



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**



**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS DE LOS MATERIALES**



**“DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA**

**PASARELA AV. PETROLERA EN LA CIUDAD DE BERMEJO”**

**Por:**

**AMAEL E. CARDOZO CASAZOLA**

Proyecto de ingeniería Civil II CIV - 502 presentado a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

**Septiembre de 2010**

**TARIJA – BOLIVIA**

**HOJA DE APROBACIÓN**

**PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL II**

**CIV - 502**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

**“DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA  
PASARELA AV. PETROLERA EN LA CIUDAD DE  
BERMEJO”**

**APROBADO POR:** .....

**FIRMA:** .....

**FECHA:** .....

## HOJA DE EVALUACION

### EVALUACION CONTINUA

Fecha de presentación: .....

Calificación: Numeral: .....

Literal: .....

V°B° Docente CIV 502:

### EVALUACION FINAL

Fecha de defensa: .....

Calificación: Numeral: .....

Literal: .....

Tribunal 1 .....

Ing. Oscar Chávez

Tribunal 2 .....

Ing. Gonzalo Gandarillas

Tribunal 3 .....

Ing. Benito Quispe

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

**Dedicatoria:**

A mi querida familia, en especial para ti *André Maciel*, porque eres mi razón, para ser mejor cada día.

**Agradecimiento:**

A Dios y los Seres Divinos que siempre estuvieron a mi lado.

A mis Padres, *Mariano* y *Severina* por su incondicional amor y el inmenso apoyo en la búsqueda de mi profesión, por los valores que supieron inculcarme durante toda mi vida.

A mis hermanas *Mariela* y *Dalmita* por hacerme sentir su gran cariño en todo momento.

A mis Docentes, por compartir su sabiduría, tiempo y sus consejos durante todos estos años, en especial para aquellos *Maestros* que me guiaron en la elaboración del presente trabajo.

A mis amigos, por el compañerismo brindado en esta linda etapa de la vida.

**ÍNDICE GENERAL**  
**CAPÍTULO I**  
**ASPECTOS GENERALES**

	Pag.
1.1	INTRODUCCIÓN.....1
1.2	PROBLEMÁTICA ACTUAL.....1
1.3	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DEL PROYECTO.....2
1.3.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES Y UBICACIÓN DE LA ZONA.....2
1.4	UBICACIÓN ESPECÍFICA DEL ESTUDIO.....3
1.5	ÁREAS DE INFLUENCIA.....5
1.6	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....5
1.6.1	JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....6
1.6.2	JUSTIFICACIÓN SOCIOCULTURAL Y TURÍSTICA.....7
1.7	OBJETIVOS.....7
1.7.1	OBJETIVO GENERAL.....7
1.7.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....7
1.8	ALCANCE DEL PROYECTO.....8

**CAPÍTULO II**  
**ANTECEDENTES**

2.1	FLORA Y FAUNA.....11
2.2	RECURSOS HÍDRICOS.....12
2.3	CLIMA.....12
2.4	GEOLOGÍA.....13
2.5	RECURSOS HIDROCARBURÍFEROS.....13
2.6	ACTIVIDAD AGRÍCOLA.....13

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA DE CÁLCULO**

	Pag.
3.1	INTRODUCCIÓN.....15
3.2	INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO.....15
3.2.1	ESTUDIOS DE TRÁFICO.....15
3.2.2	ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.....16
3.2.3	ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.....16
3.3	CONSIDERACIONES Y PARÁMETROS PARA LA SELECCIÓN DEL TIPO DE PUENTE PEATONAL.....16
3.3.1	DEFINICIONES.....16
3.3.1.1	Puente Peatonal .....16
3.3.1.2	Superestructura.....16
3.3.1.3	Infraestructura.....17
3.3.2	ELECCIÓN DEL TIPO DE PUENTE.....17
3.3.2.1	Tipos de puentes peatonales.....17
3.2.2.1.1	Según el sistema estructural principal.....17
3.2.2.1.2	Según el material principal.....18
3.2.2.1.3	Según la sección transversal de la superestructura.....18
3.2.2.1.4	Según el sistema constructivo.....18
3.2.2.1.5	Aspectos Arquitectónicos.....19
3.3	TIPOS DE PASARELAS EN ARCO.....20
3.3.1	PASARELAS DE TABLERO SUPERIOR.....20
3.3.2	PASARELAS DE TABLERO INTERMEDIO.....21
3.3.3	PASARELA EN ARCO CON TABLERO INFERIOR.....21
3.3.4	PASARELA EN ARCO SIN TABLERO.....22
3.4	ESQUEMAS ESTRUCTURALES EN ARCO.....23
3.4.1	ARTICULACIÓN TIPO FREYSSINET.....25
3.5	SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA VIGA EN ARCO.....25



