



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR)

EIC-Lanamme-INF-0789-2022

“Colaboración a Contraloría General de la República para Auditoría operativa sobre la eficacia, eficiencia y economía de las intervenciones de conservación realizadas por la Municipalidad de Cartago”



Preparado por:

LanammeUCR

**San José, Costa Rica
Junio, 2022**



1. Informe EIC-Lanamme-INF-0789-2022	2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: “Colaboración a Contraloría General de la República para Auditoría operativa sobre la eficacia, eficiencia y economía de las intervenciones de conservación realizadas por la Municipalidad de Cartago”	4. Fecha del Informe Junio, 2020
5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440	
6. Resumen <p>El presente documento responde a una solicitud de colaboración dirigida al LanammeUCR por parte de la Contraloría General de la República, mediante el oficio DFOE-LOC-0327 (4238), como insumo para la elaboración de la Auditoría operativa sobre la eficacia y la eficiencia en el uso de los recursos de la red vial cantonal en las Municipalidades de Alajuela y Cartago. En respuesta se muestra la evaluación de 10 parámetros relacionados con la condición de 14 caminos de la Municipalidad de Cartago, por sus características estos parámetros se dividen en dos áreas: transpirabilidad y seguridad vial.</p> <p>Parámetros relacionados con el área de transitabilidad: En términos de conectividad los caminos pavimentados en todas las secciones evaluadas presentan paso sin mayores obstáculos para la transitabilidad. La mayoría de los caminos analizados en el cantón de Cartago no presentan condiciones que generen un riesgo potencial importante de pérdida de conectividad, debido al entorno en el que se encuentran y las condiciones del terreno en el que se encuentra la calzada ni de los terrenos circundantes. Es importante mencionar que, en la mayoría de los proyectos de bacheo visitados, no es posible afirmar con certeza cuáles fueron ejecutados con las partidas presupuestarias en análisis y cuáles fueron intervenciones previas o posteriores. Además, es posible observar en campo la ejecución de bacheo en caminos o secciones de camino que requieren intervenciones de otro tipo. En cuanto a la existencia de elementos de canalización de aguas, tales como cunetas, cordón y caño, la condición en los caminos analizados fue muy diversa. Por su parte los caminos no pavimentados, no presentan obstáculos geográficos que interrumpan la conectividad. Sin embargo, los caminos 3-01-182-00 y 3-01-391-00 no tienen salida en uno de sus extremos. En cuanto a rugosidad No fue posible identificar las zonas específicas de intervención con conformación, colocación y compactación de material granular, por lo que se evaluó toda la longitud de los caminos indicados. Sin embargo, se identificó la existencia de algunos tramos de material granular mejorado con cemento (Lastre-cemento) y material asfáltico, principalmente en algunas zonas de alta pendiente longitudinal.</p> <p>Parámetros relacionados con el área de seguridad: En general, la mayoría de caminos cuentan con señalización horizontal, sin embargo, su condición difiere mucho entre códigos. En general, todos los caminos evaluados cuentan con un ancho de vía aceptable a lo largo de toda su longitud. Por su lado los caminos no pavimentados evaluados en el cantón de Cartago no poseen señalización vertical reglamentaria ni preventiva, El ancho de vía de los caminos no pavimentados que fueron evaluados en Cartago es generalmente reducido para el tránsito libre de vehículos en ambas direcciones en la mayor parte de la longitud de las rutas. Se identificó 13 puntos donde se tiene potencial riesgo para los usuarios debido a elementos presentes en los márgenes de los caminos no pavimentados.</p>	



7. Palabras clave Red Vial Cantonal, Cartago, Transitabilidad, Seguridad	8. Nivel de seguridad: Confidencial	9. Núm. de páginas 129
11. Preparado por:		
Ing. Sharline López Ramirez, MEng. Unidad de Gestión Municipal SHARLINE PAMELA LOPEZ RAMIREZ (FIRMA) <small>Firmado digitalmente por SHARLINE PAMELA LOPEZ RAMIREZ (FIRMA) Nombre de reconocimiento (DN): serialNumber=CPF-01-1250-0998, sn=LOPEZ RAMIREZ, givenName=SHARLINE PAMELA, c=CR, o=PERSONA FISICA, ou=CIUDADANO, cn=SHARLINE PAMELA LOPEZ RAMIREZ (FIRMA) Fecha: 2022.06.28 10:13:32 -06'00'</small> <hr/> Fecha / /	Ing. Alonso Ulate Castillo, MEng. Unidad de Gestión Municipal ALONSO JOSE ULATE CASTILLO (FIRMA) <small>Firmado digitalmente por ALONSO JOSE ULATE CASTILLO (FIRMA) Fecha: 2022.06.27 16:28:39 -06'00'</small> <hr/> Fecha / /	Ing. Catalina Vargas Sobrado, MEng. Unidad de Gestión Municipal <hr/> Fecha / /
Ing. Josué Quesada Campos, MEng. Unidad de Gestión Municipal JOSUE QUESADA CAMPOS (FIRMA) <small>Firmado digitalmente por JOSUE QUESADA CAMPOS (FIRMA) Fecha: 2022.06.28 07:10:03 -06'00'</small> <hr/> Fecha / /		
12. Revisado por:		
Ing. Erick Acosta Hernández Coordinador Unidad Gestión Municipal ERICK ACOSTA HERNANDEZ (FIRMA) <small>Firmado digitalmente por ERICK ACOSTA HERNANDEZ (FIRMA) Fecha: 2022.06.28 08:40:36 -06'00'</small> <hr/> Fecha / /	13. Revisado por: Licda. Nidia Segura Jiménez Asesor legal LanammeUCR <hr/> Fecha / /	14. Aprobado por: Ing. Ana Luisa Elizondo Salas MSc. Coordinadora General PITRA ANA LUISA ELIZONDO SALAS (FIRMA) <small>Firmado digitalmente por ANA LUISA ELIZONDO SALAS (FIRMA) Nombre de reconocimiento (DN): serialNumber=CPF-06-0206-0266, sn=ELIZONDO SALAS, givenName=ANA LUISA, c=CR, o=PERSONA FISICA, ou=CIUDADANO, cn=ANA LUISA ELIZONDO SALAS (FIRMA) Fecha: 2022.06.28 08:28:57 -06'00'</small> <hr/> Fecha / /



Tabla de contenido

1. POTESTADES	8
2. OBJETIVOS DE LA COLABORACIÓN	8
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	8
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
3. ALCANCE DEL PROYECTO.....	9
4. DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS.....	11
5. METODOLOGÍA	12
5.1. ÁREA: TRANSITABILIDAD.....	14
5.1.1 Subárea: conectividad.....	14
5.1.2 Subárea: sistema de contención o el refuerzo de taludes	14
5.1.3 Subárea: rugosidad	15
5.1.4 Subárea: drenaje (sección transversal).....	19
5.1.5 Subárea: drenaje (cunetas y cordón de caño).....	20
5.2. ÁREA: SEGURIDAD.....	22
5.2.1 Subárea: seguridad vial (señalización vertical).....	22
5.2.2 Subárea: seguridad vial (ancho de vía).....	25
5.2.3 Subárea: seguridad vial (márgenes de la carretera y sistemas de contención vehicular)	26
5.2.4 Subárea: seguridad vial (limpieza del derecho de vía)	28
5.2.5 Subárea: seguridad vial (parámetros complementarios)	30
6. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS PARA CAMINOS PAVIMENTADOS.....	30
6.1. ÁREA: TRANSITABILIDAD.....	31
6.1.1 Subárea: conectividad.....	31
6.1.2 Subárea: sistema de contención o el refuerzo de taludes	32
6.1.3 Subárea: condición de superficie de ruedo.....	34
6.1.4 Subárea: drenaje(sección transversal).....	36
6.1.5 Subárea: drenaje (cunetas, cordón y caño).....	37
6.2. ÁREA: SEGURIDAD.....	39
6.2.1 Subárea: seguridad vial (Señalización vertical y horizontal).....	39
6.2.2 Subárea: seguridad vial (ancho de vía).....	41



6.2.3	Subárea: seguridad vial (limpieza del derecho de vía)	42
6.2.4	Subárea: seguridad vial (parámetros complementarios)	43
7.	RESULTADOS DE LOS ELEMENTOS EVALUADOS PARA LOS CAMINOS NO PAVIMENTADOS.....	45
7.1.	ÁREA: TRANSITABILIDAD.....	45
7.1.1	Subárea: conectividad.....	45
7.1.2	Subárea: sistema de contención o el refuerzo de taludes	46
7.1.3	Subárea: rugosidad	47
7.1.4	Subárea: drenaje(sección transversal).....	54
7.1.5	Subárea: drenaje (cunetas y cordón de caño).....	56
7.2.	ÁREA: SEGURIDAD	58
7.2.1	Subárea: seguridad vial (señalización vertical).....	58
7.2.2	Subárea: seguridad vial (ancho de vía).....	60
7.2.3	Subárea: seguridad vial (márgenes de la carretera y sistemas de contención vehicular) 61	
7.2.4	Subárea: seguridad vial (limpieza del derecho de vía)	62
7.2.5	Subárea: seguridad vial (parámetros complementarios)	63
8.	CONCLUSIONES.....	65
8.1.	CAMINOS PAVIMENTADOS	66
8.1.1	Área: Transitabilidad.....	66
8.1.2	Área: Seguridad.....	67
8.1.	CAMINOS NO PAVIMENTADOS.....	68
8.1.1	Área: Transitabilidad.....	68
8.1.2	Área: Seguridad.....	69
9.	RECOMENDACIONES	71
9.1.	CAMINO PAVIMENTADOS.....	71
9.1.1	Área: Transitabilidad.....	71
9.1.2	Área: Seguridad.....	72
9.2.	CAMINO NO PAVIMENTADOS.....	73
9.2.1	Área: Transitabilidad.....	73
9.2.2	Área: Seguridad.....	74
10.	ANEXOS.....	76



Índice de Tablas

TABLA 1. ÁREAS DE ESTUDIO DERIVADAS DE LA CONSOLIDACIÓN Y ACUERDO CGR-LANAMMEUCR PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE LA RVN NO PAVIMENTADA DE COSTA RICA.....	10
TABLA 2. FECHA DE LAS VISITAS REALIZADAS.	11
TABLA 3. CÓDIGOS DE CAMINO EVALUADOS SEGÚN LO SOLICITADO POR LA CGR EN LA MUNICIPALIDAD DE CARTAGO	12
TABLA 4. CRITERIO DE EVALUACIÓN DE LA CONECTIVIDAD.....	14
TABLA 5. EVENTOS ASOCIADOS A LA MEDICIÓN DE IRI	16
TABLA 6. CRITERIO DE EVALUACIÓN O NOTA SEGÚN EL INDICADOR DE RUGOSIDAD (IR)	18
TABLA 7. SIMBOLOGÍA PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	20
TABLA 8. CRITERIO DE EVALUACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	20
TABLA 9. CATEGORIZACIÓN PARA EVALUACIÓN DE SEÑALAMIENTO VERTICAL.....	22
TABLA 10. CATEGORIZACIÓN PARA EVALUACIÓN DE ANCHO DE VÍA	26
TABLA 11. CATEGORIZACIÓN PARA EVALUACIÓN DE MÁRGENES DE CARRETERA Y SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR.....	27
TABLA 12. CATEGORIZACIÓN PARA EVALUACIÓN DE LA LIMPIEZA DEL DERECHO DE VÍA	28
TABLA 15. RESULTADOS DE EVALUACIÓN DEL CRITERIO DE CONECTIVIDAD	31
TABLA 16. RESUMEN DE RESULTADOS DE EVALUACIÓN DEL CRITERIO DE RIESGO POTENCIAL DE PÉRDIDA DE CONECTIVIDAD	33
TABLA 17. RESUMEN DE RESULTADOS DE EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LA SUPERFICIE DE RUEDO.....	34
TABLA 18. CONDICIÓN DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES DE LAS RUTAS EVALUADAS.	36
TABLA 19. CONDICIÓN GENERAL DE LAS CUNETAS, CORDÓN Y CAÑO DE LAS RUTAS EVALUADAS	38
TABLA 20. RESUMEN DE EVALUACIÓN A LA SEÑALIZACIÓN VIAL	40
TABLA 21. RESUMEN DE EVALUACIÓN DEL ANCHO DE VÍA POR SECCIÓN DE CONTROL	41
TABLA 22. RESUMEN DE EVALUACIÓN DE LA LIMPIEZA DEL DERECHO DE VÍA POR SECCIÓN DE CONTROL	42
TABLA 23. RESUMEN DE EVALUACIÓN DEL ESTADO GENERAL DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL COMPLEMENTARIAS	43
TABLA 24. RESULTADOS DE EVALUACIÓN DEL CRITERIO DE CONECTIVIDAD.	45
TABLA 25. RESUMEN DE RESULTADOS DEL RIESGO POTENCIAL DE PÉRDIDA DE CONECTIVIDAD.	46
TABLA 26. RESULTADOS DE RUGOSIDAD PARA EL CAMINO 3-01-04-00 LA MISIÓN SUR (FECHA: 02-05-2022).....	48
TABLA 27. RESULTADOS DE RUGOSIDAD PARA EL CAMINO 3-01-182-00 SABANA LARGA (FECHA: 02-05-2022).	49
TABLA 28. RESULTADOS DE RUGOSIDAD PARA EL CAMINO 3-01-391-00 BAJOS NAVARRITO (FECHA: 02-05-2022).	49
TABLA 29. RESULTADOS DE RUGOSIDAD PARA EL CAMINO 3-01-130-00 LA GARITA COPALCHÍ (FECHA: 04-05-2022).	50
TABLA 30. RESULTADOS DE RUGOSIDAD PARA EL CAMINO 3-01-099-00 JIMENEZ LA GUARIA (FECHA: 04-05-2022).	50
TABLA 31. CRITERIO DE EVALUACIÓN O NOTA SEGÚN EL INDICADOR DE RUGOSIDAD (IR).	51
TABLA 32. RESUMEN GENERAL DE RESULTADOS DE RUGOSIDAD PARA LAS RUTAS EVALUADAS.	51
TABLA 33. VALORACIÓN VISUAL DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DE LAS RUTAS EVALUADAS.....	52
TABLA 34. VALORACIÓN DE LA PENDIENTE TRANSVERSAL (BOMBEO) DE LAS RUTAS EVALUADAS.	54
TABLA 35. VALORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE CUNETAS EN LAS RUTAS EVALUADAS.	56
TABLA 36. VALORACIÓN VISUAL SOBRE LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL POR RUTA.	59
TABLA 37. VALORACIÓN VISUAL DEL ANCHO DE VÍA POR RUTA.....	60
TABLA 38. VALORACIÓN VISUAL SOBRE LOS MÁRGENES Y SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR.....	61
TABLA 39. VALORACIÓN VISUAL DE LA LIMPIEZA DEL DERECHO DE VÍA POR RUTA EVALUADA.	63
TABLA 40. VALORACIÓN VISUAL DE LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL EN VÍA SECUNDARIA.	64
TABLA 41. VALORACIÓN VISUAL SOBRE LA NECESIDAD POTENCIAL DE ACERAS EN EL DERECHO DE VÍA.	64



Índice de Figuras

FIGURA 1. ESQUEMA DE LOS PARÁMETROS CONSIDERADOS EN EL INFORME	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
FIGURA 3. EJEMPLOS DE EVENTOS ASOCIADOS A SINGULARIDADES	17
FIGURA 4. EJEMPLO DE CUNETAS EN CONDICIÓN BUENA	21
FIGURA 5. EJEMPLO DE CUNETAS EN CONDICIÓN REGULAR	21
FIGURA 6. EJEMPLO DE CUNETAS EN CONDICIÓN MALA	22
FIGURA 7. CATEGORÍA DE SEÑALIZACIÓN OFICIAL EN BUEN ESTADO, REFLECTIVA Y NO BLOQUEADA (NOTA = 100)	23
FIGURA 8. CATEGORÍA DE SEÑALIZACIÓN EN BUEN ESTADO, PERO BLOQUEADA O SUCIA (NOTA = 66)	24
FIGURA 9. CATEGORÍA DE SEÑALIZACIÓN EN MAL ESTADO O NO OFICIAL (NOTA = 33).....	24
FIGURA 10. CATEGORÍA SIN SEÑALIZACIÓN (NOTA = 0)	25
FIGURA 11. EJEMPLO DE SISTEMA DE CONTENCIÓN VEHICULAR INADECUADO, EN MAL ESTADO, CON ELEMENTOS FALTANTES O TERMINAL COLA DE PEZ (NOTA = 33).....	27
FIGURA 12. AUSENCIA DE SISTEMA DE CONTENCIÓN VEHICULAR (NOTA = 0)	28
FIGURA 13. BASURA Y VEGETACIÓN SOBRE EL DERECHO DE LA VÍA.....	29
FIGURA 14. RÓTULOS NO OFICIALES.....	30



1. Potestades

El Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales es una dependencia de la Universidad de Costa Rica, especializada en la Ingeniería Civil. La ley N°8114, en sus artículos 5 y 6, encomienda al LanammeUCR una serie de funciones en materia de evaluación, fiscalización, asesoría y capacitación, entre otras, para garantizar la máxima eficiencia de la inversión pública en la reconstrucción y conservación de la red vial costarricense.

Se elaboró el informe EIC-Lanamme-INF-0788-2022 en virtud de la expresa solicitud del máximo ente contralor, planteada mediante los oficios DFOE-LOC-0327, del 11 de marzo de 2022, DFOE-LOC-0494(06531), del 19 de abril de 2022, y DFOE-LOC-0817(08545) del 23 de mayo de 2022. Lo anterior en el marco de la Ley Orgánica de la Contraloría General de la República, ley No.7428, artículo 12, el cual faculta a la Contraloría a solicitar colaboración técnica y en aras de complementar el proceso de fiscalización y correcta inversión de los fondos públicos que realizan ambas entidades.

2. Objetivos de la colaboración

2.1. Objetivo General

El objetivo principal del presente informe es brindar apoyo técnico a la Contraloría General de la República, para establecer objetivamente indicadores en las dimensiones de estudio de transitabilidad y seguridad, así como su valoración, con la finalidad de brindar insumos técnicos para el desarrollo de la Auditoría operativa sobre la eficacia, eficiencia y economía de las intervenciones de conservación realizadas por la Municipalidad del cantón central de Cartago en una muestra de caminos de su red vial.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar indicadores de transitabilidad de la muestra de la red vial cantonal pavimentada y en lastre a partir de la evaluación de parámetros de conectividad, rugosidad y drenajes.
- Evaluar indicadores de seguridad de la muestra de la red vial de lastre a partir de la evaluación de parámetros de ancho y limpieza de vías, condición de los márgenes, aceras, sistemas de contención vehicular y señales verticales.



3. ALCANCE DEL PROYECTO

La Contraloría General de la República, CGR, mediante el oficio DFOE-LOC-0327(4238), del 11 de marzo de 2022, solicitó la colaboración del LanammeUCR para la generación de varios de los insumos necesarios para el desarrollo de la auditoría operativa que realiza sobre la eficacia, eficiencia y economía de las intervenciones de conservación realizadas por las municipalidades del cantón central de Cartago y Alajuela en su respectiva red vial Cantonal.

Como parte del proceso colaborativo se solicitó la participación de las unidades de Seguridad Vial y Transporte, Gestión Municipal y Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional del Programa de Infraestructura y Transporte (PITRA) y la Unidad de Auditoría Técnica, todos del LanammeUCR, para que de forma consensuada confeccionen un informe técnico para evaluar las dimensiones de estudio de transitabilidad y seguridad a partir de una muestra representativa de la red vial cantonal de ambas municipalidades definida por el ente contralor.

No obstante, la información y la extensión de la muestra por evaluar la red vial cantonal solicitada inicialmente por el ente contralor en los oficios DFOE-LOC-0327(04238), 11 de marzo 2022, y DFOE-LOC-0494 , del 19 de abril de 2022, ésta se debió modificar debido a que el alcance de la colaboración planteada se vio afectado por las limitantes de varios factores: -el plazo requerido para llevar a cabo el análisis, - la disponibilidad de los equipos pues éstos se estaban utilizando en la campaña de Evaluación de la Red Vial Nacional que bianualmente realiza el LanammeUCR y, -las limitaciones en cuanto a la precisión para ubicar los caminos y los trabajos efectuados; lo cual limitó parcialmente el accionar del LanammeUCR durante el plazo para ejecutar la evaluación.

