

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



**DISEÑO DE INGENIERÍA DEL PUENTE VEHICULAR  
“LAJAS’CARACHIMAYO”**

**Por:**

**ALVARO QUINTANILLA MALDONADO**

**Febrero de 2011**

**TARIJA - BOLIVIA**

**V°B°**

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

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

.....  
Ing. Gustavo Succi  
VICEDECANO FACULTAD  
DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

**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.**

**DISEÑO DE INGENIERÍA DEL PUENTE VEHICULAR**  
**“LAJAS-CARACHIMAYO”**

**Por:** Alvaro Quintanilla Maldonado

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.

**Febrero de 2011**  
**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**

Este trabajo lo dedico principalmente a mis padres que estuvieron presentes y apoyándome en todo momento a lo largo de mi formación profesional.



# ÍNDICE GENERAL

## Capítulo I

	<b>Página</b>
1.1. Introducción .....	1
1.2. Objetivos.....	1
1.2.1. Objetivo general. ....	1
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
1.3. Alcance de la propuesta.....	2
1.4. Justificación.....	4
1.5. Descripción del problema.....	6

## Capítulo II

### ASPECTOS GENERALES

2.1. Ubicación del puente .....	8
2.1.1 Superficie provincial.....	8
2.2 Precipitación, temperatura (helada), evaporación. ....	12
2.3. Características fisiográficas, climáticas y suelos de la zona. ....	12
2.4. Ecología de la zona: vegetación natural. ....	13
2.5. Aspectos demográficos, socio-económicos y culturales de la población.....	16
2.5.1. Población beneficiaria directa. ....	16
2.5.2. Población beneficiaria indirecta .....	16
2.6. Aspectos económicos. ....	18
2.6.1. Principales actividades económicas de la población.....	20
2.7. Aspectos poblacionales.....	23
2.8. Hectáreas beneficiadas.....	27

## Capítulo III

### ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y METODOLOGÍA DE DISEÑO

3.1. Definiciones.....	28
3.1.1. Análisis de alternativas de inversión .....	29
3.1.2. Análisis de alternativas de diseño.....	30
3.2. Descripción de las alternativas Propuestas como Estructuras Portantes.....	31
3.2.1. Puente de Hormigón Pretensado.....	31
3.2.1.1. Procedimientos Constructivos.....	32
3.2.1.2. Ventajas y Desventajas.....	34
3.2.2. Puente en arco.....	35
3.2.2.1. Aplicaciones.....	35
3.2.2.2. Procedimientos constructivos .....	37
3.2.2.3. Ventajas y desventajas.....	38
3.2.3. Puente colgante.....	39
3.2.3.1. Aplicaciones.....	39
3.2.3.2. Procedimientos constructivos.....	39
3.2.3.3. Ventajas y desventajas.....	40
3.3. Criterios para la elección del tipo de estructura.....	41
3.4. Evaluación de alternativas .....	42
3.4.1. Funcionalidad .....	42
3.4.2. Materiales .....	42
3.4.3. Eficiencia de la estructura.....	43
3.4.4. Metodología constructiva .....	44
3.4.5. Mantenimiento.....	44
3.4.6. Estética .....	44
3.4.7. Factibilidad técnica.....	45
3.5. Elección de la alternativa óptima.....	45
3.6. Estudios de Ingeniería Básica del Proyecto.....	45
3.6.1. Estudio topográfico.....	45
3.6.1.1. Objetivos.....	45



