



Laboratorio Nacional de  
Materiales y Modelos Estructurales

Informe: LM – PI – UGERVN – 11 – 2014

## **Seguimiento de la Ruta Nacional 21, tramo entre los poblados de Jicaral y Lepanto, Península de Nicoya, Costa Rica**

Informe Corto

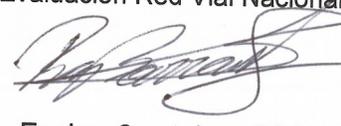
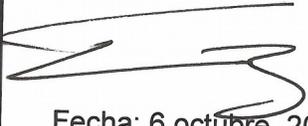
Preparado por:

**Unidad de Gestión y Evaluación  
de la Red Vial Nacional  
PITRA – LanammeUCR**

San José, Costa Rica  
Octubre, 2014



Documento generado con base en el Art. 6 incisos c) y d) de la Ley 8114 y lo señalado en el Capít.2, Art. 3 al 19 Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.

<b>1. Informe</b> LM – PI – UGERVN – 11 – 2014		<b>2. Copia No.</b> 1	
<b>3. Título</b> Seguimiento de la Ruta Nacional 21, tramo entre los poblados de Jicaral y Lepanto, Península de Nicoya, Costa Rica		<b>4. Fecha del Informe</b> Octubre, 2014	
<b>5. Organización y dirección</b> 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			
<b>6. Notas complementarias</b>			
<b>7. Resumen</b> <i>La Ruta Nacional 21, específicamente el tramo comprendido entre las poblaciones de Jicaral y Lepanto, en la Península de Nicoya, ha recibido en los últimos años una inversión muy importante, a pesar del poco tránsito que por dicho tramo circula. En cumplimiento de los mandatos de la Ley 8114, funcionarios de la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional del PITRA-LanammeUCR realizaron, a inicios de agosto del presente año, una visita al tramo para evaluar el estado actual de la ruta. Se detectaron problemas de deterioro en forma de baches en la superficie de ruedo, problemas de las estructuras de manejo de aguas, mal estado de la señalización horizontal, y guardavías utilizados de manera incorrecta. Este informe resume algunos hallazgos importantes, mostrando imágenes de lo visto en dicha gira, y comparando con lo obtenido en el informe del año 2013.</i>			
<b>8. Palabras clave</b> Ruta 21, baches, deterioros, guardavías, cunetas		<b>9. Nivel de seguridad</b> Ninguno	
		<b>10. No. de páginas</b> 31	
<b>11. Preparado por</b> Ing. José Francisco Garro, M.Geo.  Fecha: 6 octubre, 2014		<b>Ing. Ronald Naranjo</b>  Fecha: 6 octubre, 2014	
<b>Ing. Christian Valverde</b>  Fecha: 6 octubre, 2014		<b>Ing. Jairo Sanabria</b>  Fecha: 6 octubre, 2014	
<b>12. Revisado por</b> Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR  Fecha: 6 octubre, 2014		<b>Ing. Roy Barrantes Jiménez</b> Coordinador, Unidad de Evaluación Red Vial Nacional  Fecha: 6 octubre, 2014	
		<b>13. Aprobado por</b> Ing. Guillermo Loría S., PhD. Coordinador General PITRA  Fecha: 6 octubre, 2014	





## TABLA DE CONTENIDO

Introducción	5
1. Hallazgos detectados: deflexiones mediante el FWD	6
2. Hallazgos detectados: regularidades mediante el IRI	7
3. Hallazgos detectados: capacidad de agarre superficial	8
4. Notas de calidad con base en los indicadores de evaluación	8
5. Hallazgos detectados: deterioros superficiales de la carpeta asfáltica	11
6. Hallazgos detectados: estado de la señalización horizontal	12
7. Hallazgos detectados: guardavías	13
8. Hallazgos detectados: estructuras de manejo de aguas	15
9. Inversión realizada en el último año	29
10. Conclusiones y Recomendaciones	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del tramo evaluado	6
Figura 2 Resultados de FWD 2014	7
Figura 3 Resultados de IRI 2014	7
Figura 4 Resultados del Grip Tester 2014	8
Figura 5 Agrietamiento longitudinal est. 5+315	11
Figura 6 Agrietamiento longitudinal est. 7+530	12
Figura 7 Estacionamiento 1+090	14
Figura 8 Estacionamiento 9+650	14
Figura 9 Estado de las cunetas est. 9+700	15
Figura 10 Alcantarilla est. 0+690	16
Figura 11 Alcantarilla est. 1+000	16
Figura 12 Alcantarilla est. 1+500	17
Figura 13 Alcantarilla est. 2+060	17
Figura 14 Alcantarilla est. 2+485	18
Figura 15 Alcantarilla est. 2+665	19
Figura 16 Alcantarilla est. 2+900	19
Figura 17 Alcantarilla est. 3+115	20



Figura 18 Alcantarilla est. 3+450	20
Figura 19 Alcantarilla est. 3+905	21
Figura 20 Alcantarilla est. 4+160	21
Figura 21 Alcantarilla est. 4+510	22
Figura 22 Alcantarilla est. 4+750	22
Figura 23 Alcantarilla est. 4+970	23
Figura 24 Alcantarilla est. 5+275	24
Figura 25 Alcantarilla est. 5+880	24
Figura 26 Alcantarilla est. 6+245	25
Figura 27 Alcantarilla est. 6+595	25
Figura 28 Alcantarilla est. 6+915	26
Figura 29 Alcantarilla est. 7+235	26
Figura 30 Alcantarilla est. 7+425	26
Figura 30 Alcantarilla est. 8+200	27
Figura 31 Alcantarilla est. 8+920	27
Figura 32 Alcantarilla est. 8+920	28
Figura 33 Sistema de drenaje, poblado de Lepanto	28
Figura 34 Puente sobre el río Lepanto	29

#### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen indicadores del proyecto	9
Tabla 2 Notas de calidad Q	9
Tabla 3 Recomendaciones de intervención	10
Tabla 4 Resumen de resultados para el proyecto	10
Tabla 5 Resultados de retroreflectometría	13
Tabla 6 Obras ejecutadas en el tramo	29



## Introducción

El tramo evaluado, ubicado entre los poblados de Jicaral y Lepanto, corresponde a 10,9 km de la Ruta Nacional 21, Sección de Control 60762. El mismo está ubicado en su totalidad en la Península de Nicoya, entre la línea de la costa (que se encuentra en promedio a 1 km de distancia) y el pie de monte del sistema montañoso de la zona, lo que condiciona parcialmente su trazado. Corresponde a una típica ruta de zona plana, con rectas relativamente largas, pocas curvas, buena visibilidad y cambios de pendientes casi ausentes. La Figura 1 muestra la ubicación del proyecto.

En los últimos años, se ha invertido gran cantidad de dinero en este tramo, colocándose una base estabilizada con cemento, y se asfaltó en su totalidad (2 carriles, uno por sentido), además de la construcción de cunetas en algunos puntos e instalación de guardavías en otros. El total de la inversión asciende a más de 5 mil millones de colones, y según datos del MOPT, el tramo cuenta con un TPD de aproximadamente 1000 vehículos.