	Pag.
3.5.1	SECCIÓN CAJÓN .....26
3.5.1.1	Ventajas.....26
3.5.1.2	Desventajas.....27
3.5.1.3	Procedimientos Constructivos.....27
3.5.2	VIGA T .....28
3.5.2.1	Ventajas.....29
3.5.2.2	Desventajas.....30
3.5.2.3	Procedimientos Constructivos.....30
3.6	EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SECCIÓN TRANSVERSAL.....31
3.6.1	EFICIENCIA ESTRUCTURAL.....31
3.6.2	ASPECTOS ESTÉTICOS.....31
3.6.3	FACTIBILIDAD DE CONSTRUCCIÓN.....31
3.6.4	ECONOMÍA Y MANTENIMIENTO.....32
3.7	DISEÑO SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE PEATONAL.....33
3.7.1	GEOMETRÍA LONGITUDINAL.....33
3.7.1.1	Gálibos.....33
3.7.1.2	Luz de Arco.....35
3.7.2	ELEMENTOS DE LA SUPERESTRUCTURA.....35
3.7.2.1	Escaleras.....35
3.7.2.2	Barandas.....36
3.7.2.3	Iluminación .....36
3.7.3	GEOMETRÍA TRANSVERSAL DEL PUENTE PEATONAL.....37
3.7.3.1	Ancho de la Sección.....37
3.8	MATERIALES.....37
3.8.1	HORMIGÓN.....37
3.8.1.1	Hormigón simple.....37
3.8.1.2	Hormigón armado.....37
3.8.2	ACERO DE ARMADO.....38

	Pag.
3.8.3	TUBO ESTRUCTURAL.....38
3.9	NORMAS DE DISEÑO.....38
3.10	MÉTODO DE DISEÑO POR RESISTENCIA.....39
3.11	CARGAS DE DISEÑO.....42
3.11.1	CARGAS PERMANENTES.....42
3.11.2	SOBRECARGAS .....42
3.12	HIPÓTESIS DE CARGAS ACI 318 -05.....42
3.13	SOFTWARE CÁLCULO ESTRUCTURAL.....44
3.14	DISEÑO DE ARMADURAS EN VIGAS T DE HORMIGÓN ARMADO.....44
3.14.1	DIMENSIONAMIENTO DE VIGAS A FLEXIÓN.....44
3.14.2	SECCIONES CON ALAS QUE SÓLO TIENEN ARMADURA DE TRACCIÓN.....45
3.14.3	DISTRIBUCIÓN DE LA ARMADURA DE TRACCIÓN EN EL ALA DE LA VIGA T.....48
3.14.4	DIMENSIONAMIENTO A ESFUERZO CORTANTE EN LAS VIGAS.....49
3.15	DISEÑO DE SUBESTRUCTURA DEL PUENTE PEATONAL.....52
3.15.1	GEOMETRÍA DE ESTRIBOS.....52
3.15.2	MATERIALES.....53
3.15.2.1	Acero de Armado.....53
3.15.2.2	Hormigón simple.....53
3.15.2.3	Hormigón armado.....53
3.15.3	CARGAS.....53
3.15.4	VERIFICACIONES DE ESTABILIDAD.....53
3.15.4.1	Factor de seguridad al Volteo.....54
3.15.4.2	Factor de Seguridad al deslizamiento.....54
3.16	DISEÑO DE TORRES .....54

	Pag.
3.16.1	ARMADURAS TRIDIMENSIONALES O ESPACIALES.....54
3.16.1.1	Geometría.....54
3.16.2	MATERIALES.....58
3.16.2.1	Tubo Estructural.....58
3.16.2.2	Hormigón armado.....58
3.16.3	CARGAS.....58
3.16.3.1	Carga Permanente.....58
3.16.3.2	Sobrecargas .....58
3.16.4	FACTORES DE CARGA CON ESPECIFICACIONES US.AISC LRFD 1993 EN ESTRUCTURAS METALICAS.....59
3.16.5	ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....60
3.16.6	VERIFICACIÓN DE LAS SECCIONES DE TUBO.....61
3.16.6.1	Verificación a compresión de Elementos de Torre. ....61
3.16.6.2	Diseño de espesor de soldadura.....61
3.16.7	DISEÑO DE ANCLAJES.....62
3.16.7.1	Diseño a Tracción.....62
3.16.7.2	Diseño a corte.....63
3.16.8	FUNDACIONES .....64
3.16.8.1	Diseño de Zapatas.....65