A partir de las limitantes descritas anteriormente se realizaron varias reuniones vía virtual entre el LanammeUCR y la Contraloría General de la República para delimitar el alcance y criterios de la colaboración. Es así como, se consolidó la propuesta de evaluación, tamaño de muestra y criterios a considerar en los indicadores de transitabilidad y seguridad vial, remitida el día 30 de marzo de 2022, vía correo electrónico por el Área de Fiscalización para el Desarrollo Local de la Contraloría General de la República, precedido de una reunión entre ambas entidades el día 2 de marzo de 2022.

A partir de la consolidación y acuerdo entre la Contraloría General de la República (CGR) y el LanammeUCR, se mantuvieron las dos dimensiones de estudio de transitabilidad y seguridad. En relación con la evaluación de los parámetros para cada una de las dimensiones, estos se determinaron en función de la importancia y disponibilidad de equipo para realizar la evaluación. En el caso de la dimensión de transitabilidad se consideró la estimación de indicadores en las áreas de conectividad (sistema de contención o refuerzos de taludes),



drenaje (cunetas, cordón de caño y sección transversal) y rugosidad; mientras en la dimensión de seguridad se consideraron indicadores de seguridad vial (señalización, ancho de vía, márgenes, aceras y limpieza del terreno). En la Tabla 1 se detalla cada uno de los parámetros evaluados y áreas de estudio.

Tabla 1. Áreas de estudio derivadas de la consolidación y acuerdo CGR-LanammeUCR para la evaluación de proyectos de la RVN no pavimentada de Costa Rica

Dimensión	Área	Subárea
Transitabilidad	Conectividad	Sistemas de contención o refuerzo de taludes
	Drenaje	Sección transversal
		Cunetas y cordón de caño
	Rugosidad	Índice de regularidad superficial (lastre)
Seguridad	Seguridad Vial	
		Señalización
		Ancho de vía
		Márgenes de vía
		Limpieza del derecho de vía

Cabe mencionar que las evaluaciones del estudio se realizaron durante la época lluviosa, razón por la cual del área de seguridad vial se descartó la medición de retrorreflectividad de la demarcación vial horizontal, la cual consistía en la medición este parámetro en aquellos caminos donde fue realizada esta actividad, ya que, el plazo disponible no permitió realizar las mediciones a tiempo.

Por otro lado, el parámetro de rugosidad no pudo ser evaluado en todos los caminos solicitados debido a que el perfilómetro láser no tenía disponibilidad al momento de solicitar las mediciones por encontrarse en mediciones para la Evaluación Bienal de la Red Vial Nacional, solamente fue posible el equipo Rugosímetro III en los caminos de lastre para realizar las mediciones de rugosidad en este tipo de caminos, por lo que los datos de las secciones con mezcla asfáltica no se incorporan en este informe. Tampoco fue posible utilizar videos panorámicos para la evaluación en gabinete de los caminos. Como alternativa de evaluación se realizó una evaluación de deterioros superficiales por medio del Manual de Auscultación de Pavimentos (MAV 2016).

Además, es importante señalar que, en el área de seguridad vial, se evaluó una categoría adicional denominada “parámetros complementarios”, que sirve para calificar otros aspectos que también son de importancia en términos de seguridad vial, por ejemplo: la cantidad de sitios con necesidad potencial de acera.



En relación con el tamaño de la muestra, se determinó la evaluación visual del total de 13 códigos de camino por municipalidad de control las cuales se detallan en la sección descripción del proyecto para un total de 38,74 kilómetros evaluados.

Para la evaluación de estos parámetros se llevaron a cabo visitas técnicas a los diferentes proyectos, mediciones en campo, y características de las rutas mediante auscultación visual, así como ensayos de rugosidad. En la Tabla 2 se muestran la fecha de las visitas realizadas a cada código de camino de la muestra solicitada por la CGR:

Tabla 2. Fecha de las visitas realizadas.

Fecha de visita	Código del camino	Nombre del camino	Distrito
20/4/2022	30109900	Calle Jiménez La Guaria	Corralillo
17/4/2022	30105000	Calle Cóncavas	Dulce Nombre
20/4/2022	30128400	Alrededores del Asilo El Carmen	El Carmen
18/4/2022	30141800	Bacheo cuadrantes Urbanos Guadalupe Pez Dorado al Sur	Guadalupe
18/4/2022	30118200	Calle Sabana Larga	Llano Grande
21/4/2022	30106200	Bacheo cuadrantes Urbanos casco central	Oriente
21/4/2022	30105600	Bacheo cuadrantes Urbanos casco central	Occidente
14/4/2022	30113000	Calle La Garita Copalchí arriba	Quebradilla
14/4/2022	30139100	Bajos de Navarrito	San Francisco
18/4/2022	30111100	Bacheo sector Colegio Tolentino	San Nicolás
18/4/2022	30104000	Calle La Misión Sur(Solano)	Tierra Blanca
18/4/2022	30130700	Trans No 26 y calle No 28	San Nicolás
19/4/2022	30116300	Bermejo-Coris deleg.	Quebradilla

4. Descripción de los proyectos

A partir de la consolidación de la propuesta realizada entre la Contraloría General de la República y el LanammeUCR, la longitud de red vial nacional de lastre evaluada fue de 38,47 kilómetros.

En la Tabla 3 se muestra el detalle de cada una de las secciones de control, así como la longitud evaluada para cada uno de los casos de estudio.



Tabla 3. Códigos de camino evaluados según lo solicitado por la CGR en la Municipalidad de Cartago

Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km (*)	Tipo de red
30109900	Calle Jiménez La Guaria	Corralillo	2,3	No pavimentada
30105000	Calle Cóncavas	Dulce Nombre	2,8	Pavimentada
30128400	Alrededores del Asilo El Carmen	El Carmen	0,39	Pavimentada
30141800	Bacheo cuadrantes Urbanos Guadalupe Pez Dorado al Sur	Guadalupe	0,923	Pavimentada
30118200	Calle Sabana Larga	Llano Grande	1,756	No pavimentada
30106200	Bacheo cuadrantes Urbanos casco central	Oriente	9,7	Pavimentada
30105600	Bacheo cuadrantes Urbanos casco central	Occidente	8,3	Pavimentada
30113000	Calle La Garita Copalchí arriba	Quebradilla	0,638	No pavimentada
30139100	Bajos de Navarrito	San Francisco	1,026	No pavimentada
30111100	Bacheo sector Colegio Tolentino	San Nicolás	0,571	Pavimentada
30104000	Calle La Misión Sur (Solano)	Tierra Blanca	4	No pavimentada
30130700	Trans No 26 y calle No 28	San Nicolás	2,125	Pavimentada
30116300	Bermejo-Coris deleg.	Quebradilla	3,945	Pavimentada

(*) Según inventario de la Municipalidad.

5. Metodología

La metodología de este informe se basó en la evaluación de 10 parámetros relacionados con la condición de los caminos. Estos parámetros fueron definidos en un primer informe sobre este tema realizado para la CGR sobre la evaluación de caminos de la Red Vial administrada por CONAVI, identificado como LM-INF-IC-D-015-2020 “Colaboración a Contraloría General de la República para Auditoría operativa sobre la eficacia, eficiencia y economía de las intervenciones de conservación realizadas por CONAVI en la Red Vial Nacional de Lastre”, además, por sus características, se dividieron en dos áreas principales: seguridad y transitabilidad y que fueron adaptados para este informe.

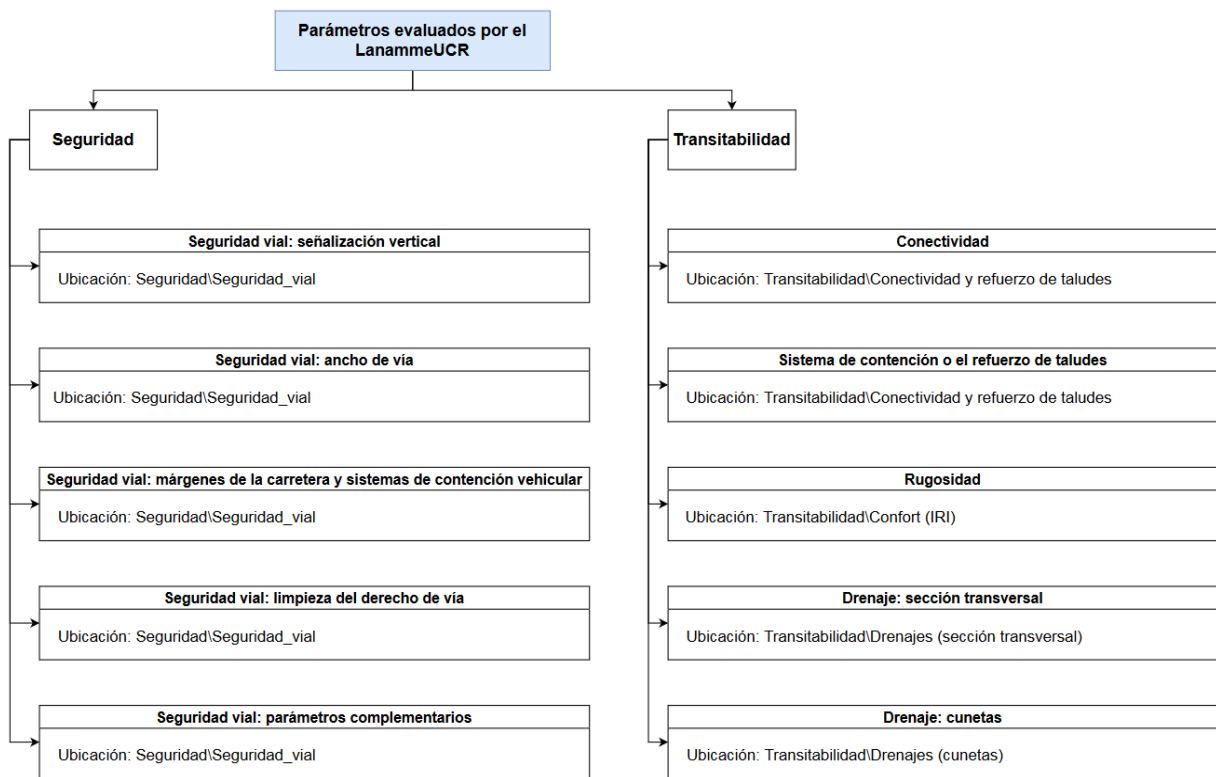


Dentro del área de seguridad se evaluaron los parámetros: señalización vertical, ancho de vía, aceras, márgenes de la carretera y sistemas de contención vehicular, limpieza del derecho de vía, así como una categoría denominada “parámetros complementarios”, que sirve para calificar otros aspectos que también son de importancia en términos de seguridad vial, por ejemplo: la cantidad de sitios con potencial necesidad de acera.

Por otra parte, dentro del área de transitabilidad se evaluaron los parámetros: conectividad, sistema de contención y refuerzo de taludes, rugosidad (lastre), drenaje (sección transversal) y drenaje (cunetas y cordón de caño).

Para la evaluación de estos parámetros se llevaron a cabo visitas técnicas a los diferentes proyectos, mediciones en campo, levantamientos de inventario y ensayos de rugosidad.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra el esquema de los parámetros considerados en el informe, así como la ubicación de las evidencias y análisis que los respaldan (archivo digital entregado a la CGR).





A continuación, se presenta la metodología detallada empleada para cada uno de los parámetros evaluados:

5.1. Área: Transitabilidad

5.1.1 Subárea: conectividad

La evaluación se llevó a cabo mediante la revisión de un levantamiento de campo realizado por la Unidad de Gestión Municipal del PITRA. Por limitaciones de disponibilidad del equipo y plazo disponible no fue posible utilizar como apoyo adicional vídeo panorámico y georreferenciado realizado por la el Laboratorio de Evaluación de Pavimentos del LanammeUCR.

El objetivo de ese apartado es evaluar el parámetro de conectividad en presencia de "puntos geográficos críticos" y adicionalmente proporcionar una caracterización geológica y geomorfológica general de varias Rutas Nacionales en lastre, como parte de la solicitud realizada al LanammeUCR por la Contraloría General de la República.

Se debe mencionar que el criterio de evaluación definitivo del parámetro de conectividad se realizó según lo estipulado en la Tabla 4, que considera que se cumple el parámetro de conectividad en función de la posibilidad de transitar por la sección de control evaluada. Dicho criterio fue suministrado por la CGR.

Tabla 4. Criterio de evaluación de la conectividad

Tipo de subárea	Subárea	Indicador	Parámetros óptimos por longitud evaluada
Puntual (*)	Conectividad	Cantidad de puntos geográficos críticos en las que existe acceso óptimo/ Cantidad de puntos geográficos donde debe existir accesibilidad Algunos puntos geográficos críticos son: (zonas de pasos de río, de vado, zonas de riesgo de derrumbes y deslizamientos).	100: Paso sin obstáculos 66: Paso regulado con vehículo 4x2 33: Paso regulado con vehículo 4x4 0: Sin paso

5.1.2 Subárea: sistema de contención o el refuerzo de taludes

En el análisis de los puntos observados se incorpora una valoración técnica, por medio de observación y análisis del entorno de lo que se ha denominado "riesgo potencial de pérdida de conectividad" y se han definido tres niveles de riesgo potencial:

1. **Riesgo potencial bajo**, cuando las condiciones del sitio observadas revelan una probabilidad de generar, bajo ciertas condiciones del entorno, una pérdida parcial de la conectividad del corredor, pero con posibilidades de recuperar esta conectividad con



intervenciones pequeñas o cuando la sección muestre algún nivel de redundancia en la conectividad (rutas alternas o condiciones topográficas favorables).

2. **Riesgo potencial medio** cuando las condiciones del sitio observadas revelan una probabilidad de generar, bajo ciertas condiciones del entorno, una pérdida significativa de la conectividad del corredor, con la posibilidad de recuperar esta conectividad con intervenciones importantes, pero con algún nivel de redundancia en la conectividad (rutas alternas o condiciones topográficas favorables).

3. **Riesgo potencial alto** cuando las condiciones del sitio observadas revelan una probabilidad de generar, bajo ciertas condiciones del entorno, una pérdida total de la conectividad del corredor, con la posibilidad de recuperar esta conectividad con intervenciones mayores y con poca o nula redundancia en la conectividad (inexistencia de rutas alternas o condiciones topográficas favorables).

Los sitios de interés que se indican para cada una de las rutas evaluadas son puntos o tramos con condiciones geológicas y geotécnicas particulares, que elevan el riesgo de afectar negativamente o impedir por completo el tránsito por la ruta. Algunos ejemplos de estas condiciones particulares son: laderas y taludes de corte cercanos a la carretera con pendientes elevadas y alturas importantes, rellenos antrópicos cercanos a los cauces de ríos, sitios con evidencia de deslizamientos antiguos o deslizamientos activos, taludes y laderas con evidencia de problemas de erosión. Para estos sitios de interés¹ se recomienda, en términos generales, realizar los estudios básicos geológicos, geotécnicos e hidrológicos e hidráulicos requeridos, así como una evaluación de la condición que presentan los materiales geotécnicos (suelos y rocas), con el fin de determinar la necesidad de implementar acciones que disminuyan su vulnerabilidad y garanticen su estabilidad y su protección.

5.1.3 Subárea: rugosidad

El personal técnico de la Unidad de Gestión Municipal del PITRA-LanammeUCR realizó una auscultación visual de deterioros en los caminos pavimentados indicados en la muestra solicitada utilizando como referencia el Manual de Auscultación de Pavimentos (MAV 2016). En este caso no fue posible realizar una evaluación complementaria de rugosidad por medio del perfilómetro láser del Laboratorio de Evaluación de Pavimentos del LanammeUCR y debido que no se ubican en la muestra caminos de lastre tampoco se realizaron mediciones de rugosidad con el Rugosímetro III.

El proceso de medición de rugosidad incluye la indicación de eventos especiales que influyen en los resultados de IRI obtenidos. Estos eventos están asociados a singularidades o condiciones especiales de la vía que modifican la velocidad de circulación del vehículo y el

¹ Ver ubicación de estos puntos en la cédula de evidencias correspondiente a este parámetro



registro de los valores del Índice de Regularidad Internacional (IRI), como se indica en la Tabla 5 y se muestra en la Figura 1.

Tabla 5. Eventos asociados a la medición de IRI

Tipo de evento	Evento	Acción para realizar
Singularidades	Puentes y vados (PU)	Se identifican como eventos y se valora su influencia en el IRI por medio de las fotografías, para determinar si se asignan como singularidades y se define la longitud de influencia en la evaluación de rugosidad. Las singularidades se eliminan del cálculo del Indicador de Rugosidad (IR).
	Alcantarillas (A)	
	Cambio de tipo de superficie (SE)	
	Intersección (I)	
	Reductor de velocidad (R)	
Velocidad de medición	Zona con huecos, surcos o deformaciones (HU)	Se identifica el evento, pero no se asigna como singularidad, ya que corresponde a deterioro de la superficie de ruedo o a condiciones de circulación en el camino, que no se pueden evitar.
	Tránsito lento (D)	En los casos donde fue necesario reducir la velocidad de circulación por seguridad o deterioro avanzado del camino, los valores de IRI registrados pueden acercarse a cero.



Puente (PU)



Vado (PU)



Cambio de superficie (SE)



Intersección (I)



Alcantarilla (A)



Reductor de velocidad (R)



Figura 1. Ejemplos de eventos asociados a singularidades



Las mediciones de rugosidad se obtienen del software del perfilómetro y el Rugosímetro III como IRI reportado cada 25 m a lo largo de la longitud de la sección de control evaluada. Luego se calcula el indicador de rugosidad (IR) de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$IR = \frac{L}{LT} * 100$$

Donde:

IR = indicador de rugosidad (%)

L = longitud (km) de la sección de control con $IRI < 10 \frac{m}{km}$

LT = longitud total evaluada en la sección de control (km)

La nota asignada a cada Sección de Control evaluada depende del IR como se indica en la Tabla 6.

Tabla 6. Criterio de evaluación o nota según el Indicador de Rugosidad (IR)

IR	Nota
Mayor a 70%	100
Entre 50% a 69%	80
Entre 40% a 49%	60
Entre 30% a 39%	40
Entre 20% a 29%	20
Menor a 20%	0

Los resultados finales de la evaluación se reportan en tablas resumen por tramo identificado con la indicación de la longitud total evaluada (LT), la longitud evaluada con IRI menor a 10 m/km (L), el indicador de rugosidad (IR) y la Nota (N).

Durante la medición de rugosidad de los caminos no pavimentados incluidos en este informe, se tuvo dificultad para alcanzar la velocidad de operación del equipo (40-60 km/h), debido a las altas pendientes longitudinales mayores a 10% y curvas de radio reducido que se encontraron en buena parte de la longitud evaluada.

Debido a lo anterior, las tablas resumen de resultados de IRI promedio y del Indicador de Rugosidad (IR) se presentan para cada camino evaluado, pero solamente en los tramos donde se logró alcanzar la velocidad mínima de operación del equipo Rugosímetro III, junto con el porcentaje de la longitud del camino que representan estos tramos.

Por lo tanto, adicional a las mediciones de rugosidad se realiza una valoración de la condición superficial de los caminos a partir de los deterioros superficiales observados durante los recorridos realizados, fotografías y videos tomados en sitio y el criterio experto del personal del LanammeUCR.

En la cédula de evidencias correspondiente a este parámetro, se adjunta lo siguiente:

- Los mapas de resultados para cada código de camino



- Gráficos de variación del IRI cada 25 m según el estacionamiento de las evaluaciones realizadas para cada camino en el sentido indicado
- Tablas de datos de salida del Rugosímetro III.
- Fotografías de referencias para cada camino.

5.1.4 Subárea: drenaje (sección transversal)

Durante las vistas realizadas se realizó una valoración cualitativa de las condiciones de drenaje con el objetivo establecer la existencia de condiciones particulares que afecten de manera significativa las condiciones de bombeo en los caminos analizados.

Por limitaciones de disponibilidad del equipo y plazo disponible no fue posible utilizar como apoyo adicional vídeo panorámico y georreferenciado realizado por la el Laboratorio de Evaluación de Pavimentos del LanammeUCR.

