



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

**PROPUESTA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA  
EL MANTENIMIENTO DE LA OBRA VIAL DE CENTRA NORTE, GUATEMALA**

**Alan Bryan Tercero Contreras**  
Asesorado por el Ing. Marco Antonio García Díaz

Guatemala, mayo de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA  
EL MANTENIMIENTO DE LA OBRA VIAL DE CENTRA NORTE, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ALAN BRYAN TERCERO CONTRERAS**  
ASESORADO POR EL ING. MARCO ANTONIO GARCÍA DÍAZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, MAYO DE 2014

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	Ing. 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**

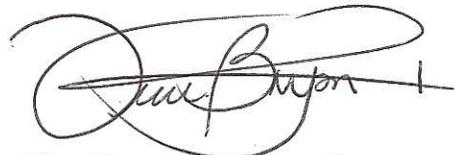
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero
EXAMINADOR	Ing. Marco Antonio García Díaz
EXAMINADOR	Ing. Armando Fuentes Roca
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## 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:

### PROPUESTA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL MANTENIMIENTO DE LA OBRA VIAL DE CENTRA NORTE, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha agosto 2013.



**Alan Bryan Tercero Contreras**



Guatemala, 2 de abril del 2014

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

Señor Director:

Tengo el agrado de informarle que he revisado el trabajo de graduación titulado **PROPUESTA DE ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL MANTENIMIENTO DE LA OBRA VIAL DE CENTRA NORTE, GUATEMALA**, realizado por el estudiante universitario **Alan Bryan Tercero Contreras**, quien contó con la asesoría del suscrito.

Considero que el trabajo realizado por el estudiante **Tercero Contreras** cumple con los objetivos para los que fue planteado, por lo que recomiendo su aprobación.

Agradezco a usted la atención que se sirva prestar a la presente.

Atentamente,



Marco Antonio García Díaz  
Ingeniero Civil, Colegiado No. 6899  
Asesor

*Marco Antonio García Díaz*  
Ingeniero Civil  
Colegiado No 6899

*Mas de 134 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



Guatemala,  
2 abril de 2014

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 PROPUESTA DE ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL MANTENIMIENTO DE LA OBRA VIAL DE CENTRA NORTE, GUATEMALA , desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Alan Bryan Tercero Contreras, quien contó con la asesoría del Ing. Marco Antonio García Díaz.

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 ENSEÑAR A TODOS

Lic. Manuel María Guillén Salazar  
Jefe del Departamento de Planeamiento

**Manuel María Guillén Salazar**  
ECONOMISTA  
Colegiado No. 4758

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





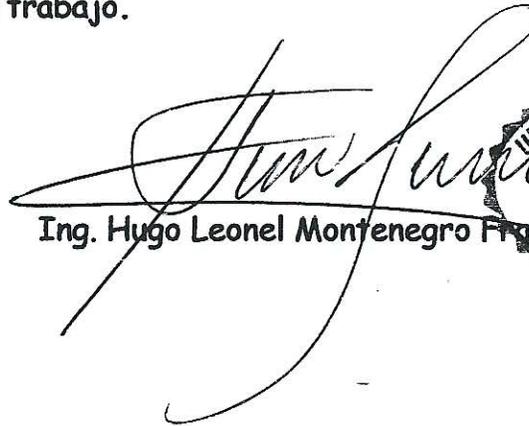
**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
 Universidad de San Carlos de Guatemala

<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. Marco Antonio García Díaz y del Jefe del Departamento de Planeamiento, Lic. Manuel María Guillen Salazar al trabajo de graduación del estudiante Alan Bryan Tercero Contreras, titulado **PROPUESTA DE ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL MANTENIMIENTO DE LA OBRA VIAL DE CENTRA NORTE, GUATEMALA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
 Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, mayo 2014.

/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: **PROPUESTA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL MANTENIMIENTO DE LA OBRA VIAL DE CENTRA NORTE, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Alan Bryan Tercero Contreras** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, mayo de 2014



## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Mis padres**

Obdulio Alberto Tercero y Marta Florinda Contreras Alemán, quienes siempre me han apoyado para poder llegar a esta instancia de mis estudios, estando presentes en los momentos más difíciles brindándome su amor incondicional y compartiéndome su espíritu de perseverancia para lograr todas las metas que me proponga.

### **Mis hermanos**

Obdulio Alejandro, Daniel Emilio y Rocio Margarita Tercero Contreras, que mi triunfo obtenido sea también de ustedes.

### **Mis abuelos (q.e.p.d.)**

Eulalio Contreras Blanco, María Olimpia Alemán del Cid y Margarita Tercero, por todos los recuerdos lindos que me han dejado y que en mis sueños siempre perduran.

### **Mis tíos**

David Esteban, Isaías Tercero (q.e.p.d.), Víctor Tercero (q.e.p.d.), Juan Estevez, Francisco Contreras, Baldomero Contreras, William Contreras, Walter Contreras, Amanda Tercero, Abigail Tercero, Eva Esteban, Noemí Contreras,

Violeta Contreras, Gilman Contreras y Flor Contreras, por el cariño que se merecen como ejemplo que han sido para mi vida.

**Mis primos**

Por compartir conmigo momentos significativos y por sus muestras de cariño.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Dios**

Por ser mi guía y compañero del buen camino, por darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, por permitirme estudiar y darme sabiduría para alcanzar este triunfo y más importante, por darme vida y ser el amigo fiel, gracias padre nuestro, gracias señor Jesús.

### **Virgen María**

Madre de Dios, llena de gracia y fiel intercesora que me bendijo con salud, paz y sabiduría en mi vida académica.

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

Por brindarme la oportunidad de formarme como profesional en la carrera de Ingeniería Civil en tan gloriosa casa de estudios, orientándome para mi crecimiento personal y profesional.

### **Mi familia**

Por estar a mi lado en todos los momentos de mi vida y apoyarme incondicionalmente.

### **Mi asesor**

Ingeniero Marco Antonio García Díaz, por sus sabios consejos, la confianza y guía, compartiendo su sabiduría y tiempo para poder realizar mi trabajo de graduación.

**Mis amigos**

Jorge Gálvez, Flor Rodríguez, Marco Maldonado, Jovito Sipaque, Marvin Vargaz, Javier Marroquín, Abraham Ramírez, Sergio Samayoa, Denis Rodríguez, Beissy Pérez, Cristina González, Oscar Osoy, Bryan Castañon y Azucena Valdez con todo mi aprecio y amistad y por los momentos inolvidables.

**Mis amigos de  
PILOTECMAR**

Ingeniero Ronald Álvarez, Ingeniero Juan Carlos Benavente, Amilkar Alvarez y Alex Chávez, por brindarme la oportunidad de formar parte en el equipo de trabajo del Proyecto Vialidad de Centra Norte, una experiencia valorable e inolvidable en el aspecto profesional como personal.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XIII
GLOSARIO.....	XV
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS .....	XXIII
INTRODUCCIÓN.....	XXV
1. GENERALIDADES DE CENTRA NORTE .....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Descripción.....	1
1.3. Ubicación y localización.....	3
1.4. Obra vial de Centra Norte .....	3
1.4.1. Ampliación del puente Rodriguitos.....	5
1.4.2. Estructura del paso superior y puente aproche .....	6
1.4.3. Muro mesa del puente aproche.....	7
1.4.4. Rampa de salida del paso superior .....	7
1.4.5. Estructura del paso inferior eje C-6 .....	8
1.4.6. Estructura del paso inferior eje sótano .....	9
1.4.7. Muros de contención anclajes activos y pasivos .....	9
1.4.8. Sistema de drenajes en obra vial .....	10
1.4.9. Ejes obra vial Centra Norte .....	10
1.4.10. Otros.....	11

2.	ASPECTOS CONCEPTUALES DE MANTENIMIENTO VIAL .....	13
2.1.	Definiciones de mantenimiento vial .....	13
2.1.1.	Mantenimiento rutinario .....	13
2.1.2.	Mantenimiento periódico.....	14
2.2.	Hacia una cultura preventiva para el mantenimiento vial.....	14
2.3.	Las características físicas a mantener en caminos .....	16
2.3.1.	Capacidad de soporte .....	16
2.3.2.	Regularidad superficial .....	16
2.4.	Actividades generales para el mantenimiento rutinario.....	16
2.4.1.	Los elementos de la vía que requieren de atención y mantenimiento rutinario .....	17
2.4.1.1.	La plataforma.....	17
2.4.1.2.	Las obras de drenaje .....	18
2.4.1.2.1.	El bombeo .....	19
2.4.1.2.2.	Las cunetas .....	19
2.4.1.2.3.	Las zanjas de coronación.....	20
2.4.1.2.4.	Las alcantarillas.....	20
2.4.1.2.5.	Canales .....	21
2.4.1.2.6.	Otras obras de drenaje superficial .....	21
2.4.1.2.7.	Los filtros .....	22
2.4.1.3.	El derecho de vía.....	22
2.4.1.4.	Las obras de arte.....	23
2.4.1.4.1.	Los puentes .....	23
2.4.1.4.2.	Los pontones.....	24
2.4.1.4.3.	Los muros.....	25
2.4.1.5.	La señalización y elementos de seguridad vial .....	26

2.4.2.	Los aspectos socioambientales que requieren atención durante el mantenimiento rutinario.....	27
2.4.3.	Aspectos operativos que requieren de atención durante el mantenimiento rutinario.....	27
2.4.4.	El cuidado y la vigilancia de la vía.....	28
3.	RESUMEN DE ESPECIFICACIONES Y TÉCNICAS APLICADAS EN OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE CARRETERAS DE CONCRETO ASFÁLTICO .....	29
3.1.	Calzada .....	29
3.1.1.	Calzadas asfaltadas.....	29
3.2.	Operaciones de mantenimiento de las calzadas asfaltadas.....	30
3.2.1.	Humedad y bases granulares .....	31
3.2.2.	Mezclas de bacheo .....	33
3.2.3.	Capas de imprimación y de liga .....	34
3.2.4.	Colocación de las mezclas de bacheo .....	35
3.2.5.	Compactación de las mezclas de bacheo .....	36
3.2.6.	Agrietamiento.....	37
3.2.6.1.	Agrietamiento en forma de piel de lagarto o cocodrilo .....	38
3.2.6.1.1.	Bacheo profundo (reparación permanente) .....	39
3.2.6.1.2.	Bacheo superficial (reparación provisional) .....	42
3.2.6.1.3.	Baches de sello con agregado (reparación provisional) .....	44

	3.2.6.1.4.	Parches con sello con lechada (reparación provisional) .....	46
	3.2.6.2.	Grietas de reflexión.....	46
	3.2.6.3.	Grietas de encogimiento .....	49
	3.2.6.4.	Desintegración.....	51
	3.2.6.4.1.	Baches .....	51
4.		RESUMEN DE ESPECIFICACIONES Y TÉCNICAS APLICADAS EN OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE CARRETERAS DE CONCRETO HIDRÁULICO .....	55
4.1.		Calzadas de concreto hidráulico .....	55
4.2.		Operaciones de mantenimiento de los pavimentos de concreto hidráulico .....	55
	4.2.1.	El asfalto en el mantenimiento de pavimentos de concreto hidráulico .....	56
	4.2.2.	Sellado de juntas y grietas.....	57
	4.2.3.	Inyecciones de asfalto .....	59
	4.2.4.	Carpetas de recubrimiento .....	60
	4.2.5.	Juntas y grietas .....	60
	4.2.5.1.	Resellado de las juntas.....	62
	4.2.5.2.	Exceso de sello en la junta .....	64
	4.2.5.3.	Sellado de grietas .....	65
	4.2.6.	Desintegración .....	65
	4.2.6.1.	Quebrantamiento.....	65
	4.2.7.	Escamaduras .....	67
	4.2.8.	Espalación o astilladura.....	69

4.3.	El concreto hidráulico en operaciones de mantenimiento de los pavimentos del mismo material .....	70
4.3.1.	Métodos de mantenimiento .....	71
4.3.2.	Forma y tamaño de los agujeros para efectuar el bacheo .....	71
4.3.3.	Demolición del pavimento .....	73
4.3.4.	Preparación de la subrasante .....	74
4.3.5.	Colocación del material del bache .....	74
5.	DESCRIPCIÓN DE DISPOSITIVOS TEMPORALES PARA SEGURIDAD DE USUARIOS, TRABAJADORES Y OBRAS, EN ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN EN CARRETERAS.....	77
5.1.	Generalidades .....	77
5.2.	Responsabilidad .....	78
5.3.	Señales viales .....	79
5.4.	Dispositivos de canalización .....	80
5.4.1.	Generalidades.....	80
5.4.2.	Clasificación.....	80
5.4.2.1.	Barricadas .....	80
5.4.2.2.	Conos.....	81
5.4.2.3.	Tambores .....	82
5.4.2.4.	Sacos de arena .....	82
5.4.2.5.	Delineadores .....	83
5.4.2.6.	Marcas .....	84
5.4.2.7.	Barrera tipo New Jersey .....	84
5.5.	Iluminación .....	85
5.6.	Dispositivos para señalamiento manual.....	85
5.7.	Señalización temporal y señales de prevención .....	87

5.8.	Señalización temporal y señales de reglamento.....	88
5.9.	Señalización temporal y señales de información .....	89
5.10.	Señalización temporal y señales transitorias .....	90
6.	PROPUESTA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL MANTENIMIENTO DE LA OBRA VIAL DE CENTRA NORTE .....	91
6.1.	Operaciones de uso y mantenimiento .....	91
6.1.1.	Ampliación del puente Rodriguito .....	91
6.1.1.1.	Inspección .....	91
6.1.1.2.	Actividades rutinarias.....	92
6.1.1.3.	Actividades periódicas .....	93
6.1.1.3.1.	Grietas en pista.....	93
6.1.1.3.2.	Resanes de elementos auxiliares ...	94
6.1.1.3.3.	Protección de taludes .....	94
6.1.2.	Estructura del paso superior y puente aproche.....	94
6.1.2.1.	Inspección .....	95
6.1.2.2.	Actividades rutinarias.....	96
6.1.2.3.	Actividades periódicas .....	96
6.1.2.3.1.	Grietas en pista.....	97
6.1.2.3.2.	Corrosión en acero .....	97
6.1.2.3.3.	Impermeabilización en concreto.....	98
6.1.2.3.4.	Resanes de elementos auxiliares ...	98
6.1.3.	Muro mesa del puente aproche .....	99
6.1.3.1.	Inspección .....	100
6.1.3.2.	Actividades rutinarias.....	100

6.1.3.3.	Actividades periódicas.....	100
6.1.3.3.1.	Tratamiento de muro de contención.....	101
6.1.3.3.2.	Datos técnicos de la mampostería .....	101
6.1.3.3.3.	Limpieza de elementos de drenaje.....	101
6.1.3.3.4.	Grietas en pavimiento asfáltico ...	102
6.1.3.3.5.	Resanes en elementos auxiliares ..	102
6.1.4.	Rampa de salida del paso superior .....	103
6.1.4.1.	Inspección.....	103
6.1.4.2.	Actividades rutinarias .....	104
6.1.4.3.	Actividades periódicas.....	104
6.1.4.3.1.	Tratamiento de muro de contención .....	104
6.1.4.3.2.	Datos técnicos de la mampostería .....	105
6.1.4.3.3.	Grietas en pista .....	105
6.1.4.3.4.	Resanes en elementos auxiliares ..	106
6.1.5.	Estructura del paso inferior eje C-6 .....	106
6.1.5.1.	Inspección.....	106
6.1.5.2.	Actividades rutinarias .....	107
6.1.5.3.	Actividades periódicas.....	108
6.1.5.3.1.	Tratamiento de muro de contención .....	108

	6.1.5.3.2.	Grietas en pavimento rígido .....	109
	6.1.5.3.3.	Impermeabilización de bóveda curva .....	109
	6.1.5.3.4.	Resanes en elementos auxiliares..	110
6.1.6.		Estructura del paso inferior eje sótano.....	110
	6.1.6.1.	Inspección .....	110
	6.1.6.2.	Actividades rutinarias.....	111
	6.1.6.3.	Actividades periódicas .....	112
	6.1.6.3.1.	Tratamiento de muro de contención .....	112
	6.1.6.3.2.	Grietas en pavimento rígido .....	112
	6.1.6.3.3.	Impermeabilización de bóveda curva .....	113
	6.1.6.3.4.	Resanes en elementos auxiliares..	114
6.1.7.		Muros de contención anclajes activos y pasivos...	114
	6.1.7.1.	Inspección .....	114
	6.1.7.2.	Actividades rutinarias.....	116
	6.1.7.3.	Actividades periódicas .....	116
	6.1.7.3.1.	Tratamiento de muro de contención .....	116
	6.1.7.3.2.	Agrietamiento en pantalla.....	117
	6.1.7.3.3.	Impermeabilización en pantalla.....	117

	6.1.7.3.4.	Manejo de vegetación .....	118
6.1.8.		Sistema de drenajes en obra vial .....	118
	6.1.8.1.	Inspección.....	118
	6.1.8.2.	Actividades rutinarias .....	119
	6.1.8.3.	Actividades periódicas.....	120
	6.1.8.3.1.	Limpieza de elementos del subdrenaje .....	120
	6.1.8.3.2.	Grietas en elementos del sistema.....	120
	6.1.8.3.3.	Inspección de cabezales de descarga .....	121
6.1.9.		Ejes en obra vial Centra Norte .....	121
	6.1.9.1.	Inspección.....	121
	6.1.9.2.	Actividades rutinarias .....	122
	6.1.9.3.	Actividades periódicas.....	123
	6.1.9.3.1.	Grietas en pavimento rígido.....	123
	6.1.9.3.2.	Grietas en pavimento asfáltico.....	124
	6.1.9.3.3.	Bacheo en pista .....	124
	6.1.9.3.4.	Limpieza en elementos del drenaje.....	125
	6.1.9.3.5.	Resanes en elementos auxiliares ..	126

6.1.10.	Otros .....	126
6.1.10.1.	Inspección .....	126
6.1.10.2.	Actividades rutinarias.....	127
6.1.10.3.	Actividades periódicas .....	127
6.1.10.3.1.	Mantenimiento de barandas .....	127
6.1.10.3.2.	Mantenimiento de señalización vial .....	128
6.1.10.3.3.	Control de iluminación .....	129
6.1.10.3.4.	Control de contaminación visual .....	129
6.1.10.3.5.	Datos técnicos de bordillos .....	130
6.1.10.3.6.	Vegetación para estabilizar taludes.....	130
7.	RESULTADOS ESPERADOS .....	133
7.1.	Vida útil .....	133
7.2.	Recursos.....	133
7.2.1.	Financieros.....	134
7.2.2.	Humanos .....	134
7.2.3.	Físicos y materiales .....	135
7.2.4.	Técnicos.....	136
7.3.	Desarrollo sostenible.....	136
7.3.1.	Sostenibilidad ambiental.....	136
7.3.2.	Educación ambiental .....	137
7.3.3.	Estudio de Impacto Ambiental (EIA) .....	138

7.3.4.	Gestión ambiental .....	138
7.3.5.	Constitución Política de la República de Guatemala .....	139
7.3.5.1.	Artículo 64. Patrimonio natural .....	139
7.3.5.2.	Artículo 97. Medio ambiente y equilibrio ecológico.....	139
7.3.6.	Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.....	140
7.3.6.1.	Considerando IV .....	140
7.3.6.2.	Artículo 1 .....	140
7.3.6.2.	Artículo 12. Párrafo 3 .....	141
CONCLUSIONES .....		143
RECOMENDACIONES.....		145
BIBLIOGRAFÍA.....		147
ANEXOS .....		149



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Edificio de Operaciones y Administración de Centra Norte, Guatemala .....	2
2.	Mapa de localización Centra Norte.....	2
3.	Mapa de ubicación Centra Norte .....	3
4.	Plano de distribución de estructuras de la obra vial.....	4
5.	Diferencia de acciones entre el mantenimiento preventivo y correctivo .....	15
6.	Colocación de mezclas de bacheo .....	36
7.	Compactación de las mezclas de bacheo .....	37
8.	Agrietamiento en forma de piel de lagarto o cocodrilo .....	38
9.	Proceso de reparación permanente en bacheo profundo .....	41
10.	Proceso de reparación provisional en bacheo superficial .....	43
11.	Proceso de reparación provisional en parches con sello .....	45
12.	Grietas de reflexión .....	47
13.	Proceso para el tratamiento de grietas de reflexión.....	48
14.	Grietas de encogimiento .....	49
15.	Tratamiento de grietas de encogimiento .....	50
16.	Desintegración en el pavimento .....	52
17.	Tabla de tipos de selladores y caucho .....	58
18.	Proceso de sellado de juntas en pavimento de concreto hidráulico.....	63
19.	Quebrantamiento en pavimento de concreto hidráulico.....	66
20.	Escamaduras en superficie de pavimento de concreto hidráulico .....	68
21.	Espalación en pavimento de concreto hidráulico.....	69

22.	Forma y tamaño de agujero para baches .....	73
23.	Barricada de canalización.....	81
24.	Conos de canalización.....	81
25.	Tambor de canalización.....	82
26.	Sacos de arena de canalización .....	83
27.	Delineadores de canalización .....	83
28.	Marcas sobre el pavimento.....	84
29.	Barreras tipo New Jersey.....	85
30.	Bandereros y uso de banderas .....	86
31.	Señales de prevención .....	87
32.	Señales reglamentarias .....	88
33.	Señales de información .....	89
34.	Señales transitorias .....	90
35.	Ampliación del puente Rodriguitos Centra Norte, Guatemala .....	92
36.	Puente del paso superior y puente aproche Centra Norte, Guatemala.....	95
37.	Muro mesa del puente aproche Centra Norte, Guatemala .....	99
38.	Rampa de salida del paso superior Centra Norte, Guatemala .....	103
39.	Paso inferior eje C-6 Centra Norte, Guatemala.....	107
40.	Paso inferior eje sótano Centra Norte, Guatemala.....	111
41.	Muro de anclajes activos Centra Norte, Guatemala .....	115
42.	Muro de anclajes pasivos Centra Norte, Guatemala .....	115
43.	Elementos del drenaje pluvial y sanitario Centra Norte, Guatemala... ..	119
44.	Ejes en obra vial de Centra Norte, Guatemala.....	122
45.	Procedimiento de bacheo en pavimento asfáltico .....	125

## GLOSARIO

<b>Anclajes</b>	Es un elemento estructural instalado en suelo o roca, utilizado para transmitir una carga de tensión superficial a un manto de soporte profundo para de esta forma proveer un esfuerzo que resiste los producidos por la inestabilidad de las estructuras.
<b>Anclajes activos</b>	Son los anclajes conformados por torones de acero de alta resistencia, una vez inyectados se aplica una carga de tensión al cable hasta alcanzar la carga de trabajo para la cual fue diseñado, utilizado como solución en inestabilidades con superficie de falla profunda.
<b>Anclajes pasivos</b>	Son los anclajes conformados por barras de acero, en este anclaje no se aplica carga, el anclaje se activa cuando hay movimientos de la masa de suelo o roca, es utilizado en inestabilidades con superficies de falla menos profundas y problemas de erosión.
<b>Banquetas</b>	Es un sistema de protección para contener peatones conformada por postes y correderas.
<b>Diafragmas</b>	Son vigas transversales en los puentes que sirven para su arriostramiento.

<b>Drenaje francés</b>	Es un sistema de subdrenaje, básicamente una zanja en el piso que contiene una tubería perforada sobre una cama de grava. Dirige el agua de la superficie y subterránea hacia otro elemento para su desfogue.
<b>Drenes de penetración</b>	Es un sistema de subdrenaje, que consiste en la introducción de tuberías ranuradas insertadas transversalmente en los taludes de corte y eventualmente en terraplenes, para aliviar la presión de poro.
<b>Geomalla</b>	Es un compuesto estructural en los rellenos que al trabajar en forma conjunta con el suelo generan una respuesta de estabilidad hacia la estructuras.
<b>Guardallantas</b>	Superficies pavimentadas dentro del derecho de vía, construidas en los laterales de pista de puentes y cumplen la función de elementos limitadores y protección vehicular.
<b>Juntas</b>	Son grietas planificadas. Atenúan las tensiones de tracción en el concreto, fáciles de manejar y evitan la formación de grietas descontroladas e irregulares.
<b>Lechada</b>	Es un material de construcción compuesto de agua, cemento utilizado para los vacíos y las juntas de sellado.

<b>Maestra</b>	Regla de madera o metal que se arrastra sobre una superficie de concreto para nivelar.
<b>Mantenimiento</b>	Es el conjunto de actividades desarrolladas con el fin de conservar las propiedades (ambiente, elementos estructurales, elementos no estructurales, instalaciones, equipo y mobiliario) en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico.
<b>Muro mesa</b>	Muro de contención para estabilizar rellenos. Tiene una cara frontal rústica que proporciona un acabado de gran calidad y estética.
<b>Neopreno</b>	Son apoyos flexibles contruidos de materiales sintéticos. El material base suele ser una combinación de diversos elastómeros y otros aditivos químicos en conjunto de placas de acero.
<b>Obra falsa</b>	Es el conjunto de elementos que se encargarán de soportar y estabilizar diferentes estructuras que durante el proceso de construcción requieren de apoyo para su estabilización.
<b>Obra vial</b>	Es la construcción realizada para facilitar la circulación vehicular y peatonal, conformada por calles, caminos, paseos y obras complementarias (puentes, pasos a desnivel, sistemas de iluminación y señalización).

<b>Pilotes</b>	Es un elemento constructivo utilizado para cimentación de obras, que permite trasladar las cargas hasta un estrato resistente del suelo.
<b>Preesforzado</b>	Es la creación intencional de esfuerzos permanentes en una estructura o conjunto de piezas, con el propósito de mejorar su comportamiento y resistencia bajo condiciones de servicio y de resistencia.
<b>Recapeo</b>	Colocación de mezclas asfálticas sobre carpetas existentes.
<b>Relleno estructural</b>	Es una mejora de terreno, donde se sustituye suelo de deficientes condiciones geotécnicas o se mejora mediante el aporte de materiales controlados y compactados, para que posteriormente apoyen sobre ellos cimentaciones de los edificios.
<b>Rigidizantes</b>	Son tirantes que desvían las fuerzas que convergen en una estructura a zonas más seguras de ella.
<b>Sikaflex</b>	Es un sellador elástico de alto desempeño, de un solo componente, con base a poliuretano, para el sello de juntas arquitectónicas o estructurales con fuertes movimientos.

**Sikalatex**

Emulsión sintética con base a resinas acrílicas que mejora la adherencia de morteros de cemento sobre la mayoría de las superficies comunes en la construcción.

***Soil Nailing***

Muros de contención de suelo clavado, constituye un método de estabilización de taludes y construcción de muros de contención. Se realiza para reforzar el suelo existente al instalar varillas de acero corrugadas en taludes o corte de suelo.



## RESUMEN

La propuesta de especificaciones técnicas para el mantenimiento vial describen la forma en que se debe de ejecutar y aplicar a los elementos que comprenden las estructuras viales; así como los tratamientos de conservación que consisten en un plan de actividades de mantenimiento preventivo apropiado y oportuno, que permita una transitabilidad satisfactoria para los usuarios de Centra Norte.

Un mantenimiento vial efectivo y sostenido, disminuye significativamente los costos de operación de los vehículos, reducen los tiempos de recorrido, mejoran la comodidad para la circulación vehicular, reducen los accidentes de tránsito por causa del mal estado de la vía y evitan las rehabilitaciones y las reconstrucciones; las cuales tienen siempre repercusiones económicas costosas y son técnicamente evitables.

Como plan para implementar las medidas apropiadas de prevención para la obra vial de Centra Norte se proponen especificaciones técnicas para el mantenimiento de los elementos de cada estructura del sistema vial. Se pretende que las medidas preventivas sean efectivas al ser tomadas en cuenta en el plan de actividades de mantenimiento, es por ello, que las especificaciones fueron creadas para ser asignadas a cada estructura según los requerimientos técnicos de estas.

