

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TEGNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE**

**COMUNICACIÓN**



**“EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE  
EN EL TRAMO  
AV. PANAMERICANA DESDE EL PUENTE DE TOMATITAS  
HASTA  
EL CRUCE CON LA CALLE FROILÁN TEJERINA  
EN LA CIUDAD DE TARIJA”**

**POR:**

**DAVID MARTÍNEZ MURUCHI**

**AGOSTO DEL 2012**

**TARIJA – BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TEGNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VIAS DE**

**COMUNICACIÓN**



**“EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE  
EN EL TRAMO  
AV. PANAMERICANA DESDE EL PUENTE DE TOMATITAS  
HASTA  
EL CRUCE CON LA CALLE FROILÁN TEJERINA  
EN LA CIUDAD DE TARIJA**

**UNIV.: DAVID MARTÍNEZ MURUCHI**

**PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA**

**CIV -502**

**PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL II**

**AGOSTO DEL 2012**

**TARIJA – BOLIVIA**

V°B°

.....

**Ing. Trinidad Baldiviezo Montalvo**

**PROFESOR GUÍA**

.....

**MSc. Ing. Luis Alberto Yurquina F.**

**DECANO**

**Facultad de Ciencias y Tecnología**

.....

**MSc. Lic. Gustavo Succi A.**

**VICE-DECANO**

**Facultad de Ciencias y Tecnología**

**Aprobado por**

**TRIBUNAL:**

.....

**Ing.**

.....

**Ing.**

.....

**Ing.**

**ADVERTENCIA:**

El Tribunal Calificador del presente Trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el presente trabajo, siendo las mismas únicamente responsabilidad del autor.



### **DEDICATORIA:**

Este trabajo se lo dedico especialmente a mi familia, que fueron los principales en apoyarme para hacerlo realidad y quienes tuvieron tolerancia durante mi formación académica y en la elaboración de este trabajo.

### **AGRADECIMIENTOS:**

A mis docentes, que supieron darme apoyo para realizar este trabajo cuando más lo necesitaba.



**PENSAMIENTO:**

*Con esfuerzo y dedicación todo se puede lograr hasta lo más difícil, es solo cuestión de perseverancia.*

# ÍNDICE

Página

## CAPÍTULO I

### “INTRODUCCIÓN”

1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes.....	2
1.3 Justificación.....	2
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo General.....	3
1.4.2 Objetivos Específicos.....	3
1.5 Alcance.....	4

## CAPÍTULO II

### “NOCIONES Y PRINCIPIOS DE LOS PAVIMENTOS”

2.1 Pavimento.....	6
2.2 Características que debe reunir un pavimento.....	6
2.3 Clasificación de los pavimentos.....	7
2.3.1 Pavimentos flexibles.....	7
2.3.1.1 Partes de un pavimento flexible.....	10
2.3.1.2 Cemento asfáltico.....	14
2.3.1.3 Relajados asfálticos.....	14
2.3.1.4 Emulsiones asfálticas.....	14
2.3.1.5 Carpetas asfálticas de uno, dos, tres riegos.....	14
2.3.1.6 El procedimiento para construirlas.....	15



	<b>Página</b>
2.3.1.7 Carpetas asfálticas de mezclas en el lugar o en frío .....	15
2.3.1.8 Ensayos de laboratorio que se hacen a los asfaltos .....	16
2.3.1.9 Métodos utilizados para determinar los espesores en el pavimento flexible.....	23
2.3.1.9.1 Método índice de grupo .....	24
2.3.1.9.2 Método del CBR .....	25
2.3.1.9.3 Método ASSHTO .....	26
2.3.2. Pavimento rígido .....	26
2.3.2.1 Funciones de las capas de un pavimento rígido .....	27
2.3.2.2 Requerimientos mínimos para pavimentos hidráulicos .....	28
2.3.2.3 Requisitos de materiales para la dosis mínima de cemento.....	29
2.3.2.4 Métodos utilizados para determinar los espesores del pavimento rígido .....	30
2.3.1.9.3 Método AASSHTO .....	30
2.3.3. Pavimento articulado .....	30
2.3.3.1 Funciones de las capas de los pavimentos articulados .....	31
2.3.4 Pavimento semi rígido.....	32
2.3.4.1 Funciones de las capas de los pavimentos semi rígidos .....	32
2.4.1 Diferencia entre pavimentos flexibles y pavimentos rígidos.....	33