Sin embargo, como referencia se incluye la metodología de valoración cualitativa que se hubiera utilizado, las cuales se basan en mediciones de pendiente longitudinal y bombeo en el carril derecho e izquierdo, en grados, con un nivel de precisión. Se realiza la conversión de grados a porcentaje de pendiente utilizando la siguiente expresión:

$$pendiente (\%) = pendiente (^\circ) * 1,745329$$

Se realiza un punto de medición cada kilómetro aproximadamente, cabe destacar que si el punto de medición se da en una curva se mueve a la recta más cercana; pues en curva no hay bombeo lateral, sino peralte (inclinación en un solo sentido) para contrarrestar la velocidad del vehículo en curva.

Además, se obtiene el ancho de carril medido en sitio. Este dato se obtiene de la medición directa con odómetro en la vía. Por lo tanto, se debe obtener el ancho efectivo disponible para el tránsito de usuarios en la vía, con la siguiente expresión:

$$ancho\ efectivo\ (m) = \sqrt{\frac{10\ 000 * (ancho\ medido\ (m))^2}{10\ 000 + bombeo\ (\%)}}$$

Una vez obtenidos los resultados en sitio, se promedia el bombeo lateral derecho e izquierdo en un único valor representativo para cada punto. El criterio utilizado para evaluar este parámetro es el porcentaje de tramo con pendiente transversal adecuada, con un porcentaje de pendiente entre 6% - 8%. La pendiente transversal debe ser tal que, permita la evacuación de agua llovida, se determina que hay una sección transversal adecuada cuando la superficie es capaz de conducir el agua a los sistemas de drenaje de forma controlada y rápida, con el fin de evitar estancamiento de agua y erosión en la superficie de ruedo. Estos valores se clasifican por colores, siendo verde aquellos valores adecuados, con color azul, aquellos con



mayor bombeo al adecuado, en amarillo aquellos con bombeo menor al adecuado, pero permiten la evacuación lateral parcial del agua, y en rojo aquellos menores al bombeo adecuado y negativos, lo cual significa que el agua fluye hacia el centro de la vía.

Tabla 7. Simbología para la clasificación de la sección transversal

Simbología de puntos	
Bombeo (%) \leq 0 %	Red
0 % < Bombeo (%) < 6 %	Yellow
6 % \leq Bombeo (%) \leq 8 %	Green
8 % < Bombeo (%)	Blue

Se realizan mapas con esta simbología para representar gráficamente los bombeos en las secciones evaluadas (estos mapas se muestran en la cédula de evidencias correspondiente a este parámetro). Se le asigna una nota que evalúa este parámetro con base en el siguiente criterio suministrado por la CGR.

Tabla 8. Criterio de evaluación de la sección transversal

Nota	% De la longitud evaluada con: pequeños pozos de agua y superficie completamente nivelada con una pendiente transversal entre 6% - 8% en tangente
100	% De longitud evaluada \geq 90%
66	70% \leq % < 90%
33	50% \leq % < 70%
0	% < 50%

Fuente: Informe LM-INF-IC-D-015-2020 (2020)

5.1.5 Subárea: drenaje (cunetas y cordón de caño)

La evaluación se llevó a cabo mediante visitas a campo realizadas por parte de la Unidad de Gestión Municipal del LanammeUCR. No se dispuso de la ayuda complementaria de un levantamiento de vídeo panorámico y georreferenciado por disponibilidad del equipo y plazo disponible.

En este caso específico de análisis, a partir de la información recopilada en campo y criterio experto se consideraron 3 categorías: bueno, regular y malo.

Condición buena: El margen de la vía cuenta con una cuneta bien conformada, en tierra o revestida, no hay acumulaciones de agua ni obstrucciones que puedan afectar el correcto flujo del agua. Ejemplo:



Figura 2. Ejemplo de cuneta en condición buena

Condición regular: El margen de la vía cuenta con una cuneta bien conformada, en tierra o revestida. Hay leves obstrucciones como ramas, piedras o vegetación. Sin embargo, estas obstrucciones pueden ser removidas fácilmente mediante herramientas manuales. Ejemplo:



Figura 3. Ejemplo de cuneta en condición regular

Condición mala: No hay cuneta conformada. Además, en caso de que haya cuenta, esta cuenta con acumulaciones de agua o está considerablemente obstruida por ramas, piedras o vegetación. En esta condición el desempeño de la ruta se ve comprometido. Ejemplo:



Figura 4. Ejemplo de cuneta en condición mala

5.2. Área: Seguridad

5.2.1 Subárea: seguridad vial (señalización vertical)

De igual manera que en el caso anterior, la evaluación se llevó a cabo mediante visitas de campo, no se dispuso de imágenes ni levantamientos complementarios del sistema de inventario móvil *Imajing*®.

En este caso específico de análisis, a partir de la información recopilada en campo se evaluaron las señales viales verticales existentes y ausentes, así como su evaluación según la categorización especificada por la Contraloría General de la República (CGR) utilizada en el informe LM-INF-IC-D-015-2020, presente en la Tabla 9.

Tabla 9. Categorización para evaluación de señalamiento vertical

Nota	Categoría
100	Señalización oficial, en buen estado, reflectiva, no bloqueada.
66	Señalización en buen estado, pero bloqueada o sucia.
33	Señalización en mal estado o no oficial.
0	Sin señalización.

Sin embargo, en este caso no fue posible realizar la categorización utilizada en dicho informe, donde se calculó el indicador solicitado por las limitaciones expuestas, según se detalla a continuación:

$$\text{Indicador} = \frac{\text{Secciones de control con señalización completa en puntos geográficos críticos}}{\text{Secciones de control intervenidas}}$$



Para efectos de señalización vial vertical, puntos geográficos críticos serían: identificación de zonas escolares y paradas de autobús, curvas horizontales peligrosas, restricciones de velocidad, estrechamientos en la vía, puentes, y cualquier otra condición que genere la necesidad de instalación de señalización vial vertical.

De forma complementaria, se agregaron los siguientes insumos relacionados a la señalización vial vertical:

- Promedio de categorías por sección de control.
- Registro de señales en mal estado, no oficiales o pendientes de instalar, segmentada por tipo de señal.
- Registro global de evaluación de señales por sección de control (ver cédula de evidencias correspondiente a este parámetro)

De forma ilustrativa se presentan ejemplos de las distintas categorías utilizadas para la evaluación de las señales verticales:



Figura 5. Categoría de señalización oficial en buen estado, reflectiva y no bloqueada (Nota = 100)



Figura 6. Categoría de señalización en buen estado, pero bloqueada o sucia (Nota = 66)



Figura 7. Categoría de señalización en mal estado o no oficial (Nota = 33)



Figura 8. Categoría sin señalización (Nota = 0)

5.2.2 Subárea: seguridad vial (ancho de vía)

En este caso específico de análisis, a partir de la información recopilada de las visitas a campo, se realizó una valoración la medición de anchos de vía sobre las distintas secciones de control, para su posterior evaluación mediante la categorización.

De forma complementaria, se agregaron los siguientes insumos relacionados al ancho de vía:

- Medición de ancho promedio, mínimo y máximo por sección de control.
- Cálculo de categoría promedio a partir de categorización suministrada por la CGR, presente en la Tabla 10.
- Registro de todas las mediciones por sección de control (ver cédula de evidencias correspondiente a este parámetro).



Tabla 10. Categorización para evaluación de ancho de vía

Nota	Categoría
100	7,30 - 6,00 m en toda la longitud del tramo evaluado
50	6,00 - 5,50 m en toda la longitud del tramo evaluado
0	< 5,5 m en alguna parte del tramo evaluado

5.2.3 Subárea: seguridad vial (márgenes de la carretera y sistemas de contención vehicular)

La evaluación se llevó a cabo mediante los resultados obtenidos de las visitas de campo, no se utilizaron imágenes de apoyo del sistema de inventario móvil Imajing®, por lo que en este caso específico de análisis, se realizó una valoración de las condiciones de riesgo observadas y aquellos puntos que potencialmente requieren un sistema de contención.

No se pudo cuantificar a partir de los videos panorámicos, por la limitación comentada, la evaluación de los márgenes y sistemas de contención vehicular (SCV) sobre las distintas secciones de control, para su posterior evaluación mediante la categorización suministrada por la CGR. Se calculó el indicador solicitado según se detalla a continuación:

$$\text{Indicador} = \frac{\text{Cantidad de puntos geográficos críticos con SCV}}{\text{Cantidad de puntos geográficos que requieren SCV}}$$

Se aclara que el indicador se asume que la cantidad de puntos geográficos críticos con SCV corresponde a sitios con SCV completos y adecuados. Además, los puntos geográficos críticos incluyeron: sitios con curvas horizontales peligrosas, barrancos, cunetas peligrosas, zonas con obstáculos laterales peligrosos cerca de la calzada vehicular (árboles, postes, montículos de roca, etc.), pasos de río y cualquier otra condición de riesgo para que un vehículo abandone la calzada o que impacte algún obstáculo lateral.

De forma complementaria, se agregaron los siguientes insumos relacionados al estado de las márgenes de carretera y sistemas de contención vehicular:

- Cantidad de registros por categoría y sección de control.
- Cálculo promedio de categoría a partir de categorización suministrada por la CGR, presente en la Tabla 11.
- Registro de todas las evaluaciones por sección de control (ver cédula de evidencias correspondiente a este parámetro).

Tabla 11. Categorización para evaluación de márgenes de carretera y sistemas de contención vehicular

Nota	Categoría
100	Sistema de contención vehicular con todos sus elementos, terminales, transiciones adecuados y adecuadamente colocado
66	Sistema de contención vehicular adecuado con deficiencias de elementos, terminales, transiciones, o deficiencias constructivas
33	Sistema de contención vehicular inadecuado, en mal estado, con elementos faltantes o terminal cola de pez
0	Ausencia de sistema de contención vehicular

De forma complementaria, se ilustran casos asociados a las categorías relacionadas al estado de los márgenes de carretera y sistemas de contención vehicular, según se evidenció en las secciones de control evaluadas.

En la Figura 9, se muestran ejemplos de otros caminos que sirven como referencia magnitud para la condición indicada en la Tabla 11.



Figura 9. Ejemplo de sistema de contención vehicular inadecuado, en mal estado, con elementos faltantes o terminal cola de pez (Nota = 33)



Figura 10. Ausencia de sistema de contención vehicular (Nota = 0)

En las secciones de control evaluadas no se evidenciaron sistemas de contención vehicular en las categorías con notas 100 y 66; por ello, no hay fotografías ilustrativas.

5.2.4 Subárea: seguridad vial (limpieza del derecho de vía)

Al igual que en los casos anteriores, con los resultados obtenidos durante las vistas de campo se generaron observaciones para caracterizar esta subárea.

En este caso específico de análisis, al no disponer de videos panorámicos no se logró realizar una evaluación de la limpieza del derecho de vía con el alcance que permita en cada camino realizar la categorización requerida para calcular el indicador solicitado según se detalla a continuación:

$$\text{Indicador} = \frac{\text{Cantidad de secciones de control limpias}}{\text{Cantidad de secciones de control evaluadas}}$$

De forma complementaria, se agregaron los siguientes insumos relacionados a la limpieza del derecho de vía:

- Cálculo de categoría por sección de control a partir de categorización presente en la Tabla 12.
- Registro de todas las evaluaciones por código de camino.

Tabla 12. Categorización para evaluación de la limpieza del derecho de vía

Nota	Categoría
100	Limpio: sin basura, sin rótulos ilegales y libre de maleza y árboles, en $\geq 90\%$ de la longitud del tramo evaluado
66	Limpio: sin basura, sin rótulos ilegales y libre de maleza y árboles, entre ≤ 70 y $< 90\%$ de la longitud del tramo evaluado
33	Limpio: sin basura, sin rótulos ilegales y libre de maleza y árboles, entre $50 \leq$ y $< 70\%$ de la longitud del tramo evaluado
0	Limpio: sin basura, sin rótulos ilegales y libre de maleza y árboles, en $< 50\%$ de la longitud del tramo evaluado



De forma complementaria, se ilustran las condiciones que fueron consideradas como deficiencias en la limpieza del derecho de vía. En la **Basura y vegetación sobre el derecho de la vía** Figura 11 y Figura 12 se muestran ejemplos de otros caminos sobre las consideraciones que se busca evidenciar en esta categoría.



Figura 11. Basura y vegetación sobre el derecho de la vía



Figura 12. Rótulos no oficiales

5.2.5 Subárea: seguridad vial (parámetros complementarios)

Se realizó una evaluación complementaria de la señalización en la vía, referente a las intersecciones, así como también se valoró la necesidad potencial de aceras en sectores cercanos a generadores y atractores de viajes peatonales.

En el caso específico del parámetro de señalización vertical en vía secundaria, se verificó la presencia de la señal de ALTO en el acceso de la vía secundaria. Cabe destacar que por las limitaciones para realizar visitas de campo y el campo de visión exclusivo sobre la vía principal, dicha evaluación no pudo realizarse de forma más detallada.

En cuanto al parámetro asociado a la necesidad potencial de aceras, se valoró el entorno de las rutas y los usos de suelo de forma visual, tomando en consideración generadores o atractores de viajes peatonales, como por ejemplo centros académicos, comercios, iglesias, plazas de deporte, entre otros.

6. Resultados de los parámetros evaluados para caminos pavimentados

Es importante mencionar que para los códigos relacionados con cuadrantes urbanos, el análisis para su caracterización fue muy complicado, debido a que no están compuestos por un único camino, si por un conjunto de calles y avenidas, en su mayoría, con condiciones muy



heterogéneas, por lo que las observaciones contenidas en este informe procuran identificar las principales características de estos.

6.1. Área: Transitabilidad

6.1.1 Subárea: conectividad

En esta sección se analiza la transitabilidad de los caminos, considerando si existen obstáculos que la alteren o generen restricciones en cuanto al tipo de vehículo que se recomienda para su uso. Los resultados de evaluación del criterio de conectividad se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 13. Resultados de evaluación del criterio de conectividad

Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
30105000	Calle Cónconvas	Dulce Nombre	2,8	Pavimentada	Paso sin obstáculos. Se observa una transitabilidad aceptable, sin obstáculos que la reduzcan sustancialmente.
30105600	Cuadrantes Urbanos, casco central	Occidente	8,3	Pavimentada	Paso sin obstáculos. Se observa una transitabilidad aceptable, sin obstáculos que la reduzcan sustancialmente. En ocasiones, por la ubicación de los caminos dentro del casco central, la transitabilidad puede verse parcialmente afectada por el ancho de vía y el estacionamiento de vehículos en zonas prohibidas (Figura 53 y Figura 55) así como por la mala condición de la superficie de ruedo de algunas calles y avenidas que conforman el código, ver Figura 46.
30106200	Cuadrantes Urbanos, casco central	Oriente	9,7	Pavimentada	En general se presenta un paso sin obstáculos. Se observa una transitabilidad aceptable, sin obstáculos que la reduzcan sustancialmente. No obstante, en algunas calles y avenidas dicha transitabilidad se puede ver afectada en términos de la velocidad de operación, debido al mal estado de la superficie de ruedo, ver en la Figura 83.
30111100	Sector Colegio Tolentino	San Nicolás	0,571	Pavimentada	El camino evaluado presenta un paso sin obstáculos que permite una transitabilidad aceptable. Es importante mencionar que, aunque el camino se mantiene transitable, hay tramos en los que el ancho de la calzada se reduce sustancialmente o en donde se presenta un deterioro importante de la calzada, condiciones que suelen afectar la velocidad de operación de los vehículos que la transitan. Ver Figura 88
30128400	Alrededores Asilo El Carmen	El Carmen	0,39	Pavimentada	No se identifican obstáculos ni condiciones que atenten contra la continuidad ni Transitabilidad en esta vía (ver Figura 107).
30141800	Cuadrantes urbanos Guadalupe	Guadalupe	0,923	Pavimentada	No se identifican obstáculos ni condiciones que atenten contra la continuidad ni Transitabilidad en esta vía (ver Figura 117).



Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
30130700	Transversal N°26 y Calle N°28	San Nicolás	2,125	Pavimentada	No se identifican obstáculos ni condiciones que atenten contra la continuidad ni Transitabilidad en esta vía (ver Figura 132).
30116300	Bermejo - Coris	Quebradilla	3,945	Pavimentada	Paso sin obstáculos. Se observa una transitabilidad aceptable, sin obstáculos ni condiciones que la reduzcan o la restrinjan. (Ver Figura 150, Figura 153 , Figura 158)

Tal como se puede observar, en términos de conectividad todas las secciones evaluadas presentan paso sin mayores obstáculos para la transitabilidad, en el momento de su evaluación. No obstante, es importante aclarar que, sobre todo en los códigos que se encuentran ubicados en los cuadrantes centrales del cantón, la transitabilidad se puede ver seriamente afectada por el estacionamiento indebido de vehículos en los costados de la calzada.

6.1.2 Subárea: sistema de contención o el refuerzo de taludes

Este parámetro se agrega como posible causa relacionada con una potencial pérdida de conectividad. A partir del análisis realizado se detectaron sitios de potencial riesgo por lo que se incorporan los resultados de esta valoración en un análisis de riesgo potencial de pérdida de conectividad donde se han definido tres niveles de riesgo potencial:

- Riesgo potencial bajo**, cuando las condiciones del sitio observadas revelan una probabilidad de generar, bajo ciertas condiciones del entorno, una pérdida parcial de la conectividad del corredor, pero con posibilidades de recuperar esta conectividad con intervenciones pequeñas o cuando la sección muestre algún nivel de redundancia en la conectividad (rutas alternas o condiciones topográficas favorables).
- Riesgo potencial medio** cuando las condiciones del sitio observadas revelan una probabilidad de generar, bajo ciertas condiciones del entorno, una pérdida significativa de la conectividad del corredor, con la posibilidad de recuperar esta conectividad con intervenciones importantes, pero con algún nivel de redundancia en la conectividad (rutas alternas o condiciones topográficas favorables).
- Riesgo potencial alto** cuando las condiciones del sitio observadas revelan una probabilidad de generar, bajo ciertas condiciones del entorno, una pérdida total de la conectividad del corredor, con la posibilidad de recuperar esta conectividad con intervenciones mayores y con poca o nula redundancia en la conectividad (inexistencia de rutas alternas o condiciones topográficas favorables).

Los sitios de interés que se indican para cada una de las rutas evaluadas son puntos o tramos con condiciones geológicas y geotécnicas particulares, que elevan el riesgo de afectar negativamente o impedir por completo el tránsito por la ruta. Algunos ejemplos de estas



condiciones particulares son: laderas y taludes de corte cercanos a la carretera con pendientes elevadas y alturas importantes, rellenos antrópicos cercanos a los cauces de ríos, sitios con evidencia de deslizamientos antiguos o deslizamientos activos, taludes y laderas con evidencia de problemas de erosión. Para estos sitios de interés se recomienda, en términos generales, realizar los estudios básicos geológicos, geotécnicos e hidrológicos e hidráulicos requeridos, así como una evaluación de la condición que presentan los materiales geotécnicos (suelos y rocas), con el fin de determinar la necesidad de implementar acciones que disminuyan su vulnerabilidad y garanticen su estabilidad y su protección.

A continuación, se presenta un resumen de los resultados obtenidos en las rutas y secciones evaluadas.

Tabla 14. Resumen de resultados de evaluación del criterio de riesgo potencial de pérdida de conectividad

Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
30105000	Calle Cóncavas	Dulce Nombre	2,8	Pavimentada	Riesgo potencial bajo: entorno urbano con terreno plano en su mayoría. Exceptuando una pequeña sección del camino que posee terrenos con alta inclinación al costado del derecho de vía, ver Figura 35.
30105600	Cuadrantes Urbanos, casco central	Occidente	8,3	Pavimentada	No presenta puntos de potencial riesgo: entorno urbano con terreno plano en su mayoría. Ver fotografías en Anexo 2.
30106200	Cuadrantes Urbanos, casco central	Oriente	9,7	Pavimentada	No presenta puntos de potencial riesgo: entorno urbano con terreno plano en su mayoría. Ver fotografías en Anexo 3.
30111100	Sector Colegio Tolentino	San Nicolás	0,571	Pavimentada	No presenta puntos de potencial riesgo: entorno urbano con terreno plano en su mayoría. Ver fotografías en Anexo 4.
30128400	Alrededores Asilo El Carmen	El Carmen	0,39	Pavimentada	No presenta puntos de potencial riesgo: entorno urbano con terreno plano en su mayoría. Ver fotografías en Anexo 5.
30141800	Cuadrantes urbanos Guadalupe	Guadalupe	0,923	Pavimentada	No presenta puntos de potencial riesgo: entorno urbano con terreno plano en su mayoría. Ver fotografías en Anexo 6.
30130700	Transversal N°26 y Calle N°28	San Nicolás	2,125	Pavimentada	No presenta puntos de potencial riesgo: entorno urbano con terreno plano en su mayoría. Ver fotografías en Anexo 7.
30116300	Bermejo - Coris	Quebradilla	3,945	Pavimentada	Riesgo potencial bajo: entorno urbano con terreno plano en su mayoría. Sin embargo, hay secciones del camino con taludes con inclinación importante, pero de poca altura. Ver fotografías en Anexo 8.