## **CAPÍTULO IV**

### **DESARROLLO DE METODOLOGIA DE CALCULO**

4.1	INGENIERÍA BÁSICA.....66
4.1.1	HECHOS DE TRÁNSITO.....66
4.1.2	ESTUDIO DE TRÁFICO.....66
4.1.3	ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....67
4.1.4	ESTUDIO GEOTÉCNICO.....68
4.2	CONSIDERACIONES Y PARÁMETROS PARA LA SELECCIÓN DEL TIPO DE PUENTE PEATONAL.....69

	Pag.
4.3	SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA VIGA EN ARCO.....69
4.4	DISEÑO SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE PEATONAL.....69
4.4.1	DISEÑO GEOMÉTRICO LONGITUDINAL.....69
4.4.1.1	Galibo.....69
4.4.1.2	Longitud de Arco.....70
4.4.1.3	Coordenadas de trayectoria de Arco.....70
4.4.2	DISEÑO GEOMÉTRICO TRANSVERSAL.....71
4.4.3	MATERIALES.....72
4.4.3.1	Hormigón armado.....72
4.4.3.2	Acero.....72
4.4.4	NORMAS DE DISEÑO.....72
4.4.4.1	Unidades.....72
4.4.5	MÉTODO DE DISEÑO POR RESISTENCIA.....73
4.4.6	CARGAS DE DISEÑO.....73
4.4.6.1	Cargas Permanentes.....73
4.4.6.2	Sobrecargas.....74
4.4.7	HIPÓTESIS DE CARGAS ACI 318 -05.....74
4.4.8	ANÁLISIS CARGAS DE SERVICIO EN SUPERESTRUCTURA...75
4.4.9	CÁLCULO ESTRUCTURAL SAP 2000.....77
4.4.10	RESULTADOS DEL PROGRAMA.....81
4.4.11	VERIFICACIÓN DE ESFUERZOS INTERNOS-HIPÓTESIS 2 (PLANO XZ).....88
4.4.11.1	Análisis Longitudinal.....88
4.4.11.2	Resultados Análisis Longitudinal .....88
4.4.11.3	Análisis Transversal.....89
4.4.11.4	Conclusiones.....90
4.4.12	RESUMEN ESFUERZOS DE DISEÑO SAP 2000.....90
4.4.13	ARMADURAS EN SUPERESTRUCTURA .....91
4.4.13.1	Diseño de VIGA T.....91

	Pag.
4.4.13.1.1	Diseño a Flexión y/o Flexocompresion.....91
4.4.13.1.2	Diseño a Corte y/o Torsión.....91
4.4.13.2	Diseño de Escaleras.....92
4.4.13.3	Diseño de Articulaciones.....94
4.4.13.3.1	Armadura Transversal.....94
4.4.13.3.2	Armadura de corte por fricción .....95
4.5	DISEÑO DE SUBESTRUCTURA DEL PUENTE PEATONAL- DISEÑO DE ESTRIBOS.....97
4.5.1	GEOMETRÍA.....97
4.5.2	MATERIALES.....97
4.5.2.1	Hormigón armado.....97
4.5.2.2	Acero.....97
4.5.3	CARGAS.....97
4.5.4	VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD.....99
4.5.5	DISEÑO DE ARMADURAS.....100
4.6	DISEÑO DE TORRES.....100
4.6.1	GEOMETRÍA.....100
4.6.2	MATERIALES.....100
4.6.2.1	Tubo Estructural.....100
4.6.2.2	Hormigón armado.....100
4.6.3	FACTORES DE CARGA CON ESPECIFICACIONES US.AISC LRFD 1993 EN ESTRUCTURAS METALICAS.....101
4.6.4	CARGAS.....101
4.6.4.1	Sobrecargas Climáticas.....101
4.6.4.2	Sobrecarga de uso.....102
4.6.5	CÁLCULO ESTRUCTURAL.....102
4.6.6	RESUMEN RESULTADOS PROGRAMA.....106
4.6.7	VERIFICACIÓN DE DISEÑO.....107
4.6.8	DISEÑO DE ANCLAJE DE TORRE.....107

