



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

**Diseño de un plan de mantenimiento para
infraestructuras viales en la
Republica Dominicana.
Aplicación a la carretera El Seibo – Hato Mayor.**

TRABAJO DE FIN DE MASTER

Master Universitario en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil

Autor: Alvin A. Del Rosario Brito

Directores: Joaquín Catalá Alís

Tatiana García Segura

Curso 2016-2017

Valencia, España

AGRADECIMIENTOS

A **DIOS**, por permitirme culminar con éxito esta importante etapa de mi vida, no me alcanzan las palabras para agradecer lo que El hace a diario por mí.

A mis tutores en este trabajo, Tatiana García Segura y Joaquín Catalá Alís, por su paciencia y por poner a mi disposición su tiempo y sus conocimientos. La gran ayuda de ambos fue fundamental para la realización de este trabajo.

A mis padres, lo que me han enseñado en la vida siempre ha ido conmigo donde quiera que voy, esto me ha permitido realizar con éxito todas las metas que me propongo, los amo.

A mis profesores de master, por transmitirme de forma acertada los conocimientos que me ayudaran a ser un mejor profesional.

A Lorayne Tejada, mi amiga, hermana, y colega, gracias por tu ayuda incansable y desinteresada para la realización de este trabajo.

A mis compañeros de piso, gracias por todo lo vivido y lo aprendido junto a ustedes, se convirtieron en parte de mi familia.

RESUMEN

Una infraestructura vial es un aspecto fundamental para el mejoramiento de la transportación terrestre de un país, esta requiere tratamiento en forma de mantenimiento con el fin de conservar niveles de servicio adecuados para el usuario. Ante el evidente incremento de la construcción de carreteras en la República Dominicana, la finalidad de este trabajo es diseñar un plan de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, que garantice el buen estado de la infraestructura vial del país. Cuando se diseña un plan de mantenimiento existen aspectos que son imprescindibles, teniendo en cuenta esto el presente trabajo pretende realizar un análisis de aquellos factores significativos para la conservación de las carreteras y a su vez establecer la importancia que tienen los mismos para un país en vías de desarrollo como República Dominicana.

Palabras clave: Mantenimiento, Conservación, Plan, Carretera, Gestión, Pavimento, Diseño, Inspección, Proyecto.

RESUM

Una infraestructura viària és un aspecte fonamental per a la millora i el transport terrestre d'un país, aquesta requereix tractament en forma de manteniment per tal de conservar nivells de servei adequats per a l'usuari. Davant l'evident increment de la construcció de carreteres a la República Dominicana, la finalitat d'aquest treball és dissenyar un pla de manteniment tant preventiu com correctiu, que garanteixi el bon estat de la infraestructura viària del país. Quan es dissenya un pla de manteniment ha aspectes que són imprescindibles, tenint en compte això el present treball pretén realitzar una anàlisi d'aquells factors significatius per a la conservació de les carreteres i al seu torn establir la importància que tenen els mateixos per a un país en vies de desenvolupament com República Dominicana.

Paraules clau: Manteniment, Conservació, Pla, Carretera, Gestió, Paviment, Disseny, Inspecció, Projecte.

ABSTRACT

A road infrastructure is a fundamental aspect for the improvement of the land transportation of a country, this requires a correct treatment to maintain the level of adequate service for the user. Given the evident increase of road construction in the Dominican Republic, the purpose of this work is to design a maintenance plan, both preventive and corrective, that guarantees the good status of the country's road infrastructure. When a maintenance plan is designed, there are essential conditions to take into consideration, knowing this, the present work pretends to perform an analysis of the significant factors for the roads conservation and at the same time establish the importance they have for a country in the process of development as Dominican Republic.

Keywords: Maintenance, Conservation, Plan, Road, Management, Pavement, Design, Inspection, Project.

Índice General

Índice General.....	V
Índice de Figuras	VIII
Índice de Tablas	IX
Tabla Resumen.....	XI
Capítulo 1 Introducción.....	14
1.1. Planteamiento del Problema	16
1.2. Planteamiento del trabajo	16
1.2.1. Objetivos.....	16
1.2.2. Hipótesis.....	17
1.3. Alcance	17
1.4. Metodología del trabajo	17
1.5. Estructura del Documento.....	18
Capítulo 2 Marco Teórico y Estado del arte	19
2.1. Mantenimiento.	20
2.2. Plan de mantenimiento.	22
2.3. Redacción y seguimiento del plan de mantenimiento.....	22
2.3.1.1. Fase de proyecto.....	23
2.3.1.2. Fase de obra.	23
2.3.1.3. Fase de conservación y explotación.	24
2.4. Mantenimiento de carreteras.....	24
2.5. Medios para el mantenimiento.	25
2.6. Administración de la conservación	27
2.7. Características y estrategias del mantenimiento de carreteras.....	27
2.8. Gestión.....	29
2.9. Sistemas de Gestión.	29
2.10. Interacción entre sistema de gestión y mantenimiento.	30
2.11. Deterioro de pavimentos flexibles	31
2.11.1. Deformaciones permanentes.....	32
2.11.2. Fisuras o agrietamientos.....	42
2.11.3. Desintegraciones	54
2.11.4. Otros modos de falla.....	64

2.12.	Contenido del plan de mantenimiento	70
2.12.1.	Descripción de la infraestructura.....	70
2.12.1.1.	Descripción funcional de la vía.....	70
2.12.1.2.	Configuración geométrica	71
2.12.1.3.	Condiciones climáticas.....	72
2.12.2.	Materiales constituyentes	73
2.12.3.	Definición del ambiente y de las vidas útiles.....	74
2.12.3.1.	Clases de exposición.....	74
2.12.3.2.	Vidas Útiles.....	74
2.12.4.	Definición de los puntos críticos.....	75
2.12.5.	Criterios de inspección.....	75
2.12.5.1.	Tipos de inspección	76
2.12.6.	Medios de acceso.....	76
2.12.6.1.	Criterios de evaluación (Umbral de aceptación).....	77
2.12.7.	Valoraciones de operaciones de mantenimiento e inspección.	77
Capítulo 3	Aspectos relevantes del plan de mantenimiento de carreteras y valores mínimos admisibles.	78
3.1.	Factores económicos	79
3.2.	Aspectos Institucionales.....	81
3.3.	Normas	82
3.4.	Estado de la carretera	83
3.5.	Consideración del tráfico	84
3.6.	Cambios en la infraestructura vial.....	84
3.7.	Valores mínimos admisibles para el mantenimiento.....	85
3.7.1.	Pavimento asfáltico.....	85
3.7.1.1.	Deformaciones Permanentes.....	85
3.7.1.2.	Agrietamientos.....	87
3.7.1.3.	Desintegraciones	89
3.7.1.4.	Otros modos de fallas.....	91
3.7.2.	Iluminación	92
3.7.3.	Señalización vertical y horizontal.....	92
3.7.4.	Drenaje.....	94
3.7.5.	Limpieza.....	95

Capítulo 4	Diagnóstico del estado actual de la Carretera El Seibo - Hato Mayor ..	96
4.1.	Infraestructura vial actual en República Dominicana	97
4.2.	Carretera Seibo - Hato Mayor.....	99
4.3.	Estado actual de los problemas de la carretera.....	100
4.3.1.	Pavimento	100
4.3.2.	Señalización vertical	104
4.3.3.	Señalización horizontal	106
4.3.4.	Barreras de contención vehicular	108
4.3.5.	Iluminación.....	110
4.3.6.	Limpieza.....	110
Capítulo 5	Plan de mantenimiento vial y aplicación al caso citado.....	111
5.1.	Descripción de la infraestructura.....	112
5.1.1.	Configuración geométrica	113
5.1.2.	Estudio del tráfico.....	115
5.1.3.	Condiciones climáticas.....	116
5.2.	Materiales constituyentes	117
5.3.	Definición del ambiente y de las vidas útiles.....	118
5.3.1.	Clases de exposición.....	118
5.3.2.	Vidas útiles.....	118
5.4.	Definición de los puntos críticos.....	119
5.5.	Criterios de inspección.....	120
5.6.	Medios de acceso.....	122
5.7.	Criterios de evaluación (Umbrales de aceptación).....	122
5.8.	Plantillas de actividades de mantenimiento	123
5.9.	Valoración de operaciones de mantenimiento e inspección.....	132
Capítulo 6	Conclusiones y Líneas Futuras de Investigación.....	133
Capítulo 7	Referencias Bibliográficas	136
Capítulo 8	Anexos.....	139
8.1.	Anexo 1: Análisis de Precio Unitario de la valoración de operaciones de mantenimiento e inspección.	140
8.2.	Anexo 2: Imágenes.....	149

Índice de Figuras

FIGURA 1. EJEMPLO DE ORGANIGRAMA DE UN CENTRO DE MANTENIMIENTO. (KRAEMER, Y OTROS, 2004).....	26
FIGURA 2. SINOPSIS DE LAS ACTUACIONES COORDINADAS DE GESTIÓN Y CONSERVACIÓN. (ACHE & ATC, 2015)	31
FIGURA 3. EJEMPLO DE UBICACIÓN DE CARRETERA. (DIARIO DE 3, 2018)	70
FIGURA 4. FISURA LONGITUDINAL DE SEVERIDAD MEDIA EN LA CARRETERA EL SEIBO – HATO MAYOR.	100
FIGURA 5. FISURA LONGITUDINAL DE SEVERIDAD BAJA EN LA CARRETERA EL SEIBO – HATO MAYOR.	101
FIGURA 6. FISURA PIEL DE COCODRILO SEVERIDAD BAJA EN LA CARRETERA EL SEIBO – HATO MAYOR.	101
FIGURA 7. FALLA POR EXUDACIÓN DE ASFALTO EN LA CARRETERA EL SEIBO – HATO MAYOR.	102
FIGURA 8. DESINTEGRACIONES POR BACHES EN LA CARRETERA EL SEIBO – HATO MAYOR.....	102
FIGURA 9. DESINTEGRACIONES POR PELADURA EN LA CARRETERA EL SEIBO – HATO MAYOR.	103
FIGURA 10. DESINTEGRACIONES POR ROTURA DE BORDES EN LA CARRETERA EL SEIBO – HATO MAYOR.	103
FIGURA 11. AUSENCIA DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL EN LA CARRETERA EL SEIBO – HATO MAYOR.....	104
FIGURA 12. AUSENCIA DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL EN UNA CURVA EN LA CARRETERA EL SEIBO – HATO MAYOR.	105
FIGURA 13. SEÑAL VERTICAL EN MAL ESTADO EN LA CARRETERA EL SEIBO – HATO MAYOR.....	105
FIGURA 14. AUSENCIA DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL EN LA CARRETERA EL SEIBO – HATO MAYOR.....	106
FIGURA 15. AUSENCIA DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN LA PROXIMIDAD DE UNA INTERSECCIÓN EN LA CARRETERA EL SEIBO – HATO MAYOR.	107
FIGURA 16. AUSENCIA DE TACHAS REFLECTANTES EN LA CARRETERA EL SEIBO – HATO MAYOR.	107
FIGURA 17. BARRERA DE CONTENCIÓN VEHICULAR SIN REPARAR LUEGO DE UN ACCIDENTE EN LA CARRETERA EL SEIBO – HATO MAYOR.	108
FIGURA 18. BARRERA DE CONTENCIÓN MAL COLOCADA EN LA CARRETERA EL SEIBO – HATO MAYOR.	109
FIGURA 19. BARRERA DE CONTENCIÓN VEHICULAR EN MAL ESTADO EN UNA CURVA HORIZONTAL DE LA CARRETERA EL SEIBO – HATO MAYOR.	109
FIGURA 20. ACUMULACIÓN DE LODO EN EL ARCÉN DE LA CARRETERA EL SEIBO – HATO MAYOR.	110
FIGURA 21. CROQUIS DE LA UBICACIÓN DE LA CARRETERA EL SEIBO – HATO MAYOR.....	112
FIGURA 22. SECCIÓN TÍPICA DE LA CARRETERA EL SEIBO – HATO MAYOR.....	114
FIGURA 23. DIAGRAMA DE PRECIPITACIONES DE LA CARRETERA EL SEIBO – HATO MAYOR (ONAMET RD, 2017).....	116
FIGURA 24. MAPA DE CARRETERAS DE LA REPUBLICA DOMINICANA. (MOPC RD, 2017).....	149
FIGURA 25. PORTADA DEL CONTRATO DE FIDEICOMISO RD-VIAL (MOPC RD, FIDEICOMISO RD VIAL, 2013).....	150

Índice de Tablas

TABLA 1. CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE MANTENIMIENTO	20
TABLA 2. ESQUEMA DEL REGISTRO HISTÓRICO DE LA CONSTRUCCIÓN.....	23
TABLA 3. CLASIFICACIÓN DEL CONJUNTO DE FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DAÑO ESTRUCTURAL DE UN PAVIMENTO. (J.M.WORM & HARTEN, 1996)	28
TABLA 4. DESCRIPCIÓN DE DEFORMACIÓN POR AHUELLAMIENTO (MOPC RD, 2016)	32
TABLA 5. MANTENIMIENTO PARA DEFORMACIONES POR AHUELLAMIENTO (MOPC RD, 2016)	33
TABLA 6. DESCRIPCIÓN DEFORMACIÓN POR HUNDIMIENTO (MOPC RD, 2016).....	34
TABLA 7. MANTENIMIENTO PARA DEFORMACIONES POR HUNDIMIENTO (MOPC RD, 2016)	35
TABLA 8. DESCRIPCIÓN DEFORMACIÓN POR CORRUGAMIENTO (MOPC RD, 2016)	36
TABLA 9. MANTENIMIENTO PARA DEFORMACIONES POR CORRUGAMIENTO (MOPC RD, 2016).....	37
TABLA 10. DESCRIPCIÓN DEFORMACIÓN POR CORRIMIENTO (MOPC RD, 2016)	38
TABLA 11. MANTENIMIENTO PARA DEFORMACIONES POR CORRIMIENTO (MOPC RD, 2016).....	39
TABLA 12. DESCRIPCIÓN DEFORMACIÓN POR HINCHAMIENTO (MOPC RD, 2016)	40
TABLA 13. MANTENIMIENTO PARA DEFORMACIONES POR HINCHAMIENTO (MOPC RD, 2016).....	41
TABLA 14. DESCRIPCIÓN DEFORMACIÓN POR FISURA LONGITUDINAL (MOPC RD, 2016)	43
TABLA 15. MANTENIMIENTO PARA DEFORMACIONES POR FISURA LONGITUDINAL (MOPC RD, 2016)	44
TABLA 16. DESCRIPCIÓN DEFORMACIÓN POR FISURA TRANSVERSAL (MOPC RD, 2016)	45
TABLA 17. MANTENIMIENTO PARA DEFORMACIONES POR FISURA TRANSVERSAL (MOPC RD, 2016)	46
TABLA 18. DESCRIPCIÓN DEFORMACIÓN POR FISURA EN BLOQUES (MOPC RD, 2016).....	47
TABLA 19. MANTENIMIENTO PARA DEFORMACIONES POR FISURA DE BLOQUES (MOPC RD, 2016)	48
TABLA 20. DESCRIPCIÓN DEFORMACIÓN POR FISURA PIEL DE COCODRILO (MOPC RD, 2016).....	49
TABLA 21. MANTENIMIENTO PARA DEFORMACIONES POR FISURA PIEL DE COCODRILO (MOPC RD, 2016)	50
TABLA 22. DESCRIPCIÓN DEFORMACIÓN POR REFLEXIÓN DE JUNTAS (MOPC RD, 2016)	51
TABLA 23. MANTENIMIENTO PARA DEFORMACIONES POR REFLEXIÓN DE JUNTAS. (MOPC RD, 2016).....	52
TABLA 24. DESCRIPCIÓN DEFORMACIÓN POR FISURA EN ARCO (MOPC RD, 2016)	52
TABLA 25. MANTENIMIENTO PARA DEFORMACIONES POR REFLEXIÓN DE JUNTAS. (MOPC RD, 2016).....	53
TABLA 26. DESCRIPCIÓN DEFORMACIÓN POR DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (MOPC RD, 2016).....	54
TABLA 27. MANTENIMIENTO PARA DEFORMACIONES POR DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS. (MOPC RD, 2016)	55
TABLA 28. DESCRIPCIÓN PARA DESINTEGRACIONES POR PELADURAS (MOPC RD, 2016)	56
TABLA 29. MANTENIMIENTO PARA DESINTEGRACIONES POR PELADURAS. (MOPC RD, 2016)	56
TABLA 30. DESCRIPCIÓN DESINTEGRACIONES POR ESTRÍAS LONGITUDINALES (MOPC RD, 2016)	57
TABLA 31. MANTENIMIENTO PARA DESINTEGRACIONES POR ESTRÍAS LONGITUDINALES. (MOPC RD, 2016).....	58
TABLA 32. DESCRIPCIÓN DESINTEGRACIONES POR BACHES (MOPC RD, 2016).....	59
TABLA 33. MANTENIMIENTO PARA DESINTEGRACIONES POR BACHES. (MOPC RD, 2016)	60
TABLA 34. DESCRIPCIÓN DESINTEGRACIONES POR ROTURA POR BORDES (MOPC RD, 2016).....	61
TABLA 35. MANTENIMIENTO PARA DESINTEGRACIONES POR ROTURA DE BORDES. (MOPC RD, 2016)	62
TABLA 36. DESCRIPCIÓN DESINTEGRACIONES POR PULIMIENTO DE LA SUPERFICIE (MOPC RD, 2016)	63
TABLA 37. MANTENIMIENTO PARA DESINTEGRACIONES POR PULIMIENTO DE LA SUPERFICIE. (MOPC RD, 2016).....	63
TABLA 38. DESCRIPCIÓN DESINTEGRACIONES POR EXUDACIÓN DE ASFALTO (MOPC RD, 2016)	64
TABLA 39. MANTENIMIENTO PARA DESINTEGRACIONES POR EXUDACIÓN DE ASFALTO. (MOPC RD, 2016).....	65
TABLA 40. DESCRIPCIÓN DESINTEGRACIONES POR EXUDACIÓN DE AGUA/BOMBEO (MOPC RD, 2016).....	66
TABLA 41. MANTENIMIENTO PARA DESINTEGRACIONES POR EXUDACIÓN DE AGUA/BOMBEO. (MOPC RD, 2016)	67
TABLA 42. DESCRIPCIÓN BACHEOS Y REPARACIONES (MOPC RD, 2016).....	68
TABLA 43. MANTENIMIENTO PARA BACHEO Y REPARACIONES. (MOPC RD, 2016)	69
TABLA 44. EJEMPLOS DE VALORES DE VIDA ÚTIL DE DIFERENTES COMPONENTES. (ACHE & ATC, 2015)	74
TABLA 45. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES PARA AHUELLAMIENTO.	85
TABLA 46. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES PARA HUNDIMIENTO.	85
TABLA 47. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES PARA CORRUGACIÓN.	86
TABLA 48. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES PARA CORRIMIENTO.	86
TABLA 49. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES PARA HINCHAMIENTO.....	86

TABLA 50. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES PARA FISURA LONGITUDINAL.	87
TABLA 51. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES PARA FISURA TRANSVERSAL.....	87
TABLA 52. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES PARA FISURA EN BLOQUES.	87
TABLA 53. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES PARA FISURA EN PIEL DE COCODRILO.	88
TABLA 54. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES PARA FISURA POR REFLEXIÓN DE JUNTAS.	88
TABLA 55. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES PARA FISURA EN ARCO.	88
TABLA 56. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES PARA DESINTEGRACIONES POR DESPRENDIMIENTO.	89
TABLA 57. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES PARA DESINTEGRACIONES POR PELADURAS.	89
TABLA 58. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES PARA DESINTEGRACIONES POR ESTRÍAS LONGITUDINALES.....	89
TABLA 59. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES PARA DESINTEGRACIONES POR BACHES.	90
TABLA 60. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES PARA DESINTEGRACIONES POR ROTURA DE BORDES.	90
TABLA 61. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES PARA DESINTEGRACIONES POR PULIMIENTO DE LA SUPERFICIE.	90
TABLA 62. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES PARA EXUDACIÓN DE ASFALTO.	91
TABLA 63. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES PARA EXUDACIÓN DE AGUA.....	91
TABLA 64. VALORES RECOMENDADOS DE LUMINANCIA SEGÚN EL TIPO DE CARRETERA. ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE (KEN ATKINSON, 1994)	92
TABLA 65. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES DE SEÑALES VERTICALES.	93
TABLA 66. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES DE SEÑALES HORIZONTALES.	93
TABLA 67. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES DE OJO DE GATO/ TACHAS Y REDUCTORES DE VELOCIDAD.	93
TABLA 68. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES DE CUNETAS.	94
TABLA 69. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES DE CONTRA CUNETAS.....	94
TABLA 70. TABLA DE VALORES MÍNIMOS ADMISIBLES DE ENTRADAS Y SALIDAS DE OBRAS DE ARTE.....	94
TABLA 71. CARRETERAS BAJO EL MODELO DE CONCESIÓN EN LA REPUBLICA DOMINICANA. (MOPC RD, 2017).....	98
TABLA 72. PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA EL SEIBO – HATO MAYOR.	114
TABLA 73. TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR MEDIO ANUAL. (MOPC RD, FIDEICOMISO RD VIAL, 2013)	115
TABLA 74. DATOS CLIMATOLÓGICOS CARRETERA EL SEIBO – HATO MAYOR (ONAMET RD, 2017)	116
TABLA 75. VIDA ÚTIL DE MATERIALES DE LA CARRETERA EL SEIBO – HATO MAYOR.	118
TABLA 76. FICHA DE INSPECCIÓN VISUAL DE CAPA DE RODADURA.	120
TABLA 77. FICHA DE INSPECCIÓN VISUAL DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL.	121
TABLA 78. FICHA DE INSPECCIÓN VISUAL DE LA PINTURA DE LA CARRETERA.	121
TABLA 79. FICHA DE INSPECCIÓN VISUAL DE SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.	122
TABLA 80. PLANTILLA DE MANTENIMIENTO PARA TRABAJOS DE SELLADO DE FISURAS Y GRIETAS.....	123
TABLA 81. PLANTILLA DE MANTENIMIENTO PARA TRABAJOS DE BACHEO CON MEZCLA PREVIA.	124
TABLA 82. PLANTILLA DE MANTENIMIENTO PARA TRABAJOS DE RESTAURACIÓN DE PLATAFORMA CON MOTONIVELADORA.	125
TABLA 83. PLANTILLA DE MANTENIMIENTO PARA TRABAJOS DE NIVELACIÓN CON MEZCLA ASFÁLTICA.	126
TABLA 84. PLANTILLA DE MANTENIMIENTO PARA TRABAJOS DE LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS Y OBRAS DE ARTE.	127
TABLA 85. PLANTILLA DE MANTENIMIENTO PARA TRABAJOS DE DEMARCACIÓN DE PAVIMENTOS.	128
TABLA 86. PLANTILLA DE MANTENIMIENTO PARA TRABAJOS DE CORTAR VEGETACIÓN A MÁQUINA.....	129
TABLA 87. PLANTILLA DE MANTENIMIENTO PARA TRABAJOS DE LIMPIEZA DE SEÑALES.	130
TABLA 88. PLANTILLA DE MANTENIMIENTO PARA TRABAJOS DE MANTENIMIENTO DE DEFENSAS METÁLICAS.	131
TABLA 89. VALORACIÓN DE OPERACIONES DE MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN.	132
TABLA 90. ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE LIMPIEZA DE LA CAPA DE RODADURA.	140
TABLA 91. ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE CORTE DE VEGETACIÓN A MANO.	141
TABLA 92. ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS Y OBRAS DE ARTE.	142
TABLA 93. ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE MANTENIMIENTO DE SEÑALES HORIZONTALES.	143
TABLA 94. ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE LIMPIEZA DE SEÑALES VERTICALES.	144
TABLA 95. ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE MANTENIMIENTO DE TACHAS REFLECTIVAS.	145
TABLA 96. ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE MANTENIMIENTO DE BARRERAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR.	146
TABLA 97. ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE POSTES DE ILUMINACIÓN.....	147
TABLA 98. ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO DE ACTIVIDADES RUTINARIAS VARIAS.	148

Tabla Resumen

Diseño de un plan de mantenimiento para infraestructuras viales en la Republica Dominicana. Aplicación a la carretera El Seibo – Hato Mayor. Autor: Alvin Adrián Del Rosario Brito.	
1. Planteamiento del problema	<p>En la Republica Dominicana la falta de una política de mantenimiento preventivo lleva necesariamente a un mantenimiento correctivo, que es más bien una reconstrucción, esto se produce al no corregir a tiempo los problemas ocasionados a las infraestructuras por el uso, lo que provoca que las vías pierdan sus características de diseño hasta un punto donde se pone en riesgo la calidad del servicio que otorga a los usuarios. En los últimos años los recursos económicos destinados por el estado para este fin han ido en declive, y a falta de un plan de mantenimiento adecuado, esto ha ocasionado que se deterioren de forma evidente las principales carreteras del país tanto vías troncales como vías secundarias, lo que ha causado que al final se tenga que invertir más dinero en el momento en que se ha decidido realizar las reparaciones correspondientes.</p>
2. Objetivos	<p>General: Diseñar un plan de mantenimiento para la conservación de carreteras en la Republica Dominicana aplicado a la carretera El Seibo - Hato Mayor.</p> <p>Específicos:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Identificar las variables más sensibles que pueden causar disfuncionalidad en el nivel de servicio de la carretera estableciendo valores mínimos admisibles de mantenimiento para los elementos críticos de la vía.2. Realizar el diagnóstico del estado actual de la carretera El Seibo - Hato Mayor.

	<p>3. Proponer un plan de mantenimiento y gestión para la infraestructura vial y estimar el gasto de mantenimiento anual a partir del plan creado.</p> <p>4. Aplicar el plan de mantenimiento a la carretera El Seibo – Hato Mayor.</p>
<p>3. Estructura del documento</p>	<p>Capítulo 1 En este capítulo se presentará el planteamiento del problema, objetivos, hipótesis, alcance y metodología.</p> <p>Capítulo 2 En este capítulo se realizará una breve introducción acerca de los conceptos más importantes en cuanto al mantenimiento de carreteras, también se abundará acerca de trabajos relacionados con los planes de mantenimiento vial.</p> <p>Capítulo 3 En el capítulo tres (3), se hará un análisis de aquellos factores esenciales para el diseño de un plan de mantenimiento y se determinaran sus valores admisibles.</p> <p>Capítulo 4 En el capítulo cuatro (4), se realizará un breve diagnóstico del estado actual de la infraestructura vial de la Republica Dominicana, y de la carretera El Seibo – Hato Mayor.</p> <p>Capítulo 5 En este capítulo se creará un plan de mantenimiento que permita conservar de manera eficiente las principales estructuras viales de la Republica Dominicana y se aplicara este plan a la carretera el Seibo-Hato Mayor.</p> <p>Capítulo 6 En este capítulo se muestra las conclusiones y las líneas de trabajo futuras.</p> <p>Capítulo 7 En el capítulo siete (7), se presentan las referencias bibliográficas que fueron utilizadas para realizar este trabajo.</p> <p>Capítulo 8 En este capítulo se muestran los anexos del presente trabajo.</p>

<p>4. Metodología</p>	<p>En el presente trabajo, para cumplir con los objetivos planteados, se va a realizar una recopilación de información como punto de partida, donde se pretende indagar acerca de todo lo que sea necesario para el correcto desarrollo de esta investigación. Se analizará aquellos aspectos que influyen de manera significativa en la conservación y mantenimiento de la Carretera El Seibo - Hato Mayor, como el tráfico anual de la misma, el historial de accidentalidad, su estado actual, factores económicos e institucionales.</p> <p>Una vez analizada toda esta información se creará un plan de mantenimiento para la conservación de infraestructuras viales y se realizarán recomendaciones pertinentes para el mejoramiento de las carreteras en la República Dominicana.</p>
<p>5. Contribución</p>	<p>Servir como punto de partida para la creación de un manual de conservación de carreteras elaborado por la Dirección General de Reglamentos y Sistemas del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones de la República Dominicana.</p>
<p>6. Recomendación</p>	<p>Realizar cursos de capacitación de “Técnico en Mantenimiento de Carreteras” en el Instituto de Formación Técnico Profesional de República Dominicana.</p> <p>Elaborar un manual de conservación de carreteras en República Dominicana.</p>

Capítulo 1. Introducción

Una infraestructura vial es un aspecto fundamental para el mejoramiento de la transportación terrestre de un país. En República Dominicana la mayor parte de su comercio se realiza por esta vía y también influye en factores importantes de la economía como lo es el turismo, ya que una carretera ayuda a facilitar la distribución de bienes y servicios para mejorar la calidad de la vida humana, es por esto que resulta importante el hecho de mantener sus carreteras en estado óptimo para brindar seguridad y calidad a todas aquellas personas que las utilicen.

Una red de vial requiere tratamiento en forma de mantenimiento para que la misma conserve niveles de servicio adecuados para el usuario, y en las infraestructuras viales siempre resulta mejor el hecho de evitar que surjan pequeños daños que puedan parecer imperceptibles, pero que su detección a tiempo impide que se produzca un deterioro mayor, ocasionando un daño irreversible en la vía provocando la disconformidad de los usuarios de la misma.

A partir del momento en el que una carretera es inaugurada para su uso, inclemencias como la lluvia, el sol y el paso de distintos tipos de vehículos van deteriorando el asfalto. Por esto es necesario destinar un porcentaje del coste total de la vía, cada año, para darle un correcto mantenimiento, teniendo igual o más importancia la manera en la que se gestionan estos recursos para que la carretera siga cumpliendo con su función. El mantenimiento vial siempre debe planificarse para proporcionar la máxima seguridad a los usuarios de la vía con una buena relación costo-beneficio.

En la Republica Dominicana el estado es el operador/propietario del 75% de las carreteras, a través del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, esta entidad se encarga de la ampliación, mantenimiento, reparación y reconstrucción de las vías, el país cuenta con una longitud de 18,075 kilómetros de carreteras, divididos en 5,403 km en carreteras y 8,672 en caminos vecinales. Los restantes 4,000 km los componen los llamados caminos temporales o trochas. (MOPC RD, Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones, 2017).

Durante el periodo presidencial 2012-2017 en la Republica Dominicana se realizó una política de desarrollo vial para fomentar la construcción de más kilómetros de carretera en el país, siendo este el primer Fideicomiso creado por el Estado en la gestión del Presidente Danilo Medina para el desarrollo vial de todo el país. (Listin Diario, 2017)

Ante el evidente incremento de la construcción de carreteras en la Republica Dominicana, la finalidad de este trabajo es diseñar un plan de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, garantizando el buen estado de la infraestructura vial del país. Para fines de este trabajo nos enfocaremos en el plan en cuestión, pero sin dejar a un lado la parte de la gestión que juega un papel fundamental al momento de la implementación del plan.

1.1. Planteamiento del Problema

En la Republica Dominicana la falta de una política de mantenimiento preventivo lleva necesariamente a un mantenimiento correctivo, que requiere de una reconstrucción. Esto se produce al no enmendar a tiempo los problemas ocasionados a las infraestructuras por el uso, lo que ocasiona que las vías pierdan sus características de diseño hasta un punto donde se pone en riesgo la calidad del servicio que otorga a los usuarios. En los últimos años, los recursos económicos destinados por el estado para este fin han ido en declive, y a falta de un plan de mantenimiento adecuado, esto ha ocasionado que se deterioren de forma evidente las principales carreteras del país, tanto vías troncales como vías secundarias, causando un sobrecoste innecesario y problemas de seguridad vial.

1.2. Planteamiento del trabajo

1.2.1. Objetivos

General

- Diseñar un plan de mantenimiento para la conservación de carreteras en la Republica Dominicana aplicado a la carretera El Seibo - Hato Mayor.

Específicos

1. Identificar las variables más sensibles que puedan causar disfuncionalidad en el nivel de servicio de la carretera estableciendo valores mínimos admisibles de mantenimiento para los elementos críticos de la vía.
2. Realizar el diagnóstico del estado actual de la carretera El Seibo - Hato Mayor.
3. Proponer un plan de mantenimiento y gestión para la infraestructura vial y estimar el gasto de mantenimiento anual a partir del plan creado.
4. Aplicar el plan de mantenimiento a la carretera El Seibo - Hato Mayor.