La mayoría de los caminos analizados en el cantón de Cartago presentan condiciones que generen un riesgo potencial importante de pérdida de conectividad, debido al entorno en el que se encuentran y las condiciones del terreno en el que se encuentra la calzada ni de los terrenos circundantes. Únicamente en los códigos 30105000 y 30116300, se presenta un



riesgo potencial bajo, que de presentarse las condiciones, no generarían mayor afectación a la conectividad o sería de fácil atención.

6.1.3 Subárea: condición de superficie de ruedo

En la siguiente tabla se muestran las principales observaciones referentes al estado de la superficie de ruedo, generadas a partir de evaluación visual y registro fotográfico del camino, principalmente en estacionamientos en los que se observó alguna particularidad o deterioro.

Tabla 15. Resumen de resultados de evaluación del estado de la superficie de ruedo

Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
30105000	Calle Cónccavas	Dulce Nombre	2,8	Pavimentada	Se observan deterioros importantes, principalmente baches, superficie de ruedo con desprendimiento de agregados, cuero de lagarto (Figura 21 y Figura 26), desprendimiento de la estructura del pavimento en los costados del por falta de confinamiento (Figura 20) y huecos. Existen tramos con muy mal estado de superficie de ruedo. Ver fotografías en Anexo 1.
30105600	Cuadrantes Urbanos, casco central	Occidente	8,3	Pavimentada	Algunas de las calles y avenidas se encuentran en estado superficial aceptable, tal y como se muestra en las Figura 40, Figura 41 y Figura 45. Por otro lado, fue posible observar deterioros importantes en diferentes secciones del código de camino, desde áreas con cuero de lagarto de gran severidad y/o extensión (Figura 37 y Figura 48), hasta superficies de ruedo sumamente deterioradas que han sido bacheadas cuando en realidad requieren otro tipo de intervención, ver Figura 46, Figura 47 y Figura 54.
30106200	Cuadrantes Urbanos, casco central	Oriente	9,7	Pavimentada	Existen tramos con una condición de superficie de ruedo aceptable, tal y como se muestra en la Figura 75, sin embargo, el estado general del camino se encuentra en condición mala o regular, lo cual se puede observar en las Figura 80, Figura 81, Figura 82 y Figura 83. Hay un aspecto importante a resaltar y es que se observa la práctica de bacheos en grandes extensiones (ver Figura 65, Figura 69, Figura 70, Figura 74 y Figura 79), lo cual suele ser indicativo de que el pavimento requiere un tipo de intervención mayor, ya sea rehabilitación o inclusive una reconstrucción.
30111100	Sector Colegio Tolentino	San Nicolás	0,571	Pavimentada	La vía presenta deterioros importantes en la mayoría de su área como: bacheos, desprendimiento de agregados, cueros de lagarto, huecos y agrietamientos (ver Figura 89, Figura 90, Figura 91, Figura 93, Figura 94 y Figura 97)



Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
					En algunos sectores se tienen varios deterioros acumulados en un mismo punto, lo que es un indicativo de una superficie de ruedo que ya está en una condición de falla estructural (ver Figura 92). Se observa que sobre esta vía se han aplicado bacheos de diferentes dimensiones, estas intervenciones aplicadas en forma masiva generan una superficie irregular (ver Figura 95, Figura 96yFigura 98)
30128400	Alrededores Asilo El Carmen	El Carmen	0,39	Pavimentada	Esta vía presenta deterioros en el pavimento como: huecos, agrietamientos, cuero de lagarto, desprendimiento de agregados. Además, se observan abundantes bacheos de diferente tamaño en la vía. La condición de esta superficie de ruedo es desfavorable para un tránsito fluido de vehículos por esta vía (ver Figura 108, Figura 109, Figura 110 y Figura 111).
30141800	Cuadrantes urbanos Guadalupe	Guadalupe	0,923	Pavimentada	Este camino presenta una superficie de ruedo que ha sido sometida a procesos de bacheo mecanizado en múltiples puntos, los mismos presentan dimensiones variables (incluso hay baches que abarcan la totalidad del carril – ver Figura 118). Es posible identificar agrietamientos, cueros de lagarto, desprendimiento de agregados y huecos en la superficie que en conjunto con los bacheos generan una superficie irregular (Ver Figura 119, Figura 120, Figura 121 y Figura 122).
30130700	Transversal N°26 y Calle N°28	San Nicolás	2,125	Pavimentada	En estas vías se presentan pocos deterioros en la superficie de ruedo puesto que los trabajos de recarpeteo son recientes (ver Figura 133), se identificaron algunas situaciones puntuales como: exudaciones leves, huecos de acceso a llaves de paso de agua y marcas menores en el pavimento (ver Figura 134, Figura 135, Figura 136 y Figura 137).
30116300	Bermejo - Coris	Quebradilla	3,945	Pavimentada	El camino presenta una condición de superficie de ruedo buena, tras la aplicación de una sobre capa asfáltica resiente, ver Anexo 8. No se observan deterioros significativos en la nueva superficie de ruedo, sin embargo, es posible evidenciar ligeros deterioros superficiales, coincidentes con deterioros típicos por desprendimiento de agregados, ver Figura 152

Es importante mencionar que, en la mayoría de los proyectos de bacheo visitados, no es posible afirmar con certeza cuáles fueron ejecutados con las partidas presupuestarias en análisis y cuáles fueron intervenciones previas o posteriores. Además, es posible observar en



campo la ejecución de bacheo en caminos o secciones de camino que requieren intervenciones de otro tipo, tales como reconstrucción o rehabilitación, este tipo de ejecuciones, a pesar de ser necesarias en muchas ocasiones para brindar accesibilidad y una mejor seguridad vial, no es una sana práctica de gestión de pavimentos.

Por otro lado, los proyectos en los que se intervino el camino con una sobrecarpeta, presentan deterioros leves o puntuales, específicamente en los códigos 30130700 y 30116300.

6.1.4 Subárea: drenaje(sección transversal)

Este análisis se hace a partir de las visitas de campo y el registro fotográfico, el cual se realiza de manera general, sin datos específicos ni medidas en campo, además se limita a que durante las visitas de campo no se presentaron precipitaciones, por lo que no fue posible observar el comportamiento de agua de escorrentía sobre la sección transversal durante y después de los eventos atmosféricos mencionados. Por lo que este análisis se realiza a partir de condiciones muy obvias observadas en la superficie de rueda y que podrían afectar el drenaje sobre la condición transversal, generando acumulaciones de agua que aceleren el deterioro del pavimento.

Tabla 16. Condición de las secciones transversales de las rutas evaluadas.

Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
30105000	Calle Cónconvas	Dulce Nombre	2,8	Pavimentada	Posible acumulación de agua en deterioros como huecos y cuero de lagarto de alta severidad. Además, por particularidades del terreno y falta de drenajes laterales (cuneta o cordón de caño), hay al menos una sección del camino en la que es de esperar que el agua de escorrentía fluye sobre la sección transversal, ver Figura 35.
30105600	Cuadrantes Urbanos, casco central	Occidente	8,3	Pavimentada	Posible acumulación de agua en deterioros como huecos, baches en mal estado y cuero de lagarto de alta severidad. Es importante mencionar que la gran mayoría de las calles y avenidas evaluadas de este código, existe continuidad entre la calzada y el caño, lo que facilita la evacuación del agua de escorrentía en la superficie de rueda, la excepción a esta condición se observa en la Figura 47, en la se muestra la inexistencia de drenaje en uno de los lados de la calzada.
30106200	Cuadrantes Urbanos, casco central	Oriente	9,7	Pavimentada	Posible acumulación de agua en deterioros como huecos, baches en mal estado y cuero de lagarto de alta severidad. Es importante mencionar que la gran mayoría de las calles y avenidas evaluadas de este código, existe continuidad entre la calzada y el caño, lo que facilita la evacuación del agua de escorrentía en la superficie de rueda.



Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
30111100	Sector Colegio Tolentino	San Nicolás	0,571	Pavimentada	Se identifican puntos en la superficie de ruedo en la cual se podrían dar acumulaciones de agua durante los periodos de lluvia. Ante la presencia masiva de bacheos e irregularidades superficiales en la vía es posible que se tenga una evacuación ineficiente de las aguas hacia los costados (verFigura 88 y Figura 99).
30128400	Alrededores Asilo El Carmen	El Carmen	0,39	Pavimentada	Esta vía presenta un alineamiento horizontal rectilíneo y una superficie prácticamente plana. Es posible que por los deterioros de la superficie se den acumulaciones de agua que no sean causados por la sección transversal que en apariencia posee bombeos en ambas direcciones (ver Figura 112).
30141800	Cuadrantes urbanos Guadalupe	Guadalupe	0,923	Pavimentada	El trazado de la vía es primordialmente recto y con poca pendiente, no se apreciaron acumulaciones de agua en la superficie. Sin embargo, la presencia de huecos, cueros de lagarto e irregularidades a causa de los múltiples bacheos pueden interrumpir la salida del agua hacia los costados (ver Figura 123 y Figura 124). Existen zonas donde hay espaldones en lastre que pueden facilitar la formación de charcos que posteriormente dañen el pavimento (verFigura 125).
30130700	Transversal N°26 y Calle N°28	San Nicolás	2,125	Pavimentada	La sección transversal en estas vías no presenta condiciones que favorezcan la acumulación de agua en su superficie, es posible apreciar que las vías intervenidas cuentan con bombeo hacia los costados (ver Figura 138).
30116300	Bermejo - Coris	Quebradilla	3,945	Pavimentada	La sección transversal en esta vía no presenta condiciones que favorezcan la acumulación de agua en su superficie, es posible apreciar que las vías, ver Anexo 8.

En general, es posible afirmar que no hay mayores problemas con la evacuación de agua de escorrentía sobre la calzada, exceptuando los caminos o secciones de caminos que poseen una superficie de ruedo en malas condiciones, las que favorezcan la acumulación de agua sobre la misma, o en secciones del camino en donde no exista continuidad entre la calzada y el caño y cordón de caño, lo cual, puede llegar a afectar el desempeño de la estructura.

6.1.5 Subárea: drenaje (cunetas, cordón y caño)

La evaluación de la condición de las cunetas y cordón de caño se determina a partir de las visitas de campo y el registro fotográfico incorporado en los Anexos. En las observaciones se incluye la descripción del estado general y, cuando lo amerite, condiciones particulares observadas en los caminos en cuestión.



Es importante mencionar que se tiene claro que la intervención de los drenajes se sale del alcance del tipo de intervenciones en análisis, sin embargo, se hace la evaluación con el fin de proporcionar un insumo que sirva para intervenciones futuras, tratando de propiciar la intervención integral del camino, máxime considerando que los elementos de drenaje son fundamentales para evitar el deterioro acelerado de la estructura del pavimento.

Tabla 17. Condición general de las cunetas, cordón y caño de las rutas evaluadas

Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
30105000	Calle Cónconvas	Dulce Nombre	2,8	Pavimentada	Gran parte del camino posee cunetas o caños, sin embargo, en algunos tramos, existe cuneta, pero sin una conexión continua entre esta y la superficie de rueda, tal y cómo se muestra en la Figura 13 y Figura 19. Por otro lado, a secciones del camino que no poseen cunetas o caños en uno o ambos lados del camino, algunos ejemplos de esto se muestran en la Figura 13, Figura 30 y Figura 35.
30105600	Cuadrantes Urbanos, casco central	Occidente	8,3	Pavimentada	Se observa presencia generalizada de caño y cordón de caño en la mayoría de las calles y avenidas evaluadas, exceptuando tramos de poca extensión como el que se muestra en la Figura 47.
30106200	Cuadrantes Urbanos, casco central	Oriente	9,7	Pavimentada	Se observa presencia generalizada de caño y cordón de caño en la mayoría de las calles y avenidas evaluadas, exceptuando tramos de poca extensión como el que se muestra en la Figura 83.
30111100	Sector Colegio Tolentino	San Nicolás	0,571	Pavimentada	En este camino se identifican elementos de canalización de aguas en la mayoría de la longitud, sin embargo, son elementos de poca capacidad hidráulica (ver Figura 100). No hay uniformidad en la configuración de estos drenajes (ver Figura 101). Algunos sectores carecen de este tipo de infraestructura por lo que las aguas de escorrentía fluyen por el pavimento (ver Figura 102).
30128400	Alrededores Asilo El Carmen	El Carmen	0,39	Pavimentada	La vía cuenta con elementos de manejo pluvial de tipo cordón de caño en algunos sectores y de tipo cuneta en otros. En apariencia estos elementos son funcionales (ver Figura 113)
30141800	Cuadrantes urbanos Guadalupe	Guadalupe	0,923	Pavimentada	Se identifican elementos canalizadores como cunetas y cordones de caño en prácticamente la totalidad del camino. No hay uniformidad en la forma y capacidad de los diferentes drenajes (ver Figura 126 y Figura 127). Existen muchos ingresos a cocheras que cuentan con losas construidas sobre las cunetas y esto puede favorecer que se den obstrucciones (ver Figura 128).



30130700	Transversal N°26 y Calle N°28	San Nicolás	2,125	Pavimentada	En estas vías se tiene una condición mixta con los drenajes, pues en algunos tramos se cuenta con cunetas y cordones de caño en las orillas del camino (ver Figura 139 y Figura 140). En tanto que en otros sectores no se tienen elementos para el manejo de aguas pluviales (Ver Figura 141). Cabe mencionar que en algunos lugares se tiene una separación entre la calzada y los drenajes que puede facilitar la aparición de charcos en la orilla de la calzada (ver Figura 142).
30116300	Bermejo - Coris	Quebradilla	3,945	Pavimentada	El camino evidencia falta de elementos de canalización de agua pluvial en tramos importantes de la vía, tal y como se muestra en la Figura 153, Figura 157 y Figura 158. Sin embargo, es importante recalcar que se observa la existencia de

En cuanto a la existencia de elementos de canalización de aguas, tales como cunetas, cordón y caño, la condición en los caminos analizados fue muy diversa. En los caminos pertenecientes al casco central se observa la presencia generalizada de estos elementos, mientras que otros caminos como el código 30130700 presenta alta aleatoriedad en sus elementos de drenaje y su condición. Por otro lado, en el código 30116300, es posible observar la falta importante de elementos de infraestructura que evacúen de manera eficiente el agua de escorrentía sobre el derecho de vía.

Otra condición que vale la pena comentar, es que en varias secciones de los caminos existen cunetas o cordón y caño, pero este no presenta continuidad entre estos y la calzada, por lo que hay secciones transversales en las que el agua se infiltra a la estructura, en franjas de terreno que se encuentran entre la superficie de ruedo y los elementos de drenaje.

6.2. Área: Seguridad

En esta sección se evalúan varias características de los caminos que se asocian con la seguridad vial, esto a pesar de que las intervenciones en análisis no necesariamente contemplan este elemento de la infraestructura dentro del presupuesto, principalmente las intervenciones cuyo objetivo es el bacheo. No obstante, se hace la evaluación con el fin de hacer un análisis integral de los caminos y que este informe genere insumos para identificar posibles mejoras en la seguridad de los caminos, propiciando la intervención integral de los caminos.

6.2.1 Subárea: seguridad vial (Señalización vertical y horizontal)

Las observaciones señaladas en la Tabla 18 se basan en la auscultación visual de los tramos en cuestión, así como en el registro fotográfico de los mismos. En la siguiente tabla se hace referencia a lo observado en cuanto a señalización horizontal y vertical.



Tabla 18. Resumen de evaluación a la señalización vial

Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
30105000	Calle Cónnavas	Dulce Nombre	2,8	Pavimentada	En general, la señalización horizontal observada se encuentra en un estado importante de deterioro, tal y cómo se muestra en la Figura 31 y Figura 35 Figura 34
30105600	Cuadrantes Urbanos, casco central	Occidente	8,3	Pavimentada	En general, es posible observar la existencia de demarcación tanto horizontal como vertical. No obstante, la condición de algunas de las señales no es la más adecuada, lo cual se puede observar en las Figura 42Figura 45 y Figura 49. Por otro lado, la señalización horizontal es prácticamente inexistente en algunas secciones del código de camino, ver Figura 39y Figura 52.
30106200	Cuadrantes Urbanos, casco central	Oriente	9,7	Pavimentada	El conjunto de calles y avenidas que conforma este código tiene condiciones de señalización muy diversas. Hay caminos con señalización con un estado aceptable (ver Figura 66, Figura 72, Figura 73 y Figura 74), mientras que en otros está en muy mal estado o carecen complemente de señalización horizontal, como líneas centro, ejemplos de esto se muestran en la Figura 57, Figura 58, Figura 69 y Figura 81.
30111100	Sector Colegio Tolentino	San Nicolás	0,571	Pavimentada	Esta vía presenta algunos sectores donde se tiene señalización horizontal básica (cercana a intersecciones). Las líneas y figuras presentan deterioros leves y todavía son visibles (ver Figura 103 y Figura 104). Las señales verticales que se evaluaron presentan poco deterioros.
30128400	Alrededores Asilo El Carmen	El Carmen	0,39	Pavimentada	Se identifica demarcación vial horizontal en el sector de la intersección, la misma es visible y no presenta desgaste significativo. Las figuras en las intersecciones son las que muestran mayor desgaste (ver Figura 114) Las señales verticales se aprecian en condiciones aceptables, sin embargo, hace falta una señal de tipo Ceda (Ver Figura 115).
30141800	Cuadrantes urbanos Guadalupe	Guadalupe	0,923	Pavimentada	Se identifican muy pocos elementos de demarcación vial en este camino, los existentes muestran un desgaste leve (ver Figura 129).
30130700	Transversal N°26 y Calle N°28	San Nicolás	2,125	Pavimentada	Se observaron algunas figuras en las intersecciones y trabajos de marcate inicial previo a la demarcación de las líneas de centro (Ver Figura 143 y Figura 144). En una intersección se observa la demarcación existente desgastada, poco visible y sin señal vertical (ver Figura 145).



Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
30116300	Bermejo - Coris	Quebradilla	3,945	Pavimentada	En el momento de la evaluación el camino se estaba interviniendo, al mismo estaba siendo señalizado con línea de centro continua, tal y como se muestra en la Figura 153, Figura 157 y Figura 158.

En general, la mayoría de caminos cuentan con señalización horizontal, sin embargo, su condición difiere mucho entre códigos, inclusive entre tramos de un mismo código, pudiendo tener señales recién demarcadas y otras en condiciones regulares o casi inexistentes por el paso de los años y el poco mantenimiento.

6.2.2 Subárea: seguridad vial (ancho de vía)

Dado el alcance y las limitaciones de esta evaluación, la descripción del ancho de vía se restringe a lo observado de manera general, dada la naturaleza cantonal de estas rutas se está considerando un ancho mínimo aceptable para un ancho de superficie de rueda en la que al menos puedan transitar dos vehículos de manera simultánea, los resultados de este análisis se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 19. Resumen de evaluación del ancho de vía por sección de control

Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
30105000	Calle Cónconvas	Dulce Nombre	2,8	Pavimentada	En general, el ancho de vía es aceptable.
30105600	Cuadrantes Urbanos, casco central	Occidente	8,3	Pavimentada	En general, el ancho de vía es aceptable.
30106200	Cuadrantes Urbanos, casco central	Oriente	9,7	Pavimentada	En general, el ancho de vía es aceptable.
30111100	Sector Colegio Tolentino	San Nicolás	0,571	Pavimentada	En general, el ancho de vía es aceptable, exceptuando el ancho de vía de la intersección que se muestra en la Figura 88 y Figura 102
30128400	Alrededores Asilo El Carmen	El Carmen	0,39	Pavimentada	En general, el ancho de vía es aceptable.
30141800	Cuadrantes urbanos Guadalupe	Guadalupe	0,923	Pavimentada	En general, el ancho de vía es aceptable.
30130700	Transversal N°26 y Calle N°28	San Nicolás	2,125	Pavimentada	En general, el ancho de vía es aceptable.
30116300	Bermejo - Coris	Quebradilla	3,945	Pavimentada	En general, el ancho de vía es aceptable.