En el primer capítulo de este documento se presentan generalidades de Centra Norte y aspectos básicos de las estructuras que conforman la obra vial. Se incluyen diagramas de flujo de los procesos constructivos como material de complemento en anexos.

En la toma de decisiones acerca de la selección del mantenimiento preventivo para cada estructura dependieron variantes como frecuencia de aplicación, tratamientos oportunos y fallas esperadas, una tarea que conlleva medidas meticulosas requiriendo una investigación a base de normativas y especificaciones a nivel centroamericano relacionados al tema de mantenimiento vial, además de técnicas utilizadas por de ingenieros civiles en el ramo, llegando a obtener especificaciones precisas para cada estructura que constan de actividades a ejecutar en las tareas de inspección, mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico presentados en el sexto capítulo.

En la aparición de fallas cuyos tratamientos no se encuentren dentro de los objetivos de las propuestas de especificaciones técnicas, creadas para las estructuras de la obra vial de Centra Norte se presentan en el segundo, tercer y cuarto capítulo métodos de mantenimiento para obras viales para daños que inciden con mayor frecuencia a lo largo camino.

La intención de actividades de mantenimiento preventivo es de beneficio para la conservación de las estructuras viales, sin embargo, al momento de ser ejecutados ocasionará inconvenientes generando situaciones peligrosas en la interacción de trabajadores, usuarios y estructuras viales. Es por ello que las propuestas de mantenimiento para la obra vial de Centra Norte se acompañan de medidas de seguridad y descripción de dispositivos temporales a utilizar en el momento su aplicación, incluyendo en este documento información oportuna en el quinto capítulo de este trabajo de graduación.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Proponer actividades para mantenimiento y supervisión en la obra vial de Centra Norte ubicada en kilómetro 8,5 carretera al Atlántico; así preservar su vida útil y dotar de mejor servicio al usuario.

### **Específicos**

1. Conocer aspectos básicos como ubicación, dimensiones, materiales y procedimientos constructivos de cada estructura que conforman la obra vial de Centra Norte.
2. Proponer actividades generales de mantenimiento rutinario para elementos que conforman una obra vial.
3. Proponer métodos y técnicas de operación, mantenimiento y reparación para carreteras de concreto asfáltico.
4. Proponer métodos y técnicas de operación, mantenimiento y reparación para carreteras de concreto hidráulico.
5. Suministrar orientación requerida sobre los dispositivos temporales para el control de tránsito que deben emplearse en los trabajos de mantenimiento en las estructuras viales de Centra Norte.

6. Proponer especificaciones técnicas para mantenimiento de obra vial de Centra Norte.

## INTRODUCCIÓN

El Proyecto Central de Transferencia del Norte (Centra Norte) representa un avance en la infraestructura de la ciudad de Guatemala y un paso a la modernidad y ordenamiento vial; diseñada para la operación y transbordo de buses extraurbanos a buses urbanos que vienen del norte y nororiente del país a la ciudad capital y viceversa. El desarrollo del proyecto tiene impactos económicos, sociales y ambientales positivos, además es aporte a la calidad de vida de los guatemaltecos.

Para lograr satisfacer los propósitos de Centra Norte se construyó un conjunto de estructuras que conforman la obra vial, cuya función es de vialidad interna, así como accesos del transporte que vienen de las regiones señaladas del país y de la ciudad capital a Centra Norte y viceversa, logrando realizar esa tarea eficientemente sin obstaculizar la circulación vehicular ni provocar congestionamientos en la carretera CA-9 ruta al Atlántico sobre el kilómetro 8,5 de la ciudad de Guatemala.

A medida que inicien las operaciones que den vida a Centra Norte, la obra vial será utilizada por vehículos, buses urbanos, buses extraurbanos y transporte de carga pesada, que con el paso del tiempo dichas construcciones se irán deteriorando, y si no se brinda un mantenimiento oportuno y adecuado, ese deterioro alcanzará niveles que pueden requerir su reconstrucción en periodos cortos en relación a su vida útil.

A razón de ello es evidente la necesidad de realizar operaciones de mantenimiento para evitar reconstrucciones prematuras y así prolongar la vida

útil de los materiales que conforman los elementos de las estructuras, con los propósitos de que en el período que se proyectó en diseño para su funcionamiento cumplan con los requisitos de durabilidad en condiciones seguras, eficientes y económicas.

El mantenimiento se debe de fundamentar con un enfoque en la conservación, exigiendo herramientas técnicas adecuadas para llevarse a cabo en forma eficiente, siguiendo lineamientos, normas y especificaciones técnicas nacionales e internacionales.

Es por ello que se describen herramientas y técnicas de las operaciones de mantenimiento, la cual serán específicas a cada estructura que la conforman, adaptando tecnologías y procedimientos adecuados. Debido a ello se detalla en cada estructura características relevantes, como su tipo de construcción, materiales de construcción, dimensiones y procesos constructivos.

Lo presentado será material específico para la obra vial de Centra Norte, además de poder ser utilizado para otros proyectos que cuenten con estructuras viales similares.

# **1. GENERALIDADES DE CENTRA NORTE**

## **1.1. Antecedentes**

En la ciudad de Guatemala el crecimiento poblacional ha causado aumento de congestión vehicular en carreteras principales que conectan a las diferentes zonas del área metropolitana; incidiendo negativamente en la población debido a problemas como tiempos de traslado, gastos de transporte, contaminación del medio ambiente y aumento de precios en artículos de la canasta básica.

Por iniciativa de empresas privadas y con apoyo de la Municipalidad de la ciudad de Guatemala han dado vida a Centra Norte, obra que representa un avance en la infraestructura de la ciudad y un paso adelante en modernidad y en ordenamiento vial. Su desarrollo no solo tendrá impactos económicos y ambientales positivos, sino que será un aporte a la calidad de vida de los guatemaltecos.

## **1.2. Descripción**

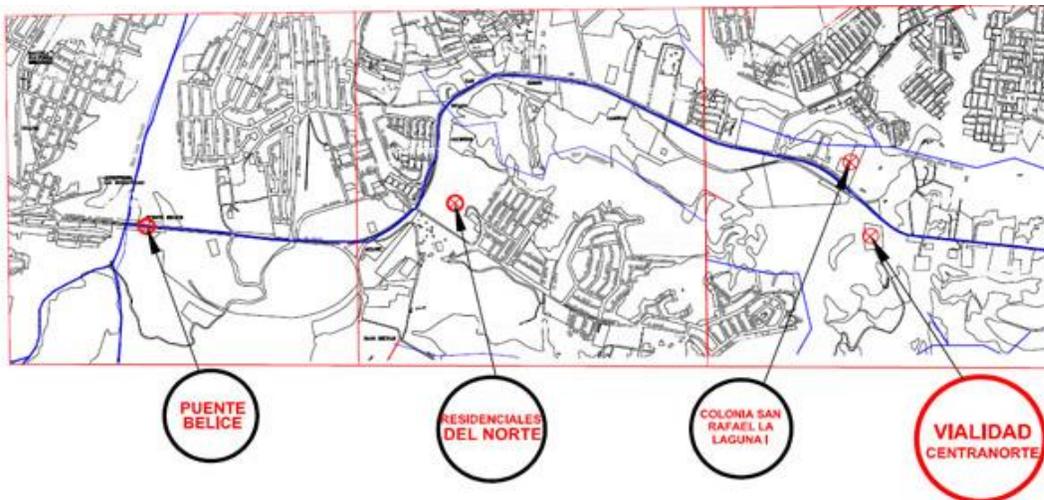
Centra Norte es el proyecto diseñado para la operación y transbordo de buses extraurbanos a buses urbanos que vienen del nororiente del país a la ciudad capital y viceversa. Su infraestructura cuenta con el edificio de Operaciones y Administración, así como su propia red vial interna que brindará a usuarios que transbordan seguridad, comodidad y confianza.

Figura 1. **Edificio de Operaciones y Administración de Centra Norte, Guatemala**



Fuente: servicios para centrales, S. A, Ubicación del proyecto, 2011,  
<http://www.centranorte.com.gt/proyecto/ubicacion-proyecto>.  
Consulta: 3 de marzo de 2014.

Figura 2. **Mapa de localización Centra Norte**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

### 1.3. Ubicación y localización

Se encuentra en la zona 17 de la ciudad de Guatemala sobre el kilómetro 8.5 de la ruta al Atlántico. Aledaño se encuentran: la colonia Villa Atlantis, San Rafael y Llano Largo, zona 18.

Figura 3. Mapa de ubicación Centra Norte



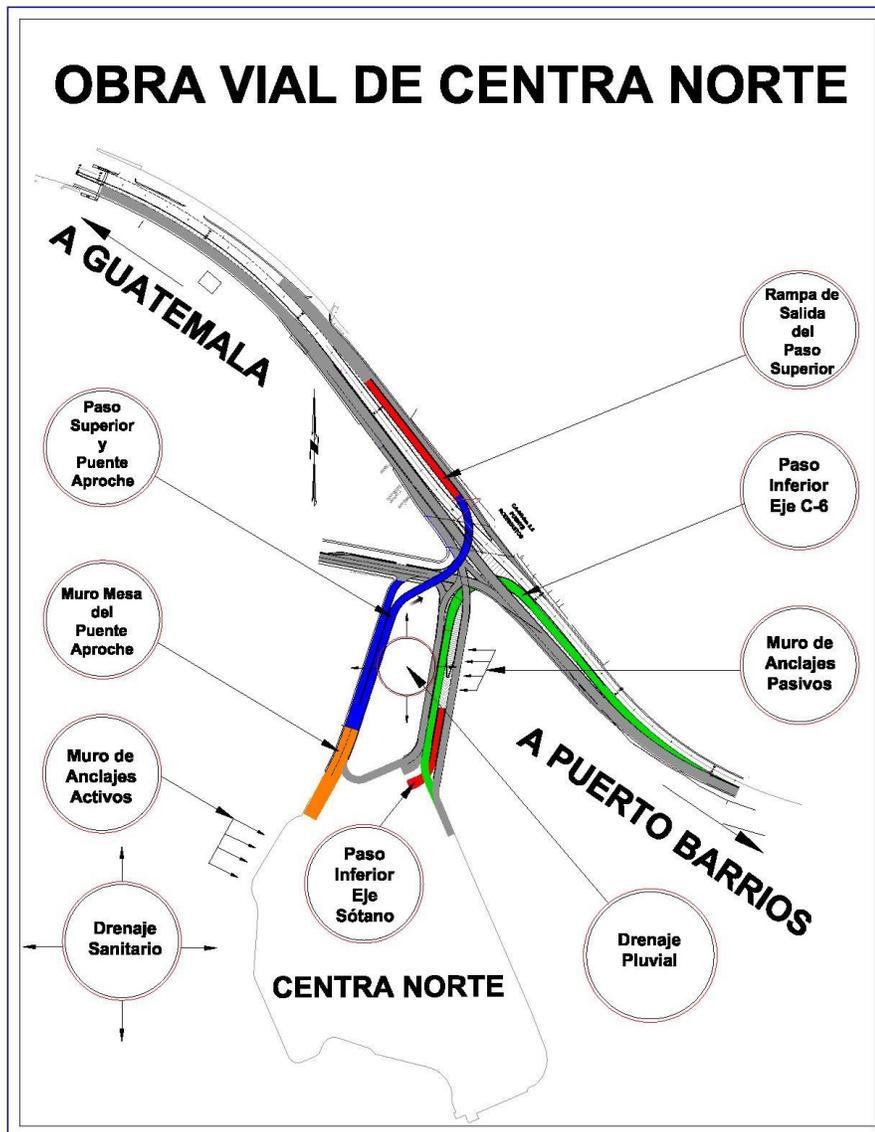
Fuente: servicios para centrales, S. A, Ubicación del proyecto, 2011, <http://www.centranorte.com.gt/proyecto/ubicacion-proyecto>.  
Consulta: 3 de marzo de 2014.

### 1.4. Obra vial de Centra Norte

Para lograr satisfacer los propósitos de Centra Norte se construyó la obra vial, conformado por un conjunto de estructuras, cuya función es de vialidad interna, así como accesos del transporte que vienen de las regiones del norte, nororiente del país y de la ciudad capital a Centra Norte y viceversa, logrando realizar esa tarea eficientemente sin obstaculizar la circulación vehicular ni

provocar congestionamientos a causa de ello, en la carretera CA-9 ruta al Atlántico sobre el kilómetro 8,5 de la ciudad de Guatemala.

Figura 4. Plano de distribución de estructuras de la obra vial



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

La infraestructura de la obra vial consta de 6 ejes de calle de 6,30 metros de ancho y con un promedio de 300 metros de longitud, así como la rehabilitación de 1 600 metros lineales de calle de 7,20 metros de ancho, además de un paso elevado de 300 metros de largo, así como un puente de 30 metros de largo por 18 metros de ancho, también de 2 bóvedas una de 10 metros de longitud y otra de 40 metros de longitud, cuyo ancho es igual a los carriles de los ejes.

Las estructuras que conforman la obra vial son las siguientes:

#### **1.4.1. Ampliación del puente Rodriguitos**

La estructura que conforma la ampliación del puente Rodriguitos es un nuevo puente construido paralelo al ya existente puente Rodriguitos 1, cumpliendo la función de ampliar el ancho de vía para brindar el espacio que ocupó el puente superior y carriles auxiliar, manteniendo el ancho de los dos carriles principales de la CA-9.

El puente con dimensiones de 18 metros de ancho y 32 metros de longitud une la carretera CA-9 sur, dirigida al nororiente del país desde la ciudad, salvando el obstáculo físico que presenta el zanjón de 9 metros de profundidad. Es por ello que en su proceso constructivo se necesitó de equipo especializado de andamios de aluminio para conformar la obra falsa que sirvió como apoyo para la construcción de la superestructura del puente.

Como una metodología para mejorar la capacidad de carga en su estado de servicio del puente se incluyeron las técnicas de concreto preesforzado, postensando cada cable de cada ducto de cada viga a presiones de 6 000 libras sobre pulgada cuadrada; además el uso de materiales tecnológicos como

concreto de alta resistencia y aditivos acelerantes; maquinaria, equipo y personal operativo especialista para los procesos como el postensado, armado, encofrado, fundición y curado de los elementos estructurales.

#### **1.4.2. Estructura del paso superior y puente aproche**

La estructura del paso superior y puente Aproche conforman el puente aéreo que conecta el edificio de Centra Norte con la carretera CA-9 en dirección hacia la ciudad capital como hacia el nororiente del país.

En su construcción fueron utilizados grandes volúmenes de materiales como concreto, acero estructural y madera utilizada en formaletas, logrando dar vida a los elementos estructurales como pilotes, columnas, vigas cabezales, vigas principales, losa para pista y baranda que en conjunto conforman la estructura.

En su proceso constructivo se implementaron tecnologías de vanguardia para optimizar factores como tiempo, costo y recurso humano con el uso de concreto reforzado combinado con elementos de estructura de metal en los elementos de apoyo para conformar el paso superior. Además se incorporó el uso de materiales tecnológicos como el concreto de alta resistencia y aditivos acelerantes.

Se totalizan 300 metros lineales de construcción en el puente aéreo, 3,60 metros en el ancho de calzadas asegurados en toda su longitud con barandales de concreto.

### **1.4.3. Muro mesa del puente aproche**

La estructura del muro mesa fue construida para conectar el nivel del suelo del edificio de Centra Norte con el nivel del puente aproche logrando salvar el cambio de altura existente.

En su construcción se llevaron a cabo diferentes tipos de procesos iniciando con el relleno estructural por medio de capas de material selecto colocado sobre y bajo a geomallas, cuya función de estas últimas es de trabajar como un sistema que brinde amarre en el relleno. Cada capa de relleno estructural fue compactada, chequeada por medio de ensayos de laboratorio y de acuerdo a los resultados aprobados, una vez cumplieran con requisitos pedidos. Siendo aceptado se procedía a realizar el mismo procedimiento de relleno compactación y aprobación hasta llegar al nivel de subrasante solicitado.

El relleno estructural del muro mesa fue estabilizado con el muro de contención a base de bloques tipo itálica. En su parte superficial el muro mesa fue recubierto con carpeta asfáltica, barandas de protección en los laterales, postes de alumbrado, tragantes y la señalización en vertical y horizontal que le correspondía.

### **1.4.4. Rampa de salida del paso superior**

La estructura de la rampa de salida es la construcción realizada para el descenso de los vehículos que provienen del edificio de Centra Norte, atravesando el paso superior con dirección hacia la ciudad de Guatemala.

Construida a base de muros de carga con bloques tipo H de alta resistencia con valor nominal de 75 mil libras sobre pulgada cuadrada. Cada muro de carga se conforma de elementos estructurales como cimientos, columnas y levantado de bloques.

En su ejecución se presentaron ciertas dificultades como capa base y carpeta asfáltica de espesores grandes en la estructura de pavimento existente, por ende las actividades de excavación para los cimientos se convirtieron en actividades de demolición, involucrando maquinaria pesada debido a que herramientas convencionales no eran adecuadas para esta actividad.

Además, por la ubicación que se encuentra, el riesgo debido a la altura y el flujo vehicular constante sobre la CA-9 norte que se dirige hacia la ciudad era clasificado como altamente riesgoso para el personal, como supervisores, maestros de obra, albañiles y ayudantes que trabajaban en el lugar. Es por ello que todo su proceso constructivo requirió medidas extremas en el aspecto de seguridad industrial y control calidad desde el inicio de actividades hasta la culminación.

#### **1.4.5. Estructura del paso inferior eje C-6**

La estructura del paso inferior comprende la entrada de vehículos que provienen del norte y nororiente del país atravesando el paso subterráneo con dirección hacia el edificio de Centra Norte.

Su construcción se ejecutó por medio de etapas iniciando con: excavación de grandes volúmenes de material involucrando una logística adecuado para el manejo del corte, traslado y almacenamiento con la maquinaria pesada como tractor, excavadora, retroexcavadora y aplanadora; estabilizaron de taludes

laterales con muros de contención *soil nailing*; pavimentación de 200 metros de longitud en un ancho de calzada de 5,5 metros a base de concreto de alta resistencia a edades tempranas de valor nominal de 5 000 libras sobre pulgada cuadrada; construcción de elementos auxiliares como barandas, guardallantas, banquetas, jardineras y elementos de señalización horizontal y vertical.

Previo a los trabajos mencionados fue construida una bóveda curva de 40 metros de longitud, 58 pilotes de 22 metros de profundidad para la cimentación, cabezales, vigas y losas de pista que en conjunto conforman la estructura.

#### **1.4.6. Estructura del paso inferior eje sótano**

La estructura del paso inferior eje sótano conecta la obra vial de Centra Norte con el sótano del edificio. Sus procesos constructivos fueron generalmente los mismos que se llevaron a cabo en la estructura del paso inferior eje C-6, debido a que ambas estructuras son pasos inferiores subterráneos aunque en proporciones es de menor magnitud. La bóveda curva construida es de longitud de 10 metros.

#### **1.4.7. Muros de contención anclajes activos y pasivos**

Como solución para brindar estabilidad a los diferentes taludes que existían o aparecieron al modificar el terreno natural, volviéndose susceptibles en la construcción de Centra Norte se construyeron los muros de contención y según las características del talud y sus probabilidades de falla, estos se dividieron en dos tipos: anclajes activos y anclajes pasivos (*soil nailing*).

En lo referente a la estructura del muro de contención de anclajes activos, su construcción cumple la función de protección del talud Centra Norte, entre

las características generales se tiene que el área de construcción cubre alrededor de 360 metros cuadrados, con un total de 90 anclajes activos, cada uno con 3 cables tensados bajo una presión de 3 000 libras sobre pulgada cuadrada.

#### **1.4.8. Sistema de drenajes en obra vial**

Para la evacuación de aguas pluviales sobre las estructuras que conformaron la vialidad de Centra Norte se construyó una red de drenajes pluvial, superficial sobre las estructuras por medio de bombeos en pista, drenes y canales en los puentes aéreos; subterráneo conformado por elementos como tragantes en orilla de calle, pozos de visita, colectores y cabezal de desfogue.

Adicional se construyó la red de drenaje sanitario para desfogue de aguas negras y grises que provienen de la planta de tratamiento del edificio de Centra Norte. El drenaje sanitario se conforma de 5 pozos de visitas, colectores de concreto construidos a base de perforación subterránea y un cabezal de desfogue.

En la ejecución del drenaje sanitario dificultades como la ubicación debida al traslado de materiales y equipo; pendiente pronunciada del terreno que por ende involucraron mayor control debido a los altos riesgos evidentes.

#### **1.4.9. Ejes obra vial Centra Norte**

Los ejes de la obra vial de centra norte constituye la construcción del circuito interno de Centra Norte, carriles auxiliares y reconstrucción de un tramo de carretera CA-9 del kilómetro 7,5 al 9,0 sobre la ruta al atlántico.

En la ejecución se llevaron a cabo trabajos de movimiento de tierras, pavimentación con concreto hidráulico y/o asfáltico; señalización de tipo vertical y/o horizontal; elementos limitadores como banquetas, guardallantas, barandales, jardineras y vegetación en taludes y áreas destinadas a jardinería.

Se totaliza la pavimentación de 300 metros lineales en un ancho de calle de 6,30 metros y rehabilitación de 1 600 metros lineales de calle de 7.20 metros de ancho.

#### **1.4.10. Otros**

Se describieron las estructuras con los procesos constructivos que se llevaron a cabo en el período de ejecución de la obra vial de Centra Norte. Actividades además de las mencionadas fueron ejecutadas en el mismo período de las anteriores teniendo también alto grado de importancia en el desarrollo mencionándose entre las más significativas las siguientes:

- Recapeo en tramo de la carretera CA-9 kilómetro 8,5 de la ruta al Atlántico
- Construcción de bodegas de materiales, y áreas administrativas
- Diseño y ejecución de desvío vehicular sobre la carretera CA-9 programados para trabajos en carriles
- Montaje de elementos de vigas de metal en apoyos del paso superior
- Fundición de estructuras utilizando equipo y personal especializado



## **2. ASPECTOS CONCEPTUALES DEL MANTENIMIENTO VIAL**

### **2.1. Definiciones de mantenimiento vial**

El mantenimiento vial es el conjunto de actividades que se realizan para conservar en buen estado las condiciones físicas de los diferentes elementos que constituyen el camino; y de esta manera, garantizar que el transporte sea cómodo, seguro y económico. En la práctica lo que se busca es preservar el capital ya invertido en el camino y evitar su deterioro físico prematuro.

Las actividades de mantenimiento se clasifican, usualmente, por la frecuencia como se repiten: rutinarias y periódicas. En la realidad todas son periódicas, pues se repiten cada cierto tiempo en un mismo elemento. Sin embargo, en la práctica las rutinas se refieren a las actividades repetitivas que se efectúan continuamente y las periódicas son aquellas actividades que se repiten en lapsos más prolongados, de varios meses o de más de un año. Bajo estas consideraciones, se definen el mantenimiento rutinario y el mantenimiento periódico, de la siguiente manera:

#### **2.1.1. Mantenimiento rutinario**

Es el conjunto de actividades que se ejecutan permanentemente a lo largo del camino y que se realizan diariamente en los diferentes tramos de la vía u obra de arte construida. Tiene como finalidad la preservación los elementos del camino con la mínima cantidad de alteraciones o de daños y, en lo posible, conservando las condiciones que tenía después de la construcción o la rehabilitación.

Debe ser de carácter preventivo y se incluyen en este mantenimiento, las actividades de limpieza de las obras de drenaje, el corte de la vegetación y las reparaciones de los defectos puntuales de la plataforma, entre otras. En los sistemas tercerizados de mantenimiento vial, también se incluyen actividades socioambientales, de atención de emergencias viales menores y de cuidado y vigilancia de la vía.

### **2.1.2. Mantenimiento periódico**

Es el conjunto de actividades que se ejecutan en períodos, en general de más de un año y que tienen el propósito de evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores, de preservar las características superficiales, de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos defectos puntuales mayores. Ejemplos de este mantenimiento son la reconfirmación de la plataforma existente y las reparaciones de los diferentes elementos físicos del camino. En los sistemas tercerizados de mantenimiento vial, también se incluyen actividades socioambientales, de atención de emergencias viales menores y de cuidado y vigilancia de la vía.

## **2.2. Hacia una cultura preventiva para el mantenimiento vial**

La base conceptual para lograr un mantenimiento vial que conserve las condiciones físicas del camino y, en consecuencia, sea satisfactorio para los usuarios, está centrada en la aplicación de una gestión que privilegie el actuar con criterio preventivo. Se trata de un cambio en la práctica tradicional de trabajo de actuar para reparar lo dañado por el de actuar para evitar que se dañe. En otras palabras, se trata de ir modificando paulatinamente el que hacer institucional actual en el que prevalecen las acciones correctivas por el que prevalezcan las acciones preventivas.

Figura 5. **Diferencia de acciones entre el mantenimiento preventivo y correctivo**



Fuente: elaboración propia, con programa Photoshop CS5.

En la práctica se trata de realizar el mantenimiento rutinario con intervenciones diarias, con el propósito de preservar las condiciones de los elementos del camino y de evitar que se produzca su deterioro prematuro. Asimismo, efectuar el mantenimiento periódico en forma cíclica, con operaciones oportunas para recuperar la condición vial afectada por el uso.

Esto quiere decir que se deben mantener siempre limpias las obras de drenaje, limpiar los cauces para conservar la capacidad hidráulica de las obras, estabilizar y proteger los taludes, cuidar la vegetación permanentemente, mantener adecuadamente las señales, cuidar las estructuras viales, reponer periódicamente los afirmados y corregir los defectos que se presentan en la plataforma, entre otras.

Procediendo de la manera anterior, se tendrá que después de construida, rehabilitada o reconstruida una vía que, por lo tanto, se encuentra en buenas condiciones, ella debe ser atendida permanentemente mediante el mantenimiento rutinario y cuando se hayan cambiado sus condiciones de bueno

a un estado regular, realizar entonces el mantenimiento periódico para volver a unas condiciones similares a las iniciales.

### **2.3. Las características físicas a mantener en caminos**

Las principales características físicas que se deben mantener en un camino para garantizar condiciones satisfactorias al tránsito vehicular son la capacidad de soporte y la regularidad superficial.

#### **2.3.1. Capacidad de soporte**

La capacidad soporte se refiere a la resistencia estructural de los elementos de la vía para soportar las cargas vehiculares, que circulan repetidamente sobre la carpeta de rodadura.

#### **2.3.2. Regularidad superficial**

La regularidad superficial se refiere a las condiciones físicas de la superficie por donde circulan los vehículos en cuanto a la rugosidad, las deformaciones, la textura, el estado y la limpieza. Al respecto es de resaltar que defectos como baches, ondulaciones, escalamientos, ahuellamientos, desintegración u obstáculos en la plataforma, entre otros, afectan drásticamente la comodidad, la seguridad y la economía de los usuarios.

### **2.4. Actividades generales para el mantenimiento rutinario**

Las actividades principales de mantenimiento rutinario se han definido para preservar el camino y para lograr un eficaz servicio vial reflejado en la transitabilidad, la seguridad vial y la comodidad de la circulación vial.

Las actividades generales están orientadas a retrasar lo posible el proceso de degradación de las características físicas y funcionales de los elementos del camino a prevenir y corregir los impactos ambientales negativos que puedan presentarse o que se presenten por la realización de la actividad. Asimismo, se pretende atender aspectos operativos del camino en relación con las emergencias viales menores y con el uso y defensa del camino. Con estos propósitos, se atenderá el mantenimiento de:

- Los elementos de la vía que comprenden: la plataforma, las obras de drenaje y subdrenaje, el derecho de vía, las obras de arte, y la señalización y los elementos de seguridad vial.
- Los aspectos socioambientales.
- La operación vial que incluye las emergencias viales y el cuidado y vigilancia del camino.