1.2.2. Hipótesis

- El plan de mantenimiento actual para la conservación de carreteras de la Republica Dominicana es deficiente.
- Los recursos destinados al mantenimiento de carreteras en la Republica Dominicana son insuficientes.

1.3. Alcance

Realizar un diagnóstico del estado actual de las carreteras del país, aportando así, mediante el diseño de un plan de mantenimiento, a la resolución de la problemática que tiene en la actualidad el país en la conservación de su red vial esto se hará mediante la recopilación de datos provenientes del Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones de la Republica Dominicana para obtener la información que permita la realización de este trabajo.

1.4. Metodología del trabajo

En el presente trabajo para cumplir con los objetivos de la investigación se realizará una recopilación de información como punto de partida, donde se pretende indagar acerca de todo lo que sea necesario para el correcto desarrollo de esta investigación.

Se hará una revisión bibliográfica de aquellos artículos, libros, tesis doctorales y de master que se relacionen con la conservación y mantenimiento de carreteras para de esta manera tener una base para abundar acerca de esta temática. Se recopilará de igual manera, información a través del Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones de la Republica Dominicana acerca del plan de mantenimiento que se utiliza para infraestructuras viales, y de los recursos que se destinan para este propósito, haciendo énfasis en la Carretera El Seibo - Hato Mayor que es la carretera que se ha seleccionado para aplicar el plan de mantenimiento diseñado en el presente trabajo.

Se analizarán aquellos aspectos que influyen de manera significativa en la conservación y mantenimiento de la Carretera El Seibo - Hato Mayor, como el tráfico anual de la misma, el historial de accidentalidad, su estado actual, factores económicos e institucionales.

Una vez analizada toda esta información se creará un plan de mantenimiento para la conservación de infraestructuras viales y se realizarán recomendaciones pertinentes para el mejoramiento de las carreteras en la Republica Dominicana.

1.5. Estructura del Documento

Capítulo 2

En este capítulo se realizará una breve introducción acerca de los conceptos más importantes en cuanto al mantenimiento de carreteras, también se abundará acerca de trabajos relacionados con los planes de mantenimiento vial.

Capítulo 3

En el capítulo tres (3), se hará un análisis de aquellos factores esenciales para el diseño de un plan de mantenimiento y se determinaran sus valores admisibles.

Capítulo 4

En el capítulo cuatro (4), se realizará un breve diagnóstico del estado actual de la infraestructura vial de la Republica Dominicana, y de la carretera Seibo - Hato Mayor.

Capítulo 5

En este capítulo se creará un plan de mantenimiento que permita conservar de manera eficiente las principales estructuras viales de la Republica Dominicana y se aplicará este plan a la carretera el Seibo-Hato Mayor.

Capítulo 6

En este capítulo se muestran las conclusiones y las líneas de trabajo futuras.

Capítulo 7

En el capítulo siete (7), se presentan las referencias bibliográficas que fueron utilizadas para realizar este trabajo.

Capítulo 8

En este capítulo se muestran los anexos del presente trabajo.

Capítulo 2. Marco Teórico y Estado del arte

La propuesta que se presenta en este trabajo está relacionada con el mantenimiento de carretas, el objetivo esencial de este capítulo es describir y caracterizar los aspectos más relevantes concernientes a este tema. Se indaga en este capítulo acerca de trabajos que han utilizado un plan de mantenimiento para la conservación de carreteras.

2.1. Mantenimiento.

El mantenimiento puede definirse como el “Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que las instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.” (Real Academia Española, 2018)

La European Federation of National Maintenance Societies define el mantenimiento como “todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes”

El mantenimiento se divide en dos grandes ramas, que son el Preventivo (Periódico) y el Correctivo (Rutinario), es bueno tener en cuenta que a pesar de que estas dos son las clasificaciones principales cuando hablamos de gestión de mantenimiento el seguimiento y la inspección también son muy importantes. (Ezama, 2015)

Un esquema de clasificación de los tipos de mantenimiento quedaría de la siguiente forma¹:

CLASIFICACIÓN TIPOS DE MANTENIMIENTO	
(IV)	1. Vigilancia/ Inspecciones
	2. Mantenimiento Preventivo
	2.1. Planificado/ Sistemático (s/plazos s/unidades de uso)
(PC)	2.1.1. Condicional (Superación de un umbral predeterminado)
(PP)	2.1.2. Previsor (Análisis evolución controlada)
(PN)	2.1.3. Normativo Reglamentario
	3. Mantenimiento Correctivo
(CP)	3.1.1. Paliativo (provisional)
(CC)	3.1.2. Curativo (corrector /arreglo)
(CS)	3.1.3. Sustitutivo (mejora o modernización)

Tabla 1. Clasificación de tipos de mantenimiento

¹ Tabla adaptada a partir del libro Gestión de Mantenimiento en Edificación. (Ezama, 2015)

A partir de esta tabla podemos definir los distintos términos que se encuentran en ella. Se puede definir **mantenimiento preventivo** como aquel que planifica los procedimientos, técnicos y administrativos, que se deben hacer para mantener en una estado óptimo una infraestructura y de esta forma asegurar su buen funcionamiento. Este mantenimiento tiene como objetivo anticiparse a cualquier deterioro que se pueda producir.

El mantenimiento preventivo a su vez lo podemos clasificar en los siguientes grupos:

El **mantenimiento preventivo condicional**, es aquel que está con superación de un umbral de referencia o predeterminado.

El **mantenimiento preventivo previsor**, es aquel que analiza la evolución de un equipo o sistema de forma controlada.

El **mantenimiento preventivo normativo**, es aquel que se realiza en función de la normativa obligatoria existente. (Ezama, 2015)

Por otro lado el **mantenimiento correctivo** se puede expresar como aquel que se emplea para reparar fallos que no han podido evitarse. Debido a que solo se realiza una vez ocurre el deterioro de una infraestructura, esta es la forma más simple de mantenimiento, ya que consiste en localizar el problema y repararlo.

El mantenimiento correctivo a su vez lo podemos clasificar en los siguientes grupos:

El **mantenimiento correctivo paliativo**, es aquel que mitiga, suaviza o atenúa los deterioros o fallos localizados, aplicando arreglos de forma provisional o parcial con objeto de mantener lo máximo posible su funcionalidad.

El **mantenimiento correctivo curativo**, es aquel que repara definitivamente un deterioro localizado eliminando las causas que lo originaban recobrando su estado inicial.

El **mantenimiento correctivo sustitutivo** introduciendo mejoras o modernizaciones en aquellos equipos y sistemas que sea necesaria debido a la localización de deterioros o final de su vida útil. (Ezama, 2015)

Para que una determinada estructura mantenga sus niveles óptimos de servicio, es decir, sus características de resistencia mecánica, durabilidad y funcionalidad, es importante tener un conocimiento real de la estructura finalmente construida; ya que ciertas decisiones tomadas durante la construcción y que no estaban contempladas en el proyecto pueden incidir de manera muy importante en el mantenimiento de la estructura, por lo que deben dejarse documentadas para que al final de la obra, se pueda actualizar el **Plan de Mantenimiento**.

En virtud de esto, la Dirección Facultativa debe entregar a la Propiedad la documentación del estado final de la obra, teniendo en cuenta las modificaciones que se le hayan realizado al proyecto. Por esta razón el **Plan de Mantenimiento** debe ser un documento que se actualice de forma constante y se debe redactar junto con el proyecto de construcción de la estructura permaneciendo junto al mismo toda su vida útil, modificándose y actualizándose con cada cambio que se realice en la estructura. (ACHE & ATC, 2015)

2.2. Plan de mantenimiento.

Plan de Mantenimiento es el documento que define el conjunto de tareas que es preciso identificar en la fase del proyecto para asegurar un mantenimiento adecuado que garantice la vida útil de la estructura.

Se tiende por vida útil de la estructura (también se conoce como "periodo de servicio") el periodo de tiempo, a partir de la fecha en la que finaliza su ejecución durante el que debe mantenerse el cumplimiento de las exigencias de seguridad estructural, comportamiento en servicio y funcionalidad así como seguridad de los usuarios, es decir, las prestaciones se mantienen por encima de ciertos umbrales de aceptación. Durante ese período la estructura requerirá una conservación normal que no implique operaciones de rehabilitación. (ACHE & ATC, 2015)

2.3. Redacción y seguimiento del plan de mantenimiento.

Tal como lo expresa *ACHE & ATC, 2015* uno de los principales objetivos del Plan de Mantenimiento es que sea un documento que esté actualizado a lo largo de toda la vida de la estructura. Debido a que una estructura, desde que se elabora el proyecto hasta su demolición, pasa por diversas fases, es necesario definir quién es el responsable de redactar o actualizar el plan de mantenimiento en cada una de ellas: la fase de proyecto, la fase de obra y la fase de conservación y explotación.

2.3.1.1. Fase de proyecto.

En la fase de proyecto el autor del mismo debe ser quien redacte el **Plan de Mantenimiento**, el cual ha de ser aprobado conjuntamente con el resto del proyecto por el órgano competente.

Este **Plan de Mantenimiento** debe prever los apartados necesarios para que durante las fases de obra y conservación y explotación, pueda añadirse la documentación complementaria necesaria para que el plan se mantenga como un documento vivo. (ACHE & ATC, 2015)

2.3.1.2. Fase de obra.

ACHE & ATC, 2015 expresan que durante la fase de obra se deberán registrar, sobre la planificación de la construcción (con fechas, condiciones termo-higrométricas, etc.), el historial de fotos de la construcción, las características reales geotécnicas y de ejecución de la cimentación (ensayos y fotos de cada cimentación), los resultados de ensayos de aceptación de componentes y materiales, los resultados del control geométrico (con fechas y condiciones meteorológicas), resultados de prueba de carga y otros ensayos que sean necesarios, así como informes detallados de todas las anomalías surgidas durante la obra y las medidas de reparación llevadas a cabo. Toda esta información se deberá cumplimentar en un cuadro (ver **Tabla 2**) que ordenado cronológicamente según el orden de construcción, vaya contemplando un histórico de la obra, a medida que se vayan ejecutando los distintos elementos.

Ordenado según orden cronológico ↓		Fechas (Hitos significativos)	Incidencias	Resultados control de calidad, ensayos, etc...	...
	Geotecnia				
	Cimentaciones				
	...				

Tabla 2. Esquema del registro histórico de la construcción.

2.3.1.3. Fase de conservación y explotación.

Durante la fase de conservación y explotación se irán incorporando ordenadamente al sistema de gestión tanto las inspecciones como las actuaciones de mejora que se realicen en la estructura para poder realizar un seguimiento del estado de la misma a lo largo de toda su vida útil y, a partir de esta experiencia, planificar la estrategia de mantenimiento preventiva. Por tanto el Plan ha de ser suficientemente abierto y flexible como para poder recoger estos trabajos que se desarrollarán a lo largo del tiempo. Durante esta fase, será el Responsable de Conservación de las estructuras el encargado de mantener actualizado el Plan de Mantenimiento. Incluso le corresponderá en caso de que sea necesario, el desarrollo del programa de actuaciones precisas de conservación, con carácter anual, en caso de que así se requiera. (ACHE & ATC, 2015)

2.4. Mantenimiento de carreteras.

Es el conjunto de actividades que se realizan, de forma continua y sostenida, para mantener en buen estado las condiciones físicas de los diferentes componentes de las obras de infraestructuras viales, pudiendo referirse a la conservación o el mantenimiento rutinario, a la conservación o el mantenimiento periódico o mayor y/o al mejoramiento de la red vial. (MOPC RD, Fideicomiso RD Vial, 2013)

En la actualidad las vías se están cuidando de una manera diferente, se considera que las carreteras, por hecho de ser los sistemas de comunicación por excelencia, y que dinamiza la economía de los países, necesitan de atención en todo momento. Las carreteras están constituidas por una serie de elementos que aseguran el flujo continuo del tráfico y la seguridad de los usuarios, cada elemento debe ser mantenido periódicamente con el fin que se garantice la transitabilidad con seguridad. (Beviá García & Bañón, 2000)

Algunos ejemplos de trabajos de mantenimiento preventivo en carreteras son: limpieza del arcén, limpieza de señales verticales, mantenimiento de barreras de contención vehicular, podar la vegetación, entre otros.

Algunos ejemplos de trabajos de mantenimiento correctivo son: sellado de fisuras y grietas, remoción y recolocación de señales, reparación de taludes, entre otros.

2.5. Medios para el mantenimiento.

Como expresa Kraemer (2004), para poder realizar adecuadamente las actividades de conservación y, por consiguiente, poder alcanzar los objetivos fijados se debe contar con una política en la cual de una manera convenientemente estructurada, los poderes públicos han de formular los objetivos generales perseguidos a medio o largo plazo (disminución de los costes del transporte, mejora la seguridad de la circulación, eliminación de desequilibrios en la red, etc.) y la manera de obtener los recursos necesarios para ello.

Ésta debe estructurarse en unos planes de actuación y a su vez, un plan de conservación se debe articular en unos programas concretos de actuación para la consecución de objetivos a corto plazo y precisando en cada caso los recursos necesarios.

Los medios que esa política debe poner a disposición de los gestores de la conservación son los siguientes:

Organización. Se debe contar con una estructura operativa específicamente dedicada a la conservación. Esta estructura, puede estar encuadrada en la Administración pública o formar parte de una empresa.

En todo caso, es importante que esté desligada de otras actividades de la ingeniería viaria como pueden ser las de proyecto o las de construcción, pues en caso contrario a éstas se les acaba dando una mayor importancia en detrimento de las de conservación.

También es importante que, aun manteniendo la unidad de los objetivos generales, la estructura dedicada a la conservación esté claramente separada de la dedicada a la explotación en sentido estricto, pues estas últimas actividades son en general muy absorbentes y la conservación se resiente por ello.

Medios humanos y materiales. Las actividades de conservación requieren un personal específicamente adscrito a ellas y bastante especializado para las diversas tareas y en los distintos niveles de responsabilidad: peones, capataces y encargados, auxiliares técnicos e ingenieros como se muestra en la **Figura 1**.



Figura 1. Ejemplo de organigrama de un centro de mantenimiento. (Kraemer, y otros, 2004)

En los niveles superiores (ingenieros) se requiere claramente una mayor experiencia que para el proyecto o para la construcción. Asimismo, hay que disponer de maquinaria depósitos y talleres, centros de control de las actividades, etc. Aun sin los requerimientos que exigen las actividades de explotación propiamente dicha, las de conservación precisan una coordinación basada en un adecuado sistema de comunicaciones (radio, telefonía fija y celular, internet, etc.)

Recursos económicos y financieros. Se necesita contar con unos fondos conocidos con antelación y, a ser posible, garantizados por un período de varios años. Pueden proceder de los presupuestos ordinarios de la administración correspondiente u obtenerse por otras vías: tasas, peajes, deuda pública específica, préstamos bancarios, etc. Desafortunadamente, la mayoría de las administraciones públicas en épocas de recesión o de ajuste tienden a destinar los fondos disponibles para la construcción de nuevas vías antes que para la conservación de las existentes.

Por todo ello, junto a la financiación tradicional presupuestaria en que los recursos proceden de las consignaciones aprobadas anualmente por el Parlamento (Senado en caso de República Dominicana), se emplea actualmente la financiación extrapresupuestaria. Esta puede ser pública, privada o mixta, y se lleva a cabo a través de un fondo gestionado por una agencia pública que tiene libertad para utilizar una variedad de recursos.

Tecnología. La complejidad de los procesos y actividades de conservación requiere disponer de una tecnología para garantizar los objetivos con un aprovechamiento óptimo de los recursos. Se está haciendo referencia, un lado, a la ingeniería especializada en estos temas, y por otro a la gestión tanto técnica como económica. Afortunadamente, desde la década de los ochenta se ha ido desarrollando todo un cuerpo de doctrina sobre la conservación viaria, sobre la base de unos indicadores de calidad, tanto de servicio (atención a los usuarios, etc.) como de mantenimiento de los elementos de la carretera (señalización, pavimentos, drenajes, etc.) (Kraemer, y otros, 2004)

2.6. Administración de la conservación

La respuesta necesaria de las organizaciones de conservación puede resumirse como sigue:

- Examinar y verificar sus propias estimaciones de las condiciones locales.
- Preparar programas de trabajos realistas, con orden de prioridad.
- Determinar los niveles de financiación exigidos.
- Preparar la justificación de los proyectos propuestos y sus costes, junto con las consecuencias de actuaciones alternativas
- Asegurar que las acciones adoptadas consiguen las ventajas exigidas.
- Comprobar y regular las prácticas de gestión y construcción para conseguir un mejor rendimiento de la inversión, con particular referencia a la probada competitividad.
- Mejorar la recogida, almacenamiento y uso de los datos disponibles concernientes a todas las áreas de responsabilidad. (Ken Atkinson, 1994)

2.7. Características y estrategias del mantenimiento de carreteras

Como lo expresa J.M. Worm & Harten (1996), luego de haber definido lo que es un plan de mantenimiento se debe analizar qué componentes tienen que ser distinguidos y qué circunstancias son relevantes en vista del fallo o mal funcionamiento. En el caso de las carreteras, los procesos de deterioro físico implican un fallo o mal funcionamiento de la red vial.

La calidad del asfalto disminuye de forma progresiva hasta que pasa un nivel mínimo aceptable. Esto conduce a que se describa el proceso de deterioro con suficiente detalle y que se establezca la norma para la calidad de asfalto que se considera aceptable en cada caso.

Luego de esto, y en función del deterioro del pavimento se debe tomar la decisión sobre cómo mantener la red vial. Se debe observar con detenimiento los siguientes aspectos:

- La estructura de la red vial.
- Cómo manejar las normas de calidad.
- Qué estrategia de mantenimiento es para ser utilizado.

El estado de la superficie de la carretera se describe en términos de daño estructural evidente, observando características como grietas en el pavimento, baches, etc., comparándose esto a la situación ideal en cuando se tiene un pavimento asfáltico nuevo. El grado del daño luego de analizadas estas características se puede realizar a través de la inspección visual y mediciones.

El estándar de calidad en vías basándose en las características mencionadas, se deriva de los valores mínimos aceptados por la norma que se decida utilizar, esto es un esfuerzo para que se tengan cero defectos en la carretera. Hay que tener en cuenta que las diversas estrategias de mantenimiento varían de acuerdo al problema de mantenimiento que se tenga, por lo general se utiliza la clasificación de correctiva vs preventiva.

Cuando se utiliza un mantenimiento correctivo significa que hay un fallo o mal funcionamiento lo que da lugar a iniciar el mantenimiento. En el caso del deterioro estructural de la superficie del pavimento, cualquier violación a la norma de calidad se considera un fallo, esto acarrea un riesgo inaceptable a la seguridad de los usuarios de la carretera.

La calidad de un carril o de una parte de la carretera se describe de acuerdo al daño estructural que pueda tener. Por lo tanto, como se evidencia en la **Tabla 3** se distinguen diferentes factores que pueden influir en el daño estructural.

Categoría del daño	Característica del daño
Textura	Baches (*), Resistencia al deslizamiento.
Nivelación	Inadecuada nivelación transversal (*), Irregularidades (*), Inadecuada nivelación longitudinal
Resistencia	Grietas transversales (*), Grietas longitudinales (*)
Arcén	Rotura de bordillo(*)
Otros	Drenaje inadecuado

Tabla 3. Clasificación del conjunto de factores que influyen en el daño estructural de un pavimento. (J.M.Worm & Harten, 1996)

2.8. Gestión.

La gestión es un término empleado en distintos ámbitos profesionales y que se puede definir como “Ocuparse de la administración, organización y funcionamiento de una empresa, actividad económica u organismo.” (Real Academia Española, 2018)

En la actualidad la gestión se puede resumir en cuatro funciones, planificar, organizar, dirigir y controlar:

Planificar es el proceso por el que se definen los objetivos que debe lograr una organización y los caminos o formar para conseguirlos, incluyendo la mejor manera de utilizar los recursos necesarios.

Organizar es el proceso mediante el que se distribuyen las tareas o actividades agrupándolas en una estructura formal a la que se dota de los adecuados recursos humanos y materiales.

Dirigir es el proceso por el que se guía y motiva a los empleados, personas y grupos, con el fin de alcanzar los objetivos marcados.

Controlar es el proceso por el que se comprueba si lo que ha sucedido realmente está de acuerdo con los objetivos prefijados y se toman medidas en el caso de que no coincida con lo planificado.

Estas funciones tienen muchos aspectos comunes para todas las organizaciones, sin embargo otros son específicos del sector al que pertenecen. La pertenencia a un sector determina considerablemente la forma de gestionar una organización, puesto que, internamente, el proceso de crear sus productos es similar y externamente, el entorno inmediato y general de la misma también son similares. (Pérez, 2015)

2.9. Sistemas de Gestión.

La noción de gestión va asociada en cualquier ámbito a la administración de unos recursos para alcanzar unos objetivos determinados de antemano. Si las actividades que se realizan para la consecución de esos objetivos están sistematizadas y, por tanto, se desarrollan de acuerdo con unos procedimientos en los cuales las distintas fases están relacionadas entre sí, se habla entonces de sistemas de gestión.

En relación con las actividades de conservación de las carreteras, la OCDE (1987) definió el sistema de gestión de la conservación como «el procedimiento consistente en coordinar y controlar todas las actividades encaminadas a conservar las carreteras, asegurando la mejor utilización posible de los recursos disponibles, es decir, haciendo máximo el beneficio para la sociedad» (Kraemer, y otros, 2004)

2.10. Interacción entre sistema de gestión y mantenimiento.

Como se evidencia en la **Figura 2**, el mantenimiento forma parte del sistema de gestión de las estructuras, en la misma se muestra un diagrama de flujo que resume el proceso general. De esta forma las actividades concernientes al mantenimiento se engloban en un contexto general más extenso que puede denominarse gestión de la infraestructura. En esta gestión se toman en cuenta los siguientes conceptos:

Inventario, que se refiere a los datos identificativos y descriptivos disponibles

Inspecciones, planteadas para controlar con cierta periodicidad el estado real de la infraestructura

Mantenimiento propiamente dicho, que comprende tanto las operaciones corrientes y pautadas de mantenimiento ordinario, de carácter esencialmente preventivo, como las actuaciones especiales de carácter terapéutico, si bien hay que aclarar que el Plan de Mantenimiento no contempla, lógicamente, las situaciones accidentales. (ACHE & ATC, 2015)

El esquema de actuación en el sistema de gestión se puede aplicar a cualquier ámbito de la construcción, tomando en consideración que según el tipo de infraestructura al cual se aplique hay elementos que pueden variar. En este sentido el **Plan de Mantenimiento** es el vínculo entre el proyecto y la óptima gestión de la estructura durante su vida útil, a falta de este plan no se tiene la información suficiente para saber el coste de mantenimiento antes de que el proyecto sea aprobado.

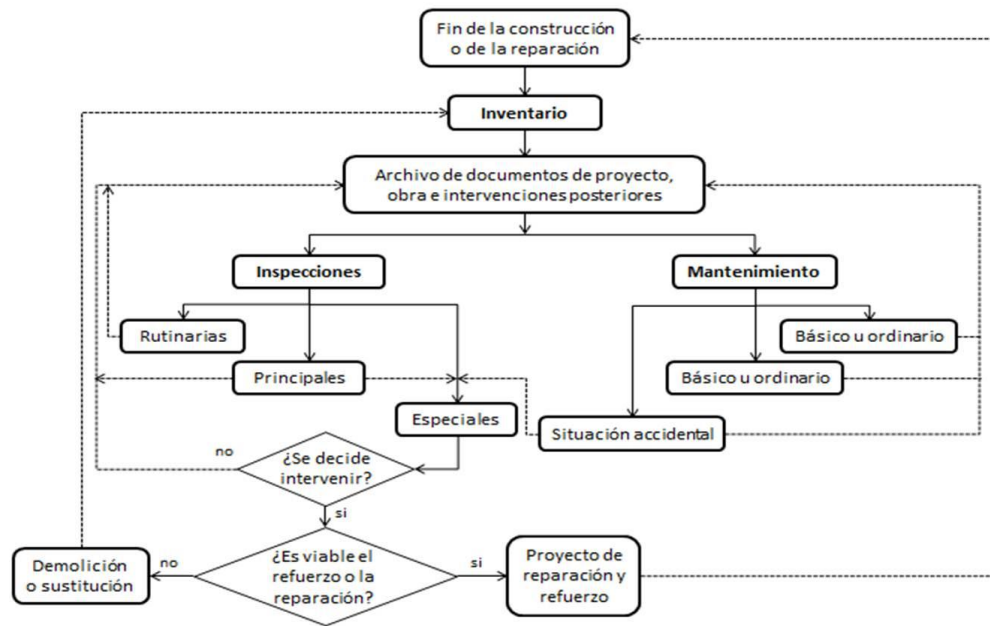


Figura 2. Sinopsis de las actuaciones coordinadas de gestión y conservación. (ACHE & ATC, 2015)

2.11. Deterioro de pavimentos flexibles.

Los pavimentos, tanto flexibles como rígidos, no fallan de forma inesperada, sino que lo hacen en forma gradual y progresiva. La acción continua de las sollicitaciones del tránsito y clima siempre tienen una manifestación en la superficie del pavimento. Se entiende por "daño" o "falla" en un pavimento toda indicación de un desempeño insatisfactorio del mismo, es decir, todo lo que no vaya acorde con el correcto nivel de servicio de la vía. (MOPC RD, 2016)

Como se muestra en la **Tabla 3**, existen distintos factores que pueden influir en el deterioro del pavimento, estos firmes se deterioran con el paso del tiempo o de acuerdo al uso que se le dé. El ingeniero encargado de mantenimiento es quien debe identificar el tipo de deterioro y de ser posible, su causa, con el fin de establecer prioridades en el programa de mantenimiento.

Como expresa MOPC RD (2016) las formas comunes de deterioro son las siguientes:

2.11.1. Deformaciones permanentes.

• Ahuellamiento

Denominación	Ahuellamiento
Descripción	Depresión longitudinal continua a lo largo de las huellas de canalización del tránsito. Se entiende por Ahuellamiento cuando la longitud afectada es mayor de 6m. Las repeticiones de las cargas conducen a una acumulación de las deformaciones permanentes en cualquiera de las capas del pavimento o su fundación. Cuando el radio de influencia de la zona ahuellada es pequeño, las deformaciones ocurren en las capas superiores y suelen ser acompañadas de un deslizamiento y levantamiento lateral de la superficie del pavimento; cuando el radio de influencia es amplio, las deformaciones ocurren en las capas inferiores o en la fundación.
Posibles Causas	Las repeticiones de las cargas del tránsito originan Ahuellamiento como consecuencia de alguno de los factores siguientes: - Insuficiente estabilidad de las mezclas asfálticas por inadecuada compactación o deficiente dosificación. - Insuficiente estabilidad de las capas del pavimento o de la subrasante (falla por corte, compresión o desplazamiento lateral material) ya sea por ingreso de agua o deficiente calidad. - Espesores de pavimento insuficientes (infra diseño estructural) para las repeticiones de carga soportadas. - Exagerado incremento en las cargas del tránsito.
Niveles de severidad	La severidad del Ahuellamiento a determinar en función de la profundidad de la huella, midiendo ésta con una regla de 1.20 m de longitud, colocada transversalmente al eje de la calzada; la medición se efectúa donde la profundidad es mayor, promediando los valores determinados a intervalos de 6m, a lo largo de la misma. Se identifican tres niveles de severidad (bajo, medio y alto) según la siguiente guía: - B La profundidad promedio es de 6mm a 13 mm. - M La profundidad promedio es de 13 mm a 25 mm. - A La profundidad promedio es mayor de 25 mm.
Medición	El ahuellamiento se mide en metros cuadrados multiplicando su longitud por el ancho afectado por la huella. Se registran separadamente, según su severidad, las áreas totales medidas en la muestra o sección.

Tabla 4. Descripción de deformación por ahuellamiento (MOPC RD, 2016)

Capítulo 2. Marco Teórico y Estado del Arte

Objetivo Del Mantenimiento		Conservar y/o adecuar la integridad de la estructura del pavimento. Restablecer la seguridad del tránsito (riesgos de hidropilaje) y comodidad de circulación sobre el pavimento.		
Evaluación		Alternativa De Reparación Recomendada	Tipo de mantenimiento	Vida útil (años)
Severidad	Densidad	Descripción		
Bajo	Local	Ninguna acción.		
	General	Ninguna acción: vigilar posible evolución		
Medio	Local	Bacheo superficial nivelante: mezcla en frío / en caliente.	Rutinario	0.5 a 1
		Bacheo parcial capa asfáltica: mezcla en frío / caliente.	Rutinario	0.5 a 2
	General	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV): adoptar algunos de los tratamientos precedentes. El pavimento requiere probablemente un refuerzo estructural a corto plazo.	Mejoramiento	Variable
Alto	Local	Badén parcial, capa asfáltica: mezcla en frío / en caliente.	Rutinario	0.5 a 2
		Badén profundo: incluido posición de base.	Rutinario	1 a 5
		Perfilado en frío y reposición con recapado con mezcla en caliente.	Especial	2 a 7
	General	El pavimento requiere rehabilitación. Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV): solicitar autorización para la aplicación de alguna de las técnicas siguientes:		
		Preparación previa mediante aplicación de alguno de los tratamientos precedentes y recapado con mezcla asfáltica en caliente.	Rehabilitación	8 a 10
		Escarificación parcial con pavimento existente y reconstrucción con base granular y carpeta o tratamiento superficial asfáltico.	Rehabilitación	8 a 10
Posible evolución	Aumento en extensión y profundidad del Ahuellamiento, generalmente acompañado de fisuramiento, conformado una "cadena" de fallas: Ahuellamiento → fisura longitudinal → fisura de cocodrilo → bache.			

Tabla 5. Mantenimiento para deformaciones por ahuellamiento (MOPC RD, 2016)

- **Hundimiento**

Denominación	Hundimiento
Descripción	Depresión o descenso de la superficie original del pavimento en un área localizada del mismo. Pueden ocurrir en los bordes o internamente en la calzada. En muchos casos las depresiones son difíciles de detectar, sino es durante luego de una lluvia, por la acumulación de agua o vestigios de humedad. En otros da lugar a distorsiones apreciables, de gran longitud de onda o por el contrario, abrupto y localizado.
Posibles Causas	Las siguientes causas originan diversas formas de hundimiento: <ul style="list-style-type: none"> - Asentamiento o consolidación de estratos comprensibles de la fundación (de gran longitud de onda); - Deficientes prácticas de construcción (deficiente nivelación o heterogeneidades constructivas de bases y sub-bases); - Pérdida de estabilidad por incremento de humedad en capas de pavimento o fundación; - Falta de confinamiento lateral de los paseos (hundimiento de borde).
Niveles de severidad	Se definen tres niveles de severidad (bajo, medio y alto) según la siguiente guía: <ul style="list-style-type: none"> - B El hundimiento provoca un leve balanceo en el vehículo. La profundidad máxima del área deprimida (cuando puede ser medida) se encuentra entre 13 mm a 25 mm. - M El hundimiento provoca un molesto balanceo, pero es tolerable. La profundidad máxima del área deprimida (cuando puede ser medida) se encuentra entre 25 mm y 50 mm. - A La comodidad de manejo es afectada seriamente por el hundimiento, que provoca movimientos molestos y hasta peligrosos, en el vehículo. La profundidad máxima del área deprimida es mayor de 50 mm.
Medición	El hundimiento se mide en metros cuadrados, registrando separadamente, según su severidad, las áreas total afectada en la muestra o sección del pavimento.

