

BOLETÍN TÉCNICO

PITRA-LanammeUCR

Volumen 11, N.º 8, Noviembre 2020

Índice GENS como herramienta de priorización de corredores viales para la aplicación del modelo de gestión vial por estándares o niveles de servicio

Ing. Roy Barrantes Jiménez MSc., PMP®

✉ roy.barrantes@ucr.ac.cr

Ing. Mario Jiménez Bogantes

✉ mario.ejb20@gmail.com

1. Antecedentes

Los contratos de gestión vial basados en el desempeño (PBCs, por sus siglas en inglés), fueron implementados por primera vez en el año 1988 en Columbia Británica, Canadá (Stankevich et al, 2005). Según Stankevich et al (2005), son contratos en los que “los pagos por la gestión y mantenimiento de los activos viales están estrechamente asociados al cumplimiento por parte del contratista de unos indicadores mínimos de niveles de servicio claramente definidos” (p.1).

Desde que fueron implementados por primera vez, los contratos de gestión vial basados en el desempeño se han extendido a lo largo y ancho del mundo. Una de las principales razones, por las cuales los organismos viales de diversos países han optado por implementar este tipo de contratos en detrimento de los utilizados tradicionalmente (contratos basados en el método, pagados por precios unitarios), es la búsqueda de reducir costos asociados a la gestión vial (Jiménez, 2020).

En América Latina, donde los contratos basados en el desempeño empezaron a ser denominados contratos por estándares o niveles de servicio, el primer país en implementar el modelo fue Argentina en el año 1995. Desde entonces, países como Perú, Chile, Brasil, Uruguay, Ecuador, entre otros, han sometido considerables segmentos de su red vial a la gestión bajo esta modalidad contractual. Esta experiencia latinoamericana, adquirida durante más de 25 años, es de suma utilidad para los países de la región que inician sus pasos en la implementación del modelo ya que permite realizar un análisis orientado a potenciar sus fortalezas y reducir sus factores de riesgo.

A pesar del auge que ha tenido el modelo en América Latina, de los diversos criterios técnicos (Carvajal, 2012; PITRA, 2017; CGR, 2018) que recomiendan su implementación en la red vial costarricense y de los esfuerzos orientados a introducir el modelo, realizados por diversos sectores del país, a la fecha Costa Rica aún no ha ejecutado ningún proyecto vial gestionado por estándares o niveles de servicio. Sin embargo, existe voluntad de parte del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI), organismo vial encargado de la gestión de la Red Vial Nacional en el país, de implementar contratos de gestión por estándares o niveles de servicio en el corto plazo.

Ante la voluntad expresa por parte de CONAVI de implementar el modelo de gestión por estándares o niveles de servicio en la Red Vial Nacional de Costa Rica, surge la necesidad de contar con una herramienta metodológica que permita determinar cuáles corredores viales presentan condiciones ideales para ser sometidos a dicho modelo. El *Índice GENS* (Jiménez, 2020), se presenta como una herramienta metodológica de priorización de corredores viales para la aplicación del modelo de gestión vial por estándares o niveles de servicio.

2. Metodología del *Índice GENS* como herramienta de priorización de corredores viales

El *Índice GENS* (acrónimo de Gestión por Estándares o Niveles de Servicio) es el dato de salida de la metodología de selección de corredores viales desarrollada y propuesta por Jiménez (2020). Dicho índice califica la idoneidad de que un corredor vial sea sometido al modelo de gestión por estándares y niveles de servicio según los criterios desarrollados en la metodología. La escala de calificación del índice es 0 – 100, siendo 100 la mejor nota de idoneidad que puede alcanzar un corredor vial (Jiménez, 2020).

La metodología consiste en el análisis de cinco parámetros asociados a un corredor vial. Los parámetros analizados son:

- Condición del Pavimento
- Importancia Política-Estratégica del Corredor Vial
- Jerarquía Funcional del Corredor Vial
- Longitud del Corredor Vial
- Tránsito Promedio Diario (TPD)

Como puede observarse, la metodología involucra parámetros técnicos, físicos, administrativos, de tránsito y político-estratégicos del corredor vial. Esta amplitud busca que la decisión sobre la idoneidad de un corredor vial para ser sometido al modelo de gestión por estándares o niveles de servicio sea determinada de una forma integral. En Jiménez (2020) se desarrolla ampliamente la justificación para incluir cada uno de estos parámetros en la metodología.