Como parte de la función ordinaria de fiscalización, evaluación y seguimiento del estado de la Red Vial Nacional que determina la Ley 8114, funcionarios de la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional del PITRA-LanammeUCR realizaron una gira de inspección los días 31 de julio y 1<sup>o</sup> de agosto del presente año. En el presente informe se resumen los hallazgos realizados en los temas de:

- Capacidad estructural mediante Deflectómetro de Impacto
- Capacidad funcional mediante Perfilómetro Láser
- Seguridad vial con el Medidor de Agarre Superficial y mediante evaluación de los guardavías construidos
- Estado de la señalización horizontal con el Retroreflectómetro Portátil
- Estado del pavimento mediante evaluación de deterioros superficiales
- Estado de obras hidráulicas mediante inspección de cunetas y alcantarillas

Además, se comparan los resultados obtenidos este año, con aquellos que se presentaron en el informe INF-PITRA-007-2013 publicado el año anterior, de tal manera que es posible realizar un seguimiento de la evolución de este tramo en el tiempo. El esfuerzo de dar seguimiento expedito a proyectos viales de obra nueva, es un compromiso que el PITRA-LanammeUCR asume de forma rigurosa, con la mejor tecnología disponible y con el criterio técnico que brinda los más de 60.000 km de pavimentos de la red vial costarricense, evaluados en los últimos 10 años. Con base en lo anterior, este insumo para la Administración traza los derroteros que complementan el de brindar información acerca del comportamiento de una carretera, la cual debe mantener un alto estándar de servicio en toda la vida útil de diseño, y le recuerda a la Administración la necesidad de mantener un inventario y un monitoreo continuo de las obras viales. Es importante recalcar que este tipo de obras no puede ser abandonada al finalizar su construcción, sino que debe ser evaluada

durante su vida útil, para constatar que se desempeña de acuerdo a su diseño y para programar campañas de mantenimiento, basadas en las mejores técnicas de gestión vial, para que brinde siempre un nivel de servicio adecuado.

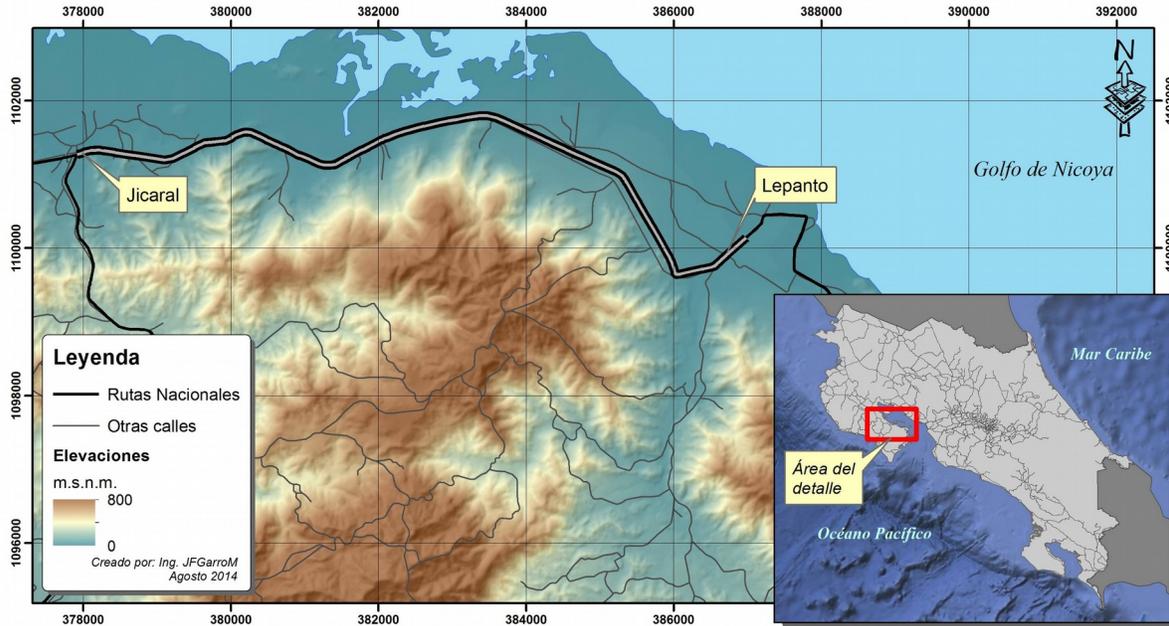


Figura 1: Ubicación del tramo en estudio.

## 1. Hallazgos detectados: deflexiones de la estructura de pavimento

Los detalles del Deflectómetro de Impacto utilizado, y la metodología seguida de evaluación aparecen en la Ficha Técnica FT – UGERVN – 02 – 13, disponible en el sitio de Internet del LanammeUCR ([www.lanamme.ucr.ac.cr](http://www.lanamme.ucr.ac.cr)). Al contar con base estabilizada, el tramo evaluado presenta deflexiones muy bajas en prácticamente la totalidad de su longitud, lo cual garantiza su capacidad estructural a medio y largo plazo (Figura 2). Al comparar estos resultados con los obtenidos en el año 2013, la distribución de rangos de deflexiones no ha sufrido un cambio significativo. Sin embargo, al igual que se detectó en la gira realizada el año 2013, existen varios sitios que presentan grietas longitudinales cerca de la orilla de la superficie de rueda, que pueden deberse a una falla del terraplén donde se construyó la estructura. A la fecha, no se han corregido varios de estos problemas (ver sección de *Deterioros Superficiales* más adelante en este documento).

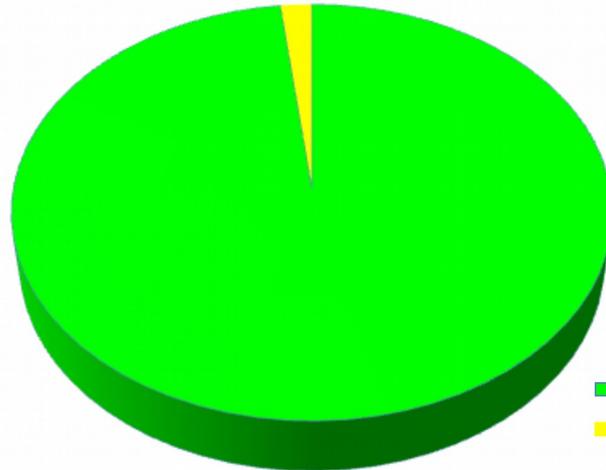


Figura 2: Resultados obtenidos con el Deflectómetro de Impacto, año 2014.

## 2. Hallazgos detectados: regularidad superficial del pavimento

Los detalles del Perfilómetro Láser utilizado, y la metodología seguida de evaluación aparecen en la Ficha Técnica FT – UGERVN – 02 – 13, disponible en el sitio de Internet del LanammeUCR. Los resultados obtenidos, mostrados en la Figura 3, indican que el proyecto presenta un nivel de IRI bueno en aproximadamente 2 terceras partes de su longitud, lo cual es un resultado similar al obtenido en la evaluación realizada en el año 2013.

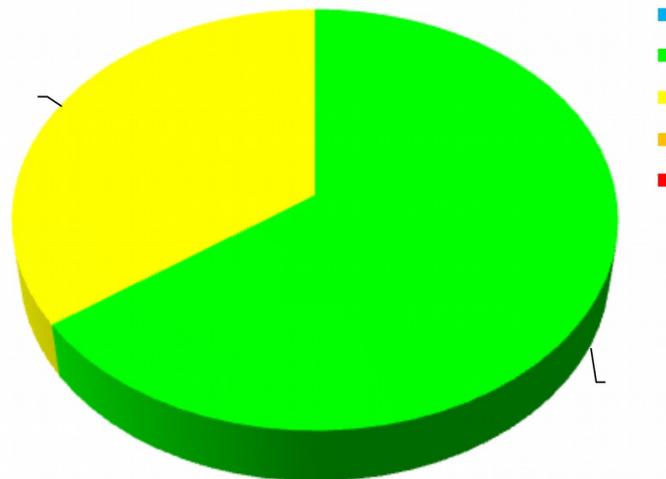


Figura 3: Resultados obtenidos con el Perfilómetro Láser, año 2014.

