



**Consejo Nacional
de Vialidad
CONAVI**

AUDITORIA INTERNA

INFORME FINAL

**AUDITORÍA OPERATIVA SOBRE LA EFICIENCIA EN LA ATENCIÓN
DE RUTAS EN LASTRE POR PARTE DE LA GERENCIA DE
CONSERVACIÓN DE VÍAS Y PUENTES DEL CONAVI**

MAYO, 2023

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO.....	3
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1 Objetivo general	5
1.2 Objetivos específicos	5
1.3 Alcance y período del servicio de Auditoría	5
1.4 Criterios de Auditoría.....	5
1.5 Metodología.....	8
1.6 Aspectos positivos que favorecieron la ejecución de la Auditoría	9
1.7 Aspectos que favorecen el control interno	10
1.8 Limitaciones que afectaron la ejecución de la Auditoría.....	10
1.9 Generalidades acerca del objeto auditado	11
2.0 RESULTADOS DEL SERVICIO	14
2.1 LA AUSENCIA DE ESTUDIOS PRELIMINARES DOCUMENTADOS DIFICULTAN JUSTIFICAR SOLUCIONES TÉCNICAS EN RUTAS DE LASTRE	14
2.2 VARIACIONES ENTRE CANTIDADES CONSUMIDAS RESPECTO A LAS PLANIFICADAS PARA ÍTEMS DE PAGO.	16
2.3 LA HETEROGENEIDAD EN LOS RENDIMIENTOS DE ÍTEMS DE PAGO NO PERMITE ASEGURAR CONCORDANCIA CON TEORÍA DE PAVIMENTOS	19
3. CONCLUSIONES	24
4. RECOMENDACIONES	26
Anexo 1 Resultados evaluación rendimientos, espesores y cobertura.....	30
Anexo 2. Perfiles de espesores y de cobertura	35
Anexo 3 Resultados inspección visual rutas lastre.....	48
Anexo 4 Descripción de la metodología para elaboración de perfiles de rendimientos y espesores	52

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 3 de 52

RESUMEN EJECUTIVO

La presente auditoría operativa forma parte del Plan Anual de Trabajo de la Auditoría Interna del 2022 y 2023, para la cual se definió el objetivo de evaluar la gestión, oportunidad y razonabilidad en la atención de las rutas de lastre. En este estudio se analizó la eficiencia bajo el entendido que comprende *“la capacidad de lograr los resultados deseados con el mínimo posible de recursos”*¹.

En Costa Rica las rutas de lastre representan cerca de 30% de la red vial nacional, se caracterizan por presentar bajos volúmenes de tránsito², por la problemática que genera el polvo que se desprende de éstas y, la susceptibilidad a daños acelerados por la acción del agua. Ante esto, la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes (GCSV) ha procedido a la aplicación de tratamientos superficiales o sellos asfálticos, que han generado un aumento en los costos de las intervenciones. A la vez, se debe lidiar con la imposibilidad, a la fecha, de contar con contratos de mantenimiento periódicos para este tipo de rutas.

Respecto a los resultados del estudio se indica que, de 8 proyectos de lastre que se inspeccionaron, 3 proyectos (37,5%) presentan tramos con daños significativos³, se imposibilitó recorrerlos a una velocidad regular, por cuanto se encontraron baches de tamaño considerable que reflejaron el daño estructural de las capas subyacentes y, en algunos casos se visualizó la pérdida total del sello de protección. A esto se añade que, los proyectos se finalizaron en promedio hace 20 meses (1,67 años), lo que permite describir los daños como prematuros a la luz de los tipos de intervención realizadas, que incluyen un componente de protección de la superficie de ruedo (tratamiento superficial o sello asfáltico).

Por su parte, el sustento técnico de los proyectos en lastre es prácticamente nulo, con excepción del cuadro de cantidades en los documentos de requerimientos, no se lograron encontrar estudios básicos como: levantamientos, estimación de demanda vehicular, memorias de cálculo, registros fotográficos, diseños, topografía, entre otros; por medio de los cuales se documente la situación de la ruta previo a los trabajos realizados y, sirvan como base para justificar las soluciones técnicas aplicadas posteriormente.

En relación a los cuadros de cantidades, se estimó que las diferencias entre lo presupuestado y lo ejecutado, en los ítems de pago que se utilizan directamente en la estructura de pavimento, fue de un 44% (es decir, si se presupuesta 100 m³ al final se

¹ Definición eficiencia según Real Academia Española, <https://dle.rae.es/eficiencia>.

² Ver anexo 3.

³ Las rutas nacionales (313, 907 y 730) presentaron daños considerables, ver Anexo 3.

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 4 de 52

utilizan 144 m³), lo que demuestra la falta de exactitud en los cálculos en la etapa de diseño.

A lo anterior, se agrega la identificación de una cultura empírica dentro de la cual se desclasifica a las rutas de lastre del tipo de estructuras menester de tratamientos depurados de análisis y control.

Respecto a la ejecución de los proyectos, se encontró que un 92% de las capas de las estructuras en lastre se colocaron con un espesor promedio que coincide con el espesor definido por las ingenierías de proyecto. En el caso de los ítems de pago que se miden por área o por rendimiento solo el 50% cumplen con los criterios definidos.

No obstante, aunque los resultados de los espesores promedio de capa son oportunos, en el análisis también se consideró la variación en los rendimientos longitudinales, para lo cual se obtuvo que, únicamente un 25% de los ítems, presentan una variabilidad admisible, entiéndase que el 95% de los datos se encuentra dentro de un rango de aceptación definido.

Sobre esto mismo, al convertir los rendimientos lineales en espesores y, observar su comportamiento a lo largo de las rutas intervenidas, no se logra demostrar que las diferentes capas del pavimento se colocan con espesores homogéneos.

La falta de uniformidad en los espesores de capa puede generar un desempeño estructural insuficiente y heterogéneo en las rutas de lastre, con las consecuencias de sufrir deterioros acelerados y aumento en costos de mantenimiento, lo cual se traduce en un uso ineficiente de los fondos públicos.

Por lo tanto, no se logró demostrar la eficiencia en los trabajos que realiza el Consejo Nacional de Vialidad (Conavi) en la atención de rutas de lastre, en virtud de la falta de sustento técnico documentado que evidencie la gestión de ingeniería en las etapas de planificación y diseño. A esto se suma la identificación de variaciones en el alcance, que pueden incidir en el desempeño de los componentes de la vía, en los costos, en el plazo de ejecución y los controles.

Por último, se distingue un riesgo extremo para la institución ante probables deficiencias en los controles de las cantidades de material que se colocan en los proyectos y, ante la imposibilidad de la Gerencia de Conservación de dar razón sobre las obras posproyecto.

Es así que, se emiten recomendaciones a la GCSV orientadas a los aspectos susceptibles de mejora, tales como gestión del diseño y de los controles durante la ejecución de las intervenciones, en aras de prevenir la materialización de diferentes riesgos relacionados a las obras de conservación vial, así como, mejorar la

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 5 de 52

transparencia, la rendición de cuentas y la eficiencia en la atención de proyectos en rutas de lastre.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo general

Evaluar la gestión, oportunidad y razonabilidad en la atención de las rutas de lastre, así como, la suficiencia de los controles aplicados a los procedimientos existentes a cargo de la Gerencia de Conservación de Vías Puentes.

1.2 Objetivos específicos

- 1.2.1. Valorar la gestión del mantenimiento en proyectos en rutas de lastre durante la etapa de diseño.
- 1.2.2. Analizar la eficiencia en la ejecución de obras de mantenimiento y conservación en la atención de rutas de lastre, a partir de la revisión e interpretación de perfiles de rendimiento y de espesores.

1.3 Alcance y período del servicio de Auditoría

En este informe se examinó el principio de eficiencia en la atención de proyectos en rutas de lastre. Los proyectos escogidos se llevaron a cabo en las Rutas Nacionales No (RN): 817, 326, 329, 313, 901, 921, 907 y, se encuentran en los cantones de: Pococí, Pérez Zeledón, Aserrí-León Cortés, Nandayure, Nicoya, y Upala. Todos los proyectos fueron contrataciones directas o licitaciones abreviadas y, su finalización se dio en un período que abarcó desde el mes abril del 2020 hasta mayo del 2022. En total se inspeccionaron y analizaron un total de 97,8 kilómetros.

Para la confección de los perfiles de rendimiento se analizaron los ítems de pago que se relacionan directamente con la conservación del pavimento, tales como: subbase (CR.301.01(B)), base (CR.301.02 (C)), estabilización de agregados (CR.304.02), sello de cura (CV.505.05), tratamiento superficial (CV 303.03 (B)) y material de secado (CR.413.03). Sin embargo, con el fin de identificar causas relacionadas con los hallazgos se amplió el análisis a otros ítems de pago tales como: relleno de estructuras, material de préstamo, tuberías, entre otros.

1.4 Criterios de Auditoría

La Dirección de Auditoría Interna comunicó los criterios a utilizar durante la etapa de examen del presente servicio de auditoría, mediante oficio AUOF-05-2022-0439 (384)

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 6 de 52

del 28 de noviembre de 2022, dirigido al Ing. Pablo Camacho Salazar, Gerente a.i. de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes.

Dichos criterios se formularon con base en la consulta realizada de literatura internacional y nacional que rige la materia de la conservación de rutas en lastre, con énfasis en porcentajes de desperdicio de materiales.

En específico se evaluaron los siguientes criterios:

- a. Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos y Puentes (MCV 2015), capítulo 5 “Conservación de Vías Lastradas”.

“(...) la solución técnica recomendada se basará en los respectivos estudios y diseños técnico-económicos suficientes y pertinentes, ejecutados por el personal competente, mismos que deberán formar parte del Expediente Técnico de control de obra (...)”.

- b. Diferencia promedio de 10% entre las cuantías definidas para ítems de pago en el documento de requerimientos (anteproyecto) y las finalmente consumidas reportadas en las estimaciones de pago (ejecución).
- c. Los espesores de las capas que conforman la estructura de pavimento (base, subbase, estabilización de agregados, conformación calzada) deben presentar un espesor promedio con una variación máxima de +/-3 centímetros (cm)⁴ respecto al espesor definido por la Ingeniería de Proyecto previo a la ejecución del proyecto.
- d. Para el caso del material de secado, cuyo espesor es relativamente pequeño, se evalúa si su medida promedio no varía en +/- 0,5 cm del espesor especificado en el documento de requerimientos o, mediante estimación del mismo a partir de la cantidad solicitada en el cuadro de cantidades.
- e. El rendimiento de la emulsión asfáltica debe presentar una variación máxima de +/- 1 litro por metro cuadrado (L/m²) respecto al rendimiento especificado en el documento de requerimientos o al estimado de forma indirecta a partir del cuadro de cantidades.

4 En las secciones 301.06 y 309.06 del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carretas, Caminos y Puentes (CR-2010) se establece una tolerancia superficial de +/- 1 cm: "si se requiere estacas de acabado de rasante, se debe terminar la superficie con desviaciones menores de +/- 10 mm con respecto al nivel de las estacas y la elevación de la rasante", en virtud de que en este estudio se estima el espesor de forma indirecta a partir de los rendimientos lineales y el ancho de la vía, se aumenta el valor definido para la tolerancia superficial en 2 cm, con el fin de considerar las variaciones en el ancho de la vía, los dos centímetros se definieron a partir de un análisis de sensibilidad para rendimientos inferiores a 1 m²/ml en los que se determinó que al variar el ancho en un metro varía el espesor en máximo 2 cm.

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 7 de 52

- f. Para ítems de pago que se miden en metros cuadrados, tales como: tratamiento superficial, reacondicionamiento y conformación y, sello asfáltico, se evalúa su cobertura superficial, en este sentido se desea que, la superficie de cada tramo de análisis se cubra en un 100%, como criterio de aceptación se define un porcentaje de cobertura que puede variar en +/-10 % de la cobertura ideal, o sea entre 90% y 110%.
- g. Al considerar la variación en los datos (rendimientos y espesores) se establece un rango de aceptación de +/- 5 cm en el espesor de la capa, en este sentido un 95% de los datos (dos desviaciones estándar) deben estar dentro de este rango para cumplir con el criterio.

Para el caso del material de secado, el 95% de los datos deben estar en un rango de +/- 1 cm del espesor promedio colocado. En la emulsión asfáltica el 95% de los datos deben estar en un rango de +/- 5 litros por metro lineal (L/ml) del rendimiento promedio. Respecto a la cobertura se establece una variación máxima de +/- 1 metros cuadrados por metro lineal (m²/ml). A modo de resumen se incluye la Tabla 1.

Tabla 1 Tolerancias en consumos promedio y rangos de variación aceptables

	Tolerancia en Valor Promedio Espesor/Rendimiento/ Cobertura	Rango Variación de 95% Datos
Espesor Capa	(+/-) 3 cm	(+/-) 5 cm
Material de secado	(+/-) 0,5 cm	(+/-) 1 cm
Emulsión asfáltica	(+/-) 1 L/m ²	(+/-) 5 L/ml
Cobertura	(+/-) 10%	(+/-) 1 m ² /ml

Sobre lo anterior, se aclara que, los puntos “b” al “g” se formularon según criterio del equipo auditor⁵, para establecer un marco de referencia que permitiera la evaluación de la información.

En respuesta al comunicado de los criterios, se recibió el oficio GCSV-01-2023-0037 por parte de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, el 11 de enero del 2023, fuera del plazo otorgado que venció el 05 de diciembre del 2022. De igual forma, el 01 de marzo del presente, esta Dirección se reunió con el actual gerente a.i. de la GCSV, Ing.

⁵ Conforme las Normas Internacionales de las Entidades Fiscalizadoras (ISSAI), las Auditorías pueden desarrollar sus propios criterios y procedimientos de selección fundamentados en el juicio profesional del auditor.

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 8 de 52

Jason Pérez Anchía, a quien se presentó una actualización sobre los aspectos generales del estudio con énfasis en los criterios.

1.5 Metodología

La Auditoría Operativa con enfoque en resultados se realizó de conformidad con las Normas Generales de Auditoría para el sector público, según lo respaldan los resultados del programa de aseguramiento y mejoramiento de la calidad de la Unidad de Auditoría Interna, conforme las actividades y políticas establecidas en el Manual de Referencia Para la Auditoría Interna (Marpai, 2018) recomendado por la Contraloría General de la República (CGR).

Asimismo, el estudio se realizó empleando consultas y entrevistas a diversos actores, análisis de información y observación de contenido oficial e informal, lo cual se desarrolló en cuatro etapas específicas: administración, planificación, examen y comunicación de resultados.

Se realizó una revisión de generalidades de proyectos en lastre, para esto se consultó el Sistema de Gestión de Proyectos (SIGEPRO), que sirve como repositorio de información dentro del que se encuentran las estimaciones de pago⁶. Así también, se consultó teoría básica sobre mantenimiento de rutas en lastre.

Se definió una muestra de 8 proyectos, los cuales se llevaron a cabo en las rutas nacionales: 817, 326, 329, 313, 907, 921, 901 y 730, ubicados en los cantones de Pococí, Pérez Zeledón, Aserrí-León Cortés, Nicoya, Nandayure y Upala.

Acto seguido, se revisó información de los proyectos que se encuentra en el Sistema Integrado de Compras Públicas (SICOP), en informes mensuales de los Administradores Viales y, en expedientes de los proyectos custodiados por el Departamento de Ejecución Presupuestaria.

Del análisis inicial de la información, se formularon entrevistas preliminares que se aplicaron a las ingenierías de proyecto. A su vez, se solicitaron las estimaciones de pago que poseen los administradores viales para ser comparadas con las estimaciones de otras fuentes, así como, informes diarios, descriptivas, documentación que permitiera verificar la realización de estudios, entre otros.

Posteriormente, se coordinó la realización de inspecciones en campo junto con las ingenierías de proyecto. Se logró corroborar que el odómetro del vehículo oficial de la

⁶ Las estimaciones de pago se utilizan en los proyectos para registrar la información para el pago de las obras, entre los datos más importantes se encuentran: Fecha, nombre actividad, nombre ítem, ruta, sección de control, estacionamiento inicial, estacionamiento final, localización, precio unitario, cantidad estimada utilizada y monto.

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 9 de 52

auditoría presenta las mismas medidas que los odómetros utilizados por las ingenierías de proyecto, por lo que se logró descartar el método de evaluación como posible fuente de error.

