2 Formulación..... | 4 |
| 1.2.3 Sistematización..... | 5 |
| 1.3 Objetivos..... | 5 |
| 1.3.1 Objetivo general..... | 5 |
| 1.3.2 Objetivos específicos..... | 5 |
| 1.4 Justificación..... | 6 |
| 1.4.1 Académica..... | 6 |
| 1.4.2 Técnica..... | 7 |
| 1.4.3 Social..... | 7 |
| 1.5 Alcance del proyecto..... | 7 |
| 1.6 Localización..... | 8 |
| 1.6.1 Ubicación del proyecto..... | 8 |
| 1.7 Información socioeconómica relativa al proyecto..... | 9 |
| 1.8 Servicios básicos existentes..... | 11 |
| 1.8.1 salud..... | 11 |
| 1.8.2 Saneamiento..... | 12 |
| 1.8.3 Agua potable..... | 13 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1.8.4 Gas, energía, leña y otros..... | 14 |
| 1.8.5 Energía eléctrica..... | 14 |

CAPÍTULO II

| | |
|---|----|
| 2. MARCO TEÓRICO..... | 15 |
| 2.1 Levantamiento topográfico..... | 15 |
| 2.2 Estudio hidrológico..... | 15 |
| 2.2.1 periodo de retorno para diseño..... | 15 |
| 2.2.2 Información climatológica..... | 16 |
| 2.2.3 Propiedades geométricas de la cuenca..... | 17 |
| 2.2.4 Propiedades de relieve..... | 19 |
| 2.2.5 Propiedades morfométricas..... | 19 |
| 2.2.6 Tiempo de concentración..... | 20 |
| 2.2.7 Estimación de lluvias máximas e intensidades máximas..... | 22 |
| 2.3 Estudio hidráulico | 23 |
| 2.3.1 Determinación de caudales máximos..... | 23 |
| 2.4 Calculo de socavación..... | 24 |
| 2.4.1 Método de lischvan-levediev..... | 24 |
| 2.5 Estudio de suelos..... | 30 |
| 2.5.1 Clasificación de suelos..... | 30 |
| 2.5.2 Capacidad portante..... | 31 |
| 2.6 Emplazamiento definitivo y predimensionamiento de toda la estructura..... | 31 |
| 2.7 Distancia de visibilidad en curvas horizontales..... | 33 |
| 2.8 Normas de diseño..... | 34 |
| 2.8.1 Norma para diseño de puentes | 34 |
| 2.9 Cargas actuantes sobre el puente..... | 34 |

| | |
|--|----|
| 2.9.1 Cargas actuantes sobre el puente..... | 34 |
| 2.9.2 Peso propio de los componentes estructurales y accesorios no estructurales..... | 34 |
| 2.9.3 Peso propio de las superficies de rodamiento e instalaciones para servicios..... | 34 |
| 2.9.4 Empuje horizontal del suelo..... | 35 |
| 2.9.5 Sobrecarga del suelo..... | 36 |
| 2.9.6 Presión vertical del peso propio del suelo de relleno..... | 37 |
| 2.9.7 Cargas transitorias..... | 37 |
| 2.9.8 Fuerza de frenado en los vehículos..... | 37 |
| 2.9.9 Fuerza de colisión de un vehículo..... | 37 |
| 2.9.10 Incremento por carga vehicular..... | 38 |
| 2.9.11 Sobrecarga viva..... | 38 |
| 2.9.12 Sobrecarga peatonal..... | 40 |
| 2.9.13 Asentamiento..... | 40 |
| 2.9.14 Cargas sísmicas..... | 40 |
| 2.9.15 Carga hidráulica y presión del flujo de agua..... | 40 |
| 2.9.16 Fuerzas centrifugas..... | 41 |
| 2.9.17 Carga de viento sobre la estructura..... | 41 |
| 2.10 Factores de carga y combinaciones de carga..... | 41 |
| 2.10.1 Estados límites de servicio..... | 42 |
| 2.10.2 Estado límite de fatiga y fractura..... | 43 |
| 2.10.3 Estado límite de resistencia..... | 43 |
| 2.10.3 Estado límite de resistencia..... | 43 |
| 2.10.4 Estado límites correspondientes a eventos extremos..... | 44 |