3.6.1.2. Alcance.....	46
3.6.2. Estudio geológico geotécnico.....	46
3.6.2.1. Estudio geológico .....	46
3.6.2.1.1. Objetivos.....	46
3.6.2.1.2. Alcance.....	46
3.6.2.2. Estudio geotécnico.....	47
3.6.2.2.1 Objetivos.....	47
3.6.2.2.2. Alcance .....	47
3.6.3. Estudios de hidrología e hidráulica .....	47
3.6.3.1 Objetivos.....	47
3.6.3.2. Alcance .....	48
3.7.Hormigon pretensado.....	49
3.7.1. Definiciones.....	49
3.7.2. Métodos pretensado.....	49
3.7.2.1. Pretensado.....	50
3.7.2.2. Postensado .....	50
3.7.3. Materiales utilizados en el hormigón pretensado. ....	51
3.7.3.1. Hormigón.....	51
3.7.3.1.1. Los esfuerzos admisibles en el hormigón .....	52
3.7.3.2. Acero para pretensado. ....	52
3.7.3.2.1. Alambres redondos.....	53
3.7.3.2.2. Cable trenzado o torones .....	53
3.7.3.2.3. Varillas de acero de aleación .....	54
3.7.3.2.4. Esfuerzos Admisibles en el acero de presfuerzo. ....	54
3.7.3.3. Acero de Refuerzo.....	55
3.7.3.4. Elementos del pretensado .....	56
3.7.3.4.1. Sistema de pretensado .....	56
3.7.3.4.12. Armaduras activas. ....	56
3.7.3.4.3.Armaduras pasivas.....	56
3.7.3.4.3. Conductos longitudinales que contienen las armaduras ( vainas) .....	57
3.7.3.4.4.Anclajes .....	57

3.7.3.4.5. Inyección . .....	58
3.8. Factores de reducción de resistencia y factores de carga para el diseño de puentes .....	58
3.8.1. Las combinaciones de cargas usadas en el proyecto .....	60
3.9. Estadios de carga en el hormigón pretensado.....	62
3.10. Diseño de Hormigón Pretensado por Flexión Basado en Esfuerzos Permisibles .....	63
3.10.1. Eficiencia de la sección a flexión .....	64
3.10.2. Inecuaciones de condición.....	66
3.10.2.1. Estado inicial de pretensado. ....	66
3.10.2.2. Estado Límite de Servicio .....	67
3.10.3. Variación de la excentricidad a lo largo del claro .....	68
3.11. Pérdida de la fuerza de pretensado .....	70
3.11.1. Instantáneas. ....	70
3.11.2. Diferidas .....	71
3.11.1.1 Pérdidas por fricción .....	71
3.11.1.2. Pérdida por deslizamiento de anclajes.....	73
3.11.1.3. Pérdida por acortamiento elástico del concreto.....	74
3.11.2.1 Pérdidas por relajación del acero de pretensado.....	74
3.11.2.2. Pérdida por retracción del hormigón .....	75
3.11.2.3. Perdida por Fluencia o Flujo Plástico del Concreto .....	75
3.11.1.7. Pérdida total en elementos pos-tensados. ....	76
3.12. Diseño por cortante del ACI.....	77
3.12.1. Bases del diseño .....	77
3.12.2. Cálculo de $V_u$ .....	77
3.12.3. Cálculo de $V_n$ .....	78
3.12.3.1. Cálculo de $V_c$ .....	78
3.12.3.1.1. Agrietamiento por corte y flexión ( cálculo de $V_{ci}$ ).....	78
3.12.3.1.2. Agrietamiento por cortante en el alma (cálculo de $V_{cw}$ ).....	79
3.12.4. Armadura de corte. ....	80
3.12.5. Armadura Mínima .....	81

3.13. Verificación a la flexión en el estado último o de rotura.....	81
3.14. Resistencia nominal a la flexión y resistencia de diseño.....	82
3.15. Límites del refuerzo.....	83
3.15.1 Mínimo refuerzo adherido.....	84