Tabla 6. Descripción deformación por hundimiento (MOPC RD, 2016)

Capítulo 2. Marco Teórico y Estado del Arte

Objetivo Del Mantenimiento		Conservar y/o adecuar la integridad de la estructura del pavimento. Restablecer la seguridad del tránsito (riesgos de hidroplaneo) y comodidad de circulación sobre el pavimento.		
Evaluación		Alternativa De Reparación Recomendada	Tipo de mantenimiento	Vida útil (años)
Severidad	Densidad	Descripción		
Bajo	Local	Ninguna acción.		
	General	Ninguna acción		
Medio	Local	Bacheo superficial nivelante: mezcla en frío / en caliente.	Rutinario	0.5 a 1,5
		Bacheo profundo; incluida reposición de base granula.	Rutinario	4 a 6
	General	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV); verificar y mejorar condiciones de drenaje, adoptar algunos de los tratamientos precedentes.	Mejoramiento	Variable
Alto	Local	Bacheo superficial nivelante; mezclas en frío / en caliente.	Rutinario	0.5 a 1,52
		Bacheo parcial + nivelante; mezclas en frío / en caliente.	Rutinario	1 a 3
		Bacheo profundo; incluida reposición de base.	Rutinario	4 a 6
	General	El pavimento requiere rehabilitación. Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV): solicitar autorización para la aplicación de alguna de las técnicas siguientes:		
		Preparación previa mediante aplicación de algunos de los tratamientos precedentes y recapado con mezcla asfáltica en caliente.	Rehabilitación	8 a 10
		Escarificación parcial del pavimento existente y reconstrucción con base granular y carpeta asfáltica caliente.	Rehabilitación	8 a 10
		Mejoramiento drenaje superficial y/o profundo (en combinación con alguna de las técnicas precedentes).	Rehabilitación	8 a 10
Posible evolución	La evaluación depende sustancialmente de las causas. Defectos constructivos pueden pertenecer estables mucho tiempo. Cuando son atribuidos a la debilidad de la base progresan rápidamente en severidad y extensión, dando lugar a baches.			

Tabla 7. Mantenimiento para deformaciones por hundimiento (MOPC RD, 2016)

- **Corrugación**

Denominación	Corrugación
Descripción	Movimiento plástico caracterizado por la ondulación de la superficie del pavimento, formando crestas y valles que se suceden próximas unas de otras perpendicularmente a la dirección del tráfico. La separación entre crestas es menor de 3m, encontrándose por lo general en un rango de 0.60 a 0.90m.
Posibles Causas	<p>Son ocasionadas por la acción de las cargas del tránsito, cuando se dan algunas de las situaciones siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capas superficiales (carpeta asfáltica o base del pavimento) muy deformables (baja estabilidad) pero bien adheridas a la capa de apoyo subyacente, principalmente en zonas de aceleración, frenado o rampas fuertes, donde las fuerzas horizontales provocados por los vehículos sobre el pavimento, generan mayores esfuerzos tangenciales. - Altas temperaturas de servicio (reducen estabilidad de las mezclas); - Defectos constructivos: Contaminación de las mezclas asfálticas, sobredosificación del ligante, falta de aireación de mezclas con asfaltos líquidos. - Excesos de humedad en subrasante o capas granulares (asentamientos diferenciales).
Niveles de severidad	<p>Se definen tres niveles de severidad (bajo, medio y alto) en base de una evaluación cualitativa de su efecto en la comodidad de manejo. Cuando el daño se manifiesta en forma muy localizada deberá recurrirse a una apreciación visual, correlacionándola con su probable efecto en la calidad de conducción; la siguiente sirve de referencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B La ondulación causa cierta vibración en el vehículo sin llegar a general incomodidad. - M La ondulación causa una significativa vibración en el vehículo, que genera cierta incomodidad. - A La ondulación causa una vibración excesiva en el vehículo, que genera una sustancial incomodidad y/o riesgo para la seguridad de circulación, siendo necesaria una reducción en la velocidad
Medición	La ondulación se mide en metros cuadrados, registrando separadamente de acuerdo a su severidad el área total afectada en la muestra o sección de pavimento.

Tabla 8. Descripción deformación por corrugamiento (MOPC RD, 2016)

Objetivo Del Mantenimiento		Restablecer la comodidad de circulación sobre el pavimento. Conservar y/o adecuar la integridad del revestimiento asfáltico.		
Evaluación		Alternativa De Reparación Recomendada	Tipo de mantenimiento	Vida útil (años)
Severidad	Densidad	Descripción		
Bajo	Local	Ninguna acción.		
	General	Ninguna acción vigilar posible evolución		
Medio	Local	Bacheo superficial nivelante: mezcla en frío / en caliente.	Rutinario	1 a 3
		Perfilado en frío y tratamiento superficial asfáltico.	Especial	3 a 5
		Perfilado en frío y reposición con mezcla asfáltica en caliente	Especial	5 a 7
	General	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV);), adoptar alguno de los tratamientos precedentes	Mejoramiento	Variable
Alto	Local	Bacheo parcial, capa asfáltica; Mezclas en frío / en caliente.	Rutinario	1 a 3
		Bacheo profundo; incluida reposición de base.	Rutinario	4 a 6
		Perfilado en frío y reposición con mezcla asfáltica en caliente.	Rutinario	5 a 7
	General	El pavimento requiere rehabilitación. Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV); solicitar autorización para la aplicación de alguna de las técnicas siguientes:		
		Escarificación carpeta asfáltica existente y reposición con mezcla en caliente.	Rehabilitación	8 a 10
		Escarificación parcial del pavimento existente y reconstrucción con base granular y carpeta asfáltica caliente.	Rehabilitación	8 a 10
		Mejoramiento drenaje superficial y/o profundo (en combinación con alguna de las técnicas precedentes).	Rehabilitación	8 a 10
Posible evolución	Incremento en la amplitud y número de ondas; a medida que el fenómeno se acentúa, una onda se separa en dos ondas, ligeramente desplazadas en la proximidad de eje de la vía. Por lo general estos daños se manifiestan localmente.			

Tabla 9. Mantenimiento para deformaciones por corrugamiento (MOPC RD, 2016)

- **Corrimiento**

Denominación	Corrimiento
Descripción	Movimiento plástico caracterizado por el desplazamiento o deslizamiento de la mezcla asfáltica, a veces acompañado por el levantamiento del material, formando “cordones” principalmente laterales. Típicamente pueden identificarse a través de la señalización horizontal observándose una serpenteante demarcación de carriles.
Posibles Causas	<p>Son ocasionadas por la acción de las cargas del tránsito, cuando se dan algunas de las situaciones siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capa asfáltica muy superficial muy deformable (baja estabilidad) con frecuencia mal adherida a la base subyacente; - Deficiencias durante la elaboración de la mezcla: exceso de asfalto; - Altas temperaturas de servicio; - Deficiente adherencia entre capa superior e inferior, asociada a defectos constructivos tales como exceso de asfalto en riesgo de imprimación, curado liga, o bien la degradación de la porción superior de las bases cementadas; - Falta de contención lateral o por el contrario, empujes por la dilatación en losas de hormigón contiguas o subyacentes; - Desplazamiento lateral de bases granulares (movimiento lateral y ascendente)
Niveles de severidad	<p>Se definen tres niveles de severidad (bajo, medio y alto) en base de una evaluación cualitativa de su efecto en la comodidad de manejo. Cuando el daño se manifiesta en forma muy localizada deberá recurrirse a una apreciación visual, correlacionándola con su probable efecto en la calidad de conducción; la siguiente sirve de referencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B El corrimiento es perceptible y causa cierta vibración en el vehículo sin llegar a general incomodidad. - M El corrimiento causa una significativa vibración o balanceo al vehículo, que genera cierta incomodidad - A El corrimiento causa al vehículo un excesivo balanceo que genera una sustancial incomodidad y/o riesgo para la seguridad de circulación, siendo necesaria una apreciable reducción de la velocidad.
Medición	Los corrimientos se miden en metros cuadrados, registrando separadamente de acuerdo a su severidad, el área total afectada en la muestra o sección.

Tabla 10. Descripción deformación por corrimiento (MOPC RD, 2016)

Objetivo Del Mantenimiento		Conservar y/o adecuar la integridad del revestimiento asfáltico. Restablecer la comodidad de circulación sobre el pavimento y seguridad al tránsito (afectadas en grado variable según la magnitud y ubicación de los daños).		
Evaluación		Alternativa De Reparación Recomendada	Tipo de mantenimiento	Vida útil (años)
Severidad	Densidad	Descripción		
Bajo	Local	Ninguna acción.		
	General	Ninguna acción vigilar posible evolución		
Medio	Local	Bacheo superficial nivelante: mezcla en frío / en caliente.	Rutinario	1 a 3
	General	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV);), adoptar alguno de los tratamientos precedentes:		
		Bacheo parcial, capa asfáltica; Mezclas en frío / en caliente.	Rutinario	1 a 3
		Perfilado en frío	Especial	3
		Perfilado en frío + tratamiento superficial asfáltico o carpeta asfáltica en caliente (alta estabilidad).	Especial	3 a 7
Alto	Local	Bacheo parcial, capa asfáltica; Mezclas en frío / en caliente.	Rutinario	1 a 3
		Perfilado en frío y reposición con mezcla asfáltica en caliente (alta estabilidad).	Especial	5 a 7
	General	El pavimento requiere rehabilitación. Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV); solicitar autorización para la aplicación de alguna de las técnicas siguientes:		
		Perfilado o escarificación de la carpeta asfáltica existente	Rehabilitación	8 a 10
		Reposición con mezcla asfáltica en caliente (alta estabilidad).	Rehabilitación	8 a 10
Posible evolución	Eventualmente pueden originar baches superficiales. Por lo general se manifiestan localmente.			

Tabla 11. Mantenimiento para deformaciones por corrimiento (MOPC RD, 2016)

- **Hinchamiento**

Denominación	Hinchamiento
Descripción	Abultamiento o acenso vertical de la superficie del pavimento, puede ocurrir en forma de onda abrupta y pronunciada sobre una pequeña área, o por el contrario en forma de una onda gradual, de más de 3 m de longitud, que distorsiona el perfil de la vía. En ambos casos puede ser acompañado de agrietamientos.
Posibles Causas	<p>En razón de las condiciones climáticas del país (ausencia de fenómenos de congelamiento) el origen de estos daños se reduce exclusivamente a proceso de expansión, como consecuencia de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cambio volumétricos en fundaciones arcillosas altamente expansivas; - Deficiente tratamiento de suelos arcilloso, potencialmente expansivos, durante la construcción y compactación de terraplenes y fundaciones; - Contaminación de los materiales que conforman las capas del pavimento y/o la fundación con materia orgánica.
Niveles de severidad	<p>Se definen tres niveles de severidad (bajo, medio y alto) en base a una evaluación cualitativa de su defecto en la comodidad de manejo. Cuando el daño se manifiesta en forma muy localizada deberá recurrirse a una apreciación visual, correlacionándola con su probable efecto en la calidad de la conducción; la siguiente quía sirve de referencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B Baja incidencia en la comodidad del manejo, apenas perceptible a la velocidad de operación promedio. Pequeña distorsión del perfil longitudinal. - M Moderada incidencia en la comodidad de manejo; genera disconformidad y obliga la velocidad de operación promedio. - A Alta incidencia en la comodidad de manejo al punto que condiciona la velocidad promedio de operación y producen una severa incomodidad, con peligro para la circulación.
Medición	El hinchamiento se mide en metros cuadrados de superficie afectada registrando separadamente según su severidad, el área total afectada en la muestra o sección.

Tabla 12. Descripción deformación por hinchamiento (MOPC RD, 2016)

Capítulo 2. Marco Teórico y Estado del Arte

Objetivo Del Mantenimiento		Conservar y/o adecuar la integridad de la estructura del pavimento. Restablecer la comodidad de circulación sobre el pavimento y seguridad al tránsito (afectados en grado variable según la magnitud y ubicación de los daños).		
Evaluación		Alternativa De Reparación Recomendada	Tipo de mantenimiento	Vida útil (años)
Severidad	Densidad	Descripción		
Bajo	Local	Ninguna acción.		
	General	Ninguna acción. Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV).		
Medio	Local	Perfilado en frío + tratamiento superficial	Especial	2 a 3
		Bacheo profundo; incluido reposición de base granular.	Rutinario	2 a 3
	General	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV); adoptar alguno de los tratamientos precedentes.	Mejoramiento	Variable
Alto	Local	Bacheo profundo; incluida reposición de base granular.	Rutinario	4 a 6
		Perfilado en frío y reposición con mezcla asfáltica en caliente (alta estabilidad).	Especial	5 a 7
	General	El pavimento requiere rehabilitación. Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV); solicitar autorización para la aplicación de alguna de la técnica siguiente:		
		Escarificación parcial con pavimento existente reconstrucción con base y carpeta asfáltica o tratamiento asfáltico s/tránsito.	Rehabilitación	8 a 10
		Bacheo profundo + recapado con mezcla asfáltica en caliente.	Rehabilitación	8 a 10
		Recomposición o mejoramiento del sistema de drenaje superficial y/o profundo (en combinación con las técnicas precedentes).	Rehabilitación	8 a 10
Posible evolución	Creciente distorsión del perfil longitudinal de la carretera (pérdida del nivel de servicio). Pueden originar agrietamientos y eventualmente baches, si el agua permanece retenida sobre el pavimento durante un tiempo prolongado.			

Tabla 13. Mantenimiento para deformaciones por hinchamiento (MOPC RD, 2016)

2.11.2. Fisuras o agrietamientos.

• **Fisura longitudinal**

Denominación	Fisura longitudinal
<p>Descripción</p>	<p>Fracturamiento que se extiende a través de la superficie del pavimento paralelamente al eje de la calzada. Pueden localizarse en las huellas de canalización del tránsito, próximos a los bordes en el eje o en correspondencia con los anchos de distribución de las mezclas asfálticas; con frecuencia su ubicación es indicativa de la causa o mecanismo más probable que la original, y por ende debe ser tenida en cuenta durante la evaluación. En sus instancias iniciales suele presentarse como una fisura simple, pero a medida que avanza el deterioro del pavimento, desarrolla ramificaciones laterales y fisura paralelas, aspecto al que suele referirse como “multiplicidad”. Se excluyen de este grupo, las figuras provenientes de la reflexión de juntas longitudinales, característica de pavimentos mixtos (una sola losa de hormigón bajo la capa asfáltica).</p>
<p>Posibles Causas</p>	<p>Son diversas las causas que pueden desarrollar fisuras longitudinales – y por consiguiente– variables también sus consecuencia para el futuro comportamiento del pavimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fatiga de la mezcla asfáltica sometida a repeticiones de carga que provocan deflexiones recuperables importantes (pavimento débil): ocurren en las huellas de canalización del tránsito; - Acción del tránsito sobre el área del pavimento próxima al borde, donde se encuentra debilitado por efecto de deficiente confinamiento lateral (falta de paseo), constructivos (falta sobreecho base) o ingreso de agua lateral (deficiente drenaje): ocurren típicamente entre 0.30 y 0.60 m del borde de la calzada; - Deficiente proceso constructivo de las juntas longitudinales durante la colocación de la mezcla asfáltica: ocurren típicamente en el eje de la vía y/o en coincidencia con los carriles de distribución; - Reflexión de fisura localizadas en una capa subyacente (recapados delgados sobre pavimentos antiguos muy agrietados, eventualmente grietas por retracción de bases estabilizadas) o de juntas originadas en la construcción de ensanches (particularmente cuando es diferente la rigidez entre materiales del antiguo y nuevo pavimento); - Contracción de mezcla asfáltica por excesivo endurecimiento (oxidación) del bitumen; - Contracción por desecación de los terraplenes o asentamiento de estos y/o de su fundación.
<p>Niveles de severidad</p>	<p>Se definen tres niveles de severidad (bajo, medio y alto) en base al ancho o abertura promedio y el grado de multiplicidad o ramificación con que se desarrollan en el pavimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B Existen algunas condiciones siguientes: Fisura simple, sin sellar, de ancho promedio inferior a 5mm; no hay signos de descascaramiento ni desnivel alrededor de sus bordes.

Capítulo 2. Marco Teórico y Estado del Arte

<p>Niveles de severidad</p>	<p>Fisura sellada, de cualquier ancho, con material de sello en condición satisfactoria (no permite ingreso de agua).</p> <p>- M Existe alguna de las condiciones siguientes:</p> <p>Fisura sin sellar, de ancho promedio mayor de 5mm; no hay signos de descaramiento o este muy leve.</p> <p>Fisura sellada de cualquier ancho material de sello en condición insatisfactoria (permite ingreso del agua).</p> <p>Fisuras sellada o no, de cualquier ancho, que evidencian algunos de los siguientes signos de degradación: moderado descascaramiento o desportillamiento alrededor de sus bordes; ramificación en forma de fisura erráticas finas (baja severidad), próximas a la fisura o intersecándolas; la fisura produce golpeteo y al vehículo al circular sobre ella (bordes levemente desnivelados).</p> <p>- A Existe algunas de las condiciones siguientes:</p> <p>Fisura de bordes severamente desportillados o descascarados.</p> <p>Fisura múltiple, ramificada o acompañada de fisuras paralelas de severidad media a alta.</p> <p>La fisura causa un fuerte balanceo o golpeteo al vehículo, al circular sobre ella (bordes significativamente desnivelados).</p>
<p>Medición</p>	<p>Las fisuras longitudinales se miden en metros lineales. Se identifica la longitud y severidad de cada fisura; si la fisura no presenta el mismo nivel de severidad. Se totaliza el número de metros lineales - correspondientes a cada uno de los tres niveles des severidad en la sección de pavimento evaluada.</p>

Tabla 14. Descripción deformación por fisura longitudinal (MOPC RD, 2016)

Capítulo 2. Marco Teórico y Estado del Arte

Objetivo Del Mantenimiento		Conservar y/o adecuar la integridad de la estructura del pavimento. Restablecer la comodidad de circulación sobre el pavimento y seguridad al tránsito (afectados en grado variable según la magnitud y ubicación de los daños).		
Evaluación		Alternativa De Reparación Recomendada	Tipo de mantenimiento	Vida útil (años)
Severidad	Densidad	Descripción		
Bajo	Local	Ninguna acción.		
	General	Aplicar sellado de superficie con emulsión bituminosa o rejuvenecedora.	Periódico	2
Medio	Local	Sellado de fisuras con asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena.	Rutinario	1 a 2
	General	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV). Adoptar alguno de los tratamientos:		
		Sellado de fisuras con asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena	Periódico	2
		Sellado bituminoso de la superficie con recubrimiento de agregado pétreo.	Periódico	2 a 3
	Sellado de la superficie con lechada asfáltica (slurry seal).	Periódico	3 a 5	
Alto	Local	Sellado de fisuras con mortero asfáltico; asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena	Rutinario	0,5 a 1,5
		Bacheo parcial, capa asfáltica; mezclas asfálticas en frío o caliente.	Rutinario	0,5 a 1
	General	Es probable que el pavimento requiera un refuerzo estructural a corto plazo; evaluar vida útil remanente y convergencia de sellar su superficie. Notificar al Subdirector de Mantenimiento (DGMCCV) y solicitar autorización para la aplicación de alguno de los tratamientos siguientes, previa preparación del pavimento mediante sellado de fisuras con mortero asfáltico y /o bacheo parcial capa asfáltica:		
		Sellado bituminoso de la superficie con recubrimiento de agregado pétreo.	Rehabilitación	2
		Sellado de la superficie con lechada asfáltica (slurry seal).	Rehabilitación	3 a 4
		Recapado con mezcla asfáltica en caliente (espesor variable s/tránsito).	Rehabilitación	8 a 10
Posible evolución	Incremento en la longitud de las fisuras, debe decímetros a varios metros; ramificación y multiplicación (fisuras múltiples) hasta dar lugar a agrietamiento tipo piel de cocodrilo. La evolución es más rápida en la medida que se posibilite el ingreso de agua a las capas inferiores (climas lluviosos, bases susceptibles a la pérdida de capacidad soporte por efecto de agua).			

Tabla 15. Mantenimiento para deformaciones por fisura longitudinal (MOPC RD, 2016)

- **Fisura transversal**

Denominación	Fisura transversal
Descripción	<p>Fracturamiento rectilíneo que se extiende a través de la superficie del pavimento perpendicularmente al eje de la calzada. Puede afectar todo el carril o ancho de calzada como limitarse a los 0.60m próximos al borde. A veces las fisuras transversales se distribuyen a intervalos más o menos regulares, con espaciamiento variables entre 5 y 20m. Al igual que las fisuras longitudinales puede desarrollar ramificaciones y fisuras paralelas “multiplicidad”.</p> <p>Se excluyen de este grupo las fisuras provenientes de la reflexión de juntas transversales, características de pavimentos mixtos en los que existe una losa de hormigón bajo la capa asfáltica</p>
Posibles Causas	<p>Las siguientes causas pueden dar origen a fisuras transversales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Insuficiente espesor del pavimento frente a las cargas del tránsito (infradiseño estructural); - Falta de sobreancho y/o contaminación de las capas inferiores en la proximidad de los bordes del pavimento, o deficiente contención lateral (fisuras de bordes); - Retracción de la mezcla asfáltica por pérdida de flexibilidad debido a un exceso de filler, envejecimiento (oxidación) del asfalto, etc., particularmente ante gradientes térmicos frecuentes; - Reflexión de grietas que acompañan movimientos de la bases, particularmente la retracción de bases estabilizadas con ligante hidráulicos (cemento) y grietas en losa de hormigón; - Apertura de juntas de construcción defectuosamente ejecutadas; - Contracción por desecación de los terraplenes o asentamiento de esto y/o su fundación.
Niveles de severidad	<p>Se definen tres niveles de severidad (bajo, medio y alto) en base al ancho o abertura promedio y el grado de multiplicidad o ramificación con que se desarrollan en el pavimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B Existen algunas condiciones siguientes: Fisura simple, sin sellar, de ancho promedio inferior a 5mm; no hay signos de descascaramiento ni desnivel alrededor de sus bordes. Fisura sellada, de cualquier ancho, con material de sello en condición satisfactoria (no permite ingreso de agua). - M Existe alguna de las condiciones siguientes: Fisura sin sellar, de ancho promedio mayor de 5mm; no hay signos de descascaramiento o este muy leve. - A Existe algunas de las condiciones siguientes: Fisura de bordes severamente desportillados o descascarados. Fisura múltiple, ramificada o acompañada de fisuras paralelas de severidad media a alta. La fisura causa un fuerte balanceo o golpeteo al vehículo, al circular sobre ella (bordes significativamente desnivelados).
Medición	<p>Las fisuras transversales se miden en metros lineales. Se identifica la longitud y severidad de cada fisura; si la fisura se presenta el mismo nivel de severidad en toda su extensión, debe registrarse separadamente cada porción con diferente grado de severidad. Se totaliza el número de metros lineales-correspondientes a cada uno de los tres niveles de severidad-observados en la sección de pavimento evaluada.</p>

Tabla 16. Descripción deformación por fisura transversal (MOPC RD, 2016)

Capítulo 2. Marco Teórico y Estado del Arte

Objetivo Del Mantenimiento		Conservar y/o adecuar la integridad de la estructura del pavimento; evitar el ingreso de agua.		
Evaluación		Alternativa De Reparación Recomendada	Tipo de mantenimiento	Vida útil (años)
Severidad	Densidad	Descripción		
Bajo	Local	Ninguna acción.		
	General	Aplicar sellado de superficie con emulsión bituminosa o rejuvenecedora.	Periódico	2
Medio	Local	Sellado de fisuras con asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena.	Rutinario	1 a 2
	General	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV). Adoptar alguno de los tratamientos:		
		Sellado de fisuras con asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena	Periódico	2
		Sellado bituminoso de la superficie con recubrimiento de agregado pétreo.	Periódico	2 a 3
	Sellado de la superficie con lechada asfáltica (slurry seal).	Periódico	3 a 5	
Alto	Local	Sellado de fisuras con mortero asfáltico; asfalto líquido o emulsión bituminosa + arena	Rutinario	0,5 a 1,5
		Bacheo parcial, capa asfáltica; mezclas asfálticas en frío o caliente.	Rutinario	0,5 a 1
	General	Es probable que el pavimento requiera un refuerzo estructural a corto plazo; evaluar vida útil remanente y convergencia de sellar su superficie. Notificar al Subdirector de Mantenimiento (DGMCCV) y solicitar autorización para la aplicación de alguno de los tratamientos siguientes, previa preparación del pavimento mediante sellado de fisuras con mortero asfáltico y /o bacheo parcial capa asfáltica:		
		Sellado bituminoso de la superficie con recubrimiento de agregado pétreo.	Rehabilitación	2
		Sellado de la superficie con lechada asfáltica (slurry seal).	Rehabilitación	3 a 4
		Recapado con mezcla asfáltica en caliente (espesor variable s/tránsito).	Rehabilitación	8 a 10
Possible evolución	Incremento en la longitud de las fisuras, debe decímetros a varios metros; ramificación y multiplicación (fisuras múltiples) hasta dar lugar a agrietamiento tipo piel de cocodrilo. La evolución es más rápida en la medida que se posibilite el ingreso de agua a las capas inferiores (climas lluviosos, bases susceptibles a la pérdida de capacidad soporte por efecto de agua).			

Tabla 17. Mantenimiento para deformaciones por fisura transversal (MOPC RD, 2016)

- **Fisura en bloques**

Denominación	Fisura en bloques
Descripción	<p>Fisuras y grietas interconectadas que dividen la superficie del pavimento en polígonos aproximadamente rectangulares. El tamaño de los bloques varía en un rango de alrededor de 0.9m² hasta un máximo de 9m². Cuando los bloques resultan de mayor tamaño son identificados generalmente como fisuras longitudinales y transversales. Siendo este un fenómeno no asociado a las cargas de tránsito (el tránsito sin embargo puede incrementar su severidad) se desarrollan en cualquier parte del pavimento, normalmente cubriendo un amplia área; a veces ocurren sólo un áreas no traficadas.</p> <p>Las fisuras en bloques se diferencian de las fisuras tipo piel de cocodrilo en cuanto a que en estas los polígonos son más pequeños, irregulares y de ángulo agudo, y que tratándose de un fenómeno asociado a las repeticiones de cargas, las fisuras piel de cocodrilo se localizan en: las áreas más traficadas (huellas de canalización del tránsito).</p>
Posibles Causas	<p>Las siguientes pueden dar origen a fisuras en bloques:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Excesiva contracción de la mezcla asfáltica inducida por cambios de temperatura y/o humedad en la misma; - Excesivo endurecimiento del bitumen por deficiencia durante el manipuleo y elaboración de la mezcla asfáltica, o bien por una prolongada exposición y oxidación durante el periodo de servicio; - Mezcla asfáltica muy rígida, como consecuencia de un exceso de filler en la misma; - Reflexión de grietas originadas en una capa subyacente debido a la retracción de bases estabilizadas hidráulicamente, fisuras múltiples en losas de hormigón, o eventualmente recapados delgados sobre pavimentos antiguos muy agrietados; - Debilitamiento brusco de las capas inferiores, (generalmente por saturación de los materiales).
Niveles de severidad	<p>Se definen tres niveles de severidad (bajo, medio y alto) en función de la severidad de las fisuras que definen los bloques:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B Los bloques están delimitados predominantemente por fisuras transversales y longitudinales de nivel de severidad Bajo. - M Los bloques están delimitados predominantemente por fisuras transversales y longitudinales de nivel de severidad Medio. - A Los bloques están delimitados predominantemente por
Medición	<p>Las fisuras en bloques se miden en metros cuadrados de superficie total afectada en la unidad o sección de pavimento evaluada. Por lo común se manifiestan con un único nivel de severidad. En el caso de observarse diferentes niveles de severidad, las áreas afectadas deben medirse y, registrarse separadamente, de acuerdo a su severidad.</p>

Tabla 18. Descripción deformación por fisura en bloques (MOPC RD, 2016)

Objetivo Del Mantenimiento		Conservar y/o adecuar la integridad de la estructura del pavimento; evitar el ingreso de agua.		
Evaluación		Alternativa De Reparación Recomendada	Tipo de mantenimiento	Vida útil (años)
Severidad	Densidad	Descripción		
Bajo	Local	Ninguna acción.		
	General	Aplicar sellado de superficie con emulsión bituminosa o rejuvenecedora.	Periódico	2
Medio	Local	Sellado de la superficie afectada con material bituminoso con recubrimiento agregado pétreo.	Periódico	2 a 3
		Sellado de la superficie con lechada asfáltica (slurry seal).	Periódico	3 a 5
	General	Sellado de la superficie con material bituminoso c/recubrimiento de agregado pétreo (carreteras de TMA< 2000).	Periódico	2 a 3
		Sellado de la superficie con lechada asfáltica (carreteras de TMA< 2000).	Periódico	3 a 5
		Tratamiento superficial asfáltico doble/triple (carreteras de TMA< 2000).	Periódico	3 a 6
Alto	Local	Sellado de la superficie afectada con material bituminoso con recubrimiento agregado pétreo.	Rutinario	2
		Sellado de la superficie afectada con lechada asfáltica (slurry seal).	Rutinario	3 a 4
		Bacheo parcial, capa asfáltica; mezclas asfálticas en frío o caliente.	Rutinario	0,5 a 1
	General	El pavimento requiere rehabilitación. Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV); solicitar autorización para la aplicación de alguno de las técnicas siguientes:		
		Trabajos de preparación previa + recapado con mezcla asfáltica en caliente.	Rehabilitación	4 a 6
		Trabajos de preparación previa + recapado delgado con mezcla asfáltica en caliente.	Rehabilitación	6 a 8
		Colocación de geotextil + recapado delgado con mezcla asfáltica caliente	Rehabilitación	6 a 8
Posible evolución	Degradación de los bordes y ángulos que forman los paños o bloques (despostillamiento / descascaramiento). Aumento de número de grietas transversales con el tiempo.			

Tabla 19. Mantenimiento para deformaciones por fisura de bloques (MOPC RD, 2016)

- **Fisura piel de cocodrilo**

Denominación	Fisura piel de cocodrilo
Descripción	<p>Serie fisuras interconectadas entre sí, formando en la superficie del pavimento pequeños polígonos irregulares de ángulos agudos y dimensión mayor normalmente inferior de 0.30 m. Fenómeno asociado a las repeticiones de carga (fatiga), estas fisuras ocurren solo en áreas expuestas a las solicitaciones del tránsito (principalmente huellas de canalización); por ende raramente cubren todo el área del pavimento. No tienen por qué ocurrir en pavimentos mixtos (refuerzo asfáltico sobre losas de hormigón); en estos casos ciertos patrones de fisuración que pueden asemejarse a la piel de cocodrilo responde más bien a una reflexión de las grietas de la losa subyacente y pueden ser identificadas como fisuras en bloques.</p>
Posibles Causas	<p>Son causadas por la fatiga de las mezclas asfálticas bajo cargas repetidas. La fisuración se inicia en la parte inferior de la capa asfáltica, donde las tensiones y de formaciones por tracción alcanzan su valor máximo, cuando el pavimento es solicitado por una carga. Las fisuras se propagan hasta a superficie inicialmente con una o más fisuras paralelas; luego, por efecto de las repeticiones de cargas, evolucionan interconectándose, formando una malla cerrada que asemeja la piel de cocodrilo. Los factores siguientes conducen al desarrollo de fisuras piel de cocodrilo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Insuficiencia de los espesores y resistencia del pavimento frente a las repeticiones de carga (infradiseño estructural); - Pavimentos altamente deformables (deflexiones recuperables importantes bajos radios de curvatura); - Significativamente reducción de la resistencia a fatiga de las mezclas asfálticas como consecuencia de deficiente la calidad de los materiales, deficiencias en el proceso de elaboración y puesta en obra, degradación de mezclas susceptibles a la acción del agua por efecto de un drenaje superficial inadecuado.
Niveles de severidad	<p>Se definen tres niveles de severidad (bajo, moderado y alto) en función del grado de desarrollo del año, de acuerdo a la siguiente guía:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B Fisuras muy finas, menores de 1.5mm de ancho, paralelas con escasa interconexión, dando origen a polígonos de cierta longitud; los bordes de las fisuras no presentan despostillamiento. - M Fisuras muy finas a moderadas, de ancho menor de 5 mm, interconectadas formando polígonos pequeños, y angulosos, que pueden presentar un moderado despostillamiento en correspondencia con las intersecciones. - A La red de fisura ha progresado de manera de constituir una malla cerrada de pequeños polígonos bien definidos, con despostillamiento de severidad moderada a alta a los largos de sus bordes; algunas de estas piezas pueden tener movimiento al ser sometidas al tráfico, y/o pueden haber sido removidos por el mismo.
Medición	<p>Las fisuras piel de cocodrilo se miden en metros cuadrados de superficie afectada. La mayor dificultad en la medición radica en que dos o hasta tres niveles de severidad pueden existir dentro de una misma si estas porciones pueden ser distinguidas fácilmente una de la otra, se miden y registran separadamente, si los distintos niveles de severidad no pueden ser divididos, la totalidad del área se califica con la mayor severidad observada.</p>

Tabla 20. Descripción deformación por fisura piel de cocodrilo (MOPC RD, 2016)

Capítulo 2. Marco Teórico y Estado del Arte

Objetivo Del Mantenimiento		Conservar y/o adecuar la integridad de la estructura del pavimento		
Evaluación		Alternativa De Reparación Recomendada	Tipo de mantenimiento	Vida útil (años)
Severidad	Densidad	Descripción		
Bajo	Local	Ninguna acción.		
	General	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV): adoptar alguno de los tratamientos siguientes:		
		Sellado de la superficie con material bituminoso con recubrimiento agregado pétreo.	Periódico	2
		Sellado de la superficie con lechada asfáltica (slurry seal).	Periódico	3 a 4
Medio	Local	Bacheo superficial; mezclas asfálticas en frío/o caliente.	Periódico	2 a 3
		Bacheo parcial (capa asfáltica); mezclas asfálticas en frío/o caliente.	Rutinario	0,5 a 2
		Bacheo profundo; incluido reposición de base granular.	Rutinario	4 a 6
	General	Trabajos bacheo s/relación técnica precedente (selección técnica depende de condiciones de cada caso específico).	Mejoramiento	0,5 a 2
		Trabajos de bacheo + sellado de la superficie con material bituminoso y recubrimiento de agregado pétreo.	Rehabilitación	2
		Trabajos de bacheo + sellado de la superficie con lechada asfáltica.	Rehabilitación	3 a 4
		Trabajos de bacheo + sellado de la superficie con mezcla asfáltica en caliente.	Rehabilitación	6 a 8
Alto	Local	Bacheo profundo; incluida reposición de base granular.	Rutinario	4 a 6
		Reposición y mejoramiento del drenaje superficial y/o profundo (en combinación con técnica precedente).	Rutinario	5 a 6
	General	Trabajos de bacheo (preparación previa) + refuerzo estructural con mezcla asfáltica en caliente.	Rehabilitación	8 a 10
		Trabajos de bacheo (preparación previa) + refuerzo estructural con mezcla asfáltica en caliente.	Rehabilitación	8 a 10
		Recomposición y mejoramiento del drenaje superficial y/o profundo (en combinación con técnicas precedentes).	Rehabilitación	>10
Posible evolución	Extensión progresiva del fenómeno en la superficie del pavimento. En su evolución suelen ir acompañados de ahuellamiento y/o hundimientos; progresan más o menos rápidamente según las condiciones de tráfico, precipitación y drenaje, a las que están expuestas, hasta originar baches.			