En síntesis, la incorporación del parámetro *Condición del Pavimento* orienta la metodología a calificar con un *Índice GENS* mayor, a los corredores viales que presentan mejor condición estructural y funcional del pavimento. Como mecanismo técnico de medición, para pavimentos flexibles se utilizan las notas de calidad Q desarrolladas por Barrantes et al (2008). Para el caso de los pavimentos rígidos, se utilizan las notas de calidad QR desarrolladas por Herrera (2019).

El sustento para calificar con un mayor *Índice GENS* a los corredores viales que presentan una mejor condición del pavimento deriva fundamentalmente de dos postulados. El primero, establecido por Anastasopoulos et al (2010a), que mediante su investigación determinó cuáles actividades de intervención vial presentan mejores rendimientos económicos al ser realizadas mediante modelos contractuales basados en el desempeño. Las actividades resultantes corresponden al sellado de grietas, bacheo y corta de malezas. Estas actividades se asocian a intervenciones menores y puntuales las cuales son realizadas en pavimentos que se encuentran en buena condición. El segundo postulado, planteado por Garro-Mora

(2018), establece la urgencia de que el CONAVI brinde un mantenimiento adecuado a los proyectos viales de obra nueva y evite la estrategia de intervención conocida como “lo malo primero”.

La incorporación del parámetro *Importancia Política-Estratégica del Corredor Vial* pretende acotar la injerencia política en la toma de decisiones asociadas a la definición de los corredores viales sometidos al modelo de gestión por estándares o niveles de servicio. Este parámetro, a diferencia de los otros cuatro que conforman la metodología, tiene un alto grado de subjetividad y depende exclusivamente del criterio de la jerarquía política tomadora de decisiones (Presidencia de la República, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección Ejecutiva del CONAVI o la gerencia encargada). Como puede suponerse, el *Índice GENS* será mayor para los corredores viales con alta importancia política-estratégica.

El parámetro *Jerarquía Funcional del Corredor Vial* está ligado al Plan Nacional de Transportes 2011-2035. Dicho plan establece una jerarquización de la red vial costarricense, tomando en cuenta aspectos asociados a la logística, a la conectividad, al tránsito de bienes y servicios, entre otros. Según la jerarquización establecida, los corredores viales de mayor jerarquía se denominan Red de Alta Capacidad (RAC). Para corredores viales pertenecientes a la RAC, la metodología del *Índice GENS* otorga el mayor valor posible al parámetro. Consecuentemente, a corredores viales con una jerarquía menor, obtienen menores valores en su *Índice GENS*.

La *Longitud del Corredor Vial* es el único parámetro físico incluido en la metodología. Su incorporación responde a la investigación realizada por Anastasopoulos et al (2010b), que establece rangos de longitud en los cuales los contratos por estándares o niveles de servicio presentan mayor eficiencia económica, desde el punto de vista de la Administración, si se comparan con contratos pagados por precios unitarios.

Por último, el parámetro denominado *Tránsito Promedio Diario (TPD)* responde a los beneficios sociales, económicos y ambientales, derivados de que los usuarios transiten por carreteras que se encuentran en buen estado. Partiendo del hecho de que el fundamento filosófico del modelo de gestión por estándares o niveles de servicio consiste en asegurar el buen estado de las carreteras durante, al menos, el plazo contractual definido, los beneficios citados se maximizan en corredores viales con mayor TPD.

Es importante, dejar explícitamente mencionado, que la metodología del *Índice GENS* se encuentra calibrada para corredores viales pertenecientes a la Red Vial Nacional Pavimentada de Costa Rica. Su utilización en cualquier otra red vial, debe estar sujeta a una nueva calibración.

3. Cálculo del *Índice GENS*

Para cada uno de los parámetros definidos en la metodología, fue establecida una ponderación. Esta ponderación deriva del criterio de un grupo de especialistas en el ámbito de la gestión vial, que fueron consultados mediante encuestas virtuales. Las ponderaciones resultantes se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Ponderación de los parámetros establecidos en la metodología del *Índice GENS*

Parámetro	Factor (F_p)	Ponderación
Condición del Pavimento	F_C	25
Jerarquía Funcional del Corredor Vial	F_J	22
Tránsito Promedio Diario (TPD)	F_T	20
Importancia Política-Estratégica del Corredor Vial	F_I	19
Longitud del Corredor Vial	F_L	14
Total		100

Fuente: Jiménez, 2020

Además, Jiménez (2020), realiza una calibración para cada uno de los parámetros incorporados en la metodología, tal como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Calibración de los parámetros utilizados en la metodología

Parámetro del Corredor Vial	Ponderación (P_p)	Escenario	Factor de Calificación (F_p)
Longitud del Corredor Vial	PL	Hasta 50 km	$F_L = 1$
		Mayor a 50 km hasta 120 km	$F_L = 0,85$
		Mayor a 120 km	$F_L = 0,7$
Condición del Pavimento (Flexible)	P_c	Más del 80% del pavimento en la estrategia de intervención denominada mantenimiento de preservación y/o mantenimiento de recuperación funcional.	$F_c = 1$
		Entre el 79% y el 50% del pavimento en la estrategia de intervención denominada mantenimiento de preservación y/o mantenimiento de recuperación funcional..	$F_c = 0,6$
		Menos del 50% del pavimento en la estrategia de intervención denominada mantenimiento de preservación y/o mantenimiento de recuperación funcional.	$F_c = 0,2$
Condición del Pavimento (Rígido)	P_c	Más del 80% del pavimento en la estrategia de intervención denominada mantenimiento rutinario y/o mantenimiento periódico.	$F_c = 1$
		Entre el 79% y el 50% del pavimento en la estrategia de intervención denominada mantenimiento rutinario y/o mantenimiento periódico.	$F_c = 0,6$
		Menos del 50% del pavimento en la estrategia de intervención denominada mantenimiento rutinario y/o mantenimiento periódico.	$F_c = 0,2$

Parámetro del Corredor Vial	Ponderación (P _p)	Escenario	Factor de Calificación (F _p)
Tránsito Promedio Diario (TPD)	P _T	Rango 01: Casos Especiales	F _T = 1
		Rango 02: 40.000 – 15.000	F _T = 1
		Rango 03: 15.000 – 5.000	F _T = 0,7
		Rango 04: 5.000 - 0	F _T = 0,4
Jerarquía Funcional del Corredor Vial	P _J	Red de Alta Capacidad	F _J = 1
		Distribuidores Regionales	F _J = 0,75
		Conectores de Integración Regional	F _J = 0,50
		Red Básica de Acceso	F _J = 0,25
Importancia Política-Estratégica del Corredor Vial	P _I	Alta	F _I = 1
		Media	F _I = 0,7
		Baja	F _I = 0,4

Fuente: Jiménez, 2020

A partir de la ponderación y la calibración de los parámetros, mostradas en el Cuadro 1 y en el Cuadro 2, puede realizarse el cálculo del *Índice GENS*, tal como se muestra en la Ecuación 1.

$$\text{Índice GENS: } \sum \text{Ponderación (P}_p\text{)} * \text{Factor de Calificación (F}_p\text{)} \quad \text{Ecuación 1}$$

Es importante hacer notar que el *Índice GENS* establece un parámetro de priorización de corredores viales. No debe entenderse como un criterio de exclusión. Por esta razón, no se establece una nota determinada para la cual sea definitiva la incompatibilidad de un corredor vial determinado, con el modelo de gestión por estándares o niveles de servicio (Jiménez, 2020).

4. Recomendaciones finales

El desarrollo de la metodología del *Índice GENS* tiene como objetivo que pueda ser utilizada por el CONAVI, organismo vial encargado de la gestión de la Red Vial Nacional de Costa Rica. Su aplicación requiere algunas consideraciones previas, entre ellas las siguientes:

- CONAVI debe contar con un portafolio de proyectos. El primer paso para aplicar la metodología del *Índice GENS*, consiste en determinar en cuáles corredores viales va a ser aplicada. Tal como se ha especificado previamente en el presente boletín técnico, la metodología debe entenderse como una herramienta de priorización de corredores viales. Esto significa que el resultado del *Índice GENS* debe utilizarse con el fin de comparar la idoneidad de un corredor vial para ser sometido al modelo de

gestión por estándares o niveles de servicio, con respecto a otros corredores a los que también se les ha aplicado la metodología. La aplicación aislada de la metodología en un corredor vial específico, sin que el resultado del *Índice GENS* obtenido sea cotejado contra los resultados obtenidos por otros corredores viales, reduce el aporte de la metodología a la gestión estratégica de la Red Vial Nacional. Por tanto, se recomienda que CONAVI cuente con un portafolio de proyectos candidatos a ser sometidos al modelo de gestión por estándares o niveles de servicio, los cuales puedan priorizarse de acuerdo con los resultados obtenidos por cada uno al aplicarles la metodología del *Índice GENS*.

- El *Índice GENS* es una herramienta de gestión a nivel estratégico. La gestión estratégica “consiste en un ejercicio de formulación y establecimiento de objetivos de carácter prioritario, cuya característica principal es el establecimiento de los cursos de acción (estrategias) para alcanzar dichos objetivos” (Armijo, 2009). El nivel estratégico de la gestión es conducido por los más altos niveles jerárquicos dentro de la organización. En el caso específico de CONAVI, el nivel estratégico es conducido por la Dirección Ejecutiva y por el Consejo de Administración, que a su vez es presidido por quien ostente la titularidad del Ministerio de Obras Públicas y Transportes. La metodología del *Índice GENS*, por su naturaleza, es una herramienta de gestión a nivel estratégico. Por tanto, se recomienda que su aplicación sea valorada por parte de la Dirección Ejecutiva o por el Consejo de Administración.
- Verificación de la disponibilidad de información en los corredores viales. La aplicación adecuada de la metodología del *Índice GENS* está sujeta de manera directa a la disponibilidad de información en los corredores viales en los cuales es aplicada. Información faltante, técnicamente inapropiada o desactualizada, en alguno de los parámetros analizados, puede ocasionar resultados imprecisos o erróneos. Por tanto, se recomienda realizar una verificación de la información disponible en los corredores viales, previa a la aplicación de la metodología.
- El resultado del *Índice GENS* obtenido por un corredor vial solo tiene validez en el corto y en el mediano plazo. El *Índice GENS* muestra la idoneidad comparativa de un corredor vial a ser sometido al modelo de gestión por estándares o niveles de servicio en un espacio temporal determinado. Aplicaciones de la metodología en un mismo corredor vial realizadas con una separación considerable de tiempo pueden arrojar resultados significativamente diferentes. Por tanto, se recomienda que la aplicación de la metodología del *Índice GENS* sea realizada de manera periódica, logrando con esto mantener actualizado el orden de priorización de los corredores viales, incluidos en el portafolio de proyectos.

5. Fuentes bibliográficas

- Anastasopoulos, P. Ch., McCullough, B., Gkritza, K., Mannering, F. L. y Sinha, K. C. (2010a). Cost savings analysis of performance-based contracts for highway maintenance operations. *Journal of Infrastructure System ASCE*, 16(4), 251–263. DOI: 10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000012
- Anastasopoulos, P. Ch., Labi, S., McCullough, B. G., Karlaftis, M. G., Moavenzadeh, F. (2010b). Influence of Highway Project Characteristics on Contract Type Selection: Empirical Assessment. *Journal of Infrastructure System ASCE*, 16(4), 323-333. DOI: 10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000035
- Armijo, M. (2009). *Manual de Planificación Estratégica e Indicadores de Desempeño en el Sector Público*. Obtenido de: http://seieg.iplaneg.net/pmd/doc/santa_catarina/i.insumos/2.planeacion/manual_planificacion_estrategica.pdf
- Barrantes, R., Badilla, G., Sibaja, D. y Porras, J. D. (2008). Variaciones a los rangos para la clasificación estructural de la Red Vial Nacional de Costa Rica. Obtenido de: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/854/P.E.%2003%20.%20Red%20Vial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Carvajal, R. (2012). Propuesta de la alternativa de mantenimiento de carreteras y puentes, a partir de la contratación por niveles de servicio [Tesis de postgrado]. Instituto Centroamericano de Administración Pública, San José, Costa Rica. Obtenido de: http://biblioteca.icap.ac.cr/BLIVI/TESIS/2012/carvajal_segura_rocio_pr_2012.pdf
- Contraloría General de la República de Costa Rica [CGR]. (2018). INFORME DE AUDITORÍA OPERATIVA SOBRE LA EFICIENCIA, EFICACIA Y ECONOMÍA DEL PROCESO DE CONSERVACIÓN DE CARRETERAS DE LA RED VIAL NACIONAL PAVIMENTADA (DFOE-IFR-IF-00007-2018). Obtenido de: https://cgrfiles.cgr.go.cr/publico/docs_cgr/2018/SIGYD_D_2018017166.pdf
- Garro-Mora, F. (2018). *Informe de la gestión del CONAVI para el mantenimiento de proyectos viales de obra nueva*. LanammeUCR, Universidad de Costa Rica. Obtenido de: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/1270>
- Herrera, D. (2019). *Diseño de un modelo para calificar la condición técnica de pavimentos rígidos en servicio de la Red Vial Nacional de Costa Rica* (Tesis de grado). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Jiménez, M. (2020). *Metodología de selección de corredores viales para la aplicación del modelo de gestión por estándares o niveles de servicio* (Tesis de grado). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Programa de Infraestructura del Transporte [PITRA]. (2017). Oficio LM-PI-019-2017. San Pedro, San José, Costa Rica.
- Stankevich, N., Qureshi, N. y Queiroz, C. (2005). *GRUPO TEMÁTICO SOBRE CARRETERAS Y TRANSPORTE RURAL: Contratación por niveles de servicio para la conservación y mejora de los activos viales*. Banco Mundial. Obtenido de <http://documents.worldbank.org/curated/en/982651468163444094/pdf/339470SPANISH012041B0TRN2701PUBLIC1.pdf>



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PITRA

Programa de
Infraestructura del Transporte

Ing. Ana Luisa Elizondo Salas, M.Sc.

Coordinadora General - Programa de Infraestructura del Transporte

Unidad de Seguridad Vial y Transporte (USVT)

Ing. Javier Zamora Rojas, M.Sc.

Coordinador USVT

Unidad de Normativa y Actualización Técnica (UNAT)

Ing. Raquel Arriola Guzmán, M.Sc.

Coordinadora UNAT

Unidad de Investigación en Infraestructura del Transporte (UIIT)

Ing. Ana Luisa Elizondo Salas, M.Sc.

Coordinadora UIIT

Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional (UGERVN)

Ing. Roy Barrantes Jiménez, M.Sc.

Coordinador UGERVN

Unidad de Gestión Municipal (UGM)

Ing. Erick Acosta Hernández

Coordinador UGM

Comité Editorial 2020:

- Ing. Ana Luisa Elizondo Salas, M.Sc., Coordinadora General PITRA.
- Ing. Raquel Arriola Guzmán, M.Sc. Unidad de Normativa y Actualización Técnica, PITRA.
- Rosa Isella Cordero Solano, Unidad de Normativa y Actualización Técnica, PITRA.

CENTRO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Diagramación: Licda. Daniela Martínez Ortiz.

Control de calidad: Óscar Rodríguez Quintana.

Índice GENS como herramienta de priorización de corredores viales para la aplicación del modelo de gestión vial por estándares o niveles de servicio

Palabras clave: índice, proyecto, vial, gestión, estándares.

(506) 2511-2500

✉ direccion@lanamme.ucr.ac.cr • www.lanamme.ucr.ac.cr