## **Capítulo IV**

### **INGENIERIA DEL PROYECTO, ANALISIS Y DEISEÑO DE LA ESTRUCTURA**

4.1. Reglamentos y normas bases del proyecto. ....	85
4.2. Geometría de la estructura.....	85
4.2.1. Longitud.....	85
4.2.2. Ancho de calzada.....	85
4.2.2. Ancho de acera.....	86
4.2.3. Accesos.....	86
4.2.4. Barandas Peatonal.....	86
4.2.5. Materiales.....	87
4.2.6. Análisis Comparativo Técnico y Económico de Estribos de H°A° y H°C°.....	87
4.2.6.1. Estribo de Hormigón Armado.....	88
4.2.6.2. Estribo de Hormigón Ciclópeo.....	89
4.2.6.3 Elección de la Alternativa de Estribo.....	90
4.3. Predimensionamiento de la losa y separación de las vigas.....	91
4.3.1. Definición del canto total y del canto útil de la losa.....	91
4.3.2 Separación entre vigas.....	92
4.3.3 Fracción de carga.....	92
4.3.4. Mínima altura y recubrimiento para la losa.....	93
4.4. Diseño del barandado de Hormigón Armado.....	94
4.4.1. Diseño a Flexión del Pasamanos.....	95
4.4.1.1. Cargas actuantes en el pasamanos.....	95

4.4.1.2. Momento de diseño para el pasamanos.....	96
4.4.1.2.1. Combinación de Cargas para las cargas actuando en forma vertical.....	96
4.4.1.2.2. Combinación de Cargas para las cargas actuando en forma horizontal .....	99
4.4.1.3. Calculo de la armadura a flexión para el pasamanos.....	100
4.4.2. Diseño a Corte del Pasamanos.....	102
4.4.2.1 Cortante de diseño para el pasamanos.....	103
4.4.2.1.1. Combinación de Cargas para las cargas actuando en forma vertical.....	103
4.4.2.1.2. Combinación de Cargas para las cargas actuando en forma horizontal.....	104
4.4.2.3. Cálculo de la armadura a corte para el pasamanos.....	105
4.5. Diseño del Poste del Barandado.....	107
4.5.1.Diseño a Flexión del Pasamanos.....	107
4.5.1.1. Cargas actuantes en el pasamanos.....	107
4.5.1.2. Momento de diseño para el pasamanos.....	109
4.5.1.2.1. Combinación de Cargas.....	109
4.5.1.3. Cálculo de la armadura a flexión para los postes.....	111
4.4.1. Diseño a Corte de los Postes.....	112
4.5.2.1. Cortante de diseño para el pasamanos.....	112
4.5.2.1.1. Combinación de Cargas.....	112
4.5.2.2. Cálculo de la armadura a corte para los postes.....	113
4.6. Diseño de la Acera Peatonal.....	115
4.6.1. Cargas actuantes en la acera:.....	115
4.6.2. Diseño a flexión en la acera.....	116
4.6.2.1. Ancho de faja para la acera.....	116
4.6.2.2. Combinación de Cargas para la Hipótesis I.....	117
4.6.2.3. Combinación de Cargas para la Hipótesis II.....	119
4.6.3. Cálculo de la armadura a flexión para la acera peatonal.....	120
4.6.3.1. Armadura de distribución.....	121
4.6.4. Verificación por cortante para la acera.....	122
4.6.4.1. Cortante de diseño para la acera.....	124
4.6.4.1.1. Combinación de Cargas para la Hipótesis I.....	124
4.6.4.1.2. Combinación de Cargas para la Hipótesis II.....	125