### 3. Hallazgos detectados: capacidad de agarre superficial

Los detalles del equipo de Medición de Rozamiento Superficial, y la metodología seguida de evaluación aparecen en la Ficha Técnica FT – UGERVN – 02 – 13, disponible en el sitio de Internet del LanammeUCR. Los resultados obtenidos indican que poco menos de 3 cuartas partes de la longitud del proyecto presenta niveles de agarre bajos, lo cual aumenta la probabilidad de accidentes bajo condiciones lluviosas (Figura 4). De esto, aproximadamente un 21% presenta una superficie de rodadura con altos niveles de deslizamiento, lo cual es un aumento sustancial con respecto a los resultados obtenidos en la evaluación del año 2013. Las posibles causas de este aumento pueden ser a un deterioro de tipo pulimento en dicha superficie, o a suciedad presente en la misma (tierra, arena, caucho producto del paso de vehículos); sin embargo, la administración debe realizar un estudio que determine la causa de la disminución de los niveles de agarre, para tomar las medidas correctivas del caso y restablecer los niveles de seguridad vial para este tramo.

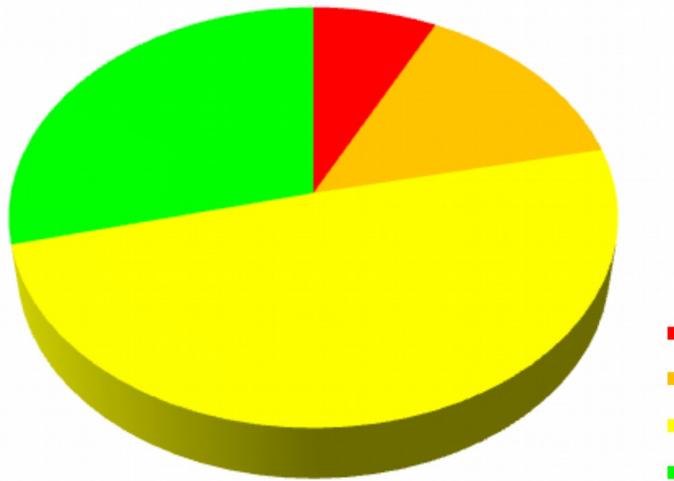


Figura 4: Resultados obtenidos con el Medidor de Agarre Superficial, año 2014.

### 4. Notas de calidad con base en los indicadores de evaluación

Para determinar la condición del proyecto se emplean las Notas Q, las cuales combinan los indicadores presentados anteriormente, para cada uno de los tramos homogéneos ubicados en el proyecto. Estos tramos homogéneos se obtienen a partir de la revisión estadística de los resultados de la prueba de deflectometría, y para la evaluación de este año, los tramos resultan idénticos a los obtenidos en la evaluación del año pasado.

Los resultados se muestran en la Tabla 1

Tabla 1: Resumen de los indicadores obtenidos en el proyecto

<b>Tramos Homogéneos</b>	<b>Tramo 1</b>	<b>Tramo 2</b>	<b>Tramo 3</b>
	<b>0+000 – 0+900</b>	<b>0+900 – 9+500</b>	<b>9+500 – 10+900</b>
FWD <sub>promedio</sub> (10 <sup>-2</sup> mm)	52,41	18,74	49,81
Categoría FWD	Bajas	Bajas	Bajas
IRI <sub>promedio</sub> (m/km)	3,60	1,75	1,76
Categoría IRI	Deficiente	Buena	Buena
GripNumber <sub>promedio</sub>	0,46	0,74	0,60
Categoría GN	Muy Deslizante	Poco Deslizante	Deslizante

Con base en el Tránsito Promedio Diario de la sección, el cual es de 870 vehículos, se utiliza las Tablas 2 y 3 para establecer su respectiva nota de calidad y las posibles actividades de intervención.

Tabla 2: Notas de Calidad Q con base en los resultados de FWD e IRI

Rangos de TPD		Límites de los valores de deflexión (10 <sup>-2</sup> mm)				
0 – 5000		←	76,5	88,5	115,7	→
			<i>Bajas</i>	<i>Moderadas</i>	<i>Altas</i>	<i>Muy Altas</i>
Indicador Estructural		Categorías de FWD				
		<b>Bajas</b>	<b>Moderadas</b>	<b>Altas</b>	<b>Muy Altas</b>	
Indicador Funcional		▼	▼	▼	▼	
Rangos de IRI (m/Km)	< 1,9 (Buena)	▶	Q1	Q3	Q6	R-1
	1,9 – 3,6 (Regular)	▶	Q2	Q5	Q8	R-2
	3,6 – 6,4 (Deficiente)	▶	Q4	Q7	Q9	R-3
	> 6,4 (Muy Deficiente)	▶	M-RF	RH-RF	R-3	NP

Tabla 3: Recomendaciones de intervención según el nivel de deslizamiento del tramo

Grip Number	Posibilidades de Intervención en función de la Nota Q		
	Q1	Q2	Q3
<b>Mayor de 0,78 (No deslizante)</b>	N.I.	N.I.	SS ChS1 (TS1)
<b>0,6 - 0,78 (Poco deslizante)</b>	N.I.	SS ChS1 (TS1)	ChS2 (TS2) ChS3 (TS3)
<b>0,5 - 0,6 (Deslizante)</b>	SS ChS1 (TS1)	ChS2 (TS2) ChS3 (TS3)	ChS2 (TS2) ChS3 (TS3) Slurry
<b>Menor a 0,5 (Muy Deslizante)</b>	ChS2 (TS2) ChS3 (TS3) Slurry	ChS2 (TS2) ChS3 (TS3) Slurry	ChS2 (TS2) ChS3 (TS3) Slurry Micropavimentos

Con base en lo anterior, los resultados obtenidos para el tramo evaluado se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4: Resultados obtenidos para el proyecto evaluado

<b>Tramos Homogéneos</b>	<b>Tramo 1 0+000 – 0+900</b>	<b>Tramo 2 0+900 – 9+500</b>	<b>Tramo 3 9+500 – 10+900</b>
Nota Q	Q4	Q1	Q1
Estrategia General de Intervención	Mantenimiento de Recuperación de IRI	Mantenimiento de Preservación	Mantenimiento de Preservación
Recomendación basada en el Grip Number	No Aplica	No intervenir	SS ChS1 (TS1)

El segundo tramo homogéneo, ubicado entre los estacionamientos 0+900 al 9+500 presenta muy buen estado, por lo que sólo necesita de actividades normales de mantenimiento. Sin embargo, se recomienda intervenir el primer tramo homogéneo (0+000 a 0+900) de tal manera que el nivel de IRI se recupere, y por ende, los niveles de agarre superficial. Con respecto al tercer tramo homogéneo (9+500 a 10+900), se recomienda intervenirlo de tal manera que los niveles de agarre superficial se recuperen. Los resultados obtenidos este año, son idénticos a los obtenidos para la evaluación realizada durante el año 2013, lo que significa que no se tomaron en cuenta las recomendaciones dadas en ese informe.

