



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

**METODOLOGÍA PARA MANTENIMIENTO DE CARRETERAS  
PAVIMENTADAS Y CAMINOS RURALES PARA LA PREVENCIÓN DE  
RIESGOS Y SEGURIDAD VIAL EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA**

**Emerson Samuel Escobar García**

Asesorado por el Ing. Pablo Bernabé Escobar García

Guatemala, septiembre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**METODOLOGÍA PARA MANTENIMIENTO DE CARRETERAS  
PAVIMENTADAS Y CAMINOS RURALES PARA LA PREVENCIÓN DE  
RIESGOS Y SEGURIDAD VIAL EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**EMERSON SAMUEL ESCOBAR GARCÍA**

ASESORADO POR EL ING. PABLO BERNABÉ ESCOBAR GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Juan Carlos Linares Cruz
EXAMINADOR	Ing. Fernando Amílcar Boiton Velásquez
EXAMINADOR	Ing. Claudio César Castañón Contreras
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **METODOLOGÍA PARA MANTENIMIENTO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS Y CAMINOS RURALES PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y SEGURIDAD VIAL EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha abril del 2012.



**Emerson Samuel Escobar García**

Guatemala, 3 de agosto de 2013

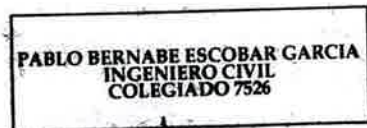
Lic. Manuel María Guillén Salazar  
Coordinador del Área de Planeamiento  
Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería

Licenciado Guillén:

Luego de un breve saludo, sírvame la presente para informarle que el trabajo de graduación **"METODOLOGIA PARA MANTENIMIENTO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS Y CAMINOS RURALES PARA LA PREVENCION DE RIESGOS Y SEGURIDAD VIAL EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA"**, elaborado por el estudiante Emerson Samuel Escobar García, ha sido finalizado a satisfacción y revisado por mi persona.

Sin otro particular, me despido.

Atentamente,



Ing. Pablo Bernabé Escobar García  
Colegiado 7526  
Jefe del Departamento de mantenimiento  
Universidad Rafael Landívar



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,  
21 de agosto de 2013

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **METODOLOGÍA PARA MANTENIMIENTO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS Y CAMINOS RURALES PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y SEGURIDAD VIAL EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Emerson Samuel Escobar García, quien contó con la asesoría del Ing. Pablo Bernabé Escobar García.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Lic. Manuel María Guillén Salazar  
Jefe del Departamento de Planeamiento

Manuel María Guillén Salazar  
ECONOMISTA  
Colegiado No. 4758



/bbdeb.

Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua





**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
 Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Pablo Bernabé Escobar García y del Jefe del Departamento de Planeamiento, Lic. Manuel María Guillén Salazar, al trabajo de graduación del estudiante Emerson Samuel Escobar García, titulado **METODOLOGÍA PARA MANTENIMIENTO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS Y CAMINOS RURALES PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y SEGURIDAD VIAL EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
 Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, agosto de 2013.

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **METODOLOGÍA PARA MANTENIMIENTO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS Y CAMINOS RURALES PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y SEGURIDAD VIAL EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Emerson Samuel Escobar García**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Glympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, septiembre de 2013



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Mi padre celestial a quien le debo todo lo que soy, por iluminarme, por darme la vida y bendecirme siempre.
- Mis padres** Samuel Escobar y Silvia García, con todo mi amor por todas las enseñanzas, apoyo, dedicación y empeño brindado durante mi vida; llevando siempre mis pasos por el camino del bien.
- Mis hermanos** Pablo y Silvia Escobar, por estar siempre a mi lado, ser ejemplo y personas incondicionales en mi vida.
- Mis abuelos** Rodemiro Escobar (q.e.p.d.), Ana Recinos de Escobar, Salvador García y Berta Vásquez (q.e.p.d.) por ser el modelo a seguir durante el resto de mi vida.
- Mis tíos** Por el apoyo que me han brindado siempre, con mucho cariño.
- Mis primos** Por los momentos compartidos y por ser un apoyo en todo aspecto en mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Mis amigos**

Por todos los momentos que compartimos, gracias.

### **Mi asesor**

Ing. Pablo Bernabé Escobar García, por todo su apoyo y enseñanzas durante la realización de este trabajo y a lo largo de mis estudios.

### **Mi primo**

Freddy Augusto Escobar García, gracias por brindarme tu ayuda siempre que lo necesité.

### **La Facultad de Ingeniería**

Por permitirme adquirir el conocimiento técnico y científico, y formarme como profesional.

### **La Universidad de San Carlos de Guatemala**

Alma máter y casa de estudios que me inspiró a culminar esta carrera.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XIX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS .....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. GENERALIDADES Y DAÑOS EN CARRETERAS PAVIMENTADAS Y CAMINOS RURALES .....	1
1.1. Generalidades .....	1
1.1.1. Mantenimiento preventivo .....	1
1.1.1.1. Mantenimiento periódico .....	1
1.1.1.2. Mantenimiento rutinario.....	2
1.1.2. Mantenimiento correctivo .....	2
1.1.3. Mantenimiento de emergencia .....	2
1.1.4. Mantenimiento permanente.....	3
1.1.5. Rehabilitación de caminos rurales.....	3
1.1.6. Seguridad vial .....	4
1.2. Daños en carreteras pavimentadas y caminos rurales.....	4
1.2.1. Daños en pavimentos asfálticos.....	4
1.2.1.1. Fisuras y grietas.....	6
1.2.1.2. Deformaciones superficiales .....	7
1.2.1.3. Desintegraciones .....	7
1.2.2. Daños en pavimentos de concreto hidráulico.....	8
1.2.2.1. Daños en pavimentos de concreto simple y reforzado.....	10

	1.2.2.1.1.	Fisuras.....	10
	1.2.2.1.2.	Deformaciones.....	11
	1.2.2.1.3.	Desintegraciones .....	11
1.2.3.		Daños en caminos rurales .....	13
	1.2.3.1.	Carreteras de balasto, arena y tierra....	16
1.2.4.		Carreteras de adoquín.....	16
2.		ESPECIFICACIONES GENERALES, TÉCNICAS, DISPOSICIONES ESPECIALES Y NORMAS VIGENTES PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS .....	19
2.1.		Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes de la Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda de la República de Guatemala. ....	19
2.1.1.		Disposiciones especiales.....	20
	2.1.1.1.	Obras provisionales .....	20
	2.1.1.2.	Recepción de obra separada .....	21
	2.1.1.3.	Responsabilidad del contratista .....	21
	2.1.1.4.	Control del equipo.....	22
	2.1.1.5.	Aspectos legales.....	23
2.1.2.		Requerimientos del proyecto .....	23
	2.1.2.1.	Dispositivos temporales .....	23
2.1.3.		Subbases y bases .....	24
	2.1.3.1.	Explotación de canteras y bancos para base y subbase de piedra triturada .....	24
	2.1.3.2.	Procedimientos para material recuperado.....	25

2.1.3.3.	Explotación de canteras y bancos para base y subbase estabilizada .....	25
2.1.3.4.	Pavimentos existentes .....	26
2.1.3.5.	Fresado del pavimento .....	26
2.1.4.	Pavimentos asfálticos .....	26
2.1.4.1.	Pavimentos asfálticos en caliente.....	26
2.1.4.2.	Pavimento asfáltico reciclado en caliente.....	27
2.1.4.3.	Mezcla asfáltica en frío.....	28
2.1.4.4.	Tratamiento de asfalto superficial.....	28
2.1.4.5.	Sellos asfálticos .....	29
2.1.4.6.	Sellado de grietas y bacheo .....	30
2.1.4.7.	Riego de imprimación.....	30
2.1.4.8.	Riego de liga .....	31
2.1.5.	Pavimentos rígidos .....	31
2.1.5.1.	Pavimentos de concreto hidráulico.....	31
2.1.5.2.	Rehabilitación de pavimentos de concreto hidráulico .....	32
2.2.	Leyes y reglamentos constructivos de caminos rurales .....	32
2.2.1.	Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes .....	32
2.2.1.1.	Movimiento de tierras .....	32
2.2.1.1.1.	Retiro de obstáculos.....	33
2.2.1.1.2.	Limpieza de derecho de vía .....	33
2.2.1.1.3.	Excavaciones y terraplenes.....	33
2.2.1.1.4.	Excavación de canales.....	34

	2.2.1.1.5.	Capa de balasto.....	34
	2.2.1.2.	Ley de Municipalidades .....	34
3.	METODOLOGÍA DE TRABAJO.....		37
3.1.	Derecho de vía.....		37
3.1.1.	Limpieza de derecho de vía.....		37
3.1.2.	Remoción de vallas publicitarias.....		38
3.1.3.	Remoción de derrumbes menores.....		39
3.1.4.	Limpieza de elementos de seguridad vertical existente .....		40
3.2.	Pavimentos asfálticos.....		41
3.2.1.	Sellos de fisuras y grietas en pavimentos asfálticos .....		41
3.2.2.	Reparación de áreas de falla (bacheo profundo o mayor) .....		43
3.2.3.	Bacheo superficial o menor en pavimentos asfálticos .....		46
3.2.4.	Colocación de capa asfáltica de refuerzo en frío o caliente .....		48
3.2.5.	Escarificación y reconformación de carpeta asfáltica .....		52
3.2.6.	Base triturada .....		55
3.2.7.	Riego de imprimación .....		56
3.2.8.	Material secante .....		59
3.2.9.	Riego de liga .....		59
3.2.10.	Tratamiento asfáltico superficial .....		60
3.2.11.	Lechada asfáltica.....		66
3.2.12.	Microcarpeta.....		70
3.2.13.	Reciclaje en frío de pavimentos asfálticos .....		71

3.2.14.	Sello de pavimentos con emulsiones .....	76
3.2.15.	Perfilado de pavimento asfáltico .....	77
3.3.	Pavimentos rígidos .....	80
3.3.1.	Sellado de juntas, fisuras y grietas de concreto hidráulico. ....	80
3.3.2.	Reparación de losas de concreto .....	83
3.4.	Pavimentos semirígidos.....	87
3.4.1.	Pavimentos de adoquines de concreto .....	88
3.4.1.1.	Aceptación del adoquín .....	88
3.4.1.2.	Capa de apoyo.....	88
3.4.1.3.	Lecho de arena .....	89
3.4.1.4.	Adoquinamiento .....	90
3.4.1.4.1.	Colocación .....	90
3.4.1.4.2.	Recorte .....	90
3.4.1.4.3.	Vibración .....	91
3.4.1.4.4.	Rellenado de arena .....	91
3.5.	Caminos rurales .....	92
3.5.1.	Conformación de caminos rurales.....	92
3.5.1.1.	Conformación de caminos de tierra.....	92
3.5.1.2.	Reposición de capa de tierra.....	93
3.5.1.3.	Conformación de caminos de balasto .....	96
3.5.1.4.	Reposición de capa de balasto .....	99
3.5.1.5.	Conformación de caminos de arena...	102
3.5.1.6.	Reposición de capa de arena.....	103
3.5.2.	Bacheo menor.....	106
3.5.3.	Estabilización de suelos.....	106
3.5.3.1.	Estabilización con cal o mezclas de cal y cemento .....	107

	3.5.3.2.	Estabilizadores orgánicos .....	108	
	3.5.4.	Colocación de cunetas .....	110	
	3.5.5.	Desmembración de melaza .....	111	
4.	RESULTADOS ESPERADOS .....		113	
4.1.	Reducción de riesgos.....		113	
	4.1.1.	Viales .....	113	
		4.1.1.1. En carreteras de pavimento asfáltico y concreto.....	113	
		4.1.1.2. En caminos rurales .....	114	
	4.1.2.	Peatonales .....	114	
		4.1.2.1. En carreteras de pavimento asfáltico y concreto .....	115	
		4.1.2.2. En caminos rurales .....	115	
	4.1.3.	Sociales.....	115	
		4.1.3.1. En carreteras de pavimento asfáltico y concreto.....	116	
		4.1.3.2. En caminos rurales .....	116	
	4.1.4.	Ambientales.....	116	
		4.1.4.1. Minimización de riesgos ambientales.....	117	
			4.1.4.1.1. Agua .....	117
			4.1.4.1.2. Residuos.....	117
			4.1.4.1.3. Rótulos .....	117
			4.1.4.1.4. Aire .....	118
			4.1.4.1.5. Desechos.....	118
			4.1.4.1.6. Basureros clandestinos.....	118
4.2.	Síntesis .....		119	



CONCLUSIONES .....121  
RECOMENDACIONES.....123  
BIBLIOGRAFÍA.....125



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Daños en carretera de pavimento asfáltico .....	5
2.	Daños en carretera de pavimento de concreto hidráulico.....	9
3.	Carretera de balasto .....	13
4.	Carretera de tierra.....	14
5.	Carretera de arena.....	15
6.	Carretera de adoquín.....	17



## GLOSARIO

<b>Agregado</b>	Un material granular duro de composición mineralógica como la arena, la grava, la escoria, o la roca triturada, usado para ser mezclado en diferentes tamaños.
<b>Balasto</b>	Es el material selecto que se coloca sobre la subrasante terminada una carretera, el cual se compone de un material bien graduado, es decir que, consta de material fino y grueso con el objeto de protegerla y que sirva de superficie de rodadura.
<b>Base</b>	Están constituidas por una capa de material seleccionado, de granulometría y espesor determinado que se construye sobre la subbase.
<b>Bordillos</b>	Son las estructuras de concreto simple que se construyen en el centro, en uno o en ambos lados de una carretera y sirve para el ordenamiento del tráfico y seguridad del usuario.
<b>Carpeta</b>	La parte superior de un pavimento, por lo general de pavimento bituminoso o de concreto, que sostiene directamente la circulación vehicular.

<b>Carretera</b>	Vía de tránsito público construida dentro de los límites de derecho de vía.
<b>Compactación</b>	Es la técnica por la cual los materiales aumentan su resistencia y disminuyen su compresibilidad.
<b>Corte</b>	Es la excavación que se realiza en el terreno de conformidad con el trazo de la carretera o camino. Se realiza a medida ladera o en trinchera.
<b>Cuneta</b>	Zanjas laterales paralelas al eje de la carretera o los caminos construidos entre los extremos de los hombros y el pie de los taludes. Su sección transversal es variable, siendo comúnmente de forma triangular, trapezoidal y cuadrada.
<b>Distancia</b>	Espacio o intervalo de lugar o tiempo entre dos cosas o sucesos.
<b>Excavaciones</b>	Se refiere a desmontes, zanjas, hoyos, pozos o galerías subterráneas construidas cuidadosamente ajustándose a la línea y pendiente señaladas. Las caras laterales deben ser verticales.
<b>Infraestructura</b>	Conjunto de obras de una construcción.
<b>Mantenimiento</b>	Todas las acciones que tienen como objetivo mantener o restaurar la carretera y sus componentes.

<b>Pavimento</b>	La estructura integral de las capas de subbase, base y carpeta de rodadura, colocadas sobre la subrasante, diseñadas y destinadas a sostener las cargas vehiculares.
<b>Rasante</b>	Es el nivel de la superficie de rodamiento de una carretera o camino.
<b>Relleno</b>	Es el material especial o de terracería, uniformemente colocado y compactado en la partes laterales y superior de las cajas, así como atrás de los aletones.
<b>Subrasante</b>	Es el nivel del terreno sobre el que se asientan los diferentes elementos del pavimento (Sub-base y carpeta) de una carretera o camino.
<b>Terraplén</b>	Son los depósitos de material que se realizan sobre el terreno natural para alcanzar el nivel del sub-rasante.
<b>Topografía</b>	Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima de la superficie terrestre, sobre dicha superficie y debajo de la misma.





## **RESUMEN**

La importancia del mantenimiento de carreteras de pavimento asfáltico y de concreto, caminos rurales; se hace cada vez, más notable en nuestro entorno y se hace necesario contar con un documento de respaldo para consulta de esta metodología durante un estudio o la realización de un proyecto.

El presente documento es de importancia como referencia bibliográfica, tanto para el estudiante de ingeniería civil, como para docentes y cualquier profesional que esté involucrado en proyectos relacionados con el mantenimiento de carreteras, pues su contenido está regido por las especificaciones técnicas de construcción para carreteras, además da a conocer los tipos de fallas que se pueden encontrar al momento de realizar los trabajos y un detalle de los procedimientos que se deben seguir según las situaciones que se presenten.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Dar a conocer los requerimientos a considerar para la ejecución y mantenimiento de carreteras.

### **Específicos**

1. Dar a conocer las especificaciones generales, técnicas y disposiciones especiales, así como normas nacionales e internacionales y aspectos legales necesarios, para proyecto de mantenimiento de carreteras en la República de Guatemala.
2. Dar a conocer la importancia por la cual debe de llevarse a cabo el mantenimiento de carreteras.
3. Brindar los requisitos mínimos para materiales y maquinaria que exige la Dirección General de Caminos, para la ejecución de proyectos de mantenimiento de carreteras pavimentadas y caminos rurales.



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como propósito, realizar una guía de procedimientos detallados para realizar un mantenimiento de carreteras pavimentadas de concreto, asfalto y caminos rurales que se encuentran en la República de Guatemala.

El mismo se divide en cuatro capítulos, siendo el primero, generalidades, en la cual se dan a conocer temas relacionados con el mantenimiento preventivo rutinario, así como los daños más comunes en carreteras pavimentadas y caminos rurales; el segundo capítulo consta de las especificaciones generales técnicas y disposiciones especiales y normas vigentes que brinda las diferentes instituciones de la República de Guatemala relacionadas con el tema; en el tercer capítulo se dan a conocer los procedimientos y metodologías de trabajo que se utilizan para reparación de juntas fisuras y bacheos que se provocan en carreteras pavimentadas y también la conformación de los materiales de las carreteras para su reparación como estabilización; en el cuarto y último capítulo se dan a conocer los resultados que se pretenden obtener con el trabajo a realizar.

Por último se dan a conocer las conclusiones a las que se llegó, producto del trabajo propuesto y las recomendaciones que serían oportunas tomar en cuenta por los que tomas las decisiones y de esa manera mejorar las condiciones de vida de las comunidades.

Al final se hace mención de la bibliografía consultada que sirvió de base para el desarrollo del trabajo de graduación.









# **1. GENERALIDADES Y DAÑOS EN CARRETERAS PAVIMENTADAS Y CAMINOS RURALES**

## **1.1. Generalidades**

Para conocer y entender la finalidad de un mantenimiento de carreteras, es necesario comprender las diferentes generalidades y conceptos importantes, así como las normas nacionales e internacionales, especificaciones técnicas, generales y disposiciones especiales.

### **1.1.1. Mantenimiento preventivo**

Consiste en actividades y obras de mantenimiento destinadas a prevenir fallas en la vía y que han sido identificadas como defectuosas o con alto riesgo de que ocurran y que deben ser tratadas antes de que éstas sucedan.

#### **1.1.1.1. Mantenimiento periódico**

Abarca las obras de conservación vial que se realizan en períodos programados, generalmente más de un año de intervalo, para elevar la vía a un nivel de servicio bueno o muy bueno. Está considerada, entre otros, la colocación de sobre capas en pavimentos deteriorados existentes y el mejoramiento de las capas de la estructura.

### **1.1.1.2. Mantenimiento rutinario**

Comprende la realización de aquellas actividades requeridas para conservar una vía en buen estado, las cuales se repiten una o más veces al año. También, incluye aquellas labores de reparación vial destinadas a recuperar ciertos elementos con daños menores, tales como los barandales de puentes, obras de drenaje menor, señalización vertical y horizontal, muros de retención y actividades afines.

### **1.1.2. Mantenimiento correctivo**

Es aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos, este mantenimiento que se realiza luego que ocurra una falla que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo, presenta costos por reparación no presupuestado.

### **1.1.3. Mantenimiento de emergencia**

Corresponde a la ejecución de actividades realizadas en forma urgente, como consecuencia de sucesos de fuerza mayor (como el caso de desastres naturales) y que tienen el propósito de habilitar lo más pronto posible la vía para que permita la libre transitabilidad, también no estén planificados y por ende no presupuestados.

#### **1.1.4. Mantenimiento permanente**

Consiste en las actividades destinadas a la solución de fallas en la vía que han sido identificadas como defectuosas y repararlas de tal manera que persista la reparación o que consigue perdurar en un largo tiempo. Para este tipo de actividades si existe una programación y presupuestos a en el reglón correspondiente.

#### **1.1.5. Rehabilitación de caminos rurales**

Consiste en la reconfiguración de la capa de material (balasto, arena y tierra) del camino de acceso, conformación del bombeo necesario para la evacuación transversal y longitudinal del tramo, humedecimiento y compactación de la capa para eliminar escollos de la superficie de rodadura.