#### **2.4.1. Los elementos de la vía que requieren de atención y mantenimiento rutinario**

Los principales elementos que constituyen un camino y que se deben inspeccionar para mantener sus características funcionales y conservar su buen estado, son los siguientes:

##### **2.4.1.1. La plataforma**

La plataforma en carreteras es la franja utilizada para la circulación de los vehículos. En algunos casos, la plataforma presenta un ancho suficiente para la superficie de rodadura y para franjas laterales adyacentes que podrían

considerarse como hombros, las cuales facilitan el estacionamiento de los vehículos y, además sirven de franja de seguridad en caso de requerirse alguna maniobra por parte del conductor.

La plataforma es destinada fundamentalmente al tránsito vehicular y, por tanto, requiere de sumo cuidado para que se conserve en buen estado y los usuarios la puedan transitar con seguridad, comodidad, fluidez y economía.

El mantenimiento rutinario de la plataforma incluye su limpieza diaria, con el fin de retirar todo tipo de elementos, que hayan caído sobre ella, como piedras, basura, animales muertos, vegetación, desechos sólidos y elementos similares. También, se realiza la reparación menor, mediante bacheo, de los sitios dañados o deterioro generalizado del camino, en más de un 20 por ciento de la superficie de la plataforma, entonces, se requiere de intervenciones con maquinaria pesada para ejecutar mantenimiento periódico, rehabilitación o reconstrucción, según la magnitud y la gravedad de los daños.

#### **2.4.1.2. Las obras de drenaje**

Las obras de drenaje y sub-drenaje, configuran un sistema que se destina a recibir y encauzar el agua para sacarla, en forma eficiente y rápida, fuera del camino. De no hacerlo, la vía puede deteriorarse prematuramente, pues el agua de lluvia se estanca y provoca erosiones prematuras sobre el pavimento que con el tiempo la intensidad aumenta paulatinamente, además puede ocasionar inestabilidad de los taludes; socavar alcantarillas, puentes y muros; erosionar los terraplenes y causar numerosos daños adicionales.

La limpieza y el buen estado de las obras de drenaje es condición esencial para la preservación y el funcionamiento eficiente de los caminos. Por esta razón, es una de las operaciones principales del mantenimiento rutinario, en el sentido de asegurará que todos los elementos del sistema de drenaje funcionen correctamente para que el agua superficial y el agua subterráneo puedan fluir libres, eficientes y rápidamente.

El sistema de drenaje está constituido por los siguientes elementos:

- Drenaje superficial: bombeo o pendiente transversal de la plataforma, cunetas, zanjas de coronación, alcantarillas, canales y otros.
- Subdrenaje: filtros longitudinales, otros: drenes de penetración transversal, capas drenantes, drenes de piedra.

#### **2.4.1.2.1. El bombeo**

El bombeo es la pendiente transversal que se da a la plataforma en la capa de afirmado, para facilitar que el agua de la lluvia que cae directamente sobre ella, escurra eficientemente hacia las cunetas, los aliviaderos o el terreno natural.

En el mantenimiento rutinario mediante el bacheo del afirmado se pretende mantener esta pendiente transversal.

#### **2.4.1.2.2. Las cunetas**

Las cunetas son las zanjas laterales que se construyen paralelas al eje de la vía, entre el borde de la plataforma y el pie del talud. La función de esta obra

de drenaje es la de recibir y evacuar eficientemente el agua de lluvia superficial proveniente de la superficie del afirmado camino y de los taludes.

En el mantenimiento rutinario se efectúa la limpieza de las cunetas, se reconforman las cunetas que no son revestidas y se llevan a cabo algunas reparaciones menores.

#### **2.4.1.2.3. Las zanjas de coronación**

Las zanjas de coronación son las excavaciones que se hacen en el terreno natural, en la parte alta de los taludes en corte, con el fin de interceptar y encauzar el agua de lluvia superficial que escurre ladera abajo desde mayores alturas, con la función de evitar la erosión de los taludes, la colmatación de las cunetas y la afectación de la plataforma, por el agua y el material de arrastre.

En el mantenimiento rutinario se efectúa la limpieza de las zanjas de coronación, se reconforman aquellas que no son revestidas y se llevan a cabo algunas reparaciones menores.

#### **2.4.1.2.4. Las alcantarillas**

Las alcantarillas son elementos del sistema de drenaje construidos por ductos que permiten y facilitan el paso del agua, proveniente de cauces naturales, canales o cunetas, tragantes, de un lado a otro del camino. Generalmente son estructuras construidas en piedra, en concreto, o PVC, se construyen con tuberías o en forma de cajón.

El mantenimiento rutinario se efectúa la limpieza de las alcantarillas y se llevan a cabo algunas reparaciones menores.

#### **2.4.1.2.5. Canales**

Los canales son zanjas generalmente rectangulares de dimensiones variables, algunas en terreno natural y otras revestidas en piedra o en concreto, construidas para recibir y encauzar corrientes de agua provenientes de cauces naturales o de otras obras de drenaje. Pueden estar localizados paralelos a la vía o en zonas donde se concentran las aguas.

En el mantenimiento rutinario se efectúa la limpieza de los canales, se reconforman aquellos que no son revestidos y se llevan a cabo algunas reparaciones menores.

#### **2.4.1.2.6. Otras obras de drenaje superficial**

Para el drenaje superficial, además, se utilizan otros elementos como son: los tragantes que son pequeñas estructuras que se colocan en el borde exterior de la plataforma; también, los aliviaderos, que son encauzamientos, generalmente de mampostería de piedra, que bajan transversalmente por los taludes de los terraplenes y que reciben el agua de bordillos o cunetas para llevarla fuera de la vía. Otra obra denominada dissipador de energía, se utiliza cuando es necesario encauzar agua de lluvia superficial en grandes pendientes y recorridos largos. Un ejemplo de un buen dissipador de energía es también la vegetación que cubre taludes de corte y terraplenes y, se constituye en una efectiva protección contra la acción erosiva del agua o del viento.

En el mantenimiento rutinario se efectúa la limpieza de los elementos anteriores y se llevan a cabo algunas reparaciones menores.

#### **2.4.1.2.7. Los filtros**

Los filtros son obras de subdrenaje constituidas por zanjas con material drenante, cuya principal función es facilitar la evacuación del agua desde el interior de la plataforma de la vía o desde la masa de suelo que conforma los taludes o el terreno natural.

En el mantenimiento rutinario se efectúa la limpieza de los elementos de entrada y salida de los filtros y se efectúa su inspección. En caso de requerirse la reconstrucción, esta se ejecuta durante el mantenimiento periódico.

#### **2.4.1.3. El derecho de vía**

El derecho de vía lo constituyen el camino y las franjas de terreno laterales contiguas a la plataforma del camino, en las cuales se encuentran obras complementarias como banquetas, guardallantas, arriates, jardineras; obras accesorias, servicios y se incluyen los taludes de los cortes y de los terraplenes. El mantenimiento de esta zona contribuye a la seguridad de los usuarios y a la estabilidad de la vía. Normalmente, el mantenimiento es una actividad de rutina, aunque se requieren algunas acciones periódicas ocasionalmente.

Las principales actividades de mantenimiento rutinario que se deben ejecutar en la zona del derecho de vía, son las siguientes:

- La limpieza de toda la zona, la cual comprende el retiro de las basuras, de escombros y de material extraño.

- El tratamiento de la vegetación que consiste en el roce de la vegetación menor, en el control de la vegetación mayor mediante la poda, corte y/o retiro de árboles existentes cuya presencia pueda afectar la visibilidad o producir daños en la vía.
- La protección de los taludes que incluye principalmente el control de la erosión, el desquinche o peinado de los taludes, y la remoción de los pequeños derrumbes.

#### **2.4.1.4. Las obras de arte**

Las obras de arte del camino son las construcciones sólidas que permiten la transitabilidad continua de la vía, evadiendo obstáculos que posee el terreno natural existente, entre las cuales se encuentran: puentes, pontones, badenes y muros.

##### **2.4.1.4.1. Los puentes**

Los puentes son las estructuras más importantes del camino, de longitud igual o mayor a 10 metros, que se utilizan para pasar un río o una depresión de terreno. Se construyen principalmente de: concreto, acero estructural, piedra o madera. Su costo generalmente es alto en comparación con los demás elementos del camino y por lo mismo, tienen un importante valor como patrimonio vial y como elemento crítico para la operación del camino.

Los puentes, por su importancia y por su valor, son elementos que deben cuidarse permanentemente mediante un riguroso mantenimiento, cuyo objetivo es lograr que todos los puentes estén en buenas condiciones estructurales y siempre sean seguros para lograr circulación vehicular.

Las actividades de mantenimiento rutinario que se deben ejecutar son las siguientes:

- La limpieza de la estructura, la cual consiste en la eliminación de todo tipo de material extraño, como tierra, basura, piedras o vegetación, que se encuentren en el tablero del puente, en los elementos estructurales y en las barandas. El objetivo es mantener limpia la franja de circulación, los elementos de drenaje, las juntas, los apoyos, las vigas, las barandas y la zona del puente.
- La pintura de las barandas de los puentes en caso de requerirse por razones de seguridad vial.
- La limpieza con herramientas manuales de los cauces o lechos de los ríos, la cual se trata de quitar los obstáculos que puedan afectar el paso del agua durante las crecientes y, como consecuencia, producir impactos sobre el puente y deteriorarlo.

#### **2.4.1.4.2. Los pontones**

Los pontones son estructuras de longitud menor a 10 metros, que se utilizan para pasar un río o una depresión del terreno. Se construyen principalmente de concreto: acero estructural, piedra o madera. Su costo es relativamente alto y, al igual que los puentes, tienen un importante valor como patrimonio vial y como elemento clave para la operación del camino.

Los pontones son elementos importantes y valiosos que deben cuidarse permanentemente mediante un riguroso mantenimiento, cuyo objetivo es lograr

que todos estén en buenas condiciones estructurales y siempre sean seguros para el tráfico vehicular.

Las actividades de mantenimiento rutinario que se debe ejecutar, son las siguientes:

- La limpieza del pontón, la cual consiste en la eliminación de todo tipo de material extraño, como tierra, basura, piedras o vegetación, que se encuentren en el tablero del pontón, en los elementos estructurales y en las barandas. El objetivo es mantener limpia la franja de circulación, los elementos de drenaje, las juntas, los apoyos, las vigas, los sardineles y la zona del entorno del pontón.
- La pintura de los sardineles de los pontones en caso de requerirse por razones de seguridad vial.
- La limpieza con herramientas manuales de los cauces o lechos de los ríos, la cual se trata de quitar los obstáculos que puedan afectar el paso del agua durante las crecientes y, como consecuencia, producir impactos sobre el pontón y deteriorarlo.

#### **2.4.1.4.3. Los muros**

Son estructuras de contención que sirven para dar estabilidad al terreno natural y a taludes de corte o terraplén, o sostener y proteger los apoyos de los puentes. Entre los tipos de muros de contención tenemos: *soil nailing* de anclajes activos y pasivos, muros secos, muros verdes, muros con gaviones entre otros.

Para efectos de mantenimiento se considera importante hacer inspecciones permanentes de los muros y efectuar su limpieza, y con ocasión del mantenimiento periódico hacer las reparaciones pertinentes.

#### **2.4.1.5. La señalización y elementos de seguridad vial**

Las señales de tránsito se colocan en el camino con el propósito de contribuir a prevenir accidentes, reduciendo los riesgos, mediante dispositivos de información que contienen advertencias, prohibiciones o detalles de la vía o de los lugares por donde ella pasa. También se emplean otros elementos, como las barreras de protección, para disminuir la severidad de los accidentes en caso de presentarse.

El objetivo de mantenimiento es procurar que las señales y los elementos estén siempre limpios, visibles, situados correctamente y en la posición adecuada. Además, se deben eliminar avisos o retirar paneles o avisos comerciales que distraigan a los conductores, produzcan contaminación visual y deterioren el paisaje natural.

Las principales actividades de mantenimiento rutinario que deben realizarse son las siguientes:

- La limpieza de las señales verticales y en casos puntuales, la recuperación o reposición de algunas de ellas.
- El mantenimiento rutinario de los hitos kilométricos o postes de referencia y en algunos casos puntuales, su reparación o reemplazo.

- La limpieza de guarda vías.
- El pintado de cabezales de alcantarillas, barandas de puentes, sardineles de pontones, elementos visibles de muros y otros elementos.

#### **2.4.2. Los aspectos socioambientales que requieren atención durante el mantenimiento rutinario**

Los aspectos ambientales en la actividad vial se reconocen como de suma importancia y se deben considerar en la ejecución del mantenimiento rutinario y del mantenimiento periódico. Al respecto, las principales medidas socioambientales están relacionadas con la limpieza de la vía, el manejo de basuras, la extracción de material de canteras y de zonas de préstamo, el aprovechamiento de fuentes de agua, el uso de sitios para depósito de materiales excedentes, el cuidado de las aguas, el manejo de la vegetación que incluye el roce, la poda y la siembra, y la descontaminación visual, entre otras.

Asimismo, la actividad del mantenimiento vial tiene estrecha relación con los usuarios viales y con las comunidades que están localizadas en la zona de influencia de la vía, por lo que es necesario establecer vínculos de colaboración mutua entre las diferentes partes interesadas.

#### **2.4.3. Aspectos operativos que requieren de atención durante el mantenimiento rutinario**

En el marco de la concepción del mantenimiento vial moderno, adicionalmente, hacen parte de las actividades de mantenimiento rutinario, algunos aspectos operativos como son, entre otros: la atención de las emergencias viales menores y el cuidado y la vigilancia de la vía.

En el mantenimiento rutinario se consideran como actividades socioambientales principales las siguientes:

- Siembra de vegetación nativa
- Descontaminación visual
- Mitigación de impactos ambientales del mantenimiento rutinario

#### **2.4.4. El cuidado y la vigilancia de la vía**

El camino debe cuidarse permanentemente, vigilando que los usuarios o los residentes de la zona no le produzcan daños, boten basuras y escombros, o invadan el derecho de vía mediante construcciones, puestos de venta, cultivos o similares. Entre las actividades de mantenimiento rutinario se considera necesario incluir la observación en inspección continua, la educación a los usuarios y a la comunidad y, sobre todo, los mecanismos legales ágiles para actuar administrativamente en los casos que se requiera. También, se considera esencial controlar el paso de vehículos sobrecargados que pueden dañar el camino.

### **3. RESUMEN DE ESPECIFICACIONES Y TÉCNICAS APLICADAS EN OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE CARRETERAS DE CONCRETO ASFÁLTICO**

#### **3.1. Calzada**

Zona de la carretera destinada normalmente a la circulación de vehículos, con ancho suficiente para acomodar cierto número de carriles que mantienen entre sus límites laterales el flujo de una fila de automóviles.

##### **3.1.1. Calzadas asfaltadas**

Son aquellas donde los vehículos circulan sobre una superficie cubierta por carpetas asfálticas, éstas pueden ser de varios tipos, tales como: tratamientos superficiales, mezclas de arena-asfalto o mezclas de agregado con asfaltos líquidos, emulsiones o cementos asfálticos.

Cualquiera que sea el tipo de cubierta que tenga la calzada, la estructura de un pavimento consta de los siguientes elementos:

- Una subrasante afinada y mejorada, cuando sea necesario.
- Una capa de subbase de material selecto, compactada a humedad óptima y densidad máxima.

- Una capa de base de piedra triturada o grava natural, también compactada a humedad óptima y densidad máxima.
- Una capa de imprimación con un asfalto apropiado, aplicada sobre la base preparada.
- Una carga de liga con un material asfáltico apropiado, aplicada sobre la base preparada.
- Una carpeta asfáltica que puede estar constituida por:
  - Tratamientos superficiales, simples, dobles o múltiples
  - Mezclas arena-asfalto, con su correspondiente sello
  - Mezclas agregado-asfalto

### **3.2. Operaciones de mantenimiento de las calzadas asfaltadas**

El mantenimiento de los pavimentos asfálticos es aplicable a todos los elementos de los mismos, incluyendo los hombros y áreas de estacionamiento; como fuente fueron tomadas las informaciones, especificaciones y conocimientos de las direcciones de caminos de Centro América, así como las del Instituto de Asfaltos, entidades que han realizado y realizan este tipo de investigaciones.

La función básica del personal de mantenimiento, con su correspondiente maquinaria, equipo y materiales, es procurar con el mayor empeño y dedicación, conservar las carreteras asfaltadas en las mismas condiciones en que fueron construidas, tomando en cuenta el deterioro debido al tránsito normal de vehículos y de los agentes atmosféricos. Por esta razón, es muy

importante contar con personal experimentado que determine el momento oportuno para realizar los trabajos necesarios para la conservación de las carreteras, tales como:

- Aplicar nuevos riegos asfálticos para reavivar calzadas envejecidas por el tiempo o agentes atmosféricos.
- Construir nuevos tratamientos para reponer el desgaste por el tránsito.
- Efectuar las reparaciones en los sitios donde por razones de construcción o tránsito, muestran afloramiento de materiales asfálticos, volviendo la superficie lisa y peligrosa, o donde la superficie se está desintegrando.
- Reparar los baches, hundimientos, deslizamientos, entre otros. Para evitar en el futuro daños mayores.

### **3.2.1. Humedad y bases granulares**

La mayoría de los pavimentos asfálticos en el área centroamericana son carpetas construidas sobre una base granular, el material de base es un agregado triturado o una grava natural, colocada sobre una subbase de material seleccionado. Tanto la base como la subbase se construyen sobre una subrasante preparada. Las bases presentan un buen servicio cuando están debidamente drenadas, pero cuando el agua las satura pierden rápidamente su densidad máxima y sus características de resistencia al peso y a la acción del tránsito.

La saturación de las bases es causa de la mayor parte de los problemas de mantenimiento, que no se elimina rellenando los hundimientos, baches, grietas, entre otros, sino hasta que se drena totalmente la humedad por medios apropiados.

Este fenómeno se produce concretamente por tres causas:

- Cunetas azolvadas y obstruidas que no permiten el drenaje natural de las aguas, lo que ocasiona una elevación de nivel, saturando en consecuencia la estructura del pavimento desde la subrasante.
- Hombros con elevación superior al pavimento, lo que no permite el drenaje transversal de las aguas lluviosas, factor que también propicia la saturación de la estructura del pavimento desde la subrasante.
- Subdrenaje insuficiente.

Cuando la saturación de una estructura de pavimento no es corregida rápidamente, se corre el peligro que por efecto del tránsito de los vehículos los materiales arcillosos de la subrasante sean bombeados hacia la subbase y la base, volviéndolas plásticas y permitiendo inicialmente deflexiones mayores que las normales; posteriormente se producen los agrietamientos finales ocurre la destrucción total.

Es por lo tanto muy importante que cuando se investigan fallas de la superficie asociadas con deflexiones excesivas se analice la presencia de posibles materiales plásticos o de agua retenida en la base; en el caso que sólo sea humedad, al mismo tiempo de efectuar la reparación de la carpeta se debe eliminar el agua, ya sea corrigiendo la altura de los hombros,

profundizando las cunetas a su proyección original o corrigiendo y colocando los subdrenajes necesarios.

Si además de humedad existe contaminación de la subbase y base de material plástico proveniente de la subrasante, la reparación puede requerir la remoción total del área dañada hasta alcanzar el material sano, además de la necesaria corrección de hombros, cunetas y subdrenajes, para prevenir que después de corregido el bache o falla vuelva a repetirse.

Aún más, de no seguirse un estudio adecuado al corregir un bache o falla en una carpeta, este defecto vuelve a repetirse cuantas veces se repare, porque se está tratando de eliminar el efecto y no la causa. Esta es la verdadera razón, porque hay tramos de carretera que jamás tienen buena su carpeta asfáltica, deteriorándose cada vez más, por causas del tránsito y la falta de impermeabilización que permiten un aumento continuo de contaminación y humedad en la estructura.

### **3.2.2. Mezclas de bacheo**

Muchos parches después de colocados exudan asfalto, se hacen inestables y están sometidos a desplazamiento; generalmente, la causa es un exceso de asfalto en la mezcla de bacheo, pero también puede ser causa por permitir el tránsito antes de que cure el material, cuando éste proviene de una mezcla almacenada.

Las mezclas de bacheo de alta calidad, fabricadas en caliente, aunque tienen costo más alto que otros materiales producen parches de mayor duración; como el mayor costo de un parche reside en su colocación, no en el

valor del material, resulta más conveniente y económico el uso de materiales de mejor calidad.

Generalmente es posible preparar una mezcla asfáltica en caliente para bacheo, aún en lugares apartados. Un método usado consiste en calentar el material premezclado en un aparato apropiado antes de hacer el parche. Existen distintos tipos de estos calentadores, unos pueden ir simplemente suspendidos en la compuerta trasera del camión que transporta la mezcla y otros están montados en remolques.

De ser posible es aconsejable usar pequeñas plantas mezcladoras portátiles, diseñadas para trabajos de poca envergadura y para operaciones de mantenimiento, equipadas con un pequeño secador y un tambor mezclador. El asfalto se almacena en un tanque colocado en remolque de la planta mezcladora y el agregado en el camión que transporta la planta. El rendimiento en el lugar del trabajo, es 5 a 10 toneladas por hora de material mezclado en caliente.

### **3.2.3. Capas de imprimación y de liga**

Cuando la base de un bache profundo consiste en material no tratado, sobre ella debe aplicarse una capa de imprimación con 0,75 a 1,00 litros de asfalto líquido por metro cuadrado. Para aplicarse la imprimación, si no se dispone de equipo de riego, se pueden utilizar métodos manuales, debiendo tener cuidado en no aplicar un exceso de asfalto; la cantidad utilizada para imprimir la base debe ser solamente la suficiente para unir las partículas superficiales.

Los bordes preparados de la superficie que rodea el área que se va a reparar deben ser regados con una capa de liga, a fin de asegurar su unión con el material de bacheo.

Si las capas de imprimación y de liga son de emulsión asfáltica, antes de colocar la mezcla de bacheo se debe dejar que transcurra el tiempo suficiente para que la emulsión rompa y se evapore la mayor parte del agua. Igualmente, a los asfaltos de curado rápido o curado medio debe dárseles tiempo de penetrar y curar antes de colocar la mezcla del bacheo.

Cuando el bacheo es superficial, es necesario aplicar una capa ligera de liga, pues la ausencia de ella o una capa demasiado gruesa, puede originar un plano de deslizamiento. Los métodos de aplicación son similares a los utilizados para la imprimación, excepto que las cantidades utilizadas son más pequeñas.

#### **3.2.4. Colocación de las mezclas de bacheo**

Después que el área a bachear ha sido debidamente preparada, incluyendo la limpieza de los bordes y la aplicación correcta de las capas de imprimación o de liga, sólo falta colocar y compactar la mezcla. Esta nunca debe descargarse por gravedad desde el camión a la superficie de bache, pues podría provocarse la disgregación del material. Las paladas de mezcla deben colocarse primero contra los bordes, en lugar de ser apiladas en el centro y extendidas hacia afuera.

Al construir una junta, nunca debe empujarse el material desde el centro del bache a los bordes. Si se requiere más material en el borde, debe depositarse allí, y el exceso eliminarse después. La cantidad de material colocado en el área del bache debe ser suficiente para evitar que después de la

compactación, la superficie del parche quede más baja que el pavimento adyacente, sin embargo, si se coloca demasiado material quedará una elevación. Un alambre y/o una regla, utilizadas debidamente, pueden ser de gran ayuda para producir una superficie pareja al pavimento.

Figura 6. **Colocación de mezclas de bacheo**



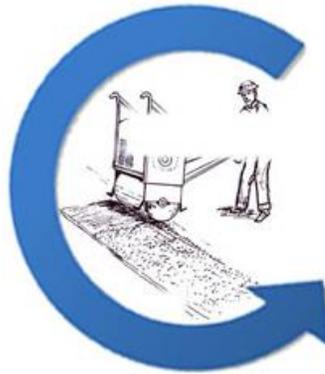
Fuente: Secretaría Permanente del Tratado de Integración Económica Centroamericana.  
Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras, alcantarillas y puentes.  
p. 375.

### **3.2.5. Compactación de las mezclas de bacheo**

Al compactar un parche, la primera y segunda pasada del rodillo o del compactador vibratorio o las ruedas del camión de mantenimiento, no deben de cubrir más de 15 centímetros de ancho del material en el borde del bache, operación que debe repetirse en el lado opuesto, para compactar el material en las juntas del borde. La compactación debe entonces proseguirse desde el lado bajo hacia el alto, cubriendo cada pasada y avanzando unos cuantos centímetros más hacia adentro del bache.

Cuando se utilizan equipos y procedimientos adecuados, la superficie del parche debe quedar al mismo nivel que la superficie del pavimento circundante. Sin embargo, si se utilizan compactadores de mano o se usa cualquier otro método de compactación empleando equipos livianos, la superficie del parche debe quedar ligeramente más alta que la del pavimento para que los vehículos compriman más el parche.

Figura 7. **Compactación de las mezclas de bacheo**



Fuente: Secretaría Permanente del Tratado de Integración Económica Centroamericana.  
Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras, alcantarillas y puentes.  
p. 376.

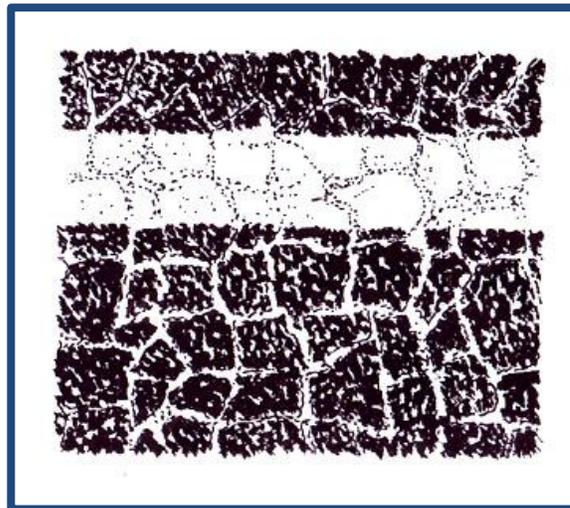
### **3.2.6. Agrietamiento**

Los agrietamientos pueden aparecer de diversas formas. En algunos casos, el simple relleno de las grietas pueden ser el tratamiento adecuado para eliminarlas; en otros, puede requerirse la remoción completa del área afectada y la instalación de drenes, antes de proceder a efectuar la reparación. Es necesario determinar las causas de agrietamiento antes de iniciar cualquier trabajo de reparación.

### 3.2.6.1. Agrietamiento en forma de piel de lagarto o cocodrilo

Son grietas interconectadas que forman una serie de pequeños bloques que semejan una piel de cocodrilo, tela metálica o malla de gallinero que se producen sobre la superficie de pavimentos de concreto asfáltico.

Figura 8. Agrietamiento en forma de piel de lagarto o cocodrilo



Fuente: Secretaría Permanente del Tratado de Integración Económica Centroamericana.  
Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras, alcantarillas y puentes.  
p. 377.

Causas: en la mayoría de los casos, los agrietamientos en forma de piel de cocodrilo son ocasionados por deflexiones excesivas de una superficie apoyada sobre una subrasante inestable del pavimento. El soporte inestable es, generalmente, la consecuencia de la saturación de bases granulares o de subrasantes. Cuando esto ocurre, probablemente es debido a la acción de cargas repetidas que exceden la capacidad de carga del pavimento.

Reparación: como las grietas son usualmente el resultado de la saturación de bases o subrasante, la corrección debe incluir la remoción del material húmedo y la instalación del drenaje necesario. Para obtener un parche resistente se debe emplear únicamente un material asfáltico mezclado en planta. Cuando sea necesario, pueden realizarse reparaciones temporales aplicando parches superficiales o capas de sello con agregado en las áreas afectadas. En todos los casos las reparaciones deben hacerse lo más inmediatamente posibles después de que aparezcan las grietas, para evitar mayores daños al pavimento.

