

Sub-Saharan Africa Transport Policy Program  
SSATP Working Paper No. 89-A - Spanish



**Herramienta de Evaluación de Redes Viales**

*Guía para el Usuario*

Versión 2.01 - Abril 2009

Rodrigo Archondo-Callao





*SSATP Working Paper No. 89-A - Spanish*

---

**Herramienta de Evaluación de Redes  
Viales  
(Road Network Evaluation Tools)  
RONET**

**Versión 2.01**

**Guía para el Usuario**

**Rodrigo Archondo-Callao**

**Abril 2009**

El SSATP es una asociación internacional para facilitar el desarrollo de políticas y la creación de capacidad en el sector del transporte en África Subsahariana.

Conducir políticas hacia un transporte seguro, fiable y rentable, liberando a la gente a salir de la pobreza y ayudando a los países a competir internacionalmente.

El SSATP es una asociación de

35 Países de África Subsahariana

8 Comunidades Económicas Regionales

3 Instituciones Africanas

*UNECA, AU/NEPAD y AfDB*

7 donantes activos

*CE (donante principal), Dinamarca, Francia, Irlanda, Noruega, Suecia y el Banco Mundial (sede)*

Numerosas organizaciones públicas y privadas, Nacionales y regionales

*El SSATP agradece la contribución financiera y el apoyo de la Comisión Europea, los Gobiernos de Dinamarca, Francia, Irlanda, Noruega, Suecia y el Banco Mundial.*

El Banco Mundial y SSATP que no ofrece garantía alguna en términos de exactitud, precisión, actualidad, fiabilidad, o de otro tipo en relación con el modelo. El usuario se basa en los productos de los programas informáticos y los resultados únicamente a su propio riesgo. En ningún caso el Banco Mundial o cualquier otra persona que ha participado en la creación de este producto es responsable de su aplicación o uso indebido en el terreno. El Banco Mundial se reserva el derecho de hacer revisiones y cambios en el tiempo sin obligación de notificar a ninguna persona de estas revisiones y cambios. Todas las opiniones expresadas en este documento son del autor y no necesariamente de los patrocinadores.

Más publicaciones en el sitio web de SSATP

[www.worldbank.org/afr/ssatp](http://www.worldbank.org/afr/ssatp)

## Tabla de Contenidos

---

Prefacio.....	vii
Agradecimientos.....	ix
Lista de siglas y abreviaturas.....	xi
Parte A - Información general .....	1
Introducción .....	1
Estructura del Modelo .....	4
Características del Software .....	12
Parte B – Módulo de Evaluación del Estado Actual.....	17
Panorama General de la Evaluación del Estado Actual .....	17
Configuración Básica .....	17
Datos del País.....	23
Longitud de la Red Vial .....	29
Longitud y Utilización .....	31
Valor de Activos .....	32
Rugosidad.....	33
Gráficos de Distribución de la Red .....	34
Indicadores de Monitoreo de la Red.....	34
Parte C – Módulo de Evaluación de Desempeño .....	37
Panorama General de la Evaluación de Desempeño .....	37
Configuración de Estándares.....	41
Gastos Históricos .....	46
Desempeño de la Red.....	46
Programa Anual de Trabajo .....	48
Catálogo de Soluciones .....	49
Distribución de las Obras Viales .....	49
Resumen de Obras Viales .....	50
Comparación de Gastos Históricos .....	50
Parte D – Módulo de Ingresos percibidos a través de los Usuarios de las Carreteras .....	51
Panorama General de los Ingresos percibidos a través de los Usuarios de las Carreteras.....	51
Configuración del Parque Vehicular .....	51
Cargos a los Usuarios de las Carreteras .....	52
Requerimientos de Financiación .....	54
Ingresos por Consumo de Combustible.....	56

Ingresos percibidos a través de los Usuarios de las Carreteras .....	57
Comparación de Requerimientos e Ingresos.....	57
Anexos .....	59
Anexo 1: Modelo de Progresión de la Rugosidad en Carreteras Pavimentadas .....	59
Anexo 2: Modelo de Pérdida de Material en Carreteras de Ripio .....	63
Anexo 3: Efectos de la Obras Viales .....	64
Anexo 4: Mejoras al RNET Versión 1.01 .....	66
Referencias .....	69

## Prefacio

---

La Herramienta de Evaluación de Redes Viales (RONET) es un modelo que podría ser utilizado por los encargados de tomar decisiones para apreciar el estado actual de la red de carreteras, su importancia relativa para la economía (por ejemplo, el valor de los activos como porcentaje del PIB) y para calcular un conjunto de indicadores de monitoreo para evaluar el desempeño de la red de carreteras.

RONET evalúa el desempeño en el tiempo de la red de carreteras bajo diferentes estados de mantenimiento. Determina, por ejemplo, el costo mínimo para sostener la red en su estado actual y las estimaciones de los ahorros o los costes a la economía para el mantenimiento de la red en los diferentes niveles de servicio. RNET determina la asignación de gastos entre el mantenimiento recurrente, el mantenimiento periódico y la rehabilitación de obras viales.

Esta versión de RNET determina el estándar de mantenimiento óptimo para cada clase de carretera (el más alto Valor Actual Neto) y la compara con la actual (presupuestaria) y otros estándares de mantenimiento. Por último, se determina el “déficit de financiación”, definido como la diferencia entre los gastos de mantenimiento efectivamente realizados y los gastos de mantenimiento necesarios para mantener la red con un determinado nivel de servicio, considerando además el efecto en el incremento de los costos de transporte de este “déficit de financiación”.

El nuevo Módulo de Ingresos percibidos a través de los Usuarios de Carreteras, estima el nivel de cargos a los usuarios de las carreteras requeridos (por ejemplo, tasa al combustible) para hacer frente a los gastos de mantenimiento de carreteras en diferentes escenarios de presupuesto. Esto podría ser utilizado por los responsables de los fondos viales para revisar y negociar sus presupuestos de gastos y recursos sobre una base sólida.

RONET se desarrolla a partir de los mismos principios que subyacen al Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras (HDM-4). RNET utiliza relaciones simplificadas de los costes de los usuarios de las carreteras, sobre la base de HDM-4 u otras relaciones, y simplifica las ecuaciones de deterioro de las carreteras derivadas de la investigación del HDM-4. Por lo tanto, RNET es un modelo de uso simple, que requiere menos datos y menos capacidad técnica para ejecutarlo que el HDM-4.

El público principal del RNET son los encargados de tomar decisiones en el sector vial, para quienes está concebido como una herramienta para abogar por el apoyo continuo a la iniciativa de mantenimiento de carreteras.



Mustapha Benmaamar, Sr. Transport Specialist, SSATP





## Agradecimientos

---

El desarrollo del modelo RONET está siendo financiado por Programa de Políticas de Transporte de África Sub-Sahariana (SSATP), que es un esquema de colaboración establecido para mejorar las políticas de transporte y fortalecer la capacidad institucional en la región de África. El modelo fue desarrollado por Rodrigo Archondo-Callao, Ingeniero Vial Senior, Banco Mundial, bajo la dirección de Olav E. Ellevset, Sr. Especialista en Transporte, SSATP, y Mustapha Benmaamar, Sr. Especialista en Transporte, SSATP. El desarrollo del modelo se beneficia de las contribuciones de un grupo asesor de pares compuesto por David Luyimbazi (Uganda), Godwin Brocke (Ghana), Atanásio Mugunhe (Mozambique), Joseph Lwiza (Tanzania), Torben Larsen (Dinamarca), Eliamin Tenga (Tanzania) y Alberto Nogales (Bolivia). La traducción al español de este manual fue hecha por Roberto Agosta.



## Lista de siglas y abreviaturas

---

TMDA	Tráfico Medio Diario Anual
ANE	Administración Nacional de Caminos en Mozambique
ESA	Ejes Estándar Equivalentes
ETWTR	Unidad de Transporte del Departamento de Energía, Transporte y Agua (Banco Mundial)
PIB	Producto Interno Bruto
HDM	Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras (Highway Development & Management Model)
HNMS	Sistema de Gestión de la red de Carreteras (Mozambique)
IQL	Nivel de Calidad de la Información (Information Quality Level)
IRI	Índice de Rugosidad Internacional
Km	Kilómetro
PAM	Modelo de Evaluación de Desempeño (Performance Assessment Model)
PMORALG	Administración Regional y de Gobierno Local de la Oficina del Primer Ministro
PMS	Sistema de Gestión de Pavimentos (Performance Assessment Model)
RAFU	Unidad de Formación de la Agencia Vial
RAI	Indicador de Acceso Rural (Rural Access Indicator)
RED	Modelo de Decisión Económica de Carreteras (Road Economic Decision Model)
RMI	Iniciativa de Gestión Vial (Road Management Initiative)
RMMS	Sistema de Gestión de Mantenimiento de Carreteras (Tanzania)
ROCKS	Sistema de Conocimiento de Costos de mantenimiento e inversión en Carreteras (Road Cost Knowledge System)
RONET	Herramienta para la Evaluación de Redes Viales (Road Network Evaluation Tools)
RSSS	Estudio Estratégico del Sector Vial (Mozambique)
RUC	Modelo de Cargos a los Usuarios de Carreteras (Road User Charges Model)
RUCKS	Sistema de Conocimiento de Costos de los Usuarios de Carreteras (Road User Costs Knowledge System)
SAM	Matriz de Contabilidad Social (Social Accounting Matrix)
SSATP	Programa de Políticas de Transporte de África Sub-Sahariana
TS	Tratamiento Superficial
TANROADS	Agencia Nacional de Carreteras de Tanzania
CTT	Costos Totales de Transporte
UNRA	Autoridad Nacional de Carreteras de Uganda
USD	Dólares estadounidenses
VOC	Costo de Operación de Vehículos (Vehicle Operating Cost)



## Parte A - Información general

---

### INTRODUCCIÓN

El modelo de Herramienta de Evaluación de Redes Viales (RONET) está siendo desarrollado para el Programa de Políticas de Transporte de África Sub-Sahariana<sup>1</sup> (SSATP) por la Unidad de Transporte del Departamento de Energía, Transporte y Agua (ETWTR), del Banco Mundial buscando asistir a los encargados de tomar decisiones para lograr lo siguiente:

- Monitorear el estado actual de la red de carreteras
- Planear la asignación de recursos
- Evaluar las consecuencias de las macro-políticas en la red de carreteras
- Evaluar los ingresos por cargos a los usuarios de las carreteras

RONET es una herramienta para evaluar el desempeño de las políticas de mantenimiento y rehabilitación de carreteras y la importancia del sector vial para la economía. Esto, a su vez demuestra a los interesados la importancia del apoyo continuo a iniciativas de mantenimiento de carreteras. Evalúa las condiciones actuales de la red y del tráfico, calcula el valor de los activos y los indicadores de monitoreo de la red de carreteras. Utiliza relaciones específicas por país entre el gasto en mantenimiento y el estado de la carretera, y entre el estado de la carretera y los costos para los usuarios a fin de evaluar a lo largo del tiempo el desempeño de la red sujeta a diferentes estándares de mantenimiento. Determina, por ejemplo, el costo mínimo para el mantenimiento de la red en su estado actual. Asimismo, estima los ahorros o los costos para la economía obtenidos a partir de mantener la red en diferentes niveles de estado de conservación. Asimismo, determina la asignación adecuada de los gastos vinculados a las tareas de mantenimiento recurrente, mantenimiento periódico y obras de rehabilitación de carreteras. Por último, se determina el “déficit de financiación”, definido como la diferencia entre los gastos de mantenimiento efectivamente realizados y los gastos de mantenimiento necesarios para mantener la red con un determinado nivel de servicio, considerando además el efecto en el incremento de los costos de transporte de este “déficit de financiación”.

El modelo se desarrolla a partir de los mismos principios que subyacen al modelo de evaluación económica del Highway Development and Management Model<sup>2</sup> (HDM-4), adoptando simplificaciones de las relaciones de los costos de operación y simplificando las ecuaciones de deterioro del pavimento derivadas de la investigación HDM-4. HDM-4 es un módulo de evaluación económica de un Sistema de Gestión de Pavimentos que puede realizar una evaluación estratégica de una red, evaluando una serie de clases de carreteras similares a lo que se está haciendo en RONET. HDM-4 tiene exhaustivas relaciones entre el deterioro de las carreteras y los costos de operación, tiene una gran flexibilidad en la manera de definir el mantenimiento, rehabilitación o mejora de los estándares a evaluar y realiza una optimización presupuestaria. La característica de HDM-4 es que requiere un gran número de datos de entrada y un especialista en el mismo para correr el modelo, y sus resultados son limitados y requieren de la manipulación externa. Muy pocos de los resultados del RONET surgen automáticamente del HDM-4, aunque la mayoría de los mismos pueden obtenerse de procesar las entradas y sa-

lidas del HDM-4 en Excel o Access. La característica de RONET es el uso de relaciones simplificadas entre el deterioro de las carreteras y los costos de operación, la forma restringida para la definición de estándares, la incapacidad para evaluar mejoras de los estándares y la falta de un módulo de optimización del presupuesto.

El público principal para RONET son los encargados de tomar de decisiones en el sector vial, para los que está diseñado como una herramienta para promover el incremento de fondos específicos o para recuperar costos de obras viales. Esta nueva versión de RONET proporciona una interfaz entre los gastos de mantenimiento de carreteras y las necesidades de financiación, a través de los cargos a los usuarios de las carreteras. Esto podría ser utilizado por las juntas de fondos viales para desarrollar un caso para negociar y revisar sus presupuestos sobre una base sólida.

RONET se está desarrollando para su uso en la región de África, pero no hay impedimentos para su aplicación en cualquier otro país del mundo. RONET incluye una serie de herramientas analíticas diseñadas para evaluar la red de carreteras y el sector vial de un país a nivel macro mediante la evaluación de una serie de clases de carreteras representativas que pueden ser caracterizadas, por ejemplo, por (i) su clasificación funcional, (ii) el tipo de superficie, (iii) el nivel de tráfico, (iv) los estados de la carretera, (v) el terreno, (vi) el clima y (vii) la región geográfica.

En el pasado SSATP ha desarrollado otras dos herramientas de software, también diseñadas para evaluar una red completa de carreteras, mediante la evaluación de una serie de clases de carreteras representativas, de la siguiente manera:

- El Road User Charges Model Versión 3.03 (RUC), que evalúa escenarios de cargos a los usuarios de las carreteras en un país, evaluando dos clases de carreteras en estado bueno y regular diferenciadas por nivel de tráfico y estima los requerimientos de mantenimiento recurrente y periódicos derivados de la búsqueda en los cuadros de solución. El modelo RUC representa toda la red de un país a través de un máximo de 160 clases de carreteras que son funciones del tráfico, porcentaje de automóviles, camiones de carga, resistencia del pavimento, medio ambiente, nivel de los gastos de representación y los gastos de operación de los vehículos.
- El Performance Assessment Model Versión 1.04 (PAM), que estima el desempeño de una red de carreteras en diferentes escenarios presupuestarios, evaluando las clases de carreteras en cualquier estado de conservación, pero sin diferenciar las clases de carreteras por el nivel de tráfico y estimando los requerimientos de mantenimientos periódicos y recurrente derivados de un modelo de deterioro lineal. El modelo PAM representa toda la red de un país por un máximo de 64 clases de carreteras que son funciones de la clasificación funcional, el tipo de pavimento y su estado.