Para este tipo de trabajo, se deberá contar con maquinaria especial para las tareas, ciertas consideraciones es factible considerar el uso intensivo de mano de obra para la reconfiguración y especial cuidado en las tareas de compactación.

Se realiza cuando el estado del camino muestra un deterioro que excede lo programado, de acuerdo a su vida de diseño; comprende generalmente la reposición total de la capa de material del proyecto. Esta actividad se realiza cada tres años y cuando se hace la rehabilitación no se da mantenimiento correctivo.

### **1.1.6. Seguridad vial**

Consiste en identificar una serie de iniciativas destinadas a lograr una reducción sustancial de la probabilidad de que se produzcan accidentes, con programas de seguridad vial, como lo son la señalización y semaforización, principalmente en calles muy cogestionadas de vehículos y peatones.

## **1.2. Daños en carreteras pavimentadas y caminos rurales**

Los daños que pueden sufrir las carreteras van a depender del tipo de material que esté construida ya que el comportamiento de las deformaciones, fisuras y grietas dependen de las características que el material.

En este manual se describe los daños que pueden tener los pavimentos asfálticos, concreto hidráulico simple y reforzado y caminos rurales de balasto, tierra y arena.

### **1.2.1. Daños en pavimentos asfálticos**

Son las condiciones que se presentan en un pavimento cuando este pierde las características de servicios para las que fue diseñado. Los daños a las carreteras consistentes en deformaciones por fisuras, grietas, fallas, son ocasionados generalmente por el tipo de material que se use en la construcción y del sistema constructivo depende también en la gran medida la conservación de la vida útil.

Figura 1. **Daños en carretera de pavimento asfáltico**



Fuente: <http://desastres.usac.edu.gt/documentos/pdf/spa/doc14809/doc14809.htm>. Consulta: 1 de agosto 2013.

### 1.2.1.1. Fisuras y grietas

Es una serie de fallas interconectadas entre sí, que se encuentran en una fase inicial de desarrollo, estas forman ángulos agudos y ocurren con más frecuencia en las zonas que reciben la mayor parte de las solicitaciones, a continuación se mencionan los tipos de fisuras y grietas más comunes:

- Fisuras de piel de cocodrilo: serie de grietas interconectadas, formando pequeños polígonos irregulares de ángulos agudos, generalmente con diámetros promedios de 30 centímetros, con longitudes variables que pueden cubrir la totalidad de la sección de rodadura, también llamado tela de gallinero.
- Fisuras en arco: son grietas en forma de media luna (o más precisamente de cuarto creciente) que pueden apuntar en ambas direcciones, derivadas de las fuerzas de tracción de las ruedas sobre el pavimento o de frenado sobre la misma.
- Fisura transversal: serie de fisuras o grietas que se forman en sentido transversal a la rodadura de la carretera, generalmente aisladas y que pueden afectar todo el ancho de la sección de la misma.
- Fisura longitudinal: serie de fisuras o grietas que se forman en sentido paralelo a la rodadura de la carretera, pudiendo ir aisladas o en grupos, cuyas longitudes son variables.
- Fisura por reflexión de junta: fisuras o grietas que se observan en la superficie de sobre capas que tienden a reproducir las fallas y juntas que se producen en la capa de abajo.

- Ahuellamiento: deformación longitudinal continúa a lo largo de la rodadura, pudiendo aparecer cordones laterales a cada lado.

#### **1.2.1.2. Deformaciones superficiales**

Son distorsiones en la superficie del pavimento por desplazamiento de la mezcla asfáltica, a veces acompañadas por levantamientos del material, a continuación se detallan sus casos más comunes:

- Corrugación: serie de ondulaciones, constituidas por crestas y depresiones, perpendiculares a la dirección del tránsito, las cuales se suceden muy próximas unas de otras, a intervalos regulares.
- Hinchamiento: abultamiento o levantamiento localizado en la superficie del pavimento, generalmente en la forma de una onda que distorsiona el perfil de la carretera.
- Hundimiento: depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada, sin tener definido un tamaño específico.

#### **1.2.1.3. Desintegraciones**

Son fallas parciales o totales que ocurren por la acumulación de agua en la superficie del pavimento de la carretera y se pueden presentar de las siguientes maneras:

- Bache: es la desintegración total de la superficie de rodadura, que puede extenderse a otras capas del pavimento, formando una cavidad de bordes y profundidades irregulares.

- Desintegración de bordes: consiste en la progresiva destrucción de los bordes del pavimento, principalmente en carreteras que no cuentan con hombros o que no son pavimentados.
- Presencia de agregados: consiste en la existencia de agregados parcialmente expuestos, fuera del elemento ligante con los materiales finos que forman la estructura del pavimento.
- Desprendimiento de capa de rodadura: consiste en el desprendimiento de las últimas capas de agregados finos de las lechadas y/o tratamientos superficiales.
- Exudación de asfalto: afloramiento del ligante de la mezcla asfáltica a la superficie del pavimento formando una película continua de bitumen.

### **1.2.2. Daños en pavimentos de concreto hidráulico**

Los pavimentos de concreto hidráulico se pueden clasificar en concreto hidráulico simple que será simplemente el uso de la carpeta asfáltica y el concreto hidráulico reforzado que es el uso de concreto con un refuerzo que comúnmente se usa acero.



Figura 2. **Daños en carretera de pavimento de concreto hidráulico**



Fuente: <http://desastres.usac.edu.gt/documentos/pdf/spa/doc14809/doc14809.htm>. Consulta: 2 de agosto 2013.

### **1.2.2.1. Daños en pavimentos de concreto simple y reforzado**

Los daños en pavimentos de concreto hidráulico tanto simple como reforzado se clasifican en fisuras, deformaciones superficiales y en desintegraciones que pueda sufrir la carpeta.

#### **1.2.2.1.1. Fisuras**

Estas fallas generalmente ocurren por una mala distribución de las fuerzas sobre la estructura de la carretera, y pueden ocurrir de la siguiente manera:

- Fisura longitudinal: es el fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente paralela al eje de la carretera, dividiendo la misma en 2 planos.
- Fisura de esquina: fractura que intercepta dos juntas unidas entre sí, generalmente forman un ángulo aproximado de 45 grados respecto a la dirección del tránsito y da una forma triangular en la esquina de la losa.
- Losas subdivididas: fractura de la losa de concreto conformando una malla amplia, combinando fisuras longitudinales, transversales y/o diagonales.
- Fisuras en bloque: fractura que subdivide generalmente una porción de la losa en paneles o bloques pequeños, que no cubren la totalidad del área de la losa.

#### **1.2.2.1.2. Deformaciones**

Ocurren en la superficie del pavimento, están localizadas generalmente en zonas contiguas a una junta o fisura transversal, pueden ocurrir de la siguiente manera:

- Escalonamiento: una falla en la que una losa del pavimento a un lado de una junta presenta un desnivel con respecto a la losa contigua.
- Hundimiento: descenso de la superficie del pavimento en un área localizada del mismo; puede estar acompañado de fisuramiento significativo, debido al asentamiento diferencial del pavimento.

#### **1.2.2.1.3. Desintegraciones**

Ocurren como producto de la separación de los elementos que componen la estructura total de la carretera, sus casos más comunes son los siguientes:

- Pulimiento de la superficie: superficie de rodamiento excesivamente lisa por efecto de desgaste de la superficie del agregado que la compone.
- Desprendimiento de agregados: progresiva desintegración de la superficie del pavimento por pérdida de material fino desprendido de la matriz de arena, permitiendo una superficie de rodamiento rugosa y eventualmente pequeñas cavidades.

- Bache: descomposición o desintegración de la losa de concreto y su remoción en una cierta extensión, formando una cavidad de bordes irregulares.
- Deficiencia en material de sello: condición que posibilita la acumulación de material en las juntas o permita una significativa infiltración de agua. Esta acumulación impide el movimiento de la losa, posibilitando la producción de fallas.
- Desportillamiento: rotura, fractura o desintegración de los bordes de las losas dentro de una junta o de una esquina. Generalmente no se extiende verticalmente a través de la losa sino que interceptan la junta en ángulo.
- Fisuras por mal mantenimiento de fisuras: fisuras sinuosas aproximadamente paralelas a la junta, en algunos, casos transversalmente y en forma de arcos erráticos, localizados muy próximas a las mismas.
- Bombeo: expulsión de agua mezclada con suelos finos, a través de las juntas, grietas o bordes externos del pavimento al pasar el vehículo, especialmente pesado y el ingreso de agua por falta de material adecuado de relleno en las juntas.
- Acabados inadecuados: carencia o pérdida de la textura superficial necesaria para que exista una fricción adecuada entre el pavimento y los neumáticos de los vehículos que circulan por la misma.

### 1.2.3. Daños en caminos rurales

Los caminos rurales son utilizados en donde el suelo posee un valor soporte alto y zonas en donde no son muy transitadas o no circula tráfico pesado pero debido a los tipos de materiales utilizados suelen tener ciertos tipos de deformaciones. Los caminos rurales consisten en en carreteras de balasto, arena y tierra.

Figura 3. Carretera de balasto



Fuente: <http://desastres.usac.edu.gt/documentos/pdf/spa/doc14809/doc14809.htm>. Consulta: 1 de agosto de 2013.

Figura 4. Carretera de tierra



Fuente: <http://desastres.usac.edu.gt/documentos/pdf/spa/doc14809/doc14809.htm>. Consulta: 1 de agosto de 2013.

Figura 5. Carretera de arena



Fuente: <http://desastres.usac.edu.gt/documentos/pdf/spa/doc14809/doc14809.htm>. Consulta: 1 de agosto de 2013.

### **1.2.3.1. Carreteras de balasto, arena y tierra**

En este tipo de carreteras pueden ocurrir fallas que no permiten el flujo de las aguas pluviales hacia los sistemas de drenaje formando estancamientos, se pueden presentar de las siguientes maneras:

- **Corrugaciones:** serie de ondulaciones constituidas por crestas y depresiones perpendiculares a la dirección del tránsito, las cuales se suceden muy próximas, una de otras, a intervalos aproximadamente regulares entre sí.
- **Ahuellamiento:** una deformación longitudinal continúa a lo largo de las huellas de canalización del tránsito, de longitud variable.
- **Pérdida de agregados:** es la separación de los agregados de la capa de superficie, formando cordones a lo largo de la carretera.
- **Bache:** cavidades en la superficie de la carretera en forma de tazón, de diversos diámetros y profundidad.

### **1.2.4. Carreteras de adoquín**

Son carreteras que se utilizan en zonas rurales, y poseen una buena resistencia a las fuerzas de aplastamiento, pueden presentar las siguientes fallas

- **Bache:** separación de uno o más adoquines de la capa que forma la superficie de rodadura, sin deformación de las capas inferiores del pavimento.



- Pérdida de sello arenoso: erosión de la junta entre adoquines, del material arenoso que actúa como sello.
- Asentamiento: depresión de la estructura del pavimento de adoquín, provocada por la deformación y/o pérdida de material que soporta la rodadura de la carretera.

Figura 6. **Carretera de adoquín**



Fuente: <http://desastres.usac.edu.gt/documentos/pdf/spa/doc14809/doc14809.htm>. Consulta: 1 de agosto de 2013.



## **2. ESPECIFICACIONES GENERALES, TÉCNICAS, DISPOSICIONES ESPECIALES Y NORMAS VIGENTES PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS**

### **2.1. Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes de la Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda de la República de Guatemala**

Las especificaciones generales de construcción de carreteras y puentes, es el compendio que norma en forma general, las relaciones entre la Dirección General de Caminos y los contratistas, para todas sus obras, y tienen por objeto comunicar a los oferentes, lo que la Dirección General de Caminos quiere construir. Son un medio de comunicación escrito. Siendo las especificaciones generales un medio de normar, no contienen criterios que sirvieran para establecerlas. Se recomienda la formulación del manual de construcción, que es el documento que sirve para establecer el criterio y el razonamiento para su aplicación.

El objetivo que prevalece en las especificaciones de construcción de carreteras y puentes es el de que cada elemento debe asumir la responsabilidad que le corresponde: el que diseña es responsable del diseño; el que construye es responsable de que la construcción se ejecute de conformidad con el diseño aprobado por la Dirección General de Caminos; y todos los participantes deben tener como objetivo primordial encauzar sus esfuerzos y colaboración hacia la construcción de la obra en el tiempo estipulado y con la calidad con que fuera concebida y aprobada.

### **2.1.1. Disposiciones especiales**

Las disposiciones especiales tienen como objetivo todos los aspectos especiales de materiales, equipo, limpieza, inspección y toda responsabilidad legal y pública que se puede tener en carreteras pavimentadas y caminos rurales, en el caso de mantenimiento de carreteras las secciones a tomar en cuenta en esta división son la 105.12, 105.13, 106, 107 y 108.

#### **2.1.1.1. Obras provisionales**

Indica que al momento de finalizar cada sección o parte de la obra y antes de que ésta sea aceptada por la comisión receptora, el contratista limpiará y retirará del derecho de vía y propiedades adyacentes, las obras provisionales, equipo, material sobrante o descartado, basura y armazones temporales; restaurará en una forma aceptable toda propiedad, ya sea pública o privada, que haya dañado durante la ejecución del trabajo; dejará todas las vías fluviales sin obstrucciones causadas por la construcción, la carretera limpia y en condiciones presentables en toda la extensión de la sección o parte a recibirse. No será permitido colocar materiales de cualquier naturaleza, desechos o equipo en las propiedades colindantes, sin el consentimiento de los propietarios.

En caso de recibirse tramos parciales de la obra, sobre estos tramos se hará limpieza que se tomará como limpieza final. Se dejará constancia por escrito de este hecho. Si la comisión receptora y liquidadora de la obra completa ordenara una nueva limpieza del tramo previamente recibido, estos trabajos le serán pagados al contratista como trabajos por administración.

### **2.1.1.2. Recepción de obra separada**

Indica que la recepción de la obra puede realizarse separadamente según estén especificadas en las disposiciones especiales de la licitación o como indique el contrato, con la finalidad de que se pueda hacer la recepción y liquidación final de cada parte de la obra.

Según esta estipulada en las bases de la licitación y en el contrato administrativo el contratista dará aviso por escrito al delegado residente cuando la obra esté terminada y se debe de iniciar la inspección de la misma dentro de los días hábiles que fija la ley.

La DGC, nombrará una comisión receptora para la inspección y recepción definitiva de la obra, de la sección o parte, según el caso, la que también tiene la calidad de liquidada, también tomando parte de la inspección el delegado residente, contratista o su representante legal y el supervisor de la unidad ejecutora (contratante). Esta comisión está integrada con 3 miembros, como se indica en la ley de contrataciones del Estado.

### **2.1.1.3. Responsabilidad del contratista**

Tiene como objetivo hacer la selección, control, administración y pruebas en los materiales utilizados en la obra, esta sección indica que el responsable de la selección del material y velar por la calidad de los materiales es el contratista y tiene que velar de obtener certificados del productor para que el delegado residente de su aprobación. Toda administración de fuentes comerciales, las operaciones en una fuente de material deberán ser conducidas por el contratista.

Los materiales importados que deban ser incorporados a la obra, deben de venir amparados por un certificado de calidad del fabricante. Adicionalmente el fabricante deberá proporcionar al contratista los resultados de los ensayos hechos en fábrica, identificando claramente con la participación del supervisor de la unidad ejecutora el lote del material de que se trate.

Los materiales tienen que ser almacenados de manera que se asegure la conservación de sus cualidades y aptitudes para la obra. Aún cuando hayan sido aprobados antes de ser almacenados, pueden ser nuevamente inspeccionados. Tienen que ser localizados de modo que se facilite su rápida inspección y distribución.

#### **2.1.1.4. Control del equipo**

Tiene como objetivo llevar el control, mantenimiento de todo el equipo de construcción que será utilizado en la obra y todos los aspectos ambientales que se pueden generar por el uso de esta maquinaria. Para llevar un control de la maquinaria el contratista debe proporcionar el equipo necesario para ejecutar el trabajo de acuerdo con su oferta, los planos, especificaciones, programa de trabajo aprobado y en el tiempo estipulado para la ejecución y entrega de la obra.

En el uso de la maquinaria se debe evitar cualquier daño a los recursos naturales que existen en el lugar en donde se realiza la obra, evitando contaminar cualquier recurso natural que exista en esa área.

#### **2.1.1.5. Aspectos legales**

Tiene como objetivo dar a conocer todo documento o aspecto legal que se deban de conocer para este tipo de proyecto, que se cumplan y actuar de conformidad con las leyes, acuerdos y reglamentos de la República de Guatemala, así como normas nacionales e internacionales de calidad, de conformidad y especificaciones técnicas, generales y disposiciones especiales relacionados con el trabajo a efectuarse. El contratista será el responsable directo por los daños y perjuicios causados durante la ejecución de la obra ya sea por el o por sus empleados, agentes o subcontratistas.

#### **2.1.2. Requerimientos del proyecto**

Tiene como objetivo fijar los requerimientos que necesita la realización de un proyecto como la movilización y desmovilización del proyectos, levantamientos topográficos, controles de calidad, programas de trabajo y la señalización y control de tránsito y mantenimiento que se realice a la obra.

##### **2.1.2.1. Dispositivos temporales**

Indica los procedimientos que consiste en la colocación de dispositivos temporales, para control y mantenimiento de la seguridad del tránsito dentro del Proyecto y carreteras adyacentes y el mantenimiento de la sección abierta y destinada al tránsito durante el período constructivo. El trabajo deberá ser ejecutado de manera que se garantice la conveniencia y la seguridad del público y se proteja a los residentes y a la propiedad adyacente al proyecto. El tránsito público deberá ser acomodado en las calles o sitios adyacentes al Proyecto y dentro del mismo, hasta que éste sea aceptado.

### **2.1.3. Subbases y bases**

Tiene como objetivo fijar los procedimientos y especificaciones que debe tener una base y subbase. Se definen los procedimientos para una capa de sub-base y base, los materiales que son utilizados para este tipo de trabajo y los procedimientos de estabilización.

#### **2.1.3.1. Explotación de canteras y bancos para base y subbase de piedra triturada**

Indica los procedimientos que consisten en la obtención y explotación de canteras y bancos; la trituración, de la piedra o grava, combinándolas con material de relleno para formar un agregado clasificado; el apilamiento y almacenamiento, transporte, colocación, tendido, mezcla, humedecimiento, conformación y compactación del material de subbase o base triturada; la regulación del tránsito; así como el control de laboratorio de todas las operaciones necesarias para construir la subbase o base triturada en una o varias capas, conforme lo indicado en los planos, ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical y secciones típicas de pavimentación correspondientes, dentro de las tolerancias estipuladas, de conformidad con estas especificaciones generales y disposiciones especiales.



#### **2.1.3.1.1. Procedimientos para material recuperado**

Indica los procedimientos que consisten en la pulverización, homogeneización, humedecimiento, conformación y compactación del material recuperado. Este trabajo también incluye el suministro, transporte y colocación del material de aporte, cuando su incorporación haya sido especificada en las disposiciones especiales.

#### **2.1.3.2. Explotación de canteras y bancos para base y subbase estabilizada**

Indica los procedimientos que consisten en la obtención y explotación de canteras y bancos; la trituración cuando sea requerida de piedra o grava, combinándolas con material de relleno para formar un material clasificado; el transporte, apilamiento y almacenamiento del material a estabilizar; el aprovisionamiento, transporte, almacenamiento y aplicación de los materiales o productos estabilizadores; la mezcla en planta o en la carretera, según se indique en las disposiciones especiales.

El transporte, colocación, tendido, conformación y compactación de la mezcla; el curado y la regulación del tránsito, así como el control de laboratorio durante todas las operaciones necesarias para construir la sub-base o base estabilizada en una o varias capas conforme lo indicado en los planos, ajustándose a los alineamientos horizontal, vertical y secciones típicas de pavimentación, dentro de las tolerancias estipuladas, de conformidad con estas especificaciones generales y disposiciones especiales.

### **2.1.3.3. Pavimentos existentes**

Indica los procedimientos que consisten en la pulverización, homogeneización, humedecimiento, estabilización, conformación y compactación del material recuperado de un pavimento existente. Este trabajo también incluye el suministro, transporte y colocación del material de aporte y materiales estabilizadores conforme se establezca en las disposiciones especiales.

### **2.1.3.4. Fresado del pavimento**

Indica los procedimientos que consisten en la remoción de la capa superior de pavimentos flexibles o rígidos por medio de un proceso de fresado, utilizando equipos especializados para este tipo de trabajos, conforme se establece en esta sección.