En el caso de agrietamiento por sobrecarga, un recubrimiento debidamente diseñado corregirá la falta.

Labores mencionadas pueden llevarse a cabo realizando trabajos de bacheo descritos a continuación:

#### **3.2.6.1.1. Bacheo profundo (reparación permanente)**

La actividad de mantenimiento para el tratamiento de baches profundos en pavimentos de concreto asfáltico, procederá a ejecutar trabajos de reparación de la siguiente manera:

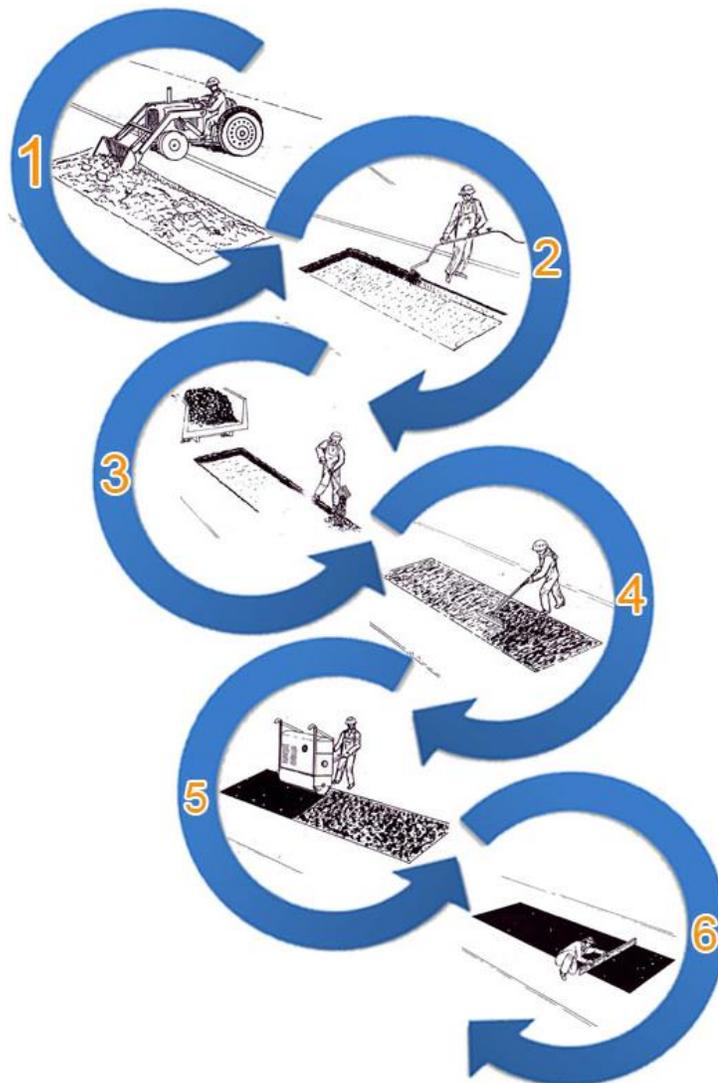
- Se remueve la superficie y el material de base hasta la profundidad que sea necesaria para alcanzar un apoyo firme, extendiéndose al menos 30 centímetros en el pavimento sano, fuera del área agrietada. Esto puede significar que parte del material de la subrasante también tendrá que ser removido. El corte cuadrado o rectangular debe hacerse con caras rectas

y verticales, con dos lados del corte paralelos al eje central de la carretera.

- En el caso que el agua sea la causa de la falla, se instalará el drenaje necesario antes de rellenar el agujero.
- A continuación se aplica una capa de liga a las caras verticales luego se rellena el hueco con una mezcla asfáltica densamente graduada, mezclada en planta, preferiblemente en caliente.
- Para evitar la segregación de la mezcla, esta debe extenderse cuidadosamente tal como se indicó anteriormente.
- En el caso que no se disponga de mezcla asfáltica, puede hacerse el relleno con un buen material granular de base. Parte del material de la superficie y de la parte superior de la base removida, desmenuzado y mezclado completamente, puede colocarse en el fondo del hueco.
- Si el hueco tiene más de 15 centímetros de profundidad, el material debe compactarse en capas por medio del equipo más apropiado al tamaño del trabajo, para áreas grandes es más práctico un rodillo.
- Cuando la mezcla asfáltica se coloca directamente sobre la sub-rasante, no se requiere imprimación. En el caso de emplear una base granular debe ser imprimada. La reparación se completa luego colocando mezcla asfáltica de preferencia en caliente y compactándola hasta dejarla a nivel con la superficie adyacente. Si no se dispone de mezcla asfáltica en caliente, se puede utilizar material mezclado en planta usando asfalto líquido.

- Para verificar la nivelación y el alineamiento del bache se utiliza un alambre o regla.

Figura 9. **Proceso de reparación permanente en bacheo profundo**



Fuente: Secretaría Permanente del Tratado de Integración Económica Centroamericana.  
Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras, alcantarillas y puentes.  
p. 379-382.

### **3.2.6.1.2. Bacheo superficial (reparación provisional)**

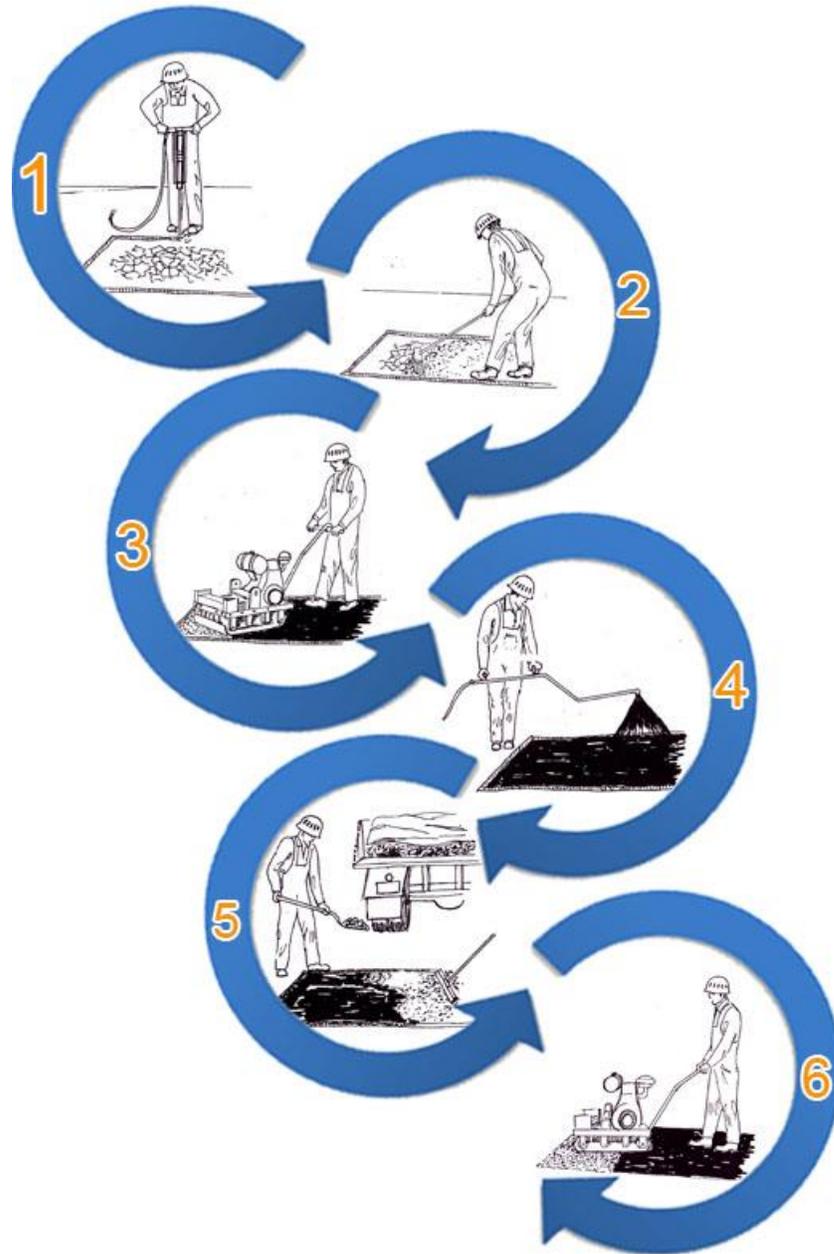
Este procedimiento se utiliza para reparar superficies con grietas de más de tres milímetros de ancho. Para la realización de este trabajo se procede de la siguiente manera:

- Se abre una zanja poco profunda alrededor del área que se va a bachear, de tal forma que los bordes resulten con caras verticales.
- El área se barre con cepillo y si es necesario, con aire comprimido.
- Se coloca sobre las grietas el agregado de graduación fina, mezclado en planta, usando un cepillo para extenderlo.
- A continuación se compacta con un rodillo o un compactador vibratorio plano, o se apisona con las ruedas traseras de un camión cargado y luego se le aplica una capa de pega.
- Después se coloca un parche delgado con material asfáltico mezclado en planta.

Antes de compactarlo deben limpiarse los bordes cuidadosamente, removiendo las partículas gruesas con un rapador y un rastrillo. La compactación se realiza con un compactador vibratorio plano o con un rodillo.

Si no se dispone de ninguno de ellos, podrá realizarse con las ruedas del camión que transporta la mezcla.

Figura 10. **Proceso de reparación provisional en bacheo superficial**



Fuente: Secretaría Permanente del Tratado de Integración Económica Centroamericana.  
Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras, alcantarillas y puentes.  
p. 383-386.

### **3.2.6.1.3. Parches de sello con agregado (reparación provisional)**

Este procedimiento se usa para reparar superficies con grietas de menos de tres milímetros de ancho, procediendo de la siguiente manera en la ejecución del trabajo:

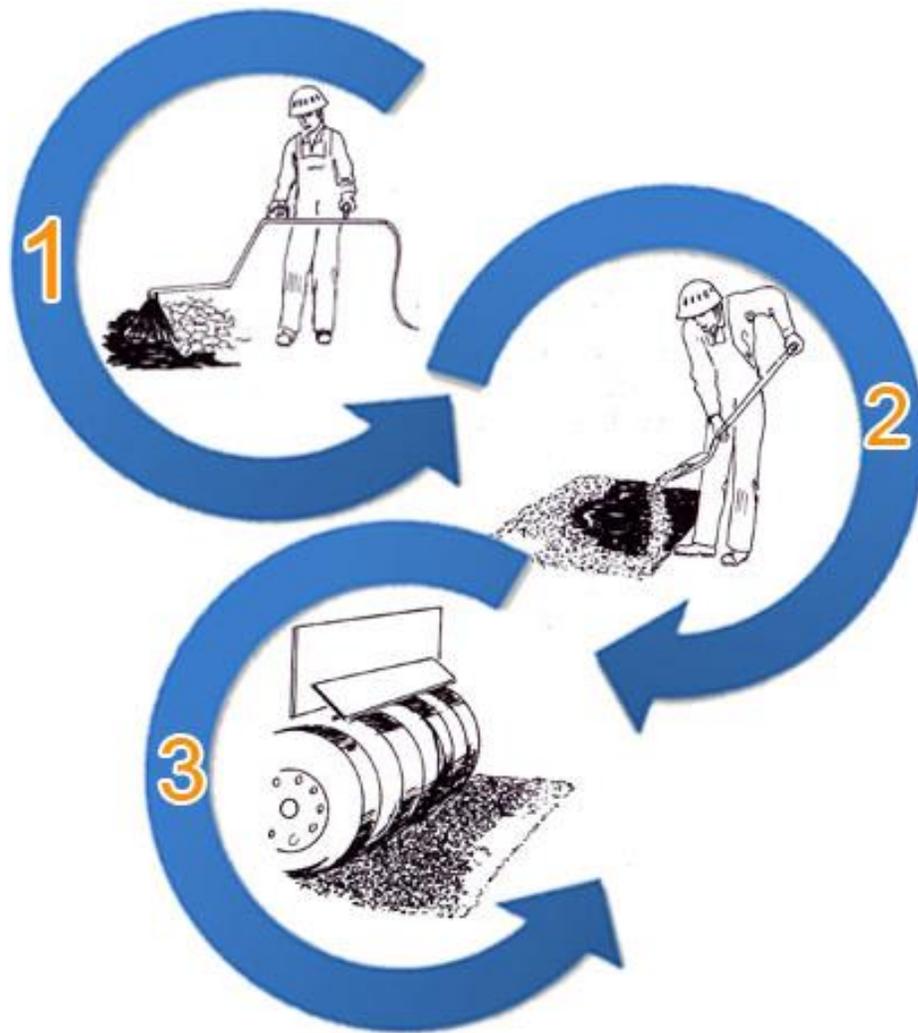
- Se limpia el área agrietada con cepillo y si es necesario, con aire comprimido.
- Se riega la cantidad necesario de asfalto líquido o emulsión de curado rápido o curado medio sobre el área limpia.

Generalmente, para la capa de sello es suficiente de 0,60 a 1,00 litro por metro cuadrado, pero si a través de las grietas se pierde una cantidad excesiva de asfalto, puede emplearse una cantidad ligeramente superior.

- Se aplican los agregados de cubierta inmediatamente después de regar el asfalto.
- Para este tipo de parche, un buen tamaño de agregado es comprendido entre la malla de ¼ de pulgada y la malla número 10.
- Se apisona la capa de sello con una apisonadora de ruedas neumáticas.
- Si no se dispone de una apisonadora, pueden emplearse entonces las ruedas del camión que transporta el agregado.

- Si es necesario elevar el nivel del área reparada al de las zonas adyacentes del pavimento, puede aplicarse una segunda capa de sello.

Figura 11. **Proceso de reparación provisional en parches con sello**



Fuente: Secretaría Permanente del Tratado de Integración Económica Centroamericana.  
Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras, alcantarillas y puentes.  
p. 387-388.

#### **3.2.6.1.4. Parches de sello con lechada (reparación provisional)**

Este procedimiento generalmente es utilizado para reparar superficies cuando las grietas han sido causadas por exceso de carga y se procede a tratar de la siguiente manera:

- Se limpia el área agrietada con cepillo y, si es necesario, con aire comprimido.
- Se aplica la lechada de emulsión asfáltica sobre el área agrietada.

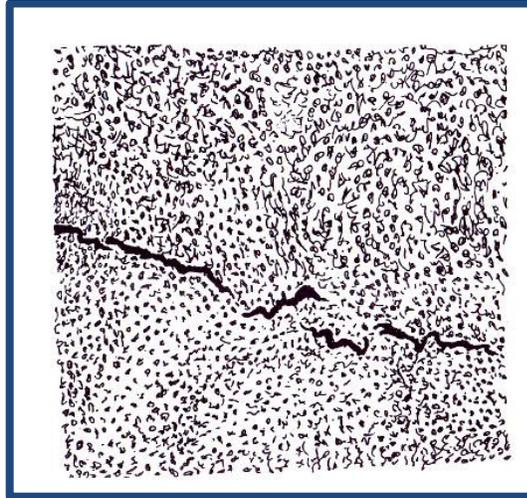
#### **3.2.6.2. Grietas de reflexión**

Son aquellas que aparecen en las carpetas asfálticas y que reflejan la configuración de las grietas de la estructura del pavimento que se encuentra debajo. Las grietas pueden ser de apariencia longitudinal, transversal, diagonal o en bloques.

Aparecen con más frecuencia en los recubrimientos asfálticos sobre concreto hidráulico y sobre las bases trabadas con cemento. Pueden aparecer también en las carpetas de pavimentos asfálticos, cuando las grietas en el pavimento viejo no han sido debidamente reparadas.

Las grietas pueden ser de apariencia longitudinal, transversal, diagonal o en bloques. Aparecen con más frecuencia en los recubrimientos asfálticos sobre concreto hidráulico y sobre las bases trabadas con cemento. Pueden aparecer también en las carpetas de pavimentos asfálticos, cuando las grietas en el pavimento viejo no han sido debidamente reparadas.

Figura 12. **Grietas de reflexión**



Fuente: Secretaría Permanente del Tratado de Integración Económica Centroamericana.  
Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras, alcantarillas y puentes.  
p. 393.

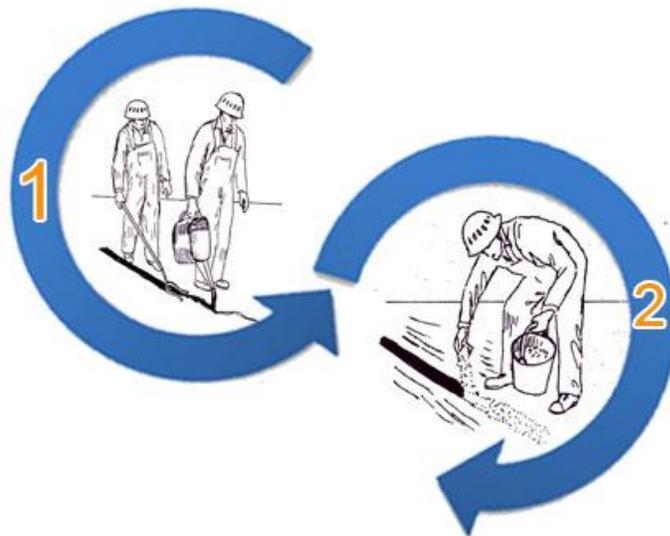
**Causas:** las grietas de reflexión son ocasionadas por los movimientos horizontales o verticales del pavimento que se encuentra debajo de la carpeta, producido por la expansión y contracción debidas a cambios de temperatura o de humedad. También pueden ser ocasionados por el tráfico o por movimientos del suelo, y por la pérdida de humedad en las subrasantes que tengan alto contenido de arcilla.

**Reparación:** las grietas de menos de tres milímetros de ancho son demasiado pequeñas para ser selladas efectivamente; las grandes, de más de tres milímetros de ancho, se pueden llenar con lechada de emulsión asfáltica o con un asfalto líquido liviano mezclado con arena fina, usándose también compuestos asfálticos especiales o materiales asfálticos de mayor viscosidad.

Para realizar este trabajo se procede de la siguiente manera:

- Se limpian las grietas con un cepillo de cerdas duras y/o con aire comprimido
- Cuando las grietas son grandes se utiliza una maestra de mano y un cepillo, y se rellenan aplicando sin exceso un asfalto líquido mezclado con arena o una lechada de emulsión asfáltica. Después de curado se sella con asfalto líquido utilizando una regadera y una maestra de mano.
- Se recubre con arena seca la superficie de la grieta rellanada, para evitar que el tránsito levante el material de relleno.

Figura 13. **Proceso para el tratamiento de grietas de reflexión**

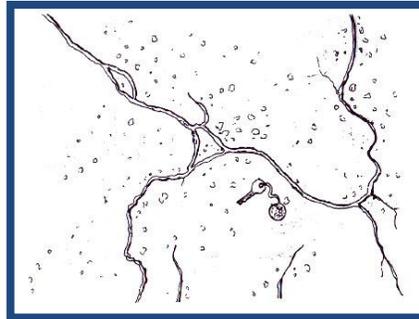


Fuente: Secretaría Permanente del Tratado de Integración Económica Centroamericana.  
Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras, alcantarillas y puentes.  
p. 394-395.

### 3.2.6.3. Grietas de encogimiento

Las grietas de encogimiento son grietas interconectadas que forman parte de bloques grandes, generalmente con vértices agudos que se producen sobre pavimentos de concreto asfáltico.

Figura 14. **Grietas de encogimiento**



Fuente: Secretaría Permanente del Tratado de Integración Económica Centroamericana.  
Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras, alcantarillas y puentes.  
p. 395.

**Causas:** generalmente es difícil determinar si las grietas de encogimiento han sido ocasionadas por cambios de volumen de la mezcla asfáltica, de la base o de la subrasante. Con frecuencia son producidas por los cambios de volumen de las mezclas fabricadas con agregado fino y que tienen un alto contenido de asfalto de baja penetración. En estos pavimentos, la ausencia de tráfico apresura la aparición de las grietas de encogimiento.

**Reparación:** se rellena con un asfalto liviano mezclado con arena fina o con una lechada de emulsión asfáltica, seguida de un tratamiento superficial o

un sello de lechada sobre toda la superficie. Para realizar este trabajo se procede de la siguiente manera:

- Se remueve la materia suelta de las grietas y de la superficie de pavimento con cepillos y aire comprimido.
- Se humedece con agua la superficie del pavimento y las caras agrietadas.
- Cuando las superficies estén humedecidas uniformemente, sin que haya exceso de agua, se aplica una capa de liga de emulsión asfáltica, diluida en una parte igual de agua.
- Se prepara la mezcla de lechada asfáltica rellenando con ella las grietas, emparejándola con una maestra de mano; si las grietas son muy numerosas, se aplica a toda la superficie un sello de lechada.

Figura 15. **Tratamiento de grietas de encogimiento**



Fuente: Secretaría Permanente del Tratado de Integración Económica Centroamericana.  
Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras, alcantarillas y puentes.  
p. 395.

- Cuando la lechada adquiere una consistencia firme, se aplica un tratamiento superficial o un sello de lechada a toda la superficie empleando equipo especial para esta operación, dejándola curar hasta que la superficie quede firme para evitar que el tránsito la levante.

#### **3.2.6.4. Desintegración**

La desintegración es la rotura del pavimento en fragmentos pequeños y sueltos o, también, la disgregación de las partículas del agregado. Si este proceso no se detiene en sus comienzos, puede progresar hasta hacer necesaria la completa reconstrucción del pavimento.

El tipo más común de desintegración del pavimento son los baches. Los métodos de reparación pueden consistir en sellos simples hasta el bacheo profundo.

##### **3.2.6.4.1. Baches**

Son cavidades de distintos tamaños y formas, que se producen en el pavimento asfáltico como resultado de una desintegración localizada. Dependiendo de su magnitud serán los efectos negativos sobre el flujo vehicular.

Causas: los baches son causados, generalmente, por debilidad del pavimento, resultante de escasez de asfalto, carpeta delgada, demasiados finos, pocos finos, drenaje deficiente u otras causas.

Reparación: generalmente los baches aparecen cuando es difícil hacer una reparación permanente, requiriéndose entonces aplicar medidas de

emergencia. Las reparaciones temporales consisten, usualmente, en la limpieza del hueco y su relleno con un material asfáltico de bacheo mezclado en planta. La reparación permanente se realiza abriendo un hueco hasta alcanzar el material firme tanto en los lados como en el fondo y luego rellenándolo con nuevo material de base y de superficie.

Figura 16. **Desintegración en el pavimento**



Fuente: avenida los árboles, zona 1, ciudad de Guatemala.

Reparación de emergencia: para realizar este trabajo se procede de la siguiente manera:

- Se limpia el hueco de todo el material suelto y del agua.
- Si es posible se utiliza una plancha-calentadora con el fin de calentar y ablandar la superficie asfáltica que rodea el hueco.

- Se rellena con material asfáltico mezclado en planta y se rastrilla hasta dejar la superficie lisa.
- Se compacta con compactador vibratorio o con rodillo.
- Se seca compactado por medio de la plancha calentadora.



## **4. RESUMEN DE ESPECIFICACIONES Y TÉCNICAS APLICADAS EN OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE CARRETERAS DE CONCRETO HIDRÁULICO**

### **4.1. Calzadas de concreto hidráulico**

Son aquellas donde los vehículos circulan sobre una superficie cubierta por losas de concreto hidráulico. A los pavimentos construidos con este material, también se les denomina pavimentos rígidos.

La estructura de este tipo de calzadas consta de los siguientes elementos:

- Subrasante afinada y mejorada cuando sea necesario.
- Una capa de subbase de material selecto compactado a humedad óptima y densidad máxima.
- Losas de concreto hidráulico de espesores, pendientes transversales y longitudinales conforme el diseño.

### **4.2. Operaciones de mantenimiento de los pavimentos de concreto hidráulico**

La función básica del mantenimiento con su correspondiente maquinaria, equipos y materiales es procurar con el mayor empeño y dedicación, conservar

este tipo de calzadas en las mismas condiciones que fueron construidas, tomando en cuenta el deterioro debido al tránsito normal de vehículos y de los agentes atmosféricos. Por esta razón, es muy importante contar con personal experimentado que determine el momento oportuno para realizar los trabajos necesarios para la conservación de este tipo de carreteras, tales como: resellado de juntas y grietas, reparación de grietas de esquina, reparación de partes de losas, cambio total de losas, entre otros.

#### **4.2.1. El asfalto en el mantenimiento de pavimentos de concreto hidráulico**

El asfalto juega un papel importante en el mantenimiento de los pavimentos de concreto hidráulico, empleándose para sellar las juntas y grietas, rellenar cavidades y levantar las placas hundidas, renovar las partes desintegradas y cubrir las superficies resbaladizas. Más específicamente, el asfalto y las mezclas asfálticas se utilizan en el mantenimiento de pavimentos de concreto hidráulico para lo siguiente:

- Restaurar el nivel de diseño y la suavidad de las superficies
- Reparar y retardar la estalación, las escamaduras y otros deterioros
- Mejorar áreas muy dañadas
- Mejorar la resistencia al deslizamiento
- Mantener las juntas y grietas libres de materias extrañas
- Proteger y preservar el relleno de las juntas originales
- Impedir la entrada de agua en las bases o subbases
- Evitar el bombeo y estabilizar la subrasante
- Evitar el balanceo de las placas o losas

Por consiguiente el asfalto sirve perfectamente para reparar muchas fallas de los pavimentos de concreto de cemento hidráulico, pero esto sólo se logra si se utiliza correctamente. Las técnicas que se exponen en este capítulo no son las únicas correctas, pero son métodos que han sido probados y con los cuales se han obtenido resultados satisfactorios.

#### **4.2.2. Sellado de juntas y grietas**

El sellado de las juntas y grietas se hace para evitar la infiltración del agua, proteger el material de relleno de las juntas o impedir la entrada de materias extrañas. En épocas pasadas, los asfaltos de penetración, solos o mezclados con polvillo mineral, fueron los materiales selladores más comúnmente utilizados, siendo empleados todavía en muchos lugares. Pero en los últimos años los compuestos de asfalto y caucho han recibido mayor atención porque, entre otras ventajas, tienen menos tendencia a hacerse quebradizos en climas fríos y ablandarse bajo el tránsito, en tiempo caluroso. La tabla adjunta indica los tipos de selladores de asfalto y caucho para grietas y juntas.

El equipo utilizado para el sellado de juntas y grietas varía desde pequeñas jarras manuales, hasta aplicadores a presión montados sobre camiones o en remolques. Las jarras manuales normalmente se llevan en una caldera central; cuando se utilizan calderas, éstas deben ser, preferiblemente de pared doble, en baño de aceite; para evitar que el sellador se dañe por exceso de calentamiento; cuando se usan compuestos de asfalto y caucho, la caldera que se emplee debe ser únicamente de este tipo.

Figura 17. **Tabla de tipos de selladores y caucho**

MATERIAL	TIPO	Especificación	
		ASTM	AASHTO
Asfalto-caucho	Aplicado en frío	D-1850	-----
Asfalto-caucho	Mastique aplicado en frío	D-1850	-----
Asfalto-caucho	Aplicado en caliente	D-1190	M 173

Fuente: Secretaría Permanente del Tratado de Integración Económica Centroamericana. Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras, alcantarillas y puentes. p. 398.

Para evitar que las juntas o grietas se lleven en exceso, deben utilizarse una maestra del tipo indicado, esta maestra utilizada adecuadamente permitirá hacer un trabajo limpio.

Los aplicadores a presión, montados sobre camión o en remolque, pueden utilizar los materiales selladores que se aplican en frío o en caliente. Tienen válvulas de control y están equipados con boquillas del tamaño y forma necesarios para dirigir el material sellador a la ranura. Este equipo es muy práctico y rápido y se evita derramamiento excesivo del material sellador sobre la superficie del pavimento.