## 5. Hallazgos detectados: deterioros superficiales de la carpeta asfáltica

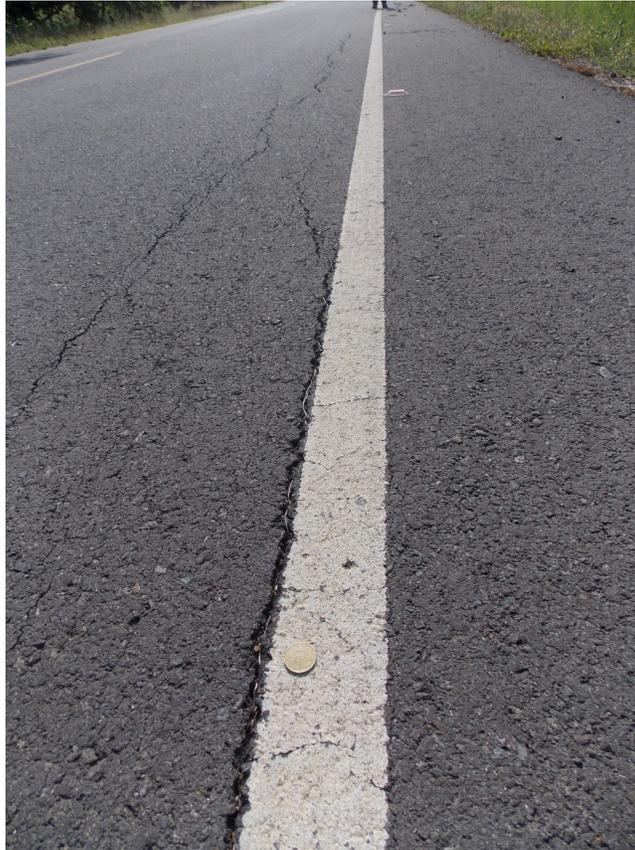
Utilizando el Equipo de Auscultación con Imágenes Georeferenciadas, se realizó una evaluación de la ubicación, tipo y extensión de los deterioros presentes en la ruta, resultados que fueron verificados en la gira realizada. Los 3 tipos de deterioro encontrados fueron:

- Grietas, tanto longitudinales como transversales en la superficie de ruedo
- Grietas de borde
- Bacheo

Cerca del 2% de la longitud del tramo presenta bacheos, mientras que poco más del 6% presenta grietas longitudinales. Con respecto a la evaluación del año 2013, la extensión y ubicación de los deterioros permanece casi constante, con un leve incremento en la extensión del área que sufre agrietamiento. En las Figuras 5 y 6 se ilustra este problema.



*Figura 5: Agrietamiento longitudinal, est. 5+315*



*Figura 6: Agrietamiento longitudinal, est. 7+530*

## **6. Hallazgos detectados: estado de la señalización horizontal**

La pintura utilizada en la señalización horizontal debe cumplir con especificaciones de retroreflectividad que garanticen la seguridad vial de los usuarios que transitan por dicha vía, especialmente en condiciones adversas como lluvia intensa, neblina o de noche. Para medir dicha condición, se utilizó un Retroreflectómetro Láser portátil, con el cual se estableció la condición de la pintura, tanto la de borde (blanca) como la central (amarilla) en segmentos de 120 metros de longitud, para los mismos 3 sitios escogidos en la evaluación del año 2013. Los mismos son:

- Estacionamiento 1+300: salida de Jicaral, en curva; línea de borde blanca y línea de centro amarilla y continua.
- Estacionamiento 5+800: en recta, línea de borde blanca y línea de centro amarilla discontinua (posibilidad de adelantar).
- Estacionamiento 9+900: recta cercana a la Escuela de Lepanto, línea de borde blanca y línea de centro amarilla y continua.

Los resultados obtenidos se compararon con estándares internacionales para establecer su condición, tal y como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5: Resultados de retroreflectometría obtenidos para el proyecto evaluado

Estacionamiento	Línea de borde blanca*	Condición de retroreflectividad	Línea de borde amarilla*	Condición de retroreflectividad
1+300	76,3	<i>Regular</i>	36,1	<i>Mala</i>
5+800	101,7	<i>Regular</i>	26,9	<i>Mala</i>
9+900	142,3	<i>Regular</i>	55,0	<i>Mala</i>

\* Resultados en mcd/lx/m<sup>2</sup>

Como se deriva, el estado de la señalización horizontal es de regular en las línea de borde (blancas), y malo en las líneas divisorias de carril (amarillas). Existen captaluces tanto en las líneas de borde como en las centrales; sin embargo, en varios puntos éstos han sido arrancados. Con respecto a la evaluación realizada en el año 2013, se nota el deterioro de la señalización horizontal con el paso del tiempo y de los vehículos. Por último, agregar que excepto en los 2 extremos del tramo (en las localidades de Jicaral y de Lepanto), la ruta no presenta iluminación artificial.

## 7. Hallazgos detectados: guardavías

Como se mencionó en el informe del 2013, la ruta presenta menos de 700 metros lineales de guardavías instalados. Y los mismos funcionan a manera de barandas en los pasos de aguas (alcantarillas), lo cual es un error de concepto en su uso, dado que los guardavías son obras flexibles de contención, con una longitud y un diseño tal que permite a los vehículos no salirse de la ruta e impactar contra elementos potencialmente peligrosos fuera de ella, o bien caer a un talud, dado que su función principal es reencauzar un vehículo a la vía (Figura 7). Las barandas de un paso de aguas deben ser parte de la estructura del mismo, con un diseño que ayuda a darle rigidez a la estructura y a la vez, evitar que un vehículo caiga en el cauce, en caso de accidente. Al usar guardavías cortos como barandas, se da una falsa sensación de seguridad puesto que dichas obras no poseen la longitud mínima de trabajo, y al ser flexibles, permitirían que un vehículo caiga al cauce; por lo que no cumplen función de seguridad vial alguna.

A su vez, existen puntos dentro del tramo evaluado que, por características geométricas del trazado, deberían tener de este tipo de obras. Sin embargo, no es el caso, como en el estacionamiento 9+650 mostrado en la Figura 8.



*Figura 7: Estacionamiento 1+090.*



*Figura 8: Estacionamiento 9+650.*

## 8. Hallazgos detectados: estructuras de manejo de aguas

A pesar de ser una zona con un promedio anual de precipitación de 1500 mm y una estación lluviosa de 7 meses, la ruta evaluada carece en un gran porcentaje de su longitud de estructuras de manejo de aguas de escorrentía. Sólo en pocos sitios existen cunetas, y la mayor parte no se encuentran revestidas; la mayor parte de ellas presentan gran cantidad de basura que disminuye su capacidad hidráulica (Figura 9). Todos estos problemas ya habían sido expresados en el informe del año 2013; sin embargo, a la fecha de la gira no se han aplicado medidas correctivas.



*Figura 9: Estado de las cunetas, est. 9+700.*

Además, se visitaron **XX** sitios de interés que presentan estructuras de manejo de aguas, para constatar su estado estructural y funcional. Las observaciones realizadas se muestran a continuación:

- Estacionamiento 0+690: En este punto se ubica una alcantarilla; sin embargo el sitio es de difícil acceso. Los elementos que se pudieron observar, tales como los aletones de entrada y salida, y el muro del cabezal de la entrada, no presentan deterioros; el resto de los elementos no fue posible evaluarlos. La entrada se encuentra parcialmente obstruida por vegetación (Figura 10).