## **2.1.4. Pavimentos asfálticos**

Tiene como objetivo fijar los requerimientos y los tipos de pavimentos que son utilizados como concreto asfáltico en frío y en caliente y todos los procedimientos que se le deben de realizar como los tratamientos asfálticos superficiales, sellos asfálticos, sellado de grietas, bacheo, riego de imprimación y riego de liga.

### **2.1.4.1. Pavimentos asfálticos en caliente**

Indica los procedimientos consisten en la obtención y explotación de canteras y bancos; la trituración de piedra o grava, combinándolas con arena de río y/o polvo mineral de trituración y material de relleno para formar un material

clasificado que cumpla con las especificaciones de pavimentos asfálticos en caliente.

Consta en el apilamiento, almacenamiento y acarreo del material a mezclar; el suministro, transporte, almacenamiento, calentamiento y aplicación del material bituminoso; el acarreo, colocación, tendido, conformación y compactación de la mezcla asfáltica; la regulación del tránsito; así como el control de laboratorio durante las operaciones necesarias, para construir el concreto asfáltico en una o varias capas, la cual debe tener el ancho, espesores y proporciones indicadas en los planos y en las disposiciones especiales, ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical y secciones típicas de pavimentación, dentro de las tolerancias estipuladas, de conformidad con estas especificaciones generales y disposiciones especiales.

En las disposiciones especiales se deberá de indicar el sistema a utilizar para el diseño de las mezclas de concreto asfáltico, ya sea tradicional o superpave. Cuando no se indique en las Disposiciones Especiales, se deberá aplicar todas las especificaciones contenidas en esta Sección referentes a mezclas tradicionales.

#### **2.1.4.2. Pavimento asfáltico reciclado en caliente**

Indica los procedimientos que consisten en la utilización del material recuperado al realizar el fresado del pavimento asfáltico según indicado en la sección 311 (ver inciso 2.1.3.5) del reglamento de construcción de carreteras y puentes, y el procesamiento y posterior colocación conforme la sección 401 (ver inciso 2.1.4.1) del reglamento de construcción de carreteras pavimento de concreto asfáltico en caliente.

#### **2.1.4.3. Mezcla asfáltica en frío**

Indica los procedimientos que consisten la obtención y explotación de canteras o bancos de piedra o grava, usándolas en su estado natural, clasificadas o bien trituradas total o parcialmente cuando así se requiera en los planos o disposiciones especiales, el apilamiento y almacenamiento de los agregados pétreos, el suministro, transporte y preparación de los mismos; el suministro, almacenamiento, acarreo, calentamiento y aplicación del material bituminoso; la ejecución de la mezcla; el transporte, colocación, curado, conformación y compactación de la mezcla asfáltica en frío;

La regulación del tránsito; así como el control de laboratorio durante todas las operaciones necesarias para construir una capa de mezcla asfáltica en frío, en una o varias capas, de conformidad con lo indicado en los planos y ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical, y secciones típicas de pavimentación, dentro de las tolerancias estipuladas y de conformidad con estas especificaciones generales y disposiciones especiales.

#### **2.1.4.4. Tratamiento de asfalto superficial**

Indica los procedimientos que consisten en la obtención y explotación de canteras y bancos, la trituración de piedra o grava y lavado para formar los agregados clasificados, su apilamiento y almacenamiento, la preparación y delimitación de la superficie a tratar; el suministro, acarreo y distribución uniforme superficial del material asfáltico y agregados pétreos, la compactación; la regulación del tránsito y los controles de laboratorio durante todo el proceso de construcción de una o varias capas de tratamiento asfáltico superficial, sobre la base previamente preparada, de conformidad con lo indicado en los planos y ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical, y secciones típicas de

pavimentación, dentro de las tolerancias estipuladas, y de conformidad con estas especificaciones generales y disposiciones especiales.

#### **2.1.4.5. Sellos asfálticos**

Indica los procedimientos que consisten en la delimitación y preparación de la superficie a tratar; el suministro, transporte, mezcla o riego superficial de la emulsión asfáltica, según corresponda, incluyendo aditivos; la explotación o la obtención de arena pétreo de cantera o de río, con o sin grava fina, solo clasificada, o triturada de piedra o grava cuando sea requerido conforme el tipo de sello o se indique en los planos o disposiciones especiales, para formar un agregado fino clasificado, incluyendo material de relleno, su apilamiento, almacenamiento, mezcla o esparcimiento, según corresponda.

El paso de compactador de llantas neumáticas para uniformizar el esparcimiento o acelerar el curado; la regulación del tránsito y los controles de laboratorio durante todo el proceso de construcción del sello asfáltico de que se trate, de acuerdo con lo indicado en los planos y ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical, y secciones típicas de pavimentación, dentro de las tolerancias establecidas y de conformidad con estas especificaciones generales y disposiciones especiales.

Para la realización de trabajos con cargo a esta Sección, previamente se deberán de localizar las áreas dañadas con insuficiencia estructural o problemas de drenaje inadecuado para proceder a la realización de trabajos de bacheo que se efectuarán con cargo a la Sección 406 (ver inciso 2.1.4.6.) de sellado de grietas y bacheo del pavimento existente.

#### **2.1.4.6. Sellado de grietas y bacheo**

La sección 406 del reglamento de construcción y carreteras y puentes indica el sellado de grietas, este procedimiento consiste en la delimitación y limpieza de las grietas a sellar; el suministro, transporte, almacenamiento, calentamiento, cuando sea requerido de acuerdo con el tipo de material, y el riego a presión del material bituminoso utilizado; el suministro, transporte, almacenamiento, calentamiento en caldera y aplicación del material sellador y el suministro, transporte y distribución del material secante, todo de conformidad con las disposiciones especiales y estas especificaciones generales.

#### **2.1.4.7. Riego de imprimación**

La sección 407 del reglamento de construcción y carreteras y puentes indica los procedimientos que consisten en la delimitación y preparación de la superficie a imprimir, barriéndola y humedeciéndola previamente; el suministro, transporte, almacenamiento, calentamiento cuando sea requerido de acuerdo con el tipo de asfalto líquido utilizado, y su riego por medio de tanque distribuidor a presión; el control de tránsito, protección y señalización del área imprimada; el suministro, transporte, esparcimiento y distribución del material secante.

El mantenimiento de la superficie imprimada y el barrido del exceso de material secante, previo al riego o a la colocación de la capa inmediata superior que corresponda. Todo de conformidad con lo indicado en los planos, alineamientos horizontal y vertical, y secciones típicas, dentro de las tolerancias establecidas y de conformidad con estas especificaciones generales y disposiciones especiales.

#### **2.1.4.8. Riego de liga**

La sección 408 del reglamento de construcción y carreteras y puentes indica los procedimientos que consisten en la delimitación, limpieza y preparación de la superficie existente a ligar, que puede ser una superficie imprimada con anterioridad, una superficie asfáltica que ha sido abierta al tráfico o una superficie de concreto de cemento hidráulico; barriéndola y lavándola, si es necesario, previamente; el suministro, transporte, almacenamiento, adición de agua, calentamiento y esparcimiento, por medio de tanque distribuidor a presión, de la emulsión asfáltica diluida; el control de tránsito, protección y señalización del área a tratar.

#### **2.1.5. Pavimentos rígidos**

Tiene como objetivo fijar los requerimientos para la construcción y rehabilitación de pavimentos rígidos que están clasificados como los pavimentos de concreto hidráulico.

##### **2.1.5.1. Pavimentos de concreto hidráulico**

Indica los procedimientos que consisten en la construcción sobre subrasante, subbase o base preparada y aceptada previamente, de la carpeta o losa de pavimento de concreto, de acuerdo con los planos, incluyendo la fabricación y suministro del concreto estructural, y el manejo, colocación, compactación, acabado, curado y protección del concreto según lo indicado en esta sección, ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical, espesores y secciones típicas de pavimentación, dentro de las tolerancias estipuladas, de conformidad con estas especificaciones generales y disposiciones especiales.

### **2.1.5.2. Rehabilitación de pavimentos de concreto hidráulico**

Indica los procedimientos que consisten en el fresado de la superficie con discos de diamante, la reparación de espesor parcial, la reparación de espesor completo, la reparación de juntas, la reparación de grietas, el sellado inferior y estabilización de losas, la colocación de dovelas en las juntas y/o la pulverización de la superficie.

## **2.2. Leyes y reglamentos constructivos de caminos rurales**

Para la construcción de caminos rurales existen especificaciones generales en la cuales se basan para la ejecución de este tipo de proyectos como la sección 200 de especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes y la Ley de Municipalidades.

### **2.2.1. Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes**

A continuación se describen con su orden las especificaciones generales para la construcción y mantenimiento de carreteras y puentes para caminos rurales.

#### **2.2.1.1. Movimiento de tierras**

Indica los procedimientos para el retiro de estructuras, servicios existentes, obstáculos, limpia, chapeo y destronque, excavación y terraplenes, excavación de canales y la colocación de capa de balasto, arena y tierra.



#### **2.2.1.1.1. Retiro de obstáculos**

Indica los procedimientos que consisten en el retiro total o parcial y en la satisfactoria disposición de las estructuras, servicios existentes y obstáculos; las excavaciones y rellenos compactados que sean necesarios; la recuperación y utilización de los materiales, artefactos u otros bienes, cuando así se indique en las disposiciones especiales; y la protección de las estructuras, servicios existentes y obstáculos que deban permanecer en su lugar.

#### **2.2.1.1.2. Limpieza de derecho de vía**

Indica los procedimientos que consisten en el chapeo, tala, destronque, remoción y eliminación de toda clase de vegetación y desechos que están dentro de los límites del derecho de vía y en las áreas de bancos de préstamo, excepto la vegetación que sea designada para que permanezca en su lugar, o que tenga que ser removida de acuerdo con otras secciones de estas especificaciones generales. El trabajo también incluye la debida preservación de la vegetación que se deba conservar, a efecto de evitar cualquier daño que se pueda ocasionar a la carretera o a cualquier propiedad.

#### **2.2.1.1.3. Excavaciones y terraplenes**

Indica los procedimientos que consisten en la excavación; remoción; retiro; construcción; conformación; compactación y suministro e incorporación del agua requerida para efectuar estas operaciones; excavación de cunetas, contracunetas y su prolongación; afinamiento, acabado y terminación de todo el trabajo de terracería. El trabajo también incluye el retiro y reemplazo del material inadecuado que se encuentre en áreas inestables; remoción y prevención de derrumbes; excavación de bancos de préstamo aprobados,

transportación del material dentro de la distancia de acarreo libre e incorporación del mismo a la obra.

#### **2.2.1.1.4. Excavación de canales**

Indica los procedimientos que consisten en la excavación, remoción, utilización o acondicionamiento de los materiales, para ampliar, profundizar o rectificar canales existentes; o construir canales nuevos, incluyendo las contracunetas, los canales en la entrada y salida de alcantarillas, así como para puentes y bóvedas.

#### **2.2.1.1.5. Capa de balasto**

La sección 209 del reglamento de construcción y carreteras y puentes indica los procedimientos que consisten en el suministro, transporte y colocación del material con la humedad requerida; conformación y compactación de la capa de balasto, de acuerdo con el espesor total mostrado en los planos y lo descrito en estas especificaciones generales y en las disposiciones especiales.

#### **2.2.1.2. Ley de Municipalidades**

Es atribución de las municipalidades, el control y regulación del desarrollo urbano, uso de suelo, administración de las tierras municipales, ensanchamiento del perímetro de la ciudad, mantenimiento, limpieza y control sobre las vías públicas urbanas, aceras, parques, construcción de vías públicas por si o en colaboración con otras identidades, protección de la ecología; del medio ambiente y promoción de la reforestación.

Las municipalidades están en la obligación de levantar planes reguladores de las municipalidades respectivas, para la distribución de la población, uso de la tierra, vías de circulación, servicios públicos, facilidades comunales y protección del ambiente.



### **3. METODOLOGÍA DE TRABAJO**

#### **3.1. Derecho de vía**

Franja del terreno reservada para vía pública y sus servicios. El derecho de vía es el que tiene el estado o las municipalidades, según el caso, sobre la faja de terreno en que se construyen los caminos, y por regla general, en ella se comprenderán dos paredes o cercas, dos banquetas, dos cunetas y un pavimento que es la carretera propiamente dicha.

##### **3.1.1. Limpieza de derecho de vía**

La limpieza de derecho de vía consiste en el corte de la maleza, remoción del producto de esta operación y en general, de la basura y desperdicio que se encuentre en el área comprendida dentro de sus límites, salvo en casos que el supervisor especifique límites diferentes.

En los procedimientos de ejecución inicialmente consiste en colocar dispositivos de seguridad transitorios, verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito.

Se procederá a cortar toda la maleza existente en el área comprendida dentro del derecho de vía. En el proceso de dicha operación, el contratista debe tratar de evitar el corte de árboles que hayan crecido dentro de esta área, que en su fase adulta puedan proporcionar ornato y sombra a la carretera, y

que se encuentren a una distancia del hombro de tal manera que no representen obstrucción a la visibilidad, ni peligro para el tránsito vehicular.

Los materiales ajenos a la carretera, basura y desperdicios deben ser retirados del lugar y depositados en sitios autorizados por el supervisor, de donde no puedan ser arrastrados al sistema de drenaje de la vía.

En caso de suelos orgánicos o materiales vegetales estos deben ser depositados sobre los taludes de los rellenos con el propósito de aprovechar este material como abono orgánico, para el crecimiento de plantas que puedan proteger contra la erosión, si así lo indica el supervisor, quien debe establecer el mecanismo y forma de hacerlo.

En ningún caso se permitirá la incineración de maleza o basuras producto del corte y limpieza, así como el uso de productos químicos para controlar el crecimiento de la maleza. Retirar dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocadas.

### **3.1.2. Remoción de vallas publicitarias**

La remoción de vallas publicitarias consiste en la eliminación, total o parcial de todas las construcciones, vallas publicitarias, cercas y estructuras sin permiso legal para permanecer dentro de los límites del derecho de vía.

El contratista debe de ejecutar el trabajo dentro de los límites del derecho de vía o en terrenos propiedad del estado como ordene el supervisor.

Todo material recuperable será quitado para evitar maltrato no necesario, en secciones o partes que puedan ser transportadas fácilmente, debiendo ser almacenado por el contratista en los lugares del proyecto, o en otra forma que fuese indicada en los planos.

Las cavidades o cimientos que dejen las demoliciones de estructuras se deben rellenar con material aceptable hasta el nivel del terreno de los alrededores y si quedase dentro de los límites de construcción.

### **3.1.3. Remoción de derrumbes menores**

La remoción de derrumbes menores consiste en la remoción total, carga y acarreo a botaderos, previamente aceptados por el supervisor, de los materiales provenientes de derrumbes causados por el desprendimiento de taludes de corte o del terreno natural, que al caer sobre la sección de la carretera puedan obstaculizar parcial o totalmente las cunetas, alcantarillados, salidas de agua, canales de entrada y desfogues, hombros y uno o más carriles de circulación, lo que podría impedir la circulación vehicular o de las corrientes pluviales sobre las estructuras de drenaje.

En los procedimientos de ejecución inicialmente consiste en colocar dispositivos de seguridad transitorios y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito.

El contratista debe ejecutar el trabajo dentro de los límites del derecho de vía o de terrenos propiedad del Estado, tomando siempre en consideración la estabilidad de los taludes o terrenos colindantes a la masa de suelo desplazada, y de las construcciones circunvecinas, si fuera el caso.

El material deberá moverse con precaución empleando maquinaria o herramientas apropiadas, de tal manera que se cauce el mínimo daño posible a las estructuras dentro de la sección de la carreteras.

En el caso que el derrumbe ponga en riesgo la circulación vehicular y peatonal deberá colocarse señalización preventiva adecuada mientras se realice la remoción del material.

#### **3.1.4. Limpieza de elementos de seguridad vertical existente**

La limpieza de elementos de seguridad vertical existente consistirá en darle mantenimiento a la señalización vertical existente y dispositivos de seguridad vial, con el fin de que sean visibles en cualquier época del año y brinden a los usuarios adecuada visibilidad de las señales.

Incluye limpieza de señales de tránsito dentro del derecho de vía y defensas metálicas con sus elementos reflectivos.

En los procedimientos de ejecución inicialmente consiste en colocar dispositivos de seguridad transitoria y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito. Será realizada luego de la ejecución de la limpieza del derecho de vía. La limpieza se efectuara manualmente o con una máquina para lavado a presión.

Las señales verticales y defensas metálicas deben permanecer totalmente limpias de manchas, pintura o materiales adheridos a ellas, que impidan u obstruyan su visibilidad. Para esto se deben de utilizar materiales que mas



convengan y sean efectivos, con el propósito de no causar deterioro y oxidación de los dispositivos.

Los daños menores en las señales tales como deformaciones, marcas de piedra o menores que no perjudiquen la legibilidad y puedan ser arreglados en el lugar, se pueden reparar sin mover la señal de su soporte.

Todas las señales que ameriten una reparación mayor, deben ser identificadas y dar aviso a la supervisión, para que notifiquen a los responsables del mantenimiento y/o señalización vial, para que sean separadas y/o sustituidas por nuevas.

### **3.2. Pavimentos asfálticos**

La estructura de un pavimento asfáltico o estructura del pavimento flexible es un conjunto de capas de asfalto y áridos seleccionados situadas sobre la explanación, los mantenimientos para este tipo de estructura de carretera simplemente se basan en el sellado de fisuras, bacheo e incluso de la colocación de una nueva capa asfáltica.

#### **3.2.1. Sellos de fisuras y grietas en pavimentos asfálticos**

El sellado de fisuras y grietas es una actividad de mantenimiento preventivo y se debe realizar cuando estas se han reflejado claramente en el pavimento, las cuales pueden aparecer longitudinal o transversalmente en la línea de rodadura, con el propósito de impermeabilizar las capas que forman la estructura del pavimento, evitando inicialmente la falla tipo piel de cocodrilo y luego la formación de baches.

Esta actividad no podrá ser ejecutada en áreas donde las grietas formen bloques interconectados de carácter triangular, hexagonal. Semejante a la piel de cocodrilo, cuya formación se debe en mayor parte a la fatiga del pavimento que es ocasionada por el sobrepeso en los ejes vehiculares también cuando existan deflexiones en las grietas, lo cual muestra que ya existe un daño en la base y cuando los pavimentos se encuentren excesivamente deteriorados o muestren altas zonas con bacheo menor o mayor. Las fisuras y grietas que deben sellarse no tienen que superar los 12 milímetros de ancho. La que sobrepasen esta medida será tratada con el procedimiento adecuado.

Debe verificarse que el pavimento no muestre señales de humedad, las cuales no permitirían la adherencia del material y posterior desprendimiento del mismo.

En los procedimientos de ejecución inicialmente consiste en colocar dispositivos de seguridad transitorios y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito.

El supervisor deberá indicar las zonas de grietas que se deben sellar, procediendo a marcarlas directamente sobre el pavimento con yeso, tiza u otro material de color visible (preferiblemente blanco). Estas marcas indican el inicio y final de cada grieta.

El contratista ordenara que se realice la limpieza del área de trabajo. Esta limpieza debe hacerse utilizando un chorro de aire a presión, limpio y seco (sin aceite ni humedad), que debe ser generado por un compresor móvil.

Tanto el espacio formado por la grieta, como el área adyacente a la misma, debe estar libre de polvo, humedad, arcilla o de cualquier otro material, previo a continuar con la siguiente operación.

Se debe proceder a aplicar el asfalto tomando en consideración los procedimientos recomendados por el fabricante. Al extender el asfalto sobre la grieta, no debe permitirse la formación de charcos o exceso de material sellante sobre esta, pues pueden causar un impacto visual negativo en los conductores. El equipo que se utilice debe ser de fácil maniobrabilidad, considerando que es un trabajo rápido.

Luego de haber aplicado el sello sobre la grieta debe procederse a esparcir una capa delgada de arena fina como secante del sello, para evitar la pérdida del asfalto recién aplicado en la superficie, debido a la adherencia de las ruedas del tránsito circulante.

La capa de arena debe ser derramada entre 1 y 3 minutos posteriores a la aplicación del sello. Retirar dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocadas.

### **3.2.2. Reparación de áreas de falla (bacheo profundo o mayor)**

Son las zonas inestables bajo la estructura del pavimento de una carretera, independientemente que la inestabilidad sea producida por problemas de la capa de rodadura, por saturación del suelo circundante, material inadecuado o por contaminación de cualquier naturaleza.