Antes de aplicar cualquier sellador, las juntas y grietas deben limpiarse; las ranuradoras mecánicas, los compresores de aire y los chorros de arena aceleran el trabajo y lo hacen más fácil. El compresor de aire debe estar

equipado con boquillas de la forma y tamaño necesarios para dirigir el chorro de aire hacia la grieta que se va a sellar.

Solamente se debe colocar la cantidad de material indispensable para rellenar la junta o la grieta. Cuando se utilizan selladores en caliente para rellenar grietas profundas, el material puede encogerse un poco al enfriarse; en estos casos se debe añadir una cantidad adicional de sellador para llenar la abertura y dejarla a nivel con la superficie.

Cuando se está sellando una carretera, un carril debe mantenerse abierto al tránsito mientras se realiza el trabajo en otro. Una buena práctica de trabajo es empezar la operación de relleno en el eje central y después seguir hacia los bordes del pavimento, evitando en esta forma interferir con la corriente de vehículos.

Si el pavimento va a ser puesto en servicio inmediatamente después de sellado, el material debe ser protegido para que no sea levantado por las ruedas de los vehículos. Esto puede realizarse espolvoreando sobre las juntas y grietas, arena fina, polvo mineral, aserrín de madera dura o materiales similares. Los selladores aplicados en frío pueden ser cubiertos con cinta de papel engomado.

#### **4.2.3. Inyecciones de asfalto**

Como consecuencia del bombeo bajo las placas (losas) o del asentamiento de la subrasante, se pueden producir cavidades debajo de los pavimentos de concreto hidráulico. Cuando esto ocurre, deben rellenarse para restaurar el apoyo del pavimento y para evitar mayor erosión. Las inyecciones de asfalto se utilizan para este propósito, pues llenan las cavidades, levantan

las placas hundidas, y forman una capa impermeable que evita que el material fino sea bombeado de nuevo. Para efectuar inyecciones, solo debe utilizarse asfalto de baja penetración o de alto punto de ablandamiento.

#### **4.2.4. Carpetas de recubrimiento**

Para muchos tipos de defectos de los pavimentos de concreto de cemento hidráulico, la aplicación de una carpeta asfáltica de recubrimiento es el tratamiento más efectivo y más económico aunque de aspecto no muy agradable.

Los pavimentos deformados generalmente pueden ser restaurados con una carpeta asfáltica de recubrimiento, los que sufren desintegración pueden ser salvados y reforzados de esa misma manera, los pavimentos resbaladizos a su vez pueden hacerse antiresbalantes con una carpeta asfáltica de recubrimiento apropiado. Muchas veces este tipo de tratamiento es considerado más como construcción que como mantenimiento; sin embargo, los recubrimientos pueden utilizarse en tramos cortos como operaciones de conservación.

#### **4.2.5. Juntas y grietas**

Los concretos hidráulicos tienen como característica natural que cambian de volumen con los cambios de temperatura. Si en el diseño no se prevén técnicamente juntas que permitan estos cambios, las losas se agrietarán en forma irregular. Para que las grietas se produzcan nítidas y en línea recta, deben diseñarse y fabricarse durante su construcción.

Las juntas pueden penetrar el espesor de la placa o solamente a una profundidad de un sexto a un cuarto de su espesor. Aquellas que tienen la profundidad completa son juntas que se dejan entre placas para permitir la expansión, controlar el agrietamiento o satisfacer requerimientos de construcción. Las juntas superficiales se forman cortando el pavimento para forzar a que el agrietamiento se produzca a lo largo de un plano de debilidad; dependiendo de su función, se llaman juntas de expansión, juntas de contracción o juntas de construcción y pueden extenderse en dirección transversal, longitudinal o diagonal.

Otro tipo de junta es la que se construye entre la placa (losa) de pavimento y el hombro; esta es una junta de construcción longitudinal llamada junta de hombros.

También hay otros tipos de juntas que tienen propósitos especiales y se mantienen de la misma manera que los tipos principales.

Todas las juntas y grietas deben mantenerse selladas con algún material adhesivo, para evitar daños en el pavimento debido al agua o a materiales extraños. El asfalto, con o sin aditivo tal como el caucho, es utilizado casi universalmente como un sellador de juntas y grietas.

Los métodos empleados para sellar juntas y grietas son esencialmente iguales y consisten en limpiar la parte superior de la hendidura y rellenarla con un material sellador. Para ser efectivo, el material sellador debe adherirse a los lados de la abertura; por esta razón, cualquier material que impida la buena adherencia debe ser eliminado. Si en la abertura se ha acumulado arena, grava, polvo o cualquier otro material extraño, debe ser removido, pues ellos pueden ocasionar el desconchamiento de los bordes cuando la junta o grieta se cierra

en época calurosa debido a la expansión de la placa. Cualquier material sellador viejo que se haya endurecido también tiene que ser removido.

Si el trabajo es pequeño la operación de limpieza puede realizarse a mano, utilizando escobas de fibras duras o de cerdas de acero y barras con puntas biseladas que penetren en la abertura. Para trabajos grandes, la limpieza puede hacerse más rápidamente con cortadoras rotatorias mecánicas, sierras mecánicas para cortar pavimentos, compresores de aire o equipos similares.

En los lugares donde las juntas o grietas son muy estrechas o tengan los bordes astillados será necesario hacer trabajos especiales; al presentarse estas condiciones las juntas deben ensancharse con una sierra mecánica o una cortadora rotatoria antes de aplicar el material sellador.

#### **4.2.5.1. Resellado de las juntas**

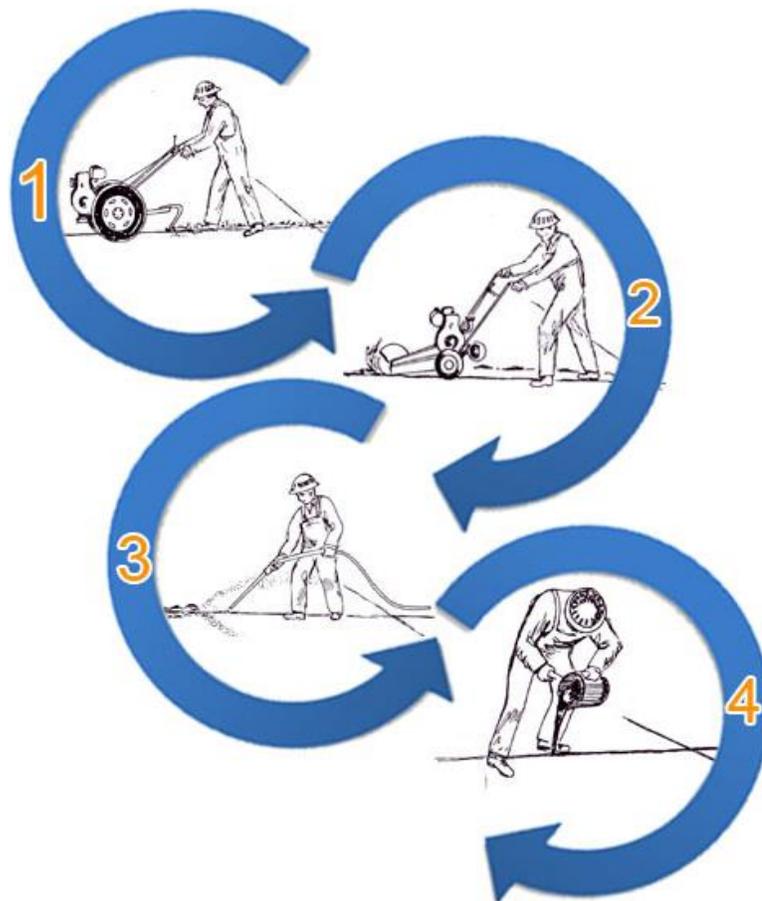
Las juntas necesitan mantenimiento periódico. El sello de la junta puede requerir reemplazo por diversas razones, entre ellas por haberse utilizado un tipo de material inadecuado, por haberse sobrecalentado el material sellador, o por no haberse sobrecalentado el material sellador, o por no haberse limpiado adecuadamente la junta antes de sellado.

En todos los casos, las juntas que necesitan un resellado deben limpiarse hasta unos dos o tres centímetros de profundidad. Antes de aplicar el nuevo sello a las superficies interiores y alrededor de las juntas deben ser limpiadas y secadas, eliminando residuos del relleno o del sello viejo en los bordes. Para proporcionar una cara interior no adhesiva para el sello, deben insertar dentro de la hendidura esponjas de goma o plástico, o cinta de papel.

El siguiente método para la limpieza y resellado de juntas ha sido encontrado satisfactoriamente.

- Se extrae el material del sello viejo hasta una profundidad de dos o tres centímetros.

Figura 18. **Proceso de sellado de juntas en pavimento de concreto hidráulico**



Fuente: Secretaría Permanente del Tratado de Integración Económica Centroamericana.  
Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras, alcantarillas y puentes. p. 429-231.

- Se aplica un chorro de arena a las caras verticales de la junta y a la superficie del pavimento abarcando varios centímetros a cada lado de la junta. Para remover los residuos de sello viejo que puedan haber quedado se emplean herramientas manuales.
- Se aplica un chorro de aire comprimido a la junta, a una presión no menor de 6,5 kilogramos por centímetro cuadrado (90 libras por pulgada cuadrada). Con un chorro de aire de 4,2 metros cúbicos por minuto (150 pies cúbicos por minuto) en la boquilla.
- Se inserta en el fondo de la hendidura una esponja de goma o plástico, o cinta de papel.
- Se coloca el sello en una sola aplicación, haciendo que exteriores de las juntas transversales se eleven para evitar que el material de sellado escurra hacia los hombros.

#### **4.2.5.2. Exceso de sello en la junta**

Corrientemente sucede que en el material de sello de la junta se alojen arena y guijarros, ocupando un espacio necesitado por el propio material de sellado, entonces usando la placa se expande el sello aflora y forma una protuberancia. Algunas veces hay tal cantidad de materia extraña de la junta que ocasiona el desconchamiento de la placa; cuando esto ocurre, el sello debe ser removido. En muchos casos, el exceso de sello puede ser eliminado cortándolo con una pala caliente de borde cuadrado o con una cortadora rotatoria mecánica. Cuando la cantidad de material aflorado es grande, el trabajo puede hacerse mejor utilizando una cuchilla.

#### **4.2.5.3. Sellado de grietas**

En los pavimentos de concreto de cemento hidráulico, las grietas se definen como hendiduras irregulares, aproximadamente verticales debidas a causas naturales o a la acción del tráfico. Incluidas bajo esta definición están las grietas transversales, longitudinales, diagonales, las grietas de esquina y las de restricción.

Si una grieta no es lo suficientemente ancha para que el material de sello penetre con facilidad, no debe hacerse el intento de sellarla. Las grietas anchas deben ser limpiadas perfectamente antes de sellarlas.

#### **4.2.6. Desintegración**

La desintegración es la rotura del pavimento en pequeños fragmentos sueltos, incluyendo el desalojo de las partículas de agregado. Si el proceso no se detiene en sus comienzos, puede progresar hasta requerir la completa reconstrucción del pavimento.

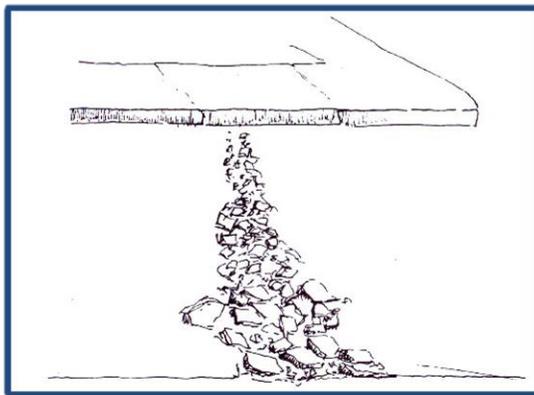
Los tipos comunes de desintegración en los pavimentos de concreto de cemento hidráulico que pueden ser reparados con asfalto son los quebrantamientos, la espalación y las escamaduras. Los tratamientos van desde el bacheo superficial hasta los recubrimientos completos.

##### **4.2.6.1. Quebrantamiento**

El quebrantamiento es la fracturación o el levantamiento localizado en un pavimento de tipo rígido, que se produce usualmente en una grieta transversal o en una junta.

Causas: muchos quebrantamientos son ocasionados por la expansión excesiva de las placas durante la época calurosa. La presión se eleva hasta que las placas no pueden resistirla más y luego estas se levantan o fracturan, disgregándose a lo largo de la junta transversal o de la grieta.

Figura 19. **Quebrantamiento en pavimento de concreto hidráulico**



Fuente: Secretaría Permanente del Tratado de Integración Económica Centroamericana.  
Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras, alcantarillas y puentes.  
p. 444.

Reparación: el concreto asfáltico puede utilizarse para una reparación de emergencia o permanente de la placa dañada. La placa debe ser cortada, preferiblemente con una sierra mecánica, para eliminar toda el área afectada. Para reponer el pavimento, se utiliza después concreto asfáltico densamente graduado.

El método a seguir para realizar este trabajo es el siguiente:

- Se remueve la porción dañada de la placa, aserrándola en un corte recto y limpio con una sierra de pavimento.

- Si se requiere se nivela la subbase, y se imprime para luego aplicar una capa de liga a los lados de la placa.
- Se coloca un material asfáltico mezclado en planta densamente graduado y se compacta en capas no mayores de 10 centímetros de espesor cada una. Si el área no es lo suficientemente grande para utilizar un rodillo normal, se deben utilizar martinets mecánicos o compactadores vibrantes planos.
- Se termina la superficie emparejándola con el pavimento circundante.

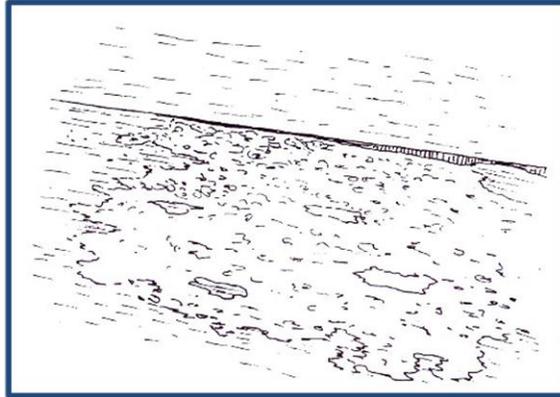
#### **4.2.7. Escamaduras**

La escamadura es el deterioro de la superficie de los pavimentos de concreto de cemento hidráulico. En algunos casos la escamadura puede progresar y penetrar profundamente en el pavimento.

Causas: las principales causas de las escamaduras son: el exceso de acabado, uso de mezcla o agregados inadecuados y curado deficiente.

Reparación: si las áreas escamadas no alcanzan un centímetro de profundidad, se puede hacer una reparación temporal con un sello de lechada de emulsión asfáltica, o un sello de material asfáltico mezclado en planta o un tratamiento superficial. Si la escamadura es extensa y profunda, el pavimento debe ser recubierto con un material asfáltico mezclado en planta densamente graduado.

Figura 20. **Escamaduras en superficie de pavimento de concreto hidráulico**



Fuente: Secretaría Permanente del Tratado de Integración Económica Centroamericana.  
Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras, alcantarillas y puentes.  
p. 445.

El procedimiento a seguir para efectuar una reparación temporal es el siguiente:

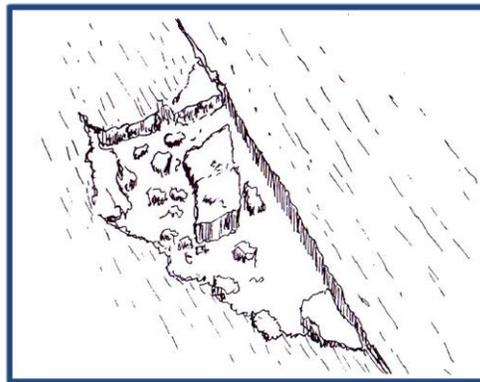
- Se remueven todas las partículas sueltas de la superficie con una escoba mecánica de cerdas de acero.
- Se pica y se limpia el área con aire comprimido.
- Se aplica un sello de material asfáltico mezclado en planta o un sello de emulsión de lechada asfáltica para restaurar la superficie a su nivel original, o bien un tratamiento superficial.

#### **4.2.8. Espalación o astilladura**

Se clasifica como espalación o astilladura a la rotura o división del pavimento en numerosas partículas en las juntas, grietas o bordes; generalmente, los fragmentos resultantes tienen bordes biselados.

Causas: la espalación puede ser causada por diferentes factores algunas de las principales causas son: fragmentos duros de grava alojados en las juntas o grietas, mecanismos de transferencia de cargas, juntas aserradas y mortero débil.

Figura 21. **Espalación en pavimento de concreto hidráulico**



Fuente: Secretaría Permanente del Tratado de Integración Económica Centroamericana.  
Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras, alcantarillas y puentes.  
p. 446.

Reparación: para reparar la espalación se debe utilizar materiales asfálticos mezclados en planta. El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Se desportilla el área espalada hasta encontrar materia resistente, cortando bordes rectos y haciendo los lados tan verticales como sea posible.
- Se limpia el área con aire comprimido.
- Se aplica una ligera cada de liga.
- Se llena el hueco con material asfáltico mezclado o planta densamente graduado, colocando suficiente mezcla para emparejarlo con el pavimento circundante después de la compactación.
- Se compacta con un compactador vibratorio plano.

#### **4.3. El concreto hidráulico en operaciones de mantenimiento de los pavimentos del mismo material**

Las reparaciones de losas de concreto hidráulico de acuerdo con los procedimientos enunciados anteriormente, empleando productos asfálticos dan buenos resultados por ser materiales de fácil manejo y uso corriente en carreteras, así como de fraguado rápido a la vez que permiten causar pocas molestias al tráfico: condiciones que hacen su uso frecuente sobre todo en la estación lluviosa. Aún cuando este procedimiento es bueno, se recomienda cuando se cuenta con estación seca, personal especializado, equipo y materiales específicos, realizar estas operaciones utilizando concretos hidráulicos de las mismas especificaciones con que originalmente fueron construidos los pavimentos.

#### **4.3.1. Métodos de mantenimiento**

Es importante tomar en cuenta que independientemente al tipo de bacheo a ejecutarse, antes de enviarse las cuadrillas de reparación, deben realizarse trabajos específicos, que tienen que ser ejecutados por técnicos especializados o personas capacitadas.

Estas labores previas al mantenimiento propiamente dicho, comprenden la determinación de:

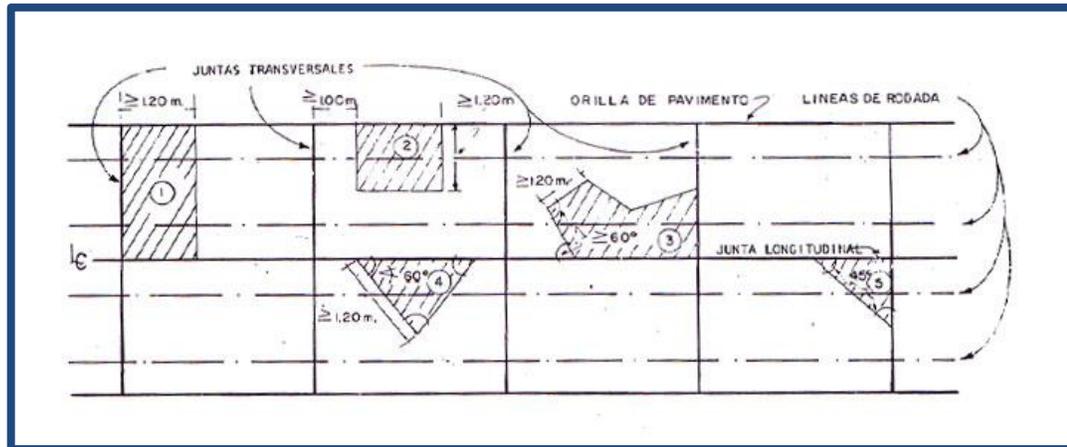
- Áreas dañadas
- Límites a reparar
- Causas de las fallas
- Medidas para evitar su repetición
- Hacer un registro de las áreas a reparar para calcular el personal, equipo y materiales a emplearse
- Y todos los demás datos que sean de importancia para el buen mantenimiento de los concretos hidráulicos

#### **4.3.2. Forma y tamaño de los agujeros para efectuar el bacheo**

La forma y tamaño de los agujeros a bachear es muy importante en cuanto a la durabilidad y costo del bacheo. Los baches a repararse deben agrandarse hasta una forma y tamaño tales que su reparación sea funcional y durable. Los agujeros a bachear que por su forma y tamaño han dado los mejores resultados en la práctica, son los siguientes:

- Baches rectangulares que tengan un mínimo de 1,20 metros de largo en el sentido de la junta transversal por el ancho de largo en el sentido de la junta transversal por el ancho de una vía o bien por el ancho completo de la carretera.
- Baches rectangulares con la base a lo largo de las orillas interiores o exteriores de los pavimentos, con una distancia mínima de 1 metro a las juntas transversales y 1,20 metros mínimo en su dimensión perpendicular a las juntas longitudinales.
- Baches en forma irregular cuyos límites están determinados por dos extremos de las roturas. Es recomendable que los cortes tengan en sus caras un mínimo de 1,20 metros, ángulos no menores de 60 grados y una distancia mínima a la junta transversal de 1 metro, y como regla general ninguna junta debe quedar sobre la rodada de los vehículos.
- Baches en forma triangular con base a lo largo de las orillas interiores o exteriores de los pavimentos. Se recomienda que la distancia mínima a las juntas transversales sea de 1 metro, los ángulos interiores de 60 grados, la dimensión de sus lados no menores de 1,20 metros y su vértice fuera de la rodada de los vehículos.
- Baches en forma de triángulo rectángulo con sus lados apoyados en las juntas longitudinales y transversales deben tener un a longitud no menor de 1,20 metros y sus vértices no debe quedar sobre la rodadura de los vehículos.

Figura 22. **Forma y tamaño de agujero para baches**



Fuente: Secretaría Permanente del Tratado de Integración Económica Centroamericana.  
Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras, alcantarillas y puentes.  
p. 453.

#### 4.3.3. **Demolición del pavimento**

Para obtener las condiciones anteriores es necesario marcar los baches claramente utilizando pintura y regla. Es importante contar con cuadrillas entrenadas que sigan exactamente en los cortes el trazo marcado con la regla y la pintura. Para hacer este trabajo se recomienda usar una sierra para cortar concreto en los primeros 4 o 5 centímetros de profundidad, el resto se romperá o quebrará en pequeños pedazos por medio de cinceles neumáticos, martillos de aire, taladros de mano o almádanas.

El área quebrada debajo del corte de la sierra se deja marcadamente rugosa e irregular, pero en planos verticales o en una pendiente máxima de 1:4; esto tiene por objeto dar mayor adherencia entre el material de bache y el

pavimento existente, facilitando la transmisión de las cargas y restringiendo sus movimientos.

Si no se tienen sierras de concreto, pueden usarse martillos de aire con barrenos de cincel para hacer el primer corte. Operadores experimentados en el empleo de este equipo, pueden moviendo continuamente el cincel a lo largo de las líneas marcadoras de los baches hacer cortes similares a las obtenidas por sierras en los primeros 4 a 5 centímetros; el resto del trabajo en la demolición del bache se hace como se indicó anteriormente.

#### **4.3.4. Preparación de la subrasante**

Terminada la demolición de la parte dañada, se procede a eliminar el material de la losa, así como eliminar y corregir el material base, dejando libre de materiales adheridos los laterales del agujero y el fondo.

#### **4.3.5. Colocación del material del bache**

Una vez terminada la causa de las fallas y corregido el material de base, las losas existentes y el material de base deben humedecerse bien unas horas antes de colocarse el concreto hidráulico.

Las formaletas deben colocarse únicamente en los bordes, juntas transversales y longitudinales y éstas deben conservarse libres de piedras o pedazos de losa quebrada, para evitar que la expansión o vibración dañe las losas adyacentes.

Es recomendable que el bache tenga como mínimo 2 centímetros más de profundidad que la antigua losa en la parte inferior y en la parte superior debe tener las mismas pendientes (longitudinales y transversales.)

Debe tenerse especial cuidado cuando el bache sea reparado con concreto asfáltico que la base quede a la misma altura de la subrasante que la losa, e imprimir las para evitar la formación de bolsas de agua que posteriormente permita la formación de un nuevo bache.



## **5. DESCRIPCIÓN DE DISPOSITIVOS TEMPORALES PARA SEGURIDAD DE USUARIOS, TRABAJADORES Y OBRAS, EN ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE CARRETERAS**

### **5.1. Generalidades**

Se conocen como dispositivos temporales aquéllos que sirven para regular el tránsito en forma transitoria, a través de vías públicas en construcción o en reparación o donde se realicen otro tipo de obras de carácter transitorio.

Estas actividades generan situaciones peligrosas tanto para los trabajadores que están expuestos constantemente al flujo vehicular, como para los automovilistas, que deben afrontar riesgos generalmente no previstos. El alto costo de los accidentes relacionados con la construcción y mantenimiento de carreteras, exige establecer eficaces sistemas de control del tránsito en las zonas donde se ejecutan tales actividades.

El objeto del presente capítulo es suministrar la orientación requerida sobre los dispositivos temporales para el control del tránsito que deben emplearse en los trabajos más comunes realizados en las carreteras. Para que el uso de dichos dispositivos surta el efecto deseado, es indispensable que los trabajadores y automovilistas se acostumbren a ellos. De este modo se podrá eliminar en un elevado grado la confusión e incompreensión, factores que constituyen la causa de accidentes que ocurren en las áreas bajo construcción o reparación.

Los más serios problemas que confronta el control se producen por aquellas condiciones especiales en que el tránsito debe moverse a través o alrededor de los tramos en construcción o reparación. Como tales condiciones son temporales, resultan inesperadas y en discordancia con la trayectoria normal de la carretera, situación que origina peligros y riesgos de suma gravedad. Las estadísticas de accidentes en estas circunstancias constituyen una evidencia muy convincente de la necesidad de mejorar la protección hasta donde sea posible.

Las circunstancias que exigen el uso de dispositivos temporales son muchas, se puede mencionar entre ellas las siguientes: chapia, desrame de árboles, desmonte, limpieza de cunetas, reparación de pavimentos y sustitución total del pavimento, y otras.

El tiempo durante el cual se debe aplicar una señalización temporal varía en relación a la magnitud de las obras, a su finalidad y duración. Además, las condiciones pueden cambiar de hora a hora, de día a día, del día a la noche o en períodos mayores. Es de gran importancia que al terminarse un determinado trabajo se retiren inmediatamente los dispositivos que han dejado de ser útiles, para evitar que posteriormente pierdan su efectividad.

El diseño y la localización de los dispositivos temporales deben responder a las condiciones generales de los de tránsito, a saber: mensaje claro y conciso, infundir respeto y proporcionar el tiempo necesario para la respuesta.

## **5.2. Responsabilidad**

La responsabilidad de la señalización durante la ejecución de las obras transitorias, recae directamente sobre los jefes de las respectivas dependencias

públicas; los gerentes, administradores o representantes legales de las empresas o compañías, o los particulares que ejecuten los trabajos.

Las obligaciones de los responsables de la señalización transitoria son las siguientes:

- Instalar los dispositivos de tránsito necesarios para el tipo de obra transitoria a ejecutar, al inicio de los trabajos.
- Mantener adecuadamente las señales.
- No obstruir la visibilidad de las señales con el equipo, herramienta e implementos usados en las obras.
- Retirar los dispositivos tan pronto haya cesado el motivo por el que fueron colocados.

### **5.3. Señales viales**

La señalización utilizada es similar a la señalización convencional vertical colocada en carreteras y puentes. La forma tamaño y color deben ser los mismos que los de señales permanentes. Para aquellos casos en que las obras revistan un carácter especialmente peligroso, es conveniente emplear señales de mayor tamaño, debidamente reflectantes.