Tabla 21. Mantenimiento para deformaciones por fisura piel de cocodrilo (MOPC RD, 2016)

- **Fisura por reflexión de juntas**

Denominación	Fisura por reflexión de juntas
Descripción	<p>Se presentan solo en pavimentos mixtos conformados por una superficie asfáltica sobre losas de hormigón. Consisten en la proyección ascendente, a través de la capa asfáltica, de las juntas del pavimento de hormigón, como solución de continuidad de las losas subyacentes. Como consecuencia, se observan que tienden a producir las juntas respectivas de las losas inferiores.</p> <p>Se excluyen de este grupo otras fisuras por reflexión, que ocurren en pavimentos mixtos fuera de las juntas, como consecuencia de movimientos de bases estabilizadas hidráulicamente; éstas se identifican como fisuras longitudinales, transversales o en bloques, según se manifiestan en la superficie.</p>
Posibles Causas	<p>Estas fisuras tienen su origen en el movimiento, tanto vertical como horizontal, que experimentan las juntas de las losas de hormigón subyacentes. Dichos movimiento es resistido por la mezcla asfáltica superficial, adherida a las losas, la rapidez con que se propagan las fisuras a través de la capa asfáltica está determinada por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fundamentalmente, la amplitud de los ciclos de apertura y cierre de las juntas, como consecuencia de variaciones térmicas y de contenido de humedad en las losas; - Si bien las cargas del tráfico no desencadenan el fenómeno, las mayores deflexiones que se producen en las juntas como consecuencia de cargas más pesadas, aceleran el proceso. - El espesor de la capa asfáltica superficial y/o la existencia de otros elementos de refuerzo o retardares de la propagación de las grietas (refuerzo o aditivos en la mezcla, geotextiles, etc.)
Niveles de severidad	<p>Se definen tres niveles de severidad (bajo, medio y alto) en base al ancho o abertura promedio y el grado de multiplicidad o ramificación con que se desarrollan en el pavimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - B Existe alguna de las condiciones siguientes: Fisura simple, sin sellar, de ancho promedio inferior a 5mm; no hay signos de descascaramiento ni desnivel alrededor de sus bordes; Fisura sellada, de cualquier ancho, con material de sello en condición satisfactoria (no permite ingreso de agua); - M Existen algunas de las condiciones siguientes: Fisuras sin sellar, de ancho promedio mayor de 5mm; no hay signos de descascaramiento o este muy leve; Fisuras sellada o no de cualquier ancho con material de sello en condición insatisfactoria (permite ingreso del agua); Fisura sellada o no de cualquier ancho, que evidencian alguno de los siguientes signos de degradación: moderado descascaramiento o despostillamiento alrededor de sus bordes; ramificaciones en forma de fisura erráticas finas (baja severidad), próximas a la fisura o intersecándolas; la fisura produce golpeteo al vehículo, al circular sobre ella (bordes levemente desnivelado). - A Existe alguna de las condiciones siguientes: Fisura de bordes severamente desportillados o descarados; Fisura múltiple, ramificada o acompañada de fisuras paralelas de severidad media a alta; La fisura causa un fuerte balanceo o golpeteo al vehículo, al circular sobre ella (bordes significativamente desnivelados).
Medición	<p>Las fisuras longitudinales se miden en metros lineales. Se identifica la longitud severidad de cada fisura; si la fisura se presenta en el mismo nivel de severidad en toda su extensión, debe registrarse separadamente cada porción con diferente grado de severidad. Se totaliza el número de metros lineales-correspondientes a cada uno de los tres niveles de severidad- observados en la sección de pavimento evaluada.</p>

Tabla 22. Descripción deformación por reflexión de juntas (MOPC RD, 2016)

Capítulo 2. Marco Teórico y Estado del Arte

Objetivo Del Mantenimiento		Conservar y/o adecuar la integridad de revestimiento o capa asfáltica. Restablecer la comodidad de la circulación sobre el pavimento afectada por la generalización de fisuras por reflexión de las juntas transversales del nivel de severidad alto.		
Evaluación		Alternativa De Reparación Recomendada	Tipo de mantenimiento	Vida útil (años)
Severidad	Densidad	Descripción		
Bajo	Local	Ninguna acción.		
	General	Sellado de fisuras con emulsión bituminosa/ asfalto líquido		
Medio	Local / General	Sellado de fisuras con emulsión bituminosa o asfalto líquido + arena.		Periódico 0,5 a 1
Alto	Local / General	Sellado de fisuras con mortero asáltico (asfalto líquido o emulsión + arena).		Rehabilitación 8 a 10
		Bacheo parcial (capa asfáltica); mezcla asfáltica en frío/e caliente.		Rutinario 0,5 a 2
Posible evolución	Dado que las juntas del pavimento de hormigón que reproducen en la superficie, experimentan movimientos horizontal/vertical, la degradación de los bordes de las fisuras es frecuente y más o menos rápida. Por despostillamiento pueden conducir a la formación de baches superficiales que se extiende a un lado o ambos lados de la grieta.			

Tabla 23. Mantenimiento para deformaciones por reflexión de juntas. (MOPC RD, 2016)

- **Fisura en arco.**

Denominación	Fisura en arco
Descripción	Fisuras en forma de media luna –o más precisamente de cuarto creciente– que tienen generalmente sus dos extremos apuntando hacia fuera en la dirección del tráfico. Ocurren fundamentalmente en la huellas de canalización del tránsito en correspondencia con sectores de frenado o cambio de dirección. A veces se las denomina también “fisuras por resbalamiento” aludiendo al mecanismo que las produce.
Posibles Causas	Las fisuras en arco se producen cuando las fuerzas horizontales provocadas por el frenado o cambio de dirección de las ruedas del tránsito vehicular son suficientemente importantes como para hacer deslizar y deformar la capa asfáltica superficial. Esta situación se presenta cuando: <ul style="list-style-type: none"> - Se combina una mezcla asfáltica de baja estabilidad y una deficiente adherencia entre la capa superficial y la capa inmediatamente subyacente; - Es deficiente la adherencia en la interface capa asfáltica/base como consecuencia de la falta de riego de la liga, contaminación de polvo antes o durante su ejecución o por el contrario, un exceso de la dotación de la ligante; - Los espesores de carpeta son muy reducidos y son colocados sobre una superficie fácilmente degradable (bases estabilizadas con ligante hidráulicos) o excesivamente pulida (pavimentos de hormigón).
Niveles de severidad	No se definen diferentes niveles de severidad: es suficiente con indicar que existen fisuras en arco, por resbalamiento. Sin inicialmente se presentan como un conjunto de fisuras finas dispuestas paralelamente, una vez que el deslizamiento de la mezcla ha tenido lugar su evolución es muy rápida: se fractura el área alrededor de las grietas en trozos fácilmente removibles, que desaparecen rápidamente por acción del tránsito, dando lugar a un “bache”.
Medición	Las fisuras en arco se miden en metros cuadrados totalizados la superficie afectada dentro de la unidad o sección de pavimento evaluada.

Tabla 24. Descripción deformación por fisura en arco (MOPC RD, 2016)

Capítulo 2. Marco Teórico y Estado del Arte

Objetivo Del Mantenimiento		Conservar y/o adecuar la integridad del revestimiento o capa asfáltica.		
Evaluación		Alternativa De Reparación Recomendada	Tipo de mantenimiento	Vida útil (años)
Severidad	Densidad	Descripción		
No se definen niveles	Local	Ninguna acción (previa mejora del drenaje).		
		Aplicar sellado de superficie afectada con emulsión bituminosa.	Rutinario	1
		Sellado de fisuras con emulsión bituminosa/ asfalto liquido	Rutinario	3
	General	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV); solicitar autorización para aplicar alguna de las técnicas siguientes:	Periódico	
		Bacheo parcial, capa asfáltica; mezclas asfálticas en caliente.	Mejoramiento	3
		Escarificación carpeta asfáltica existente y reposición con mezcla asfáltica en caliente.	Rehabilitación	8 a 10
Posible evolución	Progresan rápidamente originando baches superficiales. Por lo general se manifiestan localmente acompañadas de corrimientos y ondulaciones (características de mezcla asfáltica inestables).			

Tabla 25. Mantenimiento para deformaciones por reflexión de juntas. (MOPC RD, 2016)

2.11.3. Desintegraciones

• Desintegraciones por desprendimiento de agregados.

Denominación	Fisura por desprendimiento de agregados
Descripción	Desgaste gradual de la superficie de rodamiento como consecuencia de la disgregación y desprendimiento del material fino que la conforma, o de la separación y pérdida del matic (ligante + fino) alrededor de la matriz de agregados, dejando a esta cada vez más expuesta a la acción abrasiva del tránsito y del clima. La superficie parece desintegrarse en pequeños trozo dando lugar a una textura más abierta y rugosa. Ocurren con más frecuencia en tratamientos asfálticos y mezclas en frío; pueden cubrir amplios sectores de la calzada o concentrarse en las huellas de canalización del tránsito.
Posibles Causas	Son defectos de superficie asociadas en general a una pérdida de las propiedades ligante del asfalto como consecuencia de: <ul style="list-style-type: none"> - Excesivo endurecimiento del bitumen debido a un inapropiado manipuleo (sobre calentamiento) durante la elaboración de la mezcla asfáltica o su puesta en obra (riegos); - Insuficiente dotación del material bituminoso o inadecuada gradación de los agregados pétreos; - Pérdida de adhesión entre el bitumen y el agregado en presencia de agua debido al empleo de agregados de mayor afinidad con el agua (hidrófilos), sucios (contaminados), y /o húmedos, o a la exigencia de burbujas de aires atrapadas en el revestimiento asfáltico debido a deficiencias en el proceso constructivo; - Oxidación del bitumen luego de un prolongado periodo de servicio, particularmente cuando revestimientos con alto contenido de vacíos son expuestos a condiciones climáticas desfavorables (radiación solar-precipitaciones intensas); - Fractura de las partículas de agregado por efecto de las presiones aplicadas durante la compactación (puesto en obra) o por el tráfico vehicular durante el periodo de servicio, o por causas naturales, posibilitando que las partículas sueltas o parcialmente recubiertas sean levantadas del tránsito;
Niveles de severidad	Se definen tres niveles de severidad (bajo, medio y alto) de acuerdo con la siguiente guía: <ul style="list-style-type: none"> - B Hay signos de que el agregado pétreo y/o mastic bituminoso han comenzado a desprenderse. La superficie aun cuando evidencia cierto desgaste se mantiene firme y bien ligada. No hay excesiva proyección del agregado en la superficie (tratamiento asfáltico). - El desprendimiento de material fino y/o mastic bituminoso es significativo, dejando expuesto al agregado grueso. La superficie del pavimento presenta una textura abierta y rugosa; suelen existir partículas sueltas o fácilmente disgregables. Excesiva proyección del agregado en la superficie (tratamientos asfálticos). - A El desprendimiento del agregado es extensivo e incluye la remoción del material grueso. La superficie del pavimento resulta muy irregular por la gran exposición del agregado grueso y la existencia de frecuentes "peladuras" o pequeñas cavidades distribuidas erráticamente (alto nivel de rugosidad y ruido).
Medición	El descubrimiento/desprendimiento de agregados se mide en metros cuadrados de superficie afectada, midiendo y registrando éstas separadamente, según el nivel de severidad identificado en cada caso.

Tabla 26. Descripción deformación por desprendimiento de agregados (MOPC RD, 2016)

Capítulo 2. Marco Teórico y Estado del Arte

Objetivo Del Mantenimiento		Conservar y/o adecuar la integridad de la estructura del pavimento		
Evaluación		Alternativa De Reparación Recomendada	Tipo de mantenimiento	Vida útil (años)
Severidad	Densidad	Descripción		
Bajo	Local	Ninguna acción.		
	General	Aplicar riego con emulsión bituminosa o rejuvenecedora en toda la superficie.	Rutinario	2
Medio	Local	Aplicar riego con emulsión bituminosa o rejuvenecedora en toda la superficie.	Rutinario	2
		Sellado de la superficie afectada con material bituminoso y recubrimiento de arena.	Rutinario	2 a 3
		Sellado de la superficie afectada con lechada asfáltica (slurry seal).	Rutinario	3 a 5
	General	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV) y adoptar algunos de los tratamientos alternativas siguientes:		
		Aplicación riego con emulsión bituminosa o rejuvenecedora.	Rutinario	2
		Sellado de la superficie con material bituminoso y recubrimiento de área.	Periódico	2 a 3
		Sellado de la superficie con material bituminoso y descubrimiento de arena.	Periódico	3 a 5
Alto	Local	Bacheo superficial; mezcla asfáltica de frío/en caliente.	Rutinario	0,5 a 1
		Sellado de la superficie afectada con material bituminoso y recubrimiento de arena.	Rutinario	2 a 3
		Sellado de la superficie afectada con lechada asfáltica (slurry seal).	Rutinario	3 a 5
	General	El pavimento requiere mejora superficial. Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV); solicitar autorización para la aplicación de alguno de las técnicas siguientes:		
		Sellado de la superficie con material bituminoso y descubrimiento y agregado pétreo.	Periódico	2 a 3
		Sellado de la superficie con lechada asfáltica (1 o más aplicaciones).	Periódico	3 a 5
		Tratamiento superficial asfáltico doble o triple s/volumen de tránsito.	Periódico	4 a 6
Recapado delgado con mezcla asfáltica en caliente (carretera con TMDA>2000).	Periódico	8 a 10		
Posible evolución	El proceso continúa con el tiempo, acelerándose a medida que aumenta la permeabilidad del revestimiento y oxidación del medio ligante. Esta evolucione suele ir acompañada de peladuras y baches superficiales hasta llegar a la completa desintegración del revestimiento.			

Tabla 27. Mantenimiento para deformaciones por desprendimiento de agregados. (MOPC RD, 2016)

Capítulo 2. Marco Teórico y Estado del Arte

- **Desintegraciones por peladuras.**

Denominación	Desintegraciones por peladuras
Descripción	Desprendimiento de pequeñas placas o porciones del material que conforme la superficie de rodamiento, originando pequeños hoyos o cavidades en el pavimento, no relacionados con agrietamientos ni otros efectos estructurales. Normalmente estas cavidades no sobrepasan los 15 a 20 mm de profundidad, y su diámetro es menor de 15 cm. Cuando alcanzan mayores dimensiones (extensión y/o Profundidad) se identifican como “baches”.
Posibles Causas	Estos defectos de superficie son provocados por diversas causa- en general similares a los desprendimientos de agregados que se manifiestan localmente: <ul style="list-style-type: none"> - Muy reducido espesor de la superficie de rodamiento, inferior al mínimo constructivo requerido por el revestimiento, por una deficiente puesta en obra; - Acción de agentes agresivos exógenos, tales como derrames de solventes y otros derivados del petróleo, que provocan el ablandamiento (fluidificación) del bitumen y el consiguiente desprendimiento por acción del tránsito; - Escarificaciones provocadas por arrastre de elementos cortantes excesivamente abrasivos –tales como llantas metálicas, orugas, etc.–, o por solicitaciones tangenciales importantes (giro de aeronaves con neumáticos de alta presión sobre revestimiento delgados); - En revestimiento asfáltico sometido a altas temperaturas de servicio y tránsito pasado e intenso, el bitumen en la superficie puede ablandarse y adherirse a los neumáticos, posibilitando que estos “arranque” parte del revestimiento.
Niveles de severidad	No se definen niveles de severidad. Es suficiente indicar que existen peladuras y establecer la densidad o frecuencia (medición) con que ocurren.
Medición	Las peladuras se miden en metros cuadrados de superficie de pavimento afectada.

Tabla 28. Descripción para desintegraciones por peladuras (MOPC RD, 2016)

Objetivo Del Mantenimiento		Conservar y/o adecuar la integridad del revestimiento o capa asfáltica.		
Evaluación		Alternativa De Reparación Recomendada	Tipo de mantenimiento	Vida útil (años)
Severidad	Densidad	Descripción		
No se definen niveles	Local	Bacheo parcial, capa asfáltica; mezclas asfálticas en frío/en caliente.	Rutinario	1 a 3
	General	Trabajos de preparación previa y alguno de los siguientes tratamientos:		
		Sellado de la superficie con material bituminoso y recubrimiento de arena.	Periódico	2
		Sellado de la superficie con lechada asfáltica (slurry seal).	Periódico	3 a 4
		Tratamiento superficial bituminoso doble o triple, s/tránsito	Periódico	4 a 6
		Recapado con mezcla bituminosa en caliente (carreteras con TMDA 2000).	Periódico	8 a 10
Posible evolución	Aumento del número y extensión de las zonas con peladuras; estas se convierten en “baches superficiales”. Sin embargo la condición puede permanecer estable mucho tiempo: la evolución depende básicamente de que la cusa del daño se mantenga activa o no.			

Tabla 29. Mantenimiento para desintegraciones por peladuras. (MOPC RD, 2016)

- **Desintegración por estrías longitudinales.**

Denominación	Desintegración por estrías longitudinales
Descripción	Sucesión de peladuras y/o de desprendimientos pétreos de la superficie pavimento que se distribuyen linealmente, en forma de forma de uno o más surcos longitudinales, paralelos al eje de la vía. Ocurren exclusivamente en unos tratamientos asfálticos superficiales y riegos bituminosos: los daños se alienan en coincidencia con la dirección del riego.
Posibles Causas	Las estrías longitudinales tienen su origen en deficiencias en el proceso constructivo de riegos y tratamientos asfálticos, que conducen a una desuniforme distribución del material bituminoso sobre la superficie de la calzada, como consecuencia de: <ul style="list-style-type: none"> - Inadecuada altura de la barra de riego del camión distribuidor de asfalto o variación de este durante la operación de riego; - Deficiente funcionamiento de la barra de riego por obturación de los picos regadores; - Variaciones en la dosificación de agregados pétreos debido a su deficiente distribución Y/o segregación durante el proceso constructivo.
Niveles de severidad	Se definen tres niveles de severidad (bajo, medio y alto), en base a las condiciones prevalecientes observadas de acuerdo con la siguiente guía; <ul style="list-style-type: none"> - B Los surcos se aprecian fundamentalmente a través de un cambio en la coloración de la superficie. Los desprendimientos son de nivel de severidad bajo y no se observan peladuras. - M Los surcos son manifiestos como consecuencia de la pérdida de la gravilla; su profundidad no sobrepasa los 6mm. Los desprendimientos son de severidad bajo y no se observan peladuras. - A Los surcos son profundos y en algunos sectores comprenden todo el revestimiento (pérdidas de agregados gruesos y finos). Los desprendimientos son de severidad alta acompañados usualmente de peladuras. Puede ser claramente percibido por los vehículos más livianos.
Medición	Se miden en metros cuadrados de superficie de pavimento afectada, midiendo y registrando las áreas separadamente según su nivel de severidad.

Tabla 30. Descripción desintegraciones por estrías longitudinales (MOPC RD, 2016)

Capítulo 2. Marco Teórico y Estado del Arte

Objetivo Del Mantenimiento		Conservar y/o adecuar la integridad del revestimiento o capa asfáltica.		
Evaluación		Alternativa De Reparación Recomendada	Tipo de mantenimiento	Vida útil (años)
Severidad	Densidad	Descripción		
Bajo	Local	Ninguna acción.		
	General	Aplicar riego con emulsión bituminosa o rejuvenecedora en áreas afectadas.	Rutinario	2
Medio	Local	Aplicación riego con emulsión bituminosa o rejuvenecedora en áreas afectadas.	Rutinario	2
		Sellado de superficie afectada c/material bituminoso y recubrimiento de arena.	Rutinario	2 a 3
		Sellado de superficie afectada con lechada asfáltica (Slurry Seal).	Rutinario	3 a 5
	General	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV) y adoptar algunos de los tratamientos alternativos siguientes:		
		Aplicación riego con emulsión bituminosa o rejuvenecedora.	Periódico	2
		Sellado de la superficie con material bituminoso y recubrimiento de área.	Periódico	2 a 3
		Sellado de la superficie con material bituminoso y descubrimiento de arena.	Periódico	2 a 3
		Sellado de superficie con lechada asfáltica (slurry seal)	Periódico	3 a 5
Alto	Local	Bacheo superficial (asfalto líquido o emulsión bituminosa + agregado pétreo).	Rutinario	0,5 a 1,5
		Sellado de la superficie afectada c/material bituminoso y recubrimiento de arena.	Rutinario	2 a 3
		Sellado de la superficie afectada con lechada asfáltica (slurry seal) (1 o más aplicaciones).	Rutinario	3 a 5
	General	El pavimento requiere mejora superficial. Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV) y solicitar autorización para aplicar algunas de las técnicas siguientes, previo trabajos de preparación (bacheo superficial):		
		Sellado de superficie con material bituminoso y agregado pétreo.	Periódico	2 a 3
		Sellado de superficie con lechada asfáltica (Slurry Seal), (1 o más aplicaciones).	Periódico	3 a 5
		Tratamiento superficial asfáltico doble o triple s/ volumen de tránsito.	Periódico	4 a 6
Posible evolución	Reducen gradualmente la severidad del pavimento al aumentar su rugosidad Desarrollo de baches superficiales.			

Tabla 31. Mantenimiento para desintegraciones por estrías longitudinales. (MOPC RD, 2016)

- **Desintegración por baches.**

Denominación	Desintegración por baches																					
Descripción	Descomposición o desintegración total de la superficie del pavimento y su remoción en una cierta extensión, usualmente menor de 0.9m de diámetro, formando un hoyo o cavidad redondeada, de bordes netos y lados verticales en su parte superior. Constituyen daños estructurales que interrumpen la continuidad del pavimento; su presencia es indicativa de insuficiente mantenimiento.																					
Posibles Causas	<p>La acción del tránsito sobre áreas donde la superficie del pavimento se ha disgregado en pequeños trozos provoca la remoción del material, originando el bache. Las siguientes causas se conjugan para dar lugar a la formación de baches:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evolución de otros daños tales como agrietamientos piel de cocodrilo, hundimientos, peladuras, etc., por falta de mantenimiento oportuno; - Fundaciones y/o capas estructurales, particularmente bases de pavimentos, débiles e inestables; - Espesores del pavimento insuficientes (infradiseño estructural frente al tráfico real); - Retención e infiltración de agua en áreas deprimidas (hundimientos) o agrietadas del pavimento; - Técnicas de construcción inapropiadas en la ejecución de los revestimientos asfálticos, riegos de imprimación y/o liga, compactación de las bases granulares, etc.; - Uso de materiales y mezcla de calidad pobre (técnicas de control de calidad deficientes). 																					
Niveles de severidad	<p>Se definen tres niveles de severidad (bajo, medio y alto) en función del área y profundidad del bache, de acuerdo a las siguientes especificaciones:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Profundidad máxima del bache</th> <th colspan="3" style="text-align: center;">Diámetro promedio del bache</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">De 15 a 25cm</th> <th style="text-align: center;">De 25 a 50cm</th> <th style="text-align: center;">Mayor de 50cm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Menor de 25 mm²</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">M</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">De 25 a 50 mm</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">M</td> <td style="text-align: center;">A</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Mayor de 50 mm³</td> <td style="text-align: center;">M</td> <td style="text-align: center;">M</td> <td style="text-align: center;">A</td> </tr> </tbody> </table>			Profundidad máxima del bache	Diámetro promedio del bache			De 15 a 25cm	De 25 a 50cm	Mayor de 50cm	Menor de 25 mm ²	B	B	M	De 25 a 50 mm	B	M	A	Mayor de 50 mm ³	M	M	A
Profundidad máxima del bache	Diámetro promedio del bache																					
	De 15 a 25cm	De 25 a 50cm	Mayor de 50cm																			
Menor de 25 mm ²	B	B	M																			
De 25 a 50 mm	B	M	A																			
Mayor de 50 mm ³	M	M	A																			
Medición	Normalmente se cuenta el número de baches con niveles de severidad bajo medio y alto, que ocurren en la sección de pavimento inspeccionada.																					

Tabla 32. Descripción desintegraciones por baches (MOPC RD, 2016)

² Mayor probabilidad de ocurrencia en tratamientos superficiales.

³ El bache ha progresado considerablemente en el interior de la base.

Capítulo 2. Marco Teórico y Estado del Arte

Objetivo Del Mantenimiento		Restablecer la comodidad de circulación sobre el pavimento y seguridad del tránsito conservar y/o adecuar la integridad del revestimiento asfáltico o de la estructura del pavimento.		
Evaluación		Alternativa De Reparación Recomendada	Tipo de mantenimiento	Vida útil (años)
Severidad	Densidad	Descripción		
Bajo	Local	Bacheo superficial; mezcla asfáltica en frío/caliente.	Rutinario	0,5 a 1
	General	Notificar al Subdirector de Mantenimiento (DGMCCV) y solicitar autorización para aplicar alguna de las técnicas siguientes:		
		Bacheo superficial; mezcla asfáltica en frío/caliente.	Rutinario	0,5 a 1
		Bacheo superficial+ sellado de superficie (preventivo)	Mejoramiento	2 a 3
Medio	Local	Bacheo superficial; mezcla asfáltica en frío/caliente.	Rutinario	0,5 a 1
		Bacheo parcial (capa asfáltica); mezcla en frío/caliente.	Rutinario	0,5 a 2
		Sellado de superficie afectada con lechada asfáltica (Slurry Seal).	Rutinario	3 a 5
		Bacheo superficial; mezcla en frío/caliente.	Mejoramiento	0,5 a 1
		Bacheo parcial (capa asfáltica); mezcla en frío/en caliente.	Mejoramiento	0,5 a 2
		Bacheo parcial + sellado de superficie (preventivo)	Mejoramiento	2 a 3
Alto	Local	Bacheo parcial (capa asfáltica); mezcla en frío/en caliente.	Rutinario	1 a 3
		Bacheo profundo; incluyendo reposición base granular.	Rutinario	4 a 6
		Sellado de la superficie afectada con lechada asfáltica (slurry seal) (1 o más aplicaciones).	Rutinario	3 a 5
		Bacheo en blanco (temporal)	Temporal	0,2 a 0,5
		Escarificación del revestimiento asfáltico con o sin recubrimiento de grava.	Temporal	1
		Bacheo profundo + tratamiento superficial asfáltico (carreteras TMDA 2000.	Rehabilitación	4 a 6
		Bacheo profundo + recapado mezcla asfáltica en caliente.	Rehabilitación	8 a 10
		Escarificación del pavimento existente y reconstrucción parcial con base granular y carpeta o tratamiento asfáltico.	Rehabilitación	8 a 10
Posible evolución	Constituyen la manifestación última a la que se llega por evolución de otros daños como consecuencia de la falta de un mantenimiento oportuno. A medida que progresa el deterioro del pavimento, los baches aumentan en profundidad, número y extensión; este proceso se acelera debido a la retención de agua en las cavidades abiertas y su infiltración a las capas inferiores.			

Tabla 33. Mantenimiento para desintegraciones por baches. (MOPC RD, 2016)

- **Desintegración por rotura de bordes.**

Denominación	Desintegración por rotura de bordes
Descripción	Progresiva destrucción de los bordes de la calzada por desintegración total y pérdida del aglomerado asfáltico (mezcla o tratamiento) que conforma la superficie de rodamiento. Como consecuencia los bordes de la calzada exhiben irregularidades en su alineamiento horizontal y reducen su ancho efectivo, dejando al descubierto parte de la base del pavimento. Suele ser precedida por otros daños tales como agrietamientos, hundimientos y/o desprendimientos, que ocurren típicamente en los 0.50m próximos al borde del pavimento.
Posibles Causas	Acción abrasiva y destructiva de las cargas del tránsito sobre el extremo del pavimento, normalmente más débil que el resto de la estructura. Las causas que conducen a la progresiva destrucción del borde son: <ul style="list-style-type: none"> - Pavimento muy estrecho (ancho de calzada reducido); - Deficiente compactación o falta de sobre ancho de las capas estructurales del pavimento; - Deficiente confinamiento lateral por falta de paseos; - Retención de agua en los paseos o bordes de calzada como consecuencia de una deficiente conversación; - Frecuente ascenso y descenso de vehículos desde el paseo no pavimentado, cuando no se ha construido un contén protector; - Existencia de arenas angulares provenientes de los paseos o áreas contiguas al pavimento, que aumentan la abrasión de los neumáticos de los vehículos que transitan por la calzada próxima al borde o ascienden desde los paseos.
Niveles de severidad	Se definen tres niveles de severidad (bajo, medio y alto) de acuerdo al estado del pavimento en los 0.50m contiguos al borde, según la siguiente guía: B Se observan fisuras longitudinales paralelas al borde, interconectadas entre sí; alternativamente pueden ocurrir desprendimientos severos. El borde se conserva aún íntegro. M Se observan fisuras piel de cocodrilo de severidad baja alta; pequeños trozos del aglomerado pueden faltar como consecuencia de la acción del tráfico, provocando pequeñas irregularidades en el borde. A Se observan una considerable desintegración de los bordes de la calzada; importantes trozos de aglomerado han sido removidos por el tráfico, por lo que el borde resulta serpenteante y el ancho de calzada reducido.
Medición	Las roturas de borde se miden en metros lineales, midiendo y registrando separadamente según su nivel de severidad, las longitudes afectadas en la muestra o sección de pavimento inspeccionada.