Las áreas con problemas deben ser reparadas con el objetivo de devolver la sustentación estructural original de la carretera y para proporcionar comodidad y seguridad. En función del área y profundidad afectadas, las labores que deben realizarse son:

- **Excavación:** consiste en la excavación y remoción de todo aquel material inadecuado, por razones de inestabilidad y que se refleja en el pavimento por medio de agujeros en la superficie, hundimiento localizado, grietas poliédricas, ensanchamiento o cualquier otra forma de falla. La excavación del área tratada debe hacerse hasta el nivel.
- **Material de relleno:** consistirá en la reposición de material extraído en la actividad de excavación, cuando la misma haya sido ejecutada hasta niveles inferiores a la subbase. La reposición debe hacerse con materiales adecuados y aprobados por el supervisor. El nivel superior máximo de relleno en esta actividad, debe coincidir con el nivel inferior de la subbase de la estructura existente.
- **Relleno con material de base triturada:** es el material de base extraído del sitio de préstamo para reponer la estructura de pavimento que haya sido excavada. La profundidad máxima de colocación de la base, no debe exceder la cota fijada por el nivel inferior de la subbase en la estructura existente y debe rellenarse hasta el nivel superior de la base.
- **Relleno con concreto asfáltico:** consiste en la aplicación de un riego asfáltico para imprimación de la base previamente colocada; colocándole el concreto asfáltico en un espesor, que luego de ser compactado, quede al mismo nivel de la superficie de rodadura existente. El nivel inferior de colocación del concreto asfáltico debe

coincidir por lo menos con el nivel inferior de la carpeta existente. En el caso de que la superficie de rodadura haya sido construida mediante algún tipo de tratamiento superficial, el espesor mínimo de concreto que se debe colocar, tiene que ser de 5 centímetros. De acuerdo a la mejor conveniencia y a criterio del contratante, el concreto asfáltico que se utilizará puede ser fabricado en caliente o en frío.

En los procedimientos de ejecución inicialmente consiste en colocar dispositivos de seguridad transitorios y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito.

Antes que se dé inicio a los trabajos de corte, el área sujeta a reparación debe ser identificada y marcada por el supervisor, que debe verificar que cubra la zona dañada. El marcado debe ser hecho utilizando figuras geométricas determinadas, cuadradas o rectangulares, en las cuales dos de sus caras deben ser perpendiculares al eje de la carretera. Los cortes laterales deben ser hechos de modo que las paredes sean uniformes y verticales.

La profundidad de la excavación, debe hacerse hasta alcanzar los niveles donde se encuentre material estable. El material producto de la excavación, debe ser removido de las zonas de trabajo, hasta sitios específicos autorizados previamente. La superficie inferior debe nivelarse y compactarse de modo adecuado, para que la esta quede libre de material suelto o contaminante. Para esta labor se podrán utilizar herramientas de tipo mecánico o manual, adecuadas.

Una vez terminadas las obras en la zona de trabajo, no se permitirá la presencia de materiales excedentes ni desperdicios, derivados de la ejecución de los trabajos y obras.

### **3.2.3. Bacheo superficial o menor en pavimentos asfálticos**

Es la desintegración parcial o total de la superficie de rodadura que puede extenderse a otras capas del pavimento, con lo que se forma una cavidad de bordes y profundidades irregulares.

Consiste en la reparación a mano o a máquina de estas áreas de superficie pavimentada, que se realiza con mezcla en frío o caliente, con un espesor máximo igual a la existente, incluyendo la excavación, extracción y cuadrado del área que debe repararse, y la colocación de mezcla asfáltica. Además, el acarreo del punto de fabricación al lugar de colocación.

En los procedimientos de ejecución inicialmente consiste en colocar de dispositivos de seguridad transitoria y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado y asegurar el control adecuado del tránsito. Los procedimientos de ejecución se definen de la siguiente manera.

- **Excavación:** el área debe ser marcada, debiendo ser dos de sus lados perpendiculares al eje del camino. Los cortes de las paredes deben quedar parejos y verticales. El fondo de la excavación debe nivelarse y compactarse adecuadamente y debe quedar libre de material suelto. Los materiales excavados deben ser retirados y transportados a sitios de depósito previamente autorizados. Los trabajos de corte, excavación y transporte podrán ser ejecutados mediante el uso de herramienta

mecánica o manual. Los baches excavados deben rellenarse el mismo día, no se permite trabajarlos al siguiente día.

- Aplicación de liga: será aplicada sobre toda la superficie excavada, libre de material suelto y polvo, aplicándola en el área, incluyendo las paredes en proporciones que podrán variar desde 0,3 a 0,6 litros (0,08 a 0,15 galones) por metro cuadrado de superficie, y debe calentarse a una temperatura entre 60 a 80 grados centígrados. Se debe colocar con cuidado para evitar la formación de charcos. Se debe permitir que el asfalto penetre en la base durante el tiempo necesario.
- La mezcla debe transportarse al sitio de colocación en vehículos con palangana de volteo limpios de todo material extraño que pueda afectar la mezcla. Las palanganas de los camiones deben ser pintadas o limpiadas con solución de cal o detergente, por lo menos una vez al día o tantas veces como sea necesario; después de esta operación, la palangana del camión debe ser elevada y completamente drenada.
- Transporte de la mezcla: el despacho del vehículo debe programarse de tal manera que el material entregado pueda ser colocado con luz diurna. Debe cubrirse con lona u otro material que evite su contaminación durante el trayecto y que permita conservar su temperatura cuando se trate de concreto asfáltico en caliente. La entrega del material a las cuadrillas de colocación, se hará de manera uniforme y en cantidad según la capacidad de los recursos de colocación y compactación asignados al proyecto.

- Colocación de la mezcla asfáltica: el material se extenderá a mano en una o dos capas de espesor similar, mediante el uso de carretillas de mano y rastrillos expendedores, sin permitir la segregación de los materiales y de acuerdo a los requerimientos establecidos. El nivel del bache terminado debe quedar a nivel de la carretera. La colocación de la mezcla asfáltica no debe efectuarse cuando la superficie del bache se encuentre en estado insatisfactorio o con señales de humedad excesiva.

Las áreas de la mezcla asfáltica inaccesibles para el compactador manual, deberán compactarse satisfactoriamente mediante el uso de mazos apisonadores o machucadores aprobados. La compactación de la mezcla asfáltica deberá comenzar en los bordes y avanzar hacia el centro. Para mezcla en caliente, la temperatura de colocación y compactación será no menor de 100 grados centígrados.

#### **3.2.4. Colocación de capa asfáltica de refuerzo en frío o caliente**

Consiste en la colocación de mezcla asfáltica en frío o caliente, en espesor no menor de 5 centímetros, sobre la carpeta de rodadura existente, que se puede tender y compactar de inmediato en la carretera, en una o en varias capas de calidad uniforme debidamente compactadas, con el fin de rehabilitar zonas muchos baches o superficies con daños severos, para dar una cómoda transitabilidad al usuario.

El concreto asfáltico en frío o caliente se compondrá de agregados minerales gruesos, agregados finos, material llenante o de relleno mineral y material bituminoso.



En los procedimientos de ejecución inicialmente consiste en colocar dispositivos de seguridad transitorios y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito.

Para la correcta colocación del concreto asfáltico en frío o caliente, el equipo mínimo debe comprender: planta de mezclado, básculas, barredora, equipo de calentamiento y distribuidor de asfalto, terminadora de asfalto, cilindro metálico vibratorio, compactadora de llantas neumáticas, camiones de volteo, vehículos de transporte y otros que se consideren necesarios.

Si durante la ejecución de los trabajos, se observan deficiencias o mal funcionamiento de los equipos utilizados, especialmente la planta mezcladora y/o la terminadora de asfalto, el supervisor podrá ordenar su reemplazo, reparación o la suspensión de los trabajos, si así lo estima necesario, para garantizar el cumplimiento de las especificaciones, buena calidad y acabado de las obras.

No se permitirá el estacionamiento de equipo, en áreas donde se hayan aplicado materiales asfálticos y que la capa aún no haya sido compactada.

En el caso de carpetas sobre bases imprimadas, 24 horas antes de iniciar la colocación en un tramo, la superficie debe estar seca y en perfecto estado. Las áreas deterioradas, destruidas de la imprimación o de pavimentos existentes, deben ser previamente reparadas y de acuerdo con procedimientos establecidas.

El concreto asfáltico debe ser transportado en equipos de acarreo, los cuales deben tener fondos de metal herméticos, limpios y lisos, que estén

ligeramente pintados para que la mezcla no se adhiera a dichos fondos, evitando emplear diésel u otro derivado del petróleo. Cada camión debe estar provisto de su correspondiente cubierta de lona impermeable, para proteger la mezcla contra la intemperie y para evitar la segregación, los camiones serán cargados al mismo tiempo. No se permitirá la colocación de mezcla asfáltica bajo lluvia.

La mezcla se extenderá uniforme y al mismo tiempo con máquina terminadora y sin dejar sobresaltos, de acuerdo con los alineamientos, anchos y espesores señalados inicialmente. En las áreas de obstáculos inevitables y sobre anchos, que no permitan el uso de la terminadora, la mezcla se podrá extender a mano.

Se efectuará una cuidadosa compactación en forma continua hasta la terminación del trabajo. Se debe disponer permanentemente de un cilindro metálico, vibratorio, para el cilindrado inicial y final, y de un compactador neumático para el cilindrado intermedio, ambos autopropulsados.

Para la compactación inicial se usará un cilindro tipo vibratorio de aproximadamente 10 toneladas o menos. El cilindrado debe empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro; excepto en las curvas peraltadas, en donde el cilindrado avanzará del borde inferior hacia el superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso según la forma fijada por el supervisor y hasta que la superficie total haya sido cilindrada.

Para corregir desplazamientos ocurridos, como consecuencia del retroceso del cilindro o por causas similares, se procederá con rastrillos y la adición de mezcla fresca. Se tendrá cuidado con el cilindrado, para no desplazar los bordes de la mezcla extendida que forman chaflanes ligeros.

Cuando el espesor final obligue a colocar la mezcla por capas, habrá que ligar entre estas. La carpeta solamente será puesta en servicio, cuando haya sido compactada adecuadamente y en ningún caso, antes de seis horas de haberse completado la compactación.

Las juntas de construcción deben ser verticales. Antes de colocar mezcla nueva en el borde (vertical) del pavimento adyacente, debe aplicarse una capa de liga de curado rápido.

La densidad del concreto asfáltico colocado y compactado debe ser mayor o igual al 92 por ciento de la densidad máxima de la mezcla asfáltica determinada en laboratorio. La carpeta terminada debe ser impermeable.

Durante la ejecución del riego de liga, y colocación y compactación del concreto asfáltico en los puentes, el contratista debe proteger aquellas partes que puedan ser alcanzadas por el material bituminoso o por los equipos, para esto podrá utilizar lonas, papel, etc., y será responsable de todos los daños causados por sus operaciones y los trabajos de reparación y limpieza necesarios.

Los defectos del pavimento no advertidos durante la colocación y compactación, tales como partes altas, juntas irregulares, segregaciones encontradas en la mezcla (localizadas o generalizadas), depresiones y huecos, deben ser corregidos de acuerdo con las instrucciones del supervisor.

Las tolerancias admisibles para la aceptación del pavimento de concreto asfáltico, serán:

- La distancia entre el eje central de la carretera y el borde de la carpeta, sin incluir los hombros, no debe diferir en más de 2 centímetros que la indicada en los planos o la ordenada por el supervisor.
- La comprobación de la regularidad de la carpeta con una regla de 3 metros de largo, proporcionada por el contratista, no debe acusar diferencias superiores a 0,5 centímetros en ninguno de sus puntos. Se podrá utilizar otro método indicado por el supervisor.
- El espesor, verificado por medio de perforaciones en el pavimento terminado, no debe acusar diferencias mayores de 0,5 centímetros; sin que las anteriores variaciones, lleguen a ser tendencias generadas por error en la construcción.
- La carpeta asfáltica terminada debe ser impermeable. Las áreas excesivamente permeables localizadas o generalizadas, así como los defectos de calidad, construcción o acabado, con respecto a lo especificado, tales como: áreas inestables por exceso de asfalto, pavimento suelto, agrietado o mezclado con polvo, gradaciones o mezclas fuera de las tolerancias indicadas o deficiencias de espesor mayores que las admisibles, deben removerse y reconstruir el pavimento en el tramo afectado.

### **3.2.5. Escarificación y reconformación de carpeta asfáltica**

Este trabajo consistirá en la escafrificación, desintegración, humedecimiento, mezclado, reconformado, compactado y afinado del material constitutivo de la carpeta asfáltica o del tratamiento asfáltico del pavimento original de la carretera. El trabajo descrito, debe hacerse de tal modo, que la

capa escarificada llegue a mezclarse con el material de base presente en la estructura del pavimento y/o con el material de base que pudiera agregarse para reforzar la estructura.

El trabajo debe realizarse siguiendo las cotas y alineamiento en todo el ancho de las secciones transversales originales, a menos que se indique lo contrario.

Previo a la ejecución de los trabajos, se debe realizar una nivelación de precisión, tomando las secciones transversales de la carretera en tramos máximos de veinte metros. Las secciones transversales medidas, deben considerarse como las originales, para la determinación del volumen de base colocada en la capa de refuerzo.

Este trabajo debe ser ejecutado en todos aquellos tramos en los que el estado de deterioro del pavimento existente impida la reparación aislada de las áreas afectadas.

Para la ejecución de los trabajos y cuando se requiera material adicional para ajustar el espesor de la estructura, se empleará base triturada.

Para el proceso de desgarramiento y desintegración de la capa de material que se debe tratar, se considerará como equipo adecuado, el uso de equipo de reciclado.

Cuando la superficie de rodadura señalada está constituida por algún tipo de tratamiento superficial asfáltico, se podrá aceptar el uso de desgarrador de la moto niveladora, apoyado por equipo auxiliar para lograr los mismos resultados.

En vista de que el pavimento existente se debe escarificar, el material obtenido en esta operación, debe reducirse a un tamaño máximo de 1,5 pulgadas, el cual será incorporado nuevamente a la estructura. No se producirán desperdicios en esta operación, con la sola excepción de aquellos volúmenes localizados de material inestable que pudieran contaminar la estructura, los cuales deben ser extraídos y removidos fuera de la zona de trabajo, y llevada hacia los sitios previamente autorizados. Los materiales asfálticos y de base escarificados y mezclados, se compactarán como mínimo al 95 por ciento de la densidad seca máxima correspondiente al ensayo de proctor modificado.

La humedad de compactación no debe variar en un  $\pm 2$  por ciento de la respectiva humedad óptima. El equipo de compactación debe ser de tal diseño, peso y calidad que permita obtener la densidad especificada.

Se debe mantener el adecuado bombeo, para evitar que el agua se estanque. Se podrá ordenar que se realice una prueba de carga sobre cualquier superficie existente o sobre la superficie ya reacondicionada, con el propósito de detectar zonas inestables. Dicha prueba podrá ejecutarse con el equipo más adecuado que se disponga en campo.

Si se encuentra una condición inestable por debajo de la superficie, el material inadecuado será removido en toda el área afectada y hasta la profundidad indicada en las especificaciones de la obra. Los materiales de reemplazo estarán de acuerdo a lo especificado en esta sección. Se determinará la necesidad de proveer subdrenajes, los que serán construidos conforme indique este manual.

El nivel final de la superficie no debe variar en más de 2 centímetros del nivel original. No se permitirán variaciones por encima de las cotas señaladas, debiendo corregirse cualquier exceso según el nivel de base, quitando material, reconformando y volviendo a compactar.

### **3.2.6. Base triturada**

Es la capa formada por la combinación de piedra o grava trituradas y mezcladas con material de relleno, para constituir una base integrante para pavimento, destinada fundamentalmente a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito, a las capas subyacentes. Incluye la obtención y explotación de canteras y bancos; la trituración, de la piedra o grava, combinándolas con material de relleno para formar un agregado clasificado; el apilamiento y almacenamiento, transporte, colocación, tendido, mezcla, humedecimiento, conformación y compactación del material.

En los procedimientos de ejecución inicialmente consiste en colocar dispositivos de seguridad transitorios y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito.

El material se extenderá en una o más capas de espesor similar, no mayor a 20 centímetros cada una, mediante el uso de motoniveladora o equipo distribuidor, sin permitir la segregación de los materiales y de acuerdo a los requerimientos de pendientes y coronamientos establecidos. Se deben proveer las plantillas, cordeles y reglas que servirán para controlar la construcción de la base, de acuerdo a los alineamientos, bombeos, espesores y pendientes especificados.

Las áreas de la base que sean inaccesibles para los equipos de compactación autopropulsados, deben compactarse satisfactoriamente mediante el uso de compactadores mecánicos manuales aprobados. La compactación de la base debe comenzar en los bordes y avanzar hacia el centro, con excepción en las curvas peraltadas donde la compactación comenzará en el borde interno de la curva y avanzará hacia el borde alto. Las deformaciones y demás daños que el equipo cause a la base colocada, deberán ser reparados.

Las tolerancias geométricas admisibles para la aceptación de la base serán las siguientes:

- La distancia entre el eje central de la carretera y el borde de la base no debe diferir en más de 2 centímetros que la medida original. El espesor verificado con perforaciones en la base terminada no debe ser inferior en más de un centímetro al espesor proyectado.

La comprobación de la regularidad de la base con una regla de 3 metros de largo, proporcionada por el contratista, no debe acusar diferencias superiores a un centímetro, en ninguno de sus puntos.

### **3.2.7. Riego de imprimación**

Es la aplicación de riego por aspersion de un producto asfáltico rebajado, y de curado medio, sobre una base preparada, para protegerla, impermeabilizarla, unir entre sí las partículas minerales existentes en la superficie y endurecerla, para favorecer la adherencia entre la superficie imprimada y la capa inmediata superior.



Consiste en la delimitación y preparación de la superficie que se debe imprimir, barriéndola y humedeciéndola previamente; el suministro, transporte, almacenamiento, y calentamiento, cuando sea requerido de acuerdo con el tipo de asfalto líquido utilizado, así como su riego con tanque distribuidor a presión; el control de tránsito, protección y señalización del área imprimada; el suministro, transporte, esparcimiento y distribución del material secante; el mantenimiento de la superficie imprimada y el barrido del exceso de material secante, previo al riego y la colocación de la capa inmediata superior que corresponda. Eventualmente este riego de imprimación podrá ejecutarse solamente en el área de los hombros.

En los procedimientos de ejecución inicialmente consiste en colocar dispositivos de seguridad transitorios y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito.

La temperatura atmosférica mínima admisible para los trabajos de imprimación es quince grados centígrados. Se prohíbe imprimir cuando existan condiciones de lluvia.

La superficie preparada debe ser cuidadosamente barrida con equipo mecánico, de forma tal que limpie todo material suelto; tales operaciones deben complementarse mediante el barrido con cepillo de mano o soplado con fuelle mecánico (se podrá autorizar una rociada con agua sobre la superficie por imprimir). El asfalto rebajado MC-70 se aplicará a una temperatura entre 40 y 70 grados centígrados mediante un distribuidor de asfalto a presión, autopulsado y operado de tal manera que distribuya uniformemente la cantidad de asfalto especificada, dicha cantidad varía entre 0,25 a 0,50 galones (0,95 a 1,9 litros) por metro cuadrado y serán determinados conforme a las

condiciones de campo. El período de curado dependerá del material bituminoso utilizado.

Todos los tanques de almacenamiento, tubería, calentadores y distribuidores usados para almacenar o manejar el producto bituminoso, deben conservarse limpios y en buenas condiciones de servicio en todo momento y deben ser operados cuidando que no haya contaminación del producto asfáltico con materiales extraños.

No se comenzará a regar el material bituminoso, en cada nueva jornada de trabajo, sin antes haber comprobado la uniformidad del riego. Si fuera necesario, se calentarán las boquillas o picos antes de cada descarga y se limpiará la bomba y barras de distribución con kerosén al final de cada jornada de trabajo.

Cuando la aplicación se realice en dos o más fajas, se proveerá un traslape no menor de 15 centímetros a lo largo de los bordes contiguos. Antes de colocar la superficie asfáltica de rodadura sobre la base imprimada se dejará transcurrir el tiempo necesario para que cure completamente el riego de imprimación.

Al colocar un nuevo riego, debe colocarse papel de construcción cubriendo el final del riego anterior y el nuevo riego deberá iniciarse sobre este papel. Al finalizarse el trabajo el papel de construcción deberá desecharse.

No se permitirá tránsito sobre la superficie imprimada mientras no sea cubierta con material secante, ni la colocación del material que constituirá la superficie de rodadura. Tampoco se permitirá dejar estacionado el equipo del contratista sobre las áreas imprimadas.