Las señales temporales podrán montarse en postes, soportes portátiles (toneles, barriles, entre otros).

## **5.4. Dispositivos de canalización**

Consiste en obstáculos que sirven para guiar a los conductores de vehículos sobre la carretera a lo largo de una zona, que se encuentre en actividades de construcción o reparación.

### **5.4.1. Generalidades**

La función de los dispositivos debe ser la presentar un obstáculo real o aparente al automovilista, indicándole de esta manera la ruta a seguir. No es necesario que tengan un mensaje específico, pero deben ser explicativos por sí mismos, complementándolos con señales y otros dispositivos que sean luminosos durante la noche. Para enfatizar su acción canalizadora se pueden colocar señales sobre los obstáculos.

### **5.4.2. Clasificación**

Los dispositivos de canalización como elementos de seguridad vial se clasifican en: barricadas, conos, tambores, sacos de arena, delineadores, marcas y barreras tipo New Jersey entre otros.

#### **5.4.2.1. Barricadas**

Las barricadas o barreras deben usarse en forma apropiada como dispositivos canalizadores. Aunque por sí solas no tienen un mensaje específico, sobre ellas podrán colocarse señales explicativas. Tienen por objeto servir como obstáculo a la circulación o cerrar uno o varios carriles o toda una vía.

Deben ser visibles por sí solas tanto en día como de noche, pintándolas con franjas negras o rojas alternadas con blanco de 10 centímetros de ancho e inclinadas a 45 grados, bajando de derecha a izquierda.

Figura 23. **Barricada de canalización**



Fuente: catálogo de productos Grupo ITM.

#### 5.4.2.2. **Conos**

Son aquellos dispositivos de hule o de un material similar que no se dañe al ser golpeado por un vehículo. Tienen forma de cono truncado, con una altura de 45 a 75 centímetros y una base cuadrada de 30 por 30 centímetros o similar; su color debe ser amarillo, anaranjado o verde.

Figura 24. **Conos de canalización**



Fuente: catálogo de productos Grupo ITM.

Se usan cuando por la velocidad, volumen de tránsito, visibilidad, no sea necesario el uso de barricadas o como complemento de éstas.

#### **5.4.2.3. Tambores**

Consisten en barriles o tambores vacíos de aceite o combustible y su función es similar a la de los conos; deben pintarse con tres franjas reflectantes de 10 a 15 centímetros de ancho, sobre el color comercial que tengan.

Figura 25. **Tambor de canalización**



Fuente: catálogo de productos Grupo ITM.

#### **5.4.2.4. Sacos de arena**

Su función es similar a la de los conos y tambores; consisten en costales de tamaño manejable por un hombre, están llenos de arena pintados de blanco reflectante, utilizados para obstaculizar el flujo vehicular o el paso peatonal.

Figura 26. **Sacos de arena de canalización**



Fuente: catálogo de productos Grupo ITM.

#### 5.4.2.5. **Delineadores**

Son dispositivos utilizados en casos de desvíos para trabajos de duración considerable. Su función es resistir impactos de vehículo y tiene como objetivo reducir accidentes, salvaguardar la integridad de la maquinaria y de los trabajadores.

Figura 27. **Delineados de canalización**



Fuente: catálogo de productos Grupo ITM.

#### 5.4.2.6. Marcas

Las marcas sobre el pavimento, o marcas viales, tienen por objeto regular la circulación y advertir o guiar a los usuarios de la vía y pueden emplearse solas o con otros medios de señalización, a fin de reforzar o precisar sus indicaciones. Se usan poco en trabajos de construcción y mantenimiento, excepto en trabajos de duración considerable.

Figura 28. **Marcas sobre el pavimento**



Fuente: catálogo de productos Grupo ITM.

#### 5.4.2.7. Barrera tipo New Jersey

Son aquellos dispositivos de hule o cualquier material similar utilizados en la operación de desvíos de carretera o para protección en zonas de tráfico de vehículos o personas. Diseñadas para unirse y fijarse entre sí, con perforación superior para depositar agua, arena u otros materiales para poder incrementar su resistencia al impacto vehicular.

Figura 29. **Barreras tipo New Jersey**



Fuente: catálogo de productos Grupo ITM.

## **5.5. Iluminación**

Para que los dispositivos sean percibidos a mayor distancia durante la noche o cuando la claridad no sea suficiente, deben usarse fuentes de luz independiente como las siguientes: antorchas, mecheros, linternas, lámparas intermitentes y luces eléctricas de alta y baja intensidad.

## **5.6. Dispositivos para señalamiento manual**

Para regulación del tránsito en forma manual en las áreas de trabajo deben usarse banderas rojas en el día y luces rojas en la noche. Las banderas deben tener un tamaño mínimo de 45 por 45 centímetros. y estar aseguradas a un asta de 90 centímetros. de largo.

Las personas encargadas del uso de estos dispositivos se conocen como bandereros.

Figura 30. **Bandereros y uso de banderas**



Fuente: fondo de conservación vial. Manual de seguridad vial e institucional en zonas de trabajo. p. 19.

## 5.7. Señalización temporal y señales de prevención

Tienen por objeto advertir a los usuarios de la vía sobre los peligros potenciales existentes en la zona, cuando existe una obra que afecta el tránsito y puede presentarse un cierre parcial o total de la vía. Las señales preventivas deberán ubicarse con suficiente anticipación al lugar de inicio de la obra.

Las señales preventivas tienen forma de rombo y sus colores serán amarillo para el fondo y negro para símbolos, textos, flechas y orlas.

Figura 31. Señales de prevención



Fuente: educar.ar S. E. – Saavedra 789, Ley y señales de tránsito, 2014,  
<http://coleccion.educar.ar/coleccion/CD16/contenidos/ley/index2.html>.  
Consulta: 3 de marzo de 2014.

## 5.8. Señalización temporal y señales de reglamento

Los trabajos en las vías públicas en las zonas próximas a ellas que afecten el tránsito, originan situaciones que requieren atención especial. Si en tales condiciones son necesarias medidas de reglamentación diferentes a las normalmente usadas, los dispositivos reglamentarios permanentes se removerán o se cubrirán adecuadamente y se reemplazarán por los que resulten apropiados para las nuevas condiciones del tránsito.

Figura 32. Señales reglamentarias



Fuente: educar.ar S.E. – Saavedra 789, Ley y señales de tránsito, 2014,  
<http://coleccion.educ.ar/coleccion/CD16/contenidos/ley/index2.html>.  
Consulta: 3 de marzo de 2014.

En los sectores en donde se limite el peso de vehículo, o el peso por eje permitido, además de utilizar las señales reglamentarias correspondientes, en la

medida de lo posible se habilitará un desvío de vehículos que excedan los límites señalados para el tramo sometido a la realización de obras.

Las señales reglamentarias tienen forma circular, símbolo negro, fondo blanco y borde rojo. Cuando una señal lleva una línea diagonal roja, indica prohibición.

### 5.9. Señalización temporal y señales de información

Indican las vías y guían al piloto, le proporcionan ciertos datos que le pueden ser útiles en su trayecto. Tienen forma rectangular o circular con fondo azul y marco blanco.

Figura 33. Señales de información



Fuente: Educar.ar S.E. – Saavedra 789, Ley y señales de tránsito, 2014,  
<http://coleccion.educ.ar/coleccion/CD16/contenidos/ley/index2.html>.  
 Consulta: 3 de marzo de 2014.

## 5.10. Señalización temporal y señales transitorias

Son señales que advierten de la ejecución de trabajos de construcción y mantenimiento de la vía. Tienen forma rectangular o trapezoidal con fondo color palo rosa y negro para los símbolos, textos, flechas y orlas.

Figura 34. Señales transitorias



Fuente: Educar.ar S.E. – Saavedra 789, Ley y señales de tránsito, 2014,  
<http://coleccion.educ.ar/coleccion/CD16/contenidos/ley/index2.html>.  
Consulta: 3 de marzo de 2014.

## **6. PROPUESTA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA MANTENIMIENTO DE LA OBRA VIAL DE CENTRA NORTE**

### **6.1. Operaciones de uso y mantenimiento**

Son las actividades a las cuales deben someterse las estructuras de la obra vial de Centra Norte para mantener sus características funcionales y estéticas de cada uno de los elementos que están conformados en su período de funcionamiento, describiendo en el desarrollo del presente capítulo los procedimientos y acciones oportunas de la forma en que deban ejecutarse específicamente para cada estructura.

#### **6.1.1. Ampliación del puente Rodriguitos**

El procedimiento para ejecutar las actividades de operaciones de uso y mantenimiento en la estructura de la ampliación del puente Rodriguitos, se regirán en tres etapas que consisten en: inspección, mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico.

##### **6.1.1.1. Inspección**

Corresponde al proceso de detectar fallas, problemas o inconvenientes que sean de riesgo para la estructura. Para esta estructura se deben de realizar dos recorridos; uno sobre la parte superficial tanto de esta estructura como del puente que se encuentra paralelo, observando el estado de la losa, elementos auxiliares, objetos extraños y basura que puedan impedir el flujo

vehicular y obstaculizar drenajes; el otro recorrido es debajo del puente observando el estado de la consistencia de los taludes laterales en los extremos, daño y estado de los elementos que conforman la subestructura.

Figura 35. **Ampliación del puente Rodriguitos Centra Norte, Guatemala**



Fuente: puente Rodriguitos, kilómetro 8,5 ruta al Atlántico, Guatemala

#### **6.1.1.2. Actividades rutinarias**

La limpieza en la zona de la estructura es la actividad que consiste en la eliminación de material extraño, como, basura, piedras, vegetación, materiales pétreos acumulados y materiales deslizantes como grasas, aceites y gasolina que se encuentren sobre la pista, los elementos estructurales, el arriate central, banquetas y barandas. El objetivo es mantener limpia la franja de circulación, los elementos de drenaje, las juntas, los apoyos, las vigas, las barandas y zonas próximas de la estructura. La eliminación de materiales sedimentados en

el interior de los drenes no debe ser pasado por alto, tarea que el encargado de realizar el mantenimiento debe llevar a cabo entre sus actividades diarias.

### **6.1.1.3. Actividades periódicas**

Entre las actividades a ejecutar en la estructura de la ampliación del puente Rodriguitos, para recuperar sus condiciones viales iniciales debido al uso y evitar la aparición de defectos mayores se tienen:

#### **6.1.1.3.1. Grietas en pista**

Naturalmente el concreto hidráulico cambia de volumen por los cambios de temperatura causando la aparición de fisuras y grietas irregulares. Además debido al uso por la acción del tráfico y agentes atmosféricos intemperantes sobre la pista se generaran fisuras y grietas que al sobreponerse a las anteriores aumentaran los impactos negativos.

El tratamiento oportuno se hará por medio de métodos manuales iniciando con el ensanchamiento de grietas, obteniendo un ancho constante hasta la profundidad donde finalizan, luego rellenarlas con materiales selladores como compuestos de asfalto, caucho o insertos de neopreno por sus características a tener la tendencia a ser menos quebradizos en climas fríos, ablandarse bajo la acción del tránsito y acomodarse a los cambios de temperatura del concreto. El uso de selladores elásticos como sikaflex puede reemplazar a los materiales anteriormente mencionados para las acciones de relleno de grietas.

Los objetivos es evitar la infiltración del agua, proteger el material de relleno, impedir la entrada de materias extrañas y evitar la propagación y el crecimiento de grietas.

#### **6.1.1.3.2. Resanes de elementos auxiliares**

Los resanes se refiere a los retoques y reconstrucciones menores que deben realizarse a los elementos auxiliares necesarios para la funcionalidad y servicio de la estructura sin llevar a cabo acciones estructurales. Entre los elementos auxiliares de la ampliación del puente Rodriguitos se tienen las banquetas, las barandas y arriates. Las actividades consistirán en la reposición de bordillos quebrados, la reconstrucción de banquetas desintegradas, el mantenimiento de barandas y resellado de juntas de construcción.

#### **6.1.1.3.3. Protección de taludes**

En la depresión que salvo la ampliación del puente Rodriguitos existen dos taludes naturales que coinciden en ubicación con las vigas cabezales de los extremos del puente. La importancia del mantenimiento de los taludes incide en los pobladores de colonias aledañas por eso las actividades que se incluyen son principalmente el control de la erosión, el peinado de los taludes y la remoción de los pequeños derrumbes.

### **6.1.2. Estructura del paso superior y puente aproche**

El procedimiento para ejecutar las actividades de operaciones de uso y mantenimiento en la estructura del paso superior y puente aproche se regirán en tres etapas que consisten en: inspección, mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico.

### 6.1.2.1. Inspección

Corresponde al proceso de detectar fallas, problemas o inconvenientes que sean riesgo para la estructura. Para esta estructura se deben de realizar dos recorridos; uno sobre la parte superficial iniciando desde la losa del puente aproche que coincide donde termina el muro mesa en dirección a la colonia Villa Atlantis y luego en dirección a la rampa de salida del puente superior, observando el estado de la losa y elementos auxiliares, objetos extraños y basura que puedan impedir el flujo vehicular y obstaculizar drenajes, materiales pétreos como tierra y deslizantes como grasas, aceites o gasolina que provoquen pérdida de fricción entre la carpeta de rodadura y las llantas de los vehículos, que por la altura se considera riesgoso.

Figura 36. **Puente del paso superior y puente aproche Centra Norte, Guatemala**



Fuente: obra vial, Centra Norte, Guatemala.

El otro recorrido es debajo del puente aproche y el paso superior observando el estado del concreto y acero que conforman los elementos estructurales.

#### **6.1.2.2. Actividades rutinarias**

La limpieza en la zona de la estructura es la actividad que consiste en la eliminación de material extraño, como basura, piedras, vegetación, materiales pétreos acumulados y materiales deslizantes como grasas, aceites y gasolina que se encuentren sobre la pista, los elementos estructurales, el arriate central, banquetas y barandas. El objetivo es mantener limpia la franja de circulación, los elementos de drenaje, las juntas, los apoyos, las vigas, las barandas y zonas próximas de la estructura.

La eliminación de materiales sedimentados en el interior de los drenes no debe ser pasado por alto, tarea que el encargado de realizar el mantenimiento debe llevar a cabo entre sus actividades diarias.

Debido a que los puentes son elevados, la limpieza debe de realizarse tomando las medidas de seguridad adecuadas por el encargado de mantenimiento, así como la precaución en evitar que caigan objetos hacia otras carreteras que se encuentran debajo de estos y dañar a peatones o vehículos.

#### **6.1.2.3. Actividades periódicas**

Entre las actividades a ejecutar en la estructura del paso superior y puente aproche para recuperar sus condiciones viales iniciales debido al uso y evitar la aparición de defectos mayores se tienen:

#### **6.1.2.3.1. Grietas en pista**

Naturalmente el concreto hidráulico cambia de volumen por los cambios de temperatura causando la aparición de fisuras y grietas irregulares. Además, debido al uso por la acción del tráfico y agentes atmosféricos intemperantes sobre la pista se generaran fisuras y grietas que al sobreponerse a las anteriores aumentaran los impactos negativos.

El tratamiento oportuno se hará por medio de métodos manuales iniciando con el ensanchamiento de grietas, obteniendo un ancho constante hasta la profundidad donde finalizan, luego rellenarlas con materiales selladores como compuestos de asfalto, caucho o insertos de neopreno por sus características a tener la tendencia a ser menos quebradizos en climas fríos, ablandarse bajo la acción del tránsito y acomodarse a los cambios de temperatura del concreto. El uso de selladores elásticos como sikaflex puede reemplazar a los materiales anteriormente mencionados para las acciones de relleno de grietas.

Los objetivos es evitar la infiltración del agua, proteger el material de relleno, impedir la entrada de materias extrañas y evitar la propagación y el crecimiento de grietas.

#### **6.1.2.3.2. Corrosión en acero**

Debido al ataque de agentes químicos intemperantes las vigas y diafragmas de acero estructural que conforman los elementos de apoyo del paso superior estarán sujetas a la corrosión. Este fenómeno es tan agresivo para los metales dañando y disminuyendo las propiedades mecánicas para los elementos que conforman. Como acciones de prevención se debe aplicar un

recubrimiento de pintura anticorrosiva en los elementos estructurales como tratamiento oportuno para su conservación.

#### **6.1.2.3.3. Impermeabilización en concreto**

Las propiedades que el concreto posee hacen que sea un material de construcción con la capacidad de soportar los ataques de agentes atmosféricos de mejor manera en comparación de otros materiales, como el acero y la madera. No está libre de ser atacado de hongos y agentes químicos que dañan su integridad disminuyendo su durabilidad. El tratamiento adecuado consiste en impermeabilizar los elementos estructurales como vigas, diafragmas, columnas y elementos auxiliares del paso superior y el puente aproche aplicando el fluido que resulta de mezclar sikalatex con cemento hidráulico.

#### **6.1.2.3.4. Resanes de elementos auxiliares**

Los resanes se refiere a los retoques y reconstrucciones menores que deben realizarse a los elementos auxiliares necesarios para la funcionalidad y servicio de la estructura sin llevar a cabo acciones estructurales. Entre los elementos auxiliares de la estructura del paso superior y puente aproche se tiene banquetas, barandas y arriates. Las actividades consistirán en la reposición de bordillos quebrados, la reconstrucción de banquetas desintegradas, el mantenimiento de barandas y resellado de juntas de construcción.

### 6.1.3. Muro mesa del puente aproche

El procedimiento para ejecutar las actividades de operaciones de uso y mantenimiento en la estructura del muro mesa del puente aproche se registrarán en tres etapas, que consisten en: inspección, mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico.

Figura 37. Muro mesa del puente aproche Centra Norte, Guatemala



Fuente: obra vial, Centra Norte, Guatemala.

### **6.1.3.1. Inspección**

Corresponde al proceso de detectar fallas, problemas o inconvenientes que sean de riesgo para la estructura. El recorrido a realizar inicia en la parte superficial observando el estado de la carpeta asfáltica y elementos auxiliares, objetos extraños y basura que impidan el flujo vehicular y obstaculicen drenes, materiales pétreos y deslizantes que provoquen riesgo en la circulación vehicular y taponamientos en tragantes del sistema de drenaje pluvial. Luego se debe de verificar el estado del muro de contención observando el estado de los bloques que lo conforman y si sobre ellos se encuentra pinturas, acumulación de tierra, nacimiento de vegetación y golpes.

### **6.1.3.2. Actividades rutinarias**

La limpieza en la zona de la estructura es la actividad que consiste en la eliminación de material extraño como basura, piedras, vegetación, materiales pétreos acumulados y materiales deslizantes como grasas, aceites y gasolina que se encuentran sobre la pista, banquetas y barandales. El objetivo es mantener limpia la franja de circulación, los elementos de drenaje en tragantes ubicados sobre la línea central de la plataforma, las barandas y zonas próximas a la estructura. La eliminación de materiales sedimentados sobre rejillas y elementos de señalización se incluye entre estas actividades como acción de prevención de agentes de corrosión.

### **6.1.3.3. Actividades periódicas**

Entre las actividades a ejecutar en la estructura del muro mesa del puente enfoque para recuperar sus condiciones viales iniciales, debido al uso y evitar la aparición de defectos mayores se tienen:

#### **6.1.3.3.1. Tratamiento de muro de contención**

El tratamiento oportuno para mantener en óptimas condiciones el muro de contención de la estructura del muro mesa del puente aproche consisten en la limpieza exterior con cepillo de alambre, para eliminar materiales adheridos como pintura, materiales pétreos acumulados, materiales plásticos y nacimiento de vegetación.

#### **6.1.3.3.2. Datos técnicos de la mampostería**

Para inconvenientes mayores que necesiten la reposición de algún elemento de mampostería se describen sus datos técnicos: Block Nuraghe 2G con dimensiones de alto, ancho y largo correspondientes a 20x30x46 centímetros y resistencia a la compresión  $f'm = 100$  kilogramos sobre centímetros cuadrados.

#### **6.1.3.3.3. Limpieza de elementos de drenaje**

El agua estancada en la pista y en el interior del relleno estructural del muro mesa del puente aproche es un agente negativo que provoca erosión prematura e inestabilidad. La limpieza oportuna consistirá en la eliminación de material extraño como basura, materiales pétreos, vegetación muerta y materiales sedimentados en el interior de tragantes y desfogue de drenaje francés. El objetivo es mantener limpios los elementos del drenaje para que estos reciban y encaucen el agua en forma eficiente y rápida.

#### **6.1.3.3.4. Grietas en pavimento asfáltico**

Las fisuras y grietas en la carpeta asfáltica son daños inevitables que surgen por el uso y la acción de los agentes atmosféricos. En la estructura del muro mesa el sellado de grietas evitará la infiltración del agua, la protección del material de relleno e impedir la entrada de materias extrañas.

Dependiendo del tamaño de las grietas el tratamiento oportuno se hará de la siguiente manera: si las grietas son de grosores pequeños pero se manifiestan en áreas grandes debe ponerse el riego negro, que consiste en la aplicación ligera de emulsión asfáltica sobre toda el área como tratamiento de sellado. Si las grietas son de grosores grandes pero afectan áreas pequeñas debe aplicarse el ruteo de grietas, que consiste en ampliar sus grosores para que exista el espacio suficiente para agregar materiales de sellado como silicona, insertos de neopreno o caucho.

#### **6.1.3.3.5. Resanes en elementos auxiliares**

Los resanes se refiere a los retoques y reconstrucciones menores que deben realizarse a los elementos auxiliares necesarios para la funcionalidad y servicio de la estructura sin llevar a cabo acciones estructurales. Entre los elementos auxiliares de la estructura del muro mesa del puente aporche se tiene banquetas, barandas y arriates. Las actividades consistirán en la reposición de bordillos quebrados, la reconstrucción de banquetas desintegradas, el mantenimiento de barandas y resellado de juntas de construcción.

#### **6.1.4. Rampa de salida del paso superior**

El procedimiento para ejecutar las actividades de operaciones de uso y mantenimiento en la estructura de la rampa de salida del paso superior se regirán en tres etapas que consisten en: inspección, mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico.

Figura 38. **Rampa de salida del paso superior Centra Norte, Guatemala**



Fuente: obra vial, Centra Norte, Guatemala.

##### **6.1.4.1. Inspección**

Corresponde al proceso de detectar fallas, problemas o inconvenientes que sean de riesgo para la estructura. El recorrido a realizar inicia sobre la losa donde finaliza el puente del paso superior en dirección hacia la CA-9 norte, observando el estado de la pista y sus elementos auxiliares, objetos extraños y

basura que puedan impedir el flujo vehicular y obstaculicen drenes, materiales pétreos y deslizantes que provoquen deslizamientos vehiculares. Luego se debe verificar el estado del muro de contención observando su estado, manchas y pintura, golpes, agrietamientos y acumulación de materiales pétreos.

#### **6.1.4.2. Actividades rutinarias**

La limpieza en la zona de la estructura es la actividad que consiste en la eliminación de material extraño como basura, piedras, vegetación, materiales pétreos acumulados y materiales deslizantes como grasas, aceites y gasolina que se encuentran sobre la pista, guardallantas y barandales. El objetivo es mantener limpia la franja de circulación, los elementos de drenaje, las barandas y zonas próximas a la estructura.

El cuidado de la vegetación en áreas verdes ubicadas en las islas de los laterales de la rampa se hará por medio de actividades de riego a primeras horas del día, poda de grama y abono para plantas.

#### **6.1.4.3. Actividades periódicas**

Entre las actividades a ejecutar en la estructura la rampa de salida del paso superior para recuperar sus condiciones viales iniciales, debido al uso y evitar la aparición de defectos mayores se tienen:

##### **6.1.4.3.1. Tratamiento de muro de contención**

El tratamiento oportuno para mantener en óptimas condiciones el muro de carga de la estructura de la rampa de salida del puente aproche consisten en la

limpieza exterior con cepillo de alambre para eliminar los materiales adheridos como pintura, materiales pétreos acumulados, materiales plásticos y nacimiento de vegetación.

#### **6.1.4.3.2. Datos técnicos de la mampostería**

Para inconvenientes mayores que necesiten la reposición de algún elemento de mampostería se describen sus datos técnicos: block tipo H con dimensiones de ancho, alto, y largo correspondientes a 14x19x49 centímetros y resistencia a la compresión  $f'm = 70$  kilogramos sobre centímetros cuadrados.

#### **6.1.4.3.3. Grietas en pista**

Naturalmente el concreto hidráulico cambia de volumen por los cambios de temperatura causando la aparición de fisuras y grietas irregulares. Además debido al uso por la acción del tránsito y agentes atmosféricos intemperantes sobre la pista se generaran fisuras y grietas, que al sobreponerse a las anteriores aumentaran los impactos negativos.

El tratamiento oportuno se hará por medio de métodos manuales iniciando con el ensanchamiento de grietas, obteniendo un ancho constante hasta la profundidad donde finalizan, luego rellenarlas con materiales selladores como compuestos de asfalto, caucho o insertos de neopreno por sus características a tener la tendencia a ser menos quebradizos en climas fríos, ablandarse bajo la acción del tránsito y acomodarse a los cambios de temperatura del concreto. El uso de selladores elásticos como sikaflex puede reemplazar a los materiales anteriormente mencionados para las acciones de relleno de grietas.

Los objetivos es evitar la infiltración del agua, proteger el material de relleno, impedir la entrada de materias extrañas y evitar la propagación y el crecimiento de grietas.

#### **6.1.4.3.4. Resanes en elementos auxiliares**

Los resanes se refiere a los retoques y reconstrucciones menores que deben realizarse a los elementos auxiliares necesarios para la funcionalidad y servicio de la estructura sin llevar a cabo acciones estructurales. Entre los elementos auxiliares de la estructura de la rampa de salida del paso superior se tienen banquetas, barandas y arriates. Las actividades consistirán en la reposición de bordillos quebrados, la reconstrucción de banquetas desintegradas, el mantenimiento de barandas y resellado de juntas de construcción.

#### **6.1.5. Estructura del paso inferior eje C-6**

El procedimiento para ejecutar las actividades de operaciones de uso y mantenimiento en la estructura del paso inferior eje C-6 se regirán en tres etapas, que consisten en: inspección, mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico.

##### **6.1.5.1. Inspección**

Corresponde al proceso de detectar fallas, problemas o inconvenientes que sean de riesgo para la estructura. El recorrido a realizar inicia en la entrada del paso a desnivel subterráneo que se encuentra al lado izquierdo de la CA-9 norte en dirección hacia el interior de Centra Norte hasta encontrar la salida

correspondiente de la estructura, observando el estado del pavimento de concreto hidráulico y sus elementos auxiliares, objetos extraños, basura, materiales pétreos acumulados y materiales deslizantes como grasas, aceites y gasolina sobre la pista, que puedan impedir el flujo vehicular, causar taponamientos en tragantes y daños colaterales sobre el sistema de drenaje pluvial. Luego de ello hacer una verificación en de la bóveda curva observando el estado de los elementos estructurales que la conforman.

Figura 39. **Paso inferior eje C-6 Centra Norte, Guatemala**



Fuente: obra vial, Centra Norte, Guatemala.

#### **6.1.5.2. Actividades rutinarias**

La limpieza en la zona de la estructura es la actividad que consiste en la eliminación de material extraño como basura, piedras, vegetación, materiales pétreos acumulados y materiales deslizantes como grasas, aceites y gasolina

que se encuentren sobre los elementos de la estructura del paso inferior eje C-6, tales como: pista de pavimento de concreto hidráulico, guardallantas, tragantes en orillas de calle, tapaderas de pozos de visita, banquetas y barandas. El objetivo es mantener limpia la franja de circulación, banquetas, barandas y rejillas de tragantes libres de materiales sedimentados.