### **CAPÍTULO III**

#### **“INGENIERIA DE PROYECTO”**

3.1 Evaluación de pavimentos .....	34
3.2 Tipos de fallas en los pavimentos flexibles .....	35
3.3 Importancia de la evaluación de pavimentos.....	36

	<b>Página</b>
3.4 Objetividad en la Evaluación de Pavimentos .....	37
3.5 Examen superficial del pavimento .....	37
3.6 Curva de comportamiento de los pavimentos.....	38
3.7 Tipos de evaluación de pavimentos.....	39
3.7.1 Evaluación superficial .....	39
3.7.2 Procedimiento para la Evaluación Superficial de Pavimentos .....	40
3.7.3 Manual de daños .....	41
3.7.3.1 Piel de Cocodrilo .....	43
3.7.3.2 Exudación .....	46
3.7.3.3 Agrietamiento en Bloque.....	47
3.7.3.4 Abultamiento .....	49
3.7.3.5 Corrugación .....	50
3.7.3.6 Depresión.....	52
3.7.3.7 Grietas de Borde.....	53
3.7.3.8 Grietas de Reflexión de Juntas .....	55
3.7.3.9 Desnivel Carril/Berma.....	57
3.7.3.10 Grietas Longitudinales y Transversales .....	59
2.4.11 Parcheo y Acometidas .....	61
2.4.12 Agregado Pulido .....	63
3.7.3.13 Hundimientos .....	64
3.7.3.14 Cruce de Vía Férrea (rejillas de drenaje – tapa de alcantarilla) .....	66
3.7.3.15 Ahuellamiento .....	67
3.7.3.16 Desplazamiento .....	69

	<b>Página</b>
3.7.3.17 Grietas de Deslizamiento.....	70
3.7.3.18 Hinchamiento .....	72
3.7.3.19 Meteorización / Desprendimiento de Agregados .....	73
3.7.4 Métodos de Evaluación Superficial del Pavimento Flexible.....	75
3.7.4.1 Índice de Condición del Pavimento (PCI- Pavement Condition Index).....	75
3.7.4.1 Procedimiento de Evaluación de la Condición del Pavimento.....	76
3.7.4.1.2 Unidades de Muestreo .....	76
3.7.4.1.3. Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación .....	77
3.7.4.1.4 Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección .....	78
3.7.4.1.5 Selección de Unidades de Muestreo Adicionales.....	79
3.7.4.1.6 Evaluación de la Condición.....	80
3.7.4.1.7 Cálculo del (PCI) de las Unidades de Muestreo.....	80
3.7.4.1.8 Cálculo para Carreteras con Capa de Rodadura Asfáltica.....	80
3.7.4.1.9 Cálculo del PCI de Una Sección de Pavimento.....	82
3.7.4.2 Índice de Serviciabilidad Presente (PSI- Present Service Index).....	83
3.7.4.3 Índice de Rugosidad Internacional (IRI - International Roughness Index).....	85
3.7.4.3.1 Método para Determinar La Rugosidad (IRI) .....	86
3.7.4.3.2 Perfilómetro Inercial con Sensores Láser (RSP).....	86
3.7.4.3.3 Merlín .....	88
3.7.4.3.4 Mira y Nivel de Ingeniero .....	90
3.8 Rehabilitación .....	92
3.8.1 Razones para la rehabilitación.....	92
3.8.2 Rehabilitación Superficial .....	92