Todo daño a la superficie imprimada, debe ser reparado a entera satisfacción del supervisor antes de iniciar trabajos finales de pavimentación. Así mismo, debe remover todo exceso de asfalto aparecido en la superficie.

### **3.2.8. Material secante**

Este trabajo consiste en el suministro, transporte y distribución del material secante; el barrido y mantenimiento de la superficie imprimada hasta que se coloque la capa inmediata superior.

En los procedimientos de ejecución inicialmente consiste en previamente a la apertura al tránsito, la superficie imprimada, debe cubrirse con material secante (arena) en cantidad variable entre 0,0030 y 0,006 metros cúbicos por metro cuadrado; el esparcimiento debe efectuarse de preferencia con distribuidor de agregados u otro equipo adecuado, con sistemas de ruedas de llantas neumáticas.

### **3.2.9. Riego de liga**

Este trabajo consistirá en la preparación y tratamiento de una superficie ya existente, bituminosa o de concreto hidráulico, con material asfáltico que ligue la superficie anterior y la nueva capa de rodadura.

En los procedimientos de ejecución inicialmente consiste en colocar dispositivos de seguridad transitorios y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito.

El equipo mecánico necesario para ejecutar esta actividad, comprende: barredora, equipo de calentamiento y distribuidor de asfalto. Previa a la aplicación del riego de liga, la superficie debe ser preparada, limpia y estar libre de irregularidades, para contar con una superficie lisa y uniforme al momento de recibir el tratamiento.

Debe aprobarse antes de la aplicación de la capa de liga, la zona o área en que se aplicará, al igual que la cantidad, proporción y temperatura de aplicación. El material asfáltico debe ser aplicado uniformemente a una tasa establecida por el supervisor (entre 0,05 y 0,1 galón ó 0,2 y 0,8 litros por metro cuadrado) dentro de las 24 horas anteriores a la colocación de capa de recubrimiento, debiendo presentar una penetración aceptable.

La superficie tratada con el riego de material asfáltico debe dejarse secar hasta que se ponga suficientemente pegajosa y en óptimas condiciones para recibir la capa de cobertura. Hasta estar colocada la capa de cobertura, el contratista debe cuidar y proteger la capa de liga.

Las superficies de todas las estructuras y construcciones adyacentes al área que se debe tratar, se tienen que protegerse adecuadamente para evitar su salpicadura o daño. Retirar dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocadas.

### **3.2.10. Tratamiento asfáltico superficial**

Estos tratamientos pueden ser simples o múltiples. Cada tratamiento consiste en una capa de revestimiento formada por riegos sucesivos y alternados de material bituminoso y agregados pétreos triturados de tamaño uniforme y esparcido uniformemente que, mediante el proceso de compactación, son acomodados y orientados en su posición más densa.

Esta capa está destinada principalmente a recibir la acción directa del tránsito proporcionando al pavimento las condiciones necesarias de impermeabilidad, resistencia al desgaste y suavidad para el rodaje.

Este trabajo implica la obtención y explotación de canteras y bancos, la trituración de piedra o grava y lavado para formar los agregados clasificados, su apilamiento y almacenamiento, la preparación y delimitación de la superficie que se debe tratar; el suministro, acarreo y distribución superficial uniforme del material asfáltico y agregados pétreos, la compactación; la regulación del tránsito y los controles de laboratorio durante todo el proceso de construcción de una o varias capas de tratamiento asfáltico superficial, sobre la base previamente preparada, ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical y secciones típicas de pavimentación.

En los procedimientos de ejecución inicialmente consiste en colocar dispositivos de seguridad transitorios y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito.

Los camiones distribuidores de asfalto utilizados en la aplicación del bitumen deben reunir las siguientes características:

- La presión de la bomba del distribuidor debe permitir mantener constante la aspersión del asfalto en las cantidades sin atomizaciones. Debe tener un medidor de asfalto con un cuadrante visible al conductor del camión y un marcador que indique la velocidad, de tal forma que pueda mantenerla constante a lo largo de toda la operación, y lograr así la aplicación de riego a la razón especificada.

- La bomba debe ser operada por una unidad mecánica separada, o por la unidad mecánica del camión. Debe tener un tacómetro con un cuadrante de fácil visibilidad para el operador, que registre los galones por minuto que pasen por la bomba. El sistema de barra de circulación, debe estar equipado con un calibrador de presión, para indicar el bombeo y la presión en las boquillas de la barra de riego.
- La barra de riego del distribuidor, debe estar diseñada de manera que el ancho normal de aplicación no sea menor de 3 metros (10 pies), con la previsión, para que la aplicación sea de menor o mayor anchura cuando se requiera.
- El distribuidor debe estar equipado y operado, de manera que el material asfáltico circule y se agite durante todo el proceso de calentamiento. Deben probarse los medios que indiquen en todo momento y de manera precisa, la temperatura del material asfáltico.
- El receptáculo para el termómetro debe estar colocado de tal manera que no entre en contacto con el tubo de calentamiento.
- El equipo para regar el material de cubierta, debe ser del tipo autopulsado y debe tener un artefacto mecánico que riegue el material uniformemente de acuerdo al diseño, para la anchura requerida.
- Una vez triturado el agregado que se utilizará en el tratamiento simple y seleccionado el tipo de asfalto, el contratista presentará por escrito, al supervisor el diseño del tratamiento superficial, conteniendo todos los análisis físicos de laboratorio del agregado y del asfalto, así como la memoria de cálculo para determinar la cantidad de asfalto y agregado

que será aplicado por metro cuadrado. Previo a la colocación sobre la carretera, deben hacerse las pruebas necesarias, para establecer con exactitud la velocidad del camión tanque, la presión de la bomba, la temperatura del asfalto, la altura de la barra y todo lo necesario para obtener una aplicación uniforme. También se calibrará el esparcidor de agregados, para garantizar que se cubrirá el riego, con la cantidad adecuada de agregado de acuerdo al diseño.

- Antes de aplicar el material asfáltico, la superficie que se tratará debe limpiarse cuidadosamente de suciedad y material suelto, barriendo con escobas mecánicas, procedimientos manuales o cualquier otro método aprobado.
- La cantidad requerida de material asfáltico debe aplicarse uniformemente. En zonas donde el uso del distribuidor no es práctico, el material se aplicará a mano o con cualquier otro método aprobado previamente. Aquellas áreas señaladas en las cuales haya deficiencia o exceso de material asfáltico, se corregirán como lo indique el supervisor.
- Los traslapes longitudinales deben ser de 10 centímetros a 15 centímetros de ancho. No se permitirá el traslape de juntas transversales. Láminas de metal o cualquier otro método aprobado podrán usarse en cada punto de comienzo y parada, para hacer que las juntas transversales suministren una superficie uniforme y pareja. No será permitido ningún método de aplicación de materiales asfálticos o material de cubierta que produzca bordes, ranuras u otra desigualdad en la superficie. Todo el material asfáltico que se adhiera a la superficie de las estructuras, bordillos, cunetas, aceras u otras superficies similares será removido por el contratista por su cuenta.

- El material de cubierta, cuando se aplique, debe tener un contenido de humedad que no exceda del 2 por ciento por peso en seco. El mismo debe ser de consistencia tal que pueda ser regado uniformemente con distribuidores mecánicos.
- Después de aplicar la cantidad requerida de material asfáltico, el material de cubierta, siguiendo los requisitos de la granulometría y la razón de aplicación, se colocará sobre la superficie que se esté tratando. La longitud de la aplicación del material asfáltico será aquella que pueda ser completamente cubierta por la cantidad requerida de agregado pétreo, mientras el material asfáltico todavía mantenga la temperatura especificada.
- Colocado el material de cubierta, la superficie se aplanará con una compactadora de rodillo metálico no menor de 4 ni mayor de 8 toneladas. El aplanado inicial debe comenzar en la orilla exterior del material de cubierta, que debe progresar hacia el centro, excepto en las curvas. El aplanado inicial en las curvas comenzará en la orilla del lado bajo y progresará hacia el lado alto. El aplanado inicial consistirá en una pasada sobre toda la superficie del material de cubierta que debe ejecutarse dentro de los 30 minutos después de que el material de cubierta haya sido regado.
- El aplanado con rodillos de llantas neumáticas debe comenzar inmediatamente después del aplanado inicial. Toda la superficie de material de cubierta debe ser aplanada por lo menos 6 veces. Los rodillos de llantas neumáticas deben operarse a una velocidad que no exceda de 8 millas (14,8 kilómetros) por hora. Los rodillos serán de tipo autopropulsados y no deben pesar menos de 4 ni más de 8 toneladas.



Los rodillos deben estar equipados con no menos de 4 ruedas delanteras ni menos de 5 ruedas traseras. Las ruedas delanteras y traseras deben estar espaciadas de manera que el espacio entre las llantas adyacentes sea cubierto por la huella de la siguiente llanta.

- La razón de la colocación de los materiales y de las operaciones de aplanado deben coordinarse para obtener una capa de sello satisfactoria. Se podrá suspender el trabajo cuando cualquier fase de la operación esté expuesta a riesgos. El trabajo no se reanudará hasta que el contratista haya cumplido con los requisitos aquí estipulados y como lo indique el supervisor.
- No se permitirá la circulación de ningún vehículo sobre la zona de trabajo cubierta, durante la jornada de trabajo de un mismo día, la zona señalada debe estar cerrada, por lo menos, durante veinticuatro horas.
- Después de que la compactación haya terminado y que el solvente del asfalto rebajado se haya volatilizado, o que se estime que el cemento asfáltico ha alcanzado el fraguado necesario para producir la adherencia debida con los agregados, se barrerá el material de cubierta excesivo con escoba mecánica para dejar una superficie libre de material suelto. La presión del cepillo barredor, debe ser tal, que no suelte material incrustado durante la operación de barrido.
- En el carril en donde el tratamiento superficial haya sido aplicado en la jornada anterior y todavía no haya alcanzado la consistencia suficiente para someterlo a la operación del tránsito normal, el contratista regulará la circulación de vehículos sobre el tratamiento superficial, guiados con banderilleros y carros guía, por un período no mayor de 24 horas. Los

carros guías deben viajar a una velocidad que no exceda los 20 kilómetros por hora.

- El contratista mantendrá y reparará cualquier daño a la capa del tratamiento superficial que resulte del tránsito circulante o de sus operaciones.

### **3.2.11. Lechada asfáltica**

La lechada asfáltica consiste en una mezcla de agregados pétreos, emulsión asfáltica, agua y aditivos que proporcionan una mezcla homogénea que puede ser aplicada sobre pavimento, como un tratamiento de sellado, para dar una textura resistente, antideslizante y adherida firmemente sobre la superficie.

Antes de iniciar los trabajos, se debe someter para aprobación, donde se debe asegurar que cumpla las especificaciones para los materiales que se emplearan. El diseño debe considerar las variantes de acuerdo a las condiciones climatológicas en las que se aplicará el mortero. Una vez que el diseño haya sido aprobado, los materiales no podrán ser reemplazados por ninguna razón, a menos que se presente un nuevo diseño que cumpla con las especificaciones.

En los procedimientos de ejecución inicialmente consiste en colocar dispositivos de seguridad transitorios y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito.

La maquinaria y todos los equipos complementarios que se emplean para este trabajo, debe mantenerse siempre en condiciones óptimas de trabajo.

El equipo de mezclado debe ser del tipo continuo y no se permitirá la utilización de unidades que para recargarlas de materiales deban discontinuar la operación en el área de trabajo. Todo el equipo sin excepción debe tener los aparatos necesarios para medir de una forma exacta cada uno de los materiales que componen la lechada. Todos los mecanismos que se empleen deben ser lo suficientemente precisos para proporcionar una alimentación continua a la máquina extendedora durante todo el tiempo que dure la operación.

El equipo mecánico de colocación de la lechada, debe contar con un sistema que puedan calibrar las cantidades de materiales que habrán de emplearse durante el proceso, y esta debe ser calibrada en presencia del supervisor, antes de iniciar cualquier trabajo. El contratista puede hacer su graduación previamente, graficando sus resultados, para que la verificación sea realizada rápidamente.

Debe contar con un mezclador que opere para que forme una mezcla homogénea antes de caer en la rastra que hace el tendido. El cajón de la rastra debe estar equipado con paredes de hule para evitar la pérdida de mezcla lateralmente y un hule flexible longitudinal para ir tendiendo y acomodando el mortero en la superficie de la carretera. Además debe tener extensiones que compensen la falta de uniformidad en la geometría del pavimento. Los hules de la rastra deben de mantenerse extendidos y flexibles todo el tiempo, libres de mezcla. La caja de la rastra, debe estar limpia de mezcla, para evitar la contaminación de la lechada nueva.

El equipo de limpieza que se emplee, debe ser adecuado a la superficie por tratar, los rastrillos de hule manuales y todo el resto de herramientas deben estar limpios y adecuados.

Cuando se efectúe el trabajo de noche, debe exigirse un sistema de iluminación, que permita efectuar la aplicación y evitar errores por falta de visibilidad.

Al principio de los trabajos, se debe hacer la aplicación de algunas franjas de prueba, después de haber calibrado la máquina y antes de iniciar el trabajo formalmente. Estas franjas, de cumplir con todos los requisitos, podrían ser consideradas como parte del trabajo terminado.

Se tomarán las lecturas respectivas, para verificar las cantidades de materiales, que componen el mortero utilizado en dicha prueba, leyéndolas directamente en instrumentos de medición. De existir alguna falla, será necesario ejecutar tantas franjas de ensayo, como sea necesario, hasta que se logre la composición del mortero especificado. Las cantidades de la franja de ensayo aprobada, deben mantenerse constantes durante la aplicación de la lechada en toda la obra. Las cantidades aplicadas deben de ser verificadas constantemente. Esta debe hacerse obligatoriamente en las primeras aplicaciones de cada jornada, para asegurarse que los aparatos de medición están funcionando correctamente.

La tolerancia admisible para cada material y la lechada asfáltica será como sigue:

- El porcentaje óptimo de asfalto podría variar en más o menos 0,5 por ciento. El porcentaje del agregado pétreo que pasa por cada tamiz, no

debe variar en más o menos el 4 por ciento de la curva granulométrica aceptada.

- La consistencia del mortero, no debe variar en más o menos 0,5 centímetros, con relación a la fórmula de trabajo después de haber hecho los ajustes en la obra. El extendido no debe presentar escurrimiento de agua o emulsión.
- La lechada asfáltica no podrá colocarse cuando la temperatura ambiente y del pavimento sea menor de 15 grados centígrados. Nunca debe aplicarse un mortero, cuando se espere que las condiciones climatológicas puedan prolongar el tiempo de curado.

La superficie sobre la cual se aplicara el tratamiento, debe ser cuidadosamente limpiada de cualquier suciedad, ya sea polvo, arcilla, vegetación, excremento de ganado, aceites o cualquier otro material que pueda afectar la correcta adherencia entre la superficie y la lechada. Estos trabajos se llevarán a cabo protegiendo la señalización vertical y todo elemento de la carretera que pueda mancharse por estos trabajos.

En el carril en donde la lechada asfáltica haya sido aplicada en la jornada anterior y todavía no haya alcanzado la consistencia suficiente para someterlo al tránsito normal, se regulará la circulación de vehículos, guiados con banderilleros y carros guía por un período que no exceda las 8 horas. Los carros guías deben viajar a una velocidad que no exceda los 20 kilómetros por hora. El contratista mantendrá y reparará cualquier daño a la capa de la lechada asfáltica, que resulte del tránsito circulante o de sus operaciones.

### **3.2.12. Micro carpeta**

El sistema MS-1, también conocido como micro carpeta, consiste en una mezcla de emulsión catiónica de asfalto modificado con polímeros, agregados minerales, rellenos, agua y otros aditivos que se tienden sobre la superficie pavimentada de acuerdo a las especificaciones y dimensiones que los planos indiquen.

En los procedimientos de ejecución inicialmente consiste en colocar dispositivos de seguridad transitorios y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito y se dividen de la siguiente manera.

- El material debe ser colocado solamente si la temperatura atmosférica es mayor de 15 grados centígrados. Si hay niebla o amenazas de lluvia, no debe colocarse.
- La superficie del asfalto existente debe limpiarse minuciosamente de toda vegetación, agregado suelto, tierra y estiércol de animales.
- El agua usada en pre humedecer la superficie delante de y fuera de la caja, debe ser aplicada en toda la superficie sin ningún exceso.
- La microcarpeta debe ser aplicada por medios mecánicos con un mezclador con agitadores y esparcidores de materiales de la caja. La parte de enfrente de la caja será sellada para asegurar que no habrá pérdida de la mezcla al contacto con la superficie de la calle. La parte de atrás de la caja actuará como nivelador y será ajustable.

- La mezcla se aplicará para llenar grietas e irregularidades menores de la superficie y dejará una aplicación uniforme de asfaltos y agregados que no será resbaladiza.
- La caja de aplicación y niveladora en la parte posterior, deben ser diseñadas y operadas para que la mezcla uniforme y consistente pueda ser aplicada de una manera pareja, a través de la parte niveladora atrás de la caja. La junta de construcción debe minimizarse y ser lo más uniforme posible.

### **3.2.13. Reciclaje en frío de pavimentos asfálticos**

Este trabajo consiste en pulverizar la superficie bituminosa en el lugar, solo la base de piedra o las dos capas en conjunto, mezclar un ligante y agua si fuera necesaria, con el material pulverizado, para después esparcirlo y compactar la mezcla. El contratista debe suministrar todo el equipo, herramienta, mano de obra y cualquier otra cosa necesaria para completar el trabajo.

Los procedimientos de ejecución consisten colocar dispositivos de seguridad transitorios y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito y se dividen de la siguiente manera.

- Las operaciones diarias de reciclados no deben iniciarse hasta que la temperatura atmosférica sea 15 grados centígrados ó más. No deben hacerse cuando está lloviendo, o cuando las condiciones atmosféricas no permitan llegar a cabo correctamente el mezclado. El pavimento

reciclado que sea dañado por precipitaciones debe ser reprocesado o reparado por otros métodos.

- La superficie bituminosa existente y/o la base de piedra deben ser recicladas en frío de manera que no se dañen los materiales de la sub-base en la carretera existente. Las pasadas de la recicladora deben traslapar el pavimento reciclado de una junta longitudinal con un mínimo de 10 centímetros.
- Al comenzar las operaciones de reciclaje, el ligante debe ser aplicado al material bituminoso pulverizado, con los porcentajes iniciales designados por el laboratorio, basados en muestras obtenidas por el supervisor antes de la construcción.
- Todo el material debe ser pulverizado hasta que el 100 por ciento pase el tamiz de 50 milímetros. Los rangos exactos de aplicación del ligante serán determinados, y podrán variar de acuerdo a las condiciones del pavimento existente. Una tolerancia de  $\pm 0,5$  por ciento del rango de aplicación designados, debe mantenerse siempre.
- El contratista podrá añadir agua al material pulverizado para facilitar un mezclado uniforme con el ligamento. Se podrá añadir agua antes de aplicar el ligamento o conjuntamente con éste, pero se debe asegurar que el agua no cause efectos adversos en el ligamento.
- Después que el material ha sido reciclado con emulsión, no debe permitirse el tránsito (incluyendo el equipo del contratista) sobre la mezcla reciclada, hasta que esta comience su rotura inicial (separación



de agua del asfalto), si la precipitación es inminente la compactación sellará la superficie con la humedad adicional.

- La compactación inicial debe realizarse con una o más pasadas del rodo vibratorio, y continuar hasta que no se observe ningún desplazamiento. El rodaje final para eliminar las marcas del compactador y para ayudar a obtener la densidad final requerida, debe hacerse con rodos de acero ya sea vibratorio, estático ó rodos neumáticos con más de 18 toneladas de peso. Cuando se use en modo vibratorio, éste debe estar en amplitudes bajas para evitar un agrietado transversal.
- El material reciclado debe ser compactado a un mínimo del 96 por ciento de la densidad del espécimen compactado en el laboratorio. La frecuencia de la prueba de densidad debe ser de una por cada 5 000 metros cuadrados.
- La compactación de campo puede ser controlada por el uso de un patrón de rodaje uniforme; si este patrón es utilizado, el contratista debe demostrar que este patrón de rodaje, logrará una compactación máxima relativa del 96 por ciento de la densidad del espécimen compactado en el laboratorio. Se podrá pedir una re-demostración de las capacidades del rodaje cuando se observen cambios en el material reciclado, cuando se haga cambios en el equipo de rodaje cuando se den largos cambios de temperatura, o cuando las densidades requeridas no están siendo obtenidas por el patrón de rodaje utilizado.
- Los rodajes no deben empezarse ni detenerse sobre el material reciclado no compactado. El rodaje debe realizarse de tal forma que al comienzo y al acabado se haga sobre material reciclado previamente compactado o

sobre pavimentos ya existentes. Cualquier tipo de rodaje que de cómo resultado, agrietamientos, movimientos o cualquier otro tipo de daños en el pavimento, debe ser descontinuado hasta que se supere la causa.