Figura 10: Vista de la entrada (círculo amarillo), alcantarilla de la est. 0+690.

- Estacionamiento 1+000: la alcantarilla presente no cuenta con aletones en alguno de sus extremos, y evidencia socavación importante en el delantal a la salida (Figura 11). Los demás componentes estructurales no presentan deterioro; y la tubería se encuentra libre de obstrucciones (vegetación, sedimentación) que impidan el paso normal de las aguas.



Figura 11: Vista del cabezal de entrada (A) y de la salida (B), donde se señala en rojo la zona que presenta socavación. Alcantarilla del est. 1+000.

- Estacionamiento 1+500: este paso presenta taludes por encima de la tubería de 1 metro de altura recubiertos con concreto, el cual presenta una grieta importante en el extremo de la salida (1 cm de ancho, 3 metros de largo) (Figura 12). Por otra parte, también en el extremo de la salida, el pavimento presenta una grieta longitudinal importante. Se recomienda sellar ambas grietas, monitorear su comportamiento, y más importante, investigar la causa de este problema. Por último, es importante indicar que el ángulo de entrada del cauce con respecto a la tubería, es de aproximadamente  $60^\circ$ , lo cual desde el punto de vista del comportamiento hidráulico de la obra durante crecidas, no es eficiente.



Figura 12: Alcantarilla en el est. 1+500, mostrando la grieta en la carpeta asfáltica (A) y en el talud sobre la salida (B); vista del cabezal de entrada (C) y de la tubería (D).

- Estacionamiento 2+060: esta alcantarilla presenta taludes de aproximadamente 2 metros de altura, recubiertos parcialmente de concreto (Figura 13). Al igual que el punto anterior, el ángulo de entrada del cauce con respecto a la tubería principal es de aproximadamente  $60^\circ$ . En la carpeta de ruedo existen grietas que deben ser selladas para evitar daño en las estructuras inferiores. La estructura de la alcantarilla en sí presenta buenas condiciones.

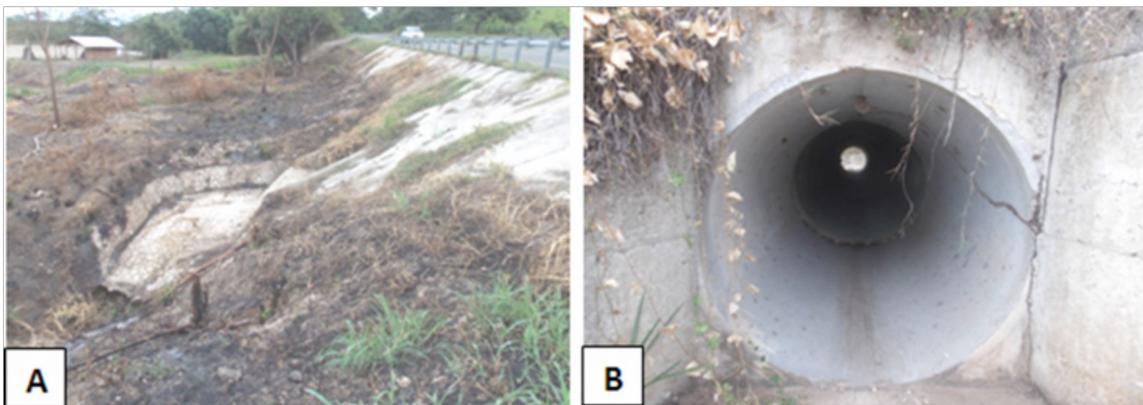


Figura 13: Cabezal de salida (A) y tubería (B), alcantarilla del est. 2+060.

- Estacionamiento 2+485: esta alcantarilla presenta en la entrada sedimentos y vegetación que le restan capacidad hidráulica. De nuevo, el ángulo entre el cauce y la estructura es de aproximadamente  $60^\circ$ . Sobre la salida y protegiendo el talud, se encuentra un muro de gaviones que presenta pequeñas deformaciones (Figura 14).



*Figura 14: Alcantarilla en el est. 2+485, mostrando la entrada (A), la tubería (B), el muro de gaviones en el talud sobre el cabezal de la salida (C) y el cauce del río con gran cantidad de sedimentos, vegetación y basura (D).*

- Estacionamiento 2+665: se trata de una alcantarilla sin algún tipo de barrera de contención (Figura 15). Presenta problemas de sedimentación en la entrada, así como maleza que le restan eficiencia, tanto en la entrada como en la salida. El ángulo de inclinación entre el cauce y la obra es de  $30^\circ$ . Sobre el muro del cabezal de salida, se observa una grieta que puede desarrollar en un problema estructural a futuro



Figura 15: Vista a nivel de carpeta (A) y grieta en el cabezal de salida (B), alcantarilla del est. 2+665.

- Estacionamiento 2+900: se observó una grieta longitudinal de unos 3 metros en la base de la tubería de la alcantarilla (Figura 16), así como desperfectos en la unión entre la estructura de los cabezales con la tubería. Por lo demás, estructuralmente y funcionalmente se encuentra en buen estado.



Figura 16: Estado de la alcantarilla en el est. 2+900. Vista del cabezal de entrada (A) y salida (B), de la grieta en la tubería (C) y de la unión con los cabezales (D).

- Estacionamiento 3+115: en general esta alcantarilla se encuentra en buen estado estructural, aunque existe un inicio de grieta sobre la tubería en el cabezal de entrada (Figura 17). Además, el cauce en la entrada presenta vegetación que obstruye el libre paso de aguas.



Figura 17: Vista de la tubería desde el cabezal de salida (A) y detalle de la grieta sobre la tubería en esta zona (B).

- Estacionamiento 3+450: esta alcantarilla presenta varios problemas, como la gran cantidad de vegetación que obstruye tanto la entrada como la salida, el ángulo forzado entre el flujo y la tubería principal, y una grieta sobre el cabezal de salida (Figura 18).

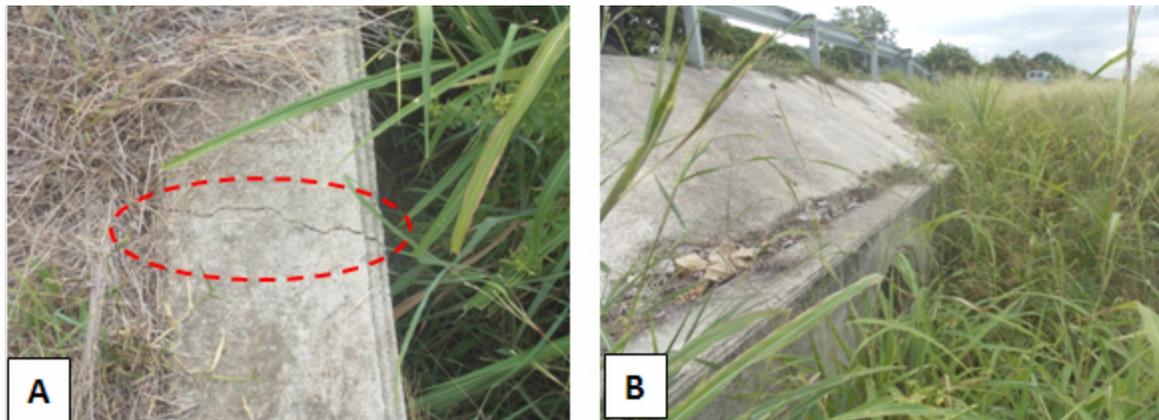


Figura 18: Grieta sobre el cabezal de salida (A) y vegetación más allá del mismo cabezal (B), alcantarilla del est. 3+450.