	<b>Página</b>
3.8.3 Rehabilitación estructural .....	93
3.8.4 Determinación de la solución adecuada .....	93
3.8.5 Técnicas de rehabilitación de pavimentos flexibles .....	94
3.9 Mantenimiento .....	96
3.9.1 Mantenimiento Rutinario.....	97
3.9.2 Mantenimiento Diferido .....	99
3.9.3 Mantenimiento Periódico .....	99
3.10 Refuerzo.....	99
3.10.1 Causas de un refuerzo.....	100
3.10.2 Rehabilitación de pavimentos con refuerzo .....	101
3.10.3 Posibilidad de aplicabilidad de tipo de refuerzo.....	101
3.10.4 Condiciones importantes para el diseño .....	102
3.11 Reciclado .....	104
3.11.1 Tipos de reciclaje.....	105
3.11.1.1 Reciclaje Superficial (en el lugar) .....	107
3.11.1.2 Reciclaje en Frío (in-situ).....	109
3.11.1.3 Reciclaje en Caliente (en planta) .....	110
3.11.1.4 Reciclaje (in situ) en frío con cemento.....	112
3.11.1.5 Reciclaje (in situ) en frío con emulsiones bituminosas .....	112
3.11.2 Campos de aplicación del reciclaje .....	113
3.11.3 Ventajas de las técnicas del reciclado.....	113
3.11.4 Consideraciones previas para proyectar un reciclado.....	117
3.11.4.1 Consideraciones de carácter técnico.....	117

	<b>Página</b>
3.11.4.2 Consideraciones de carácter ambiental.....	118
3.11.4.3 Consideraciones de carácter económico.....	118

## CAPÍTULO IV

### “APLICACIÓN PRÁCTICA”

4.1 Ubicación de las áreas de estudio.....	120
4.2 Datos y Especificaciones Técnicas del Pavimento Flexible.....	120
4.3 Métodos de Evaluación Superficial.....	124
4.3.1 Método de Índice de Condición del Pavimento (PCI).....	124
4.3.1.1 Procedimiento de Evaluación (PCI).....	124
4.3.1.2 Metodología para el cálculo del (PCI).....	125
4.3.1.3 Cálculo de los Diferentes Tramos por el Método (PCI).....	130
4.3.1.4 Resultados Generales del PCI Obtenidos de la Vía para cada Tramo.....	138
4.3.2 Método de Índice de Serviciabilidad Presente (PSI).....	138
4.3.2.1 Cálculo de los Diferentes Tramos por el Método (PSI).....	140
4.3.2.2 Resultados Generales del PSI Obtenidos de la Vía para cada Tramo.....	149
4.3.3 Método de Índice de Rugosidad Internacional (IRI).....	149
4.3.3.1 Cálculo de los Diferentes Tramos por el Método de Evaluación IRI.....	153
4.3.3.2 Resultados Generales del IRI Obtenidos de la Vía para cada Tramo.....	161
4.3.4 Comparación de Resultados por Todos los Métodos de Evaluación.....	161
4.3.5 Acciones a Seguir Según el Valor del PCI.....	163
4.4 Sumatoria de Fallas de la Evaluación del Método PCI (por sub- tramos).....	164
4.4.1 Sumatoria de Fallas de la Evaluación del Método PCI (por tramos).....	170

	<b>Página</b>
4.4.2 Sumatoria de las Fallas Totales del Método PCI.....	172
4.5 Soluciones a las Fallas Encontradas en la Vía.....	174
4.5.1 Agrietamientos .....	176
4.5.1.1 Piel de Cocodrilo .....	176
4.5.1.2 Agrietamiento en Bloque.....	182
4.5.1.3 Grieta de Borde.....	184
4.5.1.3 Grieta de Reflexión de Junta .....	185
4.5.1.4 Grietas Longitudinales y Transversales.....	187
4.5.1.5 Cruce de Vía Férrea (rejilla de drenaje - tapa de alcantarillado).....	187
4.5.2 Distorsión .....	187
4.5.2.1 Abultamientos.....	187
4.5.2.2 Corrugación .....	189
4.5.2.3 Depresión.....	189
4.5.2.4 Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos.....	192
4.5.2.5 Ahuellamiento .....	192
4.5.2.6 Hinchamiento .....	194
4.5.3 Desintegración.....	194
4.5.3.1 Hundimientos .....	194
4.5.3.2 Meteorización / Desprendimiento de Agregados .....	197
4.6 Presupuesto Económico para el mantenimiento de la Vía .....	197
4.6.1 Soluciones de Mantenimiento a Cada Tipo de Falla Según su Severidad.....	202
4.6.2 Resumen de Costos y Rendimientos de cada Mantenimiento .....	205
4.6.3 Programación para la Ejecución del Mantenimiento de la Vía .....	211