- Después de que el material reciclado ha sido compactado, se le debe aplicar un sello de emulsión a la superficie en un rango de aproximadamente 0,11 a 0,45 litros por metro cuadrado y material secante, antes de abrir al tránsito (incluyendo el equipo del contratista) no será permitido transitar sobre el material reciclado por lo menos durante seis horas, a menos que lo apruebe el supervisor.
- Las máquinas, deben tener un rotor que gira cortante con un ancho mínimo de 1,8 metros. El ancho del rotor cortante seleccionado para el proyecto, debe permitir que las juntas longitudinales de la base superior que deben ser colocadas, tengan diferencias de aproximadamente 15 centímetros con la junta de la base.
- En ningún caso, las juntas longitudinales deben caer en las huellas de las llantas. Las máquinas deben tener controles de profundidad automáticos estandarizados; y mantener una profundidad de corte constante.
- Las máquinas, deben tener capacidades de tamizar o cernir y de pulverizar para reducir el pavimento o remover antes de ser mezclados con el ligante. Se debe tener una medida continua del material de pavimento pulverizado, interconectado con el medidor del material ligante, de manera de que se pueda mantener el contenido del ligante deseado. Se deben proveer medios adecuados para calibrar los

instrumentos de medición tanto del volumen de agregados, como del ligante.

- El ligante debe ser aplicado con una máquina mezcladora, capaz de mezclar el material bituminoso pulverizado y el ligante hasta lograr una mezcla homogénea sin segregación, colocada en una capa esponjosa para obtener el curado apropiado.
- Una bomba de desplazamiento positiva, capaz de tomar un metraje preciso de las cantidades de ligamento requerido en rangos tan bajos como 15 litros por minuto, debe ser utilizada para aplicar el ligamento al material bituminoso pulverizado. La bomba, debe estar equipada con un interruptor positivo que permita agregar el ligamento, solo cuando la mezcla bituminosa pulverizada esté presente en la cámara de mezclado y que se apague automáticamente cuando no haya material en la cámara, o cuando la máquina se detenga.
- Cada máquina mezcladora debe estar equipada con un medidor capaz de registrar el rango del flujo y la cantidad total del ligamento introducido en la mezcla por un sistema automático.
- Los rodillos, deben de ser de ruedas de acero, llantas neumáticas, o combinación de éstos según requerimientos, (10 a 18 toneladas, 213 centímetros de ancho). El número y el peso de los rodillos, deben ser suficiente como para obtener la compactación requerida, mientras la mezcla esté en una condición de ser compactada.

### **3.2.14. Sello de pavimentos con emulsiones**

Consiste en la aplicación simple de material bituminoso sobre una superficie de pavimento existente, el cual se cubre con una capa ligera de agregados finos limpios o arena limpia, totalmente seca y bien extendida. Posteriormente se compactará con el propósito de impermeabilizar la capa superior, protegerla del desgaste, la filtración de agua y proporcionar una superficie antiderrapante.

En los procedimientos de ejecución inicialmente consiste en debe colocar dispositivos de seguridad transitorios y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito.

Deberá removerse todo material suelto y extraño por medio de un barrido ligero; antes de hacer el sello de pavimento, es aconsejable humedecer la superficie. La temperatura de aplicación deberá ser la adecuada para cada tipo de emulsión.

El material bituminoso será distribuido uniformemente en el ancho de la sección, usando una proporción de  $0,25 \pm 0,05$  galones por metro cuadrado, determinado por el supervisor, regando inicialmente la primera mitad de la vía, partiendo de la línea central para permitir el tránsito vehicular en un solo sentido.

Después de aplicado el sello de pavimento se procederá a la colocación del material de secado de un espesor de 1 centímetros, el cual deberá uniformizarse, compactarse y retirarse antes de abrir al tráfico.

La superficie de las estructuras y árboles adyacentes al área de tratamiento, deben ser protegidas de salpicaduras o manchas. El contratista deberá retirar el material y reparar todo daño ocasionado.

El material de secado debe colocarse inmediatamente después del rompimiento de la emulsión y será removido en un período de 2 a 4 horas. Cualquier exceso de material bituminoso que quede en la superficie debe ser retirado usando arena u otro material apropiado que absorba, antes que se reanude el tráfico.

Debe incluirse toda la señalización que sea necesaria, tanto en el día como en la noche, la cual será aprobada por el supervisor.

### **3.2.15. Perfilado de pavimento asfáltico**

Este trabajo consistirá en la obtención del nuevo perfil longitudinal y transversal del pavimento asfáltico existente, mediante el procedimiento de perfilado o fresado en frío.

Para llevar a cabo esta operación, se utilizará una máquina autopropulsada denominada perfiladora, que mediante unos dientes de acero adheridos a un cilindro giratorio, de muy alta resistencia al impacto y a la abrasión, cortan o desgastan el pavimento existente al ancho del cilindro y a una profundidad especificada.

El tamaño de las partículas resultantes estará en función de la profundidad de corte, de la velocidad de avance de la máquina y del diseño y número de dientes cortadores.

Una vez cortado o disgregado el material, deberá recogerse con la misma máquina, y por medio de una banda transportadora se llevará hasta la góndola de las vagonetas para su traslado a los sitios especificados.

Luego de esta operación en un tramo definido, se deberá realizar un barrido por métodos manuales o mediante la utilización de una barredora de pavimentos autopropulsada de manera que no queden partículas sueltas en el pavimento. Al final, quedará una superficie texturizada que se podrá abrir al tránsito inmediatamente, o se puede colocar una nueva superficie de rodamiento.

La función de la perfiladora es que, mediante los dientes cortadores rompa la adhesión de los agregados impregnados con asfalto, sin fracturar el agregado.

Es requisito indispensable para la ejecución de esta actividad contar con una máquina perfiladora cuyo estado, potencia y capacidad productiva garanticen el correcto cumplimiento del plan de trabajo.

Previamente a la operación de perfilado, la superficie del pavimento deberá estar completamente limpia, dándole prioridad a la operación de barrido y/o soplado que se requiera para lograr tal condición.

El perfilado del pavimento se efectuará sobre las áreas previamente designadas, a temperatura ambiente y sin adición de solventes u otros productos ablandadores que puedan afectar la granulometría de los agregados o las propiedades del asfalto existente.

El material extraído deberá transportarse a los lugares previamente aprobados donde deberá apilarse. Durante el manipuleo del material perfilado, deberá evitarse su contaminación. No se aceptará en el acopio el material que resulte contaminado como resultado de un manipuleo incorrecto por parte del contratista.

En las proximidades de pozos de registro de alcantarillas y en sitios inaccesibles a la maquinaria de perfilado, el pavimento deberá removerse empleando otros métodos que den lugar a una superficie apropiada.

El perfilado se podrá realizar en una o varias pasadas, hasta alcanzar el espesor establecido previamente y deberá quedar una superficie nivelada y sin fracturas.

En la posibilidad de que, al terminar una jornada de trabajo, no se complete el perfilado en todo el ancho de la zona para circulación de vehículos, en los bordes verticales, en sentido longitudinal o transversal cuya altura supere los cinco centímetros (5 centímetros), deberá construirse una rampa con el material adecuado y siguiendo las instrucciones del supervisor, de manera que no cause ningún peligro al tránsito de vehículos. No se permitirá la permanencia de un día a otro en la vía, espaldones o cunetas, material suelto producto del perfilado.

Con cualquier método utilizado por el contratista, los trabajos de perfilado no deberán producir daños a objetos, estructuras y vegetación que se encuentren cerca de la zona de acción de sus equipos. Por consiguiente, deberá tomar todas las precauciones, y serán de su responsabilidad todos los daños y perjuicios que se ocasionen durante la operación de este trabajo.

### **3.3. Pavimentos rígidos**

Son aquellos formados por una losa de concreto sobre una base, o directamente sobre la sub-rasante. Transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada, es auto-resistente, y la cantidad de concreto debe ser controlada. El mantenimiento que se realiza a este tipo de estructuras se basa en el sellado de juntas, fisuras, grietas y en las reparaciones necesarias de la losa de concreto.

#### **3.3.1. Sellado de juntas, fisuras y grietas de concreto hidráulico**

Las juntas, cualquiera que sea su función principal, deben rellenarse y/o sellarse con materiales apropiados, deben realizarse preferentemente antes de la apertura del tránsito en la carretera, siguiendo las recomendaciones y/o instrucciones de los fabricantes del producto que se colocará. El sellado de fisuras y grietas es una actividad de mantenimiento preventivo y debe realizarse antes que el agua penetre a la base del pavimento y cause daños a la estructura del mismo (subrasante, sub-base o base) o al pavimento en sí.

Ambas actividades no podrán ejecutarse:

- En áreas donde el agua haya penetrado y causado daño a cualquier parte de la estructura del pavimento
- cuando el pavimento muestre daños en su estructura y sea necesaria su reconstrucción y/o sustitución. Debe verificarse que el pavimento no muestre señales de humedad, las cuales causarían falta de adherencia del material y posterior desprendimiento del mismo.



Comprende el suministro de mano de obra, materiales, equipo y la ejecución de las operaciones necesarias para sellar las juntas, fisuras y grietas en el concreto hidráulico, que hayan sido identificadas por el supervisor. El equipo necesario para este procedimiento se describió de la siguiente manera:

- Equipo Ranurador: para la elaboración y/o re perfilado de juntas, se dispondrá de un ranurador rotatorio autopropulsado, o de un ranurador de cuchilla vertical. La máquina ranuradora deberá ser capaz de seguir la huella de la grieta, ensanchando la parte superior de la misma a la sección requerida, sin descascarar o dañar el concreto.
- Inyector de aire comprimido: deberá tener la capacidad para suministrar aire comprimido, limpio y seco (sin aceite ni humedad).
- Material de respaldo: en las juntas, generalmente se instala un respaldo de esponja, por medio de una rueda de acero a la profundidad especificada, cuidando de no doblar o estirar este respaldo durante su instalación. La longitud del respaldo debe ser limitada a la que puede ser sellada el mismo día.
- Aplicador del material de sello: se dispondrá de un aplicador para inyectar el material de sello dentro de la fisura, grieta o junta. El equipo de aplicación de material sellante en caliente, debe disponer de un dispositivo controlador de temperatura (deberá mantenerse la temperatura de aplicación dentro del rango de tolerancia recomendado por el fabricante para dicho material y no debe ser colocado cuando la temperatura ambiente a la sombra sea menor de 10 C.).

- El vertido se debe realizar de forma que el material no se derrame sobre las superficies expuestas del concreto.
- Material secante: en el caso del sellado de las fisuras y grietas, y antes de permitir el paso vehicular, se debe colocar el material secante sobre el elemento sellador, que cumplan las características descritas en el numeral 301.02 de este manual. Cualquier material sobrante que quede sobre la superficie del pavimento de concreto, debe ser retirado inmediatamente y se debe limpiar la superficie del pavimento.

En los procedimientos de ejecución inicialmente consiste en colocar dispositivos de seguridad transitorios y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito.

Las juntas, fisuras y grietas que contengan restos de sellos antiguos o materias extrañas, deberán limpiarse completa y cuidadosamente en toda su profundidad. Para esto se podrá utilizar equipo ranurador, herramientas manuales u otros equipos adecuados que permitan remover el sello o relleno antiguo sin afectar al concreto. No deberán utilizarse equipos neumáticos de percusión u otras herramientas o elementos destinados a picar la junta, pues estos pueden soltar o desprender trozos de concreto.

Para las fisuras y grietas que no han sido tratadas previamente, se deberá formar una ranura o caja de reservorio con equipo ranurador, en todo el recorrido de la grieta, en una profundidad mínima de 20 milímetros y en un ancho, no menor de 4 milímetros ni mayor de 12 milímetros.

Se deberán seguir las recomendaciones del fabricante del sello (en cuanto a relación ancho a espesor) y este deberá quedar a una profundidad aproximada de 3 milímetros abajo de los bordes de la junta o grieta, para evitar que sea removido por el tráfico vehicular. La aplicación del sellador deberá realizarse con equipo adecuado.

El contratista después de la aplicación del material sellador, deberá dejar la superficie del concreto completamente limpia. Cuando existan defectos de calidad, construcción, acabado o en caso de que la obra ejecutada no presente un desempeño adecuado, el contratista deberá remover y reconstruir el tramo afectado.

### **3.3.2. Reparación de losas de concreto**

Los trabajos consistirán en la reparación de las losas defectuosas en los pavimentos de concreto hidráulico, con el fin de restaurarlos a un estado que se ajuste a su condición original. Estos trabajos incluyen la remoción parcial o total de losas de concreto simple y/o reforzadas que muestren avanzado estado de fracturación; fisuramiento o deformaciones.

En los procedimientos de ejecución inicialmente consiste en colocar dispositivos de seguridad transitorios y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito.

Las losas rotas, grietas y fisuras erráticas, juntas de contracción ineficientes cercanas a la fisura, y desprendimientos a lo largo de juntas y fisuras, deberán reemplazarse o repararse antes de completar el sellado de juntas.

Las losas que contengan fisuras múltiples y de espesor completo, que separen a la losa en tres o más partes, deben ser removidas y reemplazadas. Las grietas de esquina deberán ser intervenidas mediante la reparación de espesor completo, la reparación de espesor completo deberá ser de 3 metros de largo por el ancho de losa. Si la reparación de 3 metros deja un segmento de pavimento de menos de 3 metros de largo, se deberá extender la reparación a la junta transversal. Si las dimensiones de las losas que se deben recuperar son menores a 3 metros, se deberá remover y reemplazar la losa completa.

En caso que el pavimento reparado presente dovelas o barras para juntas, estas deberán ser incorporadas en la junta de construcción, previo a la colocación de concreto, quedando empotrada la mitad de la longitud de la dovela en el concreto existente, y teniendo el cuidado de alinearlas adecuadamente, además de engrasar uno de sus lados, para evitar que la dovela ofrezca restricciones al movimiento entre losas. La longitud de la dovela deberá ser al menos 400 milímetros. El diámetro de las dovelas deberá ser similar a las existentes. En caso de existir dificultad para obtener dovelas de diámetro similar, se podrán utilizar dovelas de otros diámetros manteniendo siempre la cuantía de acero en la junta.

Cuando se realicen reparaciones de espesor completo, se deberá asegurar que el material de base y/o subbase no presenten daños, de lo contrario se deberá realizar las reparaciones respectivas.

Las losas de pavimento que presenten una fisura única, en forma longitudinal, se deberán reparar mediante la colocación de barras en cruz. No se deberá emplear esta técnica en grietas transversales.

La reparación con barras en cruz emplea barras de amarre corrugadas, que se insertan en agujeros perforados a través de una grieta, en ángulo de 25 a 45 grados, dependiendo del espesor de la losa. Una barra de diámetro igual a 19 milímetros es suficiente para mantener una junta estrechamente unida, con el fin de mejorar la transferencia de carga entre segmentos o dos losas contiguas. Las barras deben estar espaciadas de 600 a 900 milímetros, de centro a centro, y se alternan a cada lado de la grieta. Si existe tránsito de camiones pesados las barras deberán estar espaciadas a 600 milímetros. Las barras deberán estar a una distancia de 60 centímetros desde la junta transversal.

Se deberá asegurar que el agujero se profundice hasta que falte 2,5 centímetros antes de llegar a la parte inferior de la losa. El agujero deberá estar limpio antes de introducir el epóxico y la barra.

Las grietas que sean reparadas con barras en cruz deberán ser selladas de acuerdo al procedimiento indicado en la sección 401 del reglamento de construcción y carreteras y puentes que habla del sellado de juntas, fisuras y grietas en concreto. Las grietas erráticas que penetren en el espesor total del pavimento deben ser ranuradas y selladas.

Las grietas erráticas que sean estrechas y no penetren en el espesor total del pavimento deben ser dejadas en el estado en que se les encontró; la profundidad de la fisura será determinada mediante una inspección de las muestras perforadas.

Cuando una grieta errática transversal termine, o cruce una junta de contracción transversal, la parte no fisurada de la junta será sellada con un mortero de resina epóxica y la ranura será corregida y sellada. Cuando una

fisura o grieta errática transversal corra paralela a una junta de contracción del proyecto y esté a una distancia igual o menor a un 1,50 metros de la junta, la fisura será rectificadora y sellada.

La junta se rellenará con un mortero de resina epóxica cuando la fisura transversal errática esté a más de 1,50 metros de la junta de contracción más próxima a ella del pavimento. Además, la junta y la fisura serán selladas. Las juntas que deben ser rellenas con mortero de resina epóxica, serán cuidadosamente limpiadas previas al relleno.

Las roturas de bordes o despostilla miento y la desintegración de la superficie del pavimento de concreto, serán rehabilitadas mediante reparaciones de espesor parcial, las cuales consistirán en un corte cuadrado o rectangular hecho con sierra a por lo menos 50 milímetros fuera de la zona afectada, el corte con sierra debe ser hecho hasta una profundidad no mayor a la mitad del espesor de la losa.

Para la remoción del concreto que será reemplazado se utilizarán martillos neumáticos livianos de 15 libras., pudiendo utilizarse hasta martillos de 30 libras. de peso, nunca se deben utilizar herramientas pesadas que puedan dañar el concreto. El fondo de la zona removida debe quedar irregular y muy rugosa

El concreto entre el corte de la sierra y la junta o la fisura primaria debe ser eliminado hasta encontrar estructura sana, y la cavidad formada será cuidadosamente limpiada de todo material suelto. Se aplicará en todos los costados de la cavidad, una capa de liga de resina epóxica a la superficie limpia y seca. Esta capa de liga será aplicada mediante el cepillado del material de liga en la superficie que será tratada, mediante un cepillo de cerdas duras.

La colocación del concreto, la resina epóxica o mortero se hará inmediatamente después de la aplicación de la capa de liga. Si las zonas rotas deben ser reparadas en la proximidad de una junta de trabajo o una fisura de trabajo que penetren en el espesor total de la losa, debe utilizarse algún inserto u otro material que permita que no se peguen las partes en contacto para que estas juntas o fisuras de trabajo se mantengan en su condición original durante las tareas de reparación.

Las zonas que se encuentren luego del retiro de los moldes serán consideradas como trabajo defectuoso y deben ser removidas y reemplazadas.

El texturizado de la superficie del concreto, en las zonas reparadas, deberá ser similar al de la superficie existente.

Se deberá realizar un adecuado curado al concreto de las reparaciones de espesor parcial o espesor completo, de preferencia mediante la utilización de un compuesto curador de pigmento blanco, siguiendo las recomendaciones del fabricante en cuanto a su utilización. Los materiales removidos deben transportarse a lugares previamente aprobados.

#### **3.4. Pavimentos semirígidos**

El pavimento semirigido es aquel en el que se combinan tipos de pavimentos diferentes es decir pavimentos flexibles y pavimentos rígidos, normalmente la capa rígida está por debajo y la capa flexible por encima. Uno de los tipos de pavimentos semirigidos son los pavimentos de adoquín.

### **3.4.1. Pavimentos de adoquines de concreto**

Inicialmente los requisitos de construcción es colocar dispositivos de seguridad transitorios y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito.

Para la construcción de un pavimento de adoquín se divide en 4 fases: aceptación del adoquín, capa de apoyo, lecho de arena y adoquinamiento.

#### **3.4.1.1. Aceptación del adoquín**

Antes de iniciar el transporte de los adoquines al proyecto, el contratista someterá muestras representativas de este material, con el fin de que éste pueda autorizar su uso, si llenan los requisitos de calidad y resistencia, el contratista suministrará certificado de laboratorio de los materiales en el que se haga constar que los lotes de adoquines destinados al proyecto han sido debidamente muestreados (al azar) tomando no menos de 10 muestras por cada orden de menos de 20 000 bloques.

El muestreo deberá ser hecho en la planta de fabricación de los adoquines y las pruebas se referirán a la exactitud dimensional, a la uniformidad, a la sanidad de los adoquines, así como a la resistencia a la compresión.

#### **3.4.1.2. Capa de apoyo**

El adoquinado se apoyará en una capa de terracería mejorada, subbase o base del espesor indicado en los planos. El perfil de la superficie de apoyo del adoquinado deberá ser igual al requerido para la superficie final del pavimento, con una tolerancia de 2 centímetros del nivel de diseño.