4.6.4.1.3. Verificar si necesita armadura a corte para la acera.....	126
4.7. Diseño de la Viga de Borde (Bordillo).....	128
4.7.1. Cargas actuantes en el bordillo.....	128
4.7.2. Diseño a flexión en el bordillo.....	128
4.7.2.1. Ancho de faja para el bordillo.....	129
4.7.2.2. Combinación de Cargas para la Hipótesis I.....	131
4.7.2.3. Combinación de Cargas para la Hipótesis II.....	132
4.7.3. Cálculo de la armadura a flexión para el bordillo.....	133
4.7.3.1. Armadura de distribución.....	135
4.7.4. Verificación por cortante para el bordillo.....	136
4.7.4.1. Cortante de diseño para el bordillo.....	137
4.7.4.1.1. Combinación de Cargas.....	137
4.7.4.1.3. Verificar si necesita armadura a corte para el bordillo.....	138
4.8. Diseño de la Losa Exterior.....	139
4.8.1. Cargas actuantes para la losa exterior.....	140
4.8.2. Diseño a flexión de la losa exterior.....	140
4.8.2.1. Ancho de faja para la losa exterior.....	140
4.8.2.3. Combinación de cargas para flexión en la losa exterior.....	143
4.8.3. Cálculo de la armadura a flexión para la losa exterior.....	144
4.8.3.1. Armadura de distribución.....	145
4.8.4. Verificación por cortante para la losa exterior.....	146
4.8.4.1. Cortante de diseño para la losa exterior.....	148
4.8.4.1.2. Combinación de Cargas.....	148
4.8.4.1.3. Verificar si necesita armadura a corte para la losa exterior.....	149
4.9. Diseño de la Losa Interior.....	150
4.9.1. Cargas actuantes para la losa interior.....	151
4.9.2. Diseño a flexión de la losa interior.....	151
4.9.2.1. Anchos de faja para la losa exterior.....	151
4.9.2.3. Cálculo del momento máximo negativo.....	152
4.9.2.4. Cálculo de los momentos máximos producidos por la carga muerta.....	153
4.9.2.5. Combinación de cargas para flexión en la losa interior para momento positivo..	155

4.9.2.6. Combinación de cargas para flexión en la losa interior para momento negativo.	156
4.9.3. Cálculo de la armadura a flexión positiva para la losa interior.	158
4.9.3.1. Armadura de distribución.	159
4.9.3.2. Cálculo de la armadura a flexión negativa para la losa interior.	160
4.9.3.3. Armadura de distribución.	161
4.9.4. Verificación por cortante para la losa interior.	162
4.9.4.1. Cortante de diseño para la losa interior.	165
4.9.4.1.2. Combinación de Cargas.	165
4.9.4.1.3. Verificar si necesita armadura a corte para la losa interior.	166
4.10. Diseño de las vigas de Hormigón Pretensado.	168
4.10.1. Dimensionamiento de la sección.	168
4.10.2. Características de la sección.	171
4.10.2.2. Propiedades geométricas en tiempo $\infty$ .	172
4.10.3. Análisis de cargas transversalmente.	173
4.10.3.1 Carga muerta.	173
4.10.3.2. Momento de la carga viva.	176
4.10.4. Análisis de esfuerzos.	177
4.10.4.1. Cálculo de momento máximo mediante el teorema de barré.	177
4.10.4.2. Máximo momento por la carga de carril.	179
4.10.4.3. Momento total.	180
4.10.5. Fuerza de pretensado.	181
4.10.5.1. Determinación del numero de torones.	182
4.10.6. Cálculo de las ecuaciones de los cables.	184
4.10.6.1. Excentricidades a lo largo de la viga.	185
4.10.6.2. Trayectoria de los cables.	186
4.10.7. Cálculo de las pérdidas.	188
4.10.7.3. Pérdidas por fricción.	189
4.10.7.4. Pérdidas por flujo plástico.	191
4.10.7.5. Pérdidas por relajamiento.	192
4.10.8. Análisis de cortante máximo.	192
4.10.8.1. Diseño por corte.	192

4.10.8.1.1. Carga muerta.....	192
4.10.8.1.2. Carga viva.....	193
4.10.8.1.3. Cortante por la carga de carril.....	195
4.10.8.1.4. Cálculo de cortante total.....	196
4.10.8.2. Cálculo de la armadura de corte.....	197
4.10.8.2.1. Cálculo de cortantes producidos por las cargas.....	197
4.10.8.2.2. Cálculo de cortantes que resiste el concreto.....	198
4.10.8.2.3. Cálculo de la armadura de corte. ....	201
4.10.9. Cálculo de la armadura pasiva. ....	203
4.11. Diseño de los diafragmas.....	207
4.11.1. Cálculo de las armaduras.....	209
4.12. Diseño y verificación de los estribos de H°A° .....	212
4.12.1. Determinación de cargas y efectos.....	213
4.12.2. Empuje de tierras.....	214
4.12.3. Fuerza de frenado.....	214
4.12.4. Comprobación de la estabilidad.....	214
4.12.5. Cálculo de la armadura.....	216
4.13. Diseño de los apoyos de neopreno.....	218
4.13.1. Predimensionamiento.....	218
4.13.2. Cálculo de la armadura de los dados de apoyo.....	221
4.15. Cálculo de la armadura del bloque de anclaje de la viga de Hormigón pretensado..	222