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

		<b>Pag.</b>
5.1	CONCLUSIONES.....	108
5.1.1	CONCLUSIONES GENERALES.....	108
5.1.2	CONCLUSIONES ESPECÍFICAS.....	108
5.2	RECOMENDACIONES.....	110

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
Fig. 4.1	Dimensiones y espacios necesarios.....71
Fig. 4.2	Tablero Modelado 3D.....77
Fig. 4.3	Elementos-Barras 2D.....78
Fig. 4.4	Carga Muerta Escalones.....78
Fig. 4.5	Carga Viva .....79
Fig. 4.6	Carga Viva (Posición extrema) .....79
Fig. 4.7	Carga de Barandado.....80
Fig. 4.8	Carga de Viento.....80
Fig. 4.9	Carga de Temperatura.....81
Fig. 4.10	Envolventes de Reacciones.....81
Fig. 4.11	Diagrama de Momentos 2D (Pp).....82
Fig. 4.12	Diagrama de Momentos 2D (Qm).....82
Fig. 4.13	Diagrama de Envolventes de Momentos 2D.....83
Fig. 4.14	Diagrama de Fuerzas Axiales.....83
Fig. 4.15	Envolventes de Fuerzas Cortantes.....84
Fig. 4.16	Envolventes de Momentos Dirección 1-1.....84
Fig. 4.17	Envolventes de Momentos Dirección 1-2.....85
Fig. 4.18	Envolventes de Momentos Dirección 2-2 2D.....86
Fig. 4.19	Diagrama de Momento Torsor 2D.....86
Fig. 4.20	Distribución de Armaduras.....91
Fig. 4.21	Modelado SAP 2000.....92
Fig. 4.22	Diagrama de Momentos 3-3.....93
Fig. 4.23	Diagrama de Esfuerzos de Corte 2-2.....93
Fig. 4.24	Detalle de Armado de Escaleras.....94
Fig. 4.25	Detalle de Articulación.....95
Fig. 4.26	Detalles Constructivos Articulación.....96
Fig. 4.27	Esquema de Estribo.....97

Fig. 4.31	Verificación de Diseño.....	106
Fig. 4.28	Modelado de Torre – Liberando Momentos en Nudos.....	103
Fig. 4.29	Vista de Acciones en Torre.....	104
Fig. 4.30	Diagrama de Envolventes Axial – Corte.....	105



## ÍNDICE DE TABLAS

	<i>Pag.</i>
Tabla N° 4.1 Coordenadas de Trayectoria de Directriz.....	71
Tabla N° 4.2 Envolventes de Reacciones en Apoyos (SAP 2000) HIP 2.....	87
Tabla N° 4.3 Envolventes de Esfuerzos Internos en la Viga (SAP 2000) HIP-2.....	87
Tabla N° 4.4 Reacciones en Apoyos CALCULO - VERIFICACION.....	88
Tabla N° 4.5 Envolventes de Fuerzas en la Viga CÁLCULO –VERIFICACIÓN....	88
Tabla N° 4.6 Envolventes Máximas y Mínimas de Reacciones en Apoyos.....	90
Tabla N° 4.7 Envolventes de Fuerzas Máximas y Mínimas en la Viga.....	90
Tabla N° 4.8 Envolventes de Desplazamientos y Rotaciones en los Apoyos.....	90
Tabla N° 4.9 Resumen de Cargas.....	98
Tabla N° 4.10 Fuerzas de Viento en Nudos.....	102
Tabla N°4.11 Propiedades Mecánicas de la Sección Tubular.....	102
Tabla N° 4.12 Resumen de Resultados.....	106

## **ANEXOS**

<b>ANEXO</b>	<b>I:</b>	Hechos de Tránsito
<b>ANEXO</b>	<b>II:</b>	Estudio de Tráfico
<b>ANEXO</b>	<b>III:</b>	Estudio Geotécnico
<b>ANEXO</b>	<b>IV:</b>	Cálculo Estructural
<b>ANEXO</b>	<b>V:</b>	Costos y Presupuestos
<b>ANEXO</b>	<b>VI:</b>	Especificaciones Técnicas
<b>ANEXO</b>	<b>VII:</b>	Ficha Ambiental
<b>ANEXO</b>	<b>VIII:</b>	Cronograma de Actividades
<b>ANEXO</b>	<b>IX:</b>	Bibliografía
<b>ANEXO</b>	<b>X:</b>	Planos