| | |
|--|----|
| 2.11 Materiales..... | 45 |
| 2.11.1 Hormigones..... | 45 |
| 2.11.2 Modulo de elasticidad..... | 45 |
| 2.11.3 Esfuerzos permisibles del hormigón para miembros pretensados sujetos a flexion. | 45 |
| 2.11.4 Acero de refuerzo..... | 46 |
| 2.11.5 Modulo de elasticidad..... | 46 |
| 2.12 Acero de pretensado..... | 47 |
| 2.12.1 Modulo de elasticidad..... | 47 |
| 2.12.2 Propiedades del acero de pretensado..... | 47 |
| 2.12.3 Restricciones de tesado de los cables..... | 47 |
| 2.13 Análisis y diseño del hormigón armado..... | 48 |
| 2.13.1 Análisis y diseño por flexión..... | 48 |
| 2.13.2 Cuantías máximas..... | 49 |
| 2.13.3 Cuantías mínimas..... | 49 |
| 2.13.4 Diseño por flexión..... | 49 |
| 2.13.5 Diseño por fuerza cortante..... | 50 |
| 2.13.6 Fuerza cortante que resiste el concreto..... | 50 |
| 2.13.7 Fuerza cortante que resiste el acero..... | 51 |
| 2.13.7 Fuerza cortante que resiste el acero..... | 51 |
| 2.14 Análisis y diseño del hormigón pretensado..... | 52 |
| 2.14.1 Aspectos generales del hormigón pretensado: ventajas y desventajas..... | 52 |
| 2.14.2 Definición de pretensado..... | 52 |
| 2.14.3 Clasificación y tipos..... | 53 |

| | |
|--|----|
| 2.14.4 Hormigón pretensado con tendones o cables postensados..... | 54 |
| 2.14.5 Ventajas del hormigón..... | 54 |
| 2.14.6 Desventajas del hormigón pretensado..... | 55 |
| 2.14.7 Perdidas de pretensado..... | 56 |
| 2.14.8 Perdidas instantáneas..... | 56 |
| 2.14.9 Perdidas diferidas..... | 56 |
| 2.14.10 Sistemas de pretensado..... | 56 |
| 2.15 Diseño estructural..... | 59 |
| 2.15.1. Superestructura..... | 59 |
| 2.15.1.1 Barandado..... | 61 |
| 2.15.1.2 Postes..... | 61 |
| 2.15.1.3 Acera..... | 62 |
| 2.15.1.4 Bordillo..... | 63 |
| 2.15.1.5 Losa de tablero..... | 63 |
| 2.15.1.6 Vigas de hormigón postesado..... | 63 |
| 2.15.1.7 Diafragmas..... | 73 |
| 2.15.1.8 Aparatos de apoyo..... | 73 |
| 2.15.1.9 Estribos..... | 75 |
| 2.16 Desarrollo de la estrategia para la ejecución del proyecto..... | 79 |
| 2.16.1 especificaciones técnicas..... | 79 |
| 2.16.2 Cómputos métricos..... | 79 |
| 2.16.3 Cómputos métricos..... | 79 |
| 2.16.4 Presupuesto..... | 80 |
| 2.16.5 Planeamiento y cronograma de obras..... | 80 |

CAPÍTULO III

| | |
|---|-----------|
| 3. INGENIERIA DEL PROYECTO..... | 81 |
| 3.1 Levantamiento topográfico..... | 81 |
| 3.2 Estudio hidráulico e hidrológico..... | 81 |
| 3.3 Estudio de suelos..... | 82 |
| 3.4 Emplazamiento definitivo y predimensionamiento de toda la estructura..... | 82 |
| 3.5 Superestructura..... | 82 |
| 3.5.1 Pasamanos..... | 83 |
| 3.5.2 Diseño de postes de H°A°..... | 83 |
| 3.5.3 Diseño de acera de H°A°..... | 83 |
| 3.5.4 Diseño de bordillo de H°A°..... | 83 |
| 3.5.5 Diseño de losa tablero de H°A°..... | 83 |
| 3.5.6 Diseño de vigas de H°P°..... | 84 |
| 3.5.7 Perdidas de postesado..... | 85 |
| 3.5.8. aparatos de apoyo de neopreno..... | 86 |
| 3.6 Subestructura..... | 87 |
| 3.6.1 Estribos..... | 87 |
| 3.6.2 Aleros..... | 87 |
| 3.6.3 Aporte académico..... | 87 |
| 3.7 Desarrollo de la estrategia para la ejecución del proyecto..... | 87 |
| 3.7.1 Especificaciones técnicas..... | 87 |
| 3.7.2 Cómputos métricos..... | 87 |
| 3.7.3 Precios unitarios..... | 87 |
| 3.7.4 Presupuesto..... | 88 |

| | |
|---|----|
| 3.7.5 Planeamiento y cronograma de obras..... | 88 |
|---|----|

CAPÍTULO IV

| | |
|--|-----------|
| 4. APORTE ACADEMICO DEL ESTUDIANTE..... | 89 |
| 4.1 Marco conceptual..... | 89 |
| 4.2 Alcance del aporte..... | 89 |
| 4.3 Idealización de la estructura..... | 90 |
| 4.4 Viga de tablero..... | 90 |
| 4.5 Estribos..... | 90 |
| 4.6 Conclusiones y recomendaciones..... | 90 |
| 4.6.1 Conclusiones..... | 90 |
| 4.6.2 Recomendaciones..... | 90 |

CAPÍTULO V

| | |
|---|-----------|
| 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 91 |
| 5.1 Conclusiones..... | 92 |
| 5.2 Recomendaciones..... | 93 |

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

ANEXO A: RECOPIACION DE DATOS

ANEXO A.1: DATOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

ANEXO A.2: DATOS ESTACIONES METEREOLÓGICAS

ANEXO B: INGENIERIA BASICA

ANEXO B.1: ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO

ANEXO B.2: ESTUDIO DE SUELOS

ANEXO C: DISEÑO ESTRUCTURAL.