## **Capítulo V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. Conclusiones.....	226
5.2. Recomendaciones.....	227

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
Cuadro.1. Población beneficiaria directa.....	17
Cuadro.2. Población beneficiaria indirecta.....	18
Cuadro.3. tamaño de la población rural.....	19
Cuadro.4. Uso actual de la tierra.....	20
Cuadro.5. Cultivos y variedad agrícola.....	22
Cuadro.6. Calendario agrícola.....	23

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla.1. Propiedades del torón de 7 alambres sin revestimiento.....	54
Tabla.2. Factores de reducción de resistencia $\emptyset$ utilizados en el proyecto.....	59
Tabla.3. Combinaciones y Factores de Carga.....	61
Tabla.4. Factores de Cargas Permanentes.....	62
Tabla.5. Coeficientes de Fricción para Torones.....	73
Tabla.6. Valores de Humedad Relativa del Medio Ambiente.....	76
Tabla.7. Profundidades mínimas para diferentes tipos de losa.....	91
Tabla.8. recubrimiento.....	93
Tabla.9 .Anchos de faja.....	116



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Fig. 1. Mapa de Bolivia.....	9
Fig. 2. Mapa de Tarija.....	9
Fig. 3. Mapa de la Provincia Méndez.....	10
Fig. 4. Mapa del lugar donde se construirá el puente.....	10
Fig. 5. Entrada al lugar donde será el puente.....	11
Fig. 6. Lugar donde se ubicará el puente.....	11
Fig. 7. Puente en arco con tablero superior.....	35
Fig. 8. Puente en arco con tablero intermedio.....	35
Fig. 9. Puente en arco con tablero superior.....	36
Fig. 10. Puente colgante.....	38
Fig. 11. Vigas pretensadas.....	50
Fig. 12. Vigas postensadas.....	51
Fig. 13. Angulo y pendiente de trayectoria.....	73
Fig. 14. Esquema de la baranda.....	87
Fig. 15. Estribo de Hormigón Armado.....	88
Fig. 16. Estribo de Hormigón Ciclopeo.....	89
Fig. 17. Separación entre vigas.....	92
Fig. 18. Fracción de carga exterior.....	92
Fig. 19. Barandado de Hormigón Armado.....	94
Fig. 20. Barandado de Hormigón Armado.....	94
Fig. 21. Dimensiones del pasamanos.....	95
Fig. 22. Esquema de carga del pasamanos para flexión debido a la carga muerta.....	96
Fig. 23. Esquema de carga del pasamanos para flexión debido a las cargas vivas.....	96

Fig.24. Esquema de carga del pasamanos para corte debido a la carga muerta.....	102
Fig.25. Esquema de carga del pasamanos para corte debido a las cargas vivas.....	103
Fig.26. Vista del poste.....	107
Fig.27. Esquema del cargas del poste.....	108
Fig.28. Fuerzas de peso propio.....	108
Fig.29. momentos por carga viva.....	109
Fig.30. Esquema de carga del pasamanos para corte debido a la carga viva.....	112
Fig.31. Esquema cargas para el cálculo de la Acera Peatonal.....	115
Fig.32. Esquema cargas para el cálculo de la Viga de Borde.....	128
Fig.33. Esquema de carga para el cortante en el bordillo.....	136
Fig.34. Cortante para la carga horizontal.....	136
Fig.35. diagrama de Cortante para la carga horizontal.....	137
Fig.36. Esquema de cargas para la losa exterior.....	139
Fig.37. Esquema de la losa interior.....	150
Fig.38. Ubicación de las cargas para máximo momento positivo.....	152
Fig.39. Momento máximo positivo.....	152
Fig.40. Ubicación de las cargas para máximo momento negativo.....	153
Fig.41. Momento máximo negativo.....	153
Fig.42. Carga distribuida de peso propio.....	154
Fig.43. Diagrama de momentos debido al peso propio.....	154
Fig.44. Carga distribuida de capa de la rodadura.....	155
Fig.45. Diagrama de momentos debido a la capa de rodadura.....	155
Fig.46. Ubicación de las cargas para cortante máximo.....	162
Fig.47. Diagrama de cortante debido a la carga viva.....	163