- Estacionamiento 3+905: la entrada presenta gran cantidad de sedimentos y vegetación que obstruye el flujo de agua hacia la alcantarilla, situación que no se presenta a la salida. Este paso presenta buenas condiciones estructurales (Figura 19).



Figura 19: Vista del cabezal de salida (A) y de la tubería (B), alcantarilla del est. 3+905.

- Estacionamiento 4+160: se observó sedimentación en cada uno de las 3 tuberías que conforman esta alcantarilla, con vegetación en la entrada. En el muro sobre el cabezal de salida, se detectó una grieta; el resto de la obra presenta buenas condiciones estructurales (Figura 20).



Figura 20: Vista del cabezal de salida (A) y de la tubería (B), alcantarilla del est. 3+905.

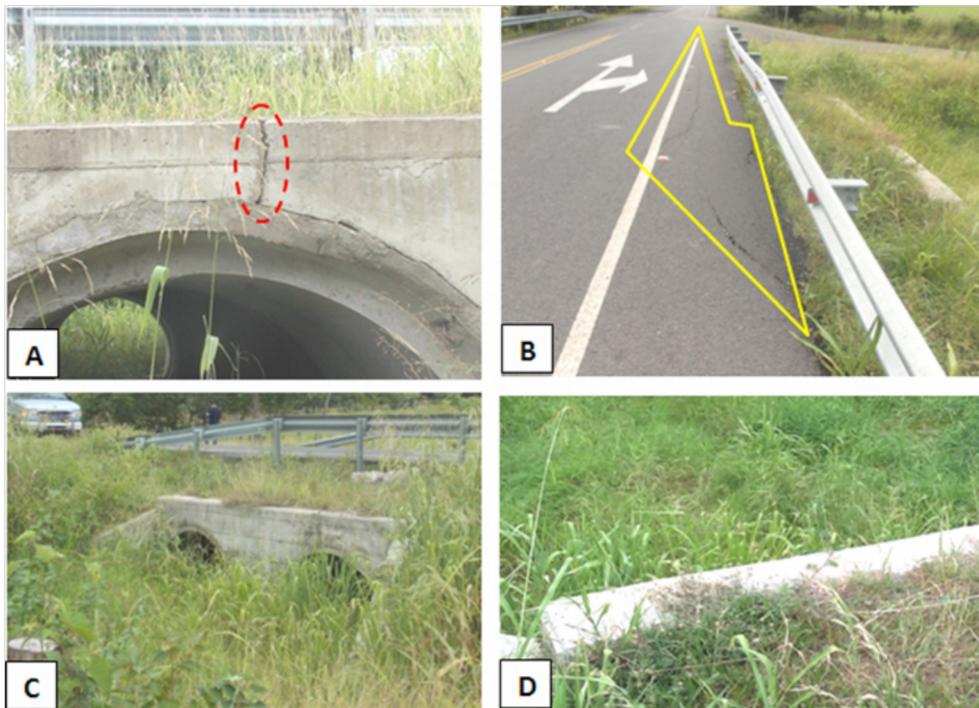
- Estacionamiento 4+510: esta alcantarilla presenta gran cantidad de sedimentación en su tubería, que obstruye aproximadamente un tercio de su sección transversal (Figura 21).

Además, presenta gran cantidad de maleza tanto a la entrada como a la salida; así como una grieta en el asfalto más próximo al cabezal de salida.



*Figura 21: Alcantarilla en el est. 4+510, mostrando la vegetación que cubre la entrada (A) y la sedimentación dentro de la tubería (B).*

- Estacionamiento 4+750: existe una importante grieta en el muro del cabezal de salida, sobre la tubería (Figura 22), así como una grieta longitudinal en la carpeta asfáltica sobre el mismo cabezal. Tanto en la entrada como en la salida existe gran cantidad de vegetación, así como sedimentación dentro de la tubería. El ángulo que presenta este paso con respecto al cauce es de aproximadamente  $60^\circ$ .



*Figura 22: Alcantarilla en el est. 4+750, mostrando la grieta sobre el cabezal de entrada (A), sobre el pavimento (B), y la vegetación que cubre la salida (C) y entrada (D).*

- Estacionamiento 4+970: estructuralmente, esta alcantarilla presenta una grieta vertical sobre la salida; mientras que funcionalmente la entrada se encuentra parcialmente obstruida por maleza (Figura 23). El delantal en la salida se encuentra socavado. Por último, esta estructura presenta un ángulo intermedio (entre los  $30^\circ$  y  $60^\circ$ ) con respecto al cauce.



*Figura 23: Alcantarilla en el est. 4+970, con obstrucción parcial de la tubería en la entrada (A), la grieta en el cabezal de salida (B), y las tuberías en el cabezal de salida (C & D).*

- Estacionamiento 5+275: el borde del cabezal de salida de esta alcantarilla presenta desprendimiento del concreto (Figura 24), con acero expuesto. El cauce a la entrada y a la salida presenta un poco de desechos y vegetación, y presenta un ángulo intermedio ( $30^\circ$  a  $60^\circ$ ) con respecto a la estructura evaluada.



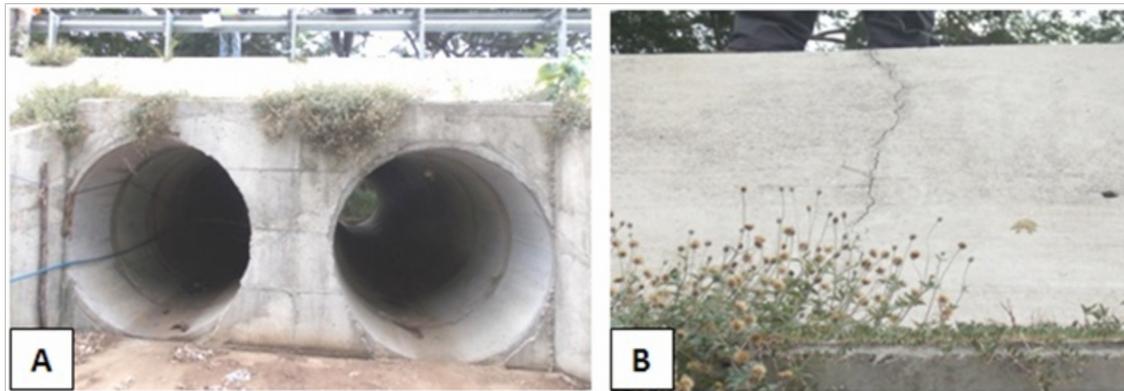
Figura 24: Alcantarilla en el est. 5+275, vista del cabezal de salida (A), donde se da el desprendimiento de concreto (B). Acumulación de basura a la entrada (C) y salida (D).

- Estacionamiento 5+880: estructuralmente esta alcantarilla se encuentra en buenas condiciones; sin embargo desde el punto de vista funcional gran cantidad de sedimento acumulado en la entrada, así como maleza en ambos extremos (Figura 25). Por otra parte, presenta un ángulo intermedio con respecto al cauce ( $30^\circ$  a  $60^\circ$ ).