### **3.4.1.3. Lecho de arena**

Sobre la superficie de apoyo se colocará una capa suelta de arena que servirá de lecho a los adoquines. El espesor requerido de arena suelta dependerá de su contenido de humedad, graduación y grado de compactación. Dado que la arena no es vibrada sino hasta que los adoquines han sido colocados, el espesor suelto correspondiente al espesor compacto requerido de 3 a 5 centímetros, es determinado por tanteos al comenzar los trabajos. Se deberán hacer frecuentes comprobaciones del nivel de la superficie del adoquinado para asegurar que el espesor que se está colocando de arena sin compactar es el correcto.

Una vez que la arena se ha depositado y esparcido sobre la superficie de apoyo, se emparejará y alisará por medio de reglas de enrasamiento (codales). En calles o caminos de 5 metros o menos de ancho se podrán usar las cunetas o bordillos laterales como guías para el enrasamiento de la superficie de la capa de arena; en pavimentos más anchos será necesario colocar rieles provisionales para apoyar los codales de enrasamiento.

Durante el esparcido y enrasamiento de la capa de arena, no será permitido que nadie se apoye, ponga de pie o camine sobre la arena, pues de hacerlo se producirá una pre-compactación dispareja, lo que causará irregularidades en la superficie final del pavimento. Para minimizar los riesgos de alteración, se debe evitar el enrasamiento de la arena en grandes distancias adelante de la brigada de colocación de adoquines.

Asimismo, antes de iniciar el trabajo de enrasamiento, el contratista deberá remover de la arena todos los pedruzcos, raíces, pedazos de madera, ripios, lodo, que contenga la arena.

#### **3.4.1.4. Adoquinamiento**

Al adoquinado de una carretera está comprendido por cuatro fases que son colocación de adoquines, recorte de los adoquines, vibración y rellenado con arena.

##### **3.4.1.4.1. Colocación**

Las primeras filas de adoquines deberán ser colocadas con mucho cuidado para evitar el desalojo de los bloques que ya están colocados. Una vez que se han colocado las primeras filas, se asentarán las demás firmemente dejando ranuras de 3 a 5 milímetros, entre adoquines. A estas alturas no se deberá intentar el recorte de los adoquines para ajustarlos a los bordes.

El adoquinador deberá trabajar a partir de la capa de adoquines previamente colocada y evitará la alteración de la arena enrasada y la última fila de bloques colocados, comprobando frecuentemente que los bloques están bien asentados y acomodados y, si es necesario, acomodándolos a golpes de un mazo de hule o madera. Si hay áreas con ranuras muy abiertas se les removerá y volverá a colocar.

##### **3.4.1.4.2. Recorte**

Aquellas formas irregulares que queden en los bordes serán rellenadas con cuñas o pedazos de adoquín cortados con un cortador de adoquines o aserrados. Se evitará colocar piezas muy pequeñas o delgadas, pues con frecuencia se hacen pedazos con la vibración. El recorte de los adoquines para ajustar el pavimento a los bordes, se hará hasta haber colocado adoquines en un área considerable. En las parrillas de tragantes, en pozos de visita y tapas

de inspección se procederá de una manera similar hacia los bordes, teniendo cuidado de que los bloques, al ser compactados, queden ligeramente más arriba del nivel de entrada al drenaje.

#### **3.4.1.4.3. Vibración**

Una vez que los bordes del adoquinado hayan sido completados a lo largo de la calle o camino, se vibrará la superficie por medio de una plancha o rodillo vibratorio. El número de pases requerido dependerá de una variedad de factores y será determinado por medio de tanteos en el sitio, tratando de obtener una superficie que sea transitable con suavidad y que no sea posteriormente compactada por los vehículos.

Generalmente, bastan dos o tres pasadas. No se aplicará vibración en áreas que queden dentro de un metro de adoquines no confinados; por otra parte, no se deberán dejar áreas sin vibrar de un día para otro.

#### **3.4.1.4.4. Rellenado de arena**

Finalmente, se rellenarán las ranuras o juntas entre adoquines con arena, la que será aplicada con escoba o cepillo, para luego pasar el vibrador dos o tres veces hasta completar el encaje entre los bloques. Tan pronto como se haya completado la vibración, se podrá abrir el camino o calle al tráfico.

Las ranuras que queden entre los bordillos o cunetas laterales o entre los remates o travesaños de concreto y los adoquines, serán rellenas con mortero de arena y cemento Portland en proporción de 4:1.

Antes de aceptar cada tramo de adoquinado el ingeniero comprobará si está de acuerdo con la rasante longitudinal y con el bombeo indicado en los planos.

### **3.5. Caminos rurales**

Los caminos rurales son elementos esenciales para el desarrollo social y son los caminos terciarios, secundarios y de penetración por lo general estos caminos no son pavimentados, son construidos regularmente de tierra, balasto y arena.

#### **3.5.1. Conformación de caminos rurales**

Los tres tipos de materiales que se utilizan para la conformación de caminos rurales son arena, balasto y tierra cuál de estos materiales es el ideal para las características que se deseen obtener.

##### **3.5.1.1. Conformación de caminos de tierra**

El trabajo consiste en escarificar, homogenizar, humedecer, conformar, compactar y afinar la superficie de rodadura, hombros y cunetas de carreteras de tierra, para mantener el perfil de las mismas en condiciones adecuadas de transitabilidad y la limpieza, además, el retiro de material sobrante de las cunetas que puedan obstaculizar el corrimiento de las aguas.

En los procedimientos de ejecución inicialmente consiste en colocar dispositivos de seguridad transitorios y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito.

La conformación de la superficie de la carretera de tierra debe realizarse con maquinaria o equipo apropiado, en un mínimo de 15 centímetros. La conformación de la superficie de rodadura debe acomodarse a las dimensiones de la sección existente de la carretera, alineamiento y pendientes. La superficie terminada estará libre de baches, erosiones, y otras irregularidades. La superficie será pareja, con un bombeo entre 3 y 4 por ciento (en casos especiales hasta 5 por ciento), con partículas no mayores a 75 milímetros. El agua debe fluir libremente hacia zonas que no afecten la estructura de la carretera.

Se debe escarificar, mezclar, homogenizar, regar con agua para alcanzar la humedad óptima, y para obtener el bombeo especificado en el párrafo anterior, afinar y compactar hasta obtener una densidad mínima del 90 por ciento

#### **3.5.1.2. Reposición de capa de tierra**

Consiste en el suministro, transporte y colocación del material de préstamo con la humedad requerida; conformación y compactación, de acuerdo con el espesor que se indique en los planos y lo descrito en las especificaciones generales y en las disposiciones especiales.

El trabajo incluye la limpieza del banco de préstamo, obtención, explotación, acarreo, escarificación de la superficie donde se colocará el material, homogenización o mezcla, conformación, humedecimiento, compactación y afinamiento de la superficie de rodadura, incluyendo cunetas de acuerdo a la sección típica definida.

El material de tierra se colocará en todos aquellos tramos donde se haya perdido la capa de revestimiento con que fue construido originalmente, o en aquellos tramos que a criterio del Supervisor se encuentran en estado crítico con espesores deficientes, y/o representen problemas para la adecuada transitabilidad.

Todo el material sobrante se debe retirar para evitar que obstruyan las cunetas y demás obras de drenaje menor.

En los procedimientos de ejecución inicialmente consiste en colocar dispositivos de seguridad transitorios y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito.

La conformación de la superficie de rodadura, se ejecutará acomodándose a las dimensiones de la sección existente de la carretera y respetando los lineamientos y existentes.

Se debe escarificar, mezclar, y regar con agua para alcanzar humedad óptima y obtener el bombeo especificado en la sección típica aprobada. En algunos casos el supervisor podrá indicar modificaciones en el bombeo, si ello fuera conveniente por las condiciones del proyecto.

La escarificación se hará hasta 15 centímetros, cuando el espesor de balasto existente sea de ese espesor o mayor. Cuando el espesor de balasto sea menor que quince 15 centímetros, la profundidad de la escarificación debe limitarse al espesor de la capa remanente del material mencionado, con el objetivo de evitar la contaminación de dicho material con suelos de menor calidad presentes en la subrasante. Debe tenerse en cuenta que la

escarificación no se hará en los tramos donde se considere inconveniente o no sea factible por las condiciones de la superficie de rodadura o del terreno.

Una vez realizada la escarificación, todas las partículas mayores de 75 milímetros existentes en el material suelto debe ser tamizado y retirado o triturado y reincorporado. De existir zonas de inestabilidad en la sección de la carretera, producidos por materiales inestables, deben estabilizarse.

Previo a la compactación, el material escarificado se debe humedecer, mezclar, conformar, y afinar, de tal modo que se proporcione el bombeo necesario para permitir el adecuado drenaje transversal, pero sin llegar a pendientes extremas que comprometan la comodidad y seguridad de los usuarios de la vía. Los rangos recomendados deben variar entre tres y seis por ciento (3 - 4 por ciento y en casos especiales 5 por ciento).

Durante el proceso de compactación se utilizará el equipo adecuado hasta obtener una densidad del 95 por ciento, obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado. El contratista debe controlar el contenido de humedad adecuado del material, por medio de ensayos de laboratorio y campo, secando el material y determinando la humedad por peso constante o por el método del Carburo de Calcio, para obtener la compactación especificada. La capa debe ser nivelada con equipo apropiado para asegurar una compactación uniforme y no se aprobará la compactación, hasta que se llenen los requisitos correspondientes especificados. Ésta debe comenzar en los bordes, avanzando hacia el centro de la carretera y debe continuar hasta que toda la capa quede compactada en todo su ancho y espesor, con la densidad señalada anteriormente.

Durante el proceso y hasta completar la superficie de rodadura, se debe mantener la superficie de la carretera libre de estancamiento de agua. Cuando por razones imputables al contratista, se presenten deformaciones indebidas en la superficie de rodadura, ésta se debe reparar de manera satisfactoria de acuerdo con el criterio del supervisor por cuenta del contratista. La subrasante no se debe dejar sin cubrir, en una longitud mayor de 2 kilómetros.

Las labores involucradas en la ejecución de esta actividad se deben hacer sin causar daño a los muros de los cabezales de entrada y de salida ni a la tubería de la alcantarilla o cualquier elemento presente y de carácter necesario para el adecuado funcionamiento de la estructura.

La compactación se comprobará en el campo cada 400 metros cuadrados y en forma alterna a lo ancho de la sección. Con la aprobación escrita del delegado residente, se pueden utilizar otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos.

### **3.5.1.3. Conformación de caminos de balasto**

El trabajo consiste en conformar la superficie de rodadura y cunetas de carreteras balastadas para mantener el perfil de la carretera en condiciones adecuadas de transitabilidad y comprende los trabajos que se describen a continuación:

- Escarificación, homogenización, humedecimiento, conformación compactación y afinamiento de la superficie de rodadura.
- Conformación, construcción o reconstrucción de cunetas.



- Limpieza y retiro del material sobrante de la conformación y de las cunetas, que será depositado en botaderos autorizados por la supervisión.

En los procedimientos de ejecución inicialmente consiste en colocar dispositivos de seguridad transitorios y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito.

La conformación de la superficie de rodadura, se ejecutará acomodándose a las dimensiones de la sección existente de la carretera (alineamiento y pendientes).

Se debe escarificar, mezclar, y regar con agua para alcanzar la humedad óptima para obtener el bombeo especificado en la sección típica aprobada. En algunos casos el supervisor podrá indicar modificaciones en el bombeo, si ello fuera conveniente por las condiciones del proyecto. Se conformarán, construirán o reconstruirán las cunetas.

La escarificación se hará hasta 15 centímetros, cuando el espesor de balasto existente sea de ese espesor o mayor. Cuando el espesor de balasto sea menor que 15 centímetros, la profundidad de la escarificación debe limitarse al espesor de la capa remanente del material mencionado, con el objetivo de evitar la contaminación de dicho material con suelos de menor calidad presentes en la subrasante. Debe tenerse en cuenta que la escarificación no se hará en los tramos donde se considere inconveniente o no sea factible por las condiciones de la superficie de rodadura o del terreno, lo cual será indicado por el supervisor.

Una vez realizada la escarificación, todas las partículas mayores de 75 milímetros de material suelto deben ser retirados o triturados y reincorporados en el balasto. De existir zonas de inestabilidad, en la sección de la carretera, producidos por materiales inestables, deben estabilizarse de acuerdo a lo establecido en la especificación de la actividad respectiva.

Previo a la compactación, el material escarificado se debe humedecer, mezclar, conformar, y afinar, para que proporcione el bombeo necesario que permita el adecuado drenaje transversal, pero sin llegar a pendientes extremas que comprometan la comodidad y seguridad de los usuarios de la vía. Los rangos recomendados deben variar entre dos y cuatro por ciento (3 - 4 por ciento y en casos especiales hasta 5 por ciento).

Durante el proceso de compactación se utilizará el equipo adecuado hasta obtener una densidad del 95 por ciento, medido mediante el ensayo proctor modificado.

La compactación debe comenzar en los bordes, avanzando hacia el centro de la carretera y debe continuar hasta que toda la capa quede compactada en todo su ancho y espesor, con la densidad señalada anteriormente.

Durante el proceso y hasta completar la superficie de rodadura, se debe mantener la superficie de la carretera libre de estancamiento de agua. Cuando por razones imputables al contratista, resulten deformaciones indebidas a la superficie de rodadura, esta se debe reparar de manera satisfactoria de acuerdo con el criterio del supervisor.

Las labores involucradas en la ejecución de esta actividad se deben hacer sin causar daño a los muros de los cabezales de entrada o de salida, ni a la tubería de la alcantarilla o cualquier elemento presente y de carácter necesario para el adecuado funcionamiento de la estructura.

El material excedente de esta actividad, deberá ser retirado y depositado en un lugar establecido previamente y aprobado por el supervisor.

#### **3.5.1.4. Reposición de capa de balasto**

Consiste en el suministro, transporte y colocación del material de préstamo con la humedad requerida; conformación y compactación, de acuerdo con el espesor que se indique en los planos y lo descrito en las especificaciones generales y en las disposiciones especiales.

El trabajo incluye la limpieza del banco de préstamo, obtención, explotación, acarreo, escarificación de la superficie donde se colocará, colocación, homogenización o mezcla, conformación, humedecimiento, compactación y afinamiento de la superficie de rodadura, incluyendo cunetas de acuerdo a la sección típica definida.

El material de balasto se colocará en todos aquellos tramos donde se haya perdido la capa de revestimiento con que fue construido originalmente, o en aquellos tramos que a criterio del Supervisor se encuentran en estado crítico con espesores deficientes, y/o representen problemas para la adecuada transitabilidad.

Todo el material sobrante se debe retirar para evitar que obstruyan las cunetas y demás obras de drenaje menor.

En los procedimientos de ejecución inicialmente consiste en colocar dispositivos de seguridad transitorios y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito.

La conformación de la superficie de rodadura, se ejecutará acomodándose a las dimensiones de la sección existente de la carretera y respetando los lineamientos y pendientes existentes, salvo en el caso que el supervisor ordene al contrario.

Se debe escarificar, mezclar, y regar con agua para alcanzar humedad óptima y obtener el bombeo especificado en la sección típica aprobada. En algunos casos el supervisor podrá indicar modificaciones en el bombeo, si ello fuera conveniente por las condiciones del proyecto.

La escarificación se hará hasta 15 centímetros, cuando el espesor de balasto existente sea de ese espesor o mayor. Cuando el espesor de balasto sea menor que quince 15 centímetros, la profundidad de la escarificación debe limitarse al espesor de la capa remanente del material mencionado, con el objetivo de evitar la contaminación de dicho material con suelos de menor calidad presentes en la subrasante. Debe tenerse en cuenta que la escarificación no se hará en los tramos donde se considere inconveniente o no sea factible por las condiciones de la superficie de rodadura o del terreno, lo cual será indicado por el supervisor.

Una vez realizada la escarificación, todas las partículas mayores de 75 milímetros existentes en el material suelto debe ser tamizado y retirado o triturado y reincorporado. De existir zonas de inestabilidad en la sección de la carretera, producidos por materiales inestables, deben estabilizarse.

Previo a la compactación, el material escarificado se debe humedecer, mezclar, conformar, y afinar, de tal modo que se proporcione el bombeo necesario para permitir el adecuado drenaje transversal, pero sin llegar a pendientes extremas que comprometan la comodidad y seguridad de los usuarios de la vía.

Durante el proceso de compactación se utilizará el equipo adecuado hasta obtener una densidad del 95 por ciento, obtenida mediante el ensayo proctor modificado. Se debe controlar el contenido de humedad adecuado del material, por medio de ensayos de laboratorio y campo, secando el material y determinando la humedad por peso constante o por el método del carburo de calcio, para obtener la compactación especificada.

La capa debe ser nivelada con equipo apropiado para asegurar una compactación uniforme y no se aprobará la compactación, hasta que se llenen los requisitos correspondientes especificados. Ésta debe comenzar en los bordes, avanzando hacia el centro de la carretera y debe continuar hasta que toda la capa quede compactada en todo su ancho y espesor, con la densidad señalada anteriormente.

Cuando por razones imputables al contratista, se presenten deformaciones indebidas en la superficie de rodadura, ésta se debe reparar de manera satisfactoria de acuerdo con el criterio del supervisor por cuenta del contratista. La subrasante no se debe dejar sin cubrir, en una longitud mayor de 2 kilómetros.

Las labores involucradas en la ejecución de esta actividad se deben hacer sin causar daño a los muros de los cabezales de entrada y de salida ni a

la tubería de la alcantarilla o cualquier elemento presente y de carácter necesario para el adecuado funcionamiento de la estructura.

La compactación se comprobará en el campo cada 400 metros cuadrados y en forma alterna a lo ancho de la sección. Se pueden utilizar otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos.

#### **3.5.1.5. Conformación de caminos de arena**

El trabajo consiste en escarificar, homogenizar, humedecer, conformar, compactar y afinar la superficie de rodadura, hombros y cunetas de carreteras de arena, para mantener el perfil de las mismas en condiciones adecuadas de transitabilidad y la limpieza, además, el retiro de material sobrante de las cunetas que puedan obstaculizar el corrimiento de las aguas.

En los procedimientos de ejecución inicialmente consiste en colocar dispositivos de seguridad transitorios y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito.

La conformación de la superficie de la carretera de arena debe realizarse con maquinaria o equipo apropiado, en un mínimo de 15 centímetros. La conformación de la superficie de rodadura debe acomodarse a las dimensiones de la sección existente de la carretera, alineamiento y pendientes. La superficie terminada estará libre de baches, erosiones, y otras irregularidades. La superficie será pareja, con un bombeo entre 3 y 4 por ciento (en casos especiales hasta 5 por ciento), con partículas no mayores a 75 milímetros. El agua debe fluir libremente hacia zonas que no afecten la estructura de la carretera.

Se debe escarificar, mezclar, homogenizar, regar con agua para alcanzar la humedad óptima, y para obtener el bombeo especificado en el párrafo anterior, afinar y compactar hasta obtener una densidad mínima del 90 por ciento.

#### **3.5.1.6. Reposición de capa de arena**

Consiste en el suministro, transporte y colocación del material de préstamo con la humedad requerida; conformación y compactación, de acuerdo con el espesor que se indique en los planos y lo descrito en las especificaciones generales y en las disposiciones especiales.

El trabajo incluye la limpieza del banco de préstamo, obtención, explotación, acarreo, escarificación de la superficie donde se colocará, colocación, homogenización o mezcla, conformación, humedecimiento, compactación y afinamiento de la superficie de rodadura, incluyendo cunetas de acuerdo a la sección típica definida.

El material de arena se colocará en todos aquellos tramos donde se haya perdido la capa de revestimiento con que fue construido originalmente, o en aquellos tramos que a criterio del Supervisor se encuentran en estado crítico con espesores deficientes, y/o representen problemas para la adecuada transitabilidad.

El material sobrante se debe retirar para evitar que obstruyan las cunetas y demás obras de drenaje menor.

Los procedimientos de ejecución inician con colocar dispositivos de seguridad transitorios y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta

obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito. La conformación de la superficie de rodadura, se ejecutará acomodándose a las dimensiones de la sección existente de la carretera y respetando los lineamientos y pendientes existentes, salvo en el caso que el supervisor ordene al contrario.

Se debe escarificar, mezclar, y regar con agua para alcanzar humedad óptima y obtener el bombeo especificado en la sección típica aprobada. En algunos casos el supervisor podrá indicar modificaciones en el bombeo, si ello fuera conveniente por las condiciones del proyecto.