	<b>Página</b>
4.6.4 Resumen de Costos y Cronograma de Actividades.....	212
4.6.5 Costo, Longitud y Cronograma de Total del Mantenimiento de toda la Vía .....	213

## **CAPÍTULO V**

### **“RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES”**

5.1 Conclusiones.....	216
5.2 Recomendaciones .....	221

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro 3.1 Manual de fallas.....	43
Cuadro 3.2 Rango de calificación del PCI .....	75
Cuadro 3.3 Valor del PCI y actividad de mantenimiento a realizar .....	76
Cuadro 3.4 Longitudes de unidades de muestreo .....	77
Cuadro 3.5 Coeficientes C1, C2, C3 .....	84
Cuadro 3.6 Rango de calificación del PSI.....	85
Cuadro 3.7 Intervalos longitudinales de almacenamiento de datos (ASTM E950) .....	86
Cuadro 3.8 Resolución en mediciones verticales (ASTM E950).....	87
Cuadro 3.9 Deltas según longitud máxima.....	90
Cuadro 3.10 Calificación del método IRI.....	92
Cuadro 3.11 Tipos de refuerzo .....	101
Cuadro 3.12 Ventajas de las técnicas del reciclado.....	114

	<b>Página</b>
Cuadro 4.1 Longitudes de unidades de muestreo .....	124
Cuadro 4.2 Rangos de calificación del PCI.....	128
Cuadro 4.3 Planilla de para el cálculo del método PCI.....	129
Cuadro 4.4 Cálculo del método PCI (tramo 1 carril izquierdo) .....	130
Cuadro 4.5 Cálculo del método PCI (tramo 1 carril derecho).....	131
Cuadro 4.6 Cálculo del método PCI (tramo 2 carril izquierdo) .....	132
Cuadro 4.7 Cálculo del método PCI (tramo 2 carril derecho).....	134
Cuadro 4.8 Cálculo del método PCI (tramo 3 carril izquierdo) .....	136
Cuadro 4.9 Cálculo del método PCI (tramo 3 carril derecho).....	137
Cuadro 4.10 Valores promedios finales del método PCI .....	138
Cuadro 4.11 Coeficientes C1, C2 y C3 .....	139
Cuadro 4.12 Rango de calificación del PSI.....	137
Cuadro 4.13 Cálculo del método PSI (tramo 1 izquierdo) .....	141
Cuadro 4.14 Cálculo del método PSI (tramo 1 carril derecho) .....	142
Cuadro 4.15 Cálculo del método PSI (tramo 2 carril izquierdo).....	143
Cuadro 4.16 Cálculo del método PSI (tramo 2 carril derecho) .....	145
Cuadro 4.17 Cálculo del método PSI (tramo 3 carril derecho) .....	147
Cuadro 4.18 Cálculo del método PSI (tramo 3 carril izquierdo).....	148
Cuadro 4.19 Valores promedios finales del método PSI.....	149
Cuadro 4.20 Rangos de calificación del método IRI.....	151
Cuadro 4.21 Cuadro de costas para introducir al programa IRI.....	151
Cuadro 4.22 Cálculo del método IRI (tramo 1 izquierdo).....	153
Cuadro 4.23 Cálculo del método IRI (tramo 1 carril derecho).....	154