### **6.1.5.3. Actividades periódicas**

Entre las actividades a ejecutar en la estructura del paso inferior eje C-6 para recuperar sus condiciones viales iniciales debido al uso y evitar la aparición de defectos mayores se tienen:

#### **6.1.5.3.1. Tratamiento de muro de contención**

El tratamiento oportuno para mantener en óptimas condiciones el muro de contención *soil nailing* de la estructura del paso inferior eje C-6 consiste en la limpieza exterior con cepillo de alambre para eliminar los materiales adheridos como pintura, materiales pétreos acumulados, materiales plásticos y nacimiento de vegetación. En el caso de la aparición de grietas en la pantalla se deberá tratar oportunamente rellenándolas con materiales selladores de preferencia los tipos elásticos evitando el ensanchamiento de grietas en los procedimientos de sellado debido a que la acción penetrante de herramientas inducirá a la creación de nuevas grietas que afectaran negativamente en las capacidades mecánicas del muro.

#### **6.1.5.3.2. Grietas en pavimento rígido**

Naturalmente el concreto hidráulico cambia de volumen por los cambios de temperatura causando la aparición de fisuras y grietas irregulares. Además, debido al uso por la acción del tráfico y agentes atmosféricos intemperantes sobre la pista se generaran fisuras y grietas que al sobreponerse a las anteriores aumentaran los impactos negativos.

El tratamiento oportuno se hará por medio de métodos manuales normados iniciando con el ensanchamiento de grietas, obteniendo un ancho constante hasta la profundidad donde finalizan, luego rellenarlas con materiales selladores como compuestos de asfalto, caucho o insertos de neopreno por sus características a tener la tendencia a ser menos quebradizos en climas fríos, ablandarse bajo la acción del tránsito y acomodarse a los cambios de temperatura del concreto. El uso de selladores elásticos como sikaflex puede reemplazar a los materiales anteriormente mencionados para las acciones de relleno de grietas.

Los objetivos es evitar la infiltración del agua, proteger el material de relleno, impedir la entrada de materias extrañas y evitar la propagación y el crecimiento de grietas.

#### **6.1.5.3.3. Impermeabilización de bóveda curva**

Las propiedades que el concreto posee hacen que sea un material de construcción con la capacidad de soportar los ataques de agentes atmosféricos de mejor manera en comparación de otros materiales como el acero y la madera. No está libre de ser atacado de hongos y agentes químicos que dañan

su integridad disminuyendo su durabilidad. El tratamiento adecuado consiste en impermeabilizar los elementos estructurales como vigas, diafragmas y elementos auxiliares de la estructura de la bóveda curva aplicando el fluido que resulta de mezclar sikalatex con cemento hidráulico.

#### **6.1.5.3.4. Resanes en elementos auxiliares**

Los resanes se refiere a los retoques y reconstrucciones menores que deben realizarse a los elementos auxiliares necesarios para la funcionalidad y servicio de la estructura sin llevar a cabo acciones estructurales. Entre los elementos auxiliares de la estructura del paso inferior eje C-6 se tienen: banquetas, barandas y arriates. Las actividades consistirán en la reposición de bordillos quebrados, la reconstrucción de banquetas desintegradas, el mantenimiento de barandas y resellado de juntas de construcción.

#### **6.1.6. Estructura del paso inferior eje sótano**

El procedimiento para ejecutar las actividades de operaciones de uso y mantenimiento en la estructura del paso inferior del eje sótano, se regirán en tres etapas que consisten en: inspección, mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico.

##### **6.1.6.1. Inspección**

Corresponde al proceso de detectar fallas, problemas o inconvenientes que sean de riesgo para la estructura. El recorrido a realizar inicia en la entrada del paso a desnivel subterráneo y finaliza en la salida de este que coincide con la entrada del edificio cede de Centra Norte, observando el estado del

pavimento de concreto hidráulico y sus elementos auxiliares, objetos extraños, basura, materiales pétreos acumulados y materiales deslizantes como grasas, aceites y gasolina sobre la pista, que puedan impedir el flujo vehicular, causar taponamientos en tragantes y daños colaterales sobre el sistema de drenaje pluvial. Luego de ello hacer una verificación en la bóveda curva observando el estado de los elementos estructurales que la conforman.

Figura 40. **Paso inferior eje sótano Centra Norte, Guatemala**



Fuente: obra vial, Centra Norte, Guatemala.

#### **6.1.6.2. Actividades rutinarias**

La limpieza en la zona de la estructura es la actividad que consiste en la eliminación de material extraño como basura, piedras, vegetación, materiales pétreos acumulados y materiales deslizantes como grasas, aceites y gasolina que se encuentren sobre los elementos de la estructura del paso inferior eje sótano, tales como: pista de pavimento de concreto hidráulico, guardallantas,

tragantes en orillas de calle, tapaderas de pozos de visita, banquetas y barandas. El objetivo es mantener limpia la franja de circulación, banquetas, barandas y rejillas de tragantes libres de materiales sedimentados.

### **6.1.6.3. Actividades periódicas**

Entre las actividades a ejecutar en la estructura del paso inferior del eje sótano, para recuperar sus condiciones viales iniciales debido al uso y evitar la aparición de defectos mayores se tienen:

#### **6.1.6.3.1. Tratamiento de muro de contención**

El tratamiento oportuno para mantener en óptimas condiciones el muro de contención *soil nailing* de la estructura del paso inferior eje sótano consiste en la limpieza exterior con cepillo de alambre, para eliminar los materiales adheridos como pintura, materiales pétreos acumulados, materiales plásticos y nacimiento de vegetación. En el caso de la aparición de grietas en la pantalla se deberá tratar oportunamente rellenándolas con materiales selladores, de preferencia los tipos elásticos evitando el ensanchamiento de grietas en los procedimientos de sellado, debido a que la acción penetrante de herramientas inducirá a la creación de nuevas grietas que afectaran negativamente en las capacidades mecánicas del muro.

#### **6.1.6.3.2. Grietas en pavimento rígido**

Naturalmente el concreto hidráulico cambia de volumen, por los cambios de temperatura causando la aparición de fisuras y grietas irregulares. Además debido al uso por la acción del tráfico y agentes atmosféricos intemperantes

sobre la pista se generaran fisuras y grietas que al sobreponerse a las anteriores aumentaran los impactos negativos.

El tratamiento oportuno se hará por medio de métodos manuales normados iniciando con el ensanchamiento de grietas, obteniendo un ancho constante hasta la profundidad donde finalizan, luego rellenarlas con materiales selladores como compuestos de asfalto, caucho o insertos de neopreno por sus características a tener la tendencia a ser menos quebradizos en climas fríos, ablandarse bajo la acción del tránsito y acomodarse a los cambios de temperatura del concreto. El uso de selladores elásticos como sikaflex puede reemplazar a los materiales anteriormente mencionados para las acciones de relleno de grietas.

Los objetivos es evitar la infiltración del agua, proteger el material de relleno, impedir la entrada de materias extrañas y evitar la propagación y el crecimiento de grietas.

#### **6.1.6.3.3. Impermeabilización de bóveda curva**

Las propiedades que el concreto posee hacen que sea un material de construcción con la capacidad de soportar los ataques de agentes atmosféricos de mejor manera, en comparación de otros materiales como el acero y la madera. No está libre de ser atacado de hongos y agentes químicos que dañan su integridad disminuyendo su durabilidad. El tratamiento adecuado consiste en impermeabilizar los elementos estructurales como vigas, diafragmas y elementos auxiliares de la estructura de la bóveda curva aplicando el fluido que resulta de mezclar sikalatex con cemento hidráulico.

#### **6.1.6.3.4. Resanes en elementos auxiliares**

Los resanes se refiere a los retoques y reconstrucciones menores que deben realizarse a los elementos auxiliares necesarios para la funcionalidad y servicio de la estructura sin llevar a cabo acciones estructurales. Entre los elementos auxiliares de la estructura del paso inferior eje sótano se tienen: banquetas, barandas y arriates. Las actividades consistirán en la reposición de bordillos quebrados, la reconstrucción de banquetas desintegradas, el mantenimiento de barandas y resellado de juntas de construcción.

#### **6.1.7. Muros de contención anclajes activos y pasivos**

El procedimiento para ejecutar las actividades de operaciones de uso y mantenimiento, en las estructuras del muro de contención de anclajes activos y pasivos se regirán en tres etapas que consisten en: inspección, mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico.

##### **6.1.7.1. Inspección**

Corresponde al proceso de detectar fallas, problemas o inconvenientes que sean de riesgo para la estructura. El recorrido tiene como objetivo la verificación del estado del muro de contención de anclajes pasivos *soil nailing* que protege el talud que contiene la cisterna de centra norte y el muro verde; el estado del muro de contención de anclajes activos que protege el talud Centra Norte sometido a carga dinámica.

Figura 41. **Muro de anclajes activos Centra Norte, Guatemala**



Fuente: obra vial, Centra Norte, Guatemala.

Figura 42. **Muro de anclajes pasivos Centra Norte, Guatemala**



Fuente: obra vial, Centra Norte, Guatemala.

En el proceso de verificación observar defectos como agrietamiento en pantalla, daños en cabezas de anclajes, acumulación de materiales pétreos, basura y nacimiento de vegetación que puedan causar disminución en sus propiedades mecánicas. Además de lo anterior es hacer una evaluación del estado de erosión de los taludes naturales aledaños a los muros.

#### **6.1.7.2. Actividades rutinarias**

La limpieza en la zona de la estructura para los muros de contención anclajes activos y anclajes pasivos va consistir en la remoción de pintura, materiales plástico adheridos, materiales pétreos acumulados y cualquier objeto extraño sobre ellos. Es necesario mantener libre de materiales sedimentados en el interior de los drenes del muro de anclajes activos que puedan provocan taponamientos causando retención de agua dentro del muro. Debido a la posición y la ubicación de los muros de contención se considera que la frecuencia de limpieza como actividad del mantenimiento rutinario puede disminuir y considerarse más como un mantenimiento periódico.

#### **6.1.7.3. Actividades periódicas**

Entre las actividades a ejecutar en las estructuras de los muros de anclajes activos y pasivos, para recuperar sus condiciones viales iniciales debido al uso y evitar la aparición de defectos mayores se tienen:

##### **6.1.7.3.1. Tratamiento de muro de contención**

El tratamiento oportuno para mantener en óptimas condiciones el muro de contención *soil nailing* de anclajes pasivos y muro de contención de anclajes

activos consiste en la limpieza en la superficie con cepillo de alambre para eliminar todos los materiales adheridos como pintura, materiales pétreos acumulados, materiales plásticos y nacimiento de vegetación.

#### **6.1.7.3.2. Agrietamiento en pantalla**

En la aparición de grietas en la pantalla se deberá tratar oportunamente rellenándolas con materiales selladores, de preferencia los tipos elásticos, evitando el ensanchamiento de grietas en el procedimiento de sellado debido a que la acción penetrante de herramientas inducirá a la creación de nuevas grietas que afectaran negativamente en las capacidades mecánicas. Si las grietas son relativamente pequeñas el tratamiento adecuado será impermeabilizar la pantalla con pinturas asfálticas cumpliendo la acción de sellador.

#### **6.1.7.3.3. Impermeabilización en pantalla**

Con fines estéticos y funcionales el exterior del muro de contención se debe proteger recubriéndolo con una capa de imprimación de pintura sobre la superficie de la pantalla y anclajes del muro. Es conveniente utilizar pintura asfáltica altamente impermeabilizante y anticorrosiva, cuyos objetivos es proteger contra el ataque de aguas agresivas que contengan sulfatos, exceso de humedad provocando la producción de hongos en el concreto y corrosión en los elementos de acero.

#### **6.1.7.3.4. Manejo de vegetación**

El tratamiento de la vegetación en áreas próximas a la zona del muro de contención tiene la importancia en la estabilización de los taludes naturales. Sin embargo, efectos resultantes del descuido de la vegetación es perjudicial, por ello actividades que se consideran oportunas son el riego constante a primeras horas del día, roce de la vegetación menor, control de la vegetación mayor mediante la poda, corte y/o retiro de plantas maliciosas y basura.

#### **6.1.8. Sistema de drenajes en obra vial**

El procedimiento para ejecutar las actividades de operaciones de uso y mantenimiento en el sistema de drenajes en obra vial, se regirán en tres etapas que consisten en: inspección, mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico.

##### **6.1.8.1. Inspección**

Corresponde al proceso de detectar fallas, problemas o inconvenientes que sean de riesgo para la estructura. Debido a que la inspección tiene que realizarse al sistema de drenajes tanto pluvial como sanitario el recorrido deberá contar con los planos correspondientes para poder ubicar y realizar las verificaciones del estado de cada obra de arte construida tales como tragantes en orilla de calle, tragantes transversales, pozos de visitas, canales de conducción de drenaje pluvial, desfogue de drenaje francés y cabezales de descarga.

En el proceso de verificación al observar el estado de cada obra tomar en cuenta defectos visibles como grietas, fisuras y desintegración en elementos de

concreto como el exterior de los pozos de visita expuestos, brocales y tapaderas en pozos y tragantes enterrados; acumulación de materiales pétreos, basura y objetos extraños sobre tragantes y corrosión en accesorios de acero como rejillas y tapaderas.

Figura 43. **Elementos del drenaje pluvial y sanitario Centra Norte, Guatemala**



Fuente: obra vial, Centra Norte, Guatemala.

#### **6.1.8.2. Actividades rutinarias**

La limpieza en los elementos que conforman el sistema de drenajes en la obra vial, es la actividad principal que consiste en la eliminación de material extraño como basura, piedras, vegetación, materiales pétreos acumulados, grasas, aceites y gasolina que se encuentran sobre la tragantes en orilla de calle, tapaderas de pozos de visita enterrados y drenes de las estructuras. El objetivo es mantener limpios los elementos del sistema y rejillas de tragantes libres de materiales sedimentados.

### **6.1.8.3. Actividades periódicas**

Entre las actividades a ejecutar en el sistema de drenajes pluvial y sanitario, para recuperar sus condiciones viales iniciales, debido al uso y evitar la aparición de defectos mayores se tienen:

#### **6.1.8.3.1. Limpieza de elementos del subdrenaje**

Corresponde a la inspección y limpieza que consiste en la eliminación de materiales sedimentados y basura que se encuentran en el interior de tragantes, cunetas, canales, tuberías del sistema pluvial, tuberías del sistema sanitario, pozos de visita y canales en el cabezal de descarga. Las actividades se realizan con el fin de que el funcionamiento de la red de drenajes se encuentre en óptimas condiciones y que los elementos del subdrenaje no presenten obstrucciones para que la evacuación del agua sea rápida y constante.

#### **6.1.8.3.2. Grietas en elementos del sistema**

Tomando en cuenta que los elementos que conforman el sistema de drenajes sanitario y pluvial están conformados de concreto armado con el uso y la acción de agentes atmosféricos estarán sujetos a ser fisurados, agrietados y desintegrados en el peor de los casos. Los elementos que se encuentran más expuestos son brocales de pozos de visita y tragantes, canales, cunetas y exterior de pozos de visita. Los tratamientos consistirán en el sellado de grietas con materiales asfálticos o los de tipo elásticos y reconstrucción para los elementos desintegrados. El tratamiento de sellado para grietas de los

elementos se realizara en base a los procedimientos descritos en el tratamiento para grietas de muros de contención.

#### **6.1.8.3.3. Inspección de cabezales de descarga**

Los cabezales de descarga son las estructuras construidas para recibir el agua proveniente de los colectores hacia la fuente natural de descarga. Debido a su posición y ubicación se encuentran fuera de vista del conjunto de estructuras de Centra Norte tendiendo a dar una impresión de ausentes, no debe estar exento a ser inspeccionado para detectar el estado de sus elementos como el muro de gaviones y las estructuras de concreto, haciendo las verificaciones pertinentes y si es necesario las reparaciones menores necesarias.

#### **6.1.9. Ejes en obra vial Centra Norte**

El procedimiento para ejecutar las actividades de operaciones de uso y mantenimiento de los ejes de la obra vial de Centra Norte, se regirán en tres etapas que consisten en: inspección, mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico.

##### **6.1.9.1. Inspección**

Corresponde al proceso de detectar fallas, problemas o inconvenientes que sean de riesgo para los ejes de la obra vial. Conformada por 6 ejes de calle que totalizan en construcción 300 metros lineales y en rehabilitación 1600 metros lineales. Una planificación adecuada apoyada del juego de planos

incluida en el recorrido servirá para ubicar cada eje la cual el encargado de mantenimiento utilizara para llevar a cabo el proceso de verificación.

Como observación tendrá prioridad las fisuras y grietas que aparezcan sobre el pavimento, su longitud, grosor y profundidad; basura, animales muertos, ripio o materiales pétreos aglomerados, materiales deslizantes como aceites, grasas y gasolina sobre la carretera y en cunetas, estado de elementos auxiliares de la carretera.

Figura 44. **Ejes en obra vial de Centra Norte, Guatemala**



Fuente: obra vial, Centra Norte, Guatemala.

#### **6.1.9.2. Actividades rutinarias**

La limpieza de los ejes en la obra vial de Centra Norte, va consistir en la eliminación de material extraño, como basura, piedras, vegetación muerta, materiales pétreos acumulados, materiales deslizantes como grasas, aceites y gasolina que se encuentren sobre los carriles de concreto hidráulico para la red

vial interna y asfalto para los carriles de la CA-9, banquetas, arriates, áreas verdes, barandas y señalización. El objetivo es mantener limpia la franja de circulación reflejando orden en el flujo vehicular.

El tratamiento de la vegetación que consiste en el roce de la vegetación menor, en el control de la vegetación mayor mediante poda, corte y/o retiro de plantas y árboles existentes cuya presencia pueda afectar la visibilidad o producir daños en la vía.

### **6.1.9.3. Actividades periódicas**

Entre las actividades a ejecutar en los ejes de la obra vial de Centra Norte, para recuperar sus condiciones viales iniciales debido al uso y evitar la aparición de defectos mayores se tienen:

#### **6.1.9.3.1. Grietas en pavimento rígido**

Naturalmente el concreto hidráulico cambia de volumen a causa de los cambios de temperatura causando la aparición de fisuras y grietas irregulares. Además, debido al uso por la acción del tráfico y agentes atmosféricos intemperantes sobre la pista se generaran fisuras y grietas que al sobreponerse a las anteriores aumentaran los impactos negativos.

El tratamiento oportuno se hará por medio de métodos manuales normados iniciando con el ensanchamiento de grietas, obteniendo un ancho constante hasta la profundidad donde finalizan, luego rellenarlas con materiales selladores como compuestos de asfalto, caucho o insertos de neopreno por sus características a tener la tendencia a ser menos quebradizos en climas fríos, ablandarse bajo la acción del tránsito y acomodarse a los cambios de

temperatura del concreto. El uso de selladores elásticos como sikaflex puede reemplazar a los materiales anteriormente mencionados para las acciones de relleno de grietas.

#### **6.1.9.3.2. Grietas en pavimento asfáltico**

Las fisuras y grietas en la carpeta asfáltica son daños inevitables que surgen por el uso y la acción de los agentes atmosféricos. El sellado de grietas evitará la infiltración del agua, la protección del material de relleno e impedir la entrada de materias extrañas. Dependiendo del tamaño de las grietas el tratamiento oportuno se hará de la siguiente manera:

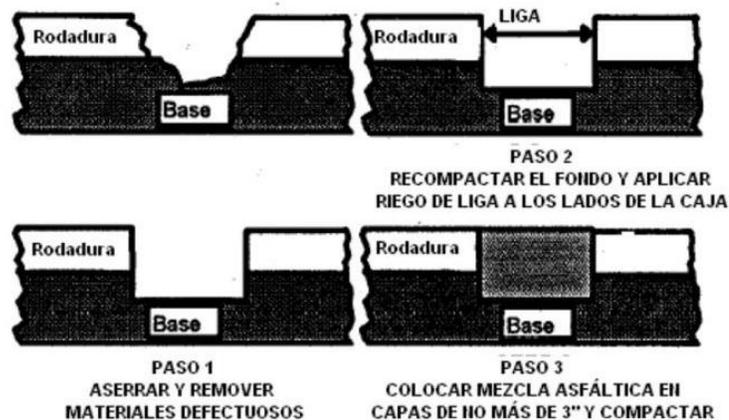
Si las grietas son de grosores pequeños pero se manifiestan en áreas grandes debe ponerse el riego negro, que consiste en la aplicación ligera de emulsión asfáltica sobre toda el área como tratamiento de sellado. Si las grietas son de grosores grandes pero afectan áreas pequeñas debe aplicarse el ruteo de grietas, que consiste en ampliar sus grosores para que exista el espacio suficiente para agregar materiales de sellado como silicona, insertos de neopreno o caucho.

#### **6.1.9.3.3. Bacheo en pista**

En el capítulo 3 se describieron procedimientos para la reconstrucción de pavimentos asfálticos según especificaciones técnicas centroamericanas para el mantenimiento de carreteras. En este inciso se hace énfasis al tratamiento de baches que surgen por desgaste y uso de vías de pavimentos asfálticos que conforman los ejes que corresponden a tramos de la CA-9 y que necesiten reconstrucción. Un ejemplo del proceso de tratamiento de baches se describe

en la siguiente figura la cual resalta la importancia de preparar el área dañada haciendo cortes verticales hasta la profundidad donde finaliza el daño no importando que el nuevo espesor abarque la región de la capa base.

Figura 45. **Procedimiento de bacheo en pavimento asfáltico**



Fuente: elaboración propia, con programa Photoshop CS5.

#### 6.1.9.3.4. Limpieza en elementos del drenaje

El agua estancada en la pista o sobre los elementos auxiliares es un agente negativo que al introducirse en el interior de la estructura de pavimento es causante de daños como agrietamiento severo y desintegración, asimismo al estar sobre la pista entorpece el flujo vehicular y crea el riesgo de accidentes tránsito. La limpieza oportuna consistirá en la eliminación de material extraño como basura, materiales pétreos, vegetación muerta y materiales sedimentados en el interior de tragantes y cunetas. Actividades de reparaciones menores como la reconstrucción de cunetas se incluirán en dicha labor.

#### **6.1.9.3.5. Resanes en elementos auxiliares**

Los resanes se refiere a los retoques y reconstrucciones menores que deben realizarse a los elementos auxiliares necesarios para la funcionalidad y servicio de la estructura sin llevar a cabo acciones estructurales. Entre los elementos auxiliares que conforman los ejes de la obra vial de Centra Norte se encuentran banquetas, barandas, arriates, guardallantas y jardineras. Las actividades consistirán en la reposición de bordillos quebrados, la reconstrucción de banquetas desintegradas, el mantenimiento de barandas y resellado de juntas de construcción.

#### **6.1.10. Otros**

El procedimiento para ejecutar las actividades de operaciones de uso y mantenimiento en los elementos construidos, para brindarle funcionabilidad a la obra vial de Centra Norte se regirán en tres etapas que consisten en: inspección, mantenimiento rutinario y mantenimiento periódico.

##### **6.1.10.1. Inspección**

Las estructuras anteriormente mencionadas conforman la obra vial de Centra Norte, adicionalmente existen construcciones que las complementan para lograr que en servicio funcionen óptimamente. Su cuidado y atención se consideran importantes de tomar en cuenta. Entre ellas se encuentran los barandales, banquetas y arriates, jardineras, señalización horizontal, señalización vertical y vegetación para zonas verdes y taludes. En el proceso de observación se debe de verificar el estado de cada elemento, la acumulación

de basura, materiales pétreos acumulados y solidificados, exceso de contaminación visual por publicidad y tamaño o ausencia de vegetación.

#### **6.1.10.2. Actividades rutinarias**

Además de la limpieza que se debe realizar a las estructuras que conforman la obra vial de Centra Norte hay que tomar entre las actividades de limpieza el mantenimiento de los elementos de señalización y otros. Consistirá en la eliminación de materiales adheridos, materiales sedimentados, anuncios publicitarios, manchas de pintura y manchas debido al humo de los vehículos sobre los elementos de vertical y horizontal de señalización. El objetivo es mantenerlos limpios los elementos como bollas, vialetas, franjas sobre el pavimento en las de tipo horizontal y los elementos vertical como los tipos reglamentarios, preventivos e informativos para que estos puedan transmitir adecuadamente el mensaje plasmado.

#### **6.1.10.3. Actividades periódicas**

Entre las actividades a ejecutar en los elementos que complementan las estructuras de la obra vial de Centra Norte, para recuperar sus condiciones viales iniciales debido al uso y evitar la aparición de defectos mayores se tienen:

##### **6.1.10.3.1. Mantenimiento de barandas**

Las barandas son elementos de protección para puentes que limitan el perímetro de la estructura a una altura constante brindando seguridad a peatones y al flujo de bicicletas en la existencia de ciclovías por el riesgo expuesto debido al cambio de alturas. Conformadas de postes de concreto

armado prefabricados en sitio, colocados a una distancia de 1,5 metros de separación uno con el otro y travesaños de tubos de hierro galvanizado de 6 pulgadas de diámetro.

El tratamiento oportuno consiste en el recubrimiento a base de pintura anticorrosiva para los tubos y una capa impermeabilizante de la mezcla de sikalatex con cemento para los postes de concreto; en el tratamiento de la junta tubo/postes por problemas de desintegración del sello rellenar con sikaflex. Los objetivos serán conservar elementos de barandas funcionales, estéticas y libres de corrosión y producción de hongos.

#### **6.1.10.3.2. Mantenimiento de señalización vial**

Las señales de tránsito se colocan en vías con propósitos de contribuir y prevenir accidentes, reduciendo los riesgos, mediante dispositivos de información que contienen advertencias, prohibiciones o detalles de la vía o de los lugares por donde ella pasa. El objetivo del mantenimiento es procurar que las señales y los elementos estén limpios, visibles, situados correctamente y en la posición adecuada. Además, se deben eliminar avisos o retirar paneles o avisos comerciales que distraigan a los conductores, produzcan contaminación visual y deterioren el paisaje.

Las principales actividades de mantenimiento consisten en: la limpieza de señales verticales y, en casos puntuales, la recuperación o reposición de algunas de ellas; el repintado de franjas sobre el pavimento de señalización horizontal en el caso de que se tornen opacas y pierdas visibilidad y, en casos puntuales, la recuperación o reposición de elementos como violetas y bollas.

#### **6.1.10.3.3. Control de iluminación**

El sistema de iluminación vial cumple funciones de mejorar la seguridad del tráfico tanto vehicular como peatonal en horas nocturnas garantizando visibilidad de obstáculos presentes en la calzada, elementos de señalización vertical y horizontal, peligros potenciales en cruces de vehículos y pasos peatonales. Proyectores sobre postes es la solución técnica incorporada en la iluminación de la obra vial de Centra Norte.

Es justificable el hecho de enfatizar el control del funcionamiento adecuado de la iluminación debido a las consecuencias negativas que involucraría el mal estado de sus elementos. Actividades de mantenimiento involucrarían la inspección del estado de los elementos de iluminación para conocer el estado de la luminaria y en caso necesario hacer las reposiciones y reparaciones menores. Una alternativa adecuada será la incorporación de leds para la iluminación vial que combina calidad de luz y eficiencia energética.

#### **6.1.10.3.4. Control de contaminación visual**

La contaminación visual es un tipo de contaminación que parte de todo aquello que afecte o perturbe la visualización del sitio o rompa la estética de una zona o paisaje. Se refiere al abuso de ciertos elementos que alteran la estética, la imagen del paisaje y generan una estimulación visual agresiva e invasiva. Dichos elementos pueden ser carteles, cables, antenas, postes y anuncios publicitarios. Estos últimos son los agentes principales de contaminación visual, causando un impacto inmediato que crea una sobreestimación al ser humano con los múltiples mensajes que invaden la mirada.