Fig.48. Ubicación del cortante máximo.....	163
Fig.49. carga distribuida de peso propio para cortante.....	164
Fig.50. Diagrama de cortantes debido al peso propio.....	164
Fig.51. Carga distribuida de la capa de rodadura para cortante.....	164
Fig.52. Diagrama de cortantes debido a la capa de rodadura.....	165
Fig.53. Sección transversal.....	168
Fig.54. Dimensiones de la viga tipo VI.....	169
Fig.55. Camión de diseño.....	176
Fig.56. Carril de diseño.....	179
Fig.57. Carga distribuida del carril de diseño.....	179
Fig.58. Dimensiones del anclaje.....	183
Fig.59. Excentricidades a lo largo de la viga.....	185
Fig.60. Ubicación de las cargas para máximo cortante por carga viva del camión...193	
Fig.61. línea de influencia para hallar el cortante máximo por camión.....	193
Fig.62. línea de influencia para hallar el cortante máximo por tándem.....	194
Fig.63. Carril de diseño.....	195
Fig.64. Ubicación de los diafragmas.....	207
Fig.65. Predimensionamiento del estribo.....	212
Fig.66. Dimensiones del estribo.....	213
Fig.67. Predimensionamiento del estribo.....	218
Fig.68. Dimensiones del estribo.....	219
Fig.69. Vista en planta de los dados de apoyo.....	227

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A ESTUDIO HIDROLOGICO

ANEXO B ESTUDIO DE SUELOS

ANEXO C ESPECIFICACIONES TECNICAS

ANEXO D COSTOS DEL PROYECTO

ANEXO E CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ANEXO F FICHA AMBIENTAL

ANEXO G SISTEMA DE PRETENSADO

ANEXO G FOTOS

ANEXO H PLANOS

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Página</b>
Cuadro.1. Población beneficiaria directa.....	17
Cuadro.2. Población beneficiaria indirecta.....	18
Cuadro.3. tamaño de la población rural.....	19
Cuadro.4. Uso actual de la tierra.....	20
Cuadro.5. Cultivos y variedad agrícolas.....	22
Cuadro.6. Calendario agrícola.....	23

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla.1. Propiedades del torón de 7 alambres sin revestimiento.....	54
Tabla.2. Factores de reducción de resistencia $\emptyset$ utilizados en el proyecto.....	59
Tabla.3. Combinaciones y Factores de Carga.....	61
Tabla.4. Factores de Cargas Permanentes.....	62
Tabla.5. Coeficientes de Fricción para Torones.....	73
Tabla.6. Valores de Humedad Relativa del Medio Ambiente.....	76
Tabla.7. Profundidades mínimas para diferentes tipos de losa.....	91
Tabla.8. recubrimiento.....	93
Tabla.9 .Anchos de faja.....	116