Figura 25: Vista desde la salida (A) y cauce en la entrada (B), alcantarilla en 5+880.

- Estacionamiento 6+245: tanto desde el punto de vista estructural, como funcional, esta alcantarilla se encuentra en buen estado. Las únicas observaciones son la formación de una grieta de 1,5 metros de longitud sobre el muro de concreto que protege el talud encima del cabezal de salida, y la vegetación que está creciendo en la unión entre los cabezales y los taludes sobre ellos (Figura 26). El ángulo entre este paso y el cauce es de aproximadamente  $30^\circ$ .



*Figura 26: Vegetación creciendo sobre el cabezal (A) y grieta en el muro recubierto de concreto (B), alcantarilla en 6+245.*

- Estacionamiento 6+595: debido a la gran cantidad de vegetación que cubre esta alcantarilla, no fue posible evaluarla (Figura 27).



*Figura 27: Vista de la entrada (A) y salida (B), alcantarilla en el est. 6+595.*

- Estacionamiento 6+915: esta alcantarilla presenta gran cantidad de maleza presente tanto a la entrada como a la salida, así como sedimentos dentro de su tubería que le restan aproximadamente un tercio de su sección transversal (Figura 28).



Figura 28: Vista de la salida (A) y de la sedimentación (B), alcantarilla en el est. 6+915.

- Estacionamiento 7+235: al igual que la anterior, presenta gran cantidad de vegetación en la entrada y salida, así como sedimentación en aproximadamente un tercio de su sección (Figura 29).

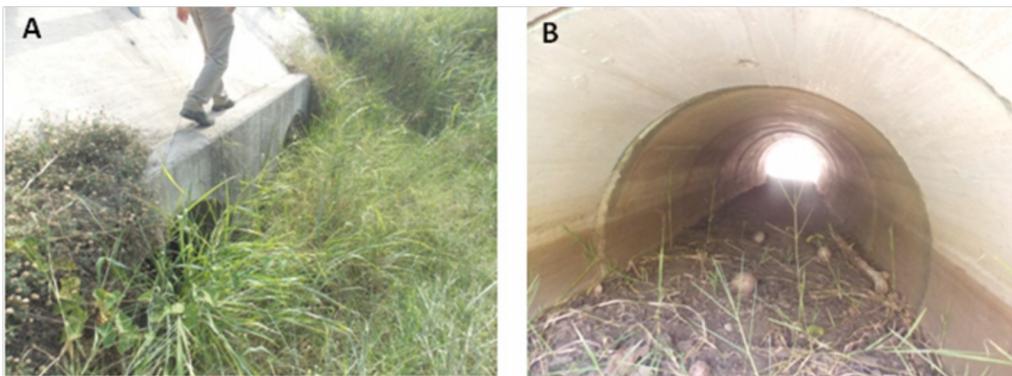


Figura 29: Vista de la salida (A) y de la sedimentación (B), alcantarilla en el est. 7+235.

- Estacionamiento 7+425: sobre el muro del cabezal de entrada de esta alcantarilla, se presenta una grieta vertical (Figura 30). Además, existe un poco de vegetación que le resta eficiencia hidráulica.



Figura 30: Vista de la salida (A) y de la grieta en la entrada (B), alcantarilla en el est. 7+425.

- Estacionamiento 8+200: se observa gran acumulación de maleza frente a la entrada de la alcantarilla, así como un árbol creciendo frente a una de las tuberías (Figura 30). El ángulo que presentan dichas tuberías con respecto al cauce es moderado ( $30^\circ$  a  $60^\circ$ ). Internamente, varias de las uniones entre secciones de tuberías no tienen un sello adecuado, lo que ocasiona pérdida del material del relleno. Sobre el muro del cabezal de salida, existe una grieta importante.

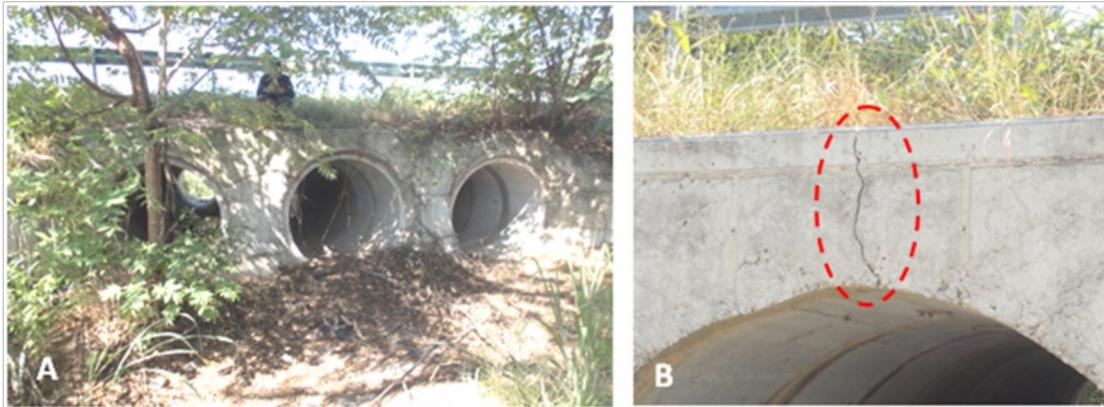


Figura 30: Vista de la entrada (A) y de la grieta en la salida (B), alcantarilla en el est. 8+200.

- Estacionamiento 8+920: al igual que la anterior, varias uniones internas entre las tuberías no presentan sello de unión (Figura 31). Frente a la entrada existe acumulación de maleza, mientras que existe socavación más allá del delantal de la salida. Esta alcantarilla sirve para drenar aguas de las cunetas adyacentes a la ruta, y presenta un ángulo de  $90^\circ$  con respecto a dichas obras, por lo que la trayectoria es muy forzada (Figura 32).

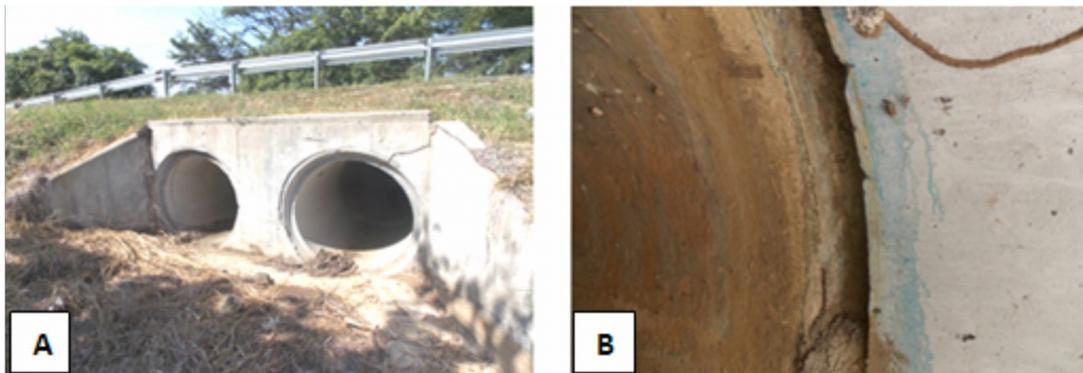


Figura 31: Vista de la entrada (A), ausencia de sello en tuberías internas (B), alcantarilla en el est. 8+920.