ANEXO C.1: PREDIMENSIONAMIENTO

ANEXO C.2: DISEÑO DE BARANDADO

ANEXO C.3: DISEÑO DE POSTES

ANEXO C.4: DISEÑO DE ACERA

ANEXO C.5: DISEÑO DE BORDILLO

ANEXO C.6: DISEÑO DE LOSA EXTERIOR

ANEXO C.7: DISEÑO DE LOSA INTERIOR

ANEXO C.8: DISEÑO DE VIGAS DE H°P°

ANEXO C.9: DISEÑO DE DIAFRAGMAS

ANEXO C.10: DISEÑO DE APARATOS DE APOYO

ANEXO C.11: DISEÑO DE ESTRIBO

ANEXO C.12: DISEÑO DE ALEROS

ANEXO D: ESTRATEGIA PARA EJECUCION DEL PROYECTO

ANEXO D.1: ESPECIFICACIONES TECNICAS

ANEXO D.2: COMPUTOS METRICOS

ANEXO D.3: PRECIOS UNITARIOS

ANEXO D.4: PRESUPUESTO

ANEXO D.5: CRONOGRAMA DE EJECUCION

ANEXO E: FOTOS DEL LUGAR DE EMPLAZAMIENTO

ANEXO F: CARTA DE REPALDO INSTITUCIONAL

ANEXO G: APORTE ACADEMICO.

ANEXO H: PLANOS.

INDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Uso y ocupación del espacio por distritos..... | 2 |
| Cuadro 2. Acometidas de agua potable en%..... | 12 |
| Cuadro 3. Cobertura de agua potable..... | 13 |
| Cuadro 4. Uso de energía para la preparación de alimentos..... | 14 |
| Cuadro 5. Tamaño relativo de los sistemas hidrológicos..... | 17 |
| Cuadro 6. Formas de la cuenca de acuerdo al índice de compacidad..... | 18 |
| Cuadro 7. Características empíricas de los terrenos..... | 36 |
| Cuadro 8. Incremento por carga dinámica..... | 38 |
| Cuadro 9. Combinaciones de cargas y factores de carga..... | 44 |
| Cuadro 10. Combinaciones de cargas y factores de carga..... | 45 |
| Cuadro 11. Diámetros comerciales..... | 46 |
| Cuadro 12. Propiedades del acero de pretensado dado por la norma AASTHO..... | 47 |
| Cuadro 13. Restricciones de los esfuerzos del cable..... | 47 |
| Cuadro 14. Numero de vigas de acuerdo al número de carril..... | 84 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Localización y ubicación..... | 8 |
| Figura 2. Ubicación con respecto a la ciudad de tarija..... | 9 |
| Figura 3. Imagen centro de salud de potrerillos..... | 11 |
| Figura 4. Estaciones meteorológicas..... | 17 |
| Figura 5. Modelo de socavación..... | 29 |
| Figura 6. Modelo de socavación en estribos afectados..... | 30 |
| Figura 7. Camión tipo vista perfil..... | 38 |
| Figura 8. Camión tipo transversal..... | 39 |
| Figura 9. Curva esfuerzo-deformación del acero de pretensado..... | 48 |
| Figura 10. Anclaje de PROTENDE tipo MTC..... | 58 |
| Figura 11. Geometría del anclaje tipo MTC de PROTENDE..... | 58 |
| Figura 12. Tablero estructural..... | 60 |
| Figura 13. Acera tipo..... | 60 |
| Figura 14. Esquema de dimensiones recomendadas de barandado peatonal..... | 62 |
| Figura 15. Espacio que ocupa una persona promedio..... | 62 |
| Figura 16. Regla de la palanca..... | 66 |
| Figura 17. Dimensiones recomendadas para estribos de HoAo..... | 75 |
| Figura 18. Esquema de aplicación de carga..... | 76 |
| Figura 19. Esquema de aplicación de cargas..... | 79 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Uso y ocupación del espacio por distritos..... | 1 |
| Tabla 2. Periodo de diseño..... | 15 |
| Tabla 3. Periodo de retorno de diseño y verificación adoptados..... | 16 |
| Tabla 4. Coeficiente de contracción..... | 27 |
| Tabla 5. Valores de X para suelos cohesivos y no cohesivos..... | 28 |
| Tabla 6. Valores del coeficiente b..... | 28 |
| Tabla 7. Valores del coeficiente correctivo para Pa, Pq, Pr..... | 30 |
| Tabla 8. Dimensiones de los anclajes de tipo MTC de PROTENDE..... | 59 |
| Tabla 9. Propiedades del acero de pretensado de PROTENDE..... | 59 |
| Tabla 10. Cantos recomendados por ASSTHO..... | 63 |
| Tabla 11. Fajas equivalentes..... | 65 |
| Tabla 12. Peraltes mínimos para superestructuras de sección constante..... | 65 |