En general, todos los caminos evaluados cuentan con un ancho de vía aceptable a lo largo del camino. Hubo pocos sectores en los que el ancho de vía se reducía sustancialmente, los cuales además eran de poca longitud.

6.2.3 Subárea: seguridad vial (limpieza del derecho de vía)

En esta sección se analiza la condición de limpieza del derecho de vía de cada una de las rutas evaluadas haciendo énfasis en la presencia de basura, rotulación ilegal, maleza, y árboles que puedan reducir el ancho de vía disponible o generar alguna situación de riesgo para los usuarios.

Tabla 20. Resumen de evaluación de la limpieza del derecho de vía por sección de control

Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
30105000	Calle Cónnavas	Dulce Nombre	2,8	Pavimentada	En general se encuentra limpio: sin basura, sin rótulos ilegales y libre de maleza y árboles. Ver Anexo 1
30105600	Cuadrantes Urbanos, casco central	Occidente	8,3	Pavimentada	En general se encuentra limpio: sin basura, sin rótulos ilegales y libre de maleza y árboles. Ver Anexo 2
30106200	Cuadrantes Urbanos, casco central	Oriente	9,7	Pavimentada	En general se encuentra limpio: sin basura, sin rótulos ilegales y libre de maleza y árboles. Ver Anexo 3
30111100	Sector Colegio Tolentino	San Nicolás	0,571	Pavimentada	En general se encuentra limpio: sin basura, sin rótulos ilegales y libre de maleza y árboles. Ver Anexo 4.
30128400	Alrededores Asilo El Carmen	El Carmen	0,39	Pavimentada	En general se encuentra limpio: sin basura, sin rótulos ilegales y libre de maleza y árboles. Ver Anexo 5.
30141800	Cuadrantes urbanos Guadalupe	Guadalupe	0,923	Pavimentada	En general se encuentra limpio: sin basura, sin rótulos ilegales y libre de maleza y árboles. Ver Anexo 6.
30130700	Transversal N°26 y Calle N°28	San Nicolás	2,125	Pavimentada	En general se encuentra limpio: sin basura, sin rótulos ilegales y libre de maleza y árboles. Ver Anexo 7.
30116300	Bermejo - Coris	Quebradilla	3,945	Pavimentada	En general se encuentra limpio: sin basura, sin rótulos ilegales y libre de maleza y árboles. Ver Anexo 8.

En general, es posible afirmar que las vías evaluadas se encuentran con una buena condición de limpieza en el derecho de vía.



6.2.4 Subárea: seguridad vial (parámetros complementarios)

En esta subárea se evalúa la presencia y condición general de obras complementarias de infraestructura vial que se observó en campo y que se registró mediante fotografías., entre estos se incluyen elementos como las aceras, rampas y tapas de alcantarillas.

Esta es otra de las secciones del documento donde el análisis se realiza el objetivo de hacer un análisis integral del estado de los caminos, a pesar de que el alcance de las intervenciones en evaluación no incorpora este tipo de elementos.

Tabla 21. Resumen de evaluación del estado general de obras de infraestructura vial complementarias

Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
30105000	Calle Cóncavas	Dulce Nombre	2,8	Pavimentada	Aceras: existen tramos del camino con aceras, sin embargo, es posibles observar secciones del camino en donde la acera se encuentra a un sólo lado del camino o se encuentra en muy estado, tal y como se muestra en la Figura 13 y Figura 35. Po otro lado, fue posible observar que hay tramos del camino en donde la acera es inexistente, tal y como se observa en la Figura 14 y Figura 19.
30105600	Cuadrantes Urbanos, casco central	Occidente	8,3	Pavimentada	Se observa presencia generalizada de aceras en la mayoría de las calles y avenidas evaluadas, exceptuando tramos de poca extensión como el que se muestra en la Figura 47. Inclusive, hay tramos del código que cuentan aceras con loseta táctil, ver Figura 38 y Figura 45. Es importante mencionar que en la mayoría de esquinas se observan rampas, lo cual es posible observarlo en las Figura 40, Figura 49 y Figura 56.
30106200	Cuadrantes Urbanos, casco central	Oriente	9,7	Pavimentada	En general, los caminos evaluados poseen aceras a ambos lados del camino, ver Figura 58, Figura 66, Figura 69 y Figura 76. Se observan rampas en algunas esquinas, tal y como se muestra en la Figura 65 y Figura 84. Algunas de las tapas de las alcantarillas se encuentran a nivel de rasante (Figura 84). Sin embargo, fue posible observar algunas tapas por debajo del nivel o, inclusive, con material depositado y vegetación en su perímetro, tal y como se muestra en la Figura 60.
30111100	Sector Colegio Tolentino	San Nicolás	0,571	Pavimentada	Se identifican algunos sectores que tienen aceras, sin embargo, las mismas no son continuas en toda la longitud y



Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
					en algunos sectores no hay ningún tipo de facilidad peatonal (Ver Figura 105 y Figura 106).
30128400	Alrededores Asilo El Carmen	El Carmen	0,39	Pavimentada	Esta vía presenta aceras en ambos costados de la vía, las mismas no son uniformes en cuanto a dimensiones y acabado de superficie, sin embargo, son funcionales y permiten el paso de peatones de forma adecuada (ver Figura 116).
30141800	Cuadrantes urbanos Guadalupe	Guadalupe	0,923	Pavimentada	Se identifican aceras en ambos costados del camino en la mayoría de su longitud, las mismas no son uniformes en cuanto a dimensiones y acabado de superficie, sin embargo, son funcionales y permiten el paso de peatones de forma adecuada (ver Figura 130 y Figura 131).
30130700	Transversal N°26 y Calle N°28	San Nicolás	2,125	Pavimentada	Se identifican aceras de reciente construcción que cuentan con huella táctil (ver Figura 146 y Figura 147), uno de los paños de esta acera presenta agrietamiento. En el resto de la vía se observan aceras en algunos sectores (ver Figura 148) con diferentes configuraciones. En otros sectores no hay ningún tipo de facilidad para los peatones (ver Figura 149).
30116300	Bermejo - Coris	Quebradilla	3,945	Pavimentada	En el camino se observan sectores con existencia parcial de aceras (un sólo lado del camino), tal y como se observa en la Figura 153 y otros en los que faltan aceras a ambos lados del camino (ver Figura 158 y Figura 159).

Es posible observar la falta de aceras y rampas de manera parcial (por tramos o en un solo lado del camino), en diferentes caminos evaluados. Dado que las aceras son elementos fundamentales para la seguridad de los peatones, quienes además son usuarios regulares de la infraestructura vial, su construcción y mantenimiento debería estar considerado por la administración.

Es importante recalcar que en los caminos de alta transitabilidad de peatones, como lo son los caminos de los cuadrantes urbanos, las aceras son parte regular y constante del derecho de vía.



7. Resultados de los elementos evaluados para los caminos no pavimentados.

7.1. Área: Transitabilidad

7.1.1 Subárea: conectividad

Los resultados de evaluación del criterio de conectividad se muestran en la Tabla 22, donde se puede apreciar que todos los caminos no pavimentados del cantón de Cartago presentan paso sin obstáculos en el momento de su evaluación.

Se revisó visualmente los puntos geográficos críticos donde se pueda cortar la conectividad del camino como pasos de río a nivel, vados, zonas con riesgo de derrumbes y deslizamientos.

Tabla 22. Resultados de evaluación del criterio de conectividad.

Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
3-01-04-00	La Misión Sur	Cartago	4,000 km	No pavimentada	No existen obstáculos geográficos críticos donde se corte la conectividad al momento de la evaluación.
3-01-182-00	Sabana Larga	Cartago	1,756 km	No pavimentada	No existen obstáculos geográficos críticos donde se corte la conectividad al momento de la evaluación, sin embargo, el camino no tiene salida hacia el extremo Oeste.
3-01-391-00	Bajos Navarrito	Cartago	1,206 km	No pavimentada	No existen obstáculos geográficos críticos donde se corte la conectividad al momento de la evaluación, sin embargo, el camino no tiene salida hacia el extremo Sur.
3-01-130-00	La Garita-Copalchí	Cartago	0,638 km	No pavimentada	No existen obstáculos geográficos críticos donde se corte la conectividad al momento de la evaluación.
3-01-099-00	Jimenez La Guaria	Cartago	2,300 km	No pavimentada	No existen obstáculos geográficos críticos donde se corte la conectividad al momento de la evaluación.



7.1.2 Subárea: sistema de contención o el refuerzo de taludes

El resumen de los resultados obtenidos sobre la valoración técnica del riesgo potencial de pérdida de conectividad de los caminos no pavimentados evaluados se presenta en la Tabla 23. Los mapas de cada camino evaluado se adjuntan en Anexo 9 y las fotografías representativas de cada camino se incluyen en el Anexo 10.

Se evaluó visualmente el riesgo potencial de pérdida de conectividad asociada a los elementos del camino y su intervención como taludes de corte o relleno, condiciones de la plataforma del camino y superficie de ruedo, pasos de alcantarilla y puentes, que por su deterioro puedan generar puntos donde se corte parcial o totalmente el paso.

Tabla 23. Resumen de resultados del riesgo potencial de pérdida de conectividad.

Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
3-01-04-00	La Misión Sur	Cartago	4,000 km	No pavimentada	Los deterioros existentes en algunos puntos de la superficie de ruedo pueden condicionar la circulación de vehículos livianos, pero no existen mayores elementos que puedan cortar la conectividad del camino.
3-01-182-00	Sabana Larga	Cartago	1,756 km	No pavimentada	El camino no tiene conectividad con otra ruta, ya que se tiene una sección del camino con superficie de tierra que puede dificultar el paso de vehículos livianos, sobre todo en época lluviosa.
3-01-391-00	Bajos Navarrito	Cartago	1,206 km	No pavimentada	El camino no tiene conectividad con otra ruta y además tiene una sección del camino con superficie de tierra y escombros en el camino que puede dificultar el paso de vehículos livianos, sobre todo en época lluviosa.
3-01-130-00	La Garita-Copalchí	Cartago	0,638 km	No pavimentada	Se tiene un paso de alcantarilla donde se ha erosionado la plataforma del camino, lo que ha reducido el ancho de calzada. Se identifica dos sitios con taludes con alta pendiente en ambos lados de la vía, que podrían eventualmente presentar deslizamientos.
3-01-099-00	Jimenez La Guaría	Cartago	2,300 km	No pavimentada	Se tiene un paso de alcantarilla y un puente donde podría cortarse la conectividad en caso eventual de deterioro y daño. Se tiene dos sectores con taludes de corte y relleno que pueden cortar la conectividad del camino en caso de deslizamiento.



Los caminos no pavimentados evaluados presentan pocos puntos donde se pueda perder la conectividad, además algunos de estos caminos no tienen salida a otra ruta. Se identificó cuatro puntos donde se tiene taludes de corte y relleno con potencial riesgo de deslizamiento que puede cortar la conectividad del camino. Por otra parte, identificó dos sitios asociados a pasos de alcantarilla y un puente donde se podría cortar el camino en caso de deterioro y daño permanente. Finalmente, se tienen algunas secciones con superficie de tierra donde se puede dificultar el paso en época lluviosa.

7.1.3 Subárea: rugosidad

Resultados del ensayo de rugosidad

El resumen de resultados de la medición de rugosidad superficial para los caminos no pavimentados del cantón de Cartago, se presenta de la Tabla 24 a la Tabla 28. Los mapas de cada camino evaluado se adjuntan en Anexo 9, las fotografías representativas de cada camino se incluyen en el Anexo 10, los gráficos de IRI en el Anexo 11 y la salida de datos del Rugosímetro III se adjunta en el Anexo 12.

Los resultados del ensayo de rugosidad no son representativos del nivel de servicio real del camino, ya que no se logró alcanzar la velocidad de operación recomendada para el equipo Rugosímetro III (40 a 60 km/h), en la mayor parte de la longitud de los caminos evaluados. Por lo tanto, el resumen de resultados que se muestra de la Tabla 24 a la Tabla 28 tiene los siguientes elementos:

- Tramos donde se logró alcanzar una velocidad mayor a 40 km/h, con indicación de estacionamiento inicial y final, longitud, promedio de la rugosidad medida (IRI prom), la desviación estándar (IRI Desvest) y la razón entre los anteriores (S/M).
- Longitud que suman los tramos evaluados (Longitud Vel.Ev. >40 km/h).
- Longitud total del trazado del camino (Longitud total del camino).
- Porcentaje de la longitud total del trazado del camino que representan los tramos efectivamente evaluados (Porcentaje de longitud del camino).
- Observaciones sobre las condiciones del camino que influyen en los resultados de rugosidad obtenidos.

Las principales observaciones respecto de los resultados obtenidos en la evaluación de rugosidad son las siguientes:

- No se logró identificar las secciones específicas de cada camino que fueron intervenidas, por lo que se recorrió todo el camino con el equipo Rugosímetro III.
- En algunos caminos se identificó variaciones en el material de superficie de ruedo como: lastre mejorado con cemento, tierra y escombros, lo que se señala en los mapas.



- La mayor parte de los caminos presenta secciones con longitudinal mayor a 10%, y curvas horizontales con radio reducido y anchos de calzada menores a 4m, donde se requiere la reducción de la velocidad de operación a menos de 40 km/h.
- La proporción de la longitud de cada camino evaluado, donde se logró alcanzar la velocidad de operación del equipo es menor a 60% en todos los casos, excepto en el código 3-01-182-00 Sabana Larga-dirección Fin de camino-RN218, donde se alcanzó un 86,2%, como se puede observar en la Tabla 25. Además, en dos mediciones no se logró alcanzar la velocidad de operación del equipo en ningún tramo del camino.
- Los tramos donde se alcanzó la velocidad operación del Rugosímetro III son generalmente dispersos en la longitud de cada camino.

Tabla 24. Resultados de rugosidad para el camino 3-01-04-00 La Misión Sur (Fecha: 02-05-2022).

Código del camino	Sentido de evaluación	Tramo	Est Inicial	Est Final	Long (Km)	IRI Prom	IRI Desvest	S/M	
3-01-04-00	RN 401-RN 219_Norte-Sur	1	1+175	1+350	0,175	14,69	3,15	0,21	
		2	1+900	2+300	0,400	16,66	4,19	0,25	
		3	2+525	2+650	0,125	16,70	5,63	0,34	
		4	2+775	2+875	0,100	20,23	5,95	0,29	
		5	3+249	3+724	0,475	11,88	5,02	0,42	
		Longitud Vel. Ev>40km/h (km)			1,275				
		Longitud total del camino (km)			4,054				
	Porcentaje de longitud del camino (%)			31,5%					
	RN 219-RN 401_Sur-Norte	1	2+275	2+350	0,075	6,63	2,00	0,30	
		2	2+425	2+525	0,100	7,40	4,01	0,54	
		Longitud Vel. Ev>40km/h (km)			0,175				
		Longitud total del camino (km)			4,061				
		Porcentaje de longitud del camino (%)			4,3%				
	Observaciones								
<p>Se presentaron las siguientes limitaciones para realizar la medición de rugosidad con el Rugosímetro III:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altas pendientes longitudinales mayores a 10%, lo que impide alcanzar la velocidad de operación del equipo en la mayor parte de la longitud del camino, tanto en ascenso como descenso. • Ancho reducido de la calzada menor a 4 m en algunas secciones del camino, donde se requiere bajar la velocidad por seguridad o por la presencia de vehículos que circulan por la vía. • Dos secciones con superficie de Lastre-Cemento con cuyas juntas deterioradas donde se requiere bajar la velocidad significativamente o detenerse completamente. • Deterioros superficiales como surcos y deformaciones severas en algunos puntos donde se requieren reducir la velocidad significativamente. 									



Tabla 25. Resultados de rugosidad para el camino 3-01-182-00 Sabana Larga (Fecha: 02-05-2022).

Código del camino	Sentido de evaluación	Tramo	Est Inicial	Est Final	Long (Km)	IRI Prom	IRI Desvest	S/M	
3-01-182-00	RN218-Fin de camino	1	0+375	1+075	0,700	9,16	3,74	0,41	
		Longitud Vel. Ev.>40km/h (km)			0,700				
		Longitud total del camino (km)			1,188				
		Porcentaje de Longitud del camino (%)			58,9%				
	Fin de camino-RN218	1	0,1	1,075	0,975	10,21	4,78	0,47	
		Longitud Vel. Ev.>40km/h (km)			0,975				
		Longitud total del camino (km)			1,131				
		Porcentaje de longitud del camino (%)			86,2%				
Observaciones									
<p>Se presentaron las siguientes limitaciones para realizar la medición de rugosidad con el Rugosímetro III:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altas pendientes longitudinales mayores a 10%, lo que impide alcanzar la velocidad de operación del equipo en algunos tramos del camino, tanto en ascenso como descenso. • Ancho reducido de la calzada menor a 4 m en algunas secciones del camino, donde se requiere bajar la velocidad por seguridad o debido a la presencia de vehículos que circulan por la vía. • Sección con superficie de tierra con superficie irregular donde no se puede alcanzar la velocidad de operación del equipo. 									

Tabla 26. Resultados de rugosidad para el camino 3-01-391-00 Bajos Navarrito (Fecha: 02-05-2022).

Código del camino	Sentido de evaluación	Tramo	Est Inicial	Est Final	Long (Km)	IRI Prom	IRI Desvest	S/M	
3-01-391-00	C3-01-212-Fin camino	No se logró alcanzar velocidad de operación del Rugosímetro III							
	Fin de camino-C3-01-212	1	0+600	0+750	0,150	13,03	4,14	0,32	
		Longitud Vel. Ev.>40km/h (km)			0,15				
		Longitud total del camino (km)			0,79				
		Porcentaje de longitud del camino (%)			19,0%				
Observaciones									
<p>Se presentaron las siguientes limitaciones para realizar la medición de rugosidad con el Rugosímetro III:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altas pendientes longitudinales mayores a 10%, lo que impide alcanzar la velocidad de operación del equipo en la mayor parte de la longitud del camino, tanto en ascenso como descenso. • Ancho reducido de la calzada menor a 4 m en todo el camino, donde se requiere bajar la velocidad por seguridad. • Sección con superficie de tierra con superficie irregular donde no se puede alcanzar la velocidad de operación del equipo. • Secciones con escombros en la superficie de rueda, donde se requiere bajar la velocidad. 									



Tabla 27. Resultados de rugosidad para el camino 3-01-130-00 La Garita Copalchí (Fecha: 04-05-2022).

Código del camino	Sentido de evaluación	Tramo	Est Inicial	Est Final	Long (Km)	IRI Prom	IRI Desvest	S/M	
3-01-130-00	RN 228-Fin de camino	1	0+550	0+625	0,075	11,633	2,743	0,236	
		Longitud Vel. Ev>40km/h (km)			0,075				
		Longitud total del camino (km)			0,693				
	Porcentaje de longitud del camino (%)			10,8%					
	Fin de camino-RN228	No se logró alcanzar velocidad de operación del Rugosímetro III							
Observaciones									
<p>Se presentaron las siguientes limitaciones para realizar la medición de rugosidad con el Rugosímetro III:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altas pendientes longitudinales mayores a 10%, lo que impide alcanzar la velocidad de operación del equipo en la mayor parte de la longitud del camino, tanto en ascenso como descenso. • Ancho reducido de la calzada menor a 4 m en todo el camino, donde se requiere bajar la velocidad por seguridad • Curvas cerradas de radio reducido donde no se puede alcanzar la velocidad de operación del equipo. 									

Tabla 28. Resultados de rugosidad para el camino 3-01-099-00 Jimenez La Guaría (Fecha: 04-05-2022).