Tabla 34. Descripción desintegraciones por rotura por bordes (MOPC RD, 2016)

Capítulo 2. Marco Teórico y Estado del Arte

Objetivo Del Mantenimiento		Asegurar condiciones de circulación segura al tránsito vehicular conservar y/o adecuar la integridad de revestimiento asfáltico.		
Evaluación		Alternativa De Reparación Recomendada	Tipo de mantenimiento	Vida útil (años)
Severidad	Densidad	Descripción		
Bajo	Local	Ninguna acción.		
	General	Ninguna acción; verificar estado conservación y drenaje superficial de los paseos		
Medio	Local	Bacheo superficial; mezcla asfáltica en frío/caliente.	Rutinario	0,5 a 1,5
		Bacheo parcial (capa asfáltica); mezcla en frío/caliente.	Rutinario	1 a 3
	General	Verificar estado de conservación y drenaje superficial de los paseos y adoptar alguno de los tratamientos alternativos siguientes, incluyendo trabajos de preparación indicados, según necesidades:		
		Sellado de superficie (en bordes) con material bituminoso.	Rutinario	2 a 3
		Sellado de superficie (en bordes) con lechada asfáltica.	Rutinario	3 a 4
Alto	Local	Bacheo parcial (capa asfáltica); mezcla en frío/ en caliente.	Rutinario	1 a 3
		Bacheo profundo; incluyendo reposición base granular.	Rutinario	4 a 6
	General	Notificar al Subdirector de Mantenimiento (DGMCCV) y solicitar autorización para aplicar alguna de las técnicas siguientes:		
		Mejorar estado de conservación y drenaje superficial de los paseos en combinación con algunas de las técnicas precedentes.	Mejoramiento	10
		Escarificación del pavimento existente (en bordes) y reconstrucción con base granular y carpeta o tratamiento superficial asfáltico.	Rehabilitación	6 a 10
		Escarificación del pavimento existente y reconstrucción parcial con base granular y carpeta o tratamiento asfáltico.	Rehabilitación	10
Posible evolución	La destrucción del borde progresa hacia el interior de la calzada, reduciendo su ancho efectivo. Si la base es inestable y las condiciones de drenaje superficial deficientes, evolucionan rápidamente en profundidad, tomando la circulación del tránsito aún más peligrosa.			

Tabla 35. Mantenimiento para desintegraciones por rotura de bordes. (MOPC RD, 2016)

Capítulo 2. Marco Teórico y Estado del Arte

• Desintegración por pulimiento de la superficie.

Denominación	Desintegración por pulimiento de la superficie
Descripción	Agregados excesivamente pulidos en la superficie de rodamiento. Dan lugar a una textura muy lisa y suave al tacto, que reduce considerablemente la adherencia con los neumáticos de los vehículos. La consiguiente disminución de la función o resistencia al deslizamiento puede alcanzar niveles de riesgo para la seguridad del tránsito
Posibles Causas	El pulimento es causado primariamente por la acción abrasiva del tránsito, que produce el desgaste superficial de los agregados que componen la superficie del pavimento los siguientes factores conducen al desarrollo de dicho proceso: - Agregados pétreos de naturaleza degradable; - Empleo de agregados pétreos de superficie inicialmente pulida en mezcla y tratamientos asfálticos; - Mezcla asfáltica de calidad pobre que favorecen la exposición de los agregados, en particular cuando se combina con alguno de los factores antes mencionados.
Niveles de severidad	No se definen niveles de severidad. Es suficiente con indicar que existe pulimento de la superficie. El grado de pulimento debe ser significativo para ser reportado: un examen de cerca debe revelar que el número de puntos de contacto con el agregado sobre la superficie es muy reducido, y esta se presenta suave al tacto.
Medición	De ser necesario se mide en metros cuadrados la superficie de pavimento afectada.

Tabla 36. Descripción desintegraciones por pulimiento de la superficie (MOPC RD, 2016)

Objetivo Del Mantenimiento		Preservar la seguridad del tránsito, especialmente en tiempo húmedo		
Evaluación		Alternativa De Reparación Recomendada	Tipo de mantenimiento	Vida útil (años)
Severidad	Densidad	Descripción		
No se definen niveles	Local / General	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV) la experiencia de áreas de pavimento en las que se sospecha se presenta una condición peligrosa debido al pulimento de la superficie. Mantener un continuo monitoreo o seguimiento de dichas áreas y solicitar autorización para llevar a cabo algunos de los tratamientos alternativos siguientes:		
		Sellado de la superficie con lechada asfáltica (parcial o total).	Periódico	3 a 5
		Tratamiento superficial asfáltico "non skid".	Especial	3 a 5
		Carpeta asfáltica friccionante (open graded).	Especial	4 a 6
		Recapado delgado (concreto asfáltico).	Rehabilitación	8 a 10
		Ranurado por persecución refleja.	Especial	Variable
Posible evolución	La calzada adquiere una textura cada vez más lisa y un aspecto brillante. Aumenta los riesgos de deslizamiento, tornando la circulación cada vez más peligrosas.			

Tabla 37. Mantenimiento para desintegraciones por pulimiento de la superficie. (MOPC RD, 2016)

2.11.4. Otros modos de falla.

- **Desintegración por exudación de asfalto.**

Denominación	Desintegración por exudación de asfalto
Descripción	Afloramiento de material bituminoso de la mezcla a la superficie del pavimento, formando una película o film continuo de ligante o mastic (ligante + finos). La superficie adquiere en consecuencia un aspecto brillante, tornándose reflectante, resbaladiza y pegajosa en tiempo caluroso. El proceso de exudación es irreversible: el afloramiento de asfalto en la estación cálida no se absorba durante el clima frío.
Posibles Causas	Las siguientes causas pueden dar origen a exudación de asfalto: <ul style="list-style-type: none"> - Exceso de asfalto en la mezcla o tratamiento; - Insuficiencia contenido de vacío (el asfalto colma los vacíos de la mezcla); - Excesiva dotación de asfalto en el riego de la liga; - Bitumen muy blando para condiciones de servicio desfavorables (tránsito pesado intenso, altas temperaturas en el pavimento); - Sobre compactación de la mezcla o tratamientos asfáltico o dosificación para condiciones de tránsito menores que las reales.
Niveles de severidad	Se definen tres niveles de severidad (bajo, moderado y alta) de acuerdo a la siguiente modalidad: <ul style="list-style-type: none"> - B Se hace visible la coloración de la superficie por efecto de pequeñas migraciones de asfalto, aún aisladas. - M Apariencia características, con exceso de asfalto libre que forma una película continúa en huellas de canalización del tránsito; la superficie se torna adhesiva a zapatos y ruedas de vehículos en días cálidos. - A Presencia de una cantidad significativa de asfalto libre le da a la superficie un aspecto húmedo, de intensa coloración negra; superficie pegajosa o adhesiva.
Medición	La exudación de asfalto se mide en metros cuadrados de superficie afectada, registrando separadamente está según su severidad.

Tabla 38. Descripción desintegraciones por exudación de asfalto (MOPC RD, 2016)

Capítulo 2. Marco Teórico y Estado del Arte

Objetivo Del Mantenimiento		Preservar la seguridad del tránsito especialmente en tiempo húmedo.		
Evaluación		Alternativa De Reparación Recomendada	Tipo de mantenimiento	Vida útil (años)
Severidad	Densidad	Descripción		
Bajo	Local	Ninguna acción		
	General	Ninguna acción		
Medio	Local	Ninguna acción	Rutinario	0,5 a 1,5
	General	Ninguna acción. Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV) la existencia del problema		
Alto	Local	Bacheo parcial (capa asfáltica); mezcla en frío/ en caliente.	Periódico	1 a 2
		Bacheo parcial (capa asfáltica).	Rutinario	3
	General	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV) y aplicar alguno de los criterios precedentes:		
		Aplicar calor y rodillar arena dura sobre superficie.	Rutinario	1 a 2
		Quemar exceso de asfalto y aplicar un sellado bituminoso con asfalto líquido y recubrimiento arena o lechada asfáltica (carreteras de TMDA < 2000).	Especial	2 a 4
		Quemar exceso de asfalto y aplicar un tratamiento superficial asfáltico (carreteras de TMDA < 2000).	Especial	3 a 5
Quemar exceso de asfalto y recapado con mezcla asfáltica (carreteras de TMDA < 2000).	Especial	6 a 8		
Posible evolución	Aumento de la severidad y extensión de las áreas exudadas, tomando la circulación cada vez más peligrosa por el riesgo de deslizamiento. Lluvias intensas o frecuentes incrementan el potencial de riesgo.			

Tabla 39. Mantenimiento para desintegraciones por exudación de asfalto. (MOPC RD, 2016)

- **Desintegración por exudación de agua/bombeo.**

Denominación	Desintegración por exudación de agua/bombeo
Descripción	<p>Ascenso de agua capilar a la superficie del pavimento a través de los puntos más débiles y fisuras de la capa de rodamiento. Se presenta en forma de una mancha de agua alrededor de tales puntos, por lo general después de una lluvia intensa con frecuencia suele ir acompañada de otras manifestaciones. El agua forzada a través de grietas y poros por la presión que ejercen las cargas dinámicas del tránsito, suele arrastrar material fino en suspensión que se deposita en la superficie; pueden ocurrir también leves depresiones, o por el contrario levantamientos, en áreas circulares de aproximadamente 25cm de diámetro.</p>
Posibles Causas	<p>El fenómeno está asociado con la acumulación de agua en las capas superiores del pavimento. El ascenso a la superficie puede ser por capilaridad o por eyección forzada por el tránsito. Las siguientes causas permiten se desarrolle este proceso:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Agua atrapada en una capa relativamente porosa entre dos capas impermeables; - Desplazamiento del agua atrapada en interior del pavimento, por aumento de presión, como consecuencia de variaciones térmicas; - Desplazamiento del agua a través de áreas débil compacidad, tales como juntas bordes de calzada, áreas agrietadas, superficies de contacto entre capas sucesivas, etc.
Niveles de severidad	<p>No se definen niveles de severidad. Es suficiente con indicar que existe exudación de agua a la superficie. El momento más oportuno para comprobar la ocurrencia del fenómenos es después de una lluvia prolongada o intensa</p>
Medición	<p>De ser necesario se mide en metros cuadrados la superficie de pavimento afectada.</p>

Tabla 40. Descripción desintegraciones por exudación de agua/bombeo (MOPC RD, 2016)

Capítulo 2. Marco Teórico y Estado del Arte

Objetivo Del Mantenimiento		Preservar la seguridad del tránsito, especialmente en tiempo húmedo		
Evaluación		Alternativa De Reparación Recomendada	Tipo de mantenimiento	Vida útil (años)
Severidad	Densidad	Descripción		
No se definen niveles	Local	Verificar estado de conservación y drenaje superficial de los paseos y estructuras de drenaje y adoptar alguno de los tratamientos alternativos siguientes:		
		Ninguna acción; (previa mejora del drenaje).		
		Bacheo parcial (capa asfáltica); mezclas asfálticas en frío/en caliente.	Rutinario	2 a 5
	General	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV); solicitar autorización para aplicar alguna de las técnicas siguientes previa verificación del estado de conservación y drenaje superficial de los paseos y estructura de drenaje:		
		Ninguna acción; (previa mejora del drenaje).		
		Sellado de la superficie con material bituminoso y arena (previa mejora del drenaje).	Periódico	2 a 3
		Escarificación del revestimiento asfáltico y capas superiores (si necesario) y reconstrucción parcial del pavimento con base granular (si necesario) y carpeta o tratamiento superficial asfáltico.	Rehabilitación	8 a 10
	Posible evolución	Destrucción progresiva del pavimento bajo la acción del agua. Desprendimiento de agregados del revestimiento asfáltico y formación de baches.		

Tabla 41. Mantenimiento para desintegraciones por exudación de agua/bombeo. (MOPC RD, 2016)

- **Bacheos y reparaciones.**

Denominación	Bacheos y reparaciones
Descripción	Área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado parcial o totalmente con materiales similares a los originales o eventualmente diferente, con el propósito de reparar el pavimento existente. Se trata de trabajo de mantenimiento que implica necesariamente una alteración en la continuidad de la superficie y/o estructura del pavimento. Un caso particular relativamente frecuente en área urbana es el bacheo por reparación de servicios públicos: consiste en la apertura y reposición del pavimento para permitir la instalación o mantenimiento de algún tipo de servicio público subterráneo.
Posibles Causas	Las siguientes causas lugar a bacheos y reparaciones en el pavimento: <ul style="list-style-type: none"> - Reparación de daños que han alcanzado niveles de severidad inaceptables; - Reparación de servicios públicos localizados bajo el pavimento; - Corrección de reparaciones defectuosas.
Niveles de severidad	Se definen tres niveles de severidad (bajo, medio y alto), de acuerdo a la siguiente guía: <ul style="list-style-type: none"> - B El área reparada se comporta satisfactoriamente con muy poco o ningún deterioro. - M El área reparada se encuentra algo deteriorada; los daños observados en su superficie son de nivel de severidad baja o media. - A El área reparada se encuentra severamente dañada y requiere reemplazo a muy corto plazo (condición de falla).
Medición	Se miden en metros cuadrados de superficie afectada, midiendo y registrando separadamente estas, de acuerdo al nivel de severidad correspondiente. En una misma reparación (especialmente cuando esta alcanza cierta extensión) pueden diferenciarse áreas con diferente nivel de severidad. Los daños localizados en el interior de las bacheadas no se reportan como fallas independientes estas son tenidas en cuenta establecer el nivel de severidad de las reparaciones. Si una porción importante del pavimento ha sido reemplazada en forma continua (como por ejemplo la reconstrucción de un carril o de una intersección completa), no debe evaluarse como área bacheada. Idéntico criterio puede asumirse en el caso de pavimentos muy antiguos, en los cuales es difícil diferenciar el pavimento original de las reparaciones.

Tabla 42. Descripción bacheos y reparaciones (MOPC RD, 2016)

Capítulo 2. Marco Teórico y Estado del Arte

Objetivo Del Mantenimiento		Asegurar condiciones de circulación segura al tránsito vehicular conservar y/o adecuar la integridad de revestimiento asfáltico.		
Evaluación		Alternativa De Reparación Recomendada	Tipo de mantenimiento	Vida útil (años)
Severidad	Densidad	Descripción		
Bajo	Local	Ninguna acción.		
	General	Ninguna acción.		
Medio	Local	Ninguna acción.		
		Sellado de fisuras con material bituminoso.		0,5 a 1,5
	General	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV) y aplicar alguno de los criterios precedentes.		
		Sellado de fisuras con material bituminoso.	Rutinario	0,5 a 1,5
		Sellado de la superficie con asfalto líquido y arena o lechada asfáltica.	Rutinario	2 a 4
Alto	Local	Bacheo parcial (capa asfáltica); mezclas asfálticas en frío/en caliente.	Rutinario	1 a 3
		Bacheo parcial (capa asfáltica); mezclas asfálticas en frío/en caliente.	Rutinario	1 a 3
		Bacheo profundo; incluyendo reposición base granular.	Rutinario	4 a 6
	General	Notificar al Subdirector Mantenimiento (DGMCCV); solicitar autorización para adoptar alguno de los tratamientos alternativos siguientes:		
		Sustitución de las áreas reparadas mediante bacheo parcial o bacheo profundo s/ necesidades específicas de cada caso.	Mejoramiento	1 a 6
		Escarificación del pavimento existente y reconstrucción parcial con base granular y carpeta o tratamiento asfáltico.	Rehabilitación	6 a 10
		Mejoramiento condiciones de drenaje superficial y/o profundo (en combinación con alguna de las técnicas precedentes).	Rehabilitación	8 a 10
Posible evolución	Los daños evolucionan dentro del área del bacheo o reparación, incrementando su nivel de severidad, de acuerdo al tipo de manifestación de que se trate; en última instancia pueden culminar en la rotura de la reparación dando lugar a un bache. Con frecuencia acelerar también el deterioro del área de pavimento contiguo, principalmente al permitir el ingreso de agua.			

Tabla 43. Mantenimiento para bacheo y reparaciones. (MOPC RD, 2016)

2.12. Contenido del plan de mantenimiento

A continuación se describen los principales puntos que debe contener el Plan de Mantenimiento.

2.12.1. Descripción de la infraestructura

En este punto, el redactor del Plan de Mantenimiento deberá consignar los datos que permitan identificar de manera completa la obra. En ese sentido, es preferible que el Plan de Mantenimiento sea lo más auto-consistente posible, es decir, que los responsables del mantenimiento de la obra no tengan que consultar la totalidad del proyecto para realizar su tarea.

Las estructuras se identificarán mediante su ubicación en la traza de la carretera definiendo el PK nominal y las coordenadas UTM (se tomará como referencia el estribo, es decir, el primero según se recorre la carretera al avanzar los PK) También se hará referencia a la identificación que se ha hecho de la misma en el proyecto y se incluirá un mapa de ubicación sobre la traza proyectada. (ACHE & ATC, 2015)



Figura 3. Ejemplo de ubicación de carretera. (Diario de 3, 2018)

2.12.1.1. Descripción funcional de la vía

Se incluirá aquí una breve descripción del uso proyectado de la carretera, número de carriles, existencia de aceras, posibilidad de tráfico peatonal, semáforos, descripción de los accesos a la estructura, limitaciones para algún tipo de vehículos. (ACHE & ATC, 2015)

2.12.1.2. Configuración geométrica

Geoméricamente, la carretera es un cuerpo tridimensional totalmente irregular, lo que un principio hace complicada su representación. Sin embargo. Posee una serie de particularidades que simplifican y facilitan su estudio:

El predominio de una de sus dimensiones respecto a las otras dos: la carretera es una “obra lineal”.

La posibilidad de reproducirla fielmente mediante el desplazamiento de una sección transversal que permanece constante a lo largo de un eje que define su trayectoria. Estas dos características permiten la adopción de un sistema de representación relativamente sencillo, de fácil interpretación y muy útil desde el punto de vista constructivo. En base a este sistema, la carretera queda totalmente definida mediante tres tipos de vistas: planta, perfil longitudinal y perfil transversal. No obstante, pueden emplearse otros tipos de representación – como la perspectiva cónica – de cara a realizar estudios más específicos sobre un determinado aspecto, como la visibilidad, la integración ambiental, etc.

A continuación se comentan las tres vistas más importantes:

Planta: Es la vista más importante de todas, ya que sobre ella se representa de forma explícita la proyección horizontal de la carretera. Se emplea para la confección de planos que recojan información de diversa índole, útil para la correcta definición de la vía: trazado, replanteo, geología, topografía pluviometría, señalización, uso del suelo, etc.

Perfil longitudinal: Es el desarrollo sobre un plano de la sección obtenida empleando como plano de corte una superficie reglada cuya directriz es el eje longitudinal de la carretera, empleando una recta vertical como generatriz. En esta vista se sintetiza gran parte de la información necesaria para la construcción de la carretera, expresada tanto de forma gráfica como numérica.

Perfil transversal: Se obtiene seccionando la vía mediante un plano perpendicular a la proyección horizontal del eje. En él se definen geoméricamente los diferentes elementos que conforman la sección transversal de la vía: taludes de desmonte y terraplén, cunetas, arcenes pendientes o peraltes.

Normalmente suelen tomarse varios perfiles a lo largo de eje, con un intervalo de separación constante y que viene condicionado por las condiciones topográficas del terreno. Una importante aplicación de estos perfiles es facilitar el cálculo del movimiento de tierras que acarrea la construcción de la carretera. (Beviá García & Bañón, 2000)

2.12.1.3. Condiciones climáticas

Se presentará un extracto de las condiciones climáticas a partir del anejo correspondiente del proyecto, cuya redacción habrá de venir enfocada hacia el mantenimiento. A título de ejemplo, se incluirán aspectos como las precipitaciones medias y su variación estacional, las temperaturas máximas y mínimas anuales, así como las máximas y mínimas diarias en invierno y en verano.

Es importante señalar la necesidad de que el redactor del Plan de Mantenimiento tenga en cuenta la importancia que puede llegar a tener el microclima o clima local al que está sometida la estructura o sus elementos en particular. A título de ejemplo puede considerarse que los parámetros expuestos al lavado por lluvia pueden ser menos exigentes que los que están al abrigo de ésta pero se ven expuestos a la precipitación de sales en ambiente marino, siendo, por tanto, peores desde el punto de vista de la durabilidad. Aspectos como éste deben dejarse consignados en el **Plan de Mantenimiento**

No es ocioso insistir en que, en fase de proyecto, pueden definirse medidas preventivas de muy bajo coste, relativas a la impermeabilización, hidrofugación de paramentos, evacuación de aguas, etc. que pueden prolongar en años la vida útil de la obra. (ACHE & ATC, 2015)

Otro elemento de gran importancia en la vida de los firmes es el clima; especialmente cuando las condiciones son muy extremas como ocurre en países nórdicos, donde se pasa de temperaturas bajísimas en invierno a temperaturas considerables en verano, Además, la situación de deshielo es especialmente crítica. En otras latitudes, aunque el clima tiene también una influencia considerable en el comportamiento de los firmes, su efecto es menor.

En lo que sigue, se supone que las condiciones de diseño del drenaje de la red son adecuadas; y que, por tanto, el comportamiento no se ve afectado por un drenaje que presente carencias. Es evidente que un mal drenaje es causa de ruina en una carretera; pero también lo es que, a medida que van transcurriendo los años, los problemas puntuales de drenaje se suelen ir corrigiendo. Por esta razón, aquí se considera que los problemas de drenaje son puntuales y no afectan al conjunto de la red. En cambio, las condiciones generales del clima en una red sí se consideran como un factor que puede tener influencia en el comportamiento de los firmes; aunque, en muchas ocasiones, se tienen en cuenta las diferencias climáticas a la hora de diseñar los firmes y sus materiales. Así, por ejemplo, se suelen emplear betunes más duros en climas calurosos que en climas fríos. Este diseño adaptado a las condiciones ambientales hace que se tiendan a igualar los comportamientos, soslayando, de algún modo la influencia del clima.

Antes de proseguir, conviene diferenciar entre los conceptos de tiempo y clima, conceptos que se confunden a veces en el lenguaje corriente. Se entiende por tiempo atmosférico el estado físico de la atmósfera en el lugar de que se trate en un momento o periodo corto de tiempo.

En cambio el clima se refiere a la síntesis de las condiciones meteorológicas existentes en dicho lugar durante un período suficientemente largo. Que un día sea más caluroso de lo habitual para la época del año o un año más seco que el anterior, no indican cambio climático alguno.

La primera tentación a la hora de diseñar un sistema de gestión sería la de recopilar datos meteorológicos de todas las estaciones por donde transcurre la red, actualizando los datos de temperatura, precipitación u otros, cada cierto tiempo. Esa posibilidad podría ser muy interesante; pero debe recordarse que, como en otros casos conviene adoptar una postura realista que permita abordar el problema de una forma razonable. Así, cabría preguntarse si es más conveniente mantener y actualizar constantemente una base de datos climáticos que caracterice a cada tramo de la red, dividir la red en distintas zonas climáticas.

Justamente, parece razonable dividir la red en distintas zonas, de tal forma que dentro de cada una de ellas se pueda considerar que el clima es homogéneo, y que cada zona se diferencia de otras no por lo sucedido durante un año, sino a lo largo de muchos años.

Para la delimitación de las zonas, se pueden utilizar mapas donde se representan las isolíneas correspondientes a las estaciones meteorológicas cercanas. Surge la dificultad de que la escala de los mapas condiciona la precisión de los puntos de las carreteras donde se establecen los cambios de zona. Pero lo más difícil es el tratamiento de esos límites, pues los cambios no ocurren a partir de una línea sino que existen unas zonas de transición que comparten de forma gradual las características de las dos zonas. Como en todo, las simplificaciones tienen sus ventajas, pero es necesario pagar un precio por ellas. Por tanto, debe considerarse que los límites entre zonas pueden admitir reajustes posteriores. Solo deben considerarse las zonas por donde transcurren carreteras de la red, lo que puede facilitar el estudio de las zonas climáticas. (Gutiérrez, Álvarez, & Achútegui, 2003)

2.12.2. Materiales constituyentes

En este apartado se incluirá el cuadro de materiales de la estructura, donde se encuentra las características completas de cada uno, asfalto, materiales de base, sub-base, etc.

2.12.3. Definición del ambiente y de las vidas útiles.

2.12.3.1. Clases de exposición

Los indicadores de exposición se seleccionan teniendo en cuenta algunas características del terreno en la cual se ubican las unidades de análisis, como son: fallas geológicas, pendiente, salinidad, escorrentía y textura del suelo. (Romero, Sarmiento, Pulido, Hernández , & Vargas , 2015)

2.12.3.2. Vidas Útiles

Se recuerda que las vidas útiles de los elementos que forman parte de la infraestructura vial cumplen su función sin que sus prestaciones caigan por debajo de ciertos umbrales de aceptación. Las vidas útiles serán distintas para cada elemento. Una gran estructura puede proyectarse para 100 años, pero varios de sus elementos constitutivos, como pinturas, drenaje, sistemas de protección etc., pueden tener vidas útiles inferiores, por lo que el autor del Plan de Mantenimiento habrá de ser especialmente cuidadoso en este punto, estableciendo también valores mínimos de aceptación y criterios de inspección teniendo en cuenta la diferencia de los valores de las vidas útiles.

En la **Tabla 44**, se muestra como ejemplo valores de referencia de las vidas útiles de los principales elementos constituyentes de un puente, estos valores han sido obtenidos a base de experiencia. (ACHE & ATC, 2015)

Componentes	Vida Útil
Pinturas y protección anticorrosivas(Acero)	10 – 20 años
Juntas de dilatación	5 – 50 años
Apoyos estructurales	25 – 40 años
Pavimento de hormigón	15 – 20 años
Pavimento Asfáltico	8 – 10 años

Tabla 44. Ejemplos de valores de vida útil de diferentes componentes. (ACHE & ATC, 2015)

2.12.4. Definición de los puntos críticos

En este apartado resulta necesario que el proyectista, que es quien mejor conoce la estructura, defina los puntos críticos de la misma, desde el punto de vista de la conservación y el mantenimiento, para garantizar su correcto funcionamiento durante su vida útil.

Se definen como puntos críticos de una estructura aquéllos en los que durante la fase de conservación, y especialmente en las inspecciones habrá que prestar una mayor atención, bien porque sean puntos en los que resulte más probable que puedan aparecer deterioros o comportamientos estructurales anómalos, o bien porque sean puntos en los que debido a su accesibilidad resulte más difícil llevar a cabo los trabajos de mantenimiento y conservación. La consideración de un punto como crítico obedece a una mayor probabilidad de que aparezca un daño o un deterioro en dicho punto, lo cual no quiere decir que tenga que aparecer necesariamente el daño. Simplemente, se trata de advertir de que ese punto es mucho más susceptible de sufrir daños, frente a otros elementos de la estructura.

Es importante aclarar que la definición de un punto como crítico, en referencia a su mantenimiento y conservación, no lleva implícito que sea crítico desde un punto de vista estructural, y viceversa. Por ejemplo, la cimentación de un paso superior es un punto crítico desde el punto de vista estructural (su fallo puede provocar la ruina de la estructura) y sin embargo, no es crítico desde el punto de vista del mantenimiento. En cambio, una junta que no tiene gran transcendencia estructural, si es un elemento con gran importancia desde el punto de vista de protección de la estructura. (ACHE & ATC, 2015)

2.12.5. Criterios de inspección

La conservación de un patrimonio de estructuras pertenecientes a una red de infraestructuras no puede hacerse aislada o improvisadamente, sin criterio ni continuidad. Para conocer la condición real y evaluar el estado de cada uno de los elementos del puente, será necesario contar con un programa de inspección sistemático además de prever situaciones extraordinarias que puedan requerir inspecciones especiales. Debido a la variabilidad de tipologías existentes y a la singularidad de muchas de ellas desde el punto de vista del mantenimiento, se hace recomendable definir desde el proyecto cuáles serán los pasos para realizar el mejor reconocimiento de la estructura optimizando además los recursos, en la medida de lo posible. (ACHE & ATC, 2015)

2.12.5.1. Tipos de inspección

The highways agency & Transport Scotland, 2011, describe las inspecciones como:

- Superficial: llevada a cabo por inspectores u otros cuadros en visitas regulares al lugar. Tiene como objetivo informar sobre cualquier daño o deficiencia que pueda afectar al tráfico o a un rápido deterioro
- General: en la que ingenieros especialistas inspeccionan partes representativas de la estructura y elaboran un informe en formato BE 11/86
- Principal: en la que ingenieros especialistas inspeccionan en detalle todas las partes de la estructura y elaboran un informe en formatos BE 11/86, formato de carreteras 277 y hoja de entrada BE 13/86
- Especial: que requiere la inspección de características específicas por ingenieros especialistas, tal vez como resultado de una colisión o de una inundación. Los resultados se recogen en *The highways agency & Transport Scotland* el formato BE 11/86.

La frecuencia para estas inspecciones son las siguientes:

- Superficial: diaria-semanal
- General: una - dos al año
- Principal: no menos de una vez cada diez años
- Especial: cuando se requiera

2.12.6. Medios de acceso

Hay que definir cuando sea técnicamente viable, las zonas de la estructura a las que se puede acceder sin usar medios auxiliares. Estos accesos deben quedar bien definidos de forma que se permita llevar a cabo el mantenimiento. (ACHE & ATC, 2015)

2.12.6.1. Criterios de evaluación (Umbrales de aceptación)

El Plan de Mantenimiento deberá dar, siempre que sea posible, criterios de evaluación objetivos que alerten de que un determinado elemento estructural o funcional del puente puede estar sufriendo un deterioro significativo. En ese sentido, se propone incluir en el Plan de Mantenimiento unos determinados umbrales para la evaluación de los puntos críticos de la estructura identificados previamente. Se procurará que los umbrales de evaluación sean:

- Representativos del deterioro o del buen funcionamiento del punto crítico que se quiere evaluar;
- Mensurables, es decir, que sean magnitudes cuantificables y por lo tanto, independientes del juicio subjetivo del observador;
- Fiables, es decir, independientes de las circunstancias en que se efectúa la evaluación;
- Fáciles y económicos de obtener; y
- Preventivos, que señalen el comienzo del deterioro con un margen suficiente antes del fallo estructural o funcional con el fin de poder tomar las medidas correspondientes. (ACHE & ATC, 2015)

2.12.7. Valoraciones de operaciones de mantenimiento e inspección.

Debido a que en el Plan de Mantenimiento se prevé realizar una serie de operaciones de mantenimiento e inspección, es necesario que estas operaciones se encuentren valoradas para que la propiedad tenga conocimiento del coste de mantener la estructura de acuerdo con el Plan de Mantenimiento.

Como en la fase de redacción del proyecto no es posible definir con exactitud las operaciones de mantenimiento ni el coste de las mismas cuando se lleven a cabo años más tarde, la valoración tendrá un carácter meramente estimativo, pero servirá para calibrar si el Plan de Mantenimiento es realista y viable.

Esta valoración va a permitir al proyectista realizar un estudio de costes para todo el ciclo de vida de la estructura y optar por soluciones que, si bien pueden suponer un coste mayor durante la fase de construcción, al contar los costes de mantenimiento a medio y largo plazo, son más eficientes. (ACHE & ATC, 2015)

Capítulo 3. Aspectos relevantes
del plan de mantenimiento
de carreteras y
valores mínimos admisibles.

Capítulo 3. Aspectos relevantes del plan de mantenimiento de carreteras y valores mínimos admisibles

Para el desarrollo de este capítulo se abundará acerca de aquellos factores que influyen de manera directa tanto en la ejecución como en la implementación de un plan de mantenimiento de carreteras, estableciendo para aquellos factores técnicos valores mínimos tolerables.

Un plan de mantenimiento es una pieza que forma parte del rompecabezas de un sistema de gestión de conservación vial. Para fines de este trabajo nos enfocaremos en el plan en sí, pero sin dejar a un lado la parte de la gestión que juega un papel fundamental al momento de la implementación.

3.1. Factores económicos

La parte más importante de cualquier plan de mantenimiento es el presupuesto, ya que resulta necesario saber cuánto costará de forma inicial el implementar este plan a cualquier parte de la red vial, por otro lado también se debe tener en cuenta el coste que le precede que es el de gestionar el plan en sí.

Al ser las carreteras infraestructuras costosas de construir debe de hacerse con criterio la elaboración de un plan que se ajuste a las necesidades de la red vial para la cual se está elaborando. Los países en vías de desarrollo como es el caso de la Republica Dominicana suelen dar importancia a la construcción de carreteras, ya que dinamiza la economía en sectores como el agrícola, el turístico entre otros, pero lo que se hace difícil en este país es mantener en buen estado aquellas vías que son del Estado y que no forman parte de ninguna concesión. No se toman en cuenta las implicaciones presupuestarias que tiene a largo plazo el no tener un plan de mantenimiento para la red de carreteras.