	<b>Página</b>
Cuadro 4.24 Cálculo del método IRI (tramo 2 carril izquierdo) .....	155
Cuadro 4.25 Cálculo del método IRI (tramo 2 carril derecho).....	157
Cuadro 4.26 Cálculo del método IRI (tramo 3 carril izquierdo) .....	159
Cuadro 4.27 Cálculo del método IRI (tramo 3 carril derecho).....	160
Cuadro 4.28 Valores promedios finales del método IRI .....	161
Cuadro 4.29 Comparación de resultados por los métodos IRI, PCI y PSI (tramo 1) .....	161
Cuadro 4.30 Comparación de resultados por los métodos IRI, PCI y PSI (tramo 2) .....	162
Cuadro 4.31 Comparación de resultados por los métodos IRI, PCI y PSI (tramo 3) .....	162
Cuadro 4.32 Valores para clasificar el tipo de mantenimiento.....	163
Cuadro 4.33 División del tramo total .....	163
Cuadro 4.34 Porcentaje de las fallas más representativas (sub-tramo 1 izq.) .....	164
Cuadro 4.35 Porcentaje de las fallas más representativas (sub-tramo 1 der.) .....	165
Cuadro 4.36 Porcentaje de las fallas más representativas (sub-tramo 2 izq.) .....	166
Cuadro 4.37 Porcentaje de las fallas más representativas (sub-tramo 2 der.) .....	167
Cuadro 4.38 Porcentaje de las fallas más representativas (sub-tramo 3 izq.) .....	168
Cuadro 4.39 Porcentaje de las fallas más representativas (sub-tramo 3 der.) .....	169
Cuadro 4.40 Porcentaje de las fallas (tramo 1).....	170
Cuadro 4.41 Porcentaje de las fallas (tramo 2).....	171
Cuadro 4.42 Porcentaje de las fallas (tramo 3).....	172
Cuadro 4.43 Sumatoria de las longitudes totales de la vía .....	173
Cuadro 4.44 Sumatoria de las fallas totales de la vía .....	173
Cuadro 4.45 Agrupación de fallas según su clasificación .....	175
Cuadro 4.46 Precio unitario del bacheo superficial.....	197

	<b>Página</b>
Cuadro 4.47 Precio unitario del parchado profundo.....	198
Cuadro 4.48 Precio unitario del sellado de fisuras moderadas.....	199
Cuadro 4.49 Precio unitario del sellado de fisuras severas .....	200
Cuadro 4.50 Precio unitario de la carpeta asfáltica .....	201
Cuadro 4.51 Mantenimiento a cada tipo de falla (tramo 1).....	202
Cuadro 4.52 Mantenimiento a cada tipo de falla (tramo 2).....	203
Cuadro 4.53 Mantenimiento a cada tipo de falla (tramo 3).....	204
Cuadro 4.54 Resumen de costos y rendimientos para cada tipo de mantenimiento.....	205
Cuadro 4.55 Costos de mantenimiento y ejecución (tramo 1) .....	206
Cuadro 4.56 Costos de mantenimiento y ejecución (tramo 2) .....	207
Cuadro 4.57 Costos de mantenimiento y ejecución (tramo 3) .....	208
Cuadro 4.58 Costos y tiempo de ejecución totales del mantenimiento .....	209
Cuadro 4.59 Presupuesto y tiempo de ejecución del mantenimiento de la vía .....	215
Cuadro 5.1 Valores finales del método PCI.....	217
Cuadro 5.2 Valores finales del método PSI.....	218
Cuadro 5.3 Valores finales del método IRI .....	219
Cuadro 5.4 Resultados generales de los métodos utilizados para la evaluación .....	220

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Mecanismos de disipación de tensiones en pavimentos flexibles.....	7
Figura 2.2 Mecanismos de distribución de esfuerzos en pavimentos rígidos .....	27
Figura 2.3 Mecanismos de disipación de tensiones en pavimentos articulados.....	31
Figura 2.4 Mecanismos de disipación de tensiones en pavimentos semi rígidos.....	32