Código del camino	Sentido de evaluación	Tramo	Est Inicial	Est Final	Long (Km)	IRI Prom	IRI Desvest	S/M	
3-01-099-00	C3-01-100-00-RN304	1	0+400	0+675	0,275	8,264	2,291	0,277	
		2	0+975	1+075	0,100	9,675	2,35	0,243	
		3	1+175	1+200	0,025	6,8	0	-	
		4	1+500	1+550	0,050	12,250	1,768	0,144	
		5	1+625	1+725	0,100	10,025	3,572	0,356	
		6	1+875	1+975	0,100	7,15	0,6245	0,0873	
		Longitud Vel. Ev>40km/h (km)			0,650				
		Longitud total del camino (km)			2,296				
	Porcentaje de longitud del camino (%)			28,3%					
	RN304-C3-01-100-00	1	0+375	0+475	0,100	8,375	2,298	0,274	
		2	0+625	0+650	0,025	9	0	0	
		3	0+925	0+975	0,050	11	2,55	0,23	
		4	1+675	1+950	0,275	7,282	1,387	0,190	
		5	2+250	2+325	0,075	8,9	0,4	0,0449	
Longitud Vel. Ev>40km/h (km)			0,525						
Longitud total del camino (km)			2,292						
Porcentaje de longitud del camino (%)			22,9%						
Observaciones									
<p>Se presentaron las siguientes limitaciones para realizar la medición de rugosidad con el Rugosímetro III:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altas pendientes longitudinales mayores a 10%, lo que impide alcanzar la velocidad de operación del equipo en la mayor parte de la longitud del camino, tanto en ascenso como descenso. • Ancho reducido de la calzada menor a 4 m en algunas secciones del camino, donde se requiere bajar la velocidad por seguridad o por la presencia de vehículos que circulan por la vía. • Curvas cerradas de radio reducido donde no se puede alcanzar la velocidad de operación del equipo. • Aproximaciones a puente donde se debe reducir la velocidad de operación del equipo. 									



Indicador de rugosidad (IR)

Se calculó el Indicador de rugosidad (IR) sólo para los tramos donde se logró alcanzar la velocidad de operación del Rugosímetro III, de acuerdo con lo expuesto de la Tabla 24 a la Tabla 28.

La escala de evaluación de la rugosidad se muestra en la Tabla 29 y el resumen general de resultados del IR para las rutas evaluadas se presenta en la Tabla 30.

Se considera que los indicadores obtenidos no reflejan el nivel de servicio real de los caminos evaluados en toda su longitud, ya que en la mayoría de los casos se obtienen a partir de datos de rugosidad de menos del 60% de su extensión, como se observa en la columna “% del camino” de la Tabla 30. Por lo que no se recomienda utilizarlos como referencia definitiva para la evaluación de los caminos.

Tabla 29. Criterio de evaluación o nota según el Indicador de Rugosidad (IR).

IR	Nota
Mayor a 70%	100
Entre 50% a 69%	80
Entre 40% a 49%	60
Entre 30% a 39%	40
Entre 20% a 29%	20
Menor a 20%	0

Tabla 30. Resumen general de resultados de rugosidad para las rutas evaluadas.

Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Sentido de evaluación	% del camino	LT (km)	L (km)	IR	N
3-01-04-00	La Misión Sur	Cartago	RN 401-RN 219_Norte-Sur	31,5%	1,275	0,300	23,5%	20
			RN 219-RN 401_Sur-Norte	4,3%	0,175	0,100	57,1%	80
3-01-182-00	Sabana Larga	Cartago	RN218-Fin de camino	58,9%	0,700	0,450	64,3%	80
			Fin de camino-RN218	86,2%	0,975	0,550	56,4%	80
3-01-391-00	Bajos Navarrito	Cartago	C3-01-212-Fin camino	No se alcanzó velocidad Rug.III				
			Fin de camino-C3-01-212	19,0%	0,150	0,050	33,3%	40
3-01-130-00	La Garita-Copalchí	Cartago	RN 228-Fin de camino	10,8%	0,075	0,025	33,3%	40
			Fin de camino-RN228	No se alcanzó velocidad Rug.III				
3-01-099-00	Jimenez La Guaría	Cartago	C3-01-100-00-RN304	28,3%	0,650	0,450	69,2%	80
			RN304-C3-01-100-00	22,9%	0,525	0,450	85,7%	100
Observaciones								



Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Sentido de evaluación	% del camino	LT (km)	L (km)	IR	N
<p>Los índices mostrados en esta tabla se calcularon sólo para los tramos de cada camino, donde se alcanzó la velocidad de operación del Rugosímetro III según lo indicado de la Tabla 24 a la Tabla 28, donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • % del camino= proporción de la longitud total del camino donde se alcanzó la velocidad de operación del equipo Rugosímetro III (40-60km/h). • LT= longitud total de los tramos donde se alcanzó la velocidad de operación del equipo Rugosímetro III (40-60km/h) • L= longitud del tramo con $IRI < 10$ • $IR = L/LT * 100$ • N= nota de acuerdo con la Tabla 29. 								

Valoración visual de la condición superficial

Se realiza una valoración visual de la condición superficial de los caminos no pavimentados del cantón de Cartago, debido a las limitaciones que se tuvieron para evaluar la rugosidad con el equipo Rugosímetro III, como se explicó en los apartados anteriores de este informe. Los resultados de la valoración visual de la condición superficial se realizan de acuerdo con lo observado en el sitio, videos y fotografías de referencia, como se detalla en la Tabla 31 y Anexo 10.

No se logró identificar las zonas específicas donde se realizó las intervenciones en la superficie de rueda con las actividades de conformación, colocación y compactación de material granular en los caminos no pavimentados de Cartago.

Tabla 31. Valoración visual de la condición superficial de las rutas evaluadas.

Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
3-01-04-00	La Misión Sur	Cartago	4,000 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> • No se logra identificar las zonas específicas donde se intervino la superficie de rueda. • Camino de bajo tránsito que da acceso a algunas viviendas y zonas de producción principalmente. • Altas pendientes longitudinales mayores a 10% en la mayor parte del camino. • Algunas curvas de radio reducido. • Deterioros superficiales como surcos producto de escorrentía pluvial, huecos y pérdida de la pendiente transversal o bombeo. • Velocidad promedio de operación en sentido RN 219-RN 401_Sur-Norte. (ascenso) es de 30 km/h y en sentido RN 401-RN 219_Norte-Sur (descenso) es 34 km/h. • Los deterioros existentes en la superficie hacen que en varios tramos del camino el tránsito sea incómodo para el usuario y deba reducir la velocidad.



Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
3-01-182-00	Sabana Larga	Cartago	1,756 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> No se logra identificar las zonas específicas donde se intervino la superficie de ruedo. Camino de bajo tránsito que da acceso a fincas principalmente. Altas pendientes longitudinales mayores a 10% en algunos tramos cortos del camino. Deterioros superficiales como agregado suelto, algunos huecos y pérdida de la pendiente transversal o bombeo. Velocidad promedio de operación en sentido RN218-Fin de camino es de 39 km/h y en sentido Fin de camino-RN218 es 41 km/h. Los deterioros son localizados por lo que su influencia en la velocidad de operación es baja.
3-01-391-00	Bajos Navarrito	Cartago	1,206 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> No se logra identificar las zonas específicas donde se intervino la superficie de ruedo. Camino de bajo tránsito que da acceso a algunas viviendas. Altas pendientes longitudinales mayores a 10% en al menos la mitad del camino. Deterioros superficiales como agregado suelto y pérdida de la pendiente transversal o bombeo. Se identifican secciones con superficie de tierra y escombros en la vía. Velocidad promedio de operación en sentido C3-01-212-Fin camino es de 21 km/h y en sentido Fin de camino-C3-01-212 es 28 km/h. Los deterioros son localizados por lo que su influencia en la velocidad de operación es baja.
3-01-130-00	La Garita-Copalchí	Cartago	0,638 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> Camino de bajo tránsito que da acceso a algunas viviendas y fincas. Altas pendientes longitudinales mayores a 10% y curvas de radio reducido en la mayor parte del camino. Velocidad promedio de operación en sentido RN 228-Fin de camino es de 25 km/h y en sentido Fin de camino-RN 228es 29 km/h. Superficie de ruedo granular mejorada con material asfáltico, que la hace más resistente al deterioro.



Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
3-01-099-00	Jimenez La Guaría	Cartago	2,300 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> No se logra identificar las zonas específicas donde se intervino la superficie de ruedo. Camino de bajo tránsito que da acceso a viviendas y fincas. Altas pendientes longitudinales cercanas al 10% y algunas curvas de radio reducido. Superficie de ruedo de material granular con deterioros como agregado suelto y algunos surcos. Velocidad promedio de operación en sentido C3-01-100-00-RN304es de 33 km/h y en sentido RN304-C3-01-100-00es 32 km/h. El nivel de servicio del camino no se ve afectado por los deterioros existentes de la superficie de ruedo.

La condición superficial general de los caminos no pavimentados evaluados varía de acuerdo con los deterioros superficiales indicados. En la mayor parte de los casos los deterioros observados no generan afectaciones significativas al nivel de servicio de los usuarios, con excepción del camino 3-01-04-00, donde es necesario reducir la velocidad de operación en varios sitios, debido a las deformaciones existentes. Por otro lado, en el camino 3-01-130-00 la superficie se conserva en mejor condición debido al mejoramiento realizado con material asfáltico.

7.1.4 Subárea: drenaje (sección transversal)

La valoración visual sobre la pendiente transversal (bombeo) de los caminos no pavimentados evaluados se presenta en la Tabla 32. Además, en el Anexo 10 se presentan fotografías de referencia donde se realizan observaciones específicas para cada camino.

Tabla 32. Valoración de la pendiente transversal (bombeo) de las rutas evaluadas.

Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
3-01-04-00	La Misión Sur	Cartago	4,000 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> Se observa deformaciones superficiales, surcos severos, huecos y erosión pluvial de la superficie de ruedo, principalmente en las zonas con alta pendiente longitudinal mayor a 10%. Las zonas donde se conserva una buena conformación del bombeo se encuentran en menos del 50% de la longitud del camino.



Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
3-01-182-00	Sabana Larga	Cartago	1,756 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> Se observa huecos aislados y agregado suelto de leve a moderado. La sección del camino con superficie de tierra presenta mayores deformaciones superficiales. Se observa una conformación de la calzada redondeada en la mayor parte del camino. Las zonas donde se conserva una buena conformación del bombeo no llegan al 50% de la longitud del camino.
3-01-391-00	Bajos Navarrito	Cartago	1,206 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> Se observa deterioros como agregado suelo y algunos surcos por erosión pluvial de la superficie granular en las zonas alta pendiente mayor a 10%. Las secciones el camino con superficie de tierra presentan mayores deformaciones superficiales. Las zonas donde se conserva una buena conformación del bombeo no llegan al 50% de la longitud del camino.
3-01-130-00	La Garita-Copalchí	Cartago	0,638 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> La superficie de ruedo granular fue mejorada con material asfáltico, por lo que presenta buena condición superficial con algunos deterioros leves por erosión pluvial. La mayor parte del camino tiene curvas de radio reducido donde la conformación del bombeo es variable, por lo que existen cortos tramos de tangente (rectas). Se observa una conformación de la calzada redondeada en la mayor parte de camino. Las zonas donde se conserva una buena conformación del bombeo son de aproximadamente el 50% de la longitud del camino.
3-01-099-00	Jimenez La Guaria	Cartago	2,300 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> La superficie de ruedo presenta agregado suelto y algunos surcos por erosión pluvial. Se tienen algunas curvas con radio de curvatura reducido donde el bombeo es variable. Se observa una conformación de la calzada redondeada en la mayor parte del camino. Las zonas donde se observa una buena conformación del bombeo son de aproximadamente el 50% de la longitud del camino.

La valoración visual del bombeo en los caminos no pavimentados indica que, en cuatro de los caminos evaluados, se ha perdido la conformación de la pendiente transversal ideal o se tiene una conformación redondeada de la calzada, con menor pendiente transversal en la mayor



parte de su longitud. Por otra parte, en uno de los caminos la conformación se conserva en mejores condiciones debido a que la superficie granular fue mejorada con material asfáltico.

7.1.5 Subárea: drenaje (cunetas y cordón de caño)

La valoración visual sobre las cunetas de los caminos no pavimentados evaluados se presenta en la Tabla 33. Además, en el Anexo 10 se presentan fotografías de referencia donde se realizan observaciones específicas para cada camino.

Se evaluó visualmente la existencia o conformación de cunetas no revestidas a lo largo del camino, su sección transversal, obstrucciones y deterioro existente.

No se logró determinar con precisión las zonas específicas donde se conformaron las cunetas no revestidas, por lo que se realizó la valoración visual de su condición en toda la longitud de los caminos evaluados.

Tabla 33. Valoración de la condición de cunetas en las rutas evaluadas.

Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
3-01-04-00	La Misión Sur	Cartago	4,000 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> No se identificó revestimiento de cunetas en ningún sitio del camino. Se observa que las cunetas presentan forma irregular en la mayor parte de la longitud del camino. Se observa que en las zonas con mayor pendiente longitudinal las cunetas son profundas por la erosión provocada por la escorrentía pluvial. En sitios adyacentes a terrenos a terrenos dedicados a la producción las cunetas del camino se han profundizado y en algunos casos pueden ser riesgosas para los usuarios de la vía. Se observa presencia de maleza de altura moderada y obstrucciones vegetales en las cunetas de ambos lados en la mayor parte del camino.



Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
3-01-182-00	Sabana Larga	Cartago	1,756 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> No se identificó revestimiento de cunetas en ningún sitio del camino. La forma de las cunetas no es uniforme a lo largo del camino. Se tienen cunetas profundas en algunas zonas del camino, por erosión de la escorrentía pluvial. En un punto del camino, la erosión pluvial a socavado la plataforma del camino reduciendo el ancho de la calzada. Se observa presencia de maleza de baja altura y obstrucciones vegetales en las cunetas de ambos lados en al menos la mitad de la longitud del camino.
3-01-391-00	Bajos Navarrito	Cartago	1,206 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> No se identificó revestimiento de cunetas en ningún sitio del camino. Se observa la conformación de cunetas no revestidas en el tramos donde se tiene superficie de ruedo granular en ambos lados de la vía, sin embargo su sección transversal es reducida debido lo angosto del derecho de vía. En el tramo con superficie de tierra no se aprecia la conformación de cunetas a los lados del camino. En las zonas con mayor pendiente longitudinal se observa erosión de las cunetas debido a la escorrentía pluvial. Se observa presencia de maleza de altura moderada y obstrucciones vegetales en las cunetas de ambos lados en toda la extensión del camino.
3-01-130-00	La Garita-Copalchí	Cartago	0,638 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> No se identificó revestimiento de cunetas en ningún sitio del camino. Se observa la conformación de cunetas no revestidas en la mayor parte del camino, sin embargo en algunos puntos del camino las cunetas tienen una sección transversal muy reducida o del todo no se conformaron adecuadamente, debido a lo angosto de la plataforma del camino y la cercanía de los taludes de corte. Se observa erosión por escorrentía pluvial que profundiza las cunetas en las zonas con mayor pendiente longitudinal y en algunos puntos genera erosión en los bordes de la superficie de ruedo. No se observa maleza u obstrucciones vegetales en las zonas donde hay cunetas.



Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
3-01-099-00	Jimenez La Guaría	Cartago	2,300 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> No se identificó revestimiento de cunetas en ningún sitio del camino. La forma de las cunetas no revestidas no es uniforme a lo largo del camino, porque en las zonas con derecho de vía más angosto, la sección transversal de las cunetas es muy pequeña. En algunas zonas del camino con baja pendiente longitudinal y entradas a viviendas no se observa la conformación de cunetas no revestidas. Se observa profundización de las cunetas en las zonas con mayor pendiente longitudinal y depósito de sedimentos en las zonas bajas. Se observa maleza de moderada altura y algunas obstrucciones vegetales en las cunetas no revestidas.

La valoración visual indica que la sección transversal de las cunetas no revestidas es irregular, ya que no conservan una misma sección transversal a lo largo de los caminos. Se observó que, en las zonas con menor derecho de vía, cercanía de taludes de corte o entradas a viviendas, la sección transversal de la cuneta no revestida es muy pequeña, lo que puede conducir a la erosión del material de la superficie de ruedo o filtraciones hacia las propiedades adyacentes. Por otro lado, se observan cunetas muy profundas en las zonas con mayor pendiente longitudinal, debido a la erosión de la escorrentía pluvial.

Se observó la presencia de maleza en algunos casos alta y otras obstrucciones vegetales, ramas, sedimento, piedras, pequeños deslizamientos de los taludes adyacentes o entradas a propiedades, que puede obstruir el drenaje de las cunetas y generar erosión en la superficie de ruedo.

7.2. Área: Seguridad

7.2.1 Subárea: seguridad vial (señalización vertical)

Se realizó una valoración visual sobre la señalización vertical de los caminos no pavimentados evaluados, a partir de los recorridos realizados, fotografías y videos. El resumen sobre las observaciones para cada camino se presenta en la Tabla 34 y en el Anexo 10 se presentan fotografías de referencia.

No se identificó la colocación de señalización vertical como parte de la intervención realizada, por lo que se revisó la existencia y condición de estos elementos en toda la longitud de los caminos evaluados.



Tabla 34. Valoración visual sobre la señalización vertical por ruta.

Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
3-01-04-00	La Misión Sur	Cartago	4,000 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> No se identificó la colocación de señalización vertical como parte de la intervención realizada. Se identificó una señal vertical en todo el camino correspondiente a Alto en el entronque con la RN. 219. Se identificó una parada de autobús sin señalización vertical. No se observa señalización vertical en geometría sinuosa (curvas cerradas) o zonas de alta pendiente longitudinal.
3-01-182-00	Sabana Larga	Cartago	1,756 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> No se identificó la colocación de señalización vertical como parte de la intervención realizada. Sólo se identificó una señal vertical en todo el camino correspondiente a Alto en el entronque con la RN. 218.
3-01-391-00	Bajos Navarrito	Cartago	1,206 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> No se identificó la colocación de señalización vertical como parte de la intervención realizada. No se identificó señalización vertical en entronque con camino C3-01-212. No se observa señalización vertical en geometría sinuosa (curvas cerradas) o zonas de alta pendiente longitudinal.
3-01-130-00	La Garita-Copalchí	Cartago	0,638 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> No se identificó la colocación de señalización vertical como parte de la intervención realizada. No se identificó señalización vertical en entronque con RN 228. No se observa señalización vertical en geometría sinuosa (curvas cerradas) o zonas de alta pendiente longitudinal.
3-01-099-00	Jimenez La Guaría	Cartago	2,300 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> No se identificó la colocación de señalización vertical como parte de la intervención realizada. No se identificó señalización vertical en entronques con RN 304 y C3-01-100-00. No se observa señalización vertical en geometría sinuosa (curvas cerradas) o zonas de alta pendiente longitudinal. No se observa señalización vertical en alcantarilla y puente agosto.

Los caminos no pavimentados evaluados carecen de señalización vertical en prácticamente toda su longitud. No se observó señales verticales en zonas de alineamiento sinuoso, alta pendiente longitudinal de ascenso, parada de autobús, puentes o alcantarillas. Sólo se identificó dos señales verticales de Alto en el entronque con ruta nacional de dos caminos.



7.2.2 Subárea: seguridad vial (ancho de vía)

Se realizó una valoración visual sobre el ancho de vía de los caminos no pavimentados evaluados, a partir de los recorridos realizados, fotografías y videos. En la Tabla 35 **Tabla 19** se presenta las observaciones correspondientes a este rubro y en el Anexo 10 se incluyen las fotografías de referencia.

Tabla 35. Valoración visual del ancho de vía por ruta.

Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
3-01-04-00	La Misión Sur	Cartago	4,000 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> Se observan secciones del camino con ancho de vía reducido para el tránsito de vehículos en ambas direcciones, principalmente en curvas de radio reducido o donde se tiene derecho de vía muy angosto. En las zonas donde se tiene mayor derecho de vía y el trazado del camino es rectilíneo se observa un ancho de vía mayor que facilita los encuentros de vehículos en ambas direcciones.
3-01-182-00	Sabana Larga	Cartago	1,756 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> En la mayor parte del camino, se tiene un ancho de calzada que permite el tránsito de vehículos en ambas direcciones. Sin embargo, hacia el final del camino, se tiene un tramo donde el ancho de la calzada no permite el tránsito de vehículos en ambas direcciones.
3-01-391-00	Bajos Navarrito	Cartago	1,206 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> El ancho de la calzada no permite el tránsito libre de vehículos en ambas direcciones en toda la longitud del camino evaluado. En caso de encuentro, los vehículos deben realizar maniobra para pasar.
3-01-130-00	La Garita-Copalchí	Cartago	0,638 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> El ancho de la calzada no permite el tránsito de vehículos en ambas direcciones en varios sectores del camino. Esto debido a lo reducido del derecho de vía, curvas de radio reducido y la cercanía de taludes de corte.
3-01-099-00	Jimenez La Guaría	Cartago	2,300 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> Se observan secciones del camino con ancho de vía reducido para el tránsito de vehículos en ambas direcciones, debido a un reducido derecho de vía principalmente. En las zonas donde se tiene mayor derecho de vía se ha conformado una calzada con ancho que permite el tránsito de vehículos en ambas direcciones.