La escarificación se hará hasta 15 centímetros, cuando el espesor de balasto existente sea de ese espesor o mayor. Cuando el espesor de balasto sea menor que quince 15 centímetros, la profundidad de la escarificación debe limitarse al espesor de la capa remanente del material mencionado, con el objetivo de evitar la contaminación de dicho material con suelos de menor calidad presentes en la subrasante.

Debe tenerse en cuenta que la escarificación no se hará en los tramos donde se considere inconveniente o no sea factible por las condiciones de la superficie de rodadura o del terreno, lo cual será indicado por el supervisor.

Una vez realizada la escarificación, todas las partículas mayores de 75 milímetros existentes en el material suelto debe ser tamizado y retirado o triturado y reincorporado. De existir zonas de inestabilidad en la sección de la carretera, producidos por materiales inestables, deben estabilizarse.

Previo a la compactación, el material escarificado se debe humedecer, mezclar, conformar, y afinar, de tal modo que se proporcione el bombeo



necesario para permitir el adecuado drenaje transversal, pero sin llegar a pendientes extremas que comprometan la comodidad y seguridad de los usuarios de la vía. Los rangos recomendados deben variar entre tres y seis por ciento (3 - 4 por ciento y en casos especiales 5 por ciento).

Durante el proceso de compactación se utilizará el equipo adecuado hasta obtener una densidad del 95 por ciento, obtenida mediante el ensayo proctor modificado. Se debe controlar el contenido de humedad adecuado del material, por medio de ensayos de laboratorio y campo, secando el material y determinando la humedad por peso constante o por el método del carburo de calcio, para obtener la compactación especificada.

La capa debe ser nivelada con equipo apropiado para asegurar una compactación uniforme y no se aprobará la compactación, hasta que se llenen los requisitos correspondientes especificados. Ésta debe comenzar en los bordes, avanzando hacia el centro de la carretera y debe continuar hasta que toda la capa quede compactada en todo su ancho y espesor, con la densidad señalada anteriormente.

Durante el proceso y hasta completar la superficie de rodadura, se debe mantener la superficie de la carretera libre de estancamiento de agua. Cuando por razones imputables al contratista, se presenten deformaciones indebidas en la superficie de rodadura, ésta se debe reparar de manera satisfactoria de acuerdo con el criterio del supervisor por cuenta del contratista. La subrasante no se debe dejar sin cubrir, en una longitud mayor de 2 kilómetros.

Las labores involucradas en la ejecución de esta actividad se deben hacer sin causar daño a los muros de los cabezales de entrada y de salida ni a

la tubería de la alcantarilla o cualquier elemento presente y de carácter necesario para el adecuado funcionamiento de la estructura.

La compactación se comprobará en el campo cada 400 metros cuadrados y en forma alterna a lo ancho de la sección. Con la aprobación escrita del Delegado Residente, se pueden utilizar otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos.

### **3.5.2. Bacheo menor**

Este trabajo consistirá en el llenado de las cavidades de la superficie de rodadura, de forma cóncava, cuyos diámetros promedio sean menores de 1 metro y que se encuentren aisladas.

En los procedimientos de ejecución inicialmente se deben de colocar dispositivos de seguridad transitorios y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito.

Una vez que se haya identificado el bache, se procede a retirar el material inestable, hasta encontrar la capa de subrasante, para proceder a humedecer toda el área, rellenar con material seleccionado y aprobado por el supervisor, y compactado de manera manual o mecánica.

### **3.5.3. Estabilización de suelos**

La estabilización de suelo es el proceso donde se someten a los suelos naturales a cierta manipulación o tratamiento a modo que se pueda aprovechar

sus mejores cualidades obteniéndose un firme estable, capaz de soportar los efectos de tránsito y las condiciones de clima más severas.

#### **3.5.3.1. Estabilización con cal o mezclas de cal y cemento**

Este trabajo consiste en la estabilización de la subrasante o de la capa de superficie de rodadura, incorporando cal ó mezclas de cal y cemento, a la capa que se debe tratar. Comprende los trabajos necesarios para la conformación de la capa señalada, y los de escarificación, aplicación de la cal, mezclado y pulverización, compactación, conformación, afinado y curado como se especifica en esta sección. Si hubiere necesidad de utilizar materiales externos para una nueva capa superficial de rodadura, se agregarán a los trabajos de obtención, extracción de canteras y bancos, el procesamiento del material, su transporte, almacenamiento y tendido en la capa que se debe tratar.

El espesor mínimo de la subrasante o de la capa de superficie de rodadura que se debe tratar, debe ser de 20 centímetros.

En los procedimientos de ejecución inicialmente se debe colocar dispositivos de seguridad transitorios y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito.

La conformación de la superficie de rodadura o de la subrasante se ejecutará acomodándose a las dimensiones de la sección existente en la carretera respetando los lineamientos y pendientes existentes de rodadura, las nuevas secciones transversales indicadas en los planos o disposiciones especiales.

Para todos los trabajos, debe efectuarse un tramo de prueba, para verificar las dosificaciones propuestas, el desempeño de las máquinas y el procedimiento propuesto. La estabilización con cal o cal con otros estabilizadores, se aplica a materiales granulares para superficie de rodadura (grava sucia, grava arcillosa, grava areno arcillosa) utilizando preferentemente la mezcla en carretera y alternativamente la mezcla en planta, cuando así lo apruebe el supervisor. También se usa para estabilizar suelos finos de sub-rasantes.

### **3.5.3.2. Estabilizadores orgánicos**

Este trabajo consiste en la estabilización de los caminos de terracería que contengan como mínimo un índice de plasticidad mínimo de 6 por ciento utilizando productos orgánicos (enzimas), las cuales serán diluidas en una concentración definida dentro del agua con la que se le da la humedad óptima al material existente en el tramo, con el propósito de compactar hasta obtener una densidad mínima de 95 por ciento respecto a la densidad máxima. Se sugiere T-180 (modificado) por el tipo de maquinaria a utilizar. El ensayo T-180 es utilizado para determinar en los porcentajes de humedad en el material utilizado como estabilizador orgánico.

En los procedimientos de ejecución inicialmente se debe de colocar dispositivos de seguridad transitorios y verificar que todo el personal disponga de la vestimenta obligatoria y en buen estado, y asegurar el control adecuado del tránsito. Los procedimientos para este tipo de estabilización de se dividen de la siguiente manera:

- Limitaciones del clima: las operaciones de estabilización no deben hacerse cuando esté lloviendo o cuando las condiciones atmosféricas no permitan llevar a cabo correctamente el mezclado apropiado. El material

producto de la estabilización que sea dañado por precipitaciones pluviales, debe ser reprocesado o reparado.

- **Dosificación:** al comenzar las operaciones, el ligante debe ser aplicado al material escarificado y homogenizado, 2 por ciento de cemento asfáltico en peso, referido a la densidad del material de rodadura existente. El material debe ser homogenizado hasta que el 100 por ciento pase el tamiz de 3 pulgadas. El área que se debe escarificar en la superficie de rodadura debe ser tal que equivalga al volumen máximo del camión regador de agua con emulsión asfáltica. La velocidad del camión debe ser calibrada, para que garantice un riego continuo y uniforme de la emulsión asfáltica a lo largo y ancho de la superficie escarificada.
- **Compactado y terminado:** después de efectuado el proceso de estabilización, no se debe permitir el tránsito sobre la mezcla, hasta que se inicie el proceso de rompimiento (separación de agua del asfalto). La compactación inicial debe realizarse con una o más pasadas del rodo vibratorio y continuar hasta que no se observe ningún desplazamiento.
- **El rodaje final** para eliminar las marcas del compactador y para ayudar a obtener la densidad final requerida, debe hacerse con rodos, ya sea vibratorio o rodos neumáticos adecuados. El uso de rodos vibratorios que debe estar en amplitudes bajas para evitar un agrietamiento transversal. El material estabilizado, debe ser compactado a un mínimo del 95 por ciento de la densidad del espécimen compactado en el laboratorio. La frecuencia de la prueba de densidad debe ser de una por cada 600 metros cuadrados.

El delegado residente debe realizar una prueba para los cálculos del porcentaje relativo de compactación en cada densidad de campo tomada. Si así lo autoriza el supervisor, la compactación de campo puede ser controlada por el uso de un patrón de compactación uniforme. El contratista debe demostrar que este patrón de compactación proveniente de un tramo de prueba de al menos 500 metros, logrará una compactación máxima relativa del 95 por ciento de la densidad del espécimen compactado en el laboratorio.

El rodaje debe realizarse de tal forma que el comienzo y el final se hagan sobre material estabilizado previamente compactado o sobre la superficie existente. Cualquier tipo de rodaje que dé como resultado agrietamientos, movimientos o cualquier otro tipo de daños o fallas en la superficie trabajada, debe ser suspendido hasta que se resuelva el problema.

#### **3.5.4. Colocación de cunetas**

Este procedimiento consiste en la conformación de cunetas sin revestimientos, y demás drenajes complementarios, tales como contra cunetas y canales, en carreteras pavimentadas y no pavimentadas.

La maquinaria utilizada para la conformación de cunetas sin revestir será principalmente la motoniveladora, con un cargador o retroexcavadora y los camiones de volteo necesarios para transportar y eliminar los desechos.

La conformación de las cunetas consistirá en la remoción y extracción de todo tipo de materiales y vegetación, que obstruyan, parcial o totalmente, la escorrentía, de modo que se restablezcan las secciones transversales de la cuneta según los planos originales o las indicaciones del supervisor.

Los sitios de trabajo deberán quedar totalmente limpios, de tal manera que los desechos de la reconformación se deberán acarrear y depositar en sitios autorizados por el supervisor.

### **3.5.5. Desmembración de melaza**

Este procedimiento consiste en extraer toda materia o la remoción del producto de esta operación y en general, de todo elemento que se encuentre en el área comprendida dentro de los límites del derecho de vía legal del proyecto, salvo en casos que se especifiquen límites diferentes en una de las cláusulas.

Este procedimiento puede hacerse manualmente dependiendo de la magnitud que tenga el camino, la remoción de estos elementos suelen hacerse al momento de realizar el movimiento de tierras para darle la estabilización que necesita el camino para ser transitado.





## **4. RESULTADOS ESPERADOS**

### **4.1. Reducción de riesgos**

Con la correcta aplicación de la metodología propuesta se evitara o minimizara significativamente los riesgos viales, peatonales, sociales y ambientales que involucren un mal estado de una carretera o camino rural, ya que al obtener un infraestructura resistente al momento de construir y darle el mantenimiento tanto preventivo, rutinario y corregir toda falla que se pueda presentar ayudara a mantener el bienestar de las personas que son beneficiadas con este tipo de obras.

#### **4.1.1. Viales**

Por medio de las disposiciones definidas en este manual, se desea obtener los elementos que ayudan a reducir los riesgos viales derivados de las labores de mantenimiento vial, para salvaguardar la infraestructura, a los trabajadores y a los usuarios de las vías por medio de las especificaciones técnicas generales y disposiciones especiales que deberán ser consultadas para regir dichas actividades.

##### **4.1.1.1. En carreteras de pavimento asfáltico y concreto**

Con esta propuesta de mantenimiento, restauración o implementación de un nuevo proyecto de carreteras de pavimento se minimiza no solo accidentes si no el daño que se le pueda provocar a los vehículos dañando la economía de

los usuarios por un mal estado de la carretera ya que se manejan vehículos de transporte pesado y existe una fluidez vehicular bastante alta y así evitar los congestionamientos que se generan por cierres temporales y desvíos de corta duración.

#### **4.1.1.2. En caminos rurales**

Con la propuesta de mantenimiento de este tipo de carreteras se desea minimizar la desintegración de la misma debido a que por el tipo de material utilizado (balasto, tierra y arena) por su uso puede irse deteriorando si no se aplican mantenimiento a cada cierto tiempo, es decir realizar un mantenimiento preventivo.

Tomando en cuenta que este tipo de caminos no tienen una fluidez vehicular alta pero su constante uso puede ir deteriorando dando problemas de obstrucción de paso el tiempo y si no se le da el mantenimiento adecuado puede quedar inhabilitada.

#### **4.1.2. Peatonales**

Por medio de las disposiciones definidas en este manual, se desea obtener los elementos que ayudan a reducir los riesgos peatonales derivados de las labores de mantenimiento vial, para salvaguardar la infraestructura, a los trabajadores y a los usuarios de las vías.

#### **4.1.2.1. En carreteras de pavimento asfáltico y concreto**

Debido a la gran influencia de personas y vehículos que tienen este tipo de carreteras con la correcta aplicación la metodología de mantenimiento fijados en esta guía desde un bacheo menor o hasta la restauración de la carpeta de rodadura mejoraría las vías de acceso que los peatones puedan tener al momento de utilizar este tipo de obras.

#### **4.1.2.2. En caminos rurales**

Este tipo de carreteras son regularmente utilizadas por los peatones sin tener una gran fluidez vehicular, con la correcta aplicación de la metodología descrita en esta guía se desea minimizar todo daño que pueda sufrir el camino que pueda evitar ser transitable y evitar derrumbes o deslaves que puedan provocar daños a las personas que son beneficiadas por este tipo de obra.

#### **4.1.3. Sociales**

Por medio de las disposiciones definidas en este manual, se desea obtener los elementos que ayudan a reducir los riesgos que se puedan tener en la sociedad beneficiada por este tipo de estructura que se derivan de las labores de mantenimiento vial, para salvaguardar el bienestar de los usuarios ya que el tráfico vehicular que se da por un mal estado de la carretera afecta en las labores diarias de las personas.

#### **4.1.3.1. En carreteras de pavimento asfáltico y concreto**

La metodología de mantenimiento de carreteras implementada en esta guía tiene como fin evitar toda efecto social que se pueda generar en la población que en sí basa en minimizar toda molestia del tráfico vehicular.

Se toma en cuenta por lo que en este tipo de carreteras existe una gran afluencia de vehículos, entonces cualquier desperfecto o daño que se provoque en el pavimento, según la metodología implementada, debe ser atendida inmediatamente para evitar este tipo de molestias.

#### **4.1.3.2. En caminos rurales**

En este tipo de carreteras se tiene la ventaja que no son muy transitadas por vehículos, pero siempre se desea minimizar daños que se puedan provocar en este tipo de caminos, porque el hecho de tener inhabilitadas las carreteras evita tener acceso de comunicación entre las comunidades que frecuentemente utilizan este tipo de obra.

#### **4.1.4. Ambientales**

Por medio de las disposiciones definidas en este manual, se desea obtener los elementos ambientales que ayudan a reducir los riesgos derivados de las labores de mantenimiento vial, para salvaguardar la infraestructura, a los trabajadores y a los usuarios de las vías por medio de los ministerios de ambiente y las respectivas unidades ambientales sectoriales, legislaciones particulares que deberán ser consultadas para regir dichas actividades.

#### **4.1.4.1. Minimización de riesgos ambientales**

Todos los procedimientos aplicados en esta guía tienen contemplado evitar toda contaminación ambiental que se puede generar por medio de los materiales o toda actividad que se realice en la construcción o al realizar un mantenimiento.

##### **4.1.4.1.1. Agua**

Con la implementación de la metodología se desea reducir la contaminación de sedimentos evitando arrojar suelos o material de relleno en los ríos o drenajes durante la construcción de carreteras, con la protección de taludes y áreas de arborización.

##### **4.1.4.1.2. Residuos**

La metodología desarrollada desea reducir los efectos en el ambiente con un buen manejo de los residuos tanto como sólidos, líquidos que dejan los materiales utilizados en la implementación de estos tipos de mantenimiento.

##### **4.1.4.1.3. Rótulos**

Con la remoción de rótulos o vallas publicitarias no solo se desea evitar la contaminación de los materiales utilizados si no evita cualquier accidentes que pueden provocar la obstrucción de estos elementos, así como también evita la contaminación visual y el deterioro del paisaje

#### **4.1.4.1.4. Aire**

Con la implementación de estos procedimientos se desea reducir la contaminación atmosférica por partículas en dispersión evitando altas velocidades en los vehículos que transportan el material, cubrir los materiales al momento de ser transportados y evitar mantener los motores de la maquinaria y el equipo pesado encendidos en los períodos de descanso, evitando con este proceder daños a la salud de los trabajadores y recalentamiento y daño en la maquinaria, que repercute en un mejoramiento de deducción de recursos.

#### **4.1.4.1.5. Desechos**

Con todo procedimiento que se implantó en la guía se desea reducir la generación de desechos dando el mantenimiento adecuado de las unidades y recoger los desperdicios sanitarios, hospitalarios y peligrosos que se generen en los proyectos, con el fin de mantener un ambiente sano debido que algunos de los desechos que se pueden generar afectan la salud a tal grado que se pueda generar muerte si no se tiene una disposición correcta de estos desechos.

#### **4.1.4.1.6. Basureros clandestinos**

Con la implementación de estos procedimientos se desea evitar que en la ubicación de la obra o en sus alrededores se den este tipo de basureros que se generan debido a todos los desechos y residuos que generan los materiales utilizados ya que no solo afectan el ambiente si no el bienestar de las personas o usuarios de la carretera.

## **4.2. Síntesis**

De conformidad al manual de procedimientos y siguiendo los pasos en su orden de presentación, se logran los mejores resultados en la conservación de las carreteras, repercutiendo en reducción de recursos financieros, humanos, físicos y materiales y por ende una mayor vida útil de los proyectos.





## CONCLUSIONES

1. El mantenimiento preventivo y rutinario deben realizarse permanentemente para conservar la vida útil de las carreteras.
2. La rehabilitación en carreteras debe realizarla al momento que se vean deformaciones y fallas para que no sea más grande el trabajo y antes de que cause accidentes o pérdidas de vida.
3. La semaforización es de vital importancia en zonas metropolitanas, para favorecer el paso vehicular y peatonal, así como disminuir el congestionamiento.
4. La observancia es la aplicación de impacto ambiental en la construcción y conservación de carreteras, a la hora que estas estén limpias y libres de desechos.
5. Por falta de una planificación adecuada en la red vial del país, estos se encuentran en mal estado en un porcentaje alto.
6. La interferencia del tipo político en la asignación de recursos para la construcción de carreteras, hace que estas estén deterioradas.
7. La semaforización adecuada en la carretera y su debida deservancia por usuarios cuida en un alto porcentaje, accidente de tránsito y pérdida de vidas humanas.



## RECOMENDACIONES

1. Implementar un sistema que se encargue de llevar a cabo el control y seguimiento, para el cumplimiento de normas nacionales e internacionales, especificaciones generales técnicas y disposiciones especiales como: leyes y reglamentos impuestos por las autoridades, para la construcción y conservación de carreteras y efectuar los mantenimientos preventivos y no correctivos.
2. Implementar instrumentos o guías de apoyo que contengan la forma adecuada de realizar los diferentes tipos de mantenimiento que se presentan en los proyectos de carreteras, divulgarlos y normarlos en las zonas viales y distritos.
3. Que la DGC jerarquice con las zonas viales departamentales y distritos la conservación de carreteras para prestarles el debido mantenimiento.
4. La priorización de la conservación de las carreteras no debe ser interrumpido por interfrecuencias de tipo político.
5. Realizar a través de la DGC, inventarios anuales de las carreteras asfaltadas, de concreto, balastradas y caminos rurales para determinar la situación actual (diagnóstico) en malo, muy malo, regular, buena y muy buena y darles en ese orden el mantenimiento requerido.

6. Asignar los presupuestos correspondientes y conforme a las necesidades, para realizar mantenimiento preventivo en todas las carreteras.

## BIBLIOGRAFÍA

1. *Dirección General de Caminos* [en línea].  
<<http://www.caminos.gob.gt/>>. [Consulta: 25 de junio de 2013].
2. KRAEMER, Carlos; PARDILLO, José María; ROMANA, Manuel.  
*Ingeniería de carreteras*. México: McGraw-Hill, 2009. 106 p. vol. 1
3. \_\_\_\_\_.  
*Ingeniería de carreteras*. México: McGraw-Hill, 2009. 106 p. vol. 2
4. Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. [en línea].  
<<http://www.civ.gob.gt/>>. [Consulta: 28 de julio de 2013].
5. MERRIT, Frederick. *Manual del ingeniero civil*. Estados Unidos: McGraw-Hill, 2005. 99 p. tomo I.
6. \_\_\_\_\_. *Manual del ingeniero civil*. Estados Unidos: McGraw-Hill, 2005. 99 p. tomo II.
7. VILLALAZ, Crespo. *Vías de comunicación: camino, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos*. Perú: Noriega Editores, 2000. 84 p.