Para la valoración de la eficiencia se partió de la siguiente definición: *“la capacidad de lograr los resultados deseados con el mínimo posible de recursos”*¹, así como, de los fundamentos en literatura internacional y las buenas prácticas.

De esta forma, para corroborar la definición inicial de resultados, por parte de las ingenierías de proyecto, se consultó sobre la realización de estudios preliminares tales como: diseño de pavimentos, topografía, memorias de cálculo, levantamientos de necesidades y la cuantificación de las cantidades de los ítems de pago.

Posteriormente, para la evaluación en el uso de recursos, se revisaron las diferencias entre las cantidades que se consumen y las que se planifican para los ítems de pago que se colocan en el pavimento.

Así también, se graficaron perfiles de rendimiento, de espesores y de cobertura que permitieron visualizar el comportamiento de los datos a lo largo de los proyectos (ver metodología para perfiles de rendimiento en anexo 4).

Se procedió a definir criterios de evaluación, entre los que se encuentran: límites de tolerancia para espesores promedio de capa y su variabilidad. Esto se realizó con base en: teoría constructiva respecto a desperdicios, normativa y, especificaciones definidas en los documentos de requerimientos.

Con base en la información generada se procedió a aplicar cuestionarios con consultas específicas que surgieron de la comparación entre los perfiles y lo registrado en campo, con un enfoque en la identificación de causas.

1.6 Aspectos positivos que favorecieron la ejecución de la Auditoría

En el caso del proyecto en la Ruta Nacional No. 817, zona de conservación 5-1 (Guápiles), a cargo del Administrador Vial Consorcio IRSSA-COGUSA, tuvo la particularidad que se utilizó un solo tipo de material para las diferentes obras (base, conformación, y obras menores).

Sin embargo, el registro completo y detallado en los informes diarios permitió realizar la separación de las cantidades de material según como se utilizó, por ejemplo: conformación de la subrasante, material colocado sobre la subrasante conformada (base), colocación de tuberías y relleno de cabezales. Además, se incluyeron medidas tales como espesor, largo y ancho, lo que facilitó la confección del perfil de espesores, herramienta de análisis en este estudio.

Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5300 Fax: (506) 2202-5315 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica

www.conavi.go.cr

1.7 Aspectos que favorecen el control interno

Los aspectos que fortalecen el sistema de control interno corresponden a aquellas acciones de control que, por iniciativa propia, o por disposición de alguna entidad fiscalizadora, la Administración genera o implanta un producto específico para brindar mayor seguridad en relación con el logro de objetivos.

En este sentido, el 11 de enero de 2023 se emitió la Circular GCSV-01-2023-001-C, por medio de la cual, se instruye a los Directores Regionales e Ingenieros de Zona a la implementación de la Metodología de Administración de Proyectos de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes.

De esta forma, todos los proyectos de mantenimientos periódico, tanto con superficie de ruedo en lastre, en capas de protección superficial, como en asfalto deben contar con la documentación, que se indica en la circular supra, de previo a la ejecución de los mismos como etapa inicial de la implementación de la metodología.

En el mismo documento se agrega que: “(...) el informe debe ser incorporado en el expediente del proyecto, incluyendo los expedientes correspondientes a las licitaciones en las que sería ejecutado. Para los casos de los proyectos de lastre, debería formar parte de la documentación que será remitida a la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes para el inicio del proceso licitatorio (...)”.

1.8 Limitaciones que afectaron la ejecución de la Auditoría

La principal limitación que se presentó en el desarrollo del estudio fue la alta rotación del personal, tanto del Conavi como por parte de los Administradores Viales. Adicionalmente, se encontró que la GCSV no resguarda directamente la información detallada de los proyectos, como por ejemplo, los informes diarios.

Esto repercutió en la realización de las inspecciones en campo, la identificación de obras y su alcance, la ubicación de estacionamientos, la triangulación de información y la aplicación del mismo procedimiento de evaluación en todos los proyectos, principalmente en las zonas de conservación 1-3 (Los Santos) y 2-2 (Cañas-Upala).

Lo anterior, se debe principalmente a la imposibilidad de las ingenierías de hacer una evaluación del proyecto posterior a su ejecución con la información que disponen.

1.9 Generalidades acerca del objeto auditado

En este apartado se incluyen aspectos relevantes para el análisis de los objetivos. De esta forma, se hace referencia a la categorización de los trabajos en lastre que se deben acotar para efectos del estudio.

1.9.1 Reforma Ley de Creación del Consejo Nacional de Vialidad (Conavi) N° 9484.

“(...) El Consejo Nacional de Vialidad fue creado mediante la ley N°. 7798, como órgano con desconcentración máxima, adscrito al Ministerio de Obras Públicas y Transportes con personalidad jurídica instrumental y presupuestaria para administrar el fondo de la red vial nacional, así como para suscribir los contratos y empréstitos necesarios para el ejercicio de sus funciones, de conformidad con esa ley (...)”⁷.

“(...) Mantenimiento periódico: conjunto de actividades programables, cada cierto período, tendientes a renovar la condición original de los pavimentos mediante la aplicación de capas adicionales de lastre, grava, tratamientos superficiales o recapados asfálticos o de secciones de concreto, según el caso, sin alterar la estructura de las capas del pavimento subyacente. El mantenimiento periódico de los puentes incluye la limpieza, la pintura y la reparación o el cambio de elementos estructurales dañados o de protección (...)”.

“(...) Mejoramiento: mejoras o modificaciones de estándar horizontal o vertical de los caminos, relacionadas con el ancho, el alineamiento, la curvatura o la pendiente longitudinal, a fin de incrementar la capacidad de la vía y la velocidad de circulación. También se incluyen, dentro de esta categoría, la ampliación de la calzada, la elevación del estándar del tipo de superficie (“upgrade”) de tierra a lastre o de lastre a asfalto, entre otros, y la construcción de estructuras tales como alcantarillas grandes, puentes o intersecciones (...)”; (subrayado no es de original).

Además, se incluyen elementos básicos de la teoría del diseño de pavimento. Esto con el fin de contextualizar la importancia de considerar la demanda de tránsito, las características de los materiales, los espesores de capa de la estructura de pavimento e, implícitamente su uniformidad, para asegurar un comportamiento estructural adecuado y acorde a la teoría.

7 Tomado de informe DFOE-IFR-IF-00016-2020, 14 diciembre 2020 de la Contraloría General de la República.

Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5300 Fax: (506) 2202-5315 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 12 de 52

1.9.2 Modelo multicapa estructura pavimento

En la Figura 1 se puede apreciar el modelo multicapa típico de las estructuras de pavimento, el cual cuenta con diferentes estratos, cada uno con sus características propias que aportan capacidades estructurales para disipar los esfuerzos inducidos por las cargas de tránsito. Como se puede observar, sus medidas son uniformes en todas sus dimensiones, lo que evita la concentración de esfuerzos.

Se debe acotar que los pavimentos de este estudio, a diferencia del ejemplo, no cuentan con una carpeta asfáltica que aporte capacidad estructural, puesto que se asume que los sellos y tratamientos superficiales son componentes no estructurales.

Figura 1. Modelo multicapa estructura de pavimento típica



Fuente: Youtube; Ing. Luis Guillermo Loría.

1.9.3 De acuerdo con el Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos (2002):

“(...) los métodos más utilizados en Centroamérica para el diseño de pavimentos se refieren a la guía de diseño AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) (...).

“(...) Los pavimentos se diseñan en función del efecto del daño que produce el paso de un eje con una carga y para que resistan un determinado número de cargas aplicadas durante su vida útil. (...)

“(...) Para el diseño de estructuras de pavimento es necesario conocer el número de vehículos que pasan por un punto dado. Para el efecto se realizan estudios de volúmenes de tránsito (...).”

(...) La capa de base ya terminada, tiene que quedar lo más uniforme posible, para evitar concentración de esfuerzos en la capa de rodadura, al estar el pavimento ya dispuesto para la circulación de vehículos (...).

(...) El concepto del diseño de pavimentos tanto flexibles como rígidos, es determinar primero el espesor de la estructura basado en el nivel de tránsito como en las propiedades de los materiales; el período de desempeño de un pavimento está en función de la pérdida de serviciabilidad (...)

(...) En la práctica no deben colocarse capas con espesores menores que los mínimos requeridos, ya que las capas con espesores mayores que el mínimo son más estables (...)

(...) Un pavimento debe ser diseñado para soportar los efectos acumulados del tránsito en cualquier período de tiempo (...).

En la ecuación para diseño de pavimentos las variables que se consideran son: en función del tiempo (período de diseño, vida útil del pavimento) y, en función del tránsito, propiedades de los materiales, determinación de espesores, determinación del número estructural requerido, entre otras.

1.9.4 La ecuación que rige el diseño de pavimentos según la AASHTO es:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Del lado izquierdo se tiene la variable del número de aplicaciones de carga equivalentes acumuladas en el período de diseño, esto se puede considerar como la demanda estructural. Esta se iguala a una serie de variables que se relacionan a la capacidad de la estructura de soportar las cargas vehiculares a lo largo del tiempo, al lado derecho.

El producto final que se obtiene al resolver la ecuación es la determinación de los espesores de capa (subbase, base, carpeta asfáltica), lo cual permite definir una estructura de pavimento que es capaz de responder a los esfuerzos inducidos por las cargas vehiculares a las que sirve.

Cabe resaltar que el espesor de capa se define como una medida uniforme a lo largo de la ruta, lo cual es importante para evitar la concentración de esfuerzos. De esta forma, un perfil de espesores de una estructura de pavimento debe lucir como capas superpuestas que presentan dimensiones constantes a lo largo de toda su longitud.

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 14 de 52

Así también, se mencionan las principales reseñas bibliográficas desarrolladas en Costa Rica para rutas en lastre, a fin de demostrar la existencia de teoría como base para el sustento técnico de las intervenciones.

1.9.5 Referencias bibliográficas para rutas de lastre

En Costa Rica se han desarrollado metodologías para el diseño de pavimentos de bajo tránsito aplicables a rutas en lastre, tal como: Guía de Diseño Simplificado para Pavimentos Flexibles y Semirrígidos de Bajo Volumen del Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) de la Universidad de Costa Rica⁸:

Así también, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) elaboró la “*Metodología Cualitativa de Evaluación de Caminos de Bajo Tránsito*” como alternativa para la priorización de proyectos cuyo objetivo es social.

2.0 RESULTADOS DEL SERVICIO

2.1 LA AUSENCIA DE ESTUDIOS PRELIMINARES DOCUMENTADOS DIFICULTAN JUSTIFICAR SOLUCIONES TÉCNICAS EN RUTAS DE LASTRE

Se tomaron en consideración los lineamientos establecidos en el capítulo 5 “Conservación de Vías Lastradas” del Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos y Puentes (MCV 2015), de donde se extrae:

“(...) la solución técnica recomendada se basará en los respectivos estudios y diseños técnico-económicos suficientes y pertinentes, ejecutados por el personal competente, mismos que deberán formar parte del Expediente Técnico de control de obra (...)”.

Sobre la evaluación de los anteproyectos de las intervenciones en rutas de lastre, se imposibilitó demostrar la existencia de estudios preliminares y su adecuado registro. Esto ante la ausencia generalizada de información inscrita en un expediente, que permita respaldar técnica y económicamente las soluciones aplicadas, por ejemplo: el estado de la vía previo a los trabajos, estimaciones de tránsito, pérdida de espesores, entre otros.

Además, se expone la ausencia de parámetros básicos establecidos por la GCSV que respondan a una política, estrategia o similar, aplicables a las intervenciones en rutas de lastre y comunes a todas las zonas de conservación.

8 Proyecto LM-PI-PUMP-103-R1, noviembre 2019

Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5300 Fax: (506) 2202-5315 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica

www.conavi.go.cr

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 15 de 52

Entre las causas de lo anterior, se identificó la existencia de una técnica que se basa en el empirismo, en la cual se acepta la premisa que los trabajos en rutas de lastre no requieren de diseño de pavimento o estudios preliminares adicionales, debido al aumento en los costos del proyecto. Sin embargo, las ingenierías de proyecto no presentaron evidencia para dimensionar el impacto en los costos globales de las intervenciones al llevar a cabo estudios preliminares. A esto se suma la posible inobservancia de los métodos definidos en el MCV-2015 para justificar el tipo de obra mediante metodología de evaluación.

Así también, las ingenierías de proyecto alegan que no se puede solicitar a las empresas constructoras estudios que no estén incluidos en los contratos, con lo que se omite la responsabilidad propia de la Administración de emitir y controlar las pautas técnicas.

En cuanto a los efectos asociados a la ausencia de estudios preliminares, se presenta la incertidumbre que generan las soluciones técnicas escogidas, en donde se puede comprometer el desempeño estructural debido a la falta de un proceso de diseño que, asegure razonablemente, la capacidad de la estructura de pavimento de soportar los esfuerzos generados por la demanda vehicular.

Esto se ve reflejado en el estado de las vías al momento de la inspección; al respecto se señaló que, un 38% de las rutas presentaron condiciones deficientes en varios tramos que impiden transitarlas sin baches, a pesar de haber sido intervenidas hace 20 meses (1,67 años)⁹.

Adicionalmente, se logró constatar la heterogeneidad de espesores en los paquetes estructurales que se colocaron (Tabla 2). Aún, cuando no se realizaron estimaciones vehiculares u otros análisis asociados, se distingue un rango amplio en los espesores de las capas; lo que demuestra la aleatoriedad de las soluciones.

Tabla 2 Espesor de capas colocadas en proyectos del estudio

Ruta Nacional	901	907	921	326	329	817	730	313
Espesor pavimento colocado (cm)	15	15	15	30	30	25	15	10

Por otro lado, se encontró variabilidad en los tipos de sellos de protección y tratamientos superficiales aplicados. Los sellos de protección son mucho más susceptibles a daños prematuros, mientras que los tratamientos superficiales se logran mantener en mejor estado.

⁹ Ver Anexo 3.

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 16 de 52

Sobre este tema se determinó que, en la mayoría de los casos, los sellos o tratamientos superficiales se colocaron para cubrir la longitud total de los proyectos, sin distinción en la ubicación de centros de población que podrían verse afectados por el polvo, por lo que su colocación no responde únicamente al propósito de mitigar el polvo.

Al analizar en conjunto la muestra, se observó que los proyectos de este estudio presentaron los mayores costos por kilómetro de una muestra inicial, esto por cuanto no se realizaron exclusivamente actividades de mantenimiento, como la reposición de espesores de capa de lastre; contrariamente, se colocaron capas nuevas que en ocasiones se estabilizaron, hubo ampliaciones de vía y la elevación del estándar del tipo de superficie (“upgrade”) al pasar de lastre a tratamiento superficial o sello de protección, lo que califica como mejoramiento¹⁰.

Se ha evidenciado la imposibilidad, a la fecha, de contratar servicios de mantenimiento periódico para vías en lastre. No obstante, el aumento en los costos, por la aplicación de sellos de protección o tratamientos superficiales, no ha permitido asegurar la durabilidad de los trabajos y, se imposibilita garantizar la razonabilidad de las inversiones a la luz de la reducida demanda vehicular a la que sirven.

En síntesis, se visualizan como posibles efectos los siguientes: deficiencias en la capacidad estructural de las vías, costos adicionales en mantenimiento, pérdida de serviciabilidad¹¹ prematura, sobrecostos ante posibles condiciones de sobrediseño, entre otros.

2.2 VARIACIONES ENTRE CANTIDADES CONSUMIDAS RESPECTO A LAS PLANIFICADAS PARA ÍTEMS DE PAGO.

En este análisis se cuantificaron las diferencias entre las cantidades definidas para cada ítem de pago en el anteproyecto y las que finalmente se utilizaron. Esto supone la necesidad de definir un indicador para el análisis, el cual se definió en una diferencia promedio de 10%¹² entre las cuantías del documento de requerimientos (anteproyecto) y de las estimaciones de pago (ejecución).

En los ítems de pago, que se utilizan directamente en la estructura de pavimento¹³, se observó que las diferencias promedio entre lo presupuestado y lo ejecutado es de un 44% (si se presupuesta 100 m³ al final se utilizan 144 m³), lo que evidencia diferencias

10 Ver inciso 1. Generalidades acerca del objeto auditado.

11 La Serviciabilidad es un indicador que representa el nivel de comodidad y seguridad que un pavimento proporciona a sus usuarios, extraído de “Calibración del modelo de serviciabilidad de pavimentos flexibles de AASHTO para Costa Rica” LanammeUCR.