Los caminos no pavimentados evaluados son rutas de bajo volumen de tránsito, que dan acceso a zonas de producción y viviendas, donde el encuentro de vehículos es de baja frecuencia. Por lo tanto, se requiere menor ancho de calzada que otro tipo de rutas de mayor jerarquía vial, que tienen mayor volumen vehicular y velocidad de operación. Además, tres de los caminos evaluados tienen conectividad hacia otras rutas cantonales o nacionales, pero los



otros dos caminos no tienen conectividad con otra ruta, sino que terminan en un tramo con superficie de tierra sin salida.

De acuerdo con lo anterior, en los caminos 3-01-391-00 y 3-01-130-00 la mayor parte de la longitud tiene anchos de vía reducidos, donde se dificulta el libre tránsito de vehículos en ambas direcciones. Por otro lado, en los caminos 3-01-04-00, 3-01-182-00 y 3-01-099-00 se tienen algunas secciones con mayor ancho de calzada, que permite para la circulación de vehículos en ambas direcciones, donde el derecho de vía lo permite.

7.2.3 Subárea: seguridad vial (márgenes de la carretera y sistemas de contención vehicular)

Los márgenes de carretera y sistemas de contención vehicular se valoraron visualmente a partir de los recorridos realizados, fotografías y videos. En la Tabla 36 Tabla 19 se presentan las observaciones correspondientes a este rubro y en el Anexo 10 se incluyen las fotografías de referencia.

Los puntos donde se revisó los márgenes y la existencia de sistemas de contención vehicular son las curvas horizontales peligrosas, taludes de relleno de caminos o barrancos, cuentas profundas peligrosas para los usuarios de la vía, obstáculos contundentes peligrosos en la calzada (árboles, postes, rocas o similares), aproximaciones a puentes, alcantarillas y similares.

Tabla 36. Valoración visual sobre los márgenes y sistemas de contención vehicular.

Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
3-01-04-00	La Misión Sur	Cartago	4,000 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> Se observó tres puntos donde se presenta riesgo potencial para los usuarios en los márgenes del camino. Dos puntos donde se tiene barranco al lado del camino sin la presencia de barreras guardacamino. En un punto se observó una cuneta profunda adyacente a una zona de ancho de vía muy angosto para la circulación de vehículos en ambas direcciones.
3-01-182-00	Sabana Larga	Cartago	1,756 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> Se observó dos puntos donde se presenta riesgo potencial para los usuarios en los márgenes del camino. Se tiene un poste de tendido eléctrico muy cercano a la calzada y una cuneta muy profunda donde se ha erosionado la plataforma del camino.
3-01-391-00	Bajos Navarrito	Cartago	1,206 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> El derecho de vía es angosto por lo que se tiene cercanía de taludes de corte y árboles a lo largo de toda la longitud, sin embargo no se identificó sitios con riesgo potencial en los márgenes, de acuerdo con la velocidad de operación del camino.



Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
3-01-130-00	La Garita-Copalchí	Cartago	0,638 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> Se identificó dos puntos donde se presenta riesgo potencial para los usuarios en los márgenes del camino. En un tramo de 120 m se tiene un talud de relleno o barranco, donde no se colocó la barrera guardacamino y el ancho de la vía es reducido para el tránsito de vehículos en ambas direcciones. Se identificó un paso de alcantarilla donde se ha socavado la plataforma del camino, debido a la falta de cabezales, lo que genera un punto de riesgo para los usuarios en el margen del camino.
3-01-099-00	Jimenez La Guaría	Cartago	2,300 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> Se identificó seis puntos donde se presenta riesgo potencial para los usuarios en los márgenes del camino. Se tiene dos tramos del camino con talud de relleno o barranco que pueden ser riesgosos para los usuarios. Se observó un paso de alcantarilla cuyas aproximaciones no tienen barreras en ambos sentidos. Se tiene un puente de un solo carril cuyas aproximaciones no cuentan con barrera guardacamino. Se identificó un poste de tendido eléctrico que obstruye el ancho de la superficie de ruedo.

Los caminos evaluados presentan algunos puntos donde se tiene potencial riesgo para los usuarios debido a elementos presentes en los márgenes, principalmente taludes de relleno o barrancos, pasos de alcantarilla, y postes de iluminación muy cercanos a la calzada. En algunos de estos puntos se puede requerir la movilización de los elementos contundentes o la colocación de barreras guardacamino, de acuerdo con lo que indique un estudio técnico vial de cada sitio. No se identificó la colocación de ninguna sección de barrera guardacamino en los caminos evaluados.

7.2.4 Subárea: seguridad vial (limpieza del derecho de vía)

La limpieza del derecho de vía de los caminos evaluados se valoró visualmente a partir de los recorridos realizados, fotografías y videos. En la Tabla 37 se presentan las observaciones correspondientes a este rubro y en el Anexo 10 se incluyen las fotografías de referencia.

Se revisó la presencia de rotulación no oficial, basura, escombros, maleza, arbustos y árboles que obstruyan la visibilidad en el derecho de vía.



Tabla 37. Valoración visual de la limpieza del derecho de vía por ruta evaluada.

Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
3-01-04-00	La Misión Sur	Cartago	4,000 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> La mayor parte de la longitud del camino presenta derecho de vía limpio, con la excepción de algunos puntos donde se tiene maleza, arbustos o árboles que obstruyen levemente la visibilidad. No se observa señalización no oficial. Sólo se identificó un punto con algunos escombros y desechos en la cercanía de algunas viviendas.
3-01-182-00	Sabana Larga	Cartago	1,756 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> La mayor parte de la longitud del camino presenta derecho de vía limpio, con la excepción de algunos puntos donde se tiene maleza de baja a moderada altura, que no reduce la visibilidad significativamente. No se observa señalización no oficial, ni escombros o desechos en el derecho de vía.
3-01-391-00	Bajos Navarrito	Cartago	1,206 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> La mayor parte de la longitud del camino presenta maleza, arbustos y árboles en el derecho de vía, que reducen parcialmente la visibilidad. No se observa señalización no oficial, ni escombros o desechos en el derecho de vía.
3-01-130-00	La Garita-Copalchí	Cartago	0,638 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> La mayor parte de la longitud del camino presenta un derecho de vía limpio, con algunos puntos aislados con presencia de maleza de baja altura, hoja, ramos y arbustos que no obstaculizan la visibilidad. No se observa señalización no oficial, ni escombros o desechos en el derecho de vía.
3-01-099-00	Jimenez La Guarí	Cartago	2,300 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> La mayor parte de la longitud del camino tiene maleza, ramas, hojas y arbustos de baja a moderada altura, que pueden obstaculizar parcialmente la visibilidad, principalmente en los tramos con derecho de vía más angosto. No se observa señalización no oficial, ni escombros o basura en el derecho de vía.

En la mayor parte de los caminos evaluados, el derecho de vía se encuentra limpio o presenta pocas obstrucciones. Sin embargo, en algunos puntos se tiene maleza y arbustos de altura moderada que puede obstruir parcialmente la visibilidad, principalmente en las zonas más angostas. No se observó señalización no oficial, escombros o desechos en el derecho de vía.

7.2.5 Subárea: seguridad vial (parámetros complementarios)

Los parámetros complementarios de seguridad vial se valoraron visualmente por medio de los recorridos realizados en los caminos evaluados, fotografías y videos. En la Tabla 38 y Tabla 39 **Tabla 19** se presentan las observaciones generales correspondientes a la señalización



vertical secundaria y la necesidad potencial de acera peatonal, respectivamente. Además en el Anexo 10 se incluyen las fotografías de referencia para cada camino.

Se evaluó la existencia de señales verticales de Alto visibles en rutas secundarias en intersecciones o entronques a lo largo de la longitud del camino evaluado. De forma similar, la necesidad de aceras se evaluó a partir del entorno del camino, presencia de peatones y sitios como escuelas, colegios, comercio, plantas de producción y similares.

Tabla 38. Valoración visual de la señalización vertical en vía secundaria.

Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
3-01-04-00	La Misión Sur	Cartago	4,000 km	No pavimentada	Se identificó cinco vías locales secundarias que intersecan con el camino evaluado, en las cuales no se observó señalización vertical de Alto.
3-01-182-00	Sabana Larga	Cartago	1,756 km	No pavimentada	Se identificó un punto de desvío con una ruta local secundaria donde no se tiene señalización vertical de Alto.
3-01-391-00	Bajos Navarrito	Cartago	1,206 km	No pavimentada	No se identificó entronques o intersecciones con rutas secundarias.
3-01-130-00	La Garita-Copalchí	Cartago	0,638 km	No pavimentada	Se identificó dos rutas locales secundarias que intersecan con el camino evaluado, en las cuales no se observó señalización vertical de Alto.
3-01-099-00	Jimenez La Guaría	Cartago	2,300 km	No pavimentada	No se identificó entronques o intersecciones con rutas secundarias.

Tabla 39. Valoración visual sobre la necesidad potencial de aceras en el derecho de vía.

Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
3-01-04-00	La Misión Sur	Cartago	4,000 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> Se identificó dos tramos del camino con necesidad potencial de aceras. Sin embargo, en ambos casos el ancho reducido del derecho de vía y topografía del sitio pueden complicar la construcción de aceras que cumplan con la Ley 7600. El primer tramo tiene necesidad potencial de aceras debido a que es una zona de viviendas (Barrio Alto de San Blas), parada de autobús, algunos comercios y entronque con RN 219. El segundo tramo tiene necesidad potencial de aceras debido a la presencia de viviendas y entronque con la RN 401.



Código del camino	Nombre del camino	Distrito	Longitud del camino en km, según el inventario aportado por la Municipalidad	Tipo de red	Observaciones
3-01-182-00	Sabana Larga	Cartago	1,756 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> Se identificó un tramo con potencial necesidad de aceras para peatones que se movilizan entre zona de trabajo (planta de producción) y RN 218. La topografía de los márgenes del camino puede complicar la construcción de aceras que cumplan con la Ley 7600.
3-01-391-00	Bajos Navarrito	Cartago	1,206 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> No se identificó la necesidad potencial de aceras, debido al bajo tránsito vehicular y que el camino da acceso a pocas viviendas y fincas.
3-01-130-00	La Garita-Copalchí	Cartago	0,638 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> No se identificó la necesidad potencial de aceras, debido al bajo tránsito vehicular y que el camino da acceso a pocas viviendas y fincas.
3-01-099-00	Jimenez La Guaría	Cartago	2,300 km	No pavimentada	<ul style="list-style-type: none"> Se identificó un tramo con necesidad potencial de aceras, en zona de cementerio y entronque con camino C3-01-100-00. El ancho reducido del derecho de vía y topografía del camino pueden complicar la construcción de aceras que cumplan con la Ley 7600.

Se identificó un total de ocho puntos de intersección con rutas secundarias donde no se observó señalización vertical de Alto, esto en tres de los cinco caminos, ya que los otros dos caminos no se observó entronques o intersecciones a lo largo de su trazado.

Por otro lado, se identificó cuatro tramos con potencial necesidad de aceras en tres de los caminos evaluados. Sin embargo, el ancho reducido del derecho de vía y la alta pendiente longitudinal de algunas zonas pueden complicar la construcción de aceras que cumplan con las Ley 7600. La longitud de las aceras a construir se debe definir a partir de estudios de movilidad peatonal.

8. Conclusiones

A continuación, se presenta las conclusiones correspondientes a cada uno de los parámetros que fueron evaluados para los caminos pavimentados y no pavimentados de Cartago.



8.1. Caminos pavimentados

8.1.1 Área: Transitabilidad

Subárea: conectividad

En términos de conectividad, todas las secciones evaluadas presentan paso sin mayores obstáculos para la transitabilidad, en el momento de su evaluación. No obstante, es importante aclarar que, sobre todo en los códigos que se encuentran ubicados en los cuadrantes urbanos del casco central (códigos 30105600 y 30106200), la transitabilidad se puede ver seriamente afectada por el estacionamiento indebido de vehículos en los costados de la calzada.

Subárea: sistema de contención o el refuerzo de taludes

La mayoría de los caminos analizados en el cantón de Cartago no se presentan condiciones que generen un riesgo potencial importante de pérdida de conectividad, debido al entorno en el que se encuentran y las condiciones del terreno en el que se encuentra la calzada ni de los terrenos circundantes. Únicamente en los códigos 30105000 y 30116300, se presenta un riesgo potencial bajo, que de presentarse las condiciones, no generarían mayor afectación a la conectividad o sería de fácil atención.

Subárea: condición de la superficie de ruedo

Es importante mencionar que, en la mayoría de los proyectos de bacheo visitados, no es posible afirmar con certeza cuáles fueron ejecutados con las partidas presupuestarias en análisis y cuáles fueron intervenciones previas o posteriores. Además, es posible observar en campo la ejecución de bacheo en caminos o secciones de camino que requieren intervenciones de otro tipo, tales como reconstrucción o rehabilitación, este tipo de ejecuciones, a pesar de ser necesarias en muchas ocasiones para brindar accesibilidad y una mejor seguridad vial, no es una sana práctica de gestión de pavimentos.

Por otro lado, los proyectos en los que se intervino el camino con una sobrecarpeta, presentan deterioros leves o puntuales, específicamente en los códigos 30130700 y 30116300.

Subárea: drenaje (cunetas, cordón y caño)

En cuanto a la existencia de elementos de canalización de aguas, tales como cunetas, cordón y caño, la condición en los caminos analizados fue muy diversa. En los caminos pertenecientes al casco central se observa la presencia generalizada de estos elementos, mientras que otros caminos como el código 30130700 presenta alta aleatoriedad en sus elementos de drenaje y su condición. Por otro lado, en el código 30116300, es posible observar la falta importante de elementos de infraestructura que evacúen de manera eficiente el agua de escorrentía sobre el derecho de vía.



Otra condición que vale la pena comentar, es que en varias secciones de los caminos existen cunetas o cordón y caño, pero sin continuidad entre estos y la calzada, por lo que hay secciones transversales en las que el agua se infiltra a la estructura, en franjas de terreno que se encuentran entre la superficie de ruedo y los elementos de drenaje.

8.1.2 Área: Seguridad

Subárea: seguridad vial (señalización vertical y horizontal)

En general, la mayoría de caminos cuentan con señalización horizontal, sin embargo, su condición difiere mucho entre códigos, inclusive entre tramos del mismo código, pudiendo tener señales recién demarcadas y otras en condiciones regulares o casi inexistentes por el paso de los años.

Subárea: seguridad vial (ancho de vía)

En general, todos los caminos evaluados cuentan con un ancho de vía aceptable a lo largo de toda su longitud. Hubo pocos sectores en los que el ancho de vía se reducía sustancialmente, los cuales además eran de poca longitud.

Subárea: seguridad vial (limpieza del derecho de vía)

En general, es posible afirmar que las vías evaluadas se encuentran con una buena condición de limpieza en el derecho de vía

Subárea: seguridad vial (parámetros complementarios)

Es posible observar la falta de aceras y rampas de manera parcial (por tramos o en un solo lado del camino), en diferentes caminos evaluados. Dado que las aceras son elementos fundamentales para la seguridad de los peatones, quienes además son usuarios regulares de la infraestructura vial, su construcción y mantenimiento debería estar considerado por la administración.

Es importante recalcar que en los caminos de alta transitabilidad de peatones, como lo son los caminos de los cuadrantes urbanos, las aceras son parte regular y constante del derecho de vía.



8.1. Caminos no pavimentados

8.1.1 Área: Transitabilidad

Subárea: conectividad

Los caminos no pavimentados evaluados en el cantón de Cartago no presentan obstáculos geográficos que interrumpen la conectividad. Sin embargo, los caminos 3-01-182-00 y 3-01-391-00 no tienen salida en uno de sus extremos.

Subárea: sistema de contención o el refuerzo de taludes

Los caminos no pavimentados evaluados en el cantón de Cartago no presentan frecuentes puntos donde se pueda perder la conectividad. Sin embargo, se identificó seis puntos (dos alcantarillas, un puente y cuatro taludes) donde existe riesgo de perder la conectividad en caso de deterioro.

Subárea: rugosidad

No fue posible identificar las zonas específicas de intervención con conformación, colocación y compactación de material granular, por lo que se evaluó toda la longitud de los caminos indicados. Sin embargo, se identificó la existencia de algunos tramos de material granular mejorado con cemento (Lastre-cemento) y material asfáltico, principalmente en algunas zonas de alta pendiente longitudinal.

Se presentan los resultados de IRI promedio, indicador de rugosidad (IR) y la nota (N) para los tramos de los caminos evaluados, donde se logró alcanzar la velocidad de operación (40 a 60 km/h) del equipo Rugosímetro III. Sin embargo, estos indicadores no se consideran representativos de la condición superficial real de los caminos evaluados, dado que se estimaron a partir de menos del 60% de la longitud, con excepción del camino 3-01-182-00 en sentido Fin de camino-RN218, donde se obtuvo un porcentaje de evaluación de 86,2%.

Se realizó una valoración visual de la condición superficial a partir de fotografías, videos tomados en sitio y el criterio profesional del personal del LanammeUCR, como medida alternativa por las limitaciones del ensayo de rugosidad y a que no fue posible realizar los recorridos con fotografías georreferenciadas *Imajin*.

Los caminos evaluados presentan deterioros como surcos, principalmente en las zonas de pendiente longitudinal mayor a 10%, agregado suelto, huecos en zonas aisladas, principalmente en el centro de la vía y erosión del material granular producto de la escorrentía pluvial. En la mayor parte de los casos los deterioros observados no generan afectaciones significativas al nivel de servicio de los usuarios, con excepción del camino 3-01-04-00, donde es necesario reducir la velocidad de operación en varios sitios, debido a las deformaciones



existentes. Además, se observó que los tramos donde el material granular se mejoró con cemento o asfalto presentan una mejor condición superficial en comparación con los sitios donde se tiene una superficie de material granular expuesto.

Subárea: drenaje (sección transversal)

Los caminos no pavimentados de Cartago presentan deterioros superficiales que generan la pérdida de la conformación de la pendiente transversal (bombeo) ideal de 6% a 8%. En la mayor parte de la longitud de los caminos se observa una conformación redondeada o plana que puede generar la formación de huecos en el centro de la vía. En el camino 3-01-099-00 se observó el mejoramiento de la superficie granular con material asfáltico, lo que permite que se conserve por más tiempo la conformación de la calzada.

Subárea: drenaje (cunetas)

Se evaluó la longitud total de los caminos no pavimentados de Cartago, ya que no se logró determinar los tramos específicos donde se realizó la conformación de cunetas. Se observó que, en la mayor parte de la longitud de los caminos evaluados, se conformó cunetas no revestidas con sección transversal variable, que se ajusta al trazado y espacio disponible en la plataforma existente del camino.

En las zonas con derecho de vía más angosto, cercanía de taludes de corte o entradas a viviendas, la sección transversal de las cunetas es pequeña, lo cual puede provocar erosión de la calzada y filtraciones a las propiedades adyacentes. Además, se observó maleza, hojas, ramas, arbustos, desechos vegetales, rocas y sedimentos en las cunetas no revestidas, lo que puede obstruir el drenaje pluvial y generar erosión de la calzada.

Por otro lado, se observa que en las zonas de alta pendiente transversal mayor a 10%, las cunetas no revestidas se han profundizado debido a la erosión por la escorrentía pluvial. No se observó revestimiento de cunetas en ningún tramo de los caminos evaluados.

8.1.2 Área: Seguridad

Subárea: seguridad vial (señalización vertical)

Los caminos no pavimentados evaluados en el cantón de Cartago no poseen señalización vertical, con excepción de dos señales de Alto que se identificó en los entronques con ruta nacional en dos de las rutas. No se identificó señalización en zonas de alineamiento sinuoso, ascenso con alta pendiente, parada de autobús, un puente de un solo carril y una alcantarilla de un solo carril.



Subárea: seguridad vial (ancho de vía)

El ancho de vía de los caminos no pavimentados que fueron evaluados en Cartago es generalmente reducido para el tránsito libre de vehículos en ambas direcciones en la mayor parte de la longitud de las rutas. Sin embargo, en algunas zonas con anchos de vía mayores que permiten el tránsito de vehículos en ambas direcciones, principalmente en las zonas donde el derecho de vía y el trazado del camino lo permiten.