	<b>Página</b>
Figura 2.5 Diferencia entre pavimento flexible y rígido .....	33
Figura 3.1 Curva de comportamiento de pavimentos.....	38
Figura 3.2 Nivel alto de piel de cocodrilo .....	43
Figura 3.3 Falla por piel de cocodrilo.....	44
Figura 3.4 Nivel moderado de exudación.....	46
Figura 3.5 Falla por exudación .....	46
Figura 3.6 Nivel moderado de agrietamiento en bloque .....	47
Figura 3.7 Nivel moderado de abultamiento .....	49
Figura 3.8 Falla por abultamiento.....	49
Figura 3.9 Falla por corrugación nivel bajo .....	50
Figura 3.10 Falla por corrugación .....	51
Figura 3.11 Falla por depresión de nivel de severidad media .....	52
Figura 3.12 Falla por grieta de borde .....	53
Figura 3.13 Falla por grieta de borde de nivel de severidad media.....	54
Figura 3.14 Falla por reflexión de juntas.....	55
Figura 3.15 Falla por reflexión de juntas de nivel de severidad bajo.....	55
Figura 3.16 Falla por desnivel de berma .....	57
Figura 3.17 Falla por desnivel de calzada de nivel de severidad baja.....	58
Figura 3.18 Falla por grietas longitudinales de nivel de severidad media .....	59
Figura 3.19 Falla por grietas longitudinales y transversales .....	59
Figura 3.20 Falla por parcheo de nivel de severidad media .....	61
Figura 3.21 Falla por parcheo y zanja reparada.....	61
Figura 3.22 Falla por pulimento de agregados .....	63

	<b>Página</b>
Figura 3.23 Falla por agregado pulido de severidad media.....	63
Figura 3.24 Falla por hundimiento .....	64
Figura 3.25 Falla por rejilla de drenaje y tapas de alcantarilla.....	66
Figura 3.26 Falla por ahuellamiento.....	67
Figura 3.27 Falla por ahuellamiento de nivel de severidad medio.....	67
Figura 3.28 Falla por deformación de empuje.....	69
Figura 3.29 Falla por grietas de deslizamiento.....	70
Figura 3.30 Falla por grieta de deslizamiento de nivel de severidad alto .....	70
Figura 3.31 Falla por hinchamiento .....	72
Figura 3.32 Falla por desprendimientos .....	73
Figura 3.33 Fallas por desintegración de distintos niveles de severidad.....	73
Figura 3.34 Rugosímetro Merlin en funcionamiento .....	88
Figura 3.35 Echado de una capa bituminosa .....	97
Figura 3.36 Sellado de una grieta longitudinal.....	98
Figura 3.37 Preparación para el bacheado de una calle.....	98
Figura 3.38 Refuerzo de un pavimento .....	100
Figura 3.39 Reciclado de un pavimento .....	104
Figura 3.40 Remoción con maquinaria para el reciclado .....	104
Figura 3.41 Preparación con maquinaria para el recojo del reciclado.....	106
Figura 3.42 Mezclado del asfalto .....	106
Figura 3.43 Retirado de pavimento flexible para ser reciclado.....	115
Figura 3.44 Retirado de pavimento flexible con maquinaria .....	115

	<b>Página</b>
Figura 3.45 Reciclado de pavimentos.....	119
Figura 4.1 Imagen satelital del tramo en estudio.....	120
Figura 4.2 Imagen satelital del tramo 1 en estudio.....	121
Figura 4.3 Imagen satelital del tramo 2 en estudio.....	122
Figura 4.4 Imagen satelital del tramo 3 en estudio.....	123
Figura 4.5 Ábaco para el método PCI (severidad) .....	126
Figura 4.6 Curvas de deducción para una superficie asfáltica .....	127
Figura 4.7 Imagen del programa IRI .....	150
Figura 4.8 Calificación del método IRI.....	151
Figura 4.9 Gráfica del perfil (sub-tramo 1 derecho).....	152
Figura 4.10 Porcentaje de fallas encontradas en la vía.....	174
Figura 4.11 Removiendo la superficie y la base.....	178
Figura 4.12 Aplicando la capa de pega a las caras verticales.....	178
Figura 4.13 Rellenando el hueco con mezcla en planta .....	178
Figura 4.14 Extendiendo la mezcla .....	178
Figura 4.15 Compactando la mezcla .....	178
Figura 4.16 Nivelando el parche.....	178
Figura 4.17 Cortando una cara vertical alrededor del área agrietada .....	179
Figura 4.18 Extendiendo la mezcla en planta sobre el área afectada .....	179
Figura 4.19 Extendiendo la mezcla en planta sobre el área afectada .....	180
Figura 4.20 Compactando con un compactador vibrante-plano.....	180
Figura 4.21 Aplicando la capa de pega.....	180
Figura 4.22 Colocando el parche delgado de mezcla en planta en caliente .....	180