12 Ver sección “Criterios de auditoría”, inciso b.

13 Material de préstamo, subbase, base, capa granular de rodadura, estabilización de agregados, material de secado, sello de cura y tratamiento superficial.

11 de mayo de 2023
 AUIF-05-2023-0002(384)
 Página 17 de 52

en la estimación de las cantidades en la etapa de anteproyecto para algunos ítems de pago, especialmente en: material de préstamo, sello de curado, capa granular de rodadura (Tabla 3), por lo que no se cumple con el criterio establecido.

Al respecto, las ingenierías de proyecto señalan que, las condiciones de la vía varían desde el momento en el que se hace el levantamiento de necesidades, se pasa por los procesos de contratación, hasta que se logra dar la orden de inicio, lapso que puede demorar hasta dos años o más. Durante este tiempo, las rutas sufren deterioros que obligan al reacomodo de las cantidades al ejecutar los proyectos.

Tabla 3. Diferencias porcentuales entre cantidades presupuestadas y utilizadas.

		Ruta Nacional							Promedio Variación	
		RN 326	RN 329	RN 817	RN730	RN901	RN 921	RN907		RN313
Préstamo (m3)	Cantidad presupuestada	4821	2300	No se estimó		4200		7000		
	Cantidad utilizada	11571	5597			3726		13858		
	Diferencia (%)	240	243			89		198		193
Subbase (m3)	Cantidad presupuestada		7170		6280	14500	13000	11704		
	Cantidad utilizada		6066		6354	14490	10202	11173		
	Diferencia (%)		85		101	100	78	95		92
Base (m3)	Cantidad presupuestada			No se estimó						
	Cantidad utilizada									
	Diferencia (%)			NA						NA
Capa granular de rodadura (m3)	Cantidad presupuestada								4711	
	Cantidad utilizada								9907	
	Diferencia (%)								210	210
Estabilización agregados (m3)	Cantidad presupuestada	13033	10922							
	Cantidad utilizada	10115	5830							
	Diferencia (%)	78	53							65
Material de secado (m3)	Cantidad presupuestada	816	546					308		
	Cantidad utilizada	484	564					370		
	Diferencia (%)	59	103					120		94
Sello de cura (l)	Cantidad presupuestada	266329	92840 m3		39870	76000	70000	73920		
	Cantidad utilizada	246569	138449,84 l		40601	97270	70715	623118		
	Diferencia (%)	93	NA		102	128	101	843		253
Tratamiento superficial simple/múltiple (m2)	Cantidad presupuestada			No se estimó					5000	
	Cantidad utilizada								4995	
	Diferencia (%)			NA					100	99,9
Promedio total muestra									144	

No obstante, al revisar las actividades constructivas en estos proyectos y sus definiciones, se observan aspectos que impiden validar este razonamiento. Por ejemplo, la actividad de reacondicionamiento de la calzada (CR.303.01)¹⁴, la cual se utilizó en

14 (...)303.05 Reacondicionamiento de la subrasante.

Se debe escarificar hasta una profundidad de 150 mm, y remover las irregularidades de la superficie y seguidamente perfilar para proveer una superficie uniforme. Se debe dar el acabado con una tolerancia de 15 mm para las superficies de tierra y de 30 mm para las superficies de roca con respecto al alineamiento, sección transversal y pendiente requeridas. La compactación se debe realizar de acuerdo con la Subsección 204.11.

303.06 Reacondicionamiento de la superficie de agregados.

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 18 de 52

todos los proyectos analizados y, según la definición del CR-2010, consiste en la escarificación y remoción de las irregularidades de la superficie, por cuanto permite eliminar irregularidades, proveer de una superficie uniforme y dar acabado con tolerancias entre los 15 y 30 milímetros.

De lo anterior se infiere que, a pesar de los cambios superficiales sufridos en una ruta a lo largo del tiempo, dicha actividad constructiva permite restituir la plataforma, lo cual, hace innecesaria la colocación masiva de material de préstamo para su conformación.

Además, el espesor para las capas de subbase o base es una medida que depende directamente del tránsito y de características propias de los materiales que componen la estructura de pavimento; por lo que las condiciones climáticas adversas no son un factor que pueda afectar los espesores definidos en la etapa de diseño, especialmente si las capas de base y subbase se colocan sobre una capa de préstamo que provee una superficie conformada.

Sobre esto mismo, existen ítems de pago como sello de cura o material de secado para los cuales, en el documento de requerimientos, se definen rendimientos que al final no se cumplen y, las diferencias, tampoco responden a una variabilidad en el tiempo.

Es así que, se identifica como causa de las variaciones en los consumos, la falta de precisión en la estimación de cantidades y de la confirmación de sus resultados al iniciar el proyecto, con esto se dirige el proyecto hacia la improvisación y, obliga a cambios en el alcance durante la ejecución del proyecto.

Asimismo, existe el riesgo de reducir la vida útil de las obras por los reajustes que se deben hacer en las cantidades, por ejemplo: disminución de espesores en capas del pavimento, privación en la construcción de obras para el manejo de aguas o, reducción en los rendimientos necesarios para asegurar la calidad de las obras. Así también, se presenta la posibilidad de aumento en los costos por concepto de: mantenimiento, nuevas intervenciones por obras faltantes, reclamos administrativos y reajustes de precios.

Por último, los cambios en el alcance pueden incrementar los tiempos de ejecución del proyecto, afectar las actividades de control, especialmente las relacionadas con el rendimiento, y dificultar la trazabilidad de las intervenciones.

Se debe escarificar hasta la profundidad de la superficie de agregados o hasta una profundidad de 200 mm, la que sea menor, y se deben eliminar las irregularidades. Se debe perfilar, dar el acabado y compactar la superficie de agregados de acuerdo con la Sección 308.

303.07 Reacondicionamiento de la calzada.

Se debe llevar a cabo todo el trabajo aplicable descrito en las Subsecciones de la 303.03 a la 303.06 (...).

Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5300 Fax: (506) 2202-5315 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 19 de 52

2.3 LA HETEROGENEIDAD EN LOS RENDIMIENTOS DE ÍTEMS DE PAGO NO PERMITE ASEGURAR CONCORDANCIA CON TEORÍA DE PAVIMENTOS

En la valoración de la eficiencia en proyectos en lastre, se diseñó un método¹⁵ para visualizar los rendimientos de los ítems de pago a lo largo de los proyectos; para ello, se utilizaron las estimaciones de pago como insumo y, como producto se generaron perfiles de rendimiento y de espesores, los cuales se muestran en el anexo 2.

Para su evaluación se establecieron los criterios que se indican en la sección 2.1 Criterios de auditoría, incisos del c al g. (Tabla 1).

Como producto de la valoración se obtuvieron los resultados de la Tabla 4, los resultados detallados del análisis se pueden consultar en el Anexo 1.

Tabla 4. Resultados evaluación espesores, cobertura y variabilidad.

	RN 326	RN 329	RN 817	RN730	RN901	RN921	RN907	RN313	Espesor			Cobertura			Variación			
									S	NA	N	S	NA	N	S	NA	N	
Préstamo																		
Espesor (+/- 3 cm)	S	S	NA		NA		NA		X	X	X							
Variación (95% datos entre +/- 5 cm)	N	N	NA		NA		NA									X	X	
Subbase																		
Espesor (+/- 3 cm)		S		S	N	S	S		4		1							
Variación (95% datos entre +/- 5 cm)		N		N	N	N	N										5	
Base																		
Espesor (+/- 3 cm)			S						1									
Variación (95% datos entre +/- 5 cm)			S												1			
Estabilización agregados																		
Espesor (+/- 3 cm)	S	S							2									
Variación (95% datos entre +/- 5 cm)	N	S													1		1	
Material de secado																		
Espesor (+/- 0,5 cm)	S	S					S		3									
Variación (95% datos entre +/- 1 cm)	S	N					S								2		1	
Sello de cura																		
Rendimiento/Cobertura (+/- 1 L/m ²) (+/- 10%)	N	N		S	N	S	N				2		4					
Variación 95% datos (+/- 5 L/m ²) (+/- 1 m ² /ml)	N	N		N	N	N	N										6	
Tratamiento superficial																		
Cobertura (+/- 10%)			S					NA			1	1						
Variación (95% entre +/- 1 m ² /ml)			S					NA							1		1	
Reacondicionamiento y conformación																		
Cobertura (+/- 10%)						S					1							
Variación (95% +/- 1 m ² /ml)						N											1	
Capa granular de rodadura																		
Espesor (+/- 3 cm)						S			1									
Variación (95% datos entre +/- 5 cm)						N											1	
									Subtotal	11	0	1	4	1	4	5	1	15
									Total		12			9				21
									Porcentaje	91,7	0,0	8,3	44,4	11,1	44,4	23,8	4,8	71,4
									Porcentaje sin NA	91,7			50,0			25,0		

15 Ver anexo 4

Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5300 Fax: (506) 2202-5315 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 20 de 52

Con base en esta información se determinó que, las capas de las estructuras de pavimento presentan espesores promedio que coinciden con los espesores definidos por las ingenierías de proyecto (presentan un 92% de cumplimiento), esto para los ítems de pago: subbase, base, estabilización de agregados, material de secado, capa granular de rodadura.

De lo anterior, se excluyeron los resultados correspondientes a la colocación de material de préstamo, por los diferentes usos que se le da, por lo que, en ocasiones, su aplicación no se ajusta a un consumo regular. Un ejemplo es el bacheo mecanizado que depende de las necesidades que los inspectores definen en campo¹⁶, por lo que requiere un análisis más depurado y puntual.

Por su lado, los ítems de pago que se cobran por cobertura superficial o, para los que se definen rendimientos en el documento de requerimientos, presentan un porcentaje de cumplimiento de 50%. Lo cual indica que, únicamente en la mitad de los casos el promedio de consumo de estos ítems de pago no varía respecto al rendimiento teórico en más de 10% o en más de 1 litro por metro cuadrado (l/m²), tales como: sello de cura, tratamientos superficiales, reacondicionamiento y conformación.

Sobresale el caso del sello de cura de emulsión asfáltica, puesto que, no se logró demostrar que el rendimiento definido en el documento de requerimientos se cumple en la mayoría de los proyectos, o su cobertura no se encuentra en el rango definido (90% a 110%), como se observa en la Tabla 5.

Tabla 5. Comparación rendimientos y coberturas

Sello de cura		
Ruta Nacional	Rendimiento especificado (L/m ²)	Rendimiento estimado (L/m ²)
326	6	3,31
329	6	2,81
907	1,2	7,66
	Cobertura deseada (%)	Cobertura obtenida (%)
901	100	69
730	100	109
921	100	97,54

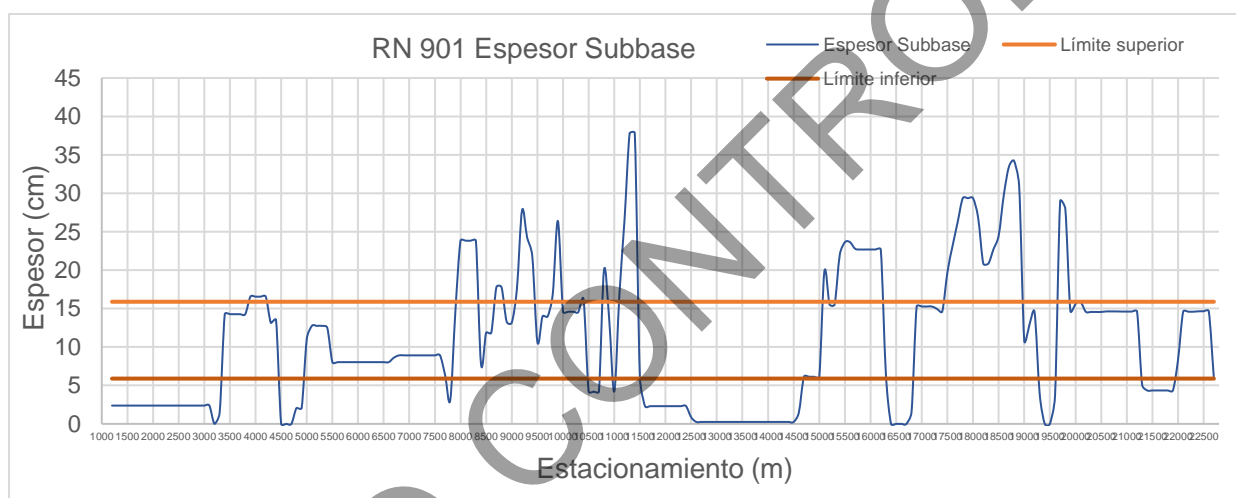
Por último, referente a la variación de los rendimientos a lo largo de los proyectos, se precisó que únicamente un 25% de la muestra cumple con los criterios de variabilidad.

16 Oficio G4-(2-4)-2022-322 del 17 de noviembre del 2022 de Consorcio Grupo 4 firmado por el Ing. Carlo Molina Rivera, Administrador Vial zona 2-4 Nicoya.

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 21 de 52

Al respecto resaltan los resultados de la colocación de capa de subbase, porque en ninguno de los proyectos, en que se dispuso de este tipo de material, se logró demostrar el cumplimiento del criterio. Como ejemplo se presenta el caso de la Ruta Nacional No. 901 (Figura 2), donde se observa que una cantidad importante de datos se encuentran fuera del rango de aceptación definido y, es posible estimar espesores de hasta 38 centímetros en el estacionamiento 11+400 o, de 0,25 centímetros en 13+300, y pocos valores concordantes con el promedio de 11 centímetros.

Figura 2. Perfil de espesores subbase Ruta Nacional 901



Sobre esto mismo, al determinar las dimensiones propias de los intervalos, en los que se pueden encontrar el 95% de los datos para los espesores de la capa de subbase de los diferentes proyectos, se puede identificar más de un proyecto con rangos de espesor de hasta 30 centímetros (Tabla 6).

Tabla 6. Rango de variabilidad en espesores de capa

Ruta	Capa	Variabilidad cm (2σ)
326	Estabilización de agregados	8,3
329	Subbase	8
329	Estabilización de agregados	4,2
313	Capa granular	19
817	Base graduación C	3,6
907	Subbase	7,2
921	Subbase	9,1
901	Subbase	18
730	Subbase	17

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 22 de 52

Esto da una noción de la criticidad de lo identificado y, contrasta con los resultados aceptables obtenidos para la estimación del espesor promedio de capa. A su vez, se establece una posible coincidencia entre altas variaciones en espesores y las calzadas en malas condiciones (Rutas Nacionales No. 730, 313 y 907). En general, se observan comportamientos impredecibles en la mayor parte de los rendimientos lo cual no es acorde con la teoría de pavimentos

En relación con el control de espesores, el LanammeUCR en el informe LM-INF-IC-D-0004-20 “Análisis de la atención de la Red Vial Nacional en lastre y la promoción de capas de protección superficial como parte de la conservación vial” indicó:

“(...) Sobre el uso de topografía: Se ha evidenciado ausencia de topografía en la ejecución y formulación de la contratación de los trabajos de atención, lo que constituye una falta de control en la medición de espesores, volúmenes de m³ material colocado y pendientes transversales de los proyectos (...).”

Se encontraron proyectos en los cuales se utiliza más de un punto de referencia para definir los estacionamientos (inicio de la ruta o inicio de la sección de control), por lo que es posible hallar estimaciones que se reportaron fuera de las secciones de control definidas para el proyecto¹⁷. Es así que, no hay seguridad que los estacionamientos permitan a un tercero corroborar la información a partir de un punto de referencia común.

Se distinguió la utilización de reglones de pago que no cumplen su propósito, por ejemplo, el ítem CR.304.01 “Estabilización de agregados” se empleó para el suministro, colocación y compactación de una subbase granular, lo que conllevó a pagar cemento (CR.304.04) por aparte para estabilizar la capa¹⁷.

En cuanto a los controles durante la ejecución del proyecto, se detectó el método contabilización de vagonetas por medio de boletas y, la posterior aplicación de un factor de compactación para estimar los volúmenes de material colocados, en teoría, esto se compara posteriormente con estacas de espesor puestas por topografía del contratista.

Adicionalmente, se reportan controles basados en la inspección visual en la ruta, revisión de rendimientos diarios de las actividades, y la lógica y coherencia de la información según la actividad realizada, “(...) Dado que, no se tiene otro mecanismo de verificación por parte de la ingeniería de proyecto¹⁸(...)”, según agregó el Director Regional consultado.

Además, se distinguieron omisiones en los informes diarios e inconsistencias entre la información consignada en estos informes y en las estimaciones de pago. A su vez, se

¹⁷ Oficio AUOF-05-2022-0398 (384) del 18 de octubre 2022, en respuesta se recibió oficio DRB-92-2022-0482 del 26 de octubre 2022.

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 23 de 52

encontraron inconsistencias entre la información de las estimaciones descriptiva de pago y lo detallado en el SIGEPRO, por ejemplo, ítems de pago a los que se les cambia su nomenclatura al pasar de una base de datos a otra o, diferencias en los detalles de la línea de pago tales como: cantidades, estacionamientos y unidades de medida, también se encontraron líneas de pago duplicadas. Al respecto, las ingenierías de proyecto reconocieron gran variedad de errores al momento de digitar la información¹⁸.

En relación con la información que se ingresa al SIGEPRO, el LanammeUCR indicó en el informe LM-INF-IC-D-0004-20 “Análisis de la atención de la Red Vial Nacional en lastre y la promoción de capas de protección superficial como parte de la conservación vial” lo siguiente:

“(...) Sistema de gestión de proyectos de CONAVI (SIGEPRO): Es una plataforma web, donde las distintas Gerencias de CONAVI colocan información sobre sus proyectos a cargo, información sobre estimaciones de pago, ubicación de los trabajos realizados día a día, ensayos de calidad. Sobre este aspecto se han evidenciado deficiencias en cuanto a la especificación de la ubicación de los trabajos realizados día a día (que los estacionamientos reportados concuerden con la realidad del proyecto) y en cuanto a los anexos de control de calidad (no se suben todos los ensayos realizados a la plataforma web) (...).

Por otro lado, sobre la constatación en campo, a las ingenierías de proyecto se les imposibilitó ubicar obras reportadas en las estimaciones de pago, en especial consumos relacionados con el manejo de aguas, como tuberías o rellenos. Al respecto se aducen errores cometidos por los inspectores en campo.

Así también, se evidenció la alta rotación en las ingenierías de proyecto y en las empresas encargadas como Administradores Viales, lo que resulta, de acuerdo con las ingenierías de proyecto, en un desconocimiento parcial o total del proyecto, específicamente se indicó que los actuales equipos de ingeniería no participaron en alguno o en la totalidad de los procesos del proyecto.

Respecto al registro de la información de los proyectos, la GCSV no tiene en su poder expedientes actualizados de las intervenciones realizadas y, los informes diarios son custodiados únicamente por los Administradores Viales. Se presentó el caso en la zona 1-3 (Santos) que no contaba con contrato activo de Administrador Vial, lo que imposibilitó la obtención de informes diarios y expedientes físicos de la contratación para su comparación con las estimaciones de pago¹⁸.

18 Oficio DRC-98-2022-1051 de fecha 8 de diciembre del 2022.

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 24 de 52

Como consecuencia de lo anterior, se obstaculizó la obtención de información básica sobre los proyectos, como: alcance de las obras, cambios surgidos durante la ejecución, ubicación de ciertas obras, rendimientos utilizados, etc. A lo anterior, se sumó la imposibilidad por parte de los ingenieros consultados de realizar una evaluación posterior al proyecto utilizando únicamente las estimaciones de pago. Esto evidenció la difícil trazabilidad en los trabajos de conservación vial ante las rotaciones en las ingenierías de proyecto y, a la postre, la pérdida del histórico de intervenciones realizadas en la zona.

Sobre los controles, se confirmó que las estimaciones descriptivas son firmadas por el ingeniero del Administrador Vial, el ingeniero de zona de Conavi y el Director Regional. Finalmente, son revisadas por el Gerente de la GCSV para aprobación final. Es así que, aunque se dispone de cuatro mecanismos de control, el análisis realizado permite demostrar la ineffectividad del proceso.

Se determinó que hay oportunidades de mejora en cada etapa del registro de la información que, de obviarse, se expone a la institución a riesgos extremos¹⁹. Además, se demuestra que la utilización de los promedios de rendimiento como medida de la cantidad de material colocado y, como herramienta de control de espesores, puede conllevar a conclusiones erróneas.

Adicionalmente, es posible deducir que las cantidades reportadas por medio de las estimaciones de pago, no permiten asegurar la aplicación homogénea de la mayoría de materiales ni la conformación de capas con espesores uniformes. Esto puede suscitar comportamientos estructurales irregulares en la estructura de pavimento por concentraciones de esfuerzos; lo cual se puede constatar en rutas tipo corredor (sin variación en flujos vehiculares), con daños severos en algunos sectores, mientras que otros, se encuentran en buenas condiciones.

3. CONCLUSIONES

3.1 Se determinó, a partir de los criterios establecidos, que no es posible garantizar la eficiencia en los proyectos de lastre ejecutados por el Conavi y, a pesar de algunas acciones recientes para mejorar la gestión de su actividad, se requiere del diseño e implementación de mecanismos efectivos que permitan asegurar a un nivel razonable la gestión oportuna en este tipo de rutas.

3.2 La ausencia de estudios preliminares documentados y en custodia de la GCSV, la debilidad en los controles y la inobservancia de la normativa, impiden la validación de las intervenciones a la luz de criterios técnicos y de la razonabilidad. Al respecto se detalla que, al prescindir de consideraciones básicas en la etapa de diseño,

¹⁹ Guía para la gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial, Conavi, 2022: Riesgos en gestión de proyecto, Fiscalización y supervisión de proyecto: registros, mejores prácticas; riesgos en procesos: fraude y reputación.

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 25 de 52

incluyendo las ya establecidas, se manifiesta la incertidumbre en la definición de resultados del proyecto o de una línea base, lo cual influye en las etapas posteriores de la ejecución.

Como consecuencia de lo anterior, se identificó que un 38% de los proyectos que se inspeccionaron, requieren de nuevas intervenciones por el deterioro presentado a tan solo dos años de su ejecución. Además, ante la variabilidad entre proyectos de los paquetes estructurales, que carecen de respaldo técnico documentado, se identificó el riesgo de elegir opciones con posible sobre diseño y onerosas o, por el contrario, que no presenten las cualidades suficientes para responder de manera adecuada a los volúmenes de tránsito de servicio.

3.3 Respecto a las cantidades que se planifican y las que finalmente se utilizan, se estimó una diferencia promedio de 44%, se identifican repercusiones asociadas a cambios en el alcance durante la ejecución de los proyectos, en virtud del reacomodo de cantidades, por ejemplo, la posibilidad de mermar el desempeño de los componentes viales. Además, se pueden generar aumentos en los costos de mantenimiento de la vía, en el plazo, e interferencias en las actividades de control. A partir de lo expuesto anteriormente, se evidencia una débil planificación, un respaldo técnico empírico y escasa evidencia de la gestión en ingeniería.

3.4 La representación gráfica de los rendimientos a lo largo de las rutas, permitió develar la alta variabilidad en las cantidades reportadas para los ítems de pago. Esto se traduce en una variación equivalente en los espesores de las capas del pavimento, lo cual diverge de un comportamiento acorde a la teoría de pavimentos, que se basa en el supuesto de multicapas uniformes que permiten disipar las cargas generadas por el tránsito.

La falta de uniformidad en los espesores de capa, puede generar un desempeño estructural insuficiente y heterogéneo en las rutas de lastre ante la concentración de esfuerzos, con las consecuencias de sufrir deterioros acelerados, aumento en costos de mantenimiento y pagos injustificados, que derivan en una gestión ineficiente.

3.5 Respecto a los controles que se llevan a cabo durante la ejecución de las obras, como: registro de informes diarios, ubicación de estacionamientos, entre otros, se identificó una serie de desatinos, omisiones, faltas de concordancia y de detección, en todas sus etapas, que evidencian la existencia de serias debilidades en los sistemas de control.

Adicionalmente, se identificó la imposibilidad de la GSCV, ante rotaciones en las ingenierías de proyectos y por una inadecuada gestión documental, de suministrar información sobre aspectos generales y/o específicos de las intervenciones, lo que compromete la trazabilidad oportuna y confiable de los proyectos.

Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5300 Fax: (506) 2202-5315 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica

www.conavi.go.cr

4. RECOMENDACIONES

Al Ing. Jason Pérez Anchía, o a quién se encuentre a cargo como Gerente de Conservación de Vías y Puentes:

4.1 Adicionar a lo establecido en la circular GCSV-01-2023-001-C, lineamientos que incorporen mecanismos por medio de los cuales se documente la gestión del diseño de los proyectos, que incluya la consideración sistemática de aspectos mínimos tales como:

- a. Disposiciones del Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras y Puentes (MCV-15) o, sus actualizaciones, para justificar las intervenciones en rutas de lastre.
- b. Levantamiento de necesidades y deterioros, incluyendo pérdida de espesor de capas.
- c. Características geométricas de la vía, por ejemplo: anchos y pendientes.
- d. Definición de un único estacionamiento "0+000" georreferenciado para todo el proyecto.
- e. Memorias de cálculo que sustenten las cantidades definidas para cada ítem de pago y, que se asocien al levantamiento de necesidades como insumo directo para su elaboración. Entre los productos de este ejercicio es el establecimiento de rendimientos teóricos.
- f. Estimaciones de tránsito (previo al proyecto y proyección en caso de mejoramiento de la superficie de ruedo).
- g. Ensayos de CBR (California Bearing Ratio) representativo de la subrasante o medida equivalente.
- h. Registro de carencias o deficiencias del sistema de drenaje superficial o subdrenajes, con sus respectivos cálculos de cantidades y ubicación exacta.
- i. Análisis de opciones técnicas-económicas para la estructura de pavimento, definición de parámetros y, una metodología para la selección de espesores de capa. Al respecto se recomienda consultar los métodos desarrollados por entes especialistas en el área de conocimiento de rutas de lastre y de bajo tránsito, como el LanammeUCR.

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 27 de 52

Para dar por atendido el cumplimiento de las acciones señaladas en esta recomendación, deberá remitir a la Auditoría Interna, lo siguiente:

- I. En un plazo de cuatro meses (agosto 2023 inclusive) una certificación con evidencia suficiente que acredite la oficialización de la normativa requerida.
 - II. En el plazo de diez meses (febrero 2024 inclusive), una certificación que acredite con evidencia suficiente la implementación de la normativa interna y un informe de la evaluación de una muestra representativa de proyectos en la que se haya aplicado el producto desarrollado a partir de esta recomendación.
- 4.2 Concebir, oficializar e implementar en coordinación con la Unidad de Archivo Central, normativa para regular la elaboración de expedientes técnicos, en los que se incluya la documentación generada en el diseño del proyecto (como mínimo lo que se señala en la recomendación 4.1) y, que contenga apartados referentes al control de la ejecución que incluya al menos lo siguiente:
- a- Cronogramas y desviación de la programación.
 - b- Control de rendimientos
 - c- Informes diarios
 - d- Estimaciones descriptivas
 - e- Pruebas de calidad
 - f- Registro de cambios y sus justificaciones

Se debe instruir sobre la obligatoriedad de crear y custodiar los expedientes de proyecto en una plataforma digital interna de la GCSV.

Para dar por atendido el cumplimiento de las acciones señaladas en esta recomendación, deberá remitir a la Auditoría Interna, lo siguiente:

- I. En un plazo de seis meses (octubre 2023 inclusive) una certificación que acredite con evidencia suficiente la oficialización de la normativa requerida.
 - II. En el plazo de doce meses (mayo 2024 inclusive), una certificación que acredite con evidencia suficiente la implementación de la normativa interna y un informe de la evaluación de una muestra representativa de proyectos en la que se haya aplicado el producto desarrollado a partir de esta recomendación.
- 4.3 Concebir, diseñar, oficializar e implementar normativa para el control de rendimientos de ítems de pago a lo largo del eje longitudinal de cada vía, la cual deberá contener como mínimo lo siguiente:

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 28 de 52

- a) Representación gráfica de los resultados para su comparación con rendimientos teóricos generados en la etapa de anteproyecto. Para ello se debe realizar una selección de ítems de pago que, por sus características y usos, presenten un consumo regular en el eje longitudinal, en tramos cortos o segmentos de gran longitud.
- b) Emisión de reportes periódicos estandarizados con los resultados de las evaluaciones representativas y aleatorias de rendimientos en proyectos, que cuente con la revisión y aprobación del Gerente de Conservación de Vías y Puentes.
- c) Contemplar criterios e intervalos de aceptación para la variabilidad de los rendimientos, o en su defecto, la justificación ante consumos atípicos.

Para dar por atendido el cumplimiento de las acciones señaladas en esta recomendación, deberá remitir a la Auditoría Interna, lo siguiente:

- I. En un plazo de ocho meses (diciembre 2023 inclusive) una certificación que acredite la oficialización de la normativa requerida.
- II. En el plazo de catorce meses (junio 2024 inclusive), una certificación que acredite la implementación de la normativa interna y un informe de la evaluación de una muestra representativa de proyectos en la que se haya aplicado el producto desarrollado a partir de esta recomendación.

4.4 Diseñar, oficializar e implementar normativa que permita corregir las debilidades identificadas en este informe referente a informes diarios, descriptivas, estimaciones de pago y registro en SIGEPRO, en donde al menos se consideren aspectos correspondientes a los controles y responsabilidades del personal que participa en el proceso, puntos de control y mecanismos de seguimiento, relacionados con el proceso de registro y control de la información que respalda las estimaciones de pago.

Para dar por atendido el cumplimiento de las acciones señaladas en esta recomendación, deberá remitir a la Auditoría Interna, lo siguiente:

- I. En un plazo de seis meses (octubre 2023 inclusive) una certificación que acredite la oficialización de la normativa requerida.
- II. En el plazo de doce meses (mayo 2024 inclusive), una certificación que acredite la implementación de la normativa interna y un informe con la evaluación de una muestra representativa de proyectos en la que se haya

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 29 de 52

aplicado el producto desarrollado a partir de esta recomendación y se demuestren los resultados.

En un plazo de 20 días hábiles (8 de junio 2023 inclusive) se debe presentar a la Auditoría Interna el plan de acción, incluyendo cronograma, para la atención de las recomendaciones. Además, para la atención de las recomendaciones incorporadas en este informe deberán observarse los “Lineamientos para seguimientos de observaciones, recomendaciones y advertencias emitidas por la Auditoría Interna en los servicios de Auditoría” emitidos el 24 de marzo de 2023.

Esta Auditoría Interna se reserva la posibilidad de verificar, por los medios que considere pertinentes y en el momento en que se considere oportuno, la efectiva implementación de las recomendaciones emitidas, así como de valorar el establecimiento de las responsabilidades que correspondan, en caso de incumplimiento injustificado.

Reynaldo Vargas Soto
Auditor Interno

Berny Quirós Vargas
Supervisor del Servicio

Manrique Aguilar Oreamuno
Auditor Encargado

Joshimar Tejeda Valverde
Auditor de Apoyo

Julio Chávez Vargas
Asesor legal - Auditoría

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 30 de 52

Anexo 1 Resultados evaluación rendimientos, espesores y cobertura

Ruta Nacional 326

Prestamo selecto 326

Rendimiento		Espesor capa			Evaluación	
Rendimiento promedio	0,886	Ancho promedio	6,66	m	Espesor deseado	Espesor obtenido
Desviación estándar	0,287	Espesor promedio capa (*)	13,31	cm	15	13,31
Límite inferior 95% datos	0,312	Espesor 2 desviaciones estándar	8,6	cm	Cumple (+/-) 3 cm (S/N)	S (x) N ()
Límite superior 95% datos	1,460	Espesor mínimo encontrado	8,5	cm	95% datos entre promedio +/- 5 cm	
Moda	0,644	Espesor máximo encontrado	27	cm	8,6 cm > 5 cm	S () N (X)

Estabilización agregados 326

Rendimiento		Espesor capa			Evaluación	
Rendimiento promedio	0,865	Ancho promedio	6,66	m	Espesor deseado	Espesor obtenido
Desviación estándar	0,275	Espesor promedio capa	13,0	cm	15	13,0
Límite inferior 95% datos	0,314	Espesor 2 desviaciones estándar	8,3	cm	Cumple (+/-) 3 cm (S/N)	S (x) N ()
Límite superior 95% datos	1,415	Espesor mínimo encontrado	5,7	cm	95% datos entre promedio +/- 5 cm	
Moda	0,525	Espesor máximo encontrado	23	cm	8,3 cm > 5 cm	S () N (X)

Material de secado 326

Rendimiento		Espesor			Evaluación	
Rendimiento Promedio	0,041	Ancho promedio	6,66	m	Espesor deseado	Espesor obtenido
Desviación Estándar	0,029	Espesor promedio capa	0,62	cm	1	0,62
Límite inferior 95% datos	-0,002	Espesor 2 desviaciones estándar	0,865	cm	Cumple (+/-) 0,5 cm (S/N)	S (x) N ()
Límite superior 95% datos	0,015	Espesor mínimo encontrado	0	cm	95% datos entre promedio +/- 1 cm	
Moda	0,033	Espesor máximo encontrado	4,10	cm	0,865 cm < 1 cm	S (x) N ()

Sello de cura 326

Rendimiento		Cobertura			Evaluación	
Rendimiento Promedio	20,90	Ancho promedio	6,66	m	Rendimiento especificado (L/m2)	Rendimiento obtenido (L/m2)
Desviación Estándar	7,34	Longitud	11,2	km	6	3,31
Límite inferior 95% datos	6,217	Consumo teórico prom	39,96	L/ml	Cumple +/-1 L/m2 (S/N)	S () N (X)
Límite superior 95% datos	35,575	Consumo real prom	20,90	L/ml	95% datos entre promedio +/- 5 L/ml	
Moda	8,49	Cobertura	52,29	%	7,34*2= 14,68 > 5	S () N (X)

Ruta Nacional 329

Prestamo 329

Rendimiento		Espesor capa			Evaluación	
Rendimiento promedio	0,590	Ancho promedio	6,66	m	Espesor deseado	Espesor obtenido
Desviación estándar	0,343	Espesor promedio capa (*)	8,8	cm	10	8,8
Límite inferior 95% datos	-0,095	Espesor 2 desviaciones estándar	10,3	cm	Cumple (+/-) 3cm (S/N)	S (x) N ()
Límite superior 95% datos	1,275	Espesor mínimo encontrado	0	cm	95% datos entre promedio +/- 5 cm	
Moda	0,389	Espesor máximo encontrado	17,4	cm	10,3 cm > 5 cm	S () N (X)

Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5300 Fax: (506) 2202-5315 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica

www.conavi.go.cr

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 31 de 52

Subbase 329							
Rendimiento		Espesor capa			Evaluación		
Rendimiento promedio	0,798	m3/ ml	Ancho promedio	6,66	m	Espesor deseado	Espesor obtenido
Desviación estándar	0,266		Espesor promedio capa	12	cm	10	12
Límite inferior 95% datos	0,267		Espesor 2 desviaciones estándar	8,0	cm	Cumple (+/-) 3 cm (S/N)	S (x) N ()
Límite superior 95% datos	1,330		Espesor mínimo encontrado	2,5	cm	95% datos entre promedio +/- 5 cm	
Moda	0,713		Espesor máximo encontrado	21,6	cm	8 cm > 5 cm	S () N (X)

Estabilización agregados 329							
Rendimiento		Espesor capa			Evaluación		
Rendimiento promedio	0,767	m3/ ml	Ancho promedio	6,66	m	Espesor deseado	Espesor obtenido
Desviación estándar	0,141		Espesor promedio capa	11,5	cm	10	11,5
Límite inferior 95% datos	0,485		Espesor 2 desviaciones estándar	4,2	cm	Cumple (+/-) 3 cm (S/N)	S (x) N ()
Límite superior 95% datos	1,049		Espesor mínimo encontrado	10	cm	95% datos entre promedio +/- 5 cm	
Moda	0,769		Espesor máximo encontrado	20,7	cm	4,2 cm < 5 cm	S (x) N ()

Material de secado 329							
Rendimiento		Espesor			Evaluación		
Rendimiento Promedio	0,074	m3/ ml	Ancho promedio	6,66	m	Espesor deseado	Espesor obtenido
Desviación Estándar	0,036		Espesor promedio capa	1,11	cm	1	1,1
Límite inferior 95% datos	0,003		Espesor 2 desviaciones estándar	1,070	cm	Cumple (+/-) 0,5 cm (S/N)	S (x) N ()
Límite superior 95% datos	0,145		Espesor mínimo encontrado	0	cm	95% datos entre promedio +/- 1 cm	
Moda	0,046		Espesor máximo encontrado	1,90	cm	1,07 cm > 1 cm	S () N (x)

Sello de cura 329							
Rendimiento		Cobertura			Evaluación		
Rendimiento Promedio	18,22	L/ml	Ancho promedio	6,66	m	Rendimiento especificado (L/m2)	Rendimiento obtenido (L/m2)
Desviación Estándar	3,97		Longitud	7,4	km	6	2,81
Límite inferior 95% datos	10,283		Consumo teórico prom	40	L/ml	Cumple +/-1 L/m2 (S/N)	S () N (X)
Límite superior 95% datos	26,151		Consumo real prom	18,2	L/ml	95% datos entre promedio +/- 5 L/ml	
Moda	17,38		Cobertura	45,6	%	3,97*2= 7,94 > 5	S () N (X)

Ruta Nacional 313

Capa granular 313							
Rendimiento		Espesor capa			Evaluación		
Rendimiento promedio	0,818	m3/ ml	Ancho promedio	5,34	m	Espesor deseado	Espesor obtenido
Desviación estándar	0,506		Espesor promedio capa (*)	15,19	cm	15	15,19
Límite inferior 95% datos	-0,194		Espesor 2 desviaciones estándar	19,0	cm	Cumple (+/-) 3 cm (S/N)	S (x) N ()
Límite superior 95% datos	1,830		Espesor mínimo encontrado	0,4	cm	95% datos entre promedio +/- 5 cm	
Moda	0,678		Espesor máximo encontrado	54,9	cm	19 cm > 5 cm	S () N (X)

Ruta Nacional 817

Préstamo 817							
Rendimiento		Espesor capa			Evaluación		
Rendimiento promedio	0,350	m3/ ml	Ancho promedio	8	m	Espesor deseado	Espesor obtenido
Desviación estándar	0,482		Espesor promedio capa (*)	4,38	cm	NA	4,38
Límite inferior 95% datos	-0,614		Espesor 2 desviaciones estándar	12,05	cm	Cumple (+/-) 3 cm (S/N)	NA
Límite superior 95% datos	1,314		Espesor mínimo encontrado	0	cm	95% datos entre promedio +/- 5 cm	
Moda	0,099		Espesor máximo encontrado	46,88	cm	12,05 cm > 5 cm	NA

(*) La capa de préstamo no se puede evaluar según espesor puesto que este material se utiliza para otras obras como rellenos, gavetas, etc

Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5300 Fax: (506) 2202-5315 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 32 de 52

Base graduación C 817

Rendimiento		Espesor capa			Evaluación		
Rendimiento promedio	2,202	m3/ ml	Ancho promedio	8	m	Espesor deseado	Espesor obtenido
Desviación estándar	0,144		Espesor promedio capa	27,5	cm	27	27,5
Límite inferior 95% datos	1,913		Espesor 2 desviaciones estándar	3,6	cm	Cumple (+/-) 3 cm (S/N)	S (x) N ()
Límite superior 95% datos	2,490		Espesor mínimo encontrado	29,55	cm	95% datos entre promedio +/- 5 cm	
Moda	2,160		Espesor máximo encontrado	8,39	cm	3,6 cm > 5 cm	S (x) N ()

Tratamiento superficial múltiple 817

Rendimiento		Cobertura			Evaluación		
Rendimiento Promedio	7,679	m2/ ml	Ancho promedio	7,75	m	Cobertura deseado	Cobertura obtenida
Desviación Estándar	0,416		Longitud	6400	m	100%	99%
Límite inferior 95% datos	6,846		Consumo teórico prom	49600	m2	Cumple (+/-) 10% (S/N)	S (x) N ()
Límite superior 95% datos	8,512		Consumo real	49146,6	m2	95% datos entre promedio +/- 1 m2/ml	
Moda	7,707		Cobertura	99,1	%	2*0,418= 0,865 < 1	S (x) N ()

Ruta Nacional 907

Prestamo 907

Rendimiento		Espesor capa			Evaluación		
Rendimiento promedio	0,992	m3/ ml	Ancho promedio	6,37	m	Espesor deseado	Espesor obtenido
Desviación estándar	1,667		Espesor promedio capa (*)	15,57	cm	No se indicó	15,57
Límite inferior 95% datos	-2,342		Espesor 2 desviaciones estándar	52,3	cm	Cumple (+/-) 3 cm (S/N)	NA
Límite superior 95% datos	4,325		Espesor mínimo encontrado	0	cm	95% datos entre promedio +/- 5 cm	
Moda	0,000		Espesor máximo encontrado	114	cm	52,3 cm > 5 cm	S () N (X)

(*) La capa de préstamo no se puede evaluar según espesor puesto que este material se utiliza para otras obras como rellenos, gavetas, etc

Subbase 907

Rendimiento		Espesor capa			Evaluación		
Rendimiento promedio	0,916	m3/ ml	Ancho promedio	6,37	m	Espesor deseado	Espesor obtenido
Desviación estándar	0,230		Espesor promedio capa	14,4	cm	15	14,4
Límite inferior 95% datos	0,456		Espesor 2 desviaciones estándar	7,2	cm	Cumple (+/-) 3 cm (S/N)	S (x) N ()
Límite superior 95% datos	1,376		Espesor mínimo encontrado	8	cm	95% datos entre promedio +/- 5 cm	
Moda	0,875		Espesor máximo encontrado	29,5	cm	7,2 cm > 5 cm	S () N (X)

Material de secado 907

Rendimiento		Espesor			Evaluación		
Rendimiento Promedio	0,029	m3/ ml	Ancho promedio	6,37	m	Espesor deseado	Espesor obtenido
Desviación Estándar	0,018		Espesor promedio capa	0,45	cm	0,5 cm	0,45 cm
Límite inferior 95% datos	-0,007		Espesor 2 desviaciones estándar	0,563	cm	Cumple (+/-) 0,5 cm (S/N)	S (x) N ()
Límite superior 95% datos	0,065		Espesor mínimo encontrado	0,1	cm	95% datos entre promedio +/- 1 cm	
Moda	0,000		Espesor máximo encontrado	1,20	cm	0,563 cm < 1 cm	S (x) N ()

Reacondicionamiento y conformación 907

Rendimiento		Cobertura			Evaluación		
Rendimiento Promedio	6,75	m2/ ml	Ancho promedio	6,37	m	Cobertura deseado	Cobertura obtenida
Desviación Estándar	2,71		Longitud	10843	m	100%	107%
Límite inferior 95% datos	1,326		Consumo teórico prom	69069,91	m2	Cumple (+/-) 10% (S/N)	S (x) N ()
Límite superior 95% datos	12,165		Consumo real prom	74198,25	m2	95% datos entre promedio +/- 1 m2/ml	
Moda	6,50		Cobertura	107,4	%	2,71*2= 5,41 > 1	S () N (X)

Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5300 Fax: (506) 2202-5315 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica

www.conavi.go.cr

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 33 de 52

Sello de cura 907

Rendimiento		Cobertura			Evaluación	
Rendimiento Promedio	48,30	Ancho promedio	6,37	m	Rendimiento especificado (L/m ²)	Rendimiento obtenido (L/m ²)
Desviación Estándar	17,88	Longitud	12771	0	1,2	7,66
Límite inferior 95% datos	12,537	Consumo teórico prom	97621,52	l	Cumple +/-1 L/m ² (S/N)	S () N (X)
Límite superior 95% datos	84,070	Consumo real prom	623118,30	l	95% datos entre promedio +/- 5 L/ml	
Moda	63,72	Cobertura	638,30	%	17,88*2= 35,76 > 5	S () N (X)

Ruta Nacional 921

Subbase 921

Rendimiento		Espesor capa			Evaluación	
Rendimiento promedio	0,895	Ancho promedio	5,8	m	Espesor deseado	Espesor obtenido
Desviación estándar	0,266	Espesor promedio capa	15,4	cm	15	15,4
Límite inferior 95% datos	0,364	Espesor 2 desviaciones estándar	9,1	cm	Cumple (+/-) 3 cm (S/N)	S (x) N ()
Límite superior 95% datos	1,426	Espesor mínimo encontrado	3,4	cm	95% datos entre promedio +/- 5 cm	
Moda	0,832	Espesor máximo encontrado	30,4	cm	9,1 cm > 5 cm	S () N (X)

Sello de cura 921

Rendimiento		Cobertura			Evaluación	
Rendimiento Promedio	6,20	Ancho promedio	5,8	m	Cobertura deseado	Cobertura obtenida
Desviación Estándar	1,49	Longitud	12500	m	100%	97,54
Límite inferior 95% datos	3,221	Consumo teórico prom	72500	m ²	Cumple (+/-) 10% (S/N)	S (x) N ()
Límite superior 95% datos	9,185	Consumo real prom	70715,10	m ²	95% datos entre promedio +/- 1 m ² /ml	
Moda	6,05	Cobertura	97,54	%	2*1,49= 2,98 > 1	S () N (X)

Ruta Nacional 901

Excavación Préstamo 901

Rendimiento		Espesor capa			Evaluación	
Rendimiento promedio	0,170	Ancho promedio	6,16	m	Espesor deseado	Espesor promedio obtenido (cm)
Desviación estándar	0,171	Espesor promedio capa (*)	2,76	cm	No se sabe	2,76
Límite inferior 95% datos	-0,172	Espesor 2 desviaciones estándar	5,5	cm	Cumple (+/-) 3 cm (S/N)	NA
Límite superior 95% datos	0,511	Espesor mínimo encontrado	0,38	cm	95% datos entre promedio +/- 5 cm	
Moda	0,024	Espesor máximo encontrado	20,8	cm	5,5 cm > 5 cm	S () N (X)

(*) La capa de préstamo no se puede evaluar según espesor puesto que este material se utiliza para otras obras como rellenos, gavetas, etc

Subbase 901

Rendimiento		Espesor capa			Evaluación	
Rendimiento promedio	0,671	Ancho promedio	6,16	m	Espesor deseado	Espesor promedio obtenido (cm)
Desviación estándar	0,554	Espesor promedio capa	10,9	cm	15	10,9
Límite inferior 95% datos	-0,438	Espesor 2 desviaciones estándar	18,0	cm	Cumple (+/-) 3 cm (S/N)	S () N (X)
Límite superior 95% datos	1,779	Espesor mínimo encontrado	2,29	cm	95% datos entre promedio +/- 5 cm	
Moda	0,147	Espesor máximo encontrado	37,6	cm	18 cm > 5 cm	S () N (X)

Sello no estructural 901

Rendimiento		Cobertura			Evaluación	
Rendimiento Promedio	4,29	Ancho promedio	6,19	m	Cobertura deseado	Cobertura estimada
Desviación Estándar	2,55	Longitud (estimaciones)	22750	m	100%	69%
Límite inferior 95% datos	-0,814	Consumo teórico prom	140822,5	m ²	Cumple +/-10% (S/N)	S () N (X)
Límite superior 95% datos	9,384	Consumo real prom	97270,09	m ²	95% datos entre promedio +/-1 m ² /ml	
Moda	0,00	Cobertura	69,07	%	2,55*2= 5,1 > 1	S () N (X)

Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5300 Fax: (506) 2202-5315 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica

www.conavi.go.cr

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002(384)
Página 34 de 52

Ruta Nacional 730

Rendimiento		Espesor capa			Evaluación		
Rendimiento promedio	0,921	m ³ / ml	Ancho promedio	5,6	m	Espesor deseado	Espesor obtenido
Desviación estándar	0,477		Espesor promedio capa	16,44	cm	15	16,4
Límite inferior 95% datos	-0,032		Espesor 2 desviaciones estándar	17,02	cm	Cumple (+/-) 3 cm (S/N)	S (x) N ()
Límite superior 95% datos	1,874		Espesor mínimo encontrado	0	cm	95% datos entre promedio +/- 5 cm	
Moda	5,5		Espesor máximo encontrado	42	cm	17 cm > 5 cm	S () N (X)

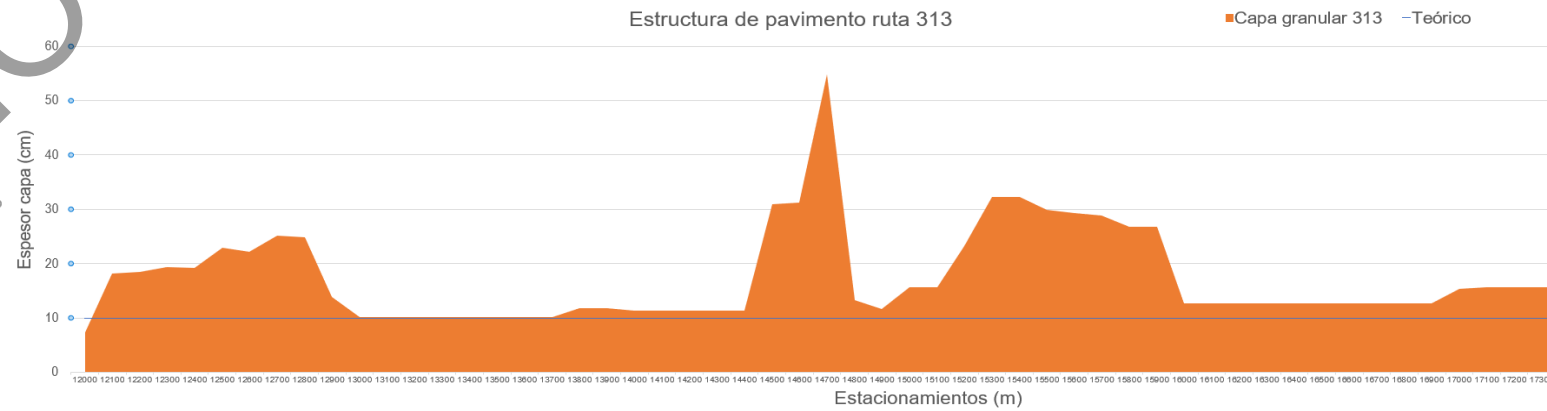
Sello asfáltico 730

Rendimiento		Cobertura			Evaluación		
Rendimiento Promedio	5,89	m ² / ml	Ancho promedio	5,6	m	Cobertura deseado	Cobertura obtenida
Desviación Estándar	2,94		Longitud (estimación)	6623	m	100%	109%
Límite inferior 95% datos	11,77		Consumo teórico prom	37089	m ²	Cumple (+/-) 10% (S/N)	S (x) N ()
Límite superior 95% datos	0,00		Consumo real	40601	m ²	95% datos entre promedio +/- 1 m ² /ml	
Moda	5,50		Cobertura	109,47	%	2*2,94= 5,88 > 1	S () N (X)

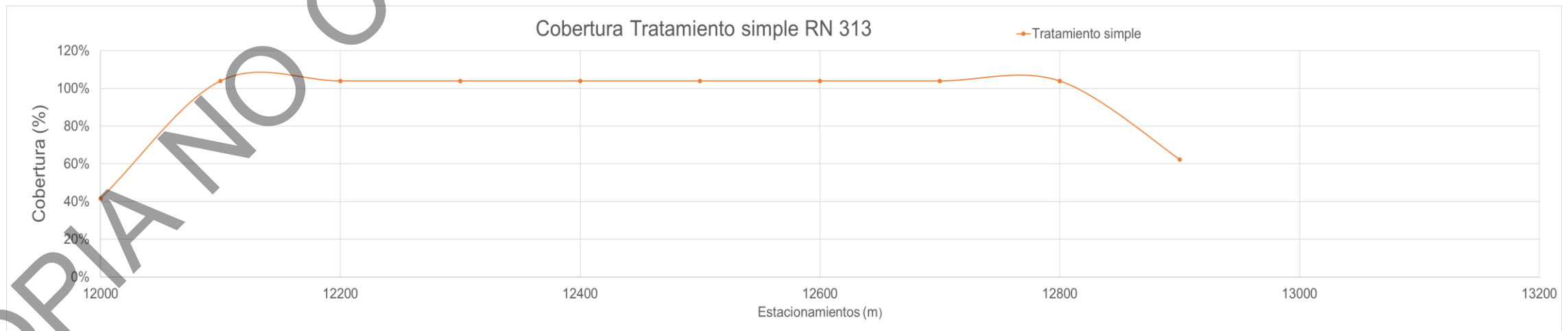
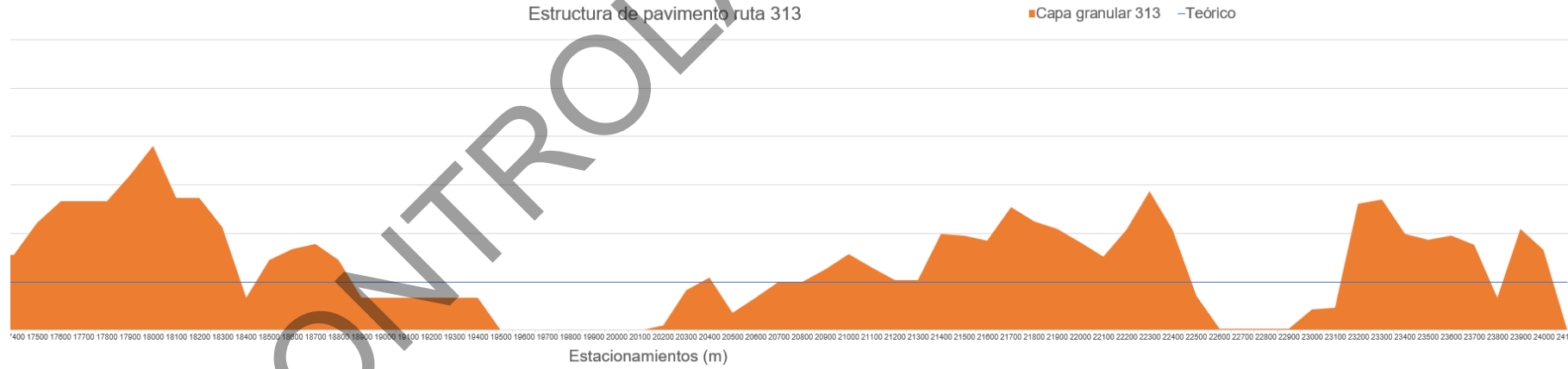
11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002 (384)
Página 35 de 52

Anexo 2. Perfiles de espesores y de cobertura

Ruta Nacional 313

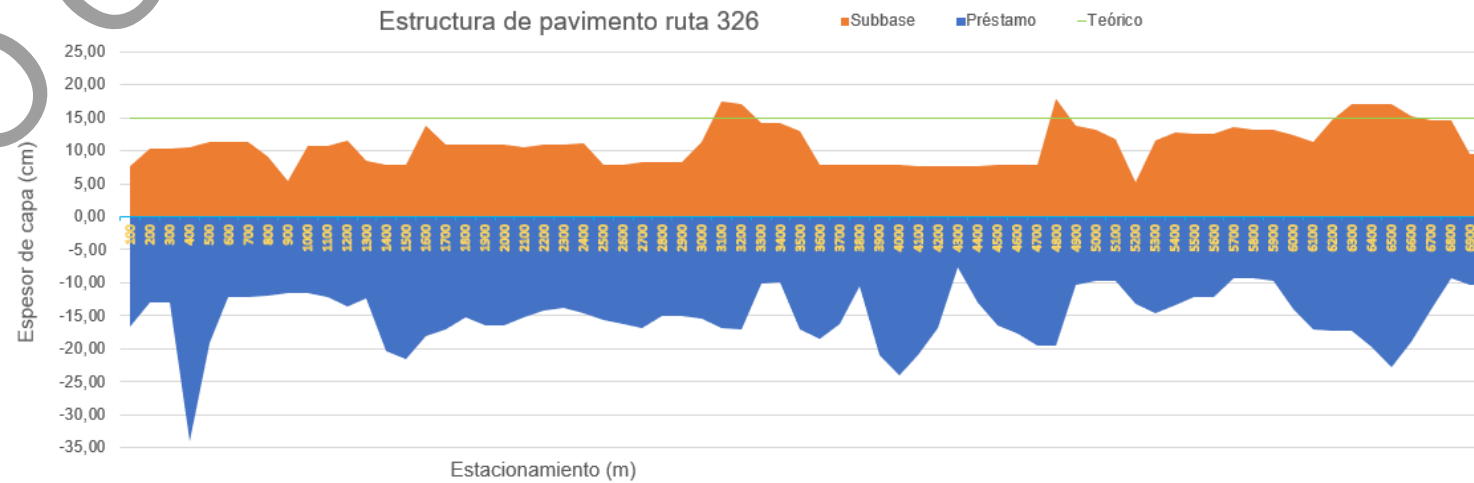
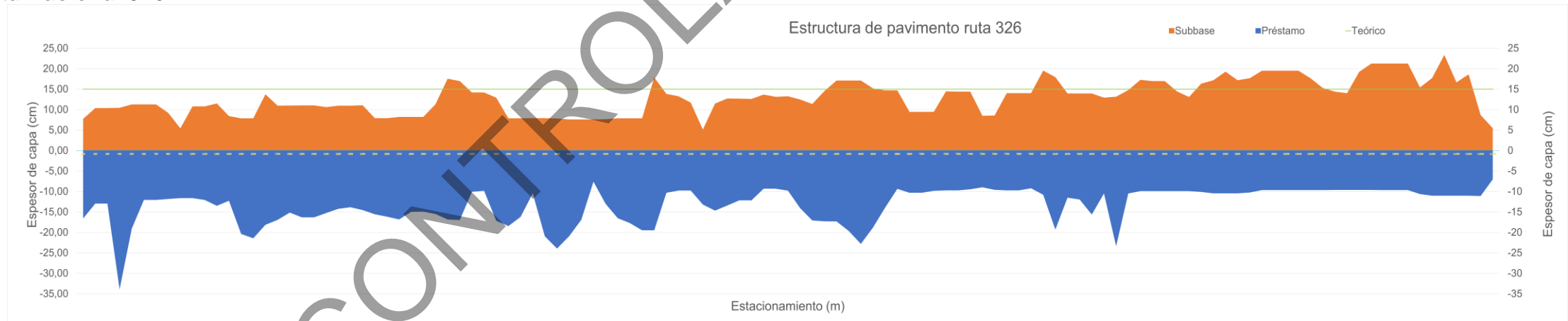


11 de mayo de 2023
 AUIF-05-2023-0002 (384)
 Página 36 de 52

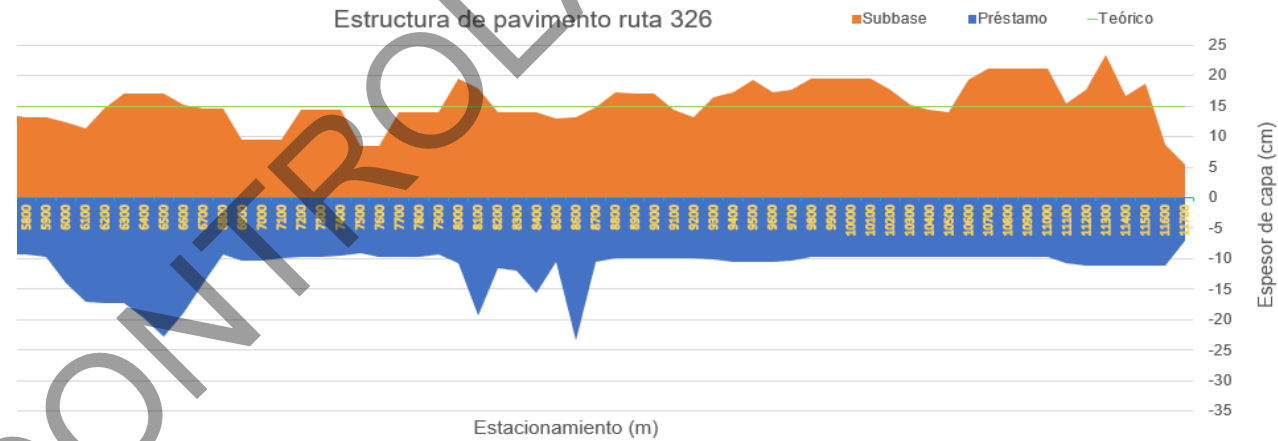


11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002 (384)
Página 37 de 52

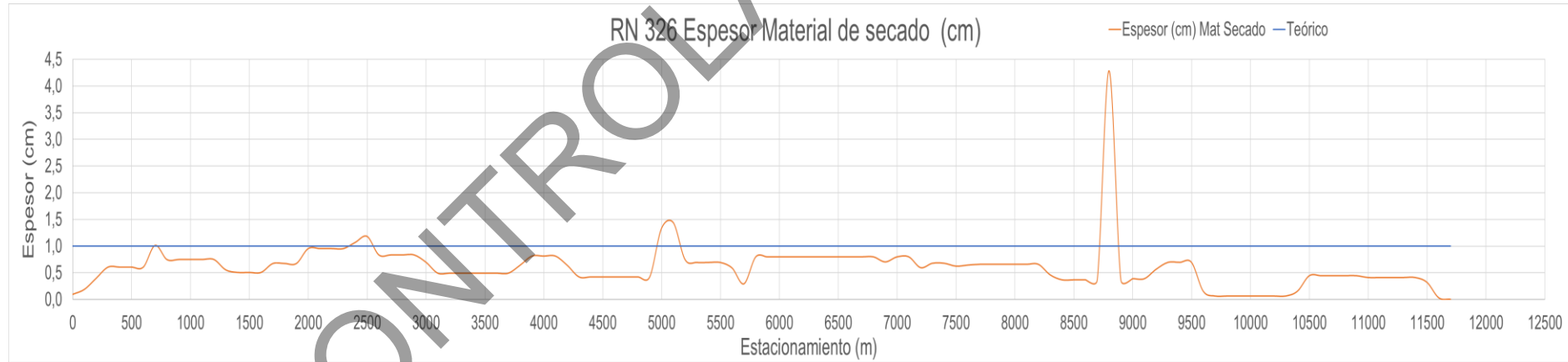
Ruta Nacional 326



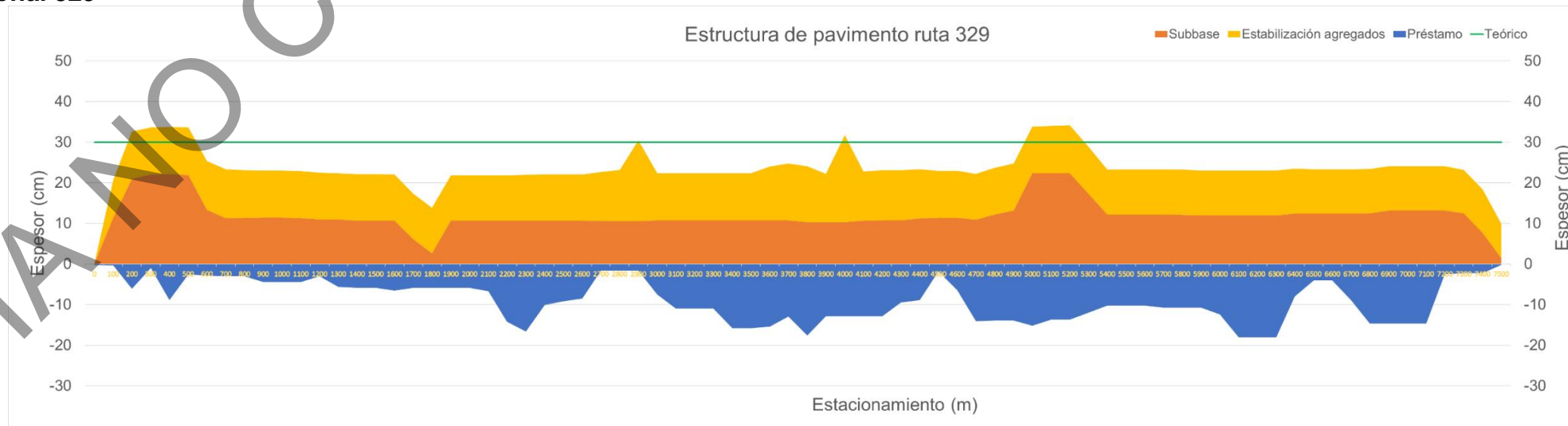
11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002 (384)
Página 38 de 52



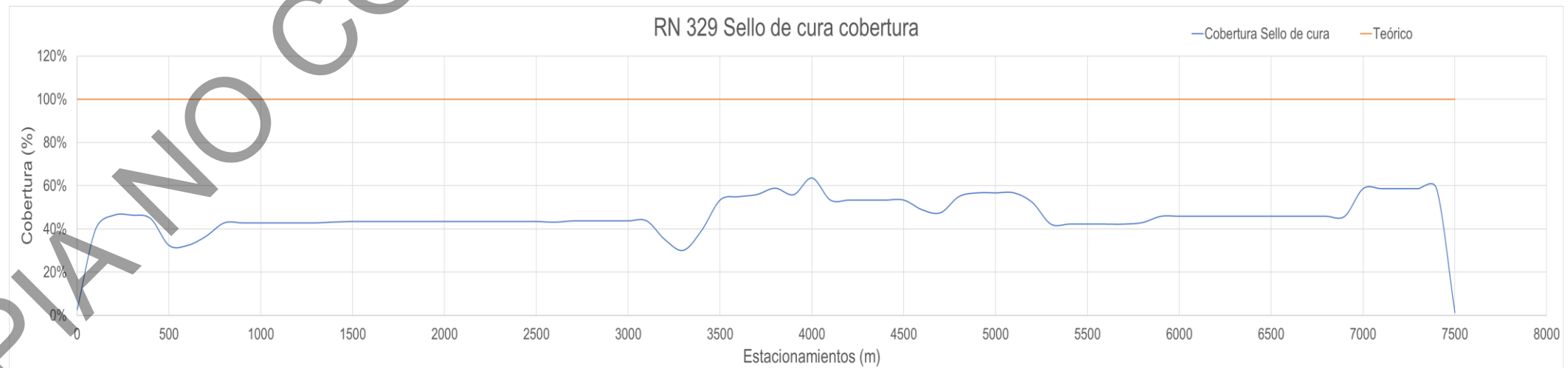
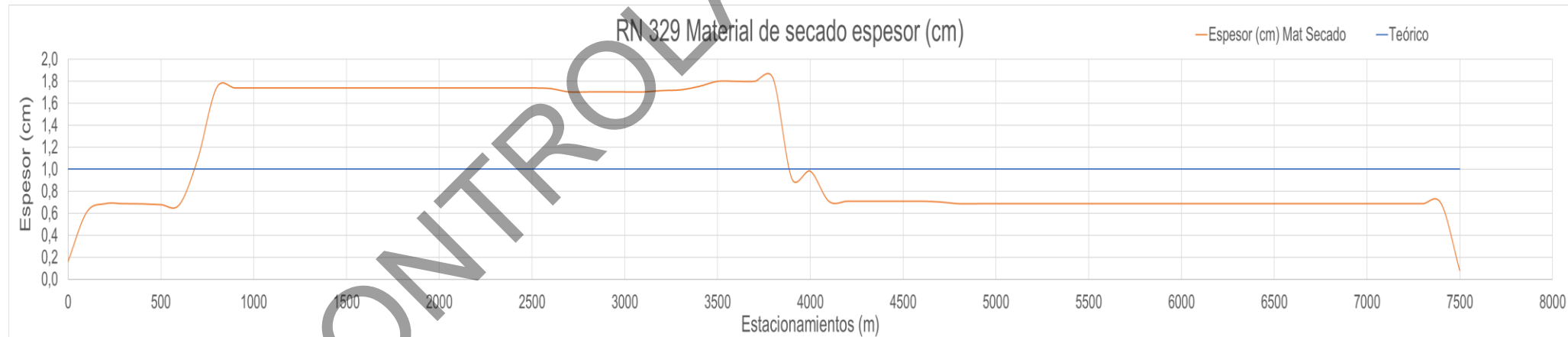
11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002 (384)
Página 39 de 52



Ruta Nacional 329

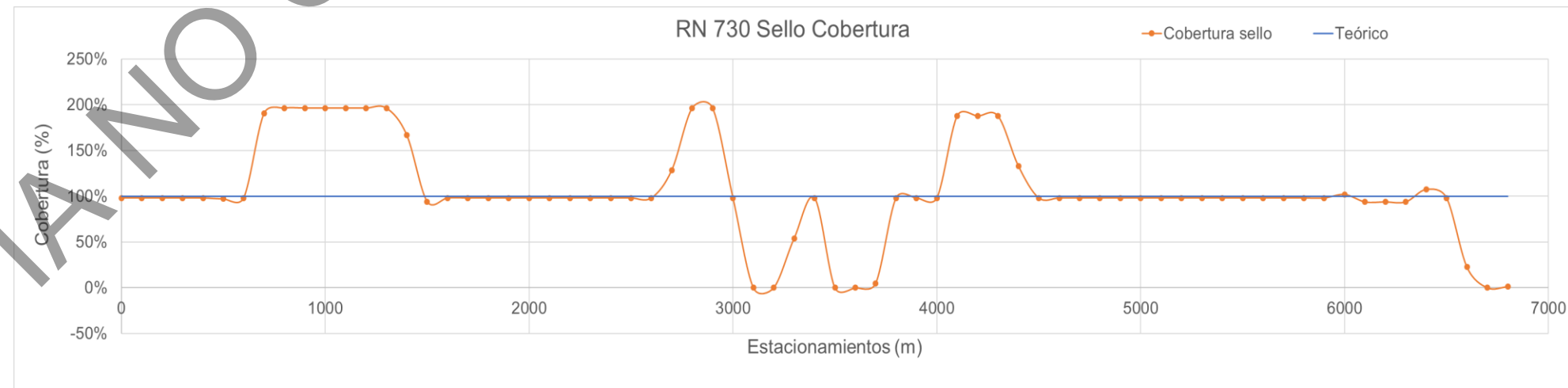
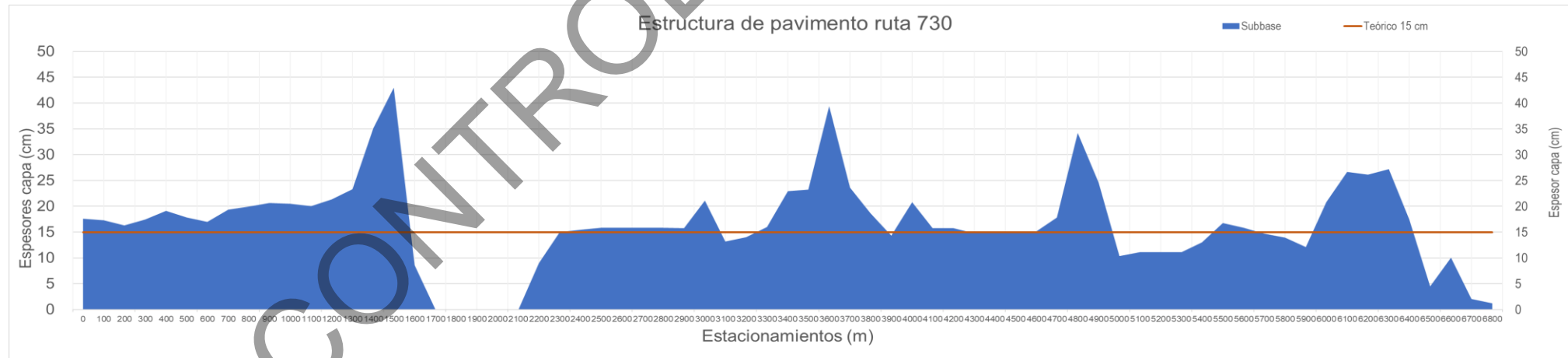


11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002 (384)
Página 40 de 52



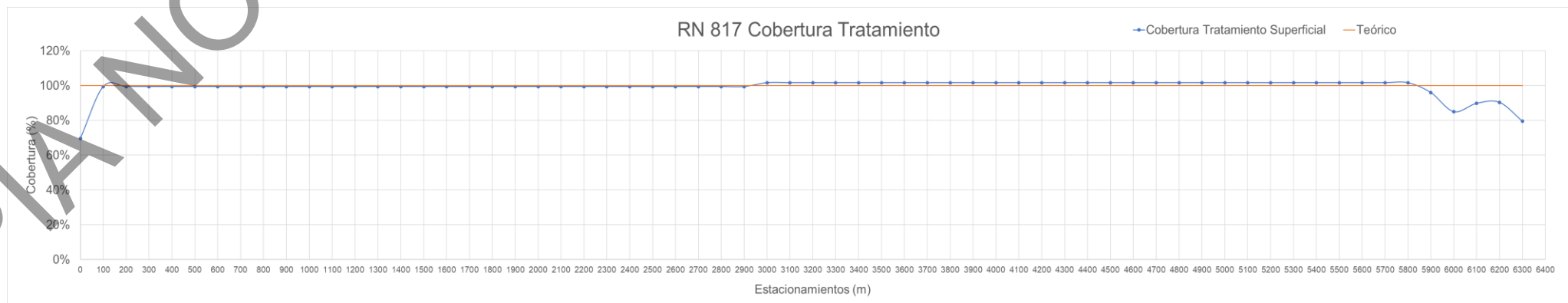
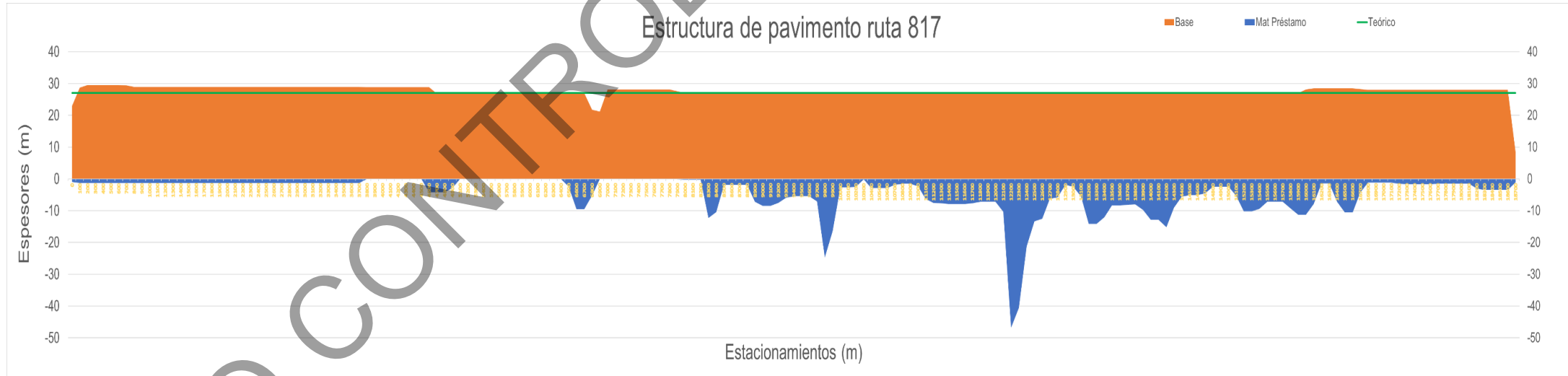
11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002 (384)
Página 41 de 52

Ruta Nacional 730



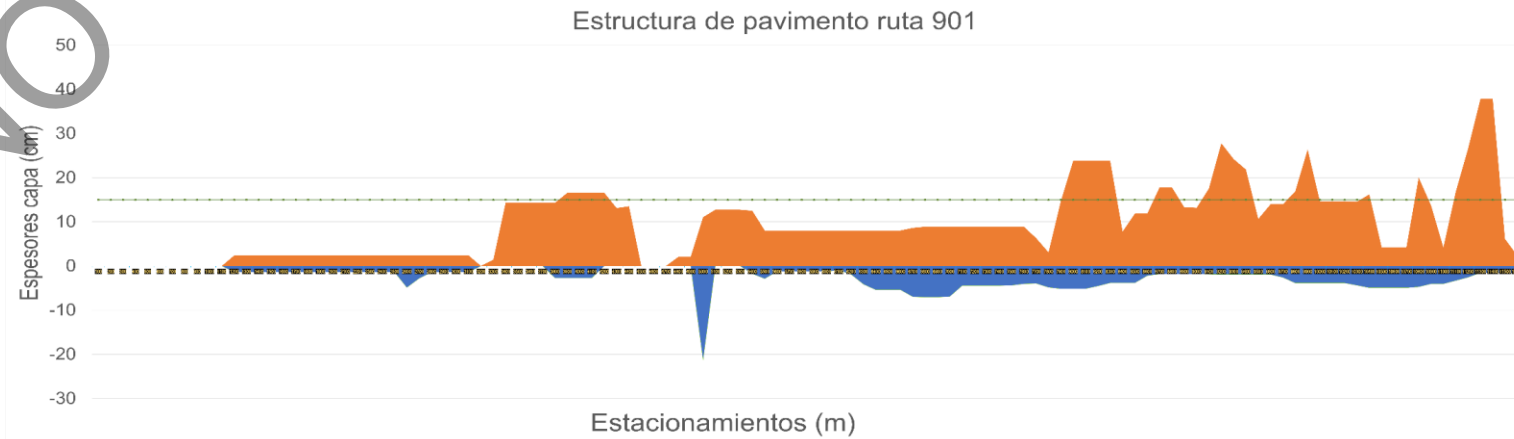
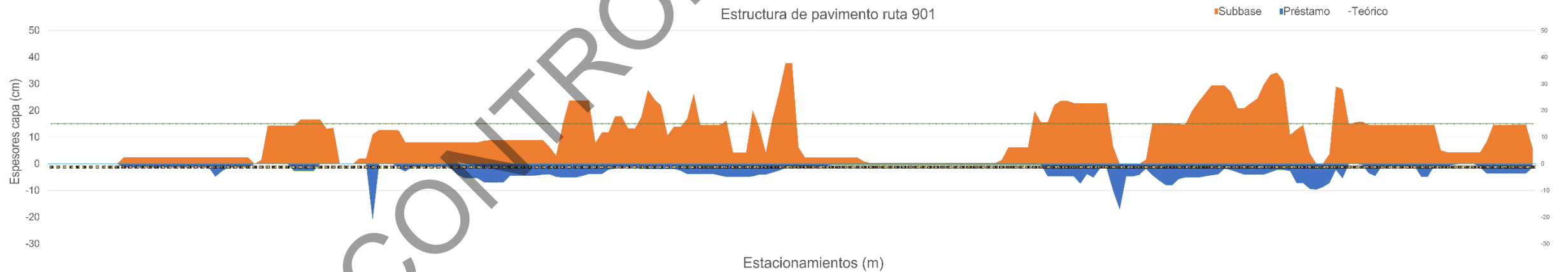
11 de mayo de 2023
 AUIF-05-2023-0002 (384)
 Página 42 de 52

Ruta Nacional 817

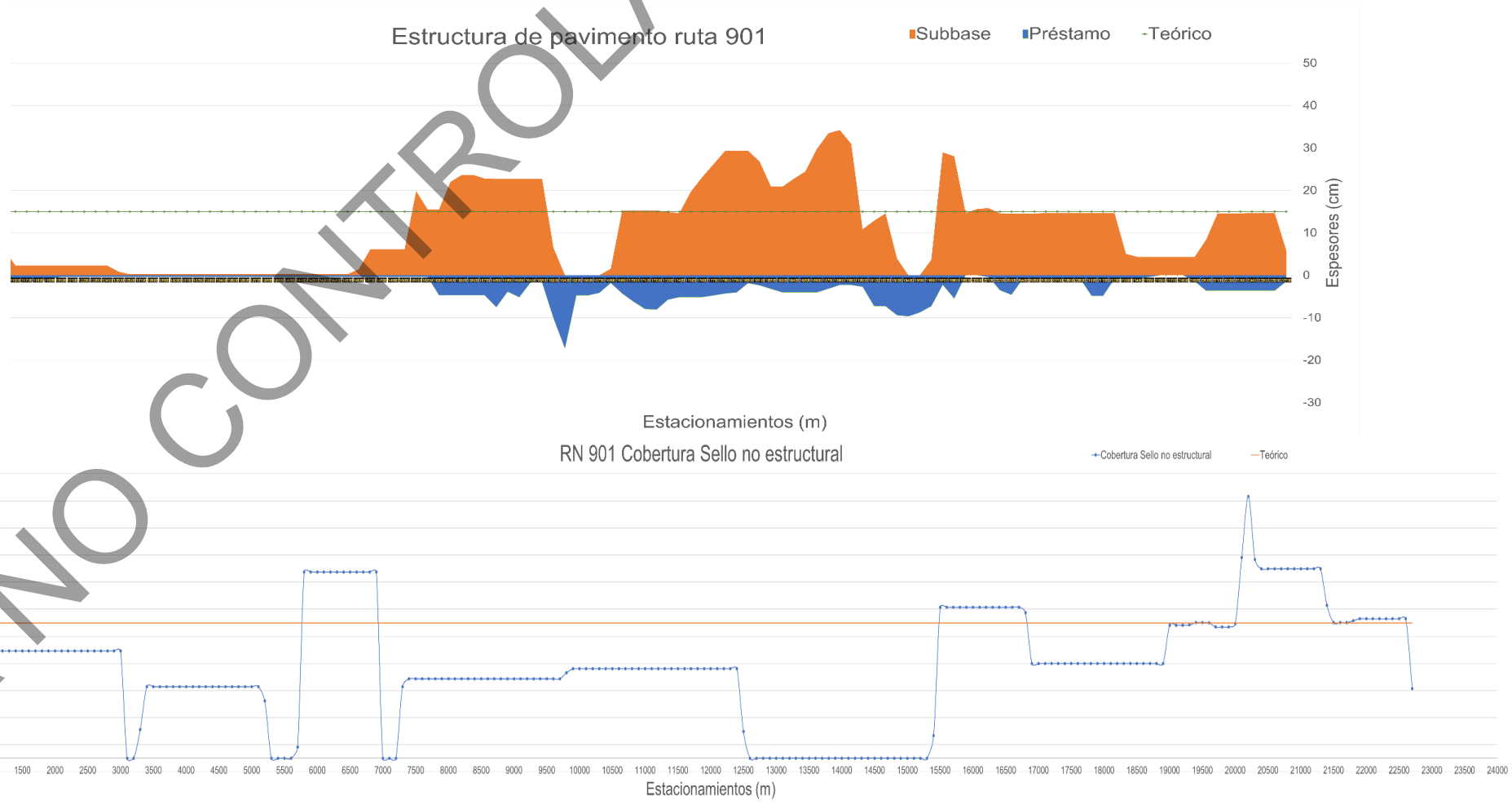


11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002 (384)
Página 43 de 52

Ruta Nacional 901

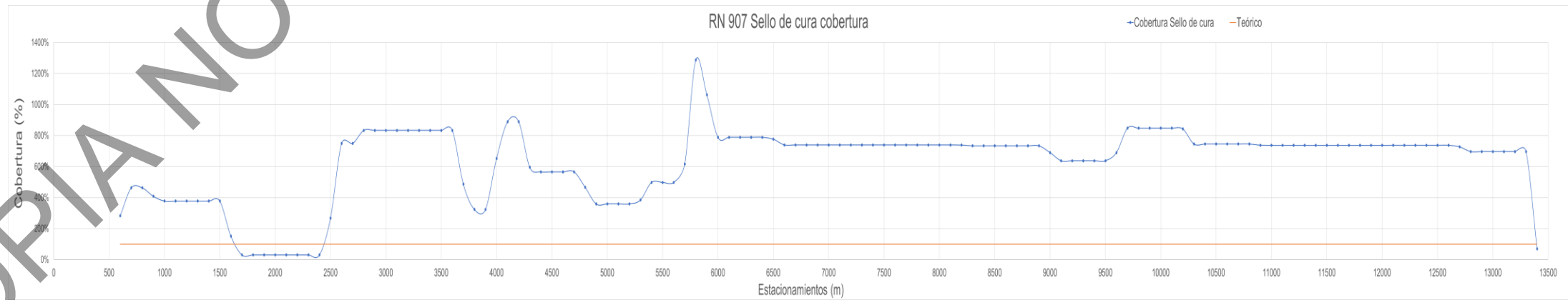
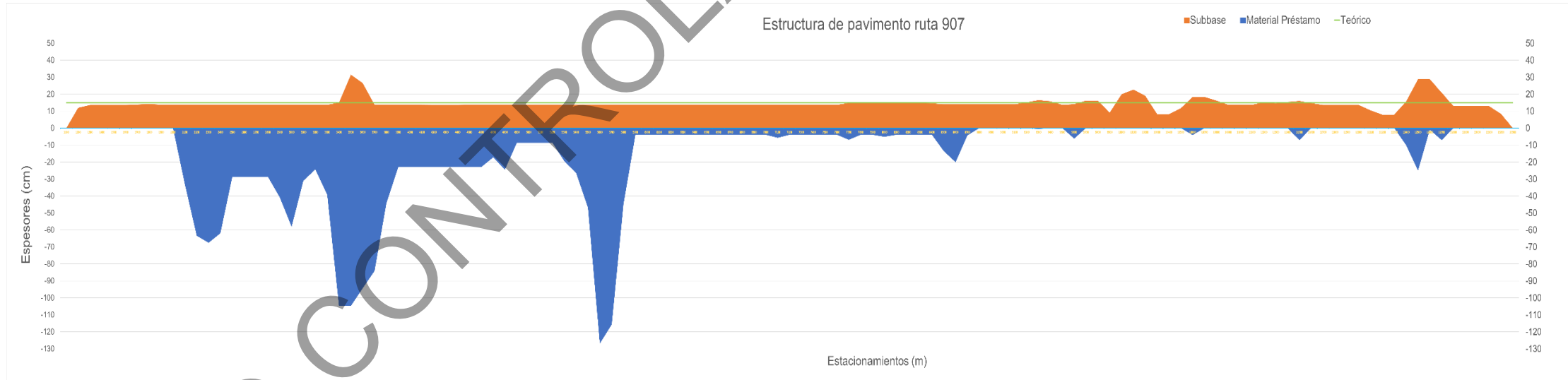


11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002 (384)
Página 44 de 52

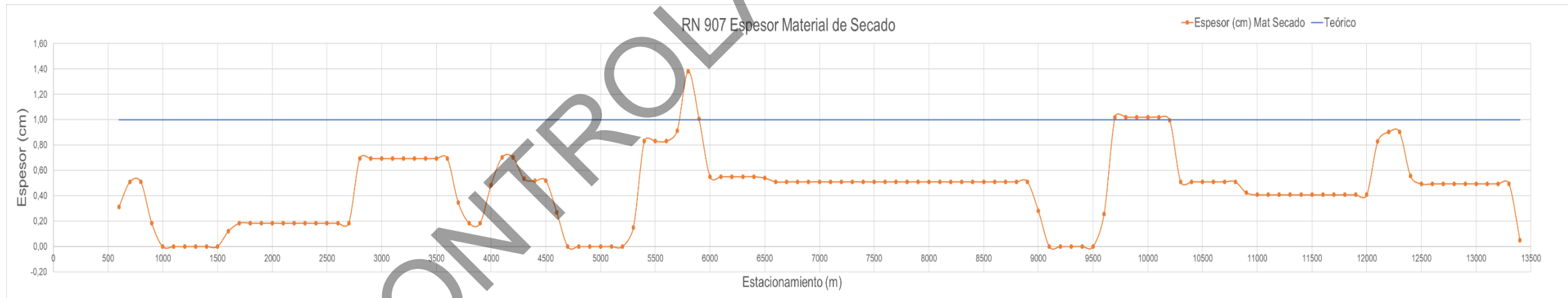


11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002 (384)
Página 45 de 52

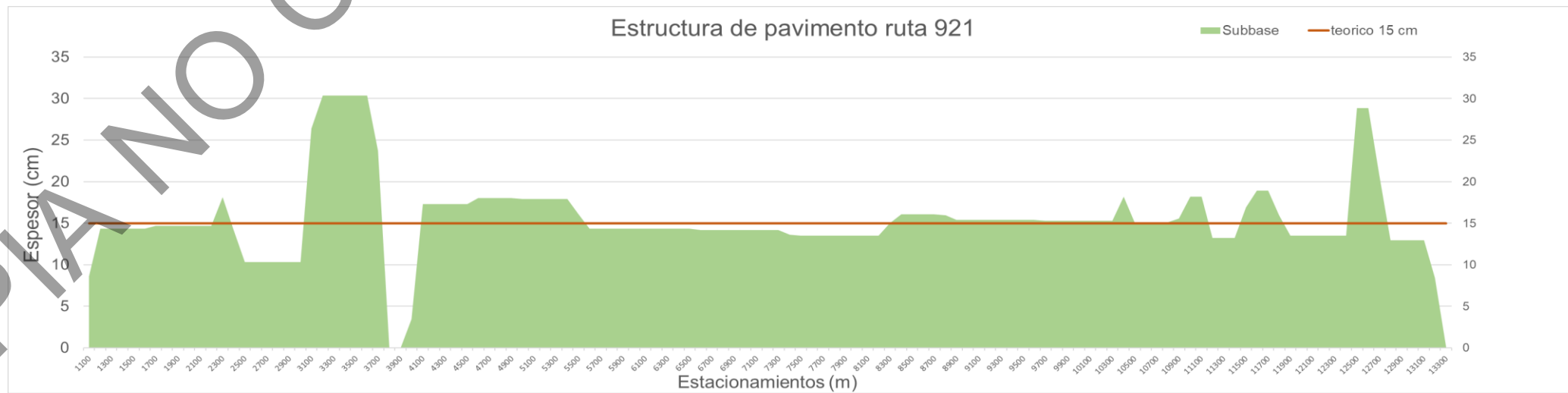
Ruta Nacional 907



11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002 (384)
Página 46 de 52



Ruta Nacional 921



11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002 (384)
Página 47 de 52



COPIA NO CONTROLADA

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002 (384)
Página 48 de 52

Anexo 3 Resultados inspección visual rutas lastre.

En este estudio se inspeccionaron 8 proyectos en lastre, que se desarrollaron en las rutas nacionales: 326, 329, 313, 817, 921, 907, 901 y 730, ubicadas en los cantones de Pérez Zeledón, Pococí, Aserrí-León Cortés, Nicoya, Nandayure y Upala, los cuales se finalizaron en promedio hace 20 meses. A continuación, se muestra el detalle de la contratación, zona de conservación vial y ruta nacional en la Tabla 1. **Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 1. Detalle de contratación lastre, zona y ruta nacional

Contratación	Zona	Ruta Nacional
2019LN-000005-0006000001	2-4.	901
2019LA-000004-0006000001	2-4.	907
2019LA-000007-0006000001	2-4.	921
2018LA-000021-0006000001	4-1.	326
2019CD-000040-0006000001	1-3.	313
2018LA-000020-0006000001	4-1.	329
2018LA-000009-0006000001	2-2.	730
2019LN-000017-0006000001	5-1.	817

En relación a las inspecciones realizadas en campo, se encontraron deterioros en el pavimento de severidad alta en varios tramos de 3 proyectos, específicamente en las RN: 313, 907 y 730 (Figura 1, Figura 2, Figura 3, Figura 3 respectivamente) que representan un 37,5% de la muestra. Se visualizaron deformaciones permanentes con agrietamientos, hundimientos y baches abiertos, especialmente a las orillas del pavimento, lo que denota la posible falta de capacidad estructural de las capas subyacentes del pavimento. Además, en algunos sectores se notó el desprendimiento prácticamente total del sello asfáltico.

El mayor estado de deterioro se identificó en la Ruta Nacional No. 730, es relativamente corta y por conecta las rutas nacionales 4 y 6, lo que reduce el tránsito en el centro de Upala. Esta vía ha sido intervenida en 2 ocasiones, con una más por venir y, aun así, su estado es execrable. De estas rutas llamó la atención que son corredores (no entran ni salen vehículos) en los que se encuentran tramos con daños severos, lo que contrasta con sectores en buen estado, con esto se infiere que la estructura no presenta un comportamiento homogéneo a lo largo de su longitud.

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002 (384)
Página 49 de 52

En consulta a pobladores aledaños a las rutas sobresalen los comentarios referentes al aumento en el tránsito de vehículos pesados una vez mejorada la superficie de rodamiento, lo cual puede apuntar a la generación de una demanda vehicular no prevista que sobrepasa la capacidad estructural de la ruta, lo que genera la aparición de fallas prematuras. Esta clase de anotación se recibió principalmente en zonas agrícolas y lecheras, como en el caso de Nicoya, donde se movilizan leche y teca.

Respecto a lo anterior se aclara que los testimonios no fueron documentados por el equipo auditor.

En relación al tránsito vehicular, durante las inspecciones en campo, se notó una cantidad reducida de vehículos que hacen uso de estas vías, durante las inspecciones transcurrieron lapsos de tiempo significativos (hasta 1 hora) en los cuales, no se visualizaron vehículos o peatones. La excepción fue la RN. 329, en la cual se observaron regularmente vehículos, bicicletas y peatones. A continuación, se muestra una tabla con los valores de Tránsito Promedio Diario Anual²⁰ de las rutas en cuestión y, a manera de comparación, se incluyen valores de rutas nacionales con tráficos altos.

Tabla 2. Ruta, Sección, Año, TPDA

Ruta	Sección	Año	TPDA
326	10882	2015	593
329	NS/NR		
313	11320	2018	346
817	70750	2015	65
901	51160	2015	98
907	NS/NR		
921	51040	2015	20
730	NS/NR		
39	19098	2019	106.401
2	19005	2018	42.142
1	19003	2019	104.558

Acerca de los demás proyectos, en términos generales, los pavimentos presentaron buenas condiciones, lo que permite recorrerlos a una velocidad uniforme, a pesar de algunos baches

²⁰ Valores extraídos del Anuario de Información de Tránsito 2020 del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002 (384)
Página 50 de 52

que se encuentran especialmente en curvas con pendiente vertical y en tramos que no cuentan con un sello asfáltico, lo que evitaría la pérdida de material granular.

Figura 1. Ruta Nacional 313, sello de protección



Figura 2. Ruta Nacional 907



11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002 (384)
Página 51 de 52

Figura 3. Ruta Nacional 730



Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5300 Fax: (506) 2202-5315 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica
www.conavi.go.cr

11 de mayo de 2023
AUIF-05-2023-0002 (384)
Página 52 de 52

Anexo 4 Descripción de la metodología para elaboración de perfiles de rendimientos y espesores

Para construir los perfiles de rendimiento de cada ítem de pago se procede a convertir cada estimación de pago en un rendimiento por metro lineal, para ello se divide la cantidad de material reportado entre la longitud comprendida entre el estacionamiento inicial y final, estos 3 valores se toman de la estimación de pago. Seguidamente se divide la longitud del proyecto en tramos de 100 metros, lo que conforma segmentos de análisis (dx).

Para cada segmento se identifican los rendimientos lineales que lo cubren total o parcialmente. En el caso de que el rendimiento lo cubra totalmente, es decir, que el estacionamiento inicial y final se encuentren fuera del rango de los 100 metros, se asigna el rendimiento lineal como tal al tramo. En el caso de que el rendimiento cubra parcialmente la unidad de análisis (100 metros) se realiza una conversión para obtener un rendimiento lineal equivalente. Por ejemplo, si se tiene un rendimiento de 100 m³/ml y éste cubre la mitad de la unidad de análisis, se asigna al tramo un rendimiento de 50 m³/ml.

Los rendimientos equivalentes (totales o parciales), que cubren el tramo de análisis, se suman para obtener el rendimiento total. Con estos datos es posible graficar los rendimientos lineales versus la longitud intervenida.

En segunda instancia, para estimar el espesor de la capa, se procede a medir los anchos de la vía a lo largo de la longitud del proyecto, con lo que se obtiene el ancho promedio (al menos cada 500 metros). Si se toma en consideración que los rendimientos lineales para las capas de la estructura de pavimento se calculan en metros cúbicos por metro lineal, se tiene un volumen de material colocado por cada metro lineal a lo largo del eje longitudinal de la vía. Por lo tanto, este volumen es igual al volumen que forma el ancho de la vía por la longitud de un metro por el espesor de la capa, según la siguiente ecuación: Rendimiento lineal (m³/ml) = ancho x espesor x longitud (1 metro).