Luego de que se reconoce la necesidad vital de tener un plan, otro aspecto fundamental es la elaboración o la selección de un plan que se adecúe a las necesidades de un determinado país. Se debe saber que el valor monetario del proceso para seleccionar o elaborar un determinado procedimiento de conservación es pequeño cuando se compara con los costes que surgen de las decisiones tomadas utilizando el plan que se ha elaborado o que se ha elegido.

Es significativo tener en consideración que si para la implementación de un plan de mantenimiento se toman decisiones con poca información o con datos que son irrelevantes, los efectos económicos de esta mala práctica se visualizan mucho tiempo después, por lo que resulta importante tener acceso a toda la información necesaria con antelación.

Capítulo 3. Aspectos relevantes del plan de mantenimiento de carreteras y valores mínimos admisibles

Partiendo de esto, cuando se realiza el presupuesto es conveniente dividirlo en varias etapas, lo primero es la concepción del plan, seguido por pasos lógicos que permitan que este se desarrolle y permanezca vigente durante el tiempo para el cual se establece. Esto le facilitara el proceso de toma de decisiones al Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones que es el organismo encargado de la conservación de la red vial de Republica Dominicana.

Cuando el plan de mantenimiento se encuentra en la etapa inicial es necesario considerar la preparación de posibles presupuestos futuros, y tener en cuenta posibles desarrollos legislativos, así como prever modificaciones en los métodos de financiación, o las necesidades de recursos a largo plazo. Es significativo tener estos factores en cuenta ya que puede darse el caso en concreto que sucedió en la Republica Dominicana, en el 2013 se realizó un fideicomiso para la construcción y mantenimiento de carreteras, pero en términos de mantenimiento no existía un punto de partida para la realización de un plan de conservación a partir de un sistema de gestión.

Contar con un buen presupuesto para los procedimientos de mantenimiento es vital, pero de igual forma lo es contar con una razonable seguridad en cuanto a la financiación, para que se pueda implementar el plan de mantenimiento. A pesar de las adversidades en cuanto a esto, el Estado Dominicano luego del fideicomiso RD-VIAL ha comenzado a tener éxito en algunos aspectos de la conservación de las principales vías del país, esto se debe a que se han unido esfuerzos y han entendido la importancia que tiene en cuanto a lo económico, el realizar mantenimiento preventivo.

Es necesario tener una seguridad de financiación que permita la realización de presupuestos sucesivos para que esto sea realmente efectivo y así el plan de mantenimiento permanezca vigente durante varias décadas.

En el momento en que se presenta un presupuesto para un plan de mantenimiento al Congreso Nacional de la Republica Dominicana, o en el caso de cualquier país, se tiene que partir del hecho de que a las personas a las cuales se les va a mostrar por lo general no son técnicas en el área en cuestión. Es por tanto de gran importancia el tener un aval de que estos procedimientos son exitosos con la finalidad de obtener apoyo suficiente, que permita tener los recursos adecuados. Por consiguiente las personas encargadas de realizar el análisis de los costes de la elaboración y la implementación del plan deben tener en cuenta las limitaciones y las capacidades que tiene el organismo encargado de la conservación, que para este país es el Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones.

3.2. Aspectos Institucionales

Para que las labores de mantenimiento puedan ser llevadas a cabo de forma eficiente luego de que se haya realizado el plan de mantenimiento, es preciso que exista una organización eficiente en el MOPC. La cantidad de recursos financieros, humanos o técnicos de los que disponga la institución, no necesariamente son factores determinantes para el correcto funcionamiento de esta, lo que determina la eficacia de la misma es el uso de los recursos que haga este organismo del estado.

La falta de autonomía del MOPC con el Gobierno en el caso de la República Dominicana es uno de los principales problemas que obstaculizan el buen funcionamiento de este ministerio del Estado. Otros aspectos que pueden mencionarse son las constantes reformas que se realizan en esta institución, lo que suele desmotivar al personal haciendo que se reduzca de forma significativa su productividad lo que al final termina en una deficiente gestión en cuanto a mantenimiento vial se refiere.

Si se regulan este tipo de malas prácticas es posible restaurar las funciones de una correcta administración lo que conlleva al organismo a tener una mayor autonomía en sus diferentes niveles de mando, ocasionando que se estimule en cada una de las personas que integran esta institución un mayor sentido de responsabilidad. Es por esto que se debe tener en consideración que para tener un plan de mantenimiento que se eficiente basado en un sistema de gestión de conservación, es importante que cuando se realicen reformas institucionales estas tengan como objetivo resolver los problemas del organismo y que no sean reformas de carácter político. Dando solución a cualquier problema que pueda existir se mantiene la correcta y constante formación del personal profesional que formara parte del plan.

Dentro de las labores que debe realizar el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) está la de identificar las necesidades de formación que tiene el personal que va a trabajar en el plan, o en cualquier otro aspecto de la institución, en caso de que se haga evidente que el personal no está preparado, es deber del organismo ofrecer los cursos que sean necesarios sobre las materias que sean necesarias para los objetivos fijados.

Luego de que el organismo tenga una estructura de gestión de recursos definida, y los empleados tengan estabilidad laboral, se debe realizar un programa para la formación continua de los trabajadores garantizando así el correcto funcionamiento del plan de mantenimiento con el paso del tiempo.

3.3. Normas

Para que un plan de mantenimiento cumpla con sus objetivos es necesario que el sistema de gestión de conservación sobre el cual se basa este plan especifique las normas apropiadas, por otro lado también es importante que se establezcan medios objetivos para que se pueda medir el rendimiento en relación a esas normas.

A pesar de que existen múltiples normas internacionales para el mantenimiento de carreteras, la República Dominicana para todo lo concerniente a las infraestructuras viales se basa en las normas AASHTO y ASTM, estableciendo para casos particulares normas propias adaptándose a las condiciones técnico-económicas del país.

Establecer niveles normativos adecuados, para un país en desarrollo resulta muchas veces cuesta arriba debido a que esto está ligado en muchos casos al mantenimiento de los recursos de financiación. Cuando se decide establecer una norma es importante que la misma tenga la confianza de los usuarios finales de la vía, pero más importante aún es que estas normas realmente puedan aplicarse al plan de mantenimiento que se decida establecer. Para mantener los niveles de servicio en la carretera se debe tomar en cuenta que los requisitos normativos se alcanzan de una forma más fácil si el sistema de gestión de conservación está preparado de acuerdo con los principios de Aseguramiento de la Calidad (AC), ya que éste es ante todo un procedimiento de gestión.

Para poder determinar la calidad de una carretera y la capacidad de satisfacción para el usuario bajo condiciones ideales de circulación, es preciso relacionar los criterios de nivel de servicio con los objetivos del sistema de gestión, por ejemplo:

- La relación entre la demanda de tráfico o intensidad de servicio y la capacidad de la carretera.
- La posibilidad de circular a una velocidad media mínima de forma libre y fluida para cada tipo de vehículo.
- Tener una calificación que permita determinar el estado de los arcones o paseo, la señalización y otros elementos que forma parte de la estructura de la vía.

Es trascendental establecer normas de intervención que formen parte del sistema de gestión de mantenimiento y de la estrategia del plan de mantenimiento que se decida adoptar, de esta se establece de forma correcta en qué momento debe hacerse el mantenimiento en la carretera. Una de las funciones del sistema de gestión de mantenimiento es optimizar las tácticas que se deben realizar para obtener un conjunto de normas coherentes para establecer un compromiso técnico-económico adecuado que vaya acorde con los recursos disponibles.

Capítulo 3. Aspectos relevantes del plan de mantenimiento de carreteras y valores mínimos admisibles

3.4. Estado de la carretera

Cuando se decide implementar en un determinado país un plan de mantenimiento de carreteras lo primero que debe hacerse es la evaluación de las necesidades de la infraestructura vial, para luego determinar cuál es el plan de conservación adecuado.

Es preciso el tener una idea concreta acerca de la red, catalogarla, saber su kilometraje, entre otros factores. Lo ideal al momento de concretar un plan, es tener alguna referencia dentro del país acerca de otros planes ya realizados, en el caso de Republica Dominicana, es inexistente cualquier información pública acerca de esto.

Uno de los inconvenientes a los que suelen enfrentarse aquellas personas encargadas de la planificación de un sistema de gestión y un plan de mantenimiento, tiene que ver con el estado actual de la red vial, el uso que se le da a la misma, y los recursos que se tienen disponibles.

Tener en cuenta la evolución del estado de las carreteras es también importante, para esto lo ideal es formular de manera anual planes de acción que basados en indicadores que representen el estado medio de la red, adecuándose a cada tipo de carretera.

Para este trabajo y para la realización de cualquier plan de mantenimiento es necesario seleccionar un tramo representativo de la red vial, tomando en consideración ciertos criterios. Lo que por lo general resulta más eficaz para la selección de una parte de la carretera es el conocimiento que puedan tener los gestores de la misma, es importante también tener un banco de datos para la selección de aquellas secciones representativas.

Por otra parte es igual de imprescindible realizar el examen visual de la carretera, que permita obtener información acerca de la estructura de la carretera, espesor de las distintas capas (en caso que estén visibles), el tráfico ligero y pesado, el entorno y drenaje de la vía.

Luego de que se obtienen todos estos datos, el análisis de los mismos permite establecer los trabajos que deben realizarse en el tramo que se ha seleccionado, lo que puede también ser utilizado para implementarse en otros tramos con características similares.

En el caso de que las características geométricas del tramo sean deficientes, antes de realizar cualquier plan de mantenimiento es necesario evaluar los trabajos de adecuación necesarios para obtener un nivel de servicio mínimo, tomando en cuenta la seguridad.

3.5. Consideración del tráfico

Los recursos empleados para la construcción y el mantenimiento de carreteras tienen una relación con el tipo y cantidad de vehículos que transitan sobre ellas, por esto este factor debe analizarse con mucho criterio. Existen distintos factores que influyen en cuanto al análisis del tráfico para realizar la gestión de un sistema de conservación, (Ken Atkinson, 1994) los enumera de la siguiente forma:

La cifra de vehículos según su categoría, desglosados por unidad de tiempo, ya sea por orden temporal, intensidad media diaria anual, etc., sirve para tener una representación del tráfico que transita por la vía.

La velocidad de los vehículos en las distintas partes de la carretera, ya que la velocidad del caudal del tráfico es un claro indicador del nivel de servicio de esta.

Al ser República Dominicana uno de los países con mayor número de víctimas mortales en el mundo, este es un aspecto muy importante a tener en cuenta en el plan de mantenimiento. Es conveniente que se clasifiquen los accidentes que ocurren en la vía, definiendo de forma muy precisa su ubicación y el momento en que ocurrió cualquier accidente que se haya producido. Esto, entre otras cosas, permite que cualquier reparación que sea necesaria realizar en la vía, se ejecute lo antes posible, garantizando así la seguridad de las personas que transitan por la carretera, que es al final de todo lo primordial.

Al momento de realizar un plan de mantenimiento es importante tomar en cuenta la fluidez del tráfico cuando se esté realizando cualquier tipo de trabajo sobre la carretera.

3.6. Cambios en la infraestructura vial.

Un plan de mantenimiento debe tener en cuenta un procedimiento mediante el cual pueda adaptarse a los cambios geométricos y de extensión que puedan surgir en la carretera, debido a que las redes suelen ser cambiantes si no se tiene esto en cuenta algunos datos quedarán desactualizados.

Capítulo 3. Aspectos relevantes del plan de mantenimiento de carreteras y valores mínimos admisibles

3.7. Valores mínimos admisibles para el mantenimiento

Con el fin de determinar en este trabajo aquellos valores que indican la intervención de personal en cualquier aspecto de la carretera para realizar mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo, se utilizaron varios manuales y normas para llegar a una conclusión acerca de cuáles deben ser esos valores. Se utilizó la norma ASSHTO y los manuales de conservación de carreteras de Ken Atkinson, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú y de la Asociación Española de la Carretera.

3.7.1. Pavimento asfáltico

Para vías de hormigón asfáltico, lo ideal para mantener sus niveles de servicio, es que no existan baches, deformaciones, grietas, asentamientos o huellas, entre otras fallas comunes para este tipo de pavimentos. Los valores mínimos se presentarán a través de tablas de acuerdo a la clasificación que se realizó de forma previa en el marco teórico para los tipos de falla de carreteras con asfalto.

3.7.1.1. Deformaciones Permanentes

Ahuellamiento	
Indicador	Profundidad de la flecha máxima mayor a la existente al momento de llevar a cabo las mediciones en una longitud mayor a 6m.
Forma de medición	El ahuellamiento se mide con una regla rígida de 1,0 metro de longitud colocada transversalmente a la huella.
Tolerancia	La profundidad vertical máxima no debe ser mayor a 6 mm en carreteras de concreto asfáltico.

Tabla 45. Tabla de valores mínimos admisibles para ahuellamiento.

Hundimiento	
Indicador	Acumulación de agua en el pavimento o indicios de humedad.
Forma de medición	El hundimiento se mide con una regla rígida de 1,5 metros de longitud colocada transversalmente en la calzada.
Tolerancia	La profundidad vertical máxima no debe ser mayor a 13 mm.

Tabla 46. Tabla de valores mínimos admisibles para hundimiento.

Capítulo 3. Aspectos relevantes del plan de mantenimiento de carreteras y valores mínimos admisibles

Corrugación	
Indicador	Ondulación en la superficie del pavimento formando crestas y valles.
Forma de medición	La corrugación se mide de forma cualitativa mediante la inspección visual.
Tolerancia	La ondulación causa que el vehículo que pasa sobre la misma tambalee pero no genera incomodidad al conductor.

Tabla 47. Tabla de valores mínimos admisibles para corrugación.

Corrimiento	
Indicador	Deslizamiento de la mezcla asfáltica, demarcación ondulada de los carriles.
Forma de medición	Cuando se detecta de forma localizada el daño mediante la inspección visual se debe correlacionar con la calidad de conducción.
Tolerancia	El corrimiento es perceptible y causa cierta vibración en el vehículo sin llegar a general incomodidad.

Tabla 48. Tabla de valores mínimos admisibles para corrimiento.

Hinchamiento	
Indicador	Protuberancia vertical en la superficie de la capa de rodadura en forma de onda pronunciada sobre un área pequeña, o en forma de onda gradual de más de 3 m de longitud que distorsiona el perfil de la vía.
Forma de medición	Inspección visual correlacionada con la calidad de conducción.
Tolerancia	Apreciación cualitativa de distorsión pequeña en el perfil longitudinal de la vía.

Tabla 49. Tabla de valores mínimos admisibles para hinchamiento.

Para las deformaciones permanentes, si no se cumple con el valor mínimo admisible que se considera tolerable, se debe realizar la reparación de forma inmediata.

Capítulo 3. Aspectos relevantes del plan de mantenimiento de carreteras y valores mínimos admisibles

3.7.1.2. Agrietamientos

Fisura longitudinal	
Indicador	Fracturamiento que se extiende por medio de la superficie del pavimento de forma paralela al eje de la calzada.
Forma de medición	Utilizando cinta métrica midiendo el ancho de grieta para determinar su severidad.
Tolerancia	Si se presentan fisuras finas en las huellas del tránsito mayor o igual 1mm. Ninguna grieta mayor de 3 mm podrá permanecer sin sello por más de 24 horas.

Tabla 50. Tabla de valores mínimos admisibles para fisura longitudinal.

Fisura transversal	
Indicador	Fracturamiento rectilíneo que se extiende mediante de la superficie del pavimento de forma perpendicular al eje de la calzada.
Forma de medición	Utilizando cinta métrica midiendo el ancho de grieta para determinar su severidad.
Tolerancia	Cuando la fisura sea simple, sin sellar, de ancho promedio inferior a 5mm y hay signos de descascaramiento requiere reparación. Ninguna grieta mayor de 3 mm podrá permanecer sin sello por más de 24 horas.

Tabla 51. Tabla de valores mínimos admisibles para fisura transversal.

Fisura en Bloques	
Indicador	Fisuras que estén conectadas dividiendo la superficie del pavimento en polígonos de forma aproximadamente rectangular.
Forma de medición	De forma cualitativa mediante inspección visual. En caso de necesitarse medida exacta utilizar cinta métrica.
Tolerancia	Los bloques están delimitados predominantemente por fisuras transversales y longitudinales menores a 0.9m ² . Ninguna grieta mayor de 3 mm podrá permanecer sin sello por más de 24 horas.

Tabla 52. Tabla de valores mínimos admisibles para fisura en bloques.

Capítulo 3. Aspectos relevantes del plan de mantenimiento de carreteras y valores mínimos admisibles

Fisura en Piel de Cocodrilo	
Indicador	Cuando sean evidentes fisuras conectadas entre sí, que formen pequeños polígonos en la superficie del pavimento irregulares de ángulos agudos.
Forma de medición	De forma cualitativa mediante inspección visual. En caso de necesitarse medida exacta utilizar cinta métrica.
Tolerancia	Fisuras muy finas, que no que sean mayores a 1.5mm de ancho, paralelas con escasa interconexión, dando origen a polígonos de cierta longitud. Ninguna grieta mayor de 3 mm podrá permanecer sin sello por más de 24 horas.

Tabla 53. Tabla de valores mínimos admisibles para fisura en piel de cocodrilo.

Fisura por Reflexión de Juntas	
Indicador	Cuando se presenten fisuras en pavimentos mixtos conformados por una superficie asfáltica sobre losas de hormigón.
Forma de medición	De forma cualitativa mediante inspección visual. En caso de necesitarse medida exacta utilizar cinta métrica.
Tolerancia	Fisura simple, sin sellar, de ancho promedio inferior a 5mm, de ser mayor requiere mantenimiento. Ninguna grieta mayor de 3 mm podrá permanecer sin sello por más de 24 horas.

Tabla 54. Tabla de valores mínimos admisibles para fisura por reflexión de juntas.

Fisura en arco	
Indicador	Evidencia de fisuras en forma de media luna en la huellas de canalización del tránsito en correspondencia con sectores de frenado o cambio de dirección.
Forma de medición	De forma cualitativa mediante inspección visual. En caso de necesitarse medida exacta utilizar cinta métrica.
Tolerancia	No es necesario definir nivel de tolerancia, es suficiente el indicar que existe una fisura en arco luego de la inspección visual.

Tabla 55. Tabla de valores mínimos admisibles para fisura en arco.

3.7.1.3. Desintegraciones

Desintegraciones por Desprendimiento/Descubrimiento Agregados	
Indicador	Cuando se presenta un desgaste de la superficie de rodamiento por disgregación y desprendimiento del material fino.
Forma de medición	De forma cualitativa mediante inspección visual.
Tolerancia	Cuando se evidencia que el agregado se ha comenzado a desprender pétreo.

Tabla 56. Tabla de valores mínimos admisibles para desintegraciones por desprendimiento.

Desintegraciones por Peladuras	
Indicador	Cuando se presenta un desgaste de la superficie de rodamiento por disgregación y desprendimiento del material fino.
Forma de medición	De forma cualitativa mediante inspección visual.
Tolerancia	No es necesario definir nivel de tolerancia, es suficiente el indicar que existe una desintegración por peladura luego de la inspección visual.

Tabla 57. Tabla de valores mínimos admisibles para desintegraciones por peladuras.

Desintegraciones por Estrías Longitudinales	
Indicador	Cuando se evidencia sucesión de peladuras y/o desprendimiento de la superficie pétreo distribuida superficialmente en el pavimento.
Forma de medición	De forma cualitativa mediante inspección visual. En caso de ser necesario utilizar cinta métrica.
Tolerancia	Cuando las zanjas son evidentes como consecuencia de la pérdida de la gravilla y su profundidad sobrepasa los 6mm se necesita reparación.

Tabla 58. Tabla de valores mínimos admisibles para desintegraciones por estrías longitudinales.

Capítulo 3. Aspectos relevantes del plan de mantenimiento de carreteras y valores mínimos admisibles

Desintegraciones por Baches	
Indicador	Cuando se evidencia una desintegración total de la superficie del pavimento.
Forma de medición	De forma cualitativa mediante inspección visual.
Tolerancia	Ninguna. En caso de presentarse, debe ser reparado de inmediato.

Tabla 59. Tabla de valores mínimos admisibles para desintegraciones por baches.

Desintegraciones por Rotura de Bordes	
Indicador	Cuando se evidencia una destrucción de la calzada por desintegración total y pérdida de la mezcla asfáltica que conforma la superficie de rodamiento.
Forma de medición	De forma cualitativa mediante inspección visual.
Tolerancia	Si se observan fisuras en forma de piel de cocodrilo y desprendimientos en los bordes se requiere reparación.

Tabla 60. Tabla de valores mínimos admisibles para desintegraciones por rotura de bordes.

Desintegraciones por Pulimento de la Superficie	
Indicador	Cuando se evidencian agregados excesivamente pulidos en la capa de rodadura y la superficie es lisa al tacto.
Forma de medición	De forma cualitativa mediante inspección visual y de ser posible realizar tacto en la superficie de rodadura para verificar si esta lisa.
Tolerancia	No se definen niveles de tolerancia. Es suficiente con indicar que existe pulimento de la superficie. El grado de pulimento debe ser significativo.

Tabla 61. Tabla de valores mínimos admisibles para desintegraciones por pulimento de la superficie.

3.7.1.4. Otros modos de fallas

Falla por Exudación de Asfalto	
Indicador	Cuando se evidencian que la superficie adquiere un aspecto brillante, tornándose reflectante, resbaladiza y pegajosa en tiempo caluroso.
Forma de medición	De forma cualitativa mediante inspección visual.
Tolerancia	Cuando se hace visible de una cantidad significativa de asfalto libre le da a la superficie un aspecto húmedo, de intensa coloración negra; superficie pegajosa o adhesiva.

Tabla 62. Tabla de valores mínimos admisibles para exudación de asfalto.

Falla por exudación de agua.	
Indicador	Cuando es visible el ascenso de agua capilar a la superficie del pavimento a través de los puntos más débiles y fisuras de la capa de rodamiento. Por lo general luego de lluvias de alta intensidad.
Forma de medición	De forma cualitativa mediante inspección visual.
Tolerancia	No se definen niveles de tolerancia. Es suficiente con indicar que existe una falla por exudación de agua para realizar la reparación.

Tabla 63. Tabla de valores mínimos admisibles para exudación de agua.

Para todas las deformaciones del pavimento asfáltico, si no se cumple con el valor mínimo admisible que se considera tolerable, se debe realizar la reparación de forma inmediata.

3.7.2. Iluminación

Tipo de carretera	Luminancia media cd/m ²
Carreteras principales	1,5
Carreteras secundarias	0,5
Carreteras locales	No aplicable

Tabla 64. Valores recomendados de luminancia según el tipo de carretera.
Elaboración propia a partir de (Ken Atkinson, 1994)

En la **Tabla 64** se muestran los valores de luminancia media que son tolerables según cada tipo de carretera. Es importante destacar que estos valores son indicadores mínimos para los niveles de servicio adecuados de una red vial, en caso de que se estén realizando reparaciones en la red se necesitan aparatos de iluminación que harán que los valores presentados en la tabla varíen. En caso de que se utilicen iluminación en alguna señal de tránsito, sea o no para realizar alguna reparación, la misma debe cumplir con el manual de señales de tráfico del MOPC de la Republica Dominicana. Para la comprobación de la luminancia se debe utilizar un retroreflectómetro portable, la inspección debe realizarse cada 2 semanas a excepción de que sea evidente un problema grave en de iluminación en la red.

3.7.3. Señalización vertical y horizontal

Las señales deben transmitir información de forma segura al usuario de la vía advirtiéndole de forma oportuna cualquier peligro existente en la carretera, evitando así cualquier posible accidente. La señalización vertical debe conservar todos sus elementos en buen estado estructural, sin evidencia de elementos oxidados, bien localizados e instalados. Cualquier leyenda o símbolo de la carretera no debe contener ningún tipo de elementos extraños que dificulten su interpretación o lectura. De la misma forma las tachas deben conservar su reflectancia y su separación original y las defensas metálicas deben estar completas con sus elementos estructurales en perfecto estado sin evidencia de oxidación con sus partes reflectantes en buen estado.

Por otro lado la pintura de la capa de rodadura de la red vial debe mantener un nivel de reflectancia adecuado manteniendo las dimensiones establecidas según el manual de señales de tráfico del MOPC de Republica Dominicana.

Capítulo 3. Aspectos relevantes del plan de mantenimiento de carreteras y valores mínimos admisibles

Señales Verticales	
Indicador	Las señales deben permanecer limpias, completas a nivel estructural, y correctamente niveladas.
Forma de medición	Inspección visual semanal y medidas mensuales con un retroreflectómetro portable.
Tolerancia	Deben estar en las condiciones que tienen al día de su instalación. El valor que indica el retroreflectómetro portable debe estar en el rango de 15 a 45 en por ciento de factor de luminancia para color amarillo, y no debe ser menor de 27 para color blanco.

Tabla 65. Tabla de valores mínimos admisibles de señales verticales.

Señales Horizontales	
Indicador	Las señales deben permanecer limpias.
Forma de medición	Inspección visual semanal y medidas mensuales con un retroreflectómetro portable.
Tolerancia	Deben estar en las condiciones que tienen al día de su instalación. El valor que indica el retroreflectómetro portable no puede ser menor de 120 lux/m ² para color amarillo, ni 150 lux/m ² para color blanco.

Tabla 66. Tabla de valores mínimos admisibles de señales horizontales.

Ojos de gato / Tachas y Reductores de velocidad.	
Indicador	Completos, limpios y con más del 90% de su estructura intacta manteniendo sus niveles adecuados de reflectancia.
Forma de medición	Inspección visual cada 2 semanas y medidas mensuales con un retroreflectómetro portable.
Tolerancia	Deben estar en las condiciones que tienen al día de su instalación durante un lapso de 7 días como mínimo. La reflectancia debe ser mayor a 112 lux/m ²

Tabla 67. Tabla de valores mínimos admisibles de ojo de gato/ tachas y reductores de velocidad.

3.7.4. Drenaje

El drenaje de una red vial debe cumplir con los requisitos técnicos para que las obras hidráulicas actúen con la finalidad para la que fueron construidas, con esto se garantiza que el deterioro de la carretera por los efectos del agua no se produzca o sea mínimo. Los sumideros, canales de desagüe, cunetas entre otros, deben estar libres de elementos que puedan alterar su funcionamiento normal. A continuación se muestran las tablas que indican los parámetros admisibles para este tipo de obras.

Cunetas	
Indicador	Deben estar limpias y sin evidencia de ningún tipo de roturas.
Forma de medición	Inspección visual semanal.
Tolerancia	No se permiten ningún tipo de obstrucciones por un lapso mayor a 24 horas. La reparación de roturas debe hacerse en menos de 1 semana.

Tabla 68. Tabla de valores mínimos admisibles de cunetas.

Contra Cunetas	
Indicador	Deben estar limpias y sin evidencia de ningún tipo de roturas.
Forma de medición	Inspección visual semanal.
Tolerancia	No se permiten ningún tipo de obstrucciones ni filtraciones por un lapso mayor a 24 horas. La reparación de roturas debe hacerse en menos de 1 semana.

Tabla 69. Tabla de valores mínimos admisibles de contra cunetas.

Entradas y salidas de obras de arte	
Indicador	Deben permanecer limpias y sin secciones dañadas.
Forma de medición	Inspección visual semanal.
Tolerancia	No se permiten ningún tipo de obstrucciones ni filtraciones por un lapso mayor a 24 horas. La reparación de secciones dañadas o agrietadas debe hacerse en menos de 1 semana.

Tabla 70. Tabla de valores mínimos admisibles de entradas y salidas de obras de arte.

3.7.5. Limpieza

La limpieza es un aspecto fundamental en la carretera ya que tiene resultados notables sobre la apariencia de la misma, a pesar de que no es un aspecto estructural de la vía, puede influir en el nivel de comodidad del conductor al transitar por la carretera. La limpieza también tiene efectos significativos sobre la seguridad de la vía, es por esto que (Ken Atkinson, 1994) expresa que los factores fundamentales que se deben tener en cuenta son los siguientes:

- La acumulación de residuos en la calzada puede ocultar las señales tanto verticales como horizontales causando confusión en los usuarios.
- Estos residuos, con la ayuda del agua de lluvia, forman una pasta abrasiva que desgasta la microtextura de la capa de rodadura que genera la fricción necesaria para la resistencia al deslizamiento a baja velocidad, con lo que se acorta la vida útil de la superficie existente.
- Se aumenta el desgaste de los neumáticos de los vehículos.
- El riesgo de daños a ciertas partes de los vehículos aumenta, particularmente los parabrisas ya que los residuos vuelan con la brisa y pueden impactar sobre los automóviles y puede causar el incremento potencial de accidentes y sus costos asociados.
- La acumulación de residuos en los drenajes afectan adversamente tanto a la evacuación del agua como a la sedimentación acelerada de caños y sumideros.

Capítulo 4. Diagnóstico del estado
actual de la Carretera
El Seibo - Hato Mayor

4.1. Infraestructura vial actual en República Dominicana

La República Dominicana dentro de sus limitaciones como un país en vía de desarrollo se encuentra posicionada como uno de los países con mejor infraestructura vial en Latinoamérica, con una calificación de 4.4 sobre 7 (siendo siete el valor más alto), en el índice de competitividad global del World Economic Forum publicado a finales del año 2017.

La gestión gubernamental correspondiente al periodo comprendido entre los años 2012 al 2016 elaboro un fideicomiso para la expansión y mantenimiento de la red vial principal de la República Dominicana al cual se le designo el nombre de RD-VIAL, entendiendo que es vital para la economía de un país que tiene gran parte de su comercio sostenido en base al transporte terrestre.

En los últimos años el Sistema Vial de la República Dominicana ha mostrado un crecimiento considerable, fomentando así el desarrollo económico. Esto ha provocado una demanda significativa de transporte, y por tanto también se ha generado un incremento en la cantidad de vehículos en circulación.

Para que se puedan mejorar las condiciones del tránsito y la capacidad que posee el actual sistema vial es necesario implementar una serie de mejoras para que puedan ser beneficiados los intercambios sociales, turísticos, agrícolas e industriales.

A pesar de que el país se ha propuesto por razones obvias construir más y mejores carreteras, el reto sigue siendo el mantener en buen estado las vías que se construyen y la reducción de accidentes mortales. El deterioro de muchas de las carreteras troncales del país es evidente para todo aquel que transita sobre ellas, esto se debe a la falta de mantenimiento lo que ocasiona que en la mayoría de los casos se tengan que realizar labores ya no de mantenimiento, sino de reconstrucción en tramos específicos de algunas vías, lo que se traduce en la inversión de grandes sumas económicas.

Otro problema grave que se presenta en las carreteras de República Dominicana son los constantes accidentes que ocurren, donde en la mayoría de ellos hay víctimas mortales, esto en gran medida se debe a la falta de educación vial que se tiene en el país.

Según lo expresado por (Mella, 2017) la República Dominicana es el segundo país, de los 182 que pertenecen a las Naciones Unidas, con una tasa de 41.7 % de muertes por accidentes de tránsito, cifra que es sólo superado por el 68.3% de la isla Niue en el Pacífico.

Capítulo 4. Diagnóstico del estado actual de la carretera El Seibo – Hato Mayor

De acuerdo con el Ministerio de Interior y Policía de República Dominicana, en comparación con el año 2016 se tuvo un aumento de un 8% con respecto al fallecimiento de personas por accidentes de tránsito siendo 2,122 las personas que perdieron la vida por esta causa en el 2017.

El (MOPC RD, 2017) de este país expresa que la red vial tiene una longitud aproximada de 19,700 Km donde 5890 kilómetros son carreteras troncales, 9435 kilómetros corresponden a caminos vecinales, y 4375 kilómetros son caminos temporales. El estado dominicano es dueño del 75% de las carreteras, por medio del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, organismo que se encarga del mantenimiento, reparación, reconstrucción y ampliación de las vías.

En la **Tabla 71** se muestran las carreteras de la República Dominicana que se encuentran bajo el sistema de concesión-cobro por peaje.

Nombre de la carretera	Longitud (Km)
Autopista Juan Pablo II (Santo Domingo-Samaná)	106
Autopista San Pedro de Macorís - La Romana	100
Autopista Del Coral (La Romana - Punta Cana)	70
Circunvalación Santo Domingo (Haina - Punta Caucedo)	72
Circunvalación de La Romana	12

Tabla 71. Carreteras bajo el modelo de concesión en la República Dominicana. (MOPC RD, 2017)

4.2. Carretera Seibo – Hato Mayor

La carretera El Seibo – Hato Mayor, pertenece a la vía número cuatro (4) de la Republica Dominicana, la cual permite la interconexión entre estas dos provincias. Siendo una de las principales vías del país para realizar comercio agrícola y ganadero y a pesar del gran flujo vehicular tanto público como privado, incluyendo el transporte de cargas, en la actualidad se encuentra en condiciones de abandono por parte del MOPC RD debido a la falta de mantenimiento que tiene la misma.