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Fig. 1. Mapa de Bolivia.....	9
Fig. 2. Mapa de Tarija.....	9
Fig. 3. Mapa de la Provincia Méndez.....	10
Fig. 4. Mapa del lugar donde se construirá el puente.....	10
Fig. 5. Entrada al lugar donde será el puente.....	11
Fig. 6. Lugar donde se ubicará el puente.....	11
Fig. 7. Puente en arco con tablero superior.....	35
Fig. 8. Puente en arco con tablero intermedio.....	35
Fig. 9. Puente en arco con tablero superior.....	36
Fig. 10. Puente colgante.....	38
Fig. 11. Vigas pretensadas.....	50
Fig. 12. Vigas postensadas.....	51
Fig. 13. Angulo y pendiente de trayectoria.....	73
Fig. 14. Esquema de la baranda.....	87
Fig. 15. Estribo de Hormigón Armado.....	88
Fig. 16. Estribo de Hormigón Ciclopeo.....	89
Fig. 17. Separación entre vigas.....	92
Fig. 18. Fracción de carga exterior.....	92
Fig. 19. Barandado de Hormigón Armado.....	94
Fig. 20. Barandado de Hormigón Armado.....	94
Fig.21. Dimensiones del pasamanos.....	95

Fig.22. Esquema de carga del pasamanos para flexión debido a la carga muerta.....	96
Fig.23. Esquema de carga del pasamanos para flexión debido a las cargas vivas....	96
Fig.24. Esquema de carga del pasamanos para corte debido a la carga muerta.....	102
Fig.25. Esquema de carga del pasamanos para corte debido a las cargas vivas.....	103
Fig.26. Vista del poste.....	107
Fig.27. Esquema del cargas del poste.....	108
Fig.28. Fuerzas de peso propio.....	108
Fig.29. momentos por carga viva.....	109
Fig.30. Esquema de carga del pasamanos para corte debido a la carga viva.....	112
Fig.31. Esquema cargas para el cálculo de la Acera Peatonal.....	115
Fig.32. Esquema cargas para el cálculo de la Viga de Borde.....	128
Fig.33. Esquema de carga para el cortante en el bordillo.....	136
Fig.34. Cortante para la carga horizontal.....	136
Fig.35. diagrama de Cortante para la carga horizontal.....	137
Fig.36. Esquema de cargas para la losa exterior.....	139
Fig.37. Esquema de la losa interior.....	150
Fig.38. Ubicación de las cargas para máximo momento positivo.....	152
Fig.39. Momento máximo positivo.....	152
Fig.40. Ubicación de las cargas para máximo momento negativo.....	153
Fig.41. Momento máximo negativo.....	153
Fig.42. Carga distribuida de peso propio.....	154
Fig.43. Diagrama de momentos debido al peso propio.....	154
Fig.44. Carga distribuida de capa de la rodadura.....	155
Fig.45. Diagrama de momentos debido a la capa de rodadura.....	155

Fig.46. Ubicación de las cargas para cortante máximo.....	162
Fig.47. Diagrama de cortante debido a la carga viva.....	163
Fig.48. Ubicación del cortante máximo.....	163
Fig.49. carga distribuida de peso propio para cortante.....	164
Fig.50. Diagrama de cortantes debido al peso propio.....	164
Fig.51. Carga distribuida de la capa de rodadura para cortante.....	164
Fig.52. Diagrama de cortantes debido a la capa de rodadura.....	165
Fig.53. Sección transversal.....	168
Fig.54. Dimensiones de la viga tipo VI.....	169
Fig.55. Camión de diseño.....	176
Fig.56. Carril de diseño.....	179
Fig.57. Carga distribuida del carril de diseño.....	179
Fig.58. Dimensiones del anclaje.....	183
Fig.59. Excentricidades a lo largo de la viga.....	185
Fig.60. Ubicación de las cargas para máximo cortante por carga viva del camión...193	
Fig.61. línea de influencia para hallar el cortante máximo por camión.....	193
Fig.62. línea de influencia para hallar el cortante máximo por tándem.....	194
Fig.63. Carril de diseño.....	195
Fig.64. Ubicación de los diafragmas.....	207
Fig.65. Predimensionamiento del estribo.....	212
Fig.66. Dimensiones del estribo.....	213
Fig.67. Predimensionamiento del estribo.....	218
Fig.68. Dimensiones del estribo.....	219



Fig.69. Vista en planta de los dados de apoyo.....227