Como atribución adicional en las acciones preventivas de las actividades de mantenimiento de la obra vial de Centra Norte es velar que se cumpla un límite de la cantidad de anuncios publicitarios u otro elemento contaminante. Si obstruyen algún elemento de señalización u otro elemento que impida la correcta armonía en circulación del tránsito debido a la ubicación en que se encuentren se debe proceder a la eliminación y penalización de responsables con el fin de no alterar en entorno ni ser fuente de accidentes en el funcionamiento de las estructuras viales.

#### **6.1.10.3.5. Datos técnicos de bordillos**

Los bordillos prefabricados son los elementos que conforman las construcciones auxiliares como jardineras, banquetas, guardallantas, arriates en los ejes de la obra vial de Centra Norte, y funcionan como elementos que limitan la pista de circulación vehicular y el paso peatonal. Por su función estarán expuestos a ser colisionados por vehículos que pierdan su dirección sobre las franjas de circulación, además de sufrir envejecimiento debido al uso y el clima intemperante. Cuando algunos elementos pierdan su funcionalidad pueden ser reemplazados por otros y así mantener las condiciones de servicio de las construcciones auxiliares mencionadas. Los datos técnicos son: bordillo trapezoidal de dimensiones de largo, alto y espesor correspondiente a 50x30x15 centímetros.

#### **6.1.10.3.6. Vegetación para estabilizar taludes**

La vegetación juega un papel muy importante en el control de la erosión de taludes, al contribuir como un elemento de protección y conservación del suelo, esto debido a la influencia que ejerce sobre él tanto en superficie,

protegiéndolo y sujetándolo, como en profundidad, al aumentar su resistencia y cohesión. La cobertura vegetal cumple con un papel protector con efectos positivos como los siguientes:

- Intercepta y retiene una proporción variable del volumen de agua recibida por precipitación disipando la energía erosiva al frenar su caída.
- Aumenta la permeabilidad del suelo y su tasa de infiltración.
- Disminuye la velocidad de escorrentía.
- Protege la superficie del suelo de la erosión por salpicadura (efecto debido al impacto directo de las gotas de lluvia sobre la superficie de éste).
- La masa enraizada favorece la resistencia mecánica y cohesión del suelo.
- Contribuye a retener partículas en movimiento, es decir, permite controlar la erosión eólica.

Teniendo en cuenta este papel que cumple la vegetación, los taludes naturales y áreas verdes de la obra vial de Centra Norte deben tener presente que es importante que la cubierta de vegetación sea continua.



## **7. RESULTADOS ESPERADOS**

### **7.1. Vida útil**

Una vez diseñadas y construidas las estructuras viales para una determinada vida útil, la calidad del servicio que brinda al usuario disminuye conforme el mismo es solicitado por las cargas que lo transitan y el clima imperante. En consecuencia el servicio se va deteriorando con el tiempo, desmejorando su estado o condición.

De allí que sea un concepto de suma importancia a la hora de definir los tratamientos oportunos de rehabilitación y los lineamientos en las especificaciones de mantenimiento, para las estructuras de la obra vial de Centra Norte.

Aplicándolas y ejecutándolas de manera adecuada se lograrán resultados en la calidad del servicio alcanzando una vida útil en condiciones seguras, eficaces, eficientes y económicas.

### **7.2. Recursos**

Para que una empresa pueda lograr sus objetivos, es necesario que cuente con una serie de elementos, recursos o insumos que conjugados armónicamente contribuyen a su funcionamiento adecuado, dichos recursos son:

### **7.2.1. Financieros**

Las labores de mantenimiento forman parte de las actividades cotidianas en el funcionamiento de cualquier infraestructura. Como medio de conservación y reparación de daños existe un costo asociado por cada acción en la rehabilitación del camino, entendido como el conjunto de técnicas y actividades necesarias para devolver al camino a su condición inicial. La determinación del tipo y oportunidad para llevar a cabo las actividades de mantenimiento y rehabilitación, adquieren su importancia económica. Es por ello que teniendo las labores de mantenimiento reguladas, planificadas y presupuestadas con anticipación por medio de especificaciones técnicas propuestas se hacen mínimos los costos de operación y reparaciones para las estructuras de Centra Norte.

### **7.2.2. Humanos**

Las actividades de mantenimiento vial serán ejecutadas y materializadas por medio del recurso humano para conservar en buen estado las estructuras de la vialidad de Centra Norte en condiciones seguras, eficaces, eficientes y económicas. Los resultados reflejados de las acciones oportunas de conservación incidirán positivamente en la motivación de todo el recurso humano debido a que sus acciones serán reflejadas en entornos limpios, sanos, funcionales en armonía con el medio ambiente.

El hecho de apreciar el resultado de su labor incidirá en un cambio de pensamiento con el surgimiento de ideas nuevas, mayor creatividad, acciones proactivas y nuevos conocimientos y prácticas debido a la experiencia en la conservación de estructuras y el cuidado del medio ambiente.

### **7.2.3. Físicos y materiales**

Recursos físicos y materiales explícitamente se refiere al conjunto de estructuras que conforman la obra vial. Además de ser un bien tangible para Centra Norte es una infraestructura vial que tiene una notable influencia en el desarrollo de Guatemala y de regiones aledañas como la zona 17 y 18 del área metropolitana. El buen estado y funcionamiento óptimo son propósitos esperados para que pueda considerarse rentablemente adecuado.

Es de esperarse que los propósitos se logren debido a los buenos procesos constructivos y los materiales de calidad que conforman a cada elemento. El deterioro se va a manifestar debido al uso y al clima intemperante, por lo cual el mantenimiento oportuno es esencial si es ejecutado con acciones planificadas estratégicamente. Las acciones a seguir y estrategias planificadas fueron plasmadas en especificaciones técnicas para cada estructura que como resultado si se aplican de manera correcta será mantener el bien tangible de Centra Norte en condiciones óptimas durante su período de vida.

De conformidad a nuestra propuesta sobre especificaciones técnicas para el mantenimiento de la obra vial de Centra Norte, es relevante y significativo que se cumpla con las normas y especificaciones técnicas propuestas y es de vital importancia la utilización de materiales de calidad en actividades de reparación, mantenimiento y rehabilitación de la obra vial, para conservar su vida útil y buen funcionamiento reflejado en desarrollo y mejor calidad de vida del grupo objetivo.

#### **7.2.4. Técnicos**

Según el historial de vida de muchas estructuras de concreto se ha manifestado que el costo de reparación de una estructura dañada, es mucho más alto que el de las medidas de protección a que se pudo someter cuando estaba en condiciones óptimas. Asimismo las estrategias técnicas implementadas con fundamento para conservar en buen estado las estructuras dependen de la decisión tomada de acuerdo a lo que se considere con mayor conveniencia.

El tener especificaciones técnicas para llevar a cabo actividades de mantenimiento para elementos de cada estructura, que en conjunto conforman la obra vial de Centra Norte, es un resultado favorable que servirá como herramienta e instrumentos técnicos auxiliares para llevar a cabo las medidas de protección en el tiempo oportuno y evitar costos futuros por daños mayores.

#### **7.3. Desarrollo sostenible**

Se denomina al desarrollo que es capaz de satisfacer las necesidades actuales de la población de determinada región, sin comprometer los recursos que proporciona el medio ambiente y las posibilidades de subsistencia las futuras generaciones.

##### **7.3.1. Sostenibilidad ambiental**

Se considera un proyecto responsable al que en funcionamiento le concede un nivel de respeto al medio-ambiente y salud por medio de prácticas y estrategias implementadas para mitigar el impacto negativo hacia el entorno

ambiental. Entre las acciones que Centra Norte como empresa privada implementa como prácticas ambientales de responsabilidad se encuentran:

- Re uso de aguas grises tratadas (agua de lavamanos y pluvial en techos) en todos los sanitarios.
- Iluminación LED en algunas áreas comunes.
- Utilización de cubierta con aislante térmico en estructuras de metal.
- Ventilación natural para todas las áreas comunes.
- Utilización de iluminación natural al máximo dentro del edificio.
- Clasificación de basuras en todo el proyecto (durante la construcción y durante la operación).
- Aislante térmico en algunas áreas de losa finales de concreto.
- Aplicación de impermeabilizante color blanco para reflejar calor solar.

### **7.3.2. Educación ambiental**

Es necesario promover a los usuarios, al recurso humano y vecinos de poblaciones cercanas la identificación y comprensión de los aspectos del medio ambiente, que son o pueden ser dañados y que generan riesgos para la salud pública; se busca la toma de conciencia sobre los daños y el impulso a la acción para poner en práctica soluciones.

Entre las causas que provocan problemas ambientales que deben darse a conocer son: utilizar diariamente más materiales y recursos de los necesarios creando desperdicios; la contaminación del aire por el humo de vehículos y quema de basuras; el alto ruido; la deforestación, el consumo desmedido de la energía.

No debe ceñirse al estudio sólo a profesionales dedicados a temas medioambientales, sino a todo el universo educativo, para garantizar así, un efecto multiplicador y lograr de esa manera una concientización global de la sociedad que repercute en una mejor calidad de vida para todos.

### **7.3.3. Estudio de Impacto Ambiental (EIA)**

Se debe ser consciente de que cada proyecto, cada obra o actividad que se desarrolle, ocasiona sobre el entorno en que se ubica un cambio y una modificación en las condiciones existentes. Si dicha modificación significa una perturbación, o un impacto negativo, la misma debiera ser minimizada con base a estudios de impacto ambiental.

Considerada una herramienta de gestión para la protección del medio ambiente. Su objetivo consiste en establecer un método de estudio y diagnóstico con el fin de identificar, predecir, interpretar y comunicar el impacto de una acción sobre el funcionamiento del medio ambiente. Cabe entonces recalcar que el EIA se debe elaborar sobre la base de un proyecto, previo a la toma de decisiones y como instrumento para el desarrollo sustentable, con el propósito de evaluar los posibles futuros impactos. De ninguna manera corresponde realizarla sobre proyectos ya ejecutados, acciones ya realizadas o políticas públicas ya implementadas.

### **7.3.4. Gestión ambiental**

Las condiciones ambientales en el sitio donde se construyó Centra Norte se encuentran definidas y legalizadas por medio del estudio de impacto ambiental que se realizó en la planificación y que se consideran como punto de balance. Hoy por hoy la situación ha cambiado y para el cumplimiento legal

ambiental es necesario realizar un monitoreo y evaluación para establecer las condiciones ambientales principales actuales debido al funcionamiento como de la calidad ambiental en los alrededores de las operaciones para asegurar la convivencia armoniosa con los vecinos y el ambiente. Además es una herramienta para la toma de decisiones que permite tomar medidas preventivas o correctivas necesarias que mitigaran situaciones negativas.

En los siguientes incisos se mencionan artículos de la Constitución Política de la República y de La ley de Protección del Medio Ambiente que justifican las acciones de la responsabilidad ambiental.

### **7.3.5. Constitución Política de la República de Guatemala**

Como ley suprema de la República de Guatemala, en el cual se rige todo el Estado y sus demás leyes la Constitución declara de interés nacional la protección del medio ambiente regulado según los siguientes artículos:

#### **7.3.5.1. Artículo 64. Patrimonio natural**

Se declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación. El estado fomentará la creación de parques nacionales, reservas y refugios naturales, los cuales son inalienables. Una ley garantizará su protección y la de la fauna y la flora que en ellos exista.

#### **7.3.5.2. Artículo 97. Medio ambiente y equilibrio ecológico**

El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que

prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.

### **7.3.6. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente**

Es la norma establecida según decreto 68-86 del Congreso de la República de Guatemala, que promueve la proyección y mejoramiento del medio ambiente y los recursos naturales y culturales, fundamentalmente para el logro de un desarrollo social y económico del país, de manera sostenida.

#### **7.3.6.1. Considerando IV**

Que la situación de los recursos naturales y el medio ambiente en general en Guatemala ha alcanzado niveles críticos de deterioro que inciden directamente en la calidad de vida de los habitantes y ecosistemas del país, obligándonos a tomar acciones inmediatas y así garantizar un ambiente propicio para el futuro.

#### **7.3.6.2. Artículo 1**

Orientar los sistemas educativos, ambientales y culturales, hacia la formación de recursos humanos calificados en ciencias ambientales y la educación a todos los niveles para formar una conciencia ecológica en toda la población.

### **7.3.6.3. Artículo 12. Párrafo 3**

Objetivo Específico: Orientar los sistemas educativos, ambientales y culturales, hacia la formación de recursos humanos calificados en ciencias ambientales y la educación a todos los niveles para formar una conciencia ecológica en toda la población.



## CONCLUSIONES

1. Con el fin de mantener las características funcionales y estéticas de los elementos que conforman las estructuras de la vialidad de Centra Norte se realizaron las especificaciones técnicas de operación y mantenimiento vial. Lo indicado cumplirá con los objetivos de mantener la durabilidad deseada durante la vida útil de cada estructura siempre y cuando las labores de mantenimiento se lleven a cabo.
2. El éxito del mantenimiento rutinario y periódico está en el seguimiento que se le dé al mismo, de lo contrario no se pueden garantizar los beneficios que este proporciona.
3. Al propiciar la aplicación el mantenimiento preventivo se conservan infraestructuras con mayor tiempo a menor costo de operación, de una forma segura y constante, evitando evacuaciones innecesarias o inconvenientes a personas que laboran o usuarios que utilizan. El riesgo de una falla de un equipo o instalación siempre está latente, pero con una menor incidencia.
4. El tema de mantenimiento vial, requiere un cambio de cultura en las organizaciones encargadas, empezando por el reconocimiento de su importancia por parte de quienes toman las decisiones de asignar recursos financieros, progresando con el manejo operativo técnico riguroso, por personal calificado, para la ejecución planificada de las obras y de las actividades específicas de mantenimiento.

5. En el mantenimiento de estructuras viales implícitamente se toca el tema de mantener y prolongar la vida útil de las estructuras de concreto. La importancia de hacer entender a muchos contratistas la responsabilidad que se debe tener no solo con una buena elaboración de sus proyectos, sino que además puedan ver a futuro los posibles daños a los cuales pueden estar expuestas la estructuras, con el fin de dejar una memoria de acciones preventivas y de mantenimiento a realizar en los períodos de tiempo que corresponda, y hacer olvidar el sofisma de pensar que las estructuras de concreto no necesitan mantenimiento.
  
6. La calidad integral de recursos es requisito indispensable para que las obras cumplan óptimamente para el fin que fueron diseñados dentro de los parámetros de servicio y funcionalidad. Esta debe servir para la prevención y no la corrección.

## RECOMENDACIONES

1. En la práctica de la implementación de las actividades de mantenimiento hacer el uso de señalización tipo circunstancial para modificar el régimen normal de utilización de la vía como paneles de mensajes variables, barreras, paneles direccionales, banderitas, conos o dispositivos análogos. Esto como medio de seguridad de trabajadores dado el riesgo presentado por la circulación vehicular.
2. Las medidas de seguridad industrial deben de prevalecer en todo momento, donde se ejecuten las actividades de mantenimiento con el uso de equipo como casco, chaleco reflector, botas no deslizantes, arnés y línea de vida en el caso de ubicarse en áreas que presenten alturas y pendientes pronunciadas.
3. Este documento presenta tratamientos de conservación, entre las actividades a realizar en el mantenimiento rutinario y periódico. Se considera recomendable actualizarlo y ajustar el material detallado de acuerdo con las propias experiencias y con los avances de la tecnología.
4. Como respuesta al avance tecnológico es necesario actualizar al personal respecto a nuevos materiales y su correcta aplicación, para poder hacer uso adecuado del recurso humano solicitando capacitación con proveedores de productos especializados, interesados en promover sus productos, o destinando un porcentaje del recurso financiero a capacitaciones en instituciones como INTECAP o la Universidad de San

Carlos de Guatemala, con un incentivo al personal para tecnificar la mano de obra.

5. Estimular a los usuarios y vecinos de colonias aledañas para dar un buen uso a la edificación, principalmente al personal que labora en el lugar, para mantener la infraestructura se debe contar, también, con el apoyo de personal especializado encargado de su mantenimiento.
6. Definir claramente las tareas que debe desarrollar el encargado de mantenimiento, supervisores y operarios para capacitarse y reasignar labores, según resultado para mantener o ampliar la vida útil de la infraestructura vial.
7. Los entes encargados del control, mantenimiento y rehabilitación de la obra vial de Centra Norte, deben observar especial interés en la protección y mejoramiento del medio ambiente para que a través de un inventario ambiental, eliminen o minimicen la contaminación del aire y el agua, que perjudiquen y molesten la vida, la salud y el bienestar humano.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Guatemala. Asamblea Nacional Constituyente. *Constitución Política de la República de Guatemala*. Guatemala: IMPRELAND, 2001. 88 p.
2. Guatemala. Decreto 68-86 del Congreso de la República. *Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente*. Guatemala: AYALA JIMENEZ SUCESORES, 2002. 22 p.
3. Guatemala. Decreto 132-96 y Acuerdo Gubernativo Número 273-98. *Ley y Reglamento de Tránsito*. Guatemala: AYALA JIMENEZ SUCESORES, 2002. 52 p.
4. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. *Manual técnico de mantenimiento rutinario para la red vial departamental no pavimentada*. Perú: PROVIAS, 2006. 59 p.
5. Fondo de Conservación Vial. *Manual de seguridad vial e institucional en zonas de trabajo*. El Salvador: FOVIAL, 2009. 69 p.
6. Secretaría Permanente del Trabajo de Integración Económica Centroamericana. *Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras, alcantarillas y puentes*. México: SIECA, 1974. 561 p.



## **ANEXOS**



Figura 46. Proceso constructivo ampliación del puente Rodriguitos



Fuente: elaboración propia.

Figura 47. Proceso constructivo puente aproche



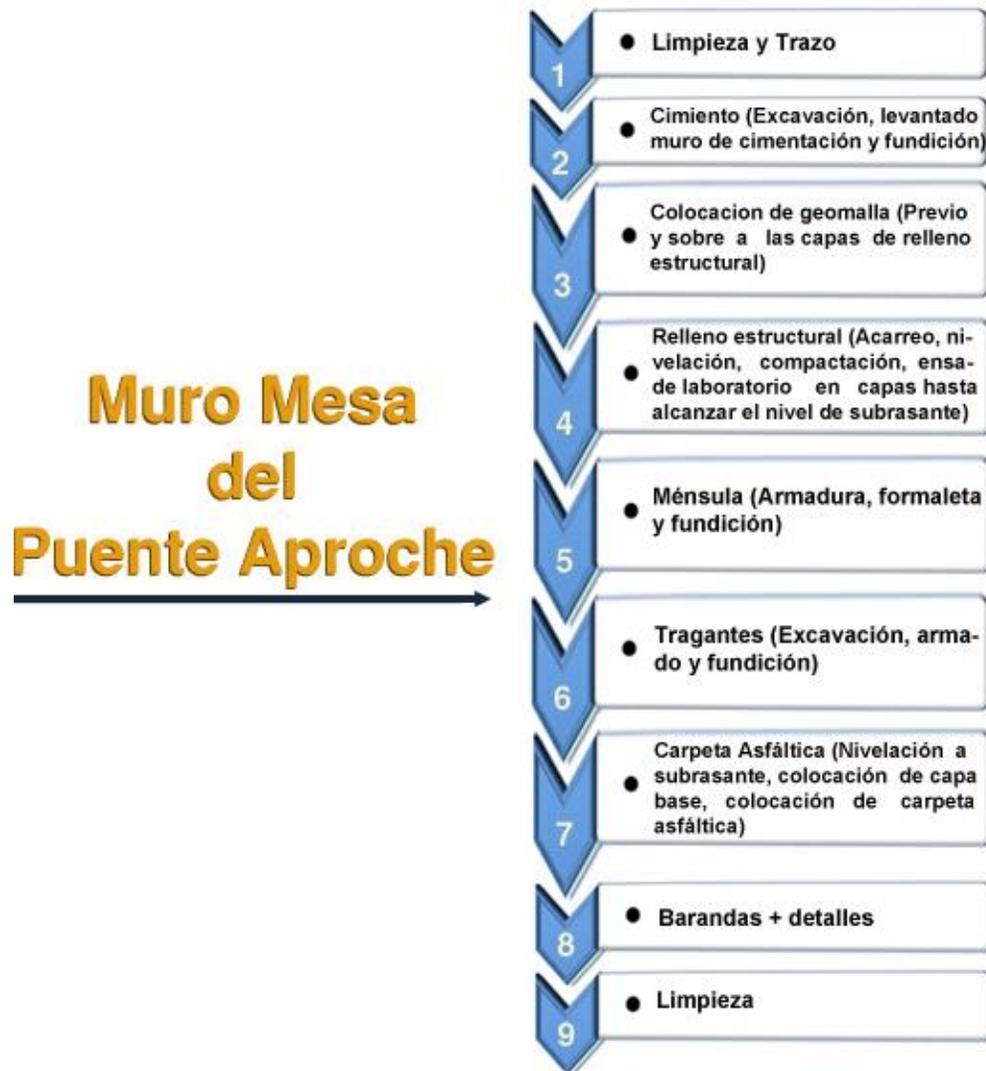
Fuente: elaboración propia.

Figura 48. Proceso constructivo paso superior



Fuente: elaboración propia.

Figura 49. **Proceso constructivo muro mesa del puente aproche**



Fuente: elaboración propia.

Figura 50. Proceso constructivo rampa de salida del paso superior



Fuente: elaboración propia.

Figura 51. Proceso constructivo paso inferior eje C-6, bóveda curva



Fuente: elaboración propia.

Figura 52. Proceso constructivo paso inferior eje C-6, paso a desnivel



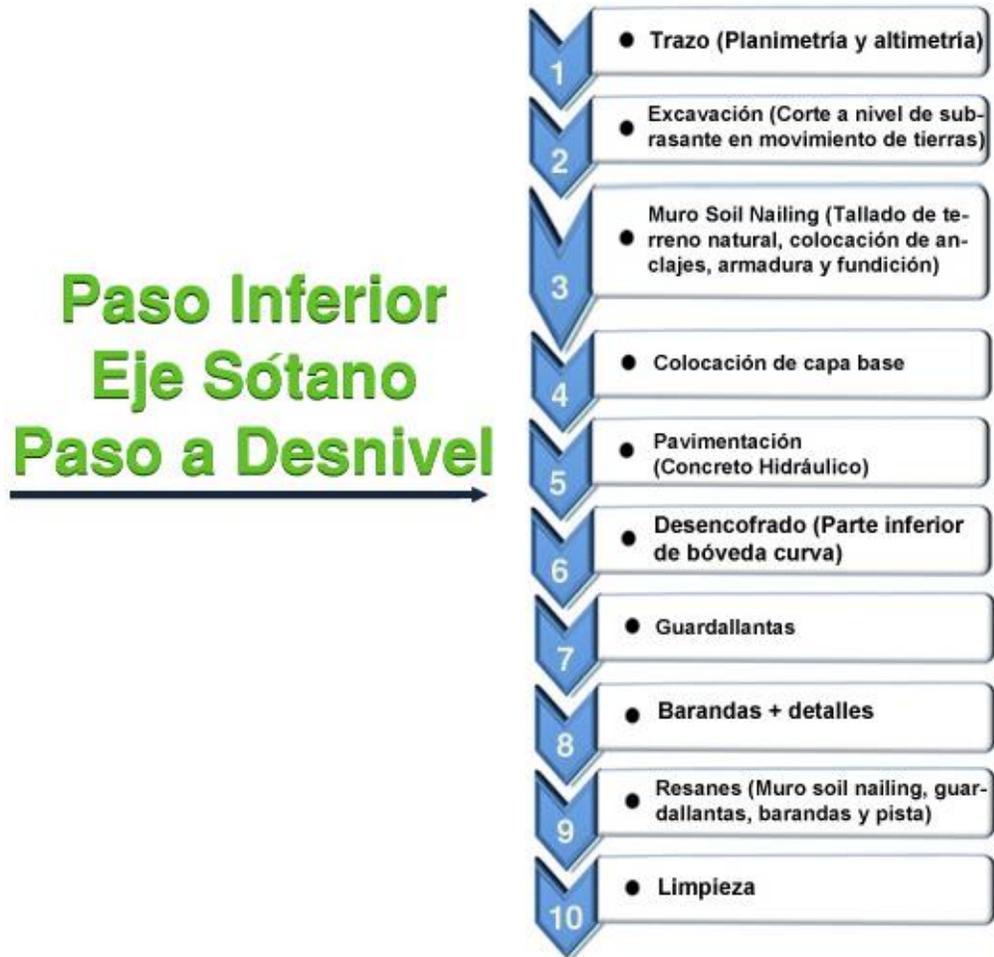
Fuente: elaboración propia.

Figura 53. Proceso constructivo paso inferior eje sótano, bóveda curva



Fuente: elaboración propia.

Figura 54. **Proceso constructivo paso inferior eje sótano, paso a desnivel**



Fuente: elaboración propia.

Figura 55. **Proceso constructivo anclajes activos**



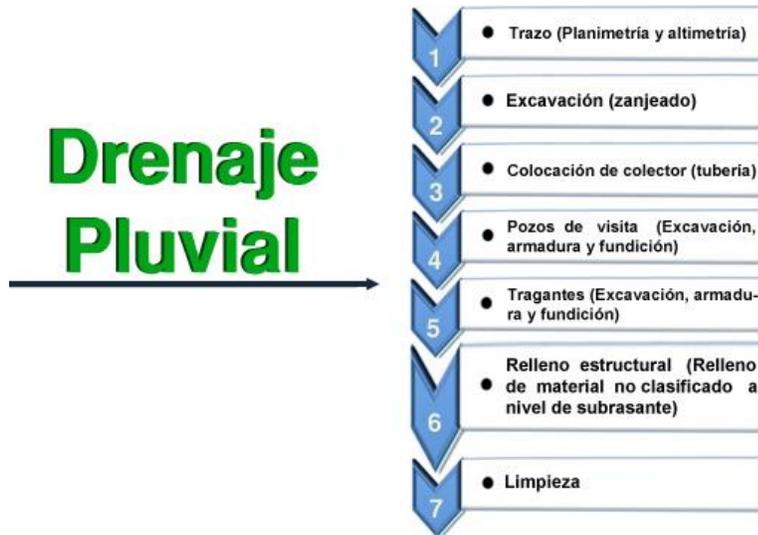
Fuente: elaboración propia.

Figura 56. **Proceso constructivo anclajes pasivos**



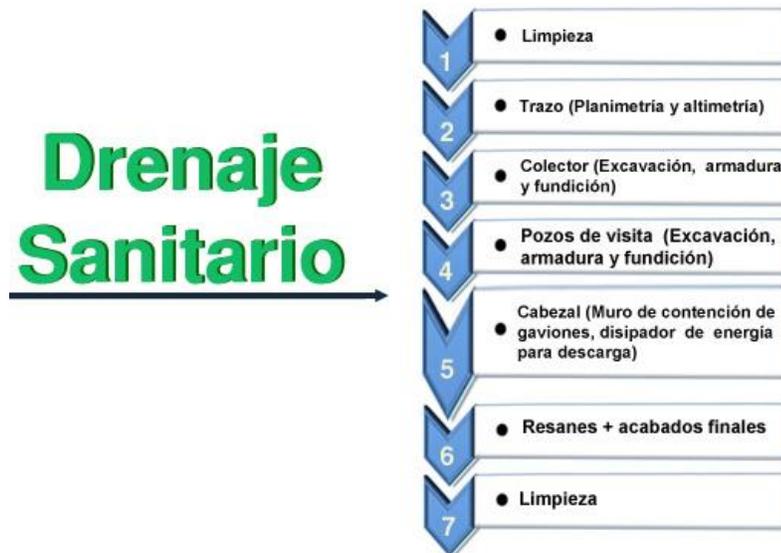
Fuente: elaboración propia.

Figura 57. **Proceso constructivo drenaje pluvial**



Fuente: elaboración propia.

Figura 58. **Proceso constructivo drenaje sanitario**



Fuente: elaboración propia.

Figura 59. Proceso constructivo ejes obra vial



Fuente: elaboración propia.