En algunos tramos de esta carretera se encuentran comunidades rurales, y varias zonas comerciales muy conocidas entre aquellas personas que transitan de forma regular por esta vía. Los comercios y viviendas que se localizan en esta vía se hallan de forma dispersa sin seguir ningún tipo de diseño urbanístico, lo que ocasiona que de forma recurrente exista una invasión de peatones en la vía y un uso excesivo de motocicletas en aquellos municipios que son atravesados por la carretera aumentando así la probabilidad de accidentes.

Por otro lado en tramos específicos de la carretera el deterioro es tan grande, que existe una disminución del ancho de vía, lo que produce que diversas partes de la carretera tengan secciones estrechas requiriéndose ensanches para que se cumpla con los criterios de diseño asegurando así la funcionalidad, seguridad y comodidad.

Otro problema persistente en esta vía es la falta de mantenimiento a los sistemas de drenajes que ya existen, lo que genera que en ocasiones la carretera no pueda tolerar los efectos hidrológicos que se producen, al igual que la señalización deficiente y la falta de iluminación en la carretera hacen que transitar de noche por esta vía sea un peligro.

Los detalles técnicos de esta carretera como su configuración geométrica, su localización, condiciones climáticas, entre otras, se abordaran en el **Capítulo 5**, en el presente capítulo se presentaran imágenes de los problemas que presenta esta vía en la actualidad, haciendo un análisis de cada uno de ellos.

4.3. Estado actual de los problemas de la carretera

4.3.1. Pavimento

A parte del deterioro por el paso del tiempo sobre el pavimento de la carretera El Seibo - Hato Mayor, la falta de inversión de recursos y la falta de un plan de mantenimiento para la conservación de esta vía, ha ocasionado que los niveles de servicio estén por debajo de lo que se considera adecuado, por lo que esto ha provocado que muchos de los usuarios habituales busquen rutas alternativas a esta carretera.

Al transitar por la vía El Seibo - Hato Mayor resulta evidente el deterioro que tiene el pavimento en gran parte de su extensión total, presentando fallas como baches, desintegración por peladura, exudación de asfalto, fisura longitudinal, fisura tipo piel de cocodrilo, hundimiento, entre otras, como se puede observar desde la **Figura 4** hasta la **Figura 10**. En el acápite **2.11** se describen estos tipos de fallas, sus niveles de severidad y las posibles causas por las cuales se producen este tipo de daños en el pavimento.



Figura 4. Fisura longitudinal de severidad media en la carretera El Seibo - Hato Mayor.



Figura 5. Fisura longitudinal de severidad baja en la carretera El Seibo - Hato Mayor.



Figura 6. Fisura piel de cocodrilo severidad baja en la carretera El Seibo - Hato Mayor.



Figura 7. Falla por exudación de asfalto en la carretera El Seibo - Hato Mayor.



Figura 8. Desintegraciones por baches en la carretera El Seibo - Hato Mayor.



Figura 9. Desintegraciones por peladura en la carretera El Seibo - Hato Mayor.



Figura 10. Desintegraciones por rotura de bordes en la carretera El Seibo - Hato Mayor.

4.3.2. Señalización vertical

Así como el exceso de señalización es un problema en una estructura vial, la ausencia de la misma, o su incorrecta colocación, representa un problema aún más grave, este es el caso de la carretera El Seibo – Hato Mayor, donde este tipo de señalización es prácticamente inexistente, ocasionando que los usuarios que no conocen la vía tengan que adivinar donde se encuentran las curvas o las intersecciones, lo que ocasiona que en algunos tramos de la carretera las personas que transitan sobre ella se vean obligados a desplazarse a una velocidad excesivamente baja, lo que puede ser el detonante de accidentes. Desde la **Figura 11** hasta la **Figura 13**, se puede ver una representación de la ausencia de señalización vertical de esta carretera.



Figura 11. Ausencia de señalización vertical en la carretera El Seibo – Hato Mayor.



Figura 12. Ausencia de señalización vertical en una curva en la carretera El Seibo - Hato Mayor.



Figura 13. Señal vertical en mal estado en la carretera El Seibo - Hato Mayor.

4.3.3. Señalización horizontal

Los componentes de la señalización horizontal de una carretera son los que sufren el mayor impacto y el mayor desgaste en la vía, por lo tanto se debe realizar el mantenimiento de este tipo de señales de una forma rigurosa, ya que para que estas cumplan su función es importante que sus dimensiones, colores, circunstancias en las que se utilizan, entre otras, coincidan con las establecidas en las normas del MOPC RD.

Un elemento dentro de este tipo de señalización, que es subestimado, pero es de vital importancia, son las tachas, también conocidas como ojos de gato. Estas ayudan con la demarcación de los carriles en aquellos tramos en la carretera que tengan deficiencia o total ausencia de luz, de la misma forma ayudan a prevenir la somnolencia de los usuarios debido a la reflectividad que estas producen al ser impactadas por las luces de los automóviles.

Resulta evidente al transitar por la carretera El Seibo – Hato Mayor, la carencia que existe de una correcta señalización horizontal, como se muestra desde la **Figura 14** hasta la **Figura 16**.



Figura 14. Ausencia de señalización vertical en la carretera El Seibo – Hato Mayor.



Figura 15. Ausencia de señalización horizontal en la proximidad de una intersección en la carretera El Seibo - Hato Mayor.



Figura 16. Ausencia de tachas reflectantes en la carretera El Seibo - Hato Mayor.

4.3.4. Barreras de contención vehicular

Este tipo de elementos sirven para la protección entre el tráfico de vehículos y cualquier peligro que exista en la carretera, ayudando así, a que los ocupantes del vehículo que ha impactado con la barrera tengan las mínimas lesiones posibles.

En la carretera El Seibo – Hato Mayor, la cantidad de estos elementos según las normas del Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones de la Republica Dominicana, es la correcta, pero cuando un vehículo se accidenta con una de estas, no se remplaza, por lo que al momento de recibir otro impacto, es probable que la misma no cumpla con la función para la cual fue diseñada.

Desde la **Figura 17** hasta la **Figura 19**, se muestra el estado de estos elementos en la carretera estudiada en este caso.



Figura 17. Barrera de contención vehicular sin reparar luego de un accidente en la carretera El Seibo – Hato Mayor.



Figura 18. Barrera de contención mal colocada en la carretera El Seibo - Hato Mayor.



Figura 19. Barrera de contención vehicular en mal estado en una curva horizontal de la carretera El Seibo - Hato Mayor.

4.3.5. Iluminación

La iluminación de la carretera El Seibo – Hato Mayor, es inexistente, lo que la hace muy peligrosa al momento de transitar de noche, ya que a falta también de tachas y pintura reflectante el nivel de inseguridad se triplica y los niveles de servicio son prácticamente nulos.

4.3.6. Limpieza

De forma general, el nivel de limpieza de la carretera es adecuado, no se evidencian cúmulos de basura que resulten alarmantes, lo que permite en ese sentido mantener los niveles de servicios adecuados para esta carretera. En algunos tramos la suciedad que se evidencia en la vía es debido a la acumulación de lodo en parte del arcén, después que llueve, como se muestra en la figura.

En el caso específico de esta vía, las labores de limpieza están a cargo de los ayuntamientos de ambas provincias.



Figura 20. Acumulación de lodo en el arcén de la carretera El Seibo – Hato Mayor.

Capítulo 5. Plan de mantenimiento vial y aplicación al caso citado

5.1. Descripción de la infraestructura

Esta carretera está ubicada en la zona Noreste de la Republica Dominicana, comunicando las provincias de Hato Mayor del Rey y el Seibo. El tramo que se analizara para este trabajo va desde el kilómetro 0+000 hasta el kilómetro 22+000, la altitud de este tramo es de 110 msnm en su inicio en El Seibo y de 100 msnm en el final en la provincia de Hato Mayor. El diseño de esta carretera se realizó siguiendo la normativa del Manual de Diseño Geométrico para carreteras elaborado por la Dirección General de reglamentos y sistemas del Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones de este país.

Esta vía pertenece a la carretera Mella, que es la carretera número 4 en el país. En la **Figura 21** se muestra un croquis de la ubicación de la carretera.



Figura 21. Croquis de la ubicación de la carretera El Seibo - Hato Mayor.

Geográficamente esta vía está localizada entre las siguientes coordenadas UTM WGS84:

- 18°46'05.1"N 69°02'22.5"W
- 18°45'50.7"N 69°15'09.0"W

5.1.1. Configuración geométrica

El diseño geométrico de la carretera ha sido desarrollado por el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones de la República Dominicana siguiendo las recomendaciones de los especialistas de Tráfico, Geología y Geotecnia, Hidrología e Hidráulica, Suelos y Pavimentos.

El estudio incluye la determinación de la velocidad directriz, la sección transversal, ancho de calzada, ancho de berma, bombeo, taludes de corte y relleno, peraltes, y parámetros de diseño del alineamiento horizontal y vertical, distancia de visibilidad de sobrepaso, el radio mínimo para el peralte máximo, el sobreancho, la longitud de transición y la pendiente máxima. El ancho de calzada que posee esta carretera es de 7.20m con 0.5m de arcén a cada lado de la vía, la velocidad para la cual fue diseñada es de 70 km/hr.

En cuanto a los taludes para esta vía, la inclinación y altura de los taludes tanto en corte como en terraplenes, varían a lo largo de la carretera según lo indicado por el especialista de geología y geotecnia; los mismos obedecen a criterios de estabilidad y a la necesidad de contar con taludes que puedan tener vegetación de forma natural. El talud que posee esta vía es de 1:1.5 (V: H) de esta forma lo especifica el MOPC RD, en su manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras.

Para definir el perfil longitudinal se consideró prioritario las características funcionales de seguridad y comodidad, que se derivan de la visibilidad disponible y de una variación continua y gradual de los parámetros de diseño.

Para las pendientes mínimas de esta vía en aquellos tramos en corte se evitó el empleo de pendientes menores de 0,5%. Se usaron rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes poseen la pendiente necesaria para garantizar el drenaje y que la calzada cuente con un bombeo igual o superior a 2%. En el caso de la pendiente máxima, el valor de la misma es de 6%, tal como lo recomienda el (MOPC RD, 2001).

Los valores máximos del peralte, son controlados por algunos factores como: condiciones climáticas, frecuencia de vehículos pesados de bajo movimiento, entre otras, para la carretera El Seibo - Hato Mayor el valor máximo absoluto es de 8%, como lo estipula el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del (MOPC RD, 2001). En la **Tabla 72** se resumen los parámetros de diseño geométrico de la carretera El Seibo - Hato Mayor. En la **Figura 22** se muestra la sección típica de la vía.

PARAMETRO	UNIDAD	CARRETERA EL SEIBO - HATO MAYOR
Categoría de la vía		Secundaria
Características		Carretera de dos carriles
Velocidad directriz de diseño	Km/h	70
Ancho de superficie de rodadura	m	7.20
Ancho del arcén	m	0.5
Ancho de la calzada	m	8.20
Pendiente máxima longitudinal	%	6%
Pendiente mínima longitudinal	%	2%
Peralte Máximo	%	8%
Talud de relleno		1.5 H : 1V

Tabla 72. Parámetros de diseño geométrico de la carretera El Seibo - Hato Mayor.

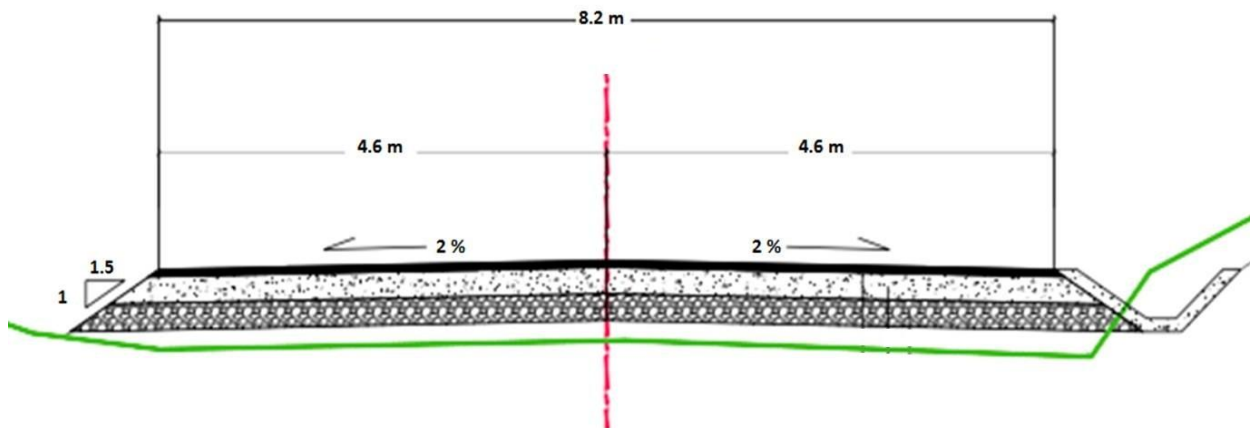


Figura 22. Sección típica de la carretera El Seibo - Hato Mayor.

5.1.2. Estudio del tráfico

Los datos obtenidos para este apartado son provenientes del estudio de tráfico realizado por el (MOPC RD, 2017) para esta carretera. Los conteos se realizaron durante 7 días y en las 24 horas del día, cada 15 minutos, con el objetivo de evaluar posibles intensidades de flujo. La clasificación vehicular utilizada estuvo compuesta por; Autos, Station Wagon, Pick Up, Camioneta Rural, Micros, Bus, Camión, Trayler, y Semitrayer.

De acuerdo a la demanda, el IMD obtenido en el estudio de tráfico está comprendido entre 432 veh/día, y 571 veh/día, demostrándose que el IMD es mayor a 400 veh/día, por lo que para el desarrollo de este trabajo, se considera que la vía clasifica como una carretera secundaria o regional.

En cuanto a la frecuencia de viaje para esta carretera corresponde al 56% a quienes viajan diariamente, 19% a los que viajan 2 ó 3 veces por semana y 26% viaja eventualmente.

Para la vía se efectuaron proyecciones de tráfico siguiendo las tasas de crecimiento anual propuestas en el Estudio de Pre-Inversión del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera El Seibo - Hato Mayor para el año 2025, elaborado por (MOPC RD, Fideicomiso RD Vial, 2013). En la **Tabla 73** se muestran las tasas de crecimiento promedio anual.

Año	Vehículos Ligeros	Transporte Público de Pasajeros	Transporte de carga
2025	2.5%	2.5%	4.0%

Tabla 73. Tasa de crecimiento vehicular medio anual. (MOPC RD, Fideicomiso RD Vial, 2013)

5.1.3. Condiciones climáticas

La carretera en estudio presenta un clima típico de la Republica Dominicana, caluroso, y en el caso de esta carretera al no tener una diferencia de altura considerable entre su punto de inicio y final, la temperatura a lo largo del tramo completo, el clima suele variar entre el día y la noche, ya que la humedad relativa al anochecer aumenta. Esta zona presenta un régimen pluvial muy irregular por encontrarse en el comienzo de la Zona Noreste del país, generalmente las precipitaciones pluviales se registran entre los meses de Abril a Noviembre, siendo Mayo el mes de mayor precipitación. La temperatura promedio es de 25.8 ° C y la precipitación media 1432. En la **Figura 23** se presenta un diagrama de las precipitaciones por mes durante el año 2017 en la carretera El Seibo - Hato Mayor de la zona en la cual que se encuentra la carretera. Por otro lado en la **Tabla 74** se muestra un resumen de los datos climatológicos significativos de esta vía.

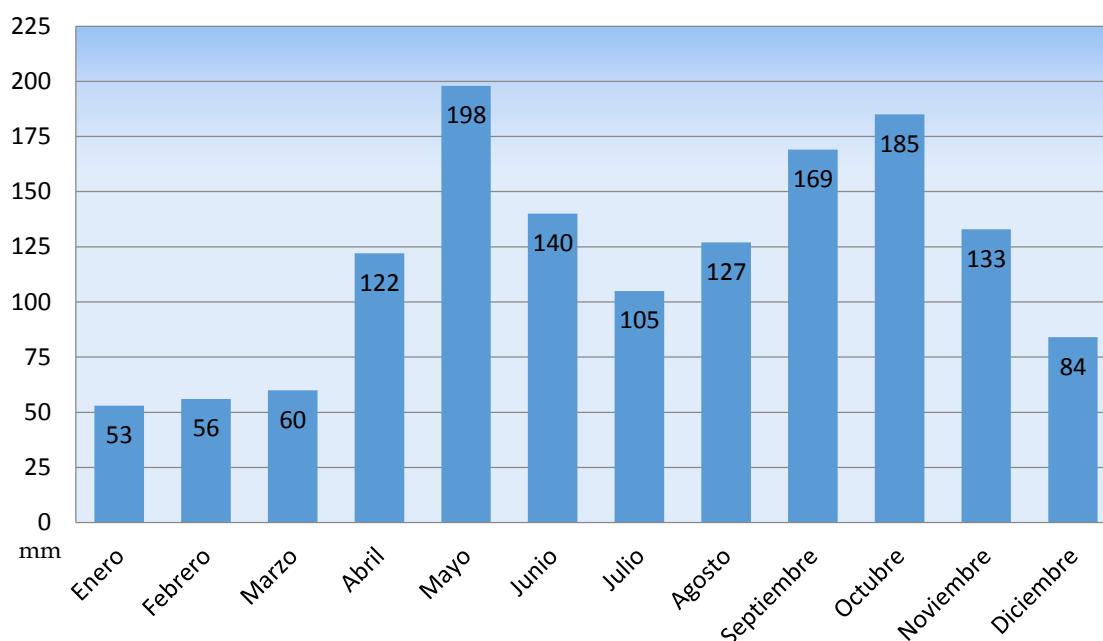


Figura 23. Diagrama de precipitaciones de la carretera El Seibo - Hato Mayor (ONAMET RD, 2017)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	23.8	24	24.8	25.4	26.2	26.8	27.4	27.4	27.1	26.6	25.5	24.4
Temperatura min. (°C)	18.4	18.4	18.9	19.7	20.9	21.5	21.9	21.9	21.5	21.3	20.4	19.2
Temperatura máx. (°C)	29.3	29.7	30.7	31.2	31.6	32.2	32.9	33	32.7	32	30.7	29.6

Tabla 74. Datos climatológicos carretera El Seibo - Hato Mayor (ONAMET RD, 2017)

5.2. Materiales constituyentes

La información técnica de los materiales constituyentes de la carretera fue suministrada por el (Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones, 2017)

- **Hormigón Asfáltico**

El que posee esta carretera tiene un coeficiente estructural igual a 0.42/pulgada, y un espeso de 4" de capa de rodadura.

- **Base granular**

Base granular, con coeficiente estructural igual a 0.14/pulgada, con coeficiente de drenaje de 1.10 y un Módulo Resiliente igual a 30 ksi.

- **Sub-base granular**

Sub-base granular, con coeficiente estructural igual a 0.11/pulgada, un coeficiente de drenaje de 1.10 y un Módulo Resiliente de 15 ksi.

- **Pintura**

La utilizada para esta carretera tiene las siguientes especificaciones técnicas: un pigmento de 55% en peso, un 45% en peso de agentes de unión, el peso unitario mayor es de 1.42 gr/cm³

- **Tachas**

Las que contiene esta vía tienen una altura de 2 centímetros, con una base cuadrada de 10 x 10 centímetros, son de tipo bidireccional, las que están colocadas en las franjas centrales de la carretera son de color blanco, y las que están colocadas al borde del arcén son de color amarillo. El peso aproximado de cada una es de 110 g.

- **Señales Verticales**

El límite de fluencia del acero utilizado para el poste de las señales verticales de esta carretera es de 27 kg/mm², los tubos utilizados para las señales son de 2" de diámetro y 2 mm de espesor cumpliendo con las especificaciones de MOPC RD. La parte que forma el tablero de la señal vertical es de acero galvanizado calibre dieciséis (16), con un revestimiento en ambas caras de una capa de zinc.

- **Barreras metálicas de contención de vehículos**

Estas barreras están fabricadas en acero galvanizado calibre 12, con resistencia a la corrosión y calidad G-200.

5.3. Definición del ambiente y de las vidas útiles

5.3.1. Clases de exposición

La carretera se encuentra expuesta a distintos desastres naturales debido a su ubicación, la mayor parte de la vía está dentro de la zona 1 que es considerada zona de alta sismicidad. Las provincias que une la carretera (El Seibo y Hato Mayor) se localizan dentro de las zonas de fallas tectónicas activas de La República Dominicana y cercanas a la falla Higuey - Yabon.

Otro desastre natural a la cual la vía está expuesta es a los huracanes, ya que el país es constantemente golpeado por este tipo de fenómenos, lo que ocasiona que sobre la carretera se produzcan precipitaciones que en ocasiones superan los 400 milímetros en un lapso de 3 días, trayendo también desechos que causan daños a los vehículos que transitan y al pavimento.

Por otro lado el terreno sobre el cual se encuentra la carretera en su mayor parte es regular y poco accidentado, esto hace que sus pendientes sean poco pronunciadas, a pesar de su cercanía con la cordillera oriental de la República Dominicana.

5.3.2. Vidas útiles

En la **Tabla 75** se muestra la vida útil de los principales materiales que constituyen la carretera El Seibo - Hato Mayor, este es el periodo de tiempo en que dichos elementos cumplen su función sin que caiga su nivel de servicio por debajo de los umbrales de aceptación.

Elementos	Vida Útil
Pavimento asfáltico	10 años
Barreras metálicas de contención vehicular	15 años
Pintura	3 años
Señales verticales	5 años

Tabla 75. Vida útil de materiales de la carretera El Seibo - Hato Mayor.

5.4. Definición de los puntos críticos

Aquellos aspectos a los cuales se le debe prestar una mayor atención durante la fase de conservación de la carretera para que se pueda garantizar el correcto funcionamiento de la vía durante su vida útil, son los siguientes:

- **Accidentalidad**

La carretera de El Seibo - Hato Mayor en el año 2017 tuvo un total de 40 muertos por accidentes de tránsito, lo que resulta una cifra muy alta, es por esto que al momento de realizar cualquier tipo de mantenimiento en la vía, se deben tomar estrictas medidas de seguridad para que no se produzcan accidentes.

- **Impacto de las precipitaciones sobre el asfalto**

Durante el mes de Mayo, y durante el periodo de meses Septiembre, Octubre y Noviembre, se debe prestar especial atención al estado del asfalto ya que ocurren frecuentes precipitaciones que pueden dar paso a inundaciones en algunos tramos de la carretera ocasionando que se deteriore la infraestructura vial.

- **Postes de luz**

La vía posee pocos postes de luz por lo que es importante mantener en buen estado los existentes.

- **Tachas**

El tránsito que de la carretera El Seibo - Hato Mayor en su mayoría es de vehículos pesados, lo que ocasiona un mayor impacto sobre este elemento de la vía, acortando así su vida útil, por lo cual se debe tener atención especial en el mantenimiento de las mismas.

5.5. Criterios de inspección

Ya que la inspección para esta vía tiene como finalidad que se obtengan datos de los deterioros existentes en cualquier elemento de la estructura, la misma debe ser realizada por un personal técnico calificado en patología de carreteras.

El departamento de Dirección General de Mantenimiento de Carreteras y Caminos Vecinales del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones es quien se encargara de las inspecciones con fines de conservación para esta carretera. También se encargara de certificar al personal que trabajara en las inspecciones de esta vía.

Para la planificación de la inspección, el MOPC debe realizar la recolección de los datos y documentos de la carretera que sean pertinentes para la labor de mantenimiento de la misma, estudiando la información. Luego de esto se analiza los recursos necesarios para la ejecución de la inspección. Las siguientes tablas muestran la ficha de inspección que se utilizará en la carretera El Seibo - Hato Mayor para los distintos elementos de la misma.

Ficha de inspección visual de Capa de Rodadura							
Fecha:			Nombre de la carretera:				
Código de la falla	Área	Localización	Severidad	Foto #	Observación	Fecha de reparación	Foto de reparación #

Tabla 76. Ficha de inspección visual de capa de rodadura.

Para realizar las reparaciones de la capa de rodadura, luego de efectuada la inspección visual se debe contrastar el nivel de severidad con las tablas de deterioro de pavimentos flexibles del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones de la República Dominicana, verificando también las tolerancias de los valores mínimos admisibles para saber con qué rapidez se deben realizar las operaciones de mantenimiento y con qué prioridad en caso de que se produzcan varias fallas de forma simultánea.

Ficha de inspección visual Señalización Vertical			
Generalidades		Deterioro	
Numero de Señal		Oxidación (0 - 10)	
Reflectancia		Decoloración (0 - 10)	
Visibilidad (0 - 10)		Daños en estructura o cimentación (0 - 10)	
Localización		Suciedad (0 - 10)	

Tabla 77. Ficha de inspección visual de señalización vertical.

Para la señalización vertical, en cuanto a la inspección visual la puntuación para determinar el estado de la señal es la siguiente:

0 - 25 (Deficiente - Debe remplazarse)

26 - 40 (Aceptable - Requiere mantenimiento mínimo)

41 - 50 (Muy Buena - No requiere ninguna acción)

Para que la señal vertical sea calificada de forma positiva en la inspección visual, se debe cumplir el valor mínimo admisible de reflectancia y a su vez la valoración de la inspección debe ser mayor de 20 puntos cumpliendo con el criterio de aceptable, de lo contrario la señal debe ser remplazada.

Ficha de inspección visual de Pintura					
	Km (0 - 5)	Km (6 - 10)	Km (11 - 15)	Km (16 - 20)	Km (21 - 25)
Desgaste					
Eje (0 - 10)					
Arcén (0 - 10)					
Geometría					
Eje (0 - 10)					
Arcén (0 - 10)					
Decoloración					
Eje (0 - 10)					
Arcén (0 - 10)					

Tabla 78. Ficha de inspección visual de la pintura de la carretera.

Para pintura, en el arcén y en el eje por separado y por kilómetro, en la inspección visual, la puntuación para determinar el estado de la misma es la siguiente:

0 - 15 (Deficiente - Se debe repintar)

16 - 25 (Aceptable - Requiere mantenimiento mínimo)

26 - 30 (Muy Buena - No requiere ninguna acción)

Capítulo 5. Plan de mantenimiento vial y aplicación al caso citado

Para que la pintura sea calificada de forma positiva en la inspección visual, se debe cumplir el valor mínimo admisible de reflectancia y a su vez la valoración de la inspección debe ser mayor de 15 puntos cumpliendo con el criterio de aceptable, de lo contrario se debe repintar.

Señalización Horizontal					
	N° Total	N° Sucios	N° Rotos	N° Mal Orientados	N° Buen Estado
Tachas					
Eje					
Arcén					
Reductores de velocidad					
Eje					
Arcén					

Tabla 79. Ficha de inspección visual de señalización horizontal.

En cuanto a la señalización horizontal en el caso de las tachas y los reductores de velocidad, para el eje y el arcén por separado, si el número de tachas que se encuentran en buen estado no sobrepasa el 70% y el valor medido de la reflectancia es inferior al valor mínimo admisible se deben realizar las operaciones de mantenimiento.

5.6. Medios de acceso

El acceso a la carretera se puede realizar por varios puntos desde Hato Mayor, a través de la ruta 166 desde Sabana de la Mar, utilizando la Carretera Mella desde San Pedro de Macorís, o a través de la carretera 66.

Desde la provincia de El Seibo el acceso se realiza a través de la carretera 4 desde la provincia La Altagracia, o a través de la carretera 107 desde Miches.

5.7. Criterios de evaluación (Umbral de aceptación)

En el acápite 3.7 se detallan los criterios de evaluación y las tolerancias para los elementos que forman parte de la infraestructura vial.

5.8. Plantillas de actividades de mantenimiento

Luego de que se realizó el diagnóstico del estado actual de la vía, en base a mi criterio y apoyándome en la norma ASSHTO, las normas establecidas por el MOPC de Republica Dominicana y de Perú, y criterios instituidos por la Asociación Española de la Carretera, se seleccionaron una serie de actividades que se tabularon en forma de plantilla, esto debe realizarse para cada labor de mantenimiento que se haga en la vía. Para este trabajo solo se realizaron las actividades que se prevé que se ejecuten con mayor frecuencia en el tramo de carretera que se ha seleccionado.

Mantenimiento Correctivo		
Actividad: Sellado de fisuras y grietas		
Código: COR-001		
Propósito y criterios para ejecución:		
Se debe sellar todas las fisuras y grietas de la capa de rodadura con material bituminoso, de manera que se impida que el agua se adentre en la base del pavimento. Se consideran fisuras aquella que tiene una abertura menor a 3mm y grietas aquellas que tengan abertura igual o mayor a 3mm.		
Procedimiento de trabajo		
1	Aislar la zona de trabajo mediante la colocación de señales y elementos de seguridad.	
2	Delimitar el área donde se ejecutará el sellado.	
3	Limpiar de forma adecuada las fisuras y grietas con aire a presión.	
4	Rellenar las aberturas con material bituminoso.	
5	Luego que de que se certifique que el material bituminosos no se desprenderá con el paso de los automóviles habilitar de nuevo la vía.	
NOTA:		
Personal	Equipo	Material a utilizar
1 Capataz	1 Camión de plataforma	Material bituminoso de relleno
1 Chofer	1 Compresor	
3 Peones		
Observaciones:		
Fecha:	Aprobado por (Nombre y Firma):	

Tabla 80. Plantilla de mantenimiento para trabajos de sellado de fisuras y grietas.

Mantenimiento Correctivo		
Actividad: Bacheo con mezcla previa		
Código: COR-002		
Propósito y criterios para ejecución:		
Reparación de baches pequeños que no requieran reemplazar el material de base, con material asfáltico de mezcla previa, para restituir la carpeta asfáltica.		
Procedimiento de trabajo		
1	Aislar la zona de trabajo mediante la colocación de señales y elementos de seguridad.	
2	Barrer el área que va a ser bacheada	
3	Extraer el material suelto o roto con pala, pico u otros medios y encuadrar el área que va a ser bacheada.	
4	Asegurarse que el área este seca.	
5	Imprimir de forma uniforme el área con asfalto.	
6	Colocar la mezcla con palas o descargarlas directamente del camión. Si el área a ser bacheada es muy grande las capas no deben exceder los 5cm de espesor, y se debe apisonar de forma manual.	
7	Realizar la nivelación de la mezcla con palas y rastrillo.	
8	Compactar el bacheo luego que la mezcla se haya enfriado lo suficiente como para que la compactadora no levante el material.	
9	Revisar el bache para asegurar que esta nivelado y corregir en caso de que sea necesario.	
NOTA:		
Personal	Equipo	Material a utilizar
1 Capataz	3 Camiones Volquetes	Concreto Asfáltico
2 Operadores	1 Compactador Liso	Material de base en caso de ser necesario
3 Choferes	1 Motoniveladora	
5 Peones		
Observaciones:		
Fecha:	Aprobado por (Nombre y Firma):	

Tabla 81. Plantilla de mantenimiento para trabajos de bacheo con mezcla previa.

Mantenimiento Correctivo			
Actividad: Restauración de plataforma con motoniveladora			
Código: COR-003			
Propósito y criterios para ejecución:			
Realizar la reposición del material faltante, en largas secciones de plataforma de tierra, escarificando, limpiando el contratalud, compactando y perfilando utilizando el suelo común del contratalud. Esta operación se realiza para la recuperación de la cota de la rasante y la sección transversal original de la ruta.			
Procedimiento de trabajo			
1	Aislar la zona de trabajo mediante la colocación de señales y elementos de seguridad.		
2	Limpiar aproximadamente 3 metros de la franja colocando afuera el material orgánico.		
3	Remover suelo común del contratalud y levantar la plataforma con motoniveladora.		
4	Regularizar y conformar el talud con motoniveladora.		
5	Humedecer el material según las especificaciones del mismo.		
6	Compactar y perfilar de acuerdo a la sección transversal tipo.		
NOTA:			
	Personal	Equipo	Material a utilizar
	1 Chofer	1 Motoniveladora	
	1 Peón	1 Compactadora	
		1 Camión cisterna	
Observaciones:			
Fecha:	Aprobado por (Nombre y Firma):		

Tabla 82. Plantilla de mantenimiento para trabajos de restauración de plataforma con motoniveladora.