*Figura 32: Vista del ángulo de entrada (C), y socavación del delantal de salida (D),  
alcantarilla en el est. 8+920.*

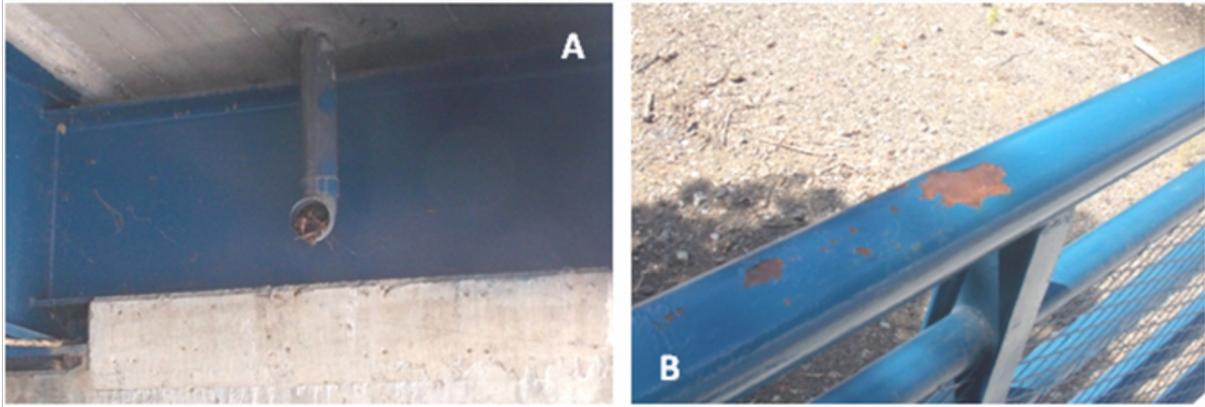
- Estacionamiento 10+640: en un tramo de aproximadamente 700 metros de longitud, en el poblado de Lepanto, se construyeron aceras a ambos lados de la vía, pero no cunetas para disponer de las aguas superficiales. A intervalos regulares de 9 metros, existen agujeros conectados a una tubería de PVC de 4 pulgadas de diámetro, cuya función es sacar el agua de la vía hacia los lados; sin embargo, y tal como fue señalado en el informe del año 2013, se encuentran obstruidos por maleza y sedimentos, lo que les resta capacidad (Figura 33).



*Figura 33: Sistema de drenaje, poblado de Lepanto, donde se muestran las salidas obstruidas (A) debido a la acumulación de sedimento y maleza (B).*

- **Estacionamiento 10+900: corresponde con el puente nuevo sobre el río Lepanto. Varios drenajes del mismo se encuentran obstruidos y las barandas evidencian desprendimientos de pintura e inicios de corrosión**

**(Figura 34). Por su parte, el cauce presenta mayor acumulación de sedimentos, lo cual de continuar a esta tasa le restará eficiencia hidráulica a la sección transversal del río en las inmediaciones del puente.**



*Figura 34: Sistema de drenaje obstruido, puente sobre el río Lepanto (A); detalle de las barandas (B).*

## 9. Inversión realizada en el último año

Con base en las estimaciones de inversión con que cuenta el LanammeUCR, es posible saber el tipo de obras ejecutadas, su costo y el momento en que fueron realizadas. Para la sección de control 60762 de la Ruta 21, tramo Jicaral – Lepanto, se tiene que desde la última evaluación realizada en agosto del 2013, sólo se han ejecutado obras de chapeo dentro del derecho de vía (Tabla 6), mas no así las labores de mantenimiento recomendadas en el informe pasado.

Tabla 6: Obras ejecutadas en el tramo evaluado

Año	Mes	Estimación	Factura	Ítem	Descripción	Cantidad	Monto*
2013	Setiembre	25	2852	M20(A)	Chapeo derecho de vía	45.898 m2	1.948.370,10
	Noviembre	27	3452	M20(A)	Chapeo derecho de vía	71.100 m2	3.018.195,00

\* Montos en colones



## 10. Conclusiones y Recomendaciones

### 10.1 Conclusiones

Con base en la visita realizada este año, se ve un proyecto con una gran inversión inicial, pero al que no se le ha dado el mantenimiento debido para conservar dicha inversión. Problemas como las grietas en las carpetas, obstrucción de los sistemas de evacuación de aguas, falta de cunetas en la mayor parte del proyecto, señalización horizontal con muy poca visibilidad y mal uso de las barandas de contención son problemas que ya fueron evidenciados en el informe realizado por el LanammeUCR en agosto del 2013; sin embargo y a la fecha, dichos problemas no han sido tratados.

Desde el punto de vista estructural y funcional, el proyecto presenta buenas condiciones, por lo que solo ocupa actividades de mantenimiento para conservar un buen nivel de servicio durante su vida útil.

### 10.2 Recomendaciones para la Administración

Como resultado de este informe, se recomienda a la Administración valorar la implementación de las siguientes recomendaciones. Muchas de estas son las mismas que aparecieron en el informe del año 2013:

- Realizar estudios técnicos, un diseño adecuado y planes de mantenimiento para todas las obras que se realicen tendientes a mantener y mejorar la condición de la obra vial evaluada. En estos estudios es necesario tomar en cuenta las condiciones geológicas e hidrológicas particulares de la zona, así como las fallas tectónicas identificadas.
- Verificar la capacidad hidráulica del puente en el poblado de Lepanto, tomando en cuenta los cambios que ha sufrido la sección inferior del mismo. Según los vecinos de la zona, la sedimentación ha provocado que la sección hidráulica se vea disminuida, por lo que limpiar el cauce en las cercanías de esta estructura debería ser una práctica rutinaria de mantenimiento. Dar mantenimiento a esta estructura en forma de pintura a sus partes metálicas, limpieza regular de su calzada y de sus desagües.
- Darle mantenimiento rutinario a las alcantarillas, para evitar que se acumule sedimentación en sus tuberías, y la maleza dentro de ellas y en el cauce. Sellar las grietas que existan, y llevar a cabo un control de las mismas, de tal manera que se pueda detectar un problema antes de que provoque una falla. En aquellas estructuras donde se detectaron problemas mayores (separación de elementos, socavación de delantales, grietas mayores), reparar dichos problemas y estudiar la causa que los provocó, para evitar que sigan dándose.



- Revisar la necesidad de construir más obras para el manejo del agua de escorrentía, tales como cunetas y alcantarillas, ya que se observaron muchos tramos que aún no cuentan con estas obras.
- Dar mantenimiento adecuado a todas las obras construidas para la captación, conducción y descarga del agua de lluvia a lo largo del proyecto.
- Implementar barandas rígidas en los pasos de aguas, usando guardavías únicamente en las aproximaciones a estas obras, curvas cerradas y zonas donde exista un peligro en caso de que un vehículo se salga de la vía.
- Realizar campañas periódicas de mantenimiento de la señalización horizontal, reponiendo además aquellos captaluces que se hayan perdido.
- Dar seguimiento estricto a la condición de la capa asfáltica de ruedo para evaluar la necesidad de intervenciones de bacheo adicionales, o de recarpeteos en caso de tramos muy largos, para disminuir la tasa de deterioro del proyecto, y maximizar su vida útil. Sellar aquellas grietas longitudinales detectadas en esta gira, y que también fueron señaladas en el 2013.
- Evaluar la posibilidad de brindar iluminación artificial a lo largo del proyecto.