	<b>Página</b>
Figura 4.23 Compactando con un compactador vibrante-plano.....	180
Figura 4.24 Regando asfalto sobre las grietas en piel de cocodrilo .....	181
Figura 4.25 Aplicando el agregado de cubierta.....	181
Figura 4.26 Apisonando la capa de sello con un rodillo de ruedas de goma.....	182
Figura 4.27 Limpiando grietas de encogimiento con aire comprimido.....	183
Figura 4.28 Aplicando la capa de pega.....	183
Figura 4.29 Llenando las grietas de encogimiento con sello de lechada.....	183
Figura 4.30 Aplicando un sello de lechada a la superficie .....	183
Figura 4.31 Aplicando la capa de pega.....	185
Figura 4.32 Extendiendo el material asfaltico mezclado en planta en caliente sobre un borde asentado .....	185
Figura 4.33 Compactando con una apisonadora.....	185
Figura 4.34 Limpiando la grieta con cepillo y aire comprimido .....	186
Figura 4.35 Sellando con una regadera y una maestra de mano.....	186
Figura 4.36 Recubriendo la superficie con arena seca .....	186
Figura 4.37 Alisando con una planta-calentadora .....	189
Figura 4.38 Demarcando y señalando un hundimiento .....	191
Figura 4.39 Lijando un borde .....	191
Figura 4.40 Limpiando la superficie.....	191
Figura 4.41 Aplicando la capa de pega.....	191
Figura 4.42 Nivelando el parche.....	191
Figura 4.43 Compactando el parche .....	191
Figura 4.44 Colocando el sello de arena .....	192
Figura 4.45 Demarcando una depresión .....	193

	<b>Página</b>
Figura 4.46 Aplicando la capa de pega.....	193
Figura 4.47 Extendiendo mezcla en planta densamente gradada .....	193
Figura 4.48 Compactando con el rodillo .....	193
Figura 4.49 Colocando un recubrimiento delgado de material mezclado en planta en caliente.....	194
Figura 4.50 Reparación permanente de un hundimiento .....	195
Figura 4.51 Limpiando el hueco del material suelto .....	196
Figura4.52 Utilizando el calentador infrarrojo .....	196
Figura 4.53 Llenando el hueco con mezcla almacenada .....	196
Figura 4.54 Usando el compactador vibrante plano .....	196
Figura 4.55 Secando el parche con el calentador infrarrojo .....	196
Figura 4.56 Gráfica de índice de costos .....	209
Figura 4.57 Gráfica de áreas que requieren mantenimiento.....	210
Figura 4.57 Gráfica de áreas que requieren mantenimiento.....	210
Figura 4.58 Duración de cada mantenimiento.....	210
Figura 4.59 Diagrama de Gantt .....	211

## ANEXOS

ANEXO I.....	FOTOGRAFÍA DE LAS FALLAS DE LA VÍA
ANEXO II .....	ÁBACOS, SEVERIDAD – DENSIDAD, MÉTODO PCI
ANEXO III .....	CÁLCULO DEL MÉTODO PCI
ANEXO IV .....	CÁLCULO DEL MÉTODO PSI
ANEXO V .....	CÁLCULO DEL MÉTODO IRI
ANEXO VI.....	PERFILES LONGITUDINALES DE LA VIA
ANEXO VII.....	PERFILES TRANSVERSALES DE LA VÍA
ANEXO VIII .....	PLANILLA DE FALLAS
ANEXO IX.....	PLANOS