Mantenimiento Correctivo		
Actividad: Nivelación con mezcla asfáltica		
Código: COR-004		
Propósito y criterios para ejecución:		
Nivelar aquellas secciones de la capa de rodadura asfáltica para restaurarla a su forma original.		
Procedimiento de trabajo		
1	Aislar la zona de trabajo mediante la colocación de señales y elementos de seguridad.	
2	Remover los materiales sueltos de la superficie asfáltica.	
3	Colocar la mezcla con palas o descargarlas directamente del camión. Si el área es muy grande las capas no deben exceder los 5cm de espesor.	
4	Esparcir la mezcla previa con motoniveladora o esparcidora. Asegurarse de que la superficie este nivelada y que los bordes del área nivelada coincidan con el pavimento existente.	
5	Compactar el material que se ha esparcido.	
6	Examinar las áreas niveladas y corregir en caso de ser necesario.	
7	Utilizar el compresor para soplar el polvo que se encuentre sobre la superficie.	
NOTA:		
Personal	Equipo	Material a utilizar
1 Capataz	3 Camiones Volquetes	Asfalto y mezcla previa
2 Operadores	1 Camión Asfalto	
4 Choferes	1 Motoniveladora	
4 Peones	1 Compactadora	
	1 Compresor de aire	
Observaciones:		
Fecha:	Aprobado por (Nombre y Firma):	

Tabla 83. Plantilla de mantenimiento para trabajos de nivelación con mezcla asfáltica.

Mantenimiento Preventivo		
Actividad: Limpieza a mano de alcantarillas y obras de arte		
Código: PRE-001		
Propósito y criterios para ejecución:		
Realizar la limpieza del material que se considere ajeno al interior de las alcantarillas de tubo, de la misma forma hacerlo para todas las obras de arte, incluyendo las entradas y salidas de las mismas, para que de esta forma se pueda garantizar el buen escurrimiento del agua.		
Procedimiento de trabajo		
1	Aislar la zona de trabajo mediante la colocación de señales y elementos de seguridad.	
2	Limpiar basuras y sedimentos, retirando todo material extraño de las alcantarillas, todo tipo de obras de arte, incluyendo sus entradas y salidas, de tal modo que no exista disminución de la sección para que el agua pueda escurrirse de forma libre.	
3	Disponer adecuadamente toda la basura, sedimentos, o cualquier otro material.	
NOTA:		
Personal	Equipo	Material a utilizar
1 Capataz	1 Camión de plataforma	
1 Chofer	Herramientas de mano: pico, pala, etc.	
3 Peones		
Observaciones:		
Fecha:	Aprobado por (Nombre y Firma):	

Tabla 84. Plantilla de mantenimiento para trabajos de limpieza de alcantarillas y obras de arte.

Mantenimiento Preventivo		
Actividad: Demarcación de pavimentos		
Código: PRE-002		
Propósito y criterios para ejecución:		
Consiste en mantener de forma adecuada la señalización horizontal existente, y complementarla en caso de ser necesario.		
Procedimiento de trabajo		
1	Aislar la zona de trabajo mediante la colocación de señales y elementos de seguridad.	
2	Aplicar la pintura utilizando medios mecánicos.	
3	Las pinturas deben ser reflectantes cumpliendo con las normas establecidas en los manuales del MOPC RD.	
4	Solo se aplicara la pintura en superficies limpias y secas y en condiciones climáticas favorables.	
NOTA: La pintura no se debe aplicar cuando exista el peligro de lluvia, neblina o condensación.		
Personal	Equipo	Material a utilizar
1 Chofer	1 Maquina Pintabanda	Pintura con microesferas de vidrio apta para pavimentos.
1 Ayudante de operador		
3 Peones		
Observaciones:		
Fecha:	Aprobado por (Nombre y Firma):	

Tabla 85. Plantilla de mantenimiento para trabajos de demarcación de pavimentos.

Mantenimiento Preventivo		
Actividad: Cortar vegetación a maquina		
Código: PRE-003		
Propósito y criterios para ejecución:		
Podar la vegetación a ambos lados de la carretera a 3 metros del borde externo del arcén, dándole así mayor seguridad al tránsito.		
Procedimiento de trabajo		
1	Aislar la zona de trabajo mediante la colocación de señales y elementos de seguridad.	
2	Cortar vegetación con maquina hasta la altura de 10 cm	
NOTA: Es conveniente que se programe esta actividad cerca de otros trabajos, para evitar problemas de transporte de maquina o personal.		
Personal	Equipo	Material a utilizar
1 Operador	1 Tractor con rotativa	
Observaciones:		
Fecha:	Aprobado por (Nombre y Firma):	

Tabla 86. Plantilla de mantenimiento para trabajos de cortar vegetación a máquina.

Mantenimiento Preventivo		
Actividad: Limpieza de señales		
Código: PRE-004		
Propósito y criterios para ejecución:		
Consiste en limpiar la cara donde se encuentran los símbolos y leyendas de una placa de señalización, retirando el polvo, grasas, aceites o cualquier otra suciedad que disminuya la reflectancia y legibilidad.		
Procedimiento de trabajo		
1	Aislar la zona de trabajo mediante la colocación de señales y elementos de seguridad.	
2	Para la realización del trabajo, el vehículo usado debe contar con dos tanques, una bomba pequeña y mangueras con el largo suficiente para alcanzar todas las señales.	
3	La parte de la señal que contiene los símbolos o leyendas deberá ser rociada con la solución limpiadora, y cepillada con un cepillo o escobilla de cerdas suaves; luego de esto lavar la superficie de la misma con agua limpia.	
4	Los materiales extraídos o sobrantes deberán trasladarse a vertederos autorizados.	
NOTA: Es conveniente que se programe esta actividad cerca de otros trabajos, para evitar problemas de transporte de maquina o personal. No debe utilizarse en señales que tienen reflectores acrílicos, ya que destruye su calidad reflectante.		
Personal	Equipo	Material a utilizar
1 Capataz	1 Camión	Detergente
3 Peones	1 Bomba	Agua
		Disolvente para abrillantar placa
Observaciones:		
Fecha:	Aprobado por (Nombre y Firma):	

Tabla 87. Plantilla de mantenimiento para trabajos de limpieza de señales.

Mantenimiento Preventivo		
Actividad: Mantenimiento de barreras de contención vehicular		
Código: PRE-005		
Propósito y criterios para ejecución:		
Conservar las barreras de contención fijadas sobre postes metálicos, incluyendo en caso de ser necesario pintar tanto las defensas como los postes de sustentación.		
Procedimiento de trabajo		
1	Aislar la zona de trabajo mediante la colocación de señales y elementos de seguridad.	
2	Retirar las defensas y los postes de sustentación que están dañados, depositándolos en un lugar adecuado.	
3	Instalar los postes de sustentación de forma vertical enterrando hasta 1,0 m de profundidad, relleno de la excavación con material granular que permita realizar de forma adecuada la compactación. Las defensas se sujetarán a los postes mediante tornillos galvanizados.	
NOTA:		
Personal	Equipo	Material a utilizar
1 Capataz	1 Camión	POSTES Y DEFENSAS, de acero laminadas en caliente, espesor calibre 12(BG) 2,5 mm, con tratamiento de zinc.
1 Chofer	1 Equipo Soplador	
3 Peones	Herramientas de mano: palas, picos, mazos, brochas, etc.	
Observaciones:		
Fecha:	Aprobado por (Nombre y Firma):	

Tabla 88. Plantilla de mantenimiento para trabajos de mantenimiento de defensas metálicas.

Capítulo 5. Plan de mantenimiento vial y aplicación al caso citado

5.9. Valoración de operaciones de mantenimiento e inspección

Para realizar la valoración de la conservación de esta carretera, se muestra en la **Tabla 89** un presupuesto con las principales partidas que se realizarán para el mantenimiento preventivo, donde se expresa como porcentaje el valor monetario del mantenimiento anual con respecto al costo total de construcción de la vía. Este monto se obtuvo elaborando un Análisis de Precio Unitario de cada rubro que luego se contrastó con el costo total de la carretera.

Para el mantenimiento correctivo es necesario realizar una valoración cada vez que se realice una de las distintas partidas de este tipo de conservación, esto se debe a que el trabajo varía de acuerdo a la severidad de la reparación.

PRESUPUESTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL DE LA CARRETERA EI SEIBO - HATO MAYOR	
PARTIDA	VALOR MONETARIO EXPRESADO COMO PORCENTAJE CON RESPECTO AL COSTO TOTAL DE LA CARRETERA.
COSTOS DIRECTOS	
LIMPIEZA DE LA CAPA DE RODADURA	0.04%
CORTE DE VEGETACION A MANO	0.07%
LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS Y OBRAS DE ARTE	0.01%
DEMARCAACION DE PAVIMENTOS	0.33%
LIMPIEZA DE SEÑALES VERTICALES	0.02%
MANTENIMIENTO DE TACHAS REFLECTIVAS	0.04%
MANTENIMIENTO DE BARRERAS DE CONTENCION VEHICULAR	0.01%
MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE POSTES DE ILUMINACION	0.02%
ACTIVIDADES RUTINARIAS VARIAS	0.02%
TOTAL COSTE DIRECTO =	0.56%
COSTOS INDIRECTOS	
DIRECCION TECNICA	0.06%
GASTOS ADMINISTRATIVOS	0.02%
SEGUROS Y FIANZAS	0.02%
TRANSPORTE DE EQUIPOS	0.02%
TOTAL COSTE INDIRECTO =	0.12%
TOTAL GENERAL =	0.68%

Tabla 89. Valoración de operaciones de mantenimiento e inspección.

Capítulo 6. Conclusiones y Líneas Futuras de Investigación

Cuando se diseña un plan de mantenimiento existen aspectos que son imprescindibles, teniendo en cuenta esto en el presente trabajo se realizó un análisis de aquellos factores significativos para la conservación de las carreteras, y se argumentó acerca de la importancia que tienen los mismos para un país en vías de desarrollo como República Dominicana.

De la misma forma se efectuó un análisis de aquellas variables que se deben tener en cuenta para que las carreteras de este país mantengan niveles de servicio adecuados, estableciéndose valores mínimos admisibles para cada una de ellas y realizando tablas que contienen los indicadores, formas de medición y tolerancias que se deben tener en consideración al momento de la inspección visual de la vía, facilitando de esta manera las labores de mantenimiento.

Para emplear el plan de mantenimiento que se diseñó en este trabajo, se realizó inicialmente el diagnóstico del estado actual de la carretera El Seibo - Hato Mayor. En el análisis y evaluación de esta vía, se tomaron en cuenta aquellos aspectos relevantes para el procedimiento de conservación y en conjunto con imágenes expuestas se analizaron cada uno de los principales problemas estructurales que tiene la carretera en la actualidad. Todo esto, con el fin de conocer aquellas labores que se deben realizar de antemano para que la carretera se encuentre en buen estado al momento en el que se comience a aplicar el plan de mantenimiento diseñado.

Con fines de realizar el diseño del procedimiento de conservación, se sopesaron aspectos de la carretera El Seibo - Hato Mayor como son el diseño geométrico, estudio del tráfico, condiciones climáticas, entre otros, y se pudo afirmar mediante el desglose de estos factores que para cada carretera es necesario un plan de mantenimiento distinto. A pesar de esto, el plan diseñado en este trabajo, se hizo de forma tal, que con el cambio de los aspectos mencionados y manteniendo factores como criterios de inspección y evaluación, entre otros; se pueda elaborar con facilidad un plan de conservación nuevo para aplicarse en otras vías, partiendo del diseñado en este trabajo.

Por otro lado, para este trabajo se efectuó una estimación de gastos de conservación que permite tener un enfoque razonable al problema de fijar un presupuesto apropiado para el establecimiento y funcionamiento de un plan de mantenimiento. Esto se realizó mediante la asignación anual de un porcentaje del valor total de la infraestructura vial, permitiendo de esta manera un reajuste automático a cualquier cambio que se decida realizar en esta carretera. De igual forma que el diseño del plan de mantenimiento, la estimación de gastos de conservación se elaboró con el propósito de que se pueda realizar con facilidad una nueva estimación de gastos de conservación para otras carreteras a partir de la que se efectuó en este trabajo.

Como línea futura, se tiene previsto aplicar en distintas carreteras el plan de mantenimiento diseñado, lo que permitirá realizar un diagnóstico de la eficacia y eficiencia de lo que se ha planteado.

Se puede afirmar que lo expuesto en este trabajo, puede servir como punto de partida para la elaboración de un Manual de Mantenimiento de Carreteras ejecutado por la Dirección General de Reglamentos y Sistemas del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones de la República Dominicana, por consiguiente, impulsando así a esta institución a realizar una mejor gestión en cuanto al mantenimiento de la infraestructura vial del país.

Capítulo 7. Referencias Bibliográficas

Capítulo 7. Referencias Bibliográficas

- (OCDE), O. p. (19 de Enero de 2018). (OCDE). Obtenido de <http://www.oecd.org/centrodemexico/laocde/>
- ACHE, & ATC. (2015). *Guía para la redacción del plan de mantenimiento de puentes*. Madrid: Huna Soluciones Gráficas S.L.
- Beviá García, J., & Bañón, L. (2000). *Manual de carreteras. Volumen II: construcción y mantenimiento*. Alicante: Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A.
- Diario de 3. (18 de Enero de 2018). *Diario de 3*. Obtenido de <http://www.diariode3.com/sociedad-ecologica-rechaza-construccion-de-carretera-cibao-sur/>
- Dirección General de Carreteras de España. (2012). *Guía para la realización de inspecciones principales de obras de paso en la red de carreteras del estado*. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento.
- European Federation of National Maintenance Soc. (10 de Enero de 2018). *European Federation of National Maintenance Societies*. Obtenido de <https://www.nfv.no/images/artikler/EFNMS-Who-are-we-Final.pdf>
- Ezama, L. (2015). *Gestión del mantenimiento en edificación*. España: COATIE ALBACETE.
- FCD. (1996). *Sistemas de gestión de mantenimiento de carreteras en los países en desarrollo*. Madrid: Fundación de Cooperación para el desarrollo de Infraestructuras.
- Gutiérrez, O., Álvarez, B., & Achútegui, F. (2003). *Desarrollo práctico de los sistemas de gestión de firmas*. Symbol XXI.
- Hernández-Aznar, E. (10 de Noviembre de 2015). *Forbes Mexico*. Obtenido de <https://www.forbes.com.mx/infraestructura-vial-crucial-para-republica-dominicana/>
- J.M.Worm, & Harten, A. (1996). Model based decision support for planning of road maintenance. *Elsevier Science Limited*, 12.
- Ken Atkinson. (1994). *Highway Maintenance Handbook*. Londres: Thomas Telford Publications.
- Kraemer, C., Rocci, S., Romana, M., del Val, M., Padillo, J., & Sánchez, V. (2004). *Ingeniería de Carreteras Volumen 2*. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U.
- Listin Diario. (5 de Octubre de 2017). La inversión en infraestructura vial supera RD\$82 millones. *Listin Diario*, pág. 1.
- Mella, C. (2017). Análisis de la Violencia Vial. *X Cumbre Seguridad y Defensa 2017, Fortalecimiento de la Seguridad Vial* (pág. 8). Santo Domingo: FUNGLODE.

- MOPC RD. (2001). *Especificaciones generales para la construcción de carreteras*. Santo Domingo: Dirección General de Reglamentos y Sistemas.
- MOPC RD. (2001). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*. Santo Domingo: Dirección General de Reglamentos y Sistemas.
- MOPC RD. (2011). *Licitación Pública Nacional No. MOPC-LPN-001-2011* . Santo Domingo.
- MOPC RD. (2011). *Reglamento para el análisis y diseño sísmico de estructuras* . Santo Domingo: Dirección General de Reglamentos y Sistemas.
- MOPC RD. (2013). *Fideicomiso RD Vial*. Cámara de Diputados de la Republica Dominicana, Santo Domingo de Guzmán.
- MOPC RD. (2015). *Especificaciones especiales para el mantenimiento de carreteras*. Santo Domingo: Dirección general de reglamentos y sistemas.
- MOPC RD. (2016). *Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación*. Santo Domingo: Dirección general de reglamentos y sistemas.
- MOPC RD. (2017). *Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones*. Recuperado el 29 de Diciembre de 2017, de <http://www.mopc.gob.do/transparencia/compras-y-contrataciones/procesos-fideicomiso-rd-vial/>
- Oficina Nacional de Estadística RD. (2017). *Numero de muertes ocurridas en accidentes de tránsito terrestre, por año y sexo según provincia 2017*. Santo Domingo: Oficina Nacional de Estadística RD.
- ONAMET RD. (2017). *Historial de Información Meteorológica*. Santo Domingo: Oficina Nacional de Meteorología.
- Pérez, P. B. (2015). *Gestión de empresas de la construcción, una pincelada*. Tomo 1. Valencia: Universitat Politecnica de Valencia.
- Real Academia Española. (1 de Enero de 2018). *Real Academia Española*. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=JAQijnd>
- Romero, M., Sarmiento, A., Pulido, A., Hernández , N., & Vargas , M. (2015). *Análisis de vulnerabilidad y riesgo de la red vial*. Bogota: Elements Consultores.
- Saez, E. (2015). *Carreteras Pan-Americanas*. Obtenido de <http://www.carreteras-pa.com/reportajes/la-republica-dominicana-en-quinta-posicion-en-el-ranking-latinoamericano-de-carreteras/>
- The highways agency, & Traspooort Scotland. (2011). *Structural Review and Assessment*. Williams Lea Tag.

Capítulo 8. Anexos

8.1. Anexo 1: Análisis de Precio Unitario de la valoración de operaciones de mantenimiento e inspección.

LIMPIEZA DE LA CAPA DE RODADURA				
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	
Limpieza de ambos carriles de la vía incluyendo el arcén. (Rendimiento aproximado de 11 KM por día)		día	Duración aproximada de 2 días con una frecuencia de 6 veces al año.	
1. EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
CAMION BARREDORA	día	1.00	\$ 4,600.00	\$ 4,600.00
HERRAMIENTAS VARIAS	día	3.00	\$ 187.00	\$ 561.00
SUBTOTAL				\$ 5,161.00
2. MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
				\$ -
SUBTOTAL				\$ -
3. MANO DE OBRA				
Trabajador	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
CHOFER	día	1.00	\$ 1,300.00	\$ 1,300.00
AYUDANTE NO CALIFICADO	día	3.00	\$ 500.00	\$ 1,500.00
SUBTOTAL				\$ 2,800.00
TOTAL COSTO DIRECTO				\$ 7,961.00

Tabla 90. Análisis de precio unitario de limpieza de la capa de rodadura.

CORTE DE VEGETACION A MANO				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD		
Limpieza de la vegetación de ambos lados de la carretera, hasta 2 metros a partir del borde externo de la capa de rodadura. (Rendimiento aproximado de 3 KM por día)	día	Duración aproximada de 6 dias con una frecuencia de 3 veces al año.		
1. EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
CAMION PLATAFORMA	día	1.00	\$ 2,800.00	\$ 2,800.00
HERRAMIENTAS VARIAS	día	0.63	\$ 601.80	\$ 376.13
SUBTOTAL				\$ 3,176.13
2. MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
FUNDA DE BASURA PARA JARDINERIA (10 gal)	ud.	250.00	\$ 6.98	\$ 1,745.00
SUBTOTAL				\$ 1,745.00
3. MANO DE OBRA				
Trabajador	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
CHOFER	día	1.00	\$ 700.00	\$ 700.00
AYUDANTE NO CALIFICADO	día	7.00	\$ 500.00	\$ 3,500.00
SUBTOTAL				\$ 4,200.00
TOTAL COSTO DIRECTO				\$ 9,121.13

Tabla 91. Análisis de precio unitario de corte de vegetación a mano.

LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS Y OBRAS DE ARTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD		
Limpieza del interior de todas las alcantarillas en general y de todo tipo de obras de arte. (Rendimiento aproximado de 45 M por día)	día	Duración aproximada de 6 días con una frecuencia de 3 veces al año.		
1. EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
CAMION PLATAFORMA	día	1.00	\$ 2,800.00	\$ 2,800.00
HERRAMIENTAS VARIAS	día	0.50	\$ 601.80	\$ 300.90
SUBTOTAL				\$ 3,100.90
2. MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
				\$ -
SUBTOTAL				\$ -
3. MANO DE OBRA				
Trabajador	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
CAPATAZ	día	1.00	\$ 1,300.00	\$ 1,300.00
CHOFER	día	1.00	\$ 701.00	\$ 701.00
AYUDANTE NO CALIFICADO	día	3.00	\$ 500.00	\$ 1,500.00
SUBTOTAL				\$ 3,501.00
TOTAL COSTO DIRECTO				\$ 6,601.90

Tabla 92. Análisis de precio unitario de limpieza de alcantarillas y obras de arte.

MANTENIMIENTO DE SEÑALES HORIZONTALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD		
Mantenimiento de la señalización horizontal existente y la reposición de ésta en caso de ser necesario. (Rendimiento aproximado de 7 KM por día de demarcación de pavimento.)	día	Duración aproximada de 3 días con una frecuencia de 1 vez al año.		
1. EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
CAMION PLATAFORMA	día	1.00	\$ 2,800.00	\$ 2,800.00
ALQUILER MAQUINA PINTABANDA (INCLUYE PINTURA CON MICROESFERAS DE VIDRIO)	día	1.00	\$ 250,000.00	\$ 250,000.00
HERRAMIENTAS VARIAS	día	5.00	\$ 376.00	\$ 1,880.00
SUBTOTAL				\$ 254,680.00
2. MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
				\$ -
SUBTOTAL				\$ -
3. MANO DE OBRA				
Trabajador	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
CAPATAZ	día	1.00	\$ 1,300.00	\$ 1,300.00
TECNICO CALIFICADO	día	1.00	\$ 1,300.00	\$ 1,300.00
CHOFER	día	1.00	\$ 701.00	\$ 701.00
AYUDANTE NO CALIFICADO	día	4.00	\$ 500.00	\$ 2,000.00
SUBTOTAL				\$ 5,301.00
TOTAL COSTO DIRECTO				\$ 259,981.00

Tabla 93. Análisis de precio unitario de mantenimiento de señales horizontales.

LIMPIEZA DE SEÑALES VERTICALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD		
Limpieza de la cara donde se encuentran los símbolos y leyendas de la señalización. El objetivo es retirar el polvo, grasas, aceites o cualquier otra suciedad que disminuya la nitidez y legibilidad. (Rendimiento aproximado de 45 Ud. por día)	día	Duración aproximada de 1 día con una frecuencia de 3 veces al año		
1. EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
CAMION CISTERNA	día	1.00	\$ 5,400.00	\$ 5,400.00
BOMBA DE AGUA A PRESION	día	1.00	\$ 2,300.00	\$ 2,300.00
HERRAMIENTAS VARIAS	día	3.00	\$ 187.00	\$ 561.00
SUBTOTAL				\$ 8,261.00
2. MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
DETERGENTE	ud.	7.00	\$ 169.00	\$ 1,183.00
SUBTOTAL				\$ 1,183.00
3. MANO DE OBRA				
Trabajador	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
CAPATAZ	día	1.00	\$ 1,300.00	\$ 1,300.00
CHOFER	día	1.00	\$ 701.00	\$ 701.00
AYUDANTE NO CALIFICADO	día	3.00	\$ 500.00	\$ 1,500.00
SUBTOTAL				\$ 3,501.00
TOTAL COSTO DIRECTO				\$ 12,945.00

Tabla 94. Análisis de precio unitario de limpieza de señales verticales.

MANTENIMIENTO DE TACHAS REFLECTIVAS				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD		
Consiste en la colocación de tachas reflectantes sobre el pavimento.(Rendimiento aproximado de 170 ud. por día)	día	Duración aproximada de 3 días con una frecuencia de 1 vez al año.		
1. EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
CAMION PLATAFORMA	día	1.00	\$ 2,800.00	\$ 2,800.00
HERRAMIENTAS VARIAS	día	3.00	\$ 242.00	\$ 726.00
SUBTOTAL				\$ 3,526.00
2. MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
TACHAS (OJOS DE GATO)		170.00	\$ 120.00	\$ 20,400.00
PEGAMENTO BITUMINOSO		2.00	\$ 1,295.00	\$ 2,590.00
SUBTOTAL				\$ 22,990.00
3. MANO DE OBRA				
Trabajador	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
CAPATAZ	día	1.00	\$ 1,300.00	\$ 1,300.00
CHOFER	día	1.00	\$ 701.00	\$ 701.00
AYUDANTE NO CALIFICADO	día	3.00	\$ 500.00	\$ 1,500.00
SUBTOTAL				\$ 3,501.00
TOTAL COSTO DIRECTO				\$ 30,017.00

Tabla 95. Análisis de precio unitario de mantenimiento de tachas reflectivas.

MANTENIMIENTO DE BARRERAS DE CONTENCION VEHICULAR				
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	
Mantenimiento de defensas metálicas, fijadas sobre postes metálicos. (Rendimiento de 60 ml por día)		día	Duración aproximada de 1 día con una frecuencia de 3 veces al año	
1. EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
CAMION PLATAFORMA	día	1.00	\$ 2,800.00	\$ 2,800.00
EQUIPO DE SOLDADURA	día	1.00	\$ 800.00	\$ 800.00
HERRAMIENTAS VARIAS	día	4.00	\$ 256.00	\$ 1,024.00
SUBTOTAL				\$ 4,624.00
2. MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
				\$ -
SUBTOTAL				\$ -
3. MANO DE OBRA				
Trabajador	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
TECNICO CALIFICADO	día	1.00	\$ 1,300.00	\$ 1,300.00
CHOFER	día	1.00	\$ 701.00	\$ 701.00
AYUDANTE NO CALIFICADO	día	4.00	\$ 500.00	\$ 2,000.00
SUBTOTAL				\$ 4,001.00
TOTAL COSTO DIRECTO				\$ 8,625.00

Tabla 96. Análisis de precio unitario de mantenimiento de barreras de contención vehicular.

MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE POSTES DE ILUMINACION				
DESCRIPCION	UN	CANTIDAD		
Limpieza de los postes de iluminación.(Rendimiento aproximado de 38 Ud. por día)	día	Duración aproximada de 2 día con una frecuencia de 2 veces al año		
1. EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
CAMION CISTERNA	día	1.00	\$ 5,400.00	\$ 5,400.00
BOMBA DE AGUA A PRESION	día	1.00	\$ 2,300.00	\$ 2,300.00
HERRAMIENTAS VARIAS	día	3.00	\$ 187.00	\$ 561.00
SUBTOTAL				\$ 8,261.00
2. MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
DETERGENTE	ud.	7.00	\$ 169.00	\$ 1,183.00
SUBTOTAL				\$ 1,183.00
3. MANO DE OBRA				
Trabajador	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
CAPATAZ	día	1.00	\$ 1,300.00	\$ 1,300.00
CHOFER	día	1.00	\$ 701.00	\$ 701.00
AYUDANTE NO CALIFICADO	día	3.00	\$ 500.00	\$ 1,500.00
SUBTOTAL				\$ 3,501.00
TOTAL COSTO DIRECTO				\$ 12,945.00

Tabla 97. Análisis de precio unitario de mantenimiento y limpieza de postes de iluminación.

ACTIVIDADES RUTINARIAS VARIAS				
DESCRIPCION		UN	CANTIDAD	
Actividades de redirección de tráfico cuando se realizan las actividades de mantenimiento.		día	Según sea necesario	
1. EQUIPO Y HERRAMIENTA				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
HERRAMIENTAS VARIAS	día	4.00	\$ 212.00	\$ 848.00
SUBTOTAL				\$ 848.00
2. MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
				\$ -
SUBTOTAL				\$ -
3. MANO DE OBRA				
Trabajador	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
CAPATAZ	día	1.00	\$ 1,300.00	\$ 1,300.00
AYUDANTE NO CALIFICADO	día	4.00	\$ 500.00	\$ 2,000.00
SUBTOTAL				\$ 3,300.00
TOTAL COSTO DIRECTO				\$ 4,148.00

Tabla 98. Análisis de precio unitario de actividades rutinarias varias.

8.2. Anexo 2: Imágenes



Figura 24. Mapa de carreteras de la Republica Dominicana. (MOPC RD, 2017)

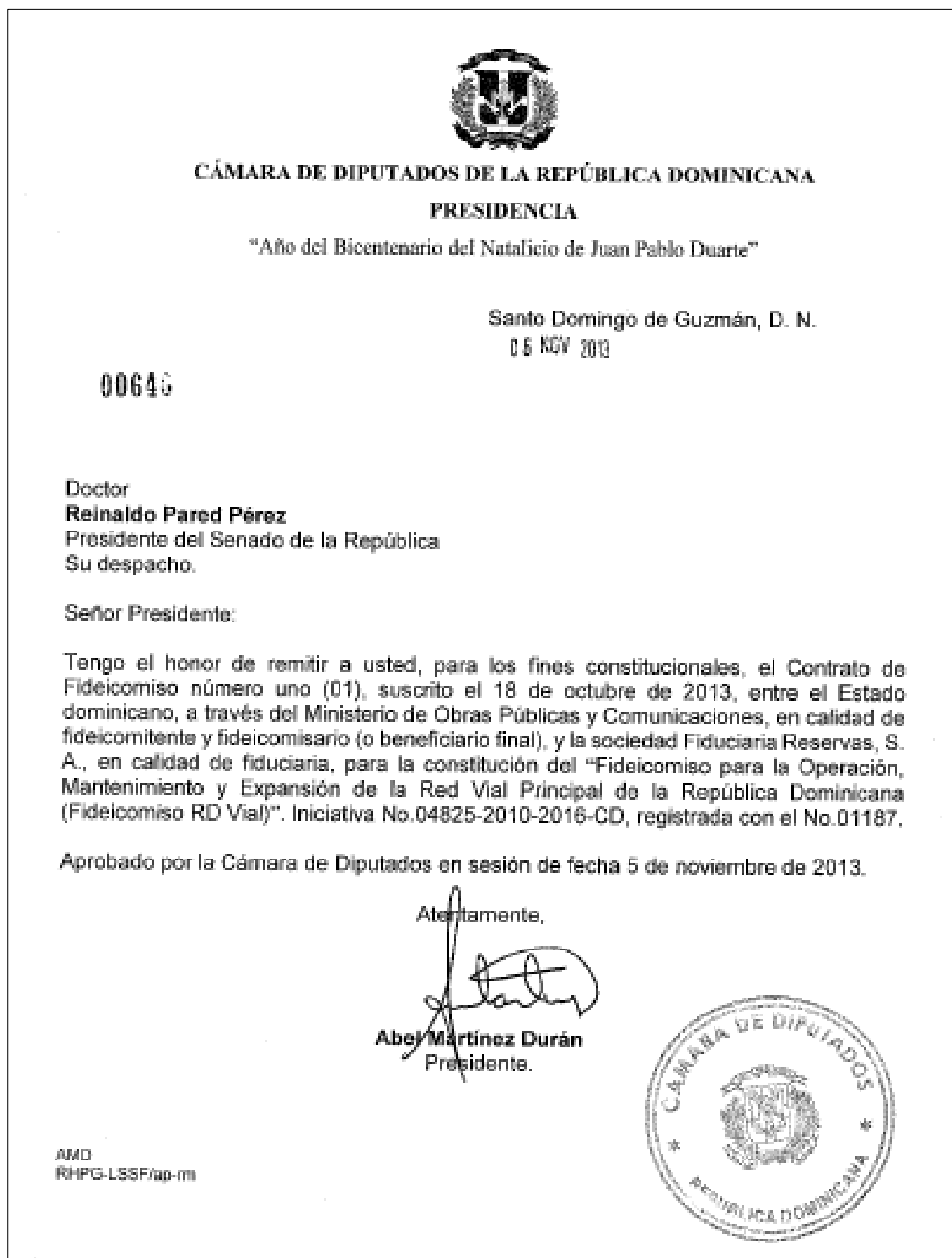


Figura 25. Portada del contrato de fideicomiso RD-VIAL (MOPC RD, Fideicomiso RD Vial, 2013)