Se debe tener en cuenta que las rutas no pavimentadas evaluadas corresponden a caminos rurales de bajo volumen vehicular que dan acceso a zonas de producción y vivienda de baja densidad, donde el encuentro de vehículos en ambas direcciones es poco frecuente, por lo que no se requiere el mismo ancho de vía que otras rutas de mayor jerarquía vial.

Subárea: seguridad vial (márgenes de la carretera y sistemas de contención vehicular)

Se identificó 13 puntos donde se tiene potencial riesgo para los usuarios debido a elementos presentes en los márgenes de los caminos no pavimentados evaluados de Cartago. Se observó márgenes con elementos como a taludes de relleno o barrancos, pasos de alcantarilla y postes de iluminación en los bordes de la calzada. En algunos de estos puntos se puede requerir la movilización de los elementos contundentes o la colocación de barreras guardacamino, de acuerdo con lo que indique un estudio técnico vial de cada sitio. No se identificó la colocación de ninguna sección de barrera guardacamino en los caminos evaluados.

Subárea: seguridad vial (limpieza del derecho de vía)

El derecho de vía se muestra limpio en la mayor parte de la longitud de los caminos no pavimentados evaluados en el cantón de Cartago. Sin embargo, se identifican tramos con presencia de maleza, ramas, hojas y arbustos que obstaculizan parcialmente la visibilidad. No se observó señalización no oficial, basura o escombros en el derecho de vía.

Subárea: seguridad vial (parámetros complementarios)

No se observó señalización en ocho puntos asociados a las rutas secundarias de los caminos no pavimentados evaluados en Cartago. Sin embargo, en dos de los cinco caminos evaluados no se tiene intersecciones o entronques a lo largo de su trazado.

Se identificó un total de cuatro zonas con potencial de necesidad de aceras en tres de los caminos no pavimentados evaluados en Cartago. Sin embargo, en estos caminos rurales el ancho del derecho de vía es reducido y se tiene altas pendientes longitudinales, por lo que se puede complicar la construcción de aceras que cumplan con la Ley 7600. La longitud de los tramos de aceras a construir y los elementos de accesibilidad requeridos, se debe definir por medio de un estudio de movilidad peatonal.



9. Recomendaciones

A continuación, se presenta las recomendaciones correspondientes a cada uno de los parámetros evaluados.

9.1. Caminos pavimentados

9.1.1 Área: Transitabilidad

Subárea: conectividad

Se recomienda intervenir y mejorar las secciones del camino que se encuentran en mal estado, principalmente en los cuadrantes centrales del cantón, esto para evitar interferencias importantes en su transitabilidad.

Subárea: sistema de contención o el refuerzo de taludes

En cuanto a este tema, debido a las condiciones favorables observadas en campo, no hay recomendaciones al respecto.

Subárea: condición de la superficie de ruedo

Es recomendable hacer un análisis específico de la condición de cada código evaluado, para identificar el tipo de intervención que en realidad requiere cada uno de ellos. Esto con el objetivo de intervenir los caminos siguiendo las buenas prácticas de gestión y evitar grandes inversiones en intervenciones que no serán duraderas en el tiempo, al aplicar estrategias de conservación y mantenimiento a caminos que requieren mayores intervenciones.

Subárea: drenaje (sección transversal)

A nivel general, se recomienda plantear acciones correctivas para mejorar las condiciones de pendiente transversal de cada una de las secciones evaluadas, especialmente aquellas en las que se evidenció la presencia de bombeo inverso, situación que promueve la acumulación de agua en la calzada y consecuentemente su deterioro.

Subárea: drenaje (cunetas, cordón y caño)

Dado que este tipo de elementos de infraestructura son fundamentales para evitar el deterioro acelerado del pavimento durante su vida útil, es recomendable analizar cada proyecto de manera independiente, identificando deficiencias en los sistemas de drenaje existentes, con el fin de prolongar la vida útil del pavimento y de generar intervenciones en la superficie del pavimento, cuyo beneficio se prolongue durante el mayor tiempo posible.



9.1.2 Área: Seguridad

Subárea: seguridad vial (señalización vertical y horizontal)

Debido a la importancia que estos elementos de la infraestructura vial brindan a la seguridad vial, se recomienda a la administración el análisis y levantamiento de la señalización existente y su estado, esto con el fin de identificar la necesidad de mantenimiento y colocación de las mismas en las vías evaluadas.

En términos generales, en aras de mejorar las condiciones de seguridad vial en rutas de lastre y tomando en cuenta las deficiencias señaladas en este informe, se recomienda a la Administración establecer un plan de mantenimiento y colocación de señales verticales para este tipo de rutas, ya que se evidenció un total de 250 señales como mínimo, que deben ser instaladas, además, se observaron tendencias generalizadas hacia la ausencia de señales en las aproximaciones a puentes angostos, alineamientos sinuosos y zonas con riesgo de deslizamiento.

Subárea: seguridad vial (ancho de vía)

A pesar de que la mayoría de los caminos evaluados poseen un ancho de vía adecuado para la circulación de dos vehículos de manera simultánea, hay secciones del camino en el que el ancho es suficiente, pero es ajustado, por lo que se recomienda hacer un levantamiento para la identificación de estos sectores, para colocar la señalización horizontal y vertical adecuada y requerida, con el fin de dirigir el flujo vehicular de manera más segura.

Subárea: seguridad vial (limpieza del derecho de vía)

Para mantener el estado de limpieza observado en las evaluaciones, se recomienda hacer mantenimiento rutinario sobre las mismas, para evitar, principalmente acumulaciones de basura que generen un paisaje sucio o que estas vayan a generar problemas, obstaculizando sistemas de drenaje de agua de escorrentía, que puedan conllevar a afectaciones a la seguridad vial.

Subárea: seguridad vial (parámetros complementarios)

Previo a las intervenciones, se recomienda hacer un análisis integral de las necesidades del camino para valorar el tipo de intervención requerido, de manera que, de ser posible, se incorporen en la intervención elementos indispensables para la seguridad vial de los peatones, como por ejemplo las aceras y rampas.



Dado que los recursos disponibles para cada intervención son limitados, se recomienda, al menos, realizar un análisis de los sitios críticos o fundamentales de cada camino, para que se considere la construcción o mantenimiento de infraestructura peatonal.

9.2. Caminos no pavimentados

9.2.1 Área: Transitabilidad

Subárea: conectividad

Se recomienda mantener la vigilancia de los caminos no pavimentados durante la época lluviosa para detectar potenciales puntos donde se pueda perder la conectividad. Además, valorar la necesidad de habilitar la conexión del camino 3-01-182-00 con la RN 218 en el extremo Oeste del camino.

Subárea: sistema de contención o el refuerzo de taludes

Se mantener la vigilancia de los taludes indicados para cada camino para determinar la necesidad de realizar estudios de estabilidad y aplicación de medidas de control de erosión.

Por otro lado, se recomienda realizar inspección y evaluación detallada en los pasos de alcantarilla y puente señalados para determinar si es necesario realizar intervenciones que mitiguen el riesgo actual y la necesidad de estudios más detallados para la intervención definitiva, principalmente en el caso del puente.

Subárea: rugosidad

Se recomienda monitorear la evolución de la condición superficial y rugosidad de los caminos no pavimentados evaluados, para planificar las actividades correspondientes de conservación y mantenimiento con el fin de corregir los deterioros observados y extender la su vida útil de la superficie de los caminos.

Se recomienda valorar el mejoramiento de la superficie granular con materiales como cemento, asfalto y otro producto estabilizador, que aumente la resistencia a la erosión pluvial en los tramos del camino con mayor pendiente longitudinal.

Subárea: drenaje (sección transversal)

Se recomienda realizar la conformación de la superficie granular de los caminos no pavimentados, con doble pendiente (forma de "A") de al menos 4% y hasta un máximo de 8% hacia ambos lados de la calzada. Además, evitar la conformación redondeada, debido a que dificulta la compactación del material granular y que genera una pendiente cercana a cero en el centro de la calzada, donde se acumula la humedad y se forman huecos.



Se recomienda verificar las especificaciones recomendadas por el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2020) en la Sección 312 Capa granular de rodadura expuesta.

Subárea: drenaje (cunetas)

Se recomienda, que en la medida de lo posible, se conforme las cunetas no revestidas con una sección uniforme de al menos 0,30 m² de área transversal. Además, se recomienda conformar con mayor frecuencia salidas o sangradores para reducir el caudal y velocidad de la escorrentía pluvial que genera la erosión.

Se recomienda establecer acciones de mantenimiento rutinario para conservar la limpieza de las cunetas no revestidas y evitar obstrucciones que puedan generar erosión en la calzada de los caminos no pavimentados.

Se recomienda valorar la construcción de cunetas revestidas en los puntos con mayor pendiente longitudinal y zonas susceptibles a erosión, para evitar que se profundicen y dañen la plataforma del camino.

9.2.2 Área: Seguridad

Subárea: seguridad vial (señalización vertical)

Se recomienda incluir el rubro de señalización vertical para mejorar las condiciones de seguridad vial de los caminos no pavimentados. Se recomienda valorar señalización en entronques, paradas de bus, zonas con deslizamientos, ruta sin salida, aproximaciones de puentes y alcantarillas mayores y otros según sea necesario.

Subárea: seguridad vial (ancho de vía)

Se recomienda realizar conteos y clasificación del tránsito vehicular en los caminos no pavimentados, para determinar el ancho de calzada requerido en cada caso. Esto de acuerdo con el tipo de vehículos que circulan por la zona, la frecuencia de los encuentros en ambas direcciones y el derecho de vía disponible.

De manera general, se recomienda un ancho de calzada mínimo de 4 m para caminos locales rurales de bajo volumen vehicular, pero lo deseable es que sea de 6 m para caminos donde se dan encuentros de vehículos en ambas direcciones con mayor frecuencia, tránsito de algunos vehículos pesados y maquinaria agrícola.



Subárea: seguridad vial (márgenes de la carretera y sistemas de contención vehicular)

Se recomienda incorporar la colocación y mantenimiento de sistemas de contención vehicular en los caminos no pavimentados, de acuerdo con un análisis técnico que defina los tramos específicos donde se requiere y las especificaciones técnicas aplicables. Además, se recomienda realizar una inspección de los caminos, para determinar cuáles de los elementos contundentes presentes en los márgenes de los caminos pueden removerse o movilizarse para reducir el riesgo de los usuarios.

Subárea: seguridad vial (limpieza del derecho de vía)

Se recomienda monitorear la condición de limpieza del derecho de vía de los caminos no pavimentados para implementar las actividades de mantenimiento rutinarios requeridas, de manera que se conserve la visibilidad para los usuarios y no se altere el patrón de drenaje de cunetas y pasos de alcantarilla.

Subárea: seguridad vial (parámetros complementarios)

Se recomienda que en la medida del posible se incorpore elementos complementarios como aceras, en las zonas donde se identifique la necesidad de los usuarios. Esto de acuerdo con un estudio de movilidad peatonal y tomando en consideración las limitaciones del derecho de vía y trazados de cada camino.

Como recomendación adicional se recuerda la importancia de que las municipalidades consideren para la planificación y definición de las intervenciones al menos el uso de los siguientes manuales:

- Manual de Auscultación Visual de Pavimentos de Costa Rica MCV-2016.
- Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Camino Y Puentes CR-2020.
- Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Carreteras, Camino Y Puentes CR-2015.
- Manual de Inspección del Puentes.

Adicionalmente, estar atentos para aplicar los futuros que están por oficializar el MOPT:

- Manual de Diseños Estándar
- Manual de Seguridad Vial y Movilidad Segura

Manual de Normas Generales para la Preservación del Ambiente en Proyectos de Infraestructura Vial Sostenible



10. Anexos

Anexo 1: Fotografías Calle Cóncavas, código 30105000



Figura 13



Figura 14



Figura 15



Figura 16



Figura 17



Figura 18



Figura 19



Figura 20



Figura 21



Figura 22



Figura 23



Figura 24



Figura 25



Figura 26



Figura 27



Figura 28



Figura 29



Figura 30



Figura 31



Figura 32



Figura 33



Figura 34



Figura 35



Anexo 2: Fotografías de Cuadrantes Urbanos Casco Central, código 30105600



Figura 36



Figura 37



Figura 38



Figura 39



Figura 40



Figura 41



Figura 42



Figura 43



Figura 44



Figura 45



Figura 46



Figura 47



Figura 48



Figura 49



Figura 50



Figura 51



Figura 52



Figura 53

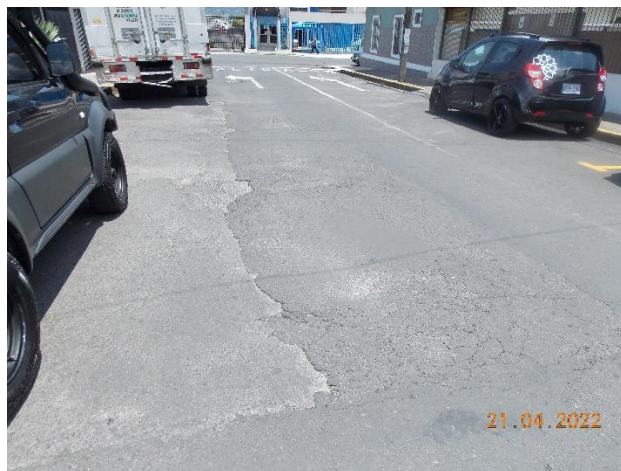


Figura 54



Figura 55



Figura 56



Anexo 3: Fotografías de Cuadrantes Urbanos Casco Central, código 30106200



Figura 57



Figura 58



Figura 59



Figura 60



Figura 61



Figura 62



Figura 63



Figura 64



Figura 65



Figura 66



Figura 67



Figura 68



Figura 69



Figura 70



Figura 71



Figura 72



Figura 73



Figura 74



Figura 75



Figura 76



Figura 77



Figura 78



Figura 79



Figura 80



Figura 81



Figura 82



Figura 83



Figura 84



Figura 85



Figura 86



Figura 87



Anexo 4: Fotografías de Sector Colegio Tolentino, código 30111100



Figura 88



Figura 89



Figura 90



Figura 91



Figura 92





Figura 93



Figura 94



Figura 95





Figura 96



Figura 97



Figura 98



Figura 99



Figura 100



Figura 101



Figura 102



Figura 103



Figura 104



Figura 105



Figura 106



Anexo 5: Fotografías de Sector Alrededores Asilo El Carmen, código 30128400



Figura 107



Figura 108



Figura 109



Figura 110



Figura 111



Figura 112



Figura 113



Figura 114



Figura 115



Figura 116



Anexo 6: Fotografías de Sector Cuadrantes Urbanos Guadalupe, código 30141800



Figura 117



Figura 118



Figura 119



Figura 120



Figura 121



Figura 122



Figura 123



Figura 124



Figura 125



Figura 126



Figura 127



Figura 128



Figura 129



Figura 130

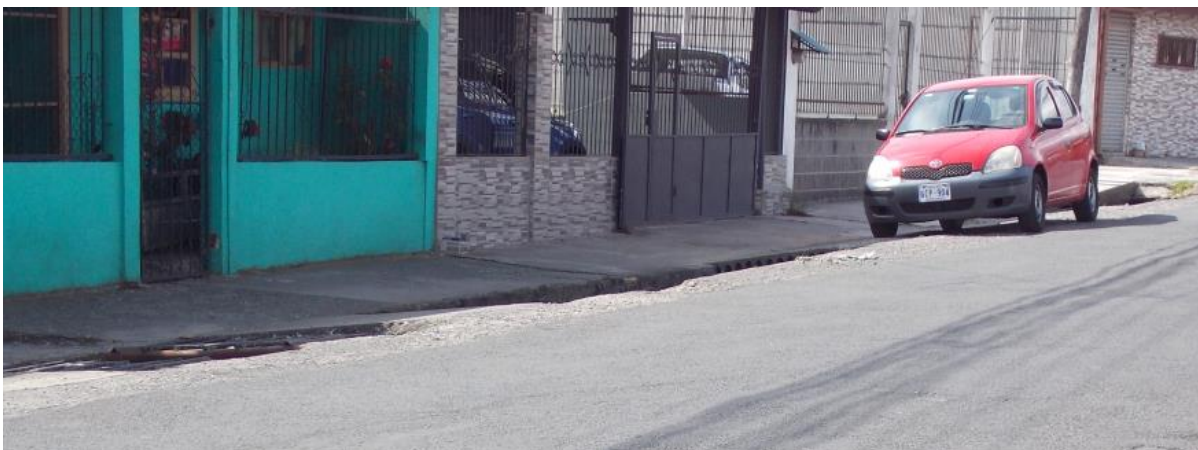


Figura 131



Anexo 7: Fotografías de Sector Transversal 26 y Calle 28, código 30130700



Figura 132

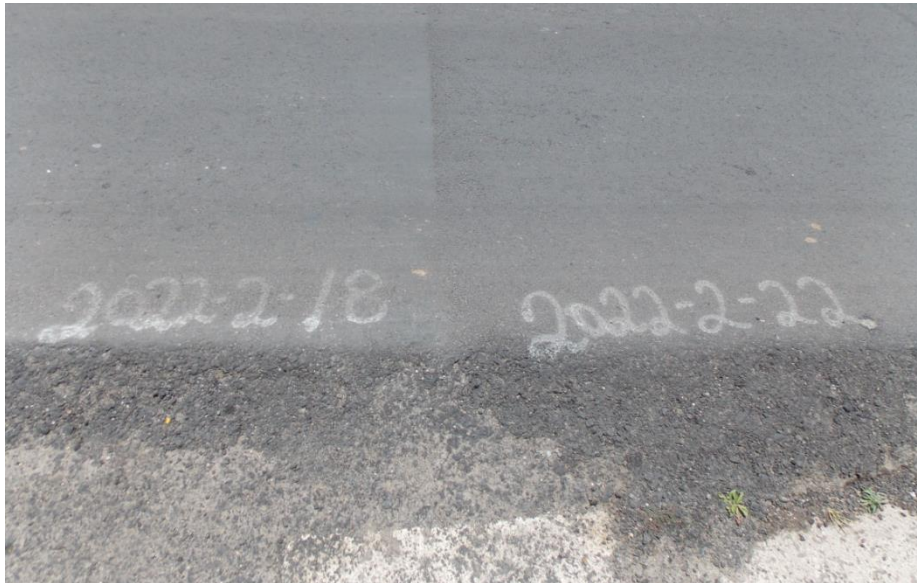


Figura 133

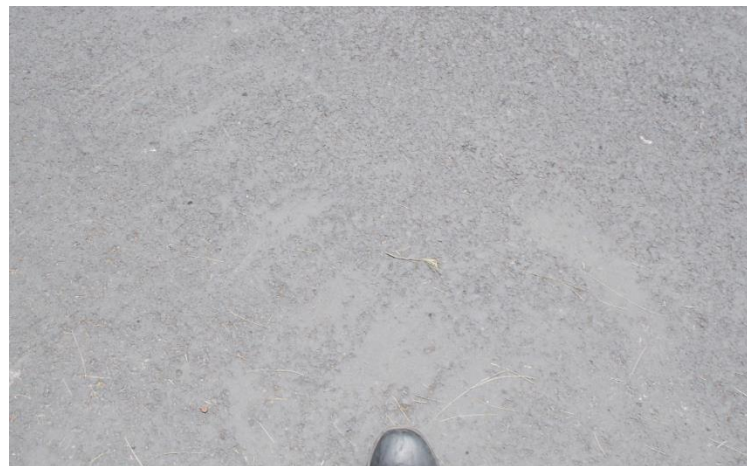


Figura 134



Figura 135



Figura 136



Figura 137



Figura 138



Figura 139



Figura 140



Figura 141



Figura 142



Figura 143



Figura 144



Figura 145



Figura 146



Figura 147



Figura 148



Figura 149



Anexo 8: Fotografías de Sector Bermejo-Coris, código 30116300



Figura 150



Figura 151



Figura 152



Figura 153



Figura 154



Figura 155



Figura 156



Figura 157



Figura 158



Figura 159

RED NO PAVIMENTADA

VER ESTE ENLACE:

<https://www.lanamme.ucr.ac.cr/cloud/index.php/s/CRcU39c3CM1dzeN>