

IAG182-07-2013
EVOLUCIÓN DEL PROCESO DE GESTIÓN DE REDES VIALES EN
COSTA RICA. EVALUACIÓN BIENAL
EVOLUÇÃO DO PROCESSO DE GERENCIAMENTO DE REDES DE
ESTRADA A COSTA RICA. AVALIAÇÃO BIENAL

Ing. Roy Barrantes Jiménez
LanammeUCR
San José, Costa Rica
Roy.Barrantes@ucr.ac.cr

Dr. Luis Guillermo Loría Salazar
LanammeUCR
San José, Costa Rica
Luis.loriasalazar@ucr.ac.cr

Resumen

Con el fin de responder a la necesidad expresa de establecer herramientas que sirvieran de apoyo a la eventual creación de un sistema de administración de infraestructura en Costa Rica, la Unidad de Investigación en Infraestructura Vial del LanammeUCR desarrolló una metodología que permite definir estrategias de intervención a nivel de red, basándose en una modificación del método VIZIR desarrollado por el Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC) de Francia en 1972 y usado desde 1995 por el Departamento de Planificación Sectorial del MOPT-Costa Rica y en la definición de tramos homogéneos a partir del Índice de Regularidad Internacional (IRI). Esta Metodología es el fundamento teórico del informe de gestión y evaluación de la red vial nacional de Costa Rica emitido cada dos años y que ha permitido calcular para cada tramo o sección de control de la Red Vial nacional de Costa Rica otros importantes índices, tales como el Índice de Serviciabilidad Presente (PSI), el Índice de Condición del Pavimento (PCI), notas de calidad Q (VIZIR) y valores de deflexiones característicos para cada tramo, dependiendo del tránsito promedio diario (TPD) de cada uno. Una vez conformada una gran base de datos con la caracterización funcional, estructural y de condición superficial, se establecieron estrategias de intervención en cada tramo homogéneo y se administró toda esta información en sistemas de información geográfica para su fácil manejo y actualización. Actualmente, se ha iniciado un proceso de correlación entre la inversión realizada en labores de mantenimiento y los resultados de la evolución o deterioro de la Red Vial, con el fin de evaluar la efectividad de dichas inversiones y su impacto en la recuperación del patrimonio vial.

Resumo

A fim de responder à necessidade expressa de estabelecer ferramentas que servirem para apoiar a eventual criação de um sistema de gestão de infraestrutura rodoviária na Costa Rica, a Unidade de Pesquisa em Infraestrutura Rodoviária do LanammeUCR desenvolveu uma metodologia para definir estratégias de intervenção a nível de rede, com base em uma modificação do método

VIZIR desenvolvido pelo Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC) na França em 1972. O qual é usado desde 1995 pelo Departamento de Planejamento Setorial do MOPT-Costa Rica e na definição de seções homogêneas a partir do Índice de Regularidade Internacional (IRI). Esta metodologia é a base teórica do relatório de gestão e avaliação da rede rodoviária nacional da Costa Rica emitido cada dois anos e que tem permitido calcular para cada trecho ou seção de controle de Rede Rodoviária Nacional da Costa Rica outros índices importantes, tais como Present Serviceability Index (PSI), o Pavement Condition Index (PCI), as pontuações de qualidade Q (VIZIR) e os valores de deflexões características para cada seção, dependendo do tráfego médio diário (TPD) de cada uma. Uma vez formado um grande banco de dados de caracterização funcional, estrutural e condição superficial, foram estabelecidas as estratégias de intervenção em cada seção homogênea e finalmente toda esta informação foi entregue em sistemas de informações geográficas para facilitar a gestão e atualização. Atualmente, iniciou-se um processo de correlação entre o investimento feito em atividades de manutenção e os resultados da evolução ou deterioração da Rede Rodoviária, a fim de avaliar a eficácia desses investimentos e seu impacto na recuperação dos ativos rodoviários.

INTRODUCCION

En la campaña de evaluación de la red vial del 2012, se siguió un modelo similar al utilizado en la evaluación del 2010. Para la toma de datos de deflectometría, las giras se realizaron coincidentemente con el final de la época lluviosa en cada una de las zonas del país, con el fin de que el suelo se encontrara con la condición máxima de saturación posible, permitiendo tener el valor de deflexión más crítico presente en nuestro país. Los datos recopilados se emplean como indicadores del comportamiento estructural, indicadores funcionales de regularidad superficial y la resistencia al deslizamiento. Estos datos se unifican con el uso de una unidad de análisis que sea conocida por la Administración y ubicable en forma geográfica, mediante los indicadores obtenidos y su combinación permiten definir estrategias generales a nivel de Red.

Definición de unidades de muestreo

Se emplean los tramos de la Red Vial Nacional Pavimentada conocidas como "secciones de control", las cuales se conforman las "unidades de análisis". Además la Administración dividió el territorio de Costa Rica en grandes zonas de conservación, las cuales han sido asignadas a uno o varios contratistas para realizar labores de conservación vial por periodos de 3 años, en la Figura 1 se muestra la distribución de las zonas de conservación

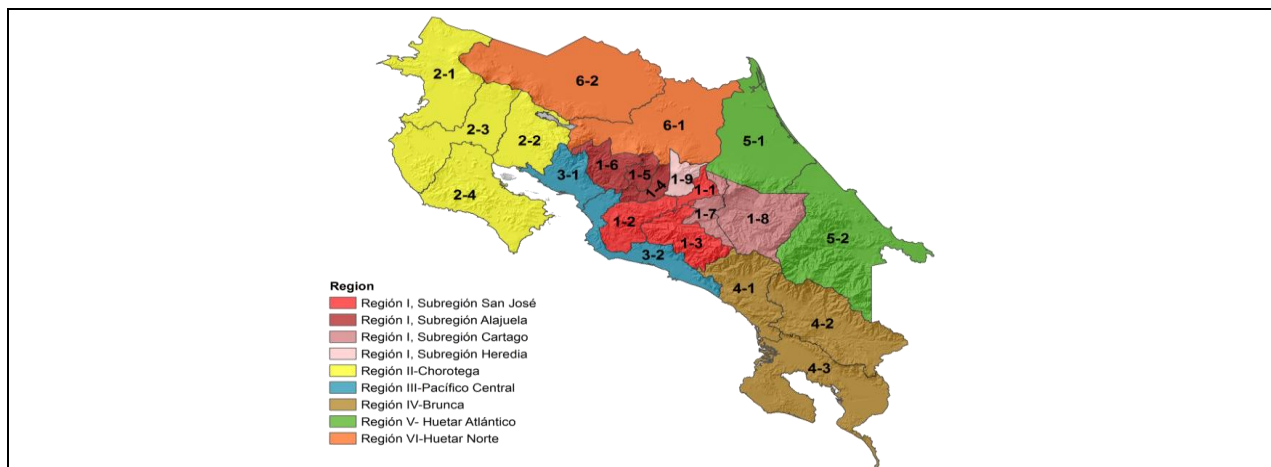


Figura 1 División del territorio nacional en 22 zonas de Conservación Vial

A partir del informe de la Red Vial Nacional 2010-2011 se caracterizó las secciones de control empleando notas de calidad Q, basadas en los indicadores estructurales y funcionales con el respectivo análisis de condición deslizante en circunstancias lluviosas. Con base en las notas de calidad se cataloga cada unidad de análisis como candidata a un tipo generalizado de intervención, tales como mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción brindando a la Administración una herramienta útil para definir estrategias de gestión.

Capacidad estructural, deflexiones obtenidas mediante el FWD

Para la campaña de evaluación del 2012 Se evaluó un total de 5 028,30 km de carreteras pavimentadas con asfalto, donde la frecuencia de medición se determinó en función del TPD.

Capacidad funcional, empleando el Índice de Regularidad Internacional (IRI)

La evaluación 2012 abarcó una longitud de 5 264,54 km de carreteras pavimentadas, aproximadamente 470,64 km más que los evaluados en el 2010. Esta diferencia se debe a un conocimiento más extenso sobre la Red Vial Nacional y a la inclusión de nuevos tramos pavimentados. El cálculo del IRI se deriva del perfil longitudinal registrado en tramos de 100 metros, empleando los sensores en la huella derecha e izquierda del perfilómetro laser.

Condición de la Red Vial según coeficiente de rozamiento de pavimentos (GRIP)

Para el coeficiente de rozamiento, se evaluó una longitud de 1 918,0 km, la diferencia entre el promedio de 5 000 km evaluados en IRI y FWD se debe a la naturaleza del equipo, puesto que se requiere un IRI inferior a 4,0 para poder mantener la precisión e integridad del equipo. Todas las mediciones se realizan a una velocidad promedio de 50 km/hora. Se utilizó un rango de clasificación validado a nivel internacional, el cual relaciona valores del coeficiente de fricción transversal (CFT) con el Gripnumber (GN).

ESTRATEGIAS GENERALES DE INTERVENCION RECOMENDADAS AÑO 2012

La definición de las notas de calidad Q, así como la consecuente estrategia de intervención responde a un análisis a nivel de red y establece estrategias de intervención generales que deben

ser adaptadas para la toma de decisiones a nivel de proyecto. En el caso que se tengan dos secciones de control candidatas a intervenciones tipo “mantenimiento” por ejemplo, se debe tomar en cuenta que dentro de esta definición es posible realizar una amplia gama de tipos de intervención, como pueden ser todos los tipos de “tratamientos de preservación”, tales como tratamientos superficiales “chip seals”, “slurry seals”, “sand seals”, “microsurfacing” y otros.

La definición de estas estrategias tiene su inicio en el procesamiento de los datos que se obtienen de la campaña de evaluación que se realizó en cada unidad de análisis, los cuales se encuentran referenciados geográficamente. Posteriormente se identifican las categorías desde el punto de vista estructural y funcional en las que se encuentra cada unidad de análisis, y de esta forma definir las notas de calidad "Q". Una vez que se cuenta con las notas de calidad se pueden definir las estrategias generales de intervención necesarias requeridas para llevar el pavimento a una condición de ruedo óptima.

La elección y realización de intervenciones específicas, a nivel de proyecto, corresponderá a un análisis de la Administración para cada sección de control por separado. Se deberá tomar en consideración todos los aspectos propios de una decisión de intervención, análisis e información a nivel táctico/operativo, condiciones de superficie, topografía específica, contenido presupuestario, disponibilidad de materiales adecuados, equipo, experiencia e impacto al entorno urbano y ambiental, entre otros.

En la Figura 2 se muestra el procedimiento descrito desde la adquisición de datos hasta la recomendación de estrategia de intervención general por sección de control.



Figura 2 Procedimiento para la recomendación de Estrategias de Intervención 2012

ACTIVIDADES DE PROCESAMIENTO DE LAS ESTIMACIONES DE OBRA VIAL

Las estimaciones de pago de obra vial son un conjunto de documentos, que sirven de respaldo para la Administración en los trámites de control y pago de las labores de conservación vial. Las estimaciones de pago pueden contener, pero sin limitarse a, facturas de pago presentadas por los contratistas de cada una de las zonas de conservación vial, descriptiva de la estimación donde se ubican las labores, controles de calidad realizados, notas, memoranda u oficios de relevancia entre otros.

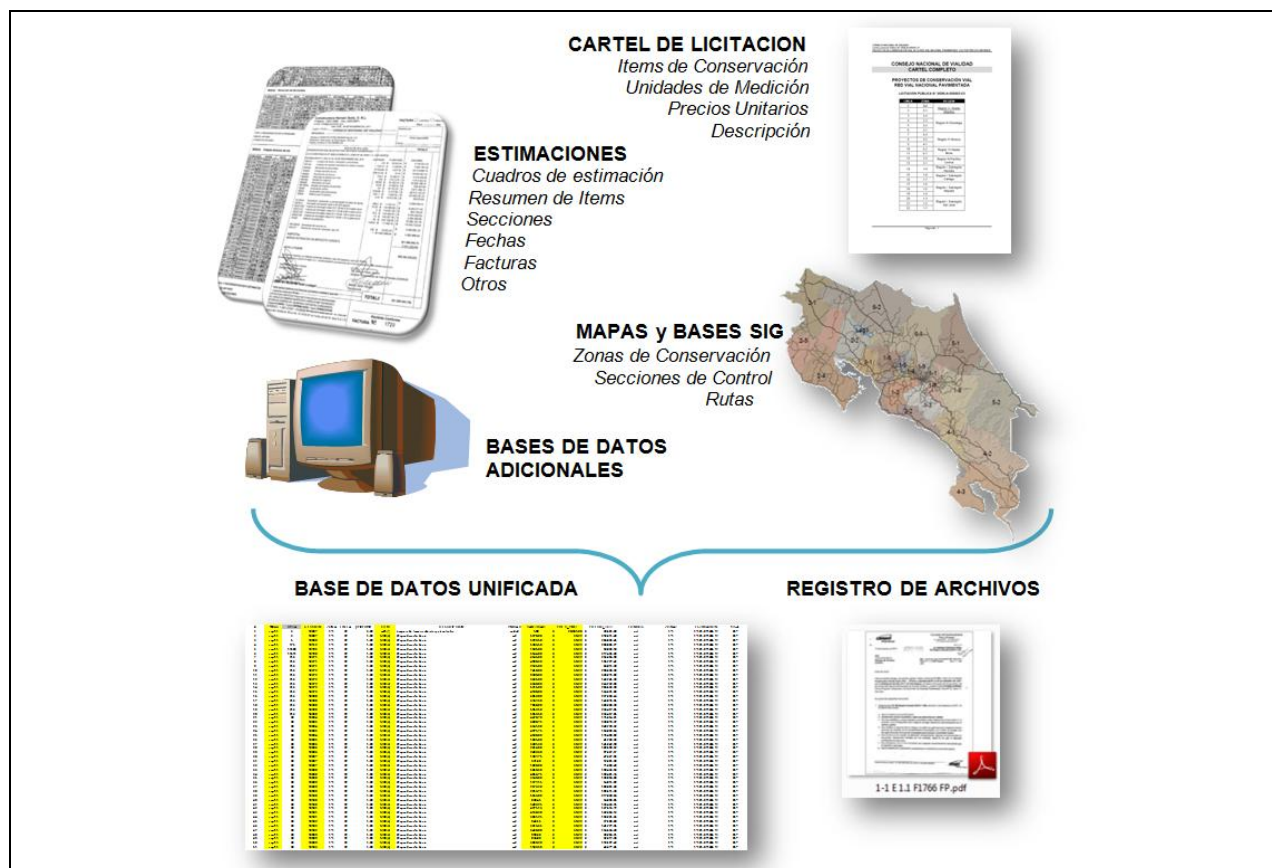


Figura 3 Esquema de insumos y productos básicos del procesamiento de estimaciones.

En la figura 3 se identifican las principales fuentes empleadas en la creación de la base de datos de estimaciones de obra vial. El procesamiento incluye el análisis del cartel de licitación, la determinación de los diversos ítems de pago, las unidades de medición asociadas, para cada estimación se desglosan las actividades realizadas y se asignan las secciones de control, rutas y los elementos necesarios para ubicar en forma geográfica la información “alfanumérica” derivada del procesamiento básico y análisis espaciales de los datos.

La base de datos de estimaciones busca unificar la información existente y diversifica el tipo de ejes de investigación y análisis. Otro elemento derivado de la creación de la base de datos consiste en la agrupación y ordenamiento del material analizado mediante la asignación uniforme de nombres o códigos con un mismo formato, que además permite el rastreo eficiente de los archivos originales utilizados para la obtención inicial de información. El procesamiento de las estimaciones se incluyó como una tarea de retroalimentación periódica en las funciones realizadas dentro del LanammeUCR

La figura 4 resume los principales ítems de conservación que se llevaron a cabo entre noviembre del 2010 hasta agosto del 2012, que conforman la inversión derivada alrededor de 364 estimaciones de pago. Al combinar esta información con las secciones de control, se puede analizar la evolución de la Red Vial entre las campañas de evaluación 2010 - 2011 y 2012-2013 considerando aspectos de eficiencia en la inversión.

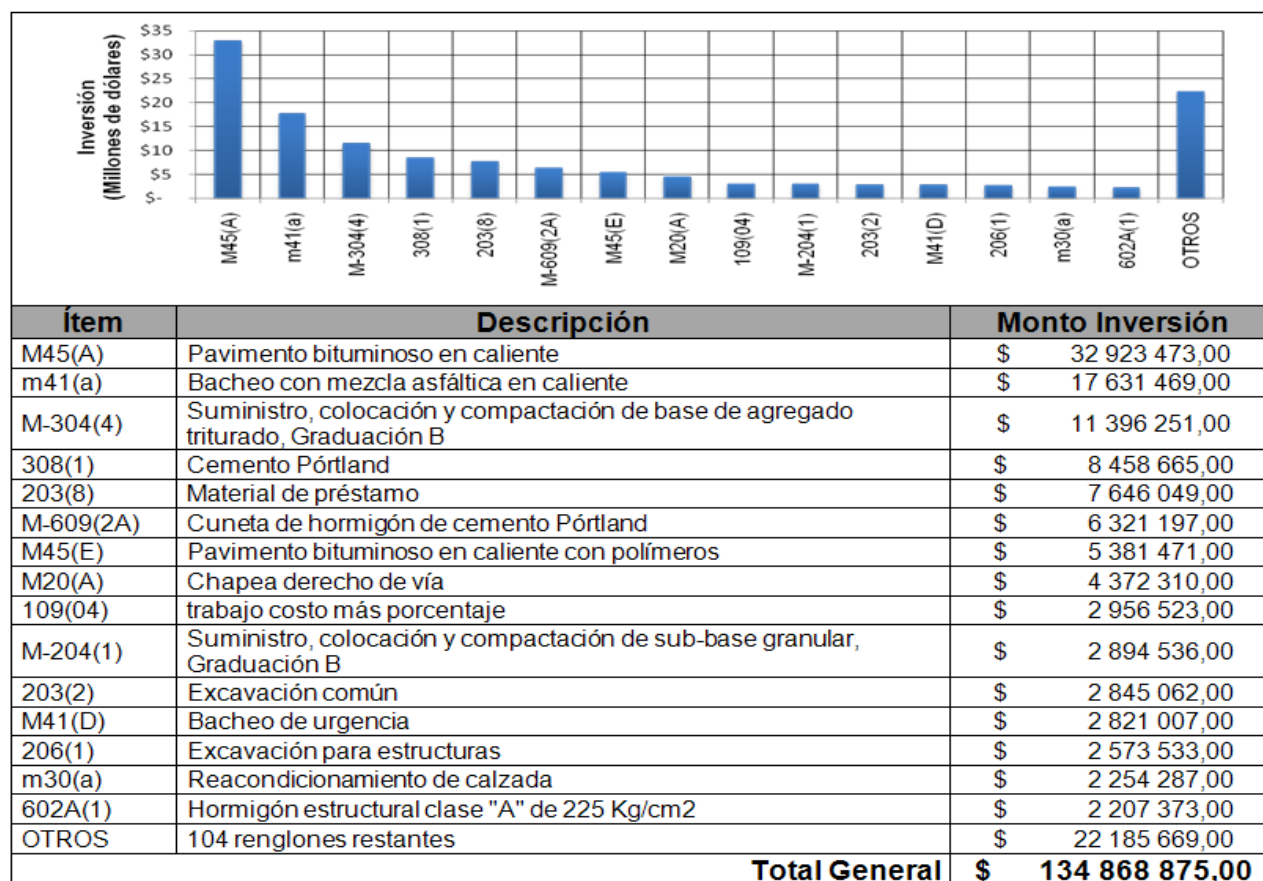


Figura 4. Inversión total en dólares realizada en los ítems de pago más comunes, Base de Datos del LanammeUCR

EVOLUCION DE LA RED VIAL POR ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN

Al analizar los resultados obtenidos en la campaña de evaluación 2010 – 2011 y cotejarlos con los resultados de la campaña 2012 – 2013, la tabla 1 muestra los resultados totales y la comparación por porcentajes no indica una tendencia a mejorar o deteriorar la Red Vial pero no explica los montos invertidos ni su impacto.

Tabla 1 Estrategias de Intervención recomendadas. Campañas de evaluación 2010-2011 y 2012-2013

Estrategia de Intervención Recomendada	2010-2011		2012-2013		
	Comparables (km)	%	Comparables (km)	Nuevos (km)	%
Mantenimiento Preservación	1 616,98	35,2	1 597,63	157,40	35,1
Mantenimiento Recuperación IRI	2 306,00	50,2	2 469,35	165,74	52,8
Análisis a nivel de Proyecto	57,93	1,3	2,02		0,04
Rehabilitación Menor	246,56	5,4	203,85	48,48	5,1
Rehabilitación Mayor	113,56	2,5	107,24	8,92	2,3
Reconstrucción	253,11	5,5	214,08	20,63	4,7
Longitud Total	4 594,17 km		4 995,34 km		

El uso de valoraciones totales resulta insuficiente para aclarar la evolución que presentan las carreteras, las cuales incluyen una alta gama de procesos dinámicos, por ende el proceso de

análisis requiere la valoración de cada unidad de análisis, establecer la evolución e inversión realizada y establecer valoraciones generales de eficiencia. La figura 5 muestra un ejemplo del análisis de evolución de las vías.

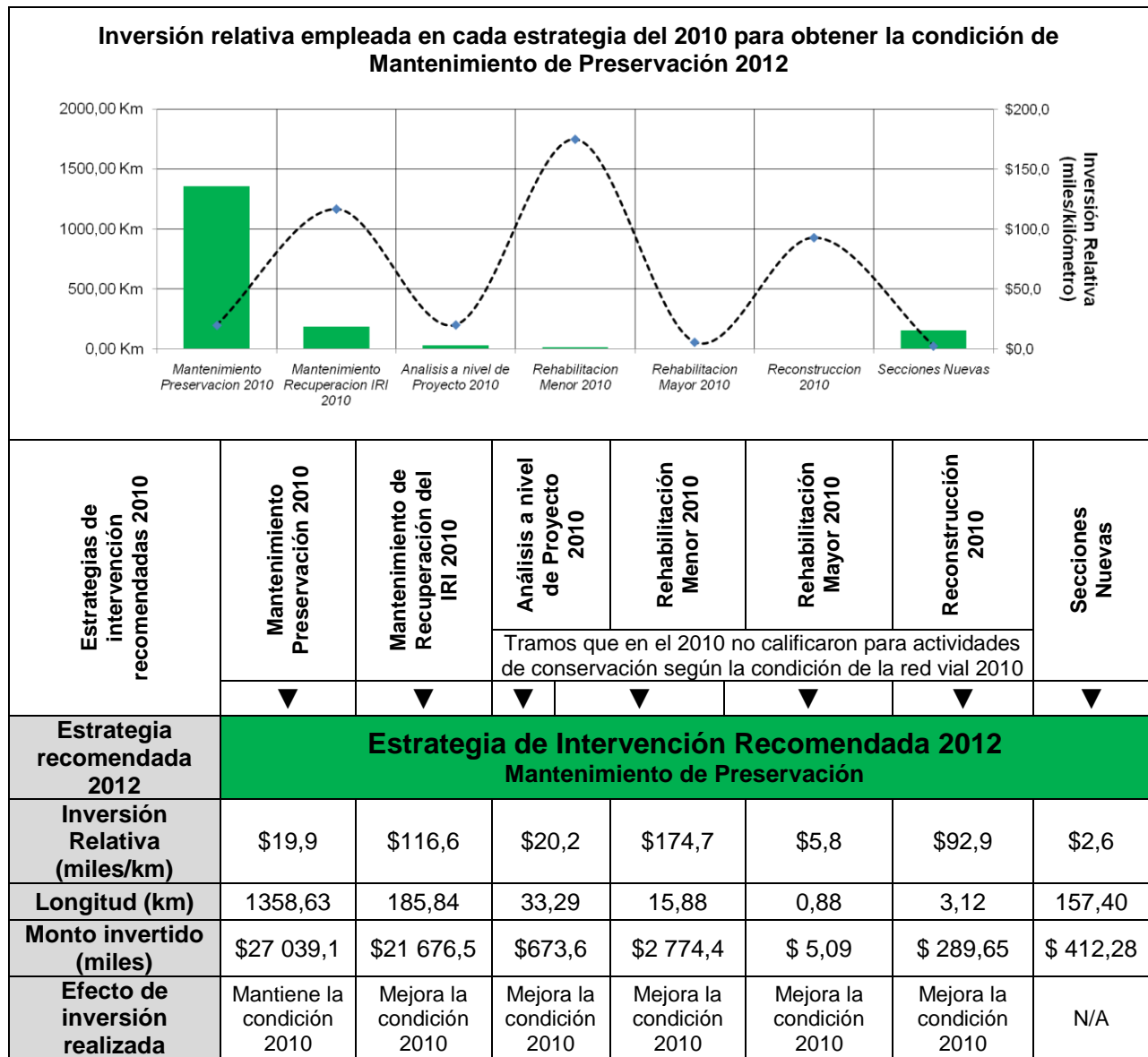


Figura 5. Evolución de las secciones de control que calificaron como Mantenimiento de Preservación 2012

Se puede observar que la inversión relativa de mantener 1 358,63 km que calificaron como mantenimiento de preservación en la campaña de evaluación 2010-2011 es de \$ 27 039 100,0 de dólares para una inversión relativa de \$19,9 miles de dólares por kilómetro, mientras que para 185,84 km se empleó, en el mismo periodo de inversión, un monto de \$ 21 676 500,0 de dólares para una tasa de 116,6 miles de dólares por kilómetro; lo cual implica que se requirió una inversión al menos 5 mayor por kilómetro para mejorar su condición con los ítems empleados.

Al resumir los diversos análisis de evolución de la Red Vial Nacional se puede generar un cuadro de resumen basado en el efecto de la inversión realizada

Tabla 2 Análisis de la mejora en la condición de la Red Vial y eficiencia en la inversión

ANALISIS MEJORA	Inversión que logra efectos positivos en la condición de la Red Vial Nacional		Inversión que no logra efectos deseados en la condición de la Red Vial Nacional *		TOTAL (km)
	Longitud (km)	Inversión (millones)	Longitud (km)	Inversión (millones)	
Mantiene la condición	1 358,60	\$ 27,3	-	-	1 358,6
Mejora la condición	185,80	\$ 20,4	53,2	\$ 3,8	239,0
Mejora parcial de la condición	2 019,30	\$ 42,8	310,1	\$ 6,5	2 329,4
Deterioro de la condición	-	-	667,1	\$ 14,3	667,1
Totales Generales	3 563,70 km	\$ 90,5	1 030,4 km	\$ 24,6	4 594,2

*Posibilidad de mejoras en el proceso de gestión de la Red Vial Nacional

En la Tabla 2 se puede observar cómo en la campaña de evaluación del 2012 – 2013 evidencia para 1 030,4 km de la Red Vial Nacional (22.4%), que la inversión realizada de \$ 24,6 millones, un 22% del total de la inversión en los proyectos de conservación vial, no logra los efectos deseados en cuanto a la recuperación de la Red Vial Nacional. Aunque se pueden observar algunas mejorías, éstas se logran en rutas donde la condición de deterioro ameritaba intervenciones mayores, tales como rehabilitaciones o reconstrucciones y que fueron intervenidas básicamente con actividades de conservación tales como sobrecapas delgadas o bacheos, lo cual implicó una enorme inversión. Dado que existen actividades mucho más eficientes para mantener y recuperar una red vial como la Red Vial Nacional, no se pueden considerar estas mejoras como una inversión óptima de los recursos, así mismo, las mejoras observadas se concentraron mayoritariamente en actividades que impactan solo la superficie del pavimento, por lo que existe una gran fragilidad de las rutas y una alta probabilidad que estas intervenciones no tengan la durabilidad deseada.

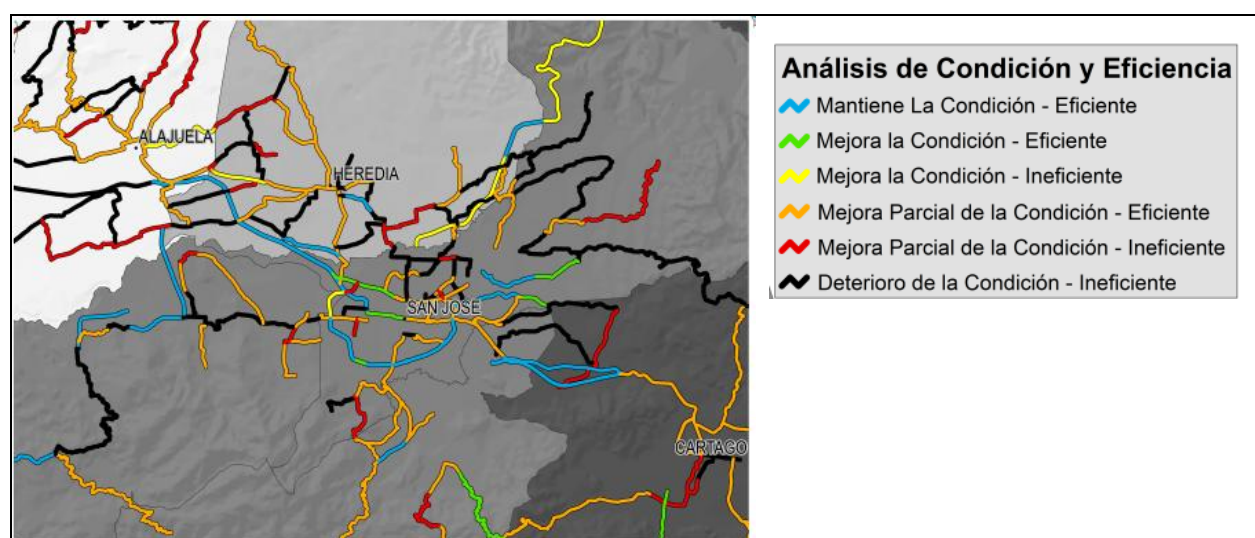


Figura 6. Secciones de control en programas SIG calificadas por condición y eficiencia de inversión

La figura 6 muestra una zona geográfica, donde las secciones de control se calificaron en función del análisis de condición y eficiencia de inversión, empleando los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Es mediante el uso de los SIG que el análisis espacial de los diversos indicadores puede llevarse a cabo, lo cual permite generar los análisis de evolución, que minimizan la pérdida de detalle en la información y generan bases de datos de fácil acceso que permiten establecer magnitudes y ubicación de los elementos en análisis.

CONCLUSIONES

Capacidad Estructural de la Red Vial Nacional

Un 87,9% de la red presenta una buena capacidad estructural y el restante 12,1% requiere de intervenciones importantes y de alto costo para recuperar la capacidad de las vías.

Capacidad funcional de la Red Vial Nacional

Presenta bajos estándares de regularidad, los cuales están asociados a elevados costos de operación vehicular para los usuarios, bajas velocidades de operación y altos niveles de congestión y contaminación ambiental.

Resistencia al deslizamiento en la Red Vial Nacional

Los resultados muestran un 16,1% de la Red Vial en condiciones de muy deslizante ante la presencia de humedad, un 30,6% en condición deslizante, un 52,4% en condición poco deslizante y un 0,87% en buena condición.

Comparación de resultados entre las evaluaciones 2010 y 2012

Se muestra una red vial que en términos generales ha mantenido su condición casi sin variaciones importantes desde el año 2010, sin embargo, el análisis de la evolución de la Red Vial Nacional muestra la misma tendencia que en el año 2010 respecto al 2008, con una lenta propensión al deterioro, condición que queda evidenciada en el tipo de deterioros que se han presentado y por el elevado monto de las inversiones necesarias para mantener la condición actual.

Cálculo de las notas de calidad para la red vial Nacional

Un 35,2% de la red califica como Q1 y Q2 presentando en su mayoría una capacidad estructural muy buena, sin embargo el nivel de regularidad superficial se desplaza a una condición regular. Adicionalmente, un 38,5% de las rutas evaluadas presentan pavimentos donde la calidad de la superficie asfáltica se ha deteriorado hasta un punto en el que afecta la velocidad de tránsito, las capas de ruedo pueden tener grandes baches y grietas profundas, incluyendo pérdida de agregado, agrietamientos y ahuellamientos en más del 50 % de la superficie. A pesar de que la capacidad estructural es buena, la condición de deterioro funcional es de tal severidad que la durabilidad de los pavimentos disminuye. Debido a este tipo de deterioro, los pavimentos pasaran a las categorías M-RF o Q7 en el mediano plazo. el tipo de intervención que requiere este tipo de pavimentos es mantenimiento de mediano costo, enfocado a atender la pérdida de capacidad funcional en el corto plazo. El restante 26,3% presenta condiciones variadas que representan en

su mayoría pavimentos en una situación de extremo deterioro, presentando grandes baches y grietas profundas en la carpeta asfáltica limitando en gran medida la velocidad del tránsito.

Análisis de la inversión en la Red Vial Nacional

Se analizaron 364 estimaciones de pago para un total de ₡ 66 393 308 633,00 entre noviembre del 2010 y agosto del 2012 de las cuales se extrajo lo siguiente:

La zona 4-2, ubicada en la Región IV-Brunca, tuvo una inversión de ₡ 6 563 647 930,00 siendo la mayor inversión de todas las 22 zonas de conservación la cual se concentra principalmente en colocación de material de préstamo, sobrecapas y baches con mezcla asfáltica en caliente.

La colocación de sobrecapas y bacheo con mezcla asfáltica fueron las actividades en las que se concentro el 38,5% de la inversión, las cuales son actividades con poca capacidad para lograr efectos positivos en rutas donde la condición amerita intervenciones mayores.

La mayor inversión proveniente del fondo vial se dio entre los meses de agosto y noviembre del año 2011, siendo el momento en el que finaliza la época lluviosa, donde se esperaría una condición de mayor deterioro de la red vial, lo cual no se considera como lo óptimo ya que es una época de difícil coordinación de las labores y que tiende a minimizar el rendimiento y la calidad de las obras por efectos del agua de la lluvia.

Se pudo evidenciar que las inversiones realizadas no corresponden a una estrategia clara de rescate de la condición de las vías, no existiendo el concepto básico de "ventanas de operación"

Se evidencia la necesidad de iniciar el proceso de implementación de un sistema de gestión de activos. Se demostró que las inversiones realizadas no tienen un impacto real y sostenible en la recuperación de la Red Vial Nacional.

REFERENCIAS

LanammeUCR, Informe Proyecto N° UI-PE-03-08, Variaciones a los rangos de clasificación de la red vial nacional de Costa Rica, Unidad de Investigación, Año 2008.

LanammeUCR, Informe de Evaluación del la Red Vial Nacional año 2006, Pitra, años 2006, 2008, 2010, 2012

Vargas, W.; Garro, J. (2003) Gestión de riesgos naturales en infraestructura vial LANAMME. UCR

Kanji, M. (2001) Metodología para estimar la vulnerabilidad del terreno con relación a flujos de detritos. I Simposio Internacional de Movimientos en masa, Cuenca- Ecuador. Mayo.