RONET se está desarrollando para reemplazar la funcionalidad de los modelos RUC y PAM y para añadir nuevos módulos de evaluación e informes de salida. RONET está siendo desarrollado en una forma modular, caracteriza a toda la red de carreteras de un país permitiendo la definición de un máximo de 625 clases de carreteras e incluye modelos simplificados de deterioro de las carreteras sobre la base de la investigación HDM-4. La versión 2.0 de RONET implementa los siguientes módulos de evaluación:

- *Evaluación del Estado Actual* que calcula las estadísticas de la red vial actual y los indicadores de monitoreo de la red
- *Evaluación de Desempeño* que evalúa el desempeño de la red vial bajo diferentes escenarios presupuestarios de rehabilitación y mantenimiento, y presenta las consecuencias para el organismo vial, para los usuarios de la carretera y para la infraestructura vial
- *Ingresos percibidos a través de los Usuarios de la carretera* que evalúa los ingresos recaudados a través de los cargos a los usuarios del camino y los compara con los requerimientos de fondos

Las principales mejoras de la versión 2.0 son las siguientes:

- Se añadió un nuevo módulo para evaluar los ingresos percibidos a través de los usuarios de la carretera
- El módulo de Evaluación del Estado Actual ahora computa indicadores de seguridad de la red
- El módulo de Evaluación de Desempeño fue rediseñado para comparar (i) escenarios presupuestarios, (ii) escenarios de estándares de mantenimiento y rehabilitación o (iii) escenarios de estándares personalizados por el usuario
- El módulo de Evaluación de Desempeño ahora calcula el estándar óptimo por clase de camino (el de mayor Valor Actual Neto) representando el escenario presupuestario óptimo
- El módulo de Evaluación de Desempeño tiene ahora nuevos reportes de salida presentando, por ejemplo, el cronograma anual de obras, catálogos de soluciones e indicadores de asequibilidad para un dado escenario presupuestario
- El escenario presupuestario personalizado es ahora definido por el usuario al seleccionar un estándar de mantenimiento por tipo de red y nivel de tráfico
- RNET calcula ahora los costos de las obras viales por Vehículo-Km (\$/veh-km) para un dado escenario presupuestario
- Los tipos de red predeterminados son ahora Autopistas, Primarias, Secundarias, Terciarias y Sin Clasificar

## ESTRUCTURA DEL MODELO

Para correr RONET se debe primero revisar las páginas de Configuración y modificar cualquier dato de configuración, si es necesario. Las celdas con un fondo amarillo brillante indican insumos específicos de cada país que se espera sean modificados por el usuario, mientras que las celdas con fondo color amarillo oscuro indican valores predeterminados de RONET definidos por el usuario que probablemente no sea necesario que el usuario modifique. Entonces se ingresan los insumos específicos por país en las siguientes páginas de entrada de datos:

- *Información del país* que recopila superficies, población total, población rural, producto interno bruto a precios de mercado, red vial completa del País, consumo de combustibles diesel y gasolina, parque vehicular total, tasa de descuento, tasas de crecimiento de tráfico, anchos de pavimento, los costos unitarios de obras, costos unitarios de los trabajos de mantenimiento periódico, características del nivel de tráfico, relación entre los costos viales unitarios de los usuarios del parque vehicular y la rugosidad, y las tasas de accidentes y los costos
- *Longitud de la Red de Carreteras* que recopila la distribución de longitudes de la red según clases de carreteras que son función del tipo de red, de la superficie de rodamiento, de la categoría del tráfico y del estado de conservación
- *Gastos Históricos* que recopilan los gastos históricos medios de los caminos y obras viales durante los últimos 5 años por clase de superficie y tipo de obra vial
- *Cargo al usuario de carreteras* que recoge los gastos corrientes de los usuarios de las carreteras asignados a un fondo vial, una agencia vial o al presupuesto general
- *Requerimientos de financiamiento* que recogen los requerimientos de financiamiento para los mantenimientos regulares, los mantenimientos periódicos, los trabajos de rehabilitación, administración y gastos de inversión que deben ser cubiertos por los cánones a los usuarios de las carreteras

La longitud de la red vial del RONET puede cubrir el sistema vial entero de un país (caminos, carreteras, autopistas, calles, avenidas, etc.) o una red vial parcial; por ejemplo, la red vial de un estado o provincia de un país, o la red vial gestionada por la agencia vial principal. La red vial es representada por clases de caminos son función de (i) cinco tipos de redes, (ii) cinco tipos de superficie, (iii) cinco categorías de tráfico, y (iv) cinco categorías de estado de conservación, que totalizan un máximo de 625 clases de caminos. El Cuadro 1 muestra las clases de caminos representativas.



**Cuadro 1. Matriz de Clases de Carreteras: Evaluación General de la Red**

Matriz de Clases de Carreteras: Evaluación General de la Red					
Tipo de Red	Tipo de Superficie				
	Hormigón	Asfalto	T.S.	Ripio	Tierra
Autopista					
Primaria					
Secundaria					
Terciaria					
Sin Clasificar					

Categoría de Tráfico	Categoría de Estado				
	Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo
Tráfico I					
Tráfico II					
Tráfico III					
Tráfico IV					
Tráfico V					

### Tipos de Redes

La red vial está subdividida en al menos cinco tipos de red que son definidas por el usuario. La configuración predeterminada subdivide la red en cinco tipos de redes caracterizadas por la clasificación funcional, pero con la opción de cambiar la configuración predeterminada y redefinir las características de cada tipo de red vial. Por ejemplo, cada tipo de red puede representar una región, un tipo de terreno ó un tipo de clima diferente. El Cuadro 2 muestra la configuración predeterminada y las configuraciones definidas por el usuario.

**Cuadro 2. Configuración Predeterminada y Configuraciones Alternativas**

Tipo de Red	Configuración Predeterminada	Ejemplos de Configuraciones Alternativas	
	Tipo por Clase Funcional	Tipo por Región Geográfica	Tipo por Tipo de Terreno
1	Autopista	Región Norte	Llanura
2	Primaria	Región Sur	Ondulado
3	Secundaria	Región Oriental	Montañoso
4	Terciaria	Región Occidental	N/A
5	Sin Clasificar	Región Central	N/A

Los tipos de redes viales predeterminados de RNET están basadas en la clasificación funcional de los caminos. Los tipos de redes predeterminados son los siguientes:

- *Autopista:* caminos especialmente diseñados y construidos para transporte automotor, que no sirven a las propiedades lindantes, con cuatro o más carriles, con calzadas separadas para las dos direcciones del tráfico y con control de accesos.
- *Primaria:* carretera arterial, principal, troncal o carreteras nacionales, que son las carreteras fuera de las zonas urbanas que pertenecen al nivel superior de la red vial y que, en general, tienen mayores estándares de diseño que otras carreteras. Estos caminos suelen proporcionar el más alto nivel de movilidad, a la velocidad más alta para tráfico de larga distancia. Estas carreteras constituyen la principal vía de comunicación entre y dentro las principales regiones del país, entre las capitales regionales y las principales ciudades de peso en la economía nacional y con interacción social, y entre el país y los países limítrofes, cuya función principal es proporcionar acceso a terminales de carga, incluidos los puertos.
- *Secundaria:* Colectoras, clasificadas como caminos rurales o regionales, que son las principales rutas abastecedoras a las carreteras primarias y proveen los principales nexos entre ellas. Estas carreteras generalmente proveen un grado menor de movilidad que las carreteras primarias, siendo diseñadas para viajes a menores velocidades y por distancias más cortas. Estas carreteras son la principal vía de comunicación entre carreteras primarias y ciudades principales, así como entre carreteras principales y centros importantes, que tienen un importante rol económico, social, turístico o de recreación (por ejemplo, desarrollo del turismo y de los recursos).
- *Terciario:* las carreteras locales, que están clasificadas como caminos rurales o locales. Son carreteras caracterizadas por estándares de diseño y de tráfico comparativamente más bajos. Estas carreteras proveen acceso básico entre propiedades residenciales y comerciales, conectando con carreteras de orden superior. La función de estos caminos es proporcionar acceso a los asentamientos rurales dispersos y servir principalmente los servicios sociales locales, así como facilitar el acceso a los mercados y, en general, constituyen la primera etapa del viaje al trabajo.
- *Sin clasificar:* caminos no clasificados, son carreteras que no entran en ninguna de las categorías previamente descritas. Estos caminos incluyen carreteras públicas de uso especial que no pueden ser asignadas en ninguna de las clases enunciadas y que sirven en forma casi exclusiva a una actividad o función específica, como ser la recreación, la silvicultura, la minería, la movilidad en parques nacionales o el acceso a presas.

En los diferentes países, las diferentes redes viales son gestionadas por diferentes agencias viales o entidades; es por ello que RONET permite la definición de la responsabilidad en la gestión de cada tipo de red de carreteras. En la página de Configuración Básica de RONET, se asigna un posible tipo de gestión o entidad (responsabilidad de gestión y de financiación) para cada tipo de red vial. Los tipos de gestión definidos por los usuarios predeterminados son los siguientes:

- Sector *Privado:* carreteras que están bajo la jurisdicción de concesionarios
- Agencia Vial *Nacional:* carreteras que están bajo la jurisdicción de la agencia nacional de carreteras
- Agencias Viales *Regionales:* carreteras que están bajo la jurisdicción de gobiernos regionales, provinciales o estatales
- Agencias Viales *Locales:* carreteras bajo jurisdicción de gobiernos distritales o locales

- Municipalidades *Urbanas*: carreteras, calles y avenidas que están bajo jurisdicción de gobiernos de pueblos o ciudades

## Tipos de Superficies

Cada tipo de red es subdividida en los siguientes cinco posibles tipos de superficies:

- Pavimento de Hormigón
- Pavimento de Mezcla Asfáltica
- Pavimento con Tratamiento Superficial
- Camino de Ripio
- Camino de Tierra

Las características de cada tipo de superficie son definidas en la página de Configuraciones Básicas.

## Categorías de Tráfico

Cada tipo de superficie está dividido en cinco posibles categorías de tráfico (Tráfico I, Tráfico II, Tráfico III, Tráfico IV, Tráfico V). A cada categoría de tráfico, se le asigna uno de los nueve posibles niveles de tráfico (T1 a T9) definidos en la página de Configuraciones Básicas del RNET. El Cuadro 3 presenta los nueve niveles de tráfico predeterminados del RNET, basado en una escala logarítmica. El cuadro presenta las características de cada nivel de tráfico y los correspondientes estándares geométricos y de pavimento ilustrativos. Los estándares geométricos y de pavimentos son específicos para cada país y son el producto de una evaluación económica por lo tanto, los estándares presentados en el cuadro 3 se presentan sólo con fines ilustrativos.

**Cuadro 3. RNET Niveles de Tráfico Predeterminados**

Nivel de Tráfico	Tráfico Medio Diario Anual (TMDA)		Promedio (veh/día)	Estándares Ilustrativos	
	Mínimo (veh/día)	Máximo (veh/día)		Estándar Geométrico	Estándar de Pavimentos
T1	0	10	5	1-carril	Tierra sin conformar
T2	10	30	20	1-carril	Tierra conformada
T3	30	100	65	2-carriles	Ripio
T4	100	300	200	2-carriles	Ripio
T5	300	1.000	650	2-carriles	Pavimento
T6	1.000	3.000	2.000	2-carriles	Pavimento
T7	3.000	10.000	6.500	2-carriles	Pavimento
T8	10.000	30.000	20.000	4-carriles	Pavimento
T9	30.000	100.000	65.000	multi-carriles	Pavimento

- Los estándares se presentan sólo con fines ilustrativos. Los estándares correctos son específicos de cada país.

- TMDA para vehículos motorizados de 4 ruedas o más y tráfico en 2 sentidos

El Cuadro 4 presenta la asignación de niveles de tráfico predeterminados de RNET a cada categoría de tráfico por tipo de superficie. Lo más probable es que no se necesite cambiar las características de cada nivel de tráfico ni la asignación del nivel predeterminado de RNET a cada categoría de tráfico.

**Cuadro 4. RONET Asignación predeterminada de los niveles de Tráfico**

Tipo de Superficie	Categoría de Tráfico	Nivel de Tráfico	Tráfico Medio Diario Anual (TMDA)			Estándares Ilustrativos	
			Mínimo (veh/día)	Máximo (veh/día)	Promedio (veh/día)	Estándar Geométrico	Estándar de Pavimento
Tierra	Tráfico I	T1	0	10	5	1-carril	Tierra sin conformar
	Tráfico II	T2	10	30	20	1-carril	Tierra conformada
	Tráfico III	T3	30	100	65	2-carriles	Ripio
	Tráfico IV	T4	100	300	200	2-carriles	Ripio
	Tráfico V	T5	300	1,000	650	2-carriles	Pavimento
Ripio	Tráfico I	T2	10	30	20	1-carril	Tierra conformada
	Tráfico II	T3	30	100	65	2-carriles	Ripio
	Tráfico III	T4	100	300	200	2-carriles	Ripio
	Tráfico IV	T5	300	1.000	650	2-carriles	Pavimento
	Tráfico V	T6	1.000	3.000	2.000	2-carriles	Pavimento
Pavimentada	Tráfico I	T4	100	300	200	2-carriles	Ripio
	Tráfico II	T5	300	1.000	650	2-carriles	Pavimento
	Tráfico III	T6	1.000	3.000	2.000	2-carriles	Pavimento
	Tráfico IV	T7	3.000	10.000	6.500	2-carriles	Pavimento
	Tráfico V	T8	10.000	30.000	20.000	4-carriles	Pavimento

- Los estándares se presentan sólo con fines ilustrativos. Los estándares correctos son específicos de cada país.

- TMDA para vehículos motorizados de 4 ruedas o más y tráfico en 2 sentidos

### Categorías de Estado de los Caminos

Cada tipo de red, tipo de carretera y categoría de tráfico está subdividida en cinco posibles categorías de estado de conservación de los caminos definidas en función de la evaluación de la ingeniería de las obras viales de inversión (trabajos de mantenimiento periódico y obras de rehabilitación) necesarias para llevar la carretera a un muy buen estado. Los trabajos de mantenimiento recurrente son necesarios para todas las carreteras cada año, por lo que no se consideran en la definición de las clases de estado de caminos.

Para caminos pavimentados, las clases de estado de conservación se definen de la siguiente forma:

- a) *Muy Bueno*: Caminos en muy buen estado de conservación que no requieren obras de inversión.
- b) *Bueno*: Caminos en buen estado de conservación que están mayormente libres de defectos, requiriendo algunos trabajos de mantenimiento menores, tales como tratamientos preventivos o sellado de juntas.
- c) *Regular*: Caminos en estado de conservación regular con defectos y debilitamientos en la resistencia estructural, que requieren una repavimentación superficial (mantenimiento periódico), pero sin la necesidad de demoler el pavimento existente.
- d) *Malo*: Caminos en un mal estado de conservación que requieren rehabilitación (refuerzo o reconstrucción parcial).
- e) *Muy Malo*: Carreteras en un muy mal estado de conservación que requieren una reconstrucción total, casi equivalente a una construcción nueva.

Para caminos de ripio, las clases de estado de caminos son definidas de la siguiente forma:

- a) *Muy bueno*: Caminos en un muy buen estado que no requieren obras de inversión.
- b) *Bueno*: Caminos en buen estado son aquellos que requieren solamente de reenripiados puntuales.
- c) *Regular*: Caminos en estado regular que requieren reenripiado (mantenimiento periódico).
- d) *Malo*: Caminos en mal estado que requieren una reconstrucción parcial.
- e) *Muy Malo*: Caminos en un estado de conservación muy malo que requieren una reconstrucción total, casi equivalente a una construcción nueva.

Para caminos de tierra, las clases de estado de caminos son definidas de la siguiente forma:

- a) *Muy Bueno*: Caminos en muy buen estado que no requieren obras de inversión.
- b) *Bueno*: Caminos en buen estado que solamente requieren reparaciones puntuales.
- c) *Regular*: Caminos en estado regular requieren reperfilado profundo.
- d) *Malo*: Caminos en mal estado que requieren reconstrucción parcial.
- e) *Muy Malo*: Caminos en muy mal estado de conservación requieren una reconstrucción total, casi equivalente a una construcción nueva.

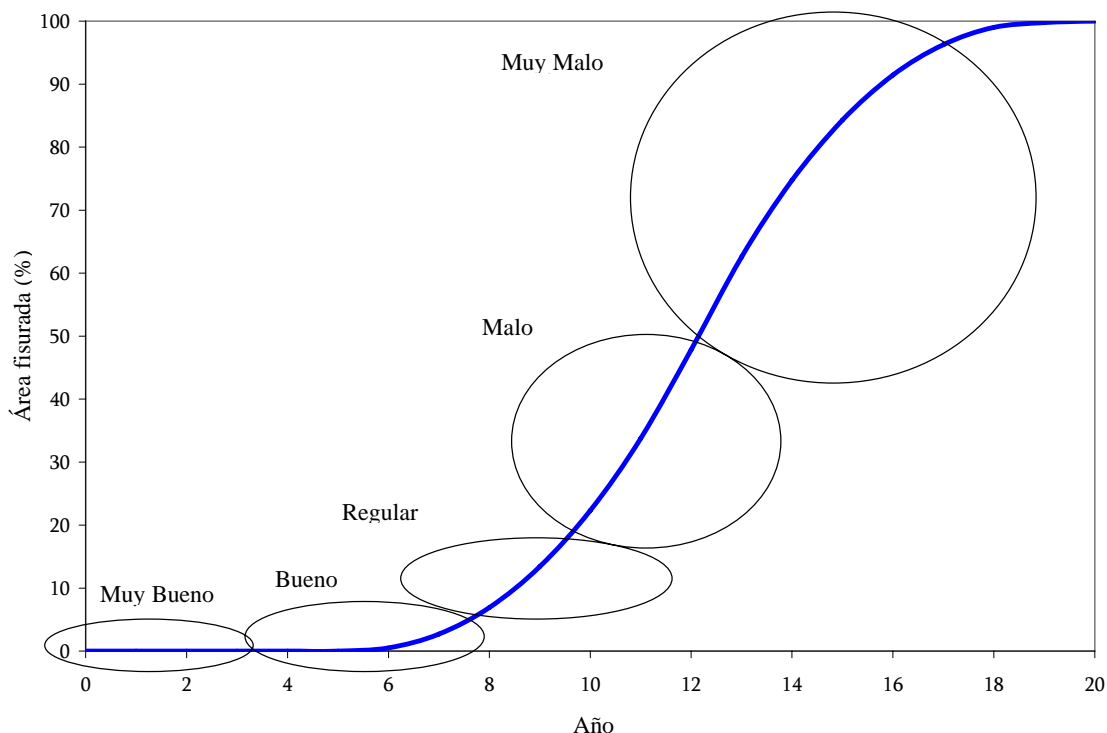
El Cuadro 5 presenta un resumen de las obras de inversión necesarias para llevar una carretera a un estado Muy Bueno por tipo de superficie.

**Cuadro 5. Obras Viales de Inversión Necesarias para llevar una Carretera a un Estado Muy Bueno**

Obras Viales de Inversión Necesarias para llevar una Carretera a un Estado Muy Bueno			
Categoría de Estado	Carreteras con recubrimiento bituminoso	Carreteras de Ripio	Carreteras de Tierra
Muy Bueno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Bueno	Tratamiento Preventivo	Reenripiado puntual	Reparaciones puntuales
Regular	Repavimentar	Reenripiar	Agregado de gruesos
Malo	Refuerzo	Reconstrucción Parcial	Reconstrucción Parcial
Muy Malo	Reconstrucción Total	Reconstrucción Total	Reconstrucción Total

La figura 1 presenta las categorías de estados de caminos de carreteras con recubrimiento bituminosos, tomando las áreas fisuradas y la edad del pavimento.

**Figura 1. Categorías de Estados de Caminos de Carreteras con Recubrimiento Bituminoso**



Para evaluar las consecuencias para el organismo vial, la infraestructura y la economía de la aplicación de diferentes estándares de mantenimiento y rehabilitación, RONET debe asociar un valor promedio de rugosidad a cada categoría de estado del camino. En el Cuadro 6 se presentan las características básicas predeterminadas de RONET para cada clase de estado de camino en términos de rugosidad y las correspondientes velocidades de los vehículos sobre un terreno plano para caminos no pavimentados. Los valores de rugosidad son específicos de cada país y definido por el usuario en la página de Configuración Básica de RONET. Tenga en cuenta que las velocidades de los vehículos se dan a título ilustrativo y no se utilizan en el modelo RONET.

RONET está configurado por defecto para reflejar las características promedio de las carreteras que son aplicables a las condiciones de los países en vías de desarrollo. Si es necesario, RONET puede ser configurado para reflejar mejor las condiciones locales. En las páginas de configuración, las celdas de color amarillo brillante indican los inputs específicos de cada país que se espera se modifiquen, mientras que las celdas con fondo amarillo tenue indican valores definidos por el usuario que RONET usa por defecto que probablemente no se modificarán.

**Cuadro 6. Características Básicas Predeterminadas de RONET de cada Clase de Estado de Camino**

Tipo de Superficie	Categoría de Estado	Rugosidad (IRI m/km)			Velocidad (km/hr)
		Mínima	Máxima	Promedio	
Hormigón	Muy Bueno	1,0	2,5	2,0	
	Bueno	2,5	3,5	3,0	
	Regular	3,5	6,0	4,0	
	Malo	6,0	10,0	8,0	
	Muy Malo	10,0	16,0	12,0	
Mezcla Asfáltica	Muy Bueno	1,0	2,5	2,0	
	Bueno	2,5	3,5	3,0	
	Regular	3,5	5,5	4,5	
	Malo	5,5	10,5	8,0	
	Muy Malo	10,5	16,0	12,0	
Tratamiento Superficial	Muy Bueno	1,0	3,5	3,0	
	Bueno	3,5	4,5	4,0	
	Regular	4,5	6,5	5,5	
	Malo	6,5	11,5	9,0	
	Muy Malo	11,5	16,0	13,0	
Ripio	Muy Bueno	1,0	6,0	5,0	90-110
	Bueno	6,0	9,0	7,0	70-90
	Regular	9,0	13,5	11,0	40-70
	Malo	13,5	18,0	16,0	30-40
	Muy Malo	18,0	25,0	20,0	20-30
Tierra	Muy Bueno	1,0	8,0	7,0	90-110
	Bueno	8,0	11,0	9,0	70-90
	Regular	11,0	15,5	13,0	40-70
	Malo	15,5	20,0	18,0	30-40
	Muy Malo	20,0	25,0	22,0	20-30

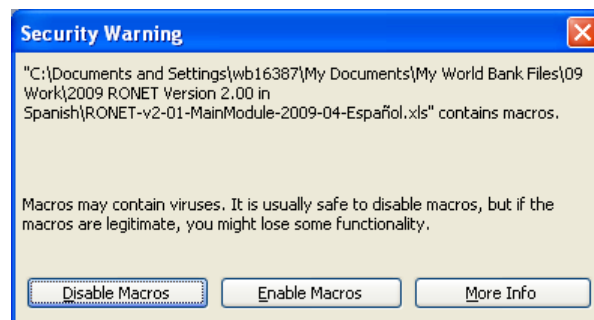
Velocidad: representa el rango de velocidades de los vehículos en la temporada seca en terreno llano

## CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE

RONET está implementado sobre un libro de Microsoft Office Excel 2003. Para correr RONET, se debe abrir el siguiente libro Excel:

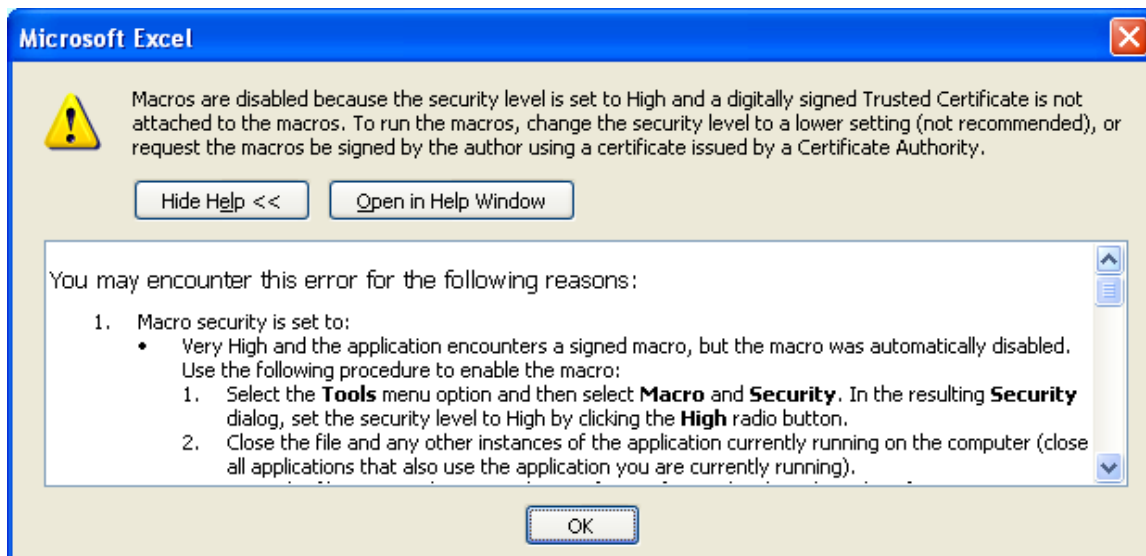
### RONET v2.01-MainModule-2009-04.xls

RONET se basa en las macros de Excel para realizar sus cálculos, por lo que Excel debe estar configurado para permitir las macros. Si Excel está configurado correctamente, aparecerá el siguiente mensaje al abrir el libro Excel del RONET.



En este caso, seleccione la opción "Habilitar macros" para ir al menú principal de RONET.

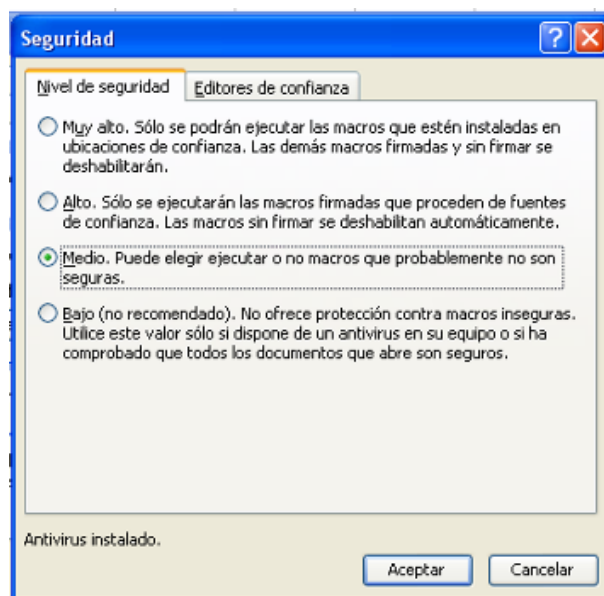
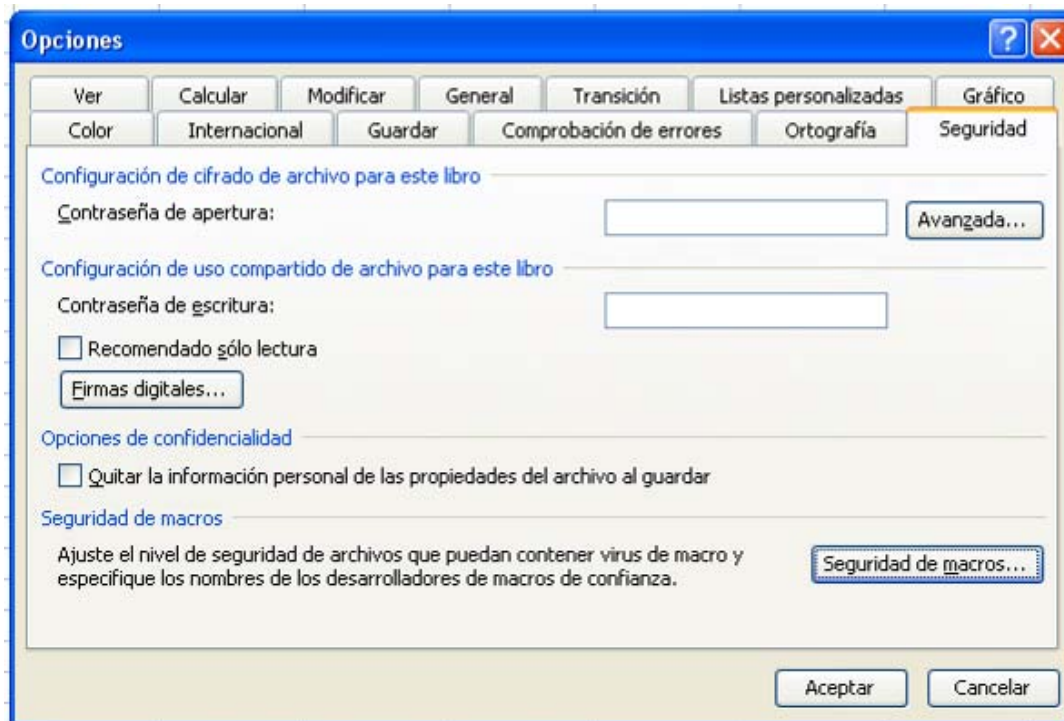
Si Excel no está configurado correctamente, aparecerá el siguiente mensaje al abrir el RONET, lo que indica que el nivel de seguridad de Excel está establecido demasiado alto.





Para poder ejecutar las macros del RONET, deberá cambiar el nivel de seguridad de Excel a medio siguiendo los pasos enunciados a continuación:

1. Seleccione el menú **Herramientas** del Excel y a continuación, seleccione **Opciones**. Dentro de las solapas de Opciones, seleccione la solapa **Seguridad** y pulse el botón **Seguridad de macros**. En el cuadro de diálogo resultante de **Seguridad**, establezca el nivel de seguridad en Medio, haciendo clic en el botón Medio del rango. Vea las capturas de pantalla a continuación.



2. Cierre el libro Excel y cualquier otra utilidad de la aplicación Excel que estuviera corriendo en la computadora.
3. Abra el libro Excel de RNET nuevamente y haga clic en el botón de **Habilitar Macros** en el cuadro de diálogo de Advertencia de Seguridad, para poder ejecutar las macros.

Al abrir RNET, se le presenta el siguiente menú principal:

Paso	Configuración	Entradas	Cálculos	Salidas
1)	C-Configuración Básica	E-Datos del País E-Longitud de la Red Vial	Evaluación del Estado Actual	S-Longitud & Utilización S-Valor Patrimonial S-Rugosidad S-Gráficos de Distribución de la Red Vial S-Indicadores de Monitoreo de la Red Vial
2)	C-Configuración Estándares	E-Gastos Históricos	Evaluación de Desempeño PAM	S-Desempeño de la Red Vial S-Programa Anual de Obras S-Catalogo de Soluciones S-Distribución de Obras Viales S-Resumen de Obras Viales S-Comparación de Gastos Históricos
3)	C-Configuración Vehículos	E-Cargos a los Usuarios E-Requerimiento de Financiación	Ingresos de Usuarios	S-Ingreso por Consumo de Combustible S-Ingreso Recibidos de Usuarios S-Comparación Requerimientos e Ingresos

El menú está subdividido en las siguientes áreas:

- Pasos: presenta la secuencias de pasos para correr el modelo
- Configuración: presenta las páginas de configuración del modelo
- Entradas: presenta las páginas donde se ingresan los parámetros de entrada del modelo
- Cálculos: presenta los botones para presionar para realizar los cálculos
- Salidas: presenta las páginas que almacenan los resultados de los cálculos

Para ver una página, pulse el enlace correspondiente (nombre de la página) y será direccionado a ella. Si está viendo las páginas de Configuración, Entradas o Salidas y quiere volver al menú principal, pulse el hipervínculo **M** que se encuentra en la esquina superior izquierda de la página (celda A1). Todas las páginas están formateadas para ser impresas, por lo tanto, si es necesario utilice las opciones de impresión de Excel para imprimir cualquiera.

El primer módulo RNET es el módulo que realiza la evaluación de la red actual. En este módulo, no es necesario pulsar ningún botón para calcular los resultados, ya que se calculan todos con fórmulas de Excel.

El segundo módulo RNET es el módulo que realiza la evaluación del desempeño de la red. Para utilizar este módulo, primero se debe ingresar la Configuración y los parámetros de Entrada del módulo de evaluación del estado actual. En este módulo, es necesario pulsar el botón correspondiente a "Evaluación de Desempeño" para calcular los resultados, que se calculan utilizando las macros de Excel. Tenga en cuenta lo siguiente:

- Al pulsar el botón de Evaluación del Desempeño, RONET le preguntará si desea guardar los resultados intermedios de los cálculos en un libro de carácter temporal. Si selecciona Sí, todos los resultados intermedios se almacenan en un nuevo libro creado automáticamente por RONET. El nuevo trabajo se llama "Libro1", "Libro2", "Libro3", y así sucesivamente. Una vez que haya terminado la revisión de un libro temporal, se lo puede cerrar o guardar si es necesario (guardar con un nombre diferente si es necesario). Si selecciona No, no se crea el libro temporal.
- Para calcular los resultados tarda entre dos y cinco minutos, dependiendo de la velocidad de procesamiento de la computadora. El estado de los cálculos se presenta en la línea de estado de Excel en la esquina inferior izquierda de la pantalla. Cuando se concluyen todos los cálculos, el modelo presenta un mensaje indicando el final y la duración de los mismos.

El tercer módulo RONET es el módulo que calcula los ingresos percibidos por los cargos por el uso de la carretera y los compara con las necesidades de financiación. Para utilizar este módulo, primero se debe ingresar la configuración y los parámetros de entrada de los módulos de evaluación del estado actual y de evaluación de desempeño y presionar el botón de "Evaluación del Desempeño" en el módulo correspondiente. En el módulo de ingresos percibidos a través de los usuarios de las carreteras, no hay necesidad de presionar ningún botón para calcular los resultados, ya que se computan todos con fórmulas de Excel.

Cuando se muestra una página de Configuración, Entradas o Salidas, notará que algunas celdas tienen un fondo amarillo. Estas celdas son celdas de entrada donde se ingresan los datos de entrada o las opciones de salida del modelo. Las celdas de color amarillo brillante indican parámetros de entrada específicos de cada país que se espera se modifiquen, mientras que las celdas con fondo de color amarillo oscuro indican celdas definidas por los usuarios que RONET define por defecto, que probablemente no sea necesario modificar. Todas las celdas con un fondo blanco contienen etiquetas (fuente negra) o fórmulas (fuente azul). Sólo se pueden editar las celdas de entradas con fondos de color amarillo, porque todas las demás celdas están protegidas. Si necesitas desproteger una página, seleccione el menú Herramientas de Excel y, a continuación seleccione Proteger y Desproteger Hoja.

RONET se puede utilizar con cualquier moneda, pero los campos numéricos y decimales se establecen para ajustarse a dólares de los EE.UU. y todos los valores predeterminados de RONET se proporcionan en dólares de los EE.UU. Si decide utilizar cualquier otra moneda, hay que tener cuidado de introducir todos los insumos y los valores predeterminados en la misma moneda en todas las páginas de configuración y entradas de RONET. En ese caso, todos los resultados se presentarán en esa moneda.

Para llevar a cabo una evaluación del estado actual, siga los siguientes pasos.

- Si es necesario, modifique la configuración básica
- Introduzca los datos de los países
- Introduzca los datos de la red
- Vea las correspondientes páginas de salidas

Para llevar a cabo una evaluación del desempeño, siga los siguientes pasos.

- Si es necesario, modifique la configuración básica, si no lo hizo antes
- Si es necesario, modifique los estándares de configuración
- Introduzca los datos del país, si no lo hizo antes
- Introduzca los datos de la red, si no lo hizo antes
- Opcionalmente, introduzca los datos históricos de gastos
- Presione el botón "Evaluación del Desempeño" y espere a que se completen los cálculos
- Vea las correspondientes páginas de salidas, seleccionando de la fila 1 el escenario presupuestario correspondiente, la clase de superficie de la red, el tipo de obra vial o el período

Para llevar a cabo una evaluación de los ingresos percibidos a través de los usuarios de la carretera, siga los siguientes pasos.

- Lleve a cabo una evaluación del estado actual de la red y de su utilización
- Si es necesario, modifique la configuración del parque vehicular
- Introduzca los datos de cargos a los usuarios de la carretera
- Introduzca los datos de necesidades de financiación
- Vea las correspondiente páginas de salida

## Parte B — Módulo de Evaluación del Estado Actual

---

### PANORAMA GENERAL DE LA EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL

Este módulo de RNET evalúa el estado actual de la red y presenta un resumen de estadísticas y los indicadores de supervisión de red. Los resultados de este módulo son las siguientes.

- Longitud y Utilización: presenta la longitud de la red y la distribución de utilización por tipo de red y tipo de superficie
- Valor del activo: presenta la distribución del máximo valor de los activos de red y del valor efectivo al momento actual de los activos por tipo de red y tipo de superficie
- Rugosidad: presenta la rugosidad promedio de la red ponderada por km y la rugosidad promedio de la red ponderada por vehículo-km por tipo de red y tipo de superficie
- Gráficos de Distribución de la Red: presenta los gráficos de distribución en la red de la longitud, la utilización, y el valor máximo y efectivo al momento actual de los activos por tipo de red y tipo de superficie
- Indicadores de Monitoreo de la Red: presenta los indicadores de monitoreo de la red vial

Todos los resultados se calculan utilizando las fórmulas de Excel, por lo tanto, no hay que presionar ningún botón para calcular los resultados, que además se recalculan automáticamente al cambiar cualquier dato de configuración o de entrada. Las páginas de Salidas contienen cuadros y gráficos y están formateados para imprimirse, por lo tanto, si fuera necesario, utilice las opciones de impresión de Excel para imprimir estas páginas.

### CONFIGURACIÓN BÁSICA

#### Tipos de Gestión

En la página de Configuración Básica, la primera opción es definir los posibles tipos de gestión de las responsabilidades presentes en el país. RNET muestra, como uno de sus productos, los costos requeridos por la agencia vial y otros indicadores resumidos por tipo de gestión. Los tipos de gestión predefinidos son los siguientes:

- Sector *Privado*: las carreteras que están bajo la jurisdicción de los concesionarios
- Agencia Vial *Nacional*: las carreteras que están bajo la jurisdicción de la agencia vial nacional
- Agencia Vial Regional: las carreteras que están bajo la jurisdicción de los gobiernos regionales, provinciales o estatales
- Agencias Viales Locales: carreteras bajo la jurisdicción de gobiernos locales o distritales
- Municipalidades Urbanas: carreteras, calles y avenidas que están bajo la jurisdicción de los gobiernos de las ciudades o los pueblos

## Tipos de Red

La segunda opción define los nombres de los cinco tipos de red caracterizados para un país o una parte de la red vial. Por ejemplo, se puede subdividir una red por su clasificación funcional, su región geográfica o su terreno. Los valores predeterminados definidos por tipo de red según la clasificación funcional (Autopistas, Primaria, Secundaria, Terciaria o No Clasificada) se indican en el cuadro 7.

**Cuadro 7. Tipos de Red**

Tipos de Red	Tipo de Terreno (1 a 3)	Tipo de Medio Ambiente (1 a 23)	Tipo de Gestión
Autopistas	2	12	Nacional
Primaria	2	12	Nacional
Secundaria	2	12	Regional
Terciaria	2	12	Local
No Clasificada	2	12	Local

Los tipos de red pueden ser definidos de manera diferente en diferentes países. Por ejemplo, en China, los tipos de red podrían definirse como: Autopista, carreteras Clase I, Clase II, Clase III y Clase IV, y en otro país, donde todos los caminos son gestionados por una sola entidad vial, los tipos de red podrían presentar las diferentes regiones del país: Norte, Sur, Centro, Oriente y Occidente. En otro país, se podrían añadir calles urbanas y avenidas en la evaluación. Por lo tanto, se espera que la mayoría de los usuarios configure la definición de los tipos de red a fin de reflejar las condiciones locales. Algunos ejemplos se dan en el cuadro 8.

**Cuadro 8. Configuraciones Predeterminadas y Alternativas**

Tipos de Red	Configuración Predeterminadas	Ejemplos de Configuraciones Alternativas	
	Tipos por Clase Funcional	Tipos por Regiones Geográficas	Tipos por Tipo de Terreno
1	Autopistas	Región Norte	Terreno Llano
2	Primaria	Región Sur	Terreno Ondulado
3	Secundaria	Región Oriental	Terreno Montañoso
4	Terciaria	Región Occidental	ND
5	Sin Clasificar	Región Central	ND

Una vez que se definieron los tipos de red, se debe entonces definir, para cada tipo de red, el tipo de terreno medio (1 a 3), el tipo de ambiente medio (1 a 23) y la entidad de gestión (tipo de gestión) responsable de la gestión del tipo de red. Cada tipo de terreno y tipo de medio ambiente es identificado por un número de identificación.

## Tipos de Terreno

El promedio de las características físicas de los tres posibles tipos de terreno (1-llano, 2-ondulado o 3-montañoso) varían según el país, por lo tanto, se definen en la página de Configuración Básica. Aquí se ingresa el promedio correspondiente de subidas y bajadas, en m/km, y la Curvatura Horizontal, en grados/km, de cada tipo de terreno, siguiendo las definiciones de subidas y bajadas y Curvatura Horizontal del HDM-4. Los valores predeterminados de RNET indicados en el cuadro 9 se basan en promedios de todo el mundo. Se espera que Ud. ajuste estos valores para reflejar las condiciones locales, sólo si se dispone de datos locales sobre estudios existentes de HDM-4.

**Cuadro 9. Tipos de Terreno**

Tipo de Terreno (1 a 3)	Clasificación del Terreno	Subidas y Bajadas (m/km)	Curvatura Horizontal (grad/km)
1	Llano	0	0
2	Ondulado	40	100
3	Montañoso	80	300

## Tipos de Medio Ambiente

La página de Configuración Básica permite la definición de los 23 posibles tipos de medio ambiente definidas en función de la clasificación de humedad y temperatura. Aquí se puede introducir, para cada tipo de medio ambiente, la precipitación media en mm/mes, y el coeficiente medioambiental de deterioro vial para carreteras pavimentadas del HDM-4. Los valores predeterminados se indican a continuación en el cuadro 10. Se espera que muy pocos usuarios modifiquen los coeficientes medioambientales de deterioro vial para carreteras pavimentadas. Estos coeficientes sólo pueden ser ajustados después de una detallada calibración de las ecuaciones de deterioro vial del HDM-4, que normalmente no es fácilmente disponible.

**Cuadro 10. Tipos de Medioambiente**

Tipo de Medio Ambiente (1 a 23)	Clasificación por Humedad	Clasificación por Temperatura	Precipitaciones (mm/mes)	Coefficiente Medio Ambiental del HDM-4 (#)
1	Árido	Tropical	15	0,005
2	Árido	Sub-tropical Cálido	15	0,100
3	Árido	Sub-tropical Frío	15	0,015
4	Árido	Templado Frío	15	0,025
5	Árido	Templado Muy Frío	15	0,040
6	Semi- Árido	Tropical	50	0,010
7	Semi- Árido	Sub-tropical Cálido	50	0,015
8	Semi- Árido	Sub-tropical Frío	50	0,025
9	Semi- Árido	Templado Frío	50	0,035
10	Semi- Árido	Templado Muy Frío	50	0,060
11	Sub-húmedo	Tropical	100	0,020
12	Sub-húmedo	Sub-tropical Cálido	100	0,025
13	Sub-húmedo	Sub-tropical Frío	100	0,040
14	Sub-húmedo	Templado Frío	100	0,060
15	Sub-húmedo	Templado Muy Frío	100	0,100
16	Húmedo	Tropical	175	0,025
17	Húmedo	Sub-tropical Cálido	175	0,030
18	Húmedo	Sub-tropical Frío	175	0,060
19	Húmedo	Templado Frío	175	0,100
20	Húmedo	Templado Muy Frío	175	0,200
21	Per-húmedo	Tropical	210	0,030
22	Per-húmedo	Sub-tropical Cálido	210	0,040
23	Per-húmedo	Sub-tropical Frío	210	0,070

### Clases de Estados de Caminos

La siguiente opción de la página de Configuración Básica es definir (por tipo de superficie) para cada una de las cinco categorías de estados de caminos (Muy Bueno, Bueno, Regular, Malo y Muy Malo), la rugosidad características (promedio, mínimo y máximo), el número de años desde el último mantenimiento periódico ú obra vial de rehabilitación, y la estimación del porcentaje de las carreteras que son estacionales. Los valores predeterminados se indican en el cuadro 11. Se espera que pocos usuarios modifiquen los valores predeterminados de rugosidad y los años desde el último mantenimiento periódico ú obra vial de rehabilitación. Los usuarios de otras regiones pueden ajustar estos valores a fin de reflejar las condiciones locales. Los usuarios podrían querer ajustar el porcentaje de carreteras que son estacionales, que es una estimación aproximada del porcentaje de las carreteras de cada clase de estado que no son caminos para cualquier clima, porque este es un parámetro de entrada específico por país.



**Cuadro 11. Valores Predeterminados para las Clases de Estado de Caminos**

Tipo de Superficie	Categoría de Estado	Rugosidad Promedio (IRI)	Rugosidad Mínima (IRI)	Rugosidad Máxima (IRI)	Último Mant. Periódico (años)	Porcentaje de carreteras que son estacionales (%)
Hormigón	Muy Bueno	2,0	1,0	2,5	1	0%
	Bueno	3,0	2,5	3,5	5	0%
	Regular	4,0	3,5	6,0	10	0%
	Malo	8,0	6,0	10,0	15	0%
	Muy Malo	12,0	10,0	16,0	20	0%
Mezcla Asfáltica	Muy Bueno	2,0	1,0	2,5	1	0%
	Bueno	3,0	2,5	3,5	5	0%
	Regular	4,5	3,5	5,5	10	0%
	Malo	8,0	5,5	10,5	15	0%
	Muy Malo	12,0	10,5	16,0	20	0%
Tratamiento Superficial	Muy Bueno	3,0	1,0	3,5	1	0%
	Bueno	4,0	3,5	4,5	5	0%
	Regular	5,5	4,5	6,5	10	0%
	Malo	9,0	6,5	11,5	15	0%
	Muy Malo	13,0	11,5	16,0	20	0%
Ripio	Muy Bueno	5,0	1,0	6,0	NA	0%
	Bueno	7,0	6,0	9,0	NA	0%
	Regular	11,0	9,0	13,5	NA	0%
	Malo	16,0	13,5	18,0	NA	100%
	Muy Malo	20,0	18,0	25,0	NA	100%
Tierra	Muy Bueno	7,0	1,0	8,0	1	100%
	Bueno	9,0	8,0	11,0	2	100%
	Regular	13,0	11,0	15,5	3	100%
	Malo	18,0	15,5	20,0	4	100%
	Muy Malo	22,0	20,0	25,0	5	100%

### Niveles de Tráfico

RONET considera nueve posibles niveles de tráfico (T1 a T9). En la página de Configuración Básica, se define el tráfico diario medio, mínimo y máximo de cada nivel de tráfico. Los valores predeterminados se indican en el cuadro 12. Se espera que pocos usuarios modifiquen estos valores predeterminados.

**Cuadro 12. Valores Predeterminados para Niveles de Tráficos**

Nivel de Tráfico	Tráfico Medio (TMDA)	Tráfico Mínimo (TMDA)	Tráfico Máximo (TMDA)
T1	5	0	10
T2	20	10	30
T3	65	30	100
T4	200	100	300
T5	650	300	1.000
T6	2.000	1.000	3.000
T7	6.500	3.000	10.000
T8	20.000	10.000	30.000
T9	65.000	30.000	100.000

### **Categorías de Tráfico**

Por último, se define el nivel de tráfico que se asocia a cada una de las cinco categorías de tráfico (Tráfico I, Tráfico II, Tráfico III, Tráfico IV y Tráfico V), por tipo de superficie, y el número estructural de cada categoría de tráfico de carreteras pavimentadas. El número estructural representa el número estructural modificado al momento de la construcción o de la última rehabilitación de la carretera, calculado tal como se define en la documentación del HDM-III<sup>7</sup>, igual al número estructural calculado siguiendo las directrices de la American Association of State Highway & Transportation Officials (AASHTO), además de añadir la contribución estructural de la subrasante. Los valores predeterminados se indican en el cuadro 13. Se espera que muy pocos usuarios modifiquen estos niveles de tráfico predeterminados por categoría de tráfico.

**Cuadro 13. Valores Predeterminados para Categorías de Tráfico**

Tipo de Superficie	Categoría de Tráfico	Nivel de Tráfico (T1 a T9)	Tráfico Medio (TMDA)	Tráfico Mínimo (TMDA)	Tráfico Máximo (TMDA)	Número Estructural para Carreteras Pavimentadas (#)
Hormigón	Tráfico I	T4	200	100	300	6,0
	Tráfico II	T5	650	300	1000	6,0
	Tráfico III	T6	2000	1000	3000	6,0
	Tráfico IV	T7	6500	3000	10000	6,0
	Tráfico V	T8	20000	10000	30000	8,0
Mezcla Asfáltica	Tráfico I	T4	200	100	300	1,5
	Tráfico II	T5	650	300	1000	2,0
	Tráfico III	T6	2000	1000	3000	3,0
	Tráfico IV	T7	6500	3000	10000	5,0
	Tráfico V	T8	20000	10000	30000	8,0
Tratamiento Superficial	Tráfico I	T4	200	100	300	1,5
	Tráfico II	T5	650	300	1000	2,0
	Tráfico III	T6	2000	1000	3000	3,0
	Tráfico IV	T7	6500	3000	10000	5,0
	Tráfico V	T8	20000	10000	30000	8,0
Ripio	Tráfico I	T2	20	10	30	ND
	Tráfico II	T3	65	30	100	ND
	Tráfico III	T4	200	100	300	ND
	Tráfico IV	T5	650	300	1000	ND
	Tráfico V	T6	2000	1000	3000	ND
Tierra	Tráfico I	T1	5	0	10	ND
	Tráfico II	T2	20	10	30	ND
	Tráfico III	T3	65	30	100	ND
	Tráfico IV	T4	200	100	300	ND
	Tráfico V	T5	650	300	1000	ND

## DATOS DEL PAÍS

En esta página se ingresan los datos básicos del país que se componen de los siguientes elementos:

- Nombre y Año
- Características Básicas
- Tasa de Crecimiento de Tráfico
- Costos Unitarios de Inversión de Obras Viales
- Costos Unitarios de Mantenimiento Recurrente de Obras Viales
- Características de los Niveles de Tráfico
- Relación entre los Costos Viales Unitarios de los Usuarios del Parque Vehicular y la Rugosidad

- Tasa de Accidentes
- Costos de Accidentes

## Nombre y Año

Aquí se ingresa el nombre del país, o el nombre de la región del país o agencia vial que está siendo evaluada. RNET está configurado para evaluar toda una red de carreteras de un país, pero en algunas circunstancias RNET se puede utilizar para evaluar sólo una región del mismo, por ejemplo, un estado o una provincia de un país o una parte de red administrada por una agencia vial. Aquí también se ingresa el año de los datos de la red vial y de las características básicas del país. El año se ingresa para fines de referencia, no es utilizado en los cálculos.

## Características Básicas

En esta tabla, se ingresan las cifras del país que se utilizan para calcular los indicadores de monitoreo de la red, así como por los módulos de evaluación del desempeño de la red vial y de ingresos viales:

- Superficie (km <sup>2</sup>): superficie total del país, excluyendo las zonas bajo masas de agua interiores y algunos cursos de agua costeros
- Población total (millones de personas): las estimaciones de mitad de año de la cantidad de residentes independientemente de su estado legal o ciudadanía
- Población rural (millones de personas): la población a mitad de año de las zonas definidas como rurales de cada país e informadas a las Naciones Unidas
- PIB a precios corrientes (miles de millones de dólares): el producto interno bruto a precios corrientes que es la suma del valor bruto agregado por todos los productores residentes en la economía, más cualquier impuesto a productos y menos cualquier subsidio no incluidos en el valor de los productos
- Parque vehicular (vehículos): el número total de vehículos motorizados en uso en un dado año en el país
- Longitud total de la red vial (Km): la longitud total de la red de carreteras del país
- Longitud total de la red vial pavimentada (Km): la longitud total de la red de caminos pavimentados del país
- Consumo de diesel del sector vial (millones de litros/año): el consumo total anual de gasoil en el sector vial
- Consumo de gasolina del sector vial (millones de litros/año): el consumo total anual de gasolina en el sector vial
- Total de víctimas mortales (personas/año): el total de victimad mortales en accidentes registrados en el país
- Total de victimas con lesiones graves (personas/año): el total de victimas con lesiones graves en accidentes registrados en el país
- Tasa de descuento (%): la tasa de descuento para planificación adoptada por el país, que es típicamente 12% en los países en desarrollo.

Los primeros cuatro de estos indicadores pueden ser encontrados en el siguiente sitio web del Banco Mundial:

<http://go.worldbank.org/45B5H20NV0>

### **Tasa de crecimiento de Tráfico**

Se define la tasa anual esperada de crecimiento del tráfico durante los 20 años del período de evaluación para cada tipo de red.

Los valores prefijados de RNET para las características básicas y para la tasa de crecimiento de tráfico son para un país ficticio; por lo tanto, usted debe cambiarlos para reflejar condiciones locales.

### **Costos Unitarios de las Obras de Inversión**

En el RNET, las obras de las agencias viales se clasifican de la siguiente manera:

- Obras de Capital
  - Mantenimiento Periódico
  - Rehabilitación
  - Nueva Construcción
- Obras de Mantenimiento Recurrentes
  - Obras Anuales Dentro y Fuera de la Calzada

Aquí se ingresan los costos unitarios de las obras de capital (inversión) definidos para cada tipo de superficie, en \$ por km para una carretera de dos carriles. RNET trabaja con clases de carreteras equivalente a carreteras de dos carriles. Las posibles obras de capital, que están en función del estado actual de la carretera y del tipo de red, se muestran en el cuadro 14.

El refuerzo y la reconstrucción de caminos pavimentados y la reconstrucción parcial o completa de caminos no pavimentados se consideran obras de rehabilitación. Las obras viales aplicadas a carreteras en estado Bueno y Regular se consideran trabajos de mantenimiento periódico.

**Cuadro 14. Posibles Obras de Inversión**

Superficie	Estado Actual	Tipo de Obra Vial	Clase de Obra Vial
Hormigón	Estado Bueno	Tratamiento Preventivo	Mantenimiento Periódico
	Estado Regular	Refuerzo	Mantenimiento Periódico
	Estado Malo	Refuerzo Estructural	Rehabilitación
	Estado Muy Malo	Reconstrucción	Rehabilitación
	Sin Camino	Construcción Nueva	Construcción Nueva
Mezcla Asfáltica	Estado Bueno	Tratamiento Preventivo	Mantenimiento Periódico
	Estado Regular	Refuerzo	Mantenimiento Periódico
	Estado Malo	Refuerzo Estructural	Rehabilitación
	Estado Muy Malo	Reconstrucción	Rehabilitación
	Sin Camino	Construcción Nueva	Construcción Nueva
Tratamiento Superficial	Estado Bueno	Tratamiento Preventivo	Mantenimiento Periódico
	Estado Regular	Sello	Mantenimiento Periódico
	Estado Malo	Refuerzo Estructural	Rehabilitación
	Estado Muy Malo	Reconstrucción	Rehabilitación
	Sin Camino	Construcción Nueva	Construcción Nueva
Carreteras de Ripio	Estado Bueno	Reenriado Puntual	Mantenimiento Periódico
	Estado Regular	Reenriado	Mantenimiento Periódico
	Estado Malo	Reconstrucción Parcial	Rehabilitación
	Estado Muy Malo	Reconstrucción Total	Rehabilitación
	Sin Camino	Construcción Nueva	Construcción Nueva
Carreteras de Tierra	Estado Bueno	Reparaciones Puntuales	Mantenimiento Periódico
	Estado Regular	Perfilado Profundo	Mantenimiento Periódico
	Estado Malo	Reconstrucción Parcial	Rehabilitación
	Estado Muy Malo	Reconstrucción Total	Rehabilitación
	Sin Camino	Construcción Nueva	Construcción Nueva

Los costos unitarios de las obras de inversión podrían variar por tipo de red (clasificación funcional diferentes o diferentes regiones del país), por ejemplo, debido a las diferentes normas de diseño; por lo tanto, si se necesita, se pueden introducir valores diferentes por tipo de red. Aquí también es necesario definir las características básicas de las opciones de reenriado, repavimentación, refuerzo y reconstrucción en términos de espesor de la capa de superficie para reenriado, repavimentación y refuerzo, y el número estructural modificado y la rugosidad resultante para la reconstrucción.

Los valores predeterminados se indican en el cuadro 15. Se espera que estos valores predeterminados se modifiquen para reflejar las condiciones locales. Los valores predeterminados reflejan ampliamente las condiciones de los países en desarrollo y se obtuvieron mediante la evaluación del World Bank's Road Costs Knowledge System<sup>5</sup> (ROCKS) que almacena y evalúa la información sobre los costos unitarios de las obras viales en todo el mundo, y se puede descargar en el siguiente sitio Web del Banco Mundial:

<http://worldbank.org/roadsoftwaretools/>

**Cuadro 15. Valores Predeterminados de los Costos Unitarios de Obras de Capital**

Costos Unitarios de Obras Viales de Capital					Costo Unitario de Obras Viales para Dos Carriles (\$/km)					Espesura (mm)	Reconstrucción	
Tipo de Superficie	Condición Actual	Clase Obra Vial	Tipo Obra Vial	Autopista	Primaria	Secundaria	Terciana	Sin Clasificar	No. Estructural		Rugosidad (IRI)	
Hormigón	Condición Buena	Mantenimiento Periódico	Tratamiento Preventivo	12,000	12,000	12,000	8,571	8,571				
	Condición Regular		Refuerzo	100,000	100,000	100,000	71,429	71,429	50			
	Condición Mala	Rehabilitación	Refuerzo Estructural	200,000	200,000	200,000	142,857	142,857	100			
	Condición Muy Mala		Reconstrucción	330,000	330,000	330,000	235,714	235,714		3	2.0	
	Sin Camino	Nueva Construcción	Construcción Nueva	400,000	400,000	400,000	285,714	285,714				
Mezcla Asfáltica	Condición Buena	Mantenimiento Periódico	Tratamiento Preventivo	12,000	12,000	12,000	8,571	8,571				
	Condición Regular		Refuerzo	100,000	100,000	100,000	71,429	71,429	50			
	Condición Mala	Rehabilitación	Refuerzo Estructural	200,000	200,000	200,000	142,857	142,857	100			
	Condición Muy Mala		Reconstrucción	330,000	330,000	330,000	235,714	235,714		3	2.0	
	Sin Camino	Nueva Construcción	Construcción Nueva	400,000	400,000	400,000	285,714	285,714				
Tratamiento Superficial	Condición Buena	Mantenimiento Periódico	Tratamiento Preventivo	12,000	12,000	12,000	8,571	8,571				
	Condición Regular		Sello	27,000	27,000	27,000	19,286	19,286	12			
	Condición Mala	Rehabilitación	Refuerzo Estructural	160,000	160,000	160,000	114,286	114,286	80			
	Condición Muy Mala		Reconstrucción	260,000	260,000	260,000	185,714	185,714		2	2.5	
	Sin Camino	Nueva Construcción	Construcción Nueva	330,000	330,000	330,000	235,714	235,714				
Ripio	Condición Buena	Mantenimiento Periódico	Reenripiado Puntual	3,000	3,000	3,000	2,143	2,143				
	Condición Regular		Reenripiado	17,000	17,000	17,000	12,143	12,143	150			
	Condición Mala	Rehabilitación	Reconstrucción Parcial	40,000	40,000	40,000	28,571	28,571				
	Condición Muy Mala		Reconstrucción Total	60,000	60,000	60,000	42,857	42,857				
	Sin Camino	Nueva Construcción	Construcción Nueva	80,000	80,000	80,000	57,143	57,143				
Tierra	Condición Buena	Mantenimiento Periódico	Reparaciones Puntuales	200	200	200	143	143				
	Condición Regular		Perfilado Profundo	800	800	800	571	571				
	Condición Mala	Rehabilitación	Reconstrucción Parcial	8,000	8,000	8,000	5,714	5,714				
	Condición Muy Mala		Reconstrucción Total	25,000	25,000	25,000	17,857	17,857				
	Sin Camino	Nueva Construcción	Construcción Nueva	40,000	40,000	40,000	28,571	28,571				

## Costos Unitarios de las Obras Viales Recurrentes

Aquí se ingresan los costos unitarios financieros de las obras viales recurrentes para cada tipo de superficie, en \$ por km por año para una carretera de dos carriles. Los costos unitarios de las obras viales recurrentes varían según el estado actual de la carretera y el tipo de red; por lo tanto, si es necesario, se pueden introducir diferentes valores según estas variables (el estado actual de la carretera y el tipo de red). Aquí se ingresa el total de los gastos recurrentes, que son la suma de las obras viales anuales realizadas sobre la calzada (por ejemplo, enripiado, bacheo, etc), y las obras viales anuales realizadas fuera de la calzada (por ejemplo, reparación de taludes, corte del césped, etc.) Los valores predeterminados, que reflejan ampliamente las condiciones de los países en desarrollo, figuran en el cuadro 16. Se espera que se modifiquen estos valores predeterminados para reflejar las condiciones locales.

**Cuadro 16. Valores Predeterminados para los Costos Unitarios de las Obras de Mantenimiento Recurrentes**

Costos Unitarios de Obras Viales Recurrentes					Costo Unitario de Obras Viales para Dos Carriles (\$/km)				
Tipo de Superficie	Condición Actual	Clase Obra Vial	Tipo Obra Vial	Autopista	Primaria	Secundaria	Terciana	Sin Clasificar	
Hormigón	Muy Bueno	Mantenimiento Recurrente	Mantenimiento Recurrente	2,000	2,000	2,000	1,000	1,000	
	Bueno		Mantenimiento Recurrente	2,500	2,500	2,500	1,250	1,250	
	Regular		Mantenimiento Recurrente	3,000	3,000	3,000	1,500	1,500	
	Malo		Mantenimiento Recurrente	1,500	1,500	1,500	750	750	
Mezcla Asfáltica	Muy Bueno	Mantenimiento Recurrente	Mantenimiento Recurrente	2,000	2,000	2,000	1,000	1,000	
	Bueno		Mantenimiento Recurrente	2,500	2,500	2,500	1,250	1,250	
	Regular		Mantenimiento Recurrente	3,000	3,000	3,000	1,500	1,500	
	Malo		Mantenimiento Recurrente	1,500	1,500	1,500	750	750	
Tratamiento Superficial	Muy Bueno	Mantenimiento Recurrente	Mantenimiento Recurrente	2,000	2,000	2,000	1,000	1,000	
	Bueno		Mantenimiento Recurrente	2,500	2,500	2,500	1,250	1,250	
	Regular		Mantenimiento Recurrente	3,000	3,000	3,000	1,500	1,500	
	Malo		Mantenimiento Recurrente	1,500	1,500	1,500	750	750	
Ripio	Muy Bueno	Mantenimiento Recurrente	Mantenimiento Recurrente	1,000	1,000	1,000	500	500	
	Bueno		Mantenimiento Recurrente	1,250	1,250	1,250	626	626	
	Regular		Mantenimiento Recurrente	1,500	1,500	1,500	750	750	
	Malo		Mantenimiento Recurrente	750	750	750	375	375	
Tierra	Muy Bueno	Mantenimiento Recurrente	Mantenimiento Recurrente	300	300	300	150	150	
	Bueno		Mantenimiento Recurrente	450	450	450	225	225	
	Regular		Mantenimiento Recurrente	600	600	600	300	300	
	Malo		Mantenimiento Recurrente	300	300	300	150	150	
	Muy Malo		Mantenimiento Recurrente	300	300	300	150	150	

## Características de los Niveles de Tráfico

En la página de Configuración Básica, son definidos nueve posibles niveles de tráfico (T1 a T9) según la caracterización de su promedio, mínimo y máximo Tráfico Medio Diario Anual (TMDA). Aquí se define la composición media del tráfico para cada nivel y se define para cada tipo de vehículo: (i) los

ejes estándar equivalentes (ESA por vehículo), (ii) la carga útil media por vehículo (toneladas por vehículo) y (iii) el número promedio de pasajeros por vehículo (pasajeros por vehículo). Basado en esta información, RONET calcula para cada nivel de tráfico: (i) el total de ejes estándar equivalente por año, en millones-ESA por año, (ii) el promedio de carga útil por vehículo, en toneladas por vehículo y (iii) el promedio de pasajeros por vehículo, en pasajeros por vehículo. La carga por ESA se usa para calcular el deterioro de las carreteras pavimentadas y el promedio de carga útil y pasajeros por vehículo se utilizan para calcular los indicadores de monitoreo de la red: carga anual transportada sobre la red vial (toneladas anuales-km) y los pasajeros transportados anualmente sobre la red vial (pasajeros anuales-km).

Los valores predeterminados, que reflejan ampliamente las condiciones de los países en desarrollo, figuran en el cuadro 17. Se espera que se calibren estos valores predeterminados para reflejar las condiciones locales.

**Cuadro 17. Valores Predeterminados para las Características de los Niveles de Tráfico**

Características de Niveles de Tráfico				Nivel Tráfico =								
Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) =				T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
				5	20	65	200	650	2,000	6,500	20,000	65,000
Tipo Vehículo	Ejes Estándares Equivalentes (ESA/vehículo)	Peso de la Carga (Tons/vehículo)	Pasajeros (personas/vehículo)	Composición de Tráfico Típica (%)								
				(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Motocicleta	0.00	0.20	1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Carro Pequeño	0.00	0.10	2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Carro Medio	0.00	0.30	2	24.4%	24.4%	24.4%	24.4%	29.8%	29.8%	29.8%	34.1%	34.1%
Vehículo de Entregas	0.01	0.90	2	33.3%	33.3%	33.3%	33.3%	27.2%	27.2%	27.2%	26.8%	26.8%
Vehículo 4x4	0.02	0.80	2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Camión Liviano	0.10	2.40	1	8.9%	8.9%	8.9%	8.9%	6.7%	6.7%	6.7%	4.5%	4.5%
Camión Medio	1.25	5.70	1	10.5%	10.5%	10.5%	10.5%	7.8%	7.8%	7.8%	4.9%	4.9%
Camino Pesado	2.28	10.60	1	3.3%	3.3%	3.3%	3.3%	3.4%	3.4%	3.4%	2.5%	2.5%
Camino Articulado	4.63	22.30	1	2.7%	2.7%	2.7%	2.7%	4.5%	4.5%	4.5%	3.0%	3.0%
Autobús Liviano	0.04	1.25	12	10.6%	10.6%	10.6%	10.6%	15.0%	15.0%	15.0%	16.4%	16.4%
Autobús Medio	0.70	2.50	30	3.2%	3.2%	3.2%	3.2%	2.8%	2.8%	2.8%	3.9%	3.9%
Autobús Pesado	0.80	3.20	40	3.2%	3.2%	3.2%	3.2%	2.8%	2.8%	2.8%	3.9%	3.9%
Total =				100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
ESA Ejes Equivalentes (M ESA/año) =				0.001	0.003	0.009	0.029	0.104	0.321	1.042	2.414	7.845
Peso de Carga vehículo (toneladas/vehículo) =				2.44	2.44	2.44	2.44	2.64	2.64	2.64	2.10	2.10
Pasajeros/Vehículo (personas/vehículo) =				4.89	4.89	4.89	4.89	5.12	5.12	5.12	6.08	6.08

## Relación entre los Costos Unitarios de los Usuarios del Parque Vehicular y la Rugosidad

RONET calcula los costos de los usuarios de la red vial para diferentes estándares de mantenimiento y rehabilitación en el módulo de evaluación de desempeño. Los costos de los usuarios de las carreteras son una función de la rugosidad de la carretera, por lo tanto, es necesario definir la relación entre los costos unitarios de los usuarios de las carreteras y la rugosidad de un determinado país. En el RONET, esta relación tiene la forma del siguiente polinomio cúbico.

$$\text{Costo Unitario del Usuario Vial (\$/vehículo-km)} = a_0 + a_1 \cdot \text{IRI} + a_2 \cdot \text{IRI}^2 + a_3 \cdot \text{IRI}^3$$

Donde "Costo Unitario del Usuario Vial" representa el costo vial unitario de los usuarios del parque vehicular, el "IRI" es la rugosidad de la carretera, en IRI, en m/km, y  $a_0$ ,  $a_1$ ,  $a_2$  y  $a_3$  son los coeficientes del polinomio cúbico.

Aquí se define los coeficientes del polinomio cúbico para cada nivel de tráfico basado en las condiciones locales. Para calcular estos coeficientes sin esfuerzo, se puede utilizar el World Bank's Road User Costs Knowledge System (RUCKS)<sup>6</sup> versión 1.2 que contiene un modelo Excel diseñado para este propósito, y presenta las características representativas del parque vehicular de diferentes regiones del mundo. RUCKS se puede descargar en el siguiente sitio Web del Banco Mundial:



<http://worldbank.org/roadsoftwaretools/>.

Al calcular los costos unitarios de los usuarios con el RUCKS o con cualquier otro modelo, se calculan los costos financieros (gastos de mercado) o económicas (sin impuestos y subvenciones) de los usuarios viales. RUNET compara la agencia vial y los usuarios de las carreteras en términos financieros para simplificar la evaluación en comparación con el modelo HDM-4, que compara los costes económicos, debido a que la mayoría de las veces los usuarios del HDM-4 adoptan el mismo factor de conversión a los costos de la agencia vial y a los costos de los usuarios de las carreteras; por lo tanto, hay un factor de entrada de RUNET que representa el factor para multiplicar a los costos unitarios de los usuarios viales definidos y calculados por los polinomios cúbicos para convertirlos en costos financieros. Si los polinomios cúbicos ya están computando los costos financieros, entonces el factor de multiplicación es 1,0. Los valores predeterminados, que reflejan ampliamente las condiciones de los países en desarrollo, se dan a continuación en el cuadro 18. Se espera que se modifiquen estos valores predeterminados para reflejar las condiciones locales.

**Cuadro 18. Valores Predeterminados de los Costos Viales Unitarios de los Usuarios del Parque Vehicular**

Costos de los Usuarios Función de la Rugosidad (pueden ser obtenidos utilizando modelo RUCKS versión 1.2)										
Costos de los Usuarios Unitarios (\$/veh-km) = a0 + a1*IR1 + a2*IR1^2 + a3*IR1^3	Nivel de Tráfico									
	T1 5	T2 20	T3 65	T4 200	T5 650	T6 2.000	T7 6.500	T8 20.000	T9 65.000	
a0 coeficiente	0.27966	0.27966	0.27966	0.27966	0.28871	0.28871	0.28840	0.27267	0.41310	
a1 coeficiente	-0.00028	-0.00028	-0.00028	-0.00028	-0.00055	-0.00055	-0.00060	-0.00222	0.00613	
a2 coeficiente	0.00144	0.00144	0.00144	0.00144	0.00148	0.00148	0.00151	0.00173	0.00049	
a3 coeficiente	-0.00003	-0.00003	-0.00003	-0.00003	-0.00003	-0.00003	-0.00003	-0.00004	-0.00002	
Factor para multiplicar costos de usuarios definidos arriba p4	1.00									

## Tasas de Accidentes y Costos de los Accidentes

RUNET estima el total anual de muertes y de heridos graves debidos a accidentes de tráfico en la red vial basados en tasas medias de muertes y heridos graves (número por 100 millones de vehículos-km) por tipo de superficie. Para calcular los costos de la seguridad vial, (i) se ingresa un multiplicador del PIB per cápita, definido para obtener los costos de un accidente mortal para la sociedad, con un rango sugerido de 60 a 80 como es dado en la publicación del Programa de Evaluación Vial Internacional (IRAP): The True Cost of Road Crashes <sup>8</sup> y (ii) se ingresan los costos por heridos graves como un porcentaje del costo de mortalidad, con rango sugerido del 20% al 30%. Los valores predeterminados, que reflejan aproximadamente las condiciones de los países en desarrollo, se dan a continuación en el cuadro 19.

**Cuadro 19. Tasas y Costos de Accidentes**

Índice de Accidentes	Autopista	Primaria	Secundaria	Terciana	Sin Clasificar
Índice de mortalidad en accidentes (numero de muertos por 100 millón vehiculo-km)	10	10	10	10	10
Índice de heridos graves en accidentes (numero de heridos graves por 100 millón vehiculo-km)	100	100	100	100	100
<b>Costos de Accidentes</b>					
Factor para multiplicar PIB por capita para obtener costo de un muerto en accidente	70 Costo de un muerto (\$)				64,400
Costo de herido grave como porcentaje del costo de un muero en accidente	25% Costo de un herido grave (\$)				16,100

## LONGITUD DE LA RED VIAL

En esta página se ingresa la distribución de la longitud de la red por tipo de red, tipo de superficie, categoría de tráfico y categoría de estado de la carretera. Se debe ingresar la longitud equivalente a

carreteras de dos carriles para cada clase de carretera, en kilómetros. Eso significa que si hay una carretera de cuatro carriles, se debe escribir la longitud correspondiente a una carretera de dos carriles, que es el doble de la longitud de la carretera de cuatro carriles. Si no hay kilómetros en la red representados por una clase de carreteras, se puede ingresar cero kilómetros o dejar la celda el blanco. La figura 2 presenta la estructura de esta página.

**Figura 2. Valores Predeterminados de la Longitud de la Red Vial (País XYZ)**

**Longitud de la Red Vial, Dos Carriles Equivalentes (km)**

**Primaria**

**Tratamiento Superficial**

Tráfico (TPDA)	Estado (IRI)	Muy Buenc	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo	Total
		3	4	5.5	9	13	
Tráfico I	<300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tráfico II	300-1000	0.0	51.0	36.0	62.0	26.0	175.0
Tráfico III	1000-3000	4.0	13.0	67.0	88.0	32.0	204.0
Tráfico IV	3000-10000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tráfico V	>10000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total</b>		4.0	64.0	103.0	150.0	58.0	379.0

**Primaria**

**Ripio**

Tráfico (TPDA)	Estado (IRI)	Muy Buenc	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo	Total
		5	7	11	16	20	
Tráfico I	<30	0.0	0.0	0.0	49.0	292.0	341.0
Tráfico II	30-100	0.0	5.0	11.0	7.0	179.0	202.0
Tráfico III	100-300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tráfico IV	300-1000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tráfico V	>1000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total</b>		0.0	5.0	11.0	56.0	471.0	543.0

**Secundaria**

**Tratamiento Superficial**

Tráfico (TPDA)	Estado (IRI)	Muy Buenc	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo	Total
		3	4	5.5	9	13	
Tráfico I	<300	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	10.0
Tráfico II	300-1000	0.0	0.0	3.0	56.0	47.0	106.0
Tráfico III	1000-3000	18.0	8.0	47.0	61.0	5.0	139.0
Tráfico IV	3000-10000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tráfico V	>10000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total</b>		18.0	8.0	60.0	117.0	52.0	255.0

**Secundaria**

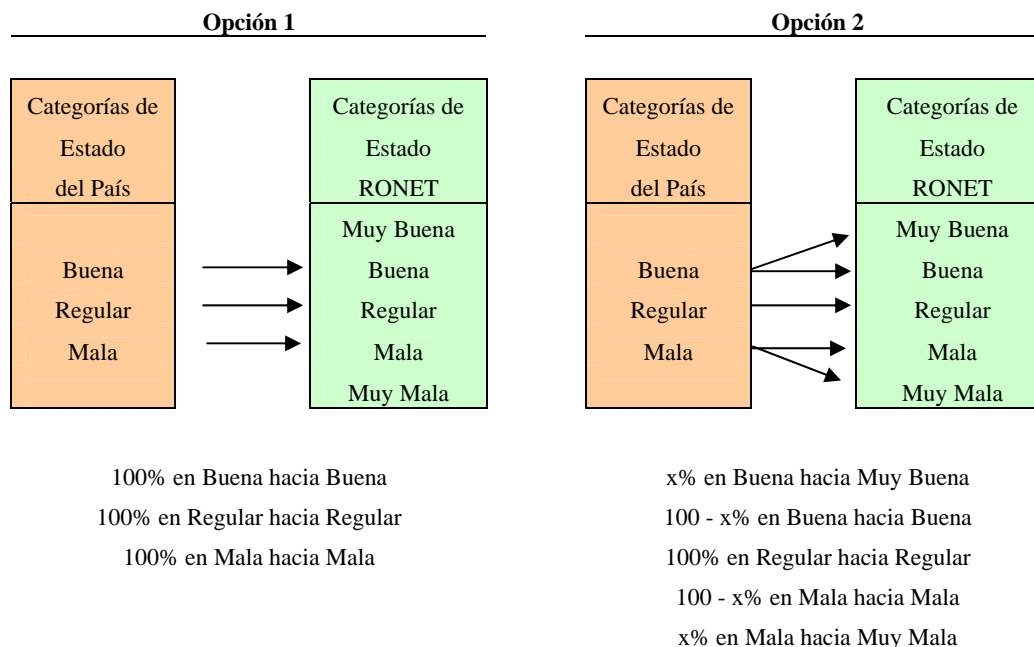
**Ripio**

Tráfico (TPDA)	Estado (IRI)	Muy Buenc	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo	Total
		5	7	11	16	20	
Tráfico I	<30	7.0	56.0	393.0	631.0	503.0	1,590.0
Tráfico II	30-100	11.0	15.0	53.0	507.0	618.0	1,204.0
Tráfico III	100-300	0.0	0.0	0.0	37.0	14.0	51.0
Tráfico IV	300-1000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tráfico V	>1000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total</b>		18.0	71.0	446.0	1,175.0	1,135.0	2,845.0

Los valores predeterminados son los valores de un país ficticio, por lo tanto, se deben cambiar.

RONET define cinco categorías de estado de las carreteras (Muy Buena, Buena, Regular, Mala y Muy Mala), pero en algunos países se clasifican las carreteras en tan sólo tres o cuatro categorías de estado. Usted tendrá que juzgar la mejor manera de definir la red en RNET, basado en los datos de la red que tiene disponible. Por ejemplo, si usted tiene sólo tres categorías (Buena, Regular, y Mala), puede considerar las siguientes opciones: (i) asignar el 100 por ciento de las carretera en estado Bueno, Regular y Malo a las correspondientes categorías de RNET Bueno, Regular, Malo y dejar las categorías RNET Muy Bueno y Muy Malo en blanco, o (ii) asignar un porcentaje de las carreteras en Buen estado a la categoría RNET de estado Muy Bueno y el porcentaje restante de las carreteras en Buen estado para la categoría RNET de estado Bueno; asignar el 100 por ciento de las carreteras en Mal estado a la correspondiente categoría RNET de Mal estado, asignar un porcentaje de las carreteras en Mal estado a la categoría RNET de estado Muy Malo y el porcentaje restante de las carreteras en Mal estado en la categoría RNET de estado Malo (opción recomendada). Las opciones se describen en la figura 3.

**Figura 3. Opciones para la Asignación de Categorías de estado de caminos**



La distribución de la longitud de la red puede ser originada a partir de (i) la agregación de los resultados de un Sistema de Gestión de Pavimentos (PMS) o una Base de Datos Vial que presente para cada sección de carretera homogénea la longitud de la sección, el tipo de red, el tipo de superficie, la categoría de tráfico y la categoría de estado, si necesario, transformando las salidas del PMS a las unidades de RONET, o (ii) una estimación de ingeniería de la distribución de la longitud de la red, sobre la base de información secundaria y el buen juicio. Lo más probable es que, para carreteras primarias y secundarias, el PMS o una Base de Datos Vial esté disponible o en desarrollo, por lo tanto, debe hacerse un esfuerzo para reunir los datos de la red de estas fuentes de información. Lo más probable es que, para carreteras terciarias, carreteras sin clasificar, carreteras en zonas urbanas, se necesitará una estimación de ingeniería.

## LONGITUD Y UTILIZACIÓN

Esta página de Salida presenta la longitud total de la red (km) y la utilización total de la red (en millones de vehículos-km) y la distribución por tipo de red, tipo de superficie, clase de superficie (pavimentada o sin pavimentar), categorías de estado de carreteras y categoría del tráfico. En la parte superior de la página, hay una tabla de contenido, donde se puede seleccionar entre:

- Distribución por Tipo de Red Vial
- Distribución por Tipo de Superficie
- Distribución por Clase de Superficie

Una vez que seleccione una opción, podrá ver la correspondiente distribución por tipo de superficie, estado de carretera y categoría de tráfico. Los cuadros de longitud de la red están situados en el lado derecho y los cuadros de utilización del izquierdo. Para volver a la tabla de contenido, pulse el hipervínculo T ("T" para arriba), ubicado en la columna B, o use las características de Excel para ir a la parte superior de la página.

Los valores de longitud de la red se calculan sólo resumiendo los datos de entrada de longitudes de la red. Los valores de utilización de la red se calculan multiplicando, para cada clase de carreteras, la longitud de cada clase por el tráfico medio diario en cada una. Tenemos lo siguiente.

Utilización en Millones de vehículos-km = Longitud (km) X Tráfico Medio Diario (vehículos por día)  
x 365 (días) / 1,000,000

## **VALOR PATRIMONIAL**

Esta página de Salida presenta el valor máximo patrimonial del total de la red (M \$) y el valor efectivo en el momento actual del valor patrimonial del total de la red (M \$), y la distribución por tipo de red, tipo de carretera, categoría de estado de camino y categoría de tráfico. En la parte superior de la página, hay una tabla de contenido, donde se puede seleccionar entre:

- Distribución por Tipo de Red Vial
- Distribución por Tipo de Superficie
- Distribución por Clase de Superficie

Una vez que seleccione una opción, podrá ver la correspondiente distribución por tipo de superficie, estado de carretera y categoría de tráfico. Los cuadros del valor máximo patrimonial se encuentran en el lado derecho y los cuadros de valores actuales del valor patrimonial en el izquierdo. Para volver a la tabla de contenido, pulse el hipervínculo T ("T" para arriba), ubicado en la columna B, o use las características de Excel para ir a la parte superior de la página.

El valor patrimonial calculado por RNET se refiere principalmente al valor patrimonial del pavimento. El valor máximo patrimonial se calcula multiplicando, para cada clase de carretera, la longitud de cada clase de carretera por el costo unitario de una construcción nueva del correspondiente tipo de superficie, que se ingresó en la página de Datos del País. Tenemos los siguientes.

Máximo Valor Patrimonial en Millones de \$ = Longitud (km) x Costo Unitario de Construcción Nueva (\$/km)/1000000

El valor efectivo al momento actual del valor patrimonial se calcula multiplicando, para cada clase de carreteras, la longitud de cada clase por su costo unitario, que es una función definida por el tipo de superficie y estado actual de la carretera, tal como figura en el cuadro 20.

**Cuadro 20. Valor Patrimonial por Tipo de Superficie y Estado Actual de la Carretera**

Tipo de Carretera	Estado Actual	Costo Unitario del Valor efectivo en el momento actual de los Activos
Carreteras Pavimentadas	Muy Bueno	Costo Unitario de Construcción
	Bueno	Costo Unitario de Construcción – Costo Unitario del Tratamiento Preventivo
	Regular	Costo Unitario de Construcción – Costo Unitario de Refuerzo
	Malo	Costo Unitario de Construcción – Costo Unitario de Refuerzo Estructural
	Muy Malo	Costo Unitario de Construcción – Costo Unitario de Reconstrucción Total
Carreteras de Ripio	Muy Bueno	Costo Unitario de Construcción
	Bueno	Costo Unitario de Construcción – Costo Unitario de Reenripiado Puntual
	Regular	Costo Unitario de Construcción – Costo Unitario de Reenripiado
	Malo	Costo Unitario de Construcción - Costo Unitario de Reconstrucción Parcial
	Muy Malo	Costo Unitario de Construcción - Costo Unitario de Reconstrucción Total
Carreteras de Tierra	Muy Bueno	Costo Unitario de Construcción
	Bueno	Costo Unitario de Construcción – Costo Unitario de Reparaciones Puntuales
	Regular	Costo Unitario de Construcción – Costo Unitario de Perfilado Profundo
	Malo	Costo Unitario de Construcción - Costo Unitario de Reconstrucción Parcial
	Muy Malo	Costo Unitario de Construcción - Costo Unitario de Reconstrucción Total

Tenemos lo siguiente:

Valor patrimonial efectivo en el momento actual en Millones de \$ = Longitud (km) X Costo Unitario del valor patrimonial efectivo en el momento actual (\$/km)/1,000,000.

## RUGOSIDAD

Esta página de salida presenta la rugosidad media de la red ponderada por km (IRI, en m/km) y la rugosidad media de la red ponderada por vehículo-km (IRI, en m/km) por tipo de red, tipo de superficie, categoría de estado de camino y la categoría del tráfico. En la parte superior de la página, hay una tabla de contenido, donde se puede seleccionar entre:

- Rugosidad por Tipo de Red Vial
- Rugosidad por Tipo de Superficie
- Rugosidad por Clase de Superficie

Una vez que seleccione una opción, puede ver las correspondientes rugosidades por tipos de superficie, categorías de estado de carreteras y categorías de tráfico. Los cuadros con las rugosidades medias ponderadas por km se encuentran a la derecha y los cuadros de rugosidades medias ponderadas por vehículo-km están a la izquierda. Para volver a la tabla de contenido, pulse el hipervínculo T ("T" para arriba), ubicado en la columna B, o use las características de Excel para ir a la parte superior de la página.

La rugosidad media de la red se calcula asignando a cada clase de carretera su rugosidad media definida por el usuario en la página de Configuración Básica. Los valores de rugosidad de cada clase de carretera son ponderados tanto por la longitud de la clase (km), como por su utilización (vehículos-km) calculada multiplicando la longitud de la clase de carretera por el tráfico medio definidos en la página de Configuración Básica.

## **GRÁFICOS DE DISTRIBUCIÓN DE LA RED**

Esta página de Salida presenta los gráficos de distribución de la longitud de la red, la utilización, y los valores máximos y actuales de los activos por tipo de red y tipo de superficie. Los gráficos se producen a partir de los resultados presentados en las anteriores páginas de salida.

## **INDICADORES DE MONITOREO DE LA RED**

Esta página presenta un cuadro con indicadores de monitoreo de la red vial y dos gráficos definidos por el usuario. El cuadro con indicadores de monitoreo de la red vial presenta los indicadores de seguimiento por tipo de red, subdivididos en las siguientes categorías.

- Longitud de la Red
- Densidad de la Red
- Estado de la Red
- Acceso a la Red
- Estándares de la Red
- Utilización de la Red
- Seguridad de la Red
- Activos de la Red

Se definen los dos gráficos que se presentan a continuación del cuadro de indicadores de monitoreo de red. Seleccione los dos indicadores para trazar los gráficos utilizando las listas desplegables de las celdas B83 y B85, que tienen un fondo amarillo.

La figura 4 muestra los indicadores de monitoreo de la red calculados por RNET. El indicador de acceso a la red "Área de influencia de carreteras utilizables todo el año (4 km de ancho) por superficie de tierra" es una representación aproximada del Indicador de Acceso Rural internacional que mide el número de habitantes de las zonas rurales que viven dentro de los dos kilómetros (normalmente equivalente a una caminata de 20-25 minutos) de una carretera utilizable todo el año como proporción del total de la población rural <sup>9</sup>.

**Figura 4. Indicadores de Monitoreo de la Red Calculados por RNET**

<b>Indicadores de Monitoreo de la Red</b>	
Indicador de Monitoreo	
<b>Longitud de la Red</b>	
Longitud de la red vial total	km
Longitud de la red vial sin pavimentar	km
Longitud de la red vial pavimentada	km
Longitud de la red vial pavimentada	%
<b>Densidad de la Red</b>	
Red vial total por superficie de tierra por mil	km/1000 km <sup>2</sup>
Red vial total por población total por mil	km/1000 personas
Red vial total por población rural por mil	km/1000 personas
Red vial por miles de vehículos	km/1000 vehículos
Red vial por millones de \$ de PIB	km/millones de \$
Red vial pavimentada por superficie de tierra por mil	km/1000 km <sup>2</sup>
Red vial pavimentada por población total por mil	km/1000 personas
Red vial pavimentada por población rural por mil	km/1000 personas
Red vial pavimentada por miles de vehículos	km/1000 vehículos
Red vial pavimentada por millones de \$ de PIB	km/millones de \$
<b>Estado de la Red</b>	
Porcentaje de la red vial en estado bueno o regular	%
Porcentaje de la red vial sin pavimentar en estado bueno o regular	%
Porcentaje de la red vial pavimentada en estado bueno o regular	%
Porcentaje de la red vial pavimentada con rugosidad 4 IRI, m/km, o menos	%
Rugosidad media de los caminos pavimentados ponderada por km	IRI, m/km
Rugosidad media de los caminos pavimentados ponderada por vehículo-km	IRI, m/km
<b>Acceso a la Red</b>	
Porcentaje de caminos sin pavimentar que son utilizables todo el año	%
Área de caminos utilizables todo el año (ancho 4 km) por superficie de tierra	%
<b>Estándares de la Red</b>	
Porcentaje de caminos sin pavimentar con TMDA de 30 o menos	%
Porcentaje de caminos sin pavimentar con TMDA de 300 o más	%
Porcentaje de caminos pavimentados con TMDA de 300 o menos	%
Porcentaje de caminos pavimentados con TMDA de 10000 o más	%
<b>Utilización de la Red</b>	
Utilización anual de vehículos motorizados	millones de vehículo-km
Carga anual transportada por la red vial	millones de ton-km
Pasajeros anuales transportados por la red vial	millones de pass-km
Tráfico Medio Diario Anual promedio de la red	vehículos/día
<b>Seguridad de la Red</b>	
Número anual de víctimas mortales de accidentes	personas
Número anual de víctimas con heridas graves de accidentes	personas
Número anual de víctimas total de accidentes	personas
Costo anual de víctimas de accidentes	millones de \$
Costo anual de víctimas de accidentes como porcentaje del PIB	%
Número anual de víctimas mortales por la población total	#/1.000.000 personas
<b>Valor Patrimonial de la Red</b>	
Valor patrimonial actual de la red	millones de \$
Valor patrimonial actual de la red por valor patrimonial máxima de la red s	%
Valor patrimonial actual de la red por PIB	%



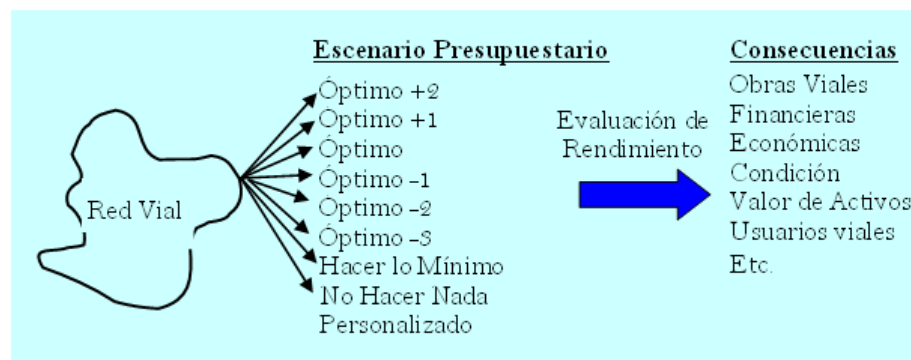


## Parte C – Módulo de Evaluación de Desempeño

### PANORAMA GENERAL DE LA EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO

El objetivo de este módulo es evaluar las consecuencias de los diferentes escenarios presupuestarios de obras viales que representan diferentes niveles de gastos en obras viales en el tiempo, que, por ejemplo, están etiquetados como Óptimo +2, Óptimo +1, Óptimo, Óptimo -1, Óptimo -2, Óptimo -3, Hacer lo Mínimo, No Hacer Nada, y Personalizado. Las consecuencias se presentan los requisitos de obras viales, el costo financiero, los estados de la carretera, el valor de los activos, y así sucesivamente. La figura 5 ilustra el proceso.

**Figura 5. Consecuencias de Diferentes Escenarios Presupuestarios de Obras Viales**



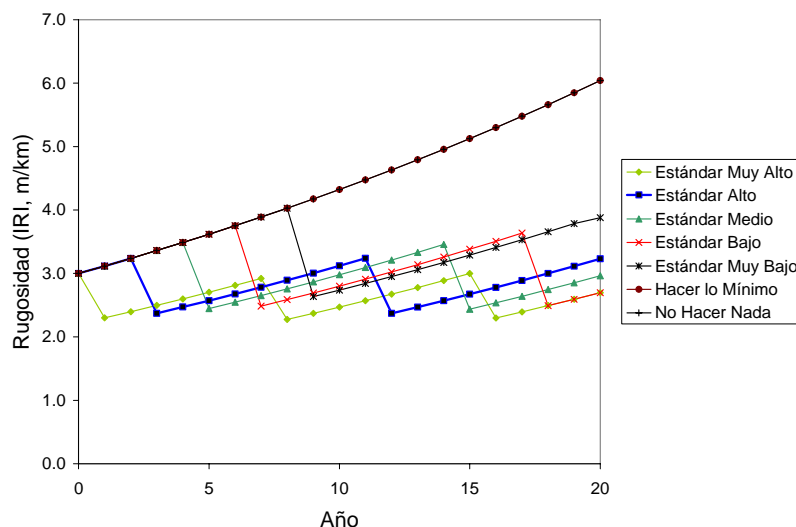
En este módulo se evalúa en primer lugar el desempeño de cada clase de carreteras de la red bajo diferentes estándares de obras viales durante un período de evaluación de 20 años. Los estándares de las obras viales definidas por el usuario son los siguientes:

- Estándar Muy Alto
- Estándar Alto
- Estándar Medio
- Estándar Bajo
- Estándar Muy Bajo
- Hacer lo Mínimo
- No Hacer Nada

El estándar muy alto representa una política sin restricción presupuestaria y con una alta frecuencia de mantenimientos periódicos y de obras de rehabilitación. Los estándares de nivel alto, medio, bajo y muy bajo nivel representan los casos de disminución de los niveles de las frecuencias de las obras viales y de los correspondientes gastos en obras viales. El estándar "hacer lo mínimo" representa una política donde la única obra de inversión ejecutada en la carretera durante el período de evaluación es la reconstrucción cuando se alcanza una rugosidad muy alta. El estándar "no hacer nada" representa una política en que no se aplica ninguna obra de inversión durante el periodo de evaluación. La figura

6 presenta, por ejemplo, la progresión de rugosidad de una carretera con 3,0 IRI, en m / km y un determinado tráfico, bajo diferentes estándares. En este caso, (i) la carretera requiere de tres repavimentaciones durante el período de evaluación en el marco del muy alto nivel (años 1, 7 y 15), (ii) la carretera requiere una repavimentación en el año 7 en el marco del estándar muy bajo, y (iii) los estándares "hacer lo mínimo" y "no hacer nada" son iguales y no ejecutan ninguna obra de inversión durante el período de evaluación de la carretera porque no se alcanzó un nivel de rugosidad que merezca la reconstrucción en el marco del estándar "hacer lo mínimo".

**Figura 6. Deterioro de la Carretera bajo Diferentes Estándares (nivel de servicio)**



Una vez que el desempeño de cada clase de carretera es evaluado según los diferentes estándares, RONET presenta los resultados correspondientes para una serie de escenarios presupuestarios que son definidos en una de las siguientes tres posibles opciones de evaluación definidas por el usuario:

- Evaluación del Estándar Óptimo por Clase de Carreteras
- Evaluación del Escenario Presupuestario Personalizado
- Evaluación de la Aplicación del mismo Estándar para todas las Clases de Carreteras

### Evaluación del Estándar Óptimo por Clase de Carreteras

En esta opción de evaluación, para cada clase de carreteras, RONET evalúa el desempeño de la clase en virtud de las diferentes estándares y calcula el correspondiente flujo de los gastos de la agencia vial (rehabilitación y mantenimiento), los costos para los usuarios de las carreteras y el total de gastos para la sociedad (suma de los costos de la agencia vial y de los usuarios) durante el período de evaluación. RONET luego calcula el valor presente del costo total para la sociedad de cada estándar, a la tasa de descuento ingresada, y determina el estándar óptimo para clase de camino, que es el que produce el menor valor presente del total de gastos para la sociedad.

El escenario presupuestario Óptimo representa el escenario producto de la aplicación del estándar óptimo de cada clase de carreteras a todas las clases de carreteras comprendidos en la red. Una vez que RONET determina el escenario óptimo, RONET define los otros escenarios presupuestarios de la siguiente manera:

- Óptimo +1: para cada clase de carretera RONET aplica, si es posible, un estándar que es un nivel más alto que el estándar óptimo en términos de gastos para la agencia vial. Algunos ejemplos: (i) si el nivel óptimo es el Estándar Medio entonces RONET aplica el Estándar Alto, (ii) si el nivel óptimo es el Estándar Bajo entonces RONET aplica el Estándar Medio, y (iii) si el nivel óptimo es el Estándar Muy Alto entonces RONET aplica el Estándar Muy Alto, ya que es el límite superior.
- Óptimo +2: para cada clase de carretera RONET aplica, si es posible, un estándar que es de dos niveles superiores al estándar óptimo en términos de gastos para la agencia vial. Por ejemplo, si el estándar óptimo es Medio entonces RONET aplica el Estándar Muy Alto.
- Óptimo -1: para cada clase de carretera RONET aplica, si es posible, un estándar que es un nivel más bajo que el estándar óptimo en términos de gastos para la agencia vial. Por ejemplo, si el estándar óptimo es Medio entonces RONET aplica el Estándar Bajo.
- Óptimo -2: para cada clase de carretera aplica, si es posible, un estándar que es dos niveles inferiores que el estándar óptimo en términos de gastos para la agencia vial. Por ejemplo, si el estándar óptimo es Medio entonces RONET aplica el Estándar Muy Bajo.
- Óptimo -3: para cada clase de carretera aplica, si es posible, un estándar que es tres niveles inferiores que el estándar óptimo en términos de gastos para la agencia vial. Por ejemplo, si el estándar óptimo es Medio entonces RONET aplica el Estándar Hacer lo Mínimo. Tenga en cuenta que el límite inferior se define como la aplicación del estándar “Hacer lo Mínimo” y no del estándar “No Hacer Nada”.
- Hacer lo Mínimo: Aplica el Estándar “Hacer lo Mínimo” a todas las clases de carreteras
- No Hacer Nada: Aplica el Estándar “No Hacer Nada” a todas las clases de carreteras
- Personalizado: El usuario define qué estándar aplicar en cada clase de carretera como función del tipo de red y la categoría de tráfico de la clase de carretera.
- Los escenarios presupuestarios Óptimo -1, Óptimo -2, Óptimo -3, “Hacer lo Mínimo” y “No Hacer Nada” representan restricciones al presupuesto, mientras que Óptimo+1 y Óptimo+2 representa escenarios con un gasto mayor en relación al escenario óptimo, incluidos en el RONET para mostrar las consecuencias de un consumo mayor de recursos.

## **Evaluación del Estándar Personalizado por Clase de Carretera**

En esta opción de evaluación, el usuario define un Escenario Presupuestario Personalizado definiendo un estándar que debe aplicarse a cada clase de carreteras por tipo de red y nivel de tráfico. RONET define el otro escenario presupuestario de la siguiente manera:

- Personalizado +1: para cada clase de carretera aplica, si es posible, un estándar que es un nivel superior al estándar personalizado en términos de gastos para la agencia vial.
- Personalizado +2: para cada clase de carretera aplica, si es posible, un estándar que es dos niveles superior al estándar personalizado en términos de gastos para la agencia vial.
- Personalizado -1: para cada clase de carretera aplica, si es posible, un estándar que es un nivel inferior al estándar personalizado en términos de gastos para la agencia vial.

- Personalizado -2: para cada clase de carretera aplica, si es posible, un estándar que es dos niveles inferior al estándar personalizado en términos de gastos para la agencia vial.
- Personalizado -3: para cada clase de carretera aplica, si es posible, un estándar que es tres niveles inferior al estándar personalizado en términos de gastos para la agencia vial.
- Hacer lo Mínimo: Aplica el Estándar “Hacer lo Mínimo” para todas las clases de carreteras
- No Hacer Nada: Aplica el Estándar “No Hacer Nada” a todas las clases de carreteras

### **Evaluación de la Aplicación del Mismo Estándar en todas las Clases de Carreteras**

En esta opción de evaluación, RNET define los escenarios presupuestarios como:

- Muy Alto: RNET aplica el estándar más alto en todas las clases de carreteras
- Alto: RNET aplica el estándar alto en todas las clases de carreteras
- Medio: RNET aplica el estándar medio en todas las clases de carreteras
- Bajo: RNET aplica el estándar bajo en todas las clases de carreteras
- Muy Bajo: RNET aplica el estándar muy bajo en todas las clases de carreteras
- Hacer lo Mínimo: Aplica el Estándar Hacer lo Mínimo en todas las clases de carreteras
- No Hacer Nada: Aplica el Estándar de No Hacer Nada en todas las clases de carreteras
- Personalizado: El usuario define que estándar aplicar en cada clase de carretera como función del tipo de red y la categoría del tráfico cada clase.

### **Salidas de la Evaluación de Desempeño**

Las salidas de este módulo son las siguientes:

- Desempeño de la Red: presenta las consecuencias para la red completa, la pavimentada y la no pavimentada del aplicar los diferentes escenarios presupuestarios (niveles de gasto vial). Las consecuencias son presentadas en términos de:
  - Costos de la Agencia Vial
  - Costos para la Sociedad
  - Costos para los usuarios de la carretera
  - Valor de los Activos de la Red
  - Rugosidad de la Red
  - Estado de la Red
  - Costos Anuales de la Agencia Vial
  - Costos Anuales de la Agencia Vial por PIB
- Programa Anual de Obras: presenta para la red completa, la pavimentada y la no pavimentada y para un escenario presupuestario elegido por el usuario, el flujo de costos para la sociedad, beneficios netos, obras viales, valor de los activos y estado de la red.

- Catálogo de Soluciones: presenta para un escenario presupuestario elegido por el usuario, el estándar que será aplicado en cada clase de carretera.
- Distribución de Obras Viales: presenta, para un escenario presupuestario elegido por el usuario, la distribución del mantenimiento recurrente, el mantenimiento periódico y los costos de rehabilitación, y la longitud de las obras viales por tipo de red, tipo de gestión, tipo de superficie y clase de superficie, para los años 1 a 5, 6 a 20 y 1 a 20. Los cuadros de salida presentan: (i) costos totales de las obras viales (M\$); (ii) costos anuales de las obras viales (M\$/año); (iii) costos anuales de las obras viales por km (\$/km-año); (iv) costos por vehículo-km (\$/vehículo-km) y (v) longitud anual de las obras viales (km/año).
- Resumen de Obras Viales: presenta para un escenario presupuestario elegido por el usuario, un período (años 1 a 5, 6 a 20 o 1 a 20) y un tipo de obra vial (mantenimiento recurrente, mantenimiento periódico, trabajos de rehabilitación u otro trabajo), un resumen de la distribución por tipo de red, tipo de gestión y tipo de superficie, de lo siguiente: (i) costos de las obras viales, (ii) longitud actual de la red, (iii) utilización actual de la red, y (iv) Valor de los Activos Actuales de la Red. Esta página de salida también presenta un cuadro con indicadores de asequibilidad.
- Comparación de Gastos Históricos: presenta, para un escenario presupuestario definido por el usuario, cada tipo de red y tipo de obra vial: (i) los gastos históricos de los últimos cinco años, (ii) los gastos requeridos para los próximos cinco años y (iii) la relación entre los gastos requeridos y los gastos históricos.

Los resultados se calculan utilizando las macros de Excel, por lo tanto, se debe pulsar el botón de “Evaluación del Desempeño”, ubicado en el menú principal para calcular los resultados. Los resultados *no* se recalculan automáticamente al cambiar ninguna configuración de datos o datos de entrada. Al pulsar el botón, RONET le preguntará si desea guardar los resultados intermedios de los cálculos en un libro temporal. Si selecciona Sí, todos los resultados intermedios se almacenan en un nuevo libro que se crea cada vez que se selecciona Sí en esta opción. El nuevo trabajo se llama “Libro1”, “Libro2”, “Libro3”, y así sucesivamente. Una vez revisados los libros temporales, se pueden cerrar o guardar si es necesario (guardar con un nombre diferente si es necesario). Si selecciona No, no se crea el libro temporal. Para calcular los resultados pueden tardar entre 2 y 5 minutos, dependiendo de la velocidad de procesamiento de computadora. La situación de los cálculos se presenta en la línea de estado de Excel en la esquina inferior izquierda de la pantalla. Cuando hayan finalizado todos los cálculos, el modelo presenta un mensaje indicando el final de los cálculos y la duración de los mismos.

Las características de los estándares de las obras viales son específicas para cada país, por lo tanto, se definen los estándares de las obras viales en la página de Configuración de Estándares.

## **CONFIGURACIÓN DE ESTÁNDARES**

La página de Configuración de Estándares define las características de los estándares de las obras viales que serán evaluadas en el Módulo de Evaluación de Desempeño, que estima que el deterioro de las carreteras de cada clase en siete estándares (Muy Alto, Alto, Medio, Bajo, Muy Bajo, Hacer lo Mínimo y No Hacer Nada). Las entradas en esta página no afectan los resultados del módulo de evaluación del estado actual. En esta página, se configura lo siguiente.

- Escenario Presupuestario Personalizado
- Opción de Evaluación de Escenarios Presupuestarios
- Configuración de Estándares de Obras de Capital
- Configuración de Estándares de Mantenimiento de Recurrente

## Escenario Presupuestario Personalizado

El cuadro de definición del escenario presupuestario personalizado es usado para definir el escenario personalizado a ser evaluado. En este cuadro, se define para cada tipo de red y categoría de tráfico el estándar de obra vial que será aplicado en este escenario personalizado. Por ejemplo, se puede definir aplicar el estándar muy alto para las Autopistas y carreteras Principales con mucho tráfico y el estándar bajo en carreteras Terciarias y No Clasificadas con poco tráfico. El escenario personalizado resume los resultados generales de la aplicación de los estándares seleccionados en los correspondientes tipos de red y categorías de tráfico. Los valores predeterminados se indican en el cuadro 21. Estos son valores específicos de cada país o estudio, por lo tanto, se espera que se cambien.

**Cuadro 21. Definición de Escenarios Presupuestarios Personalizados**

Estándares del Escenario Presupuestario Personalizado		Categoría de Tráfico				
Código	Red Vial	Tráfico I	Tráfico II	Tráfico III	Tráfico IV	Tráfico V
H	Autopista	Estándar Muy Bajo	Estándar Bajo	Estándar Medio	Estándar Alto	Estándar Muy Alto
I	Primaria	Estándar Muy Bajo	Estándar Bajo	Estándar Medio	Estándar Alto	Estándar Muy Alto
J	Secundaria	Estándar Muy Bajo	Estándar Bajo	Estándar Medio	Estándar Alto	Estándar Muy Alto
K	Terciaria	Estándar Muy Bajo	Estándar Bajo	Estándar Medio	Estándar Alto	Estándar Muy Alto
L	Sin Clasificar	Estándar Muy Bajo	Estándar Bajo	Estándar Medio	Estándar Alto	Estándar Muy Alto

## Opción de Evaluación de Escenarios Presupuestarios

Aquí se define la elección para la definición del escenario presupuestario a ser evaluado por RONET. Se selecciona la opción de evaluación seleccionando una de los botones de opciones disponibles como se muestra en el cuadro 22.

**Cuadro 22. Opción de Evaluación de Escenarios Presupuestarios**

### Opción de Evaluación de Escenarios Presupuestarios

Evaluar estándar óptimo por clase de carretera (costo total mínimo y mayor VAN)

Evaluar estándar personalizado por clase de carretera (estándar definido por usuario)

Evaluar aplicar mismo estándar para todas las clases de carreteras

## Configuración de Estándares de Obras de Capital

Este cuadro define las obras de capital (mantenimiento periódico y obras de rehabilitación) a ser aplicadas en cada estándar a ser evaluado. Los valores predeterminados para carreteras de hormigón y de asfalto son los dados debajo en el cuadro 23. Probablemente estos valores sean aplicables para la mayoría de países de todo el mundo, por lo tanto, se espera que pocos usuarios modifiquen estos valores predeterminados.

**Cuadro 23. Valores Predeterminados para Carreteras de Hormigón y de Mezcla Asfáltica**

**Rugosidad Límite para Aplicar las Obras Viales Recomendadas (IRI, m/km)**

Escenario		Rango de Rugosidad y Obra Vial Requerida				
		IRI≤4,0 Refuerzo	4,0<IRI≤6,0 Refuerzo	6,0<IRI≤8,0 Refuerzo Es- tructural	8,0<IRI≤10,0 Reconstrucción	10<IRI Reconstrucción
Código	Nombre	Rugosidad Límite (IRI)				
A	Estándar Muy Alto	3,00	4,00	6,00	8,00	10,00
B	Estándar Alto	3,25	4,50	6,50	8,50	10,50
C	Estándar Medio	3,50	5,00	7,00	9,00	11,00
D	Estándar Bajo	3,75	5,50	7,50	9,50	11,50
E	Estándar Muy Bajo	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00
F	Hacer lo Mínimo	99,00	99,00	99,00	99,00	14,00
G	No Hacer Nada	99,00	99,00	99,00	99,00	99,00

En este cuadro se define, para cada rango de rugosidad, las rugosidades límites que indican cuando aplicar las obras de capital requeridas. Por ejemplo, para una carretera con la rugosidad de menos de 4,0 IRI, en un escenario de estándar muy alto, el refuerzo requerido (mantenimiento periódico) se aplicará cuando la carretera alcance 3,0 IRI, y en un escenario con estándar muy bajo, cuando la carretera llegue a 4,0 IRI. Para carreteras con menos de 6,0 IRI, las obras viales requeridas son refuerzos; para carreteras entre 6,0 y 8,0 IRI, las obras viales requeridas son refuerzos estructurales, y para caminos con rugosidad IRI superior a 8,0, las obras viales requeridas son reconstrucciones. Los valores predeterminados para carreteras con tratamiento de superficies se presentan en el cuadro 24. Probablemente estos valores sean aplicables para la mayoría de países de todo el mundo, por lo tanto, se espera que pocos usuarios modifiquen estos valores predeterminados.

**Cuadro 24. Valores Predeterminados para Carreteras con Tratamiento Superficial**  
**Intervalo de Tiempo y Rugosidades Límites para Aplicar las Obras Viales Recomendadas (IRI, m/km)**

Escenario		Rango de Rugosidad y Obra Vial Requerida				
		IRI≤4,0 Sello	4,0<IRI≤7,0 Sello	7,0<IRI≤9,0 Refuerzo	9,0<IRI≤11,0 Reconstrucción	11<IRI Reconstrucción
Código	Código	Intervalo de Tiempo (años)		Rugosidad Límite (IRI)		
A	Estándar Muy Alto	7	7	7,00	9,00	11,00
B	Estándar Alto	9	9	7,50	9,50	11,50
C	Estándar Medio	11	11	8,00	10,00	12,00
D	Estándar Bajo	13	13	8,50	10,50	12,50
E	Estándar Muy Bajo	15	15	9,00	11,00	13,00
F	Hacer lo Mínimo	99	99	99,00	99,00	15,00
G	No Hacer Nada	99	99	99,00	99,00	99,00

En este caso, el sello es la obra requerida para carreteras con rugosidad inferior a 7,0 IRI, y está previsto en un determinado intervalo de tiempo en años. En este cuadro, se definen, para cada rango de rugosidad, las rugosidades límites que indican cuando aplicar las obras de capital requeridas para carreteras con rugosidad IRI superior a 7,0, y la frecuencia del sello de las carreteras con rugosidad inferior a 7,0 IRI. Por ejemplo, para una carretera con la rugosidad inferior a 4,0 IRI, en un escenario de estándar muy alto, el resellado (mantenimiento periódico) se aplica cada siete años, y en un escenario estándar muy bajo, cada 15 años.

RONET utiliza una ecuación simplificada de deterioro de las carreteras del HDM-4 para estimar la progresión de la rugosidad en el tiempo como función de las siguientes características de la carretera:

(i) rugosidad actual, (ii) la resistencia de la carretera (número estructural modificado), (iii) la edad del pavimento, (iv) la carga de tráfico (ejes estándar equivalentes anuales) y (v) coeficiente medio ambiental (véase el anexo 1). Las obras de inversión se aplican cuando la correspondiente rugosidad o edad del pavimento alcanza los umbrales.

Los valores predeterminados para carreteras de ripio se indican a continuación en el cuadro 25. El sub-cuadro de la izquierda define el aplazamiento del reenripiado, en años, para cada escenario estándar. Probablemente estos valores sean aplicables para la mayoría de países del mundo. El sub-cuadro de la derecha define la correspondiente rugosidad media específica para cada país para cada escenario estándar y el sub-cuadro inferior define las características promedio de las carreteras de ripio, que son insumos específicos de cada país.

**Cuadro 25. Valores Predeterminados para Carreteras de Ripio**

Aplazamiento del Reenripiado (años)			Rugosidad Media Anual (IRI, m/km)		
Código	Escenario	Aplazamiento (años)	Código	Escenario	Rugosidad (IRI)
A	Estándar Muy Alto	0	A	Estándar Muy Alto	5
B	Estándar Alto	1	B	Estándar Alto	7
C	Estándar Medio	2	C	Estándar Medio	11
D	Estándar Bajo	3	D	Estándar Bajo	16
E	Estándar Muy Bajo	4	E	Estándar Muy Bajo	20
F	Hacer lo Mínimo	5	F	Hacer lo Mínimo	22
G	No Hacer Nada	999	G	No Hacer Nada	25

**Características del Ripio**

Características	Valor	Valores Sugeridos para Diferentes Tipos de Ripio			
		Cuarcítico	Laterítico	Coral	Volcánico
Índice de Plasticidad del Ripio (%)	10,1	9,1	10,1	13,0	17,0
Material del Ripio Pasa Tamiz 0,075 mm (%)	25,5	24,2	25,5	25,0	23,5

RONET utiliza la ecuación de deterioro de pérdida de ripio del HDM-4 para estimar la pérdida de ripio en el tiempo en función de las siguientes características de la carretera: (i) características del ripio, (ii) la geometría de la carretera, (iii) las lluvias en la carretera y (iv) el tráfico medio diario (véase el anexo 2). En un escenario de estándar muy alto, el reenripiado se aplica cuando el espesor de ripio alcanza los 50 mm (caso óptimo sin limitaciones presupuestarias). En los otros escenarios, el reenripiado se aplica después de superado el aplazamiento definido por el usuario, luego del año estimado para el reenripiado según el estándar muy alto. Por ejemplo, si bajo el estándar muy alto, el año óptimo es el 6 (calculado sobre la base de las ecuaciones de HDM-4), entonces en el marco del estándar muy bajo, el reenripiado se aplica en el año 10 después del aplazamiento definido por el usuario de cuatro años. La frecuencia de reenripiado y el mantenimiento recurrente determinan la rugosidad promedio de las carreteras de ripio. En el RONET, la rugosidad promedio de las carreteras de ripio para cada estándar no es calculada usando ninguna ecuación, sino que es definida por el usuario en el sub-cuadro de la derecha.

Los valores predeterminados para carreteras de la tierra se indican a continuación en el cuadro 26. El sub-cuadro de la izquierda define el intervalo para la distribución de gruesos, en años, para cada escenario estándar. Probablemente estos valores sean aplicables para la mayoría de países del mundo. El



sub-cuadro de la derecha define la rugosidad media correspondiente de cada escenario estándar. Estos son insumos específicos de cada país.

**Cuadro 26. Valores Predeterminados para Carreteras de Tierra**

Intervalo entre Perfilados (años)			Rugosidad Media Anual (IRI, m/km)		
Escenario		Intervalo Años	Escenario		Rugosidad (IRI)
Código	Nombre		Código	Nombre	
A	Estándar Muy Alto	2	A	Estándar Muy Alto	7
B	Estándar Alto	4	B	Estándar Alto	9
C	Estándar Medio	6	C	Estándar Medio	13
D	Estándar Bajo	8	D	Estándar Bajo	18
E	Estándar Muy Bajo	10	E	Estándar Muy Bajo	22
F	Hacer lo Mínimo	12	F	Hacer lo Mínimo	24
G	No Hacer Nada	999	G	No Hacer Nada	25

RONET adopta el intervalo de tiempo para los perfilados definido por el usuario para caracterizar cada escenario estándar. El intervalo de distribución de gruesos y el mantenimiento recurrente determina la rugosidad media de las carreteras de tierra. En el RONET, la rugosidad promedio de las carreteras de tierra para cada estándar no es calculada usando ninguna ecuación, sino que es definida por el usuario en el sub-cuadro de la derecha.

### Configuración de los Estándares de Mantenimiento Recurrente

El cuadro 27 define los multiplicadores de costos de obras de mantenimiento recurrente a ser aplicados en cada estándar a ser evaluado. Los valores predeterminados se indican en el cuadro 26. Probablemente estos valores sean aplicables para la mayoría de países del mundo, por lo tanto, se espera que pocos usuarios modifique estos valores predeterminados.

**Cuadro 27. Configuración de los Estándares de Mantenimiento Recurrente**

Escenario		Tipo de Superficie				
Código	Nombre	Hormigón	Asfalto	T.S.	Ripio	Tierra
A	Estándar Muy Alto	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
B	Estándar Alto	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
C	Estándar Medio	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
D	Estándar Bajo	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
E	Estándar Muy Bajo	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
F	Hacer lo Mínimo	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
G	No Hacer Nada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

En esta tabla se define, para cada tipo de superficie, los multiplicadores de costos de mantenimiento recurrente aplicables a cada uno de los escenarios estándar. Por ejemplo, para el escenario de estándar muy alto, para carreteras asfaltadas, los costos de mantenimiento recurrente definidos en la página de Datos del País se multiplican por 1,00, mientras que para el escenario de estándar muy bajo, los costos de mantenimiento recurrente definidos en la página de Datos del País se multiplican por 0,50. Tenga en cuenta que la rugosidad promedio de carreteras no pavimentadas (definida antes) está muy relacionado con el nivel de gastos de mantenimiento recurrente, por lo tanto, se deben introducir valores coherentes en ambas tablas.

## **Coefficientes de Calibración de Deterioro de Carreteras Pavimentadas**

Este cuadro permite la configuración de los coeficientes de calibración de deterioro de carreteras pavimentadas de hormigón, asfalto y tratamiento superficial. El coeficiente a1 multiplica el número estructural modificado de la carretera y el coeficiente a2 multiplica la edad del pavimento para reemplazar los componentes de fisuración superficial y ahuellamiento del incremento de la rugosidad (véase anexo 1). Es esperable que pocos usuarios modifiquen estos valores predeterminados y que lo hiciesen sólo luego de un proceso de progresión de calibración de la rugosidad en HDM-4.

## **GASTOS HISTÓRICOS**

En esta página se ingresan (i) los gastos históricos medios en obras viales de los últimos cinco años, en millones de dólares por año y (ii) las longitudes de obras viales históricas medias de los últimos cinco años, en km por año. Se puede introducir esta información por tipo de red, tipo de obra vial (rehabilitación, mantenimiento periódico, mantenimiento recurrente y total) y clase de superficie (pavimentada, sin pavimentar y total). RNET calcula los gastos promedios de obras viales durante los últimos cinco años, en \$ por km, para diferentes tipos de obras viales y clases de superficie.

La información introducida en esta página es utilizada por el Módulo de Evaluación de Desempeño para comparar los gastos requeridos bajo diferentes escenarios con el gasto histórico en el país.

## **DESEMPEÑO DE LA RED**

Esta página presenta las consecuencias de diferentes escenarios presupuestarios (niveles de gasto vial). Las consecuencias se presentan en términos de:

- Costos para la Agencia Vial
- Costo para la Sociedad
- Costo para el Usuario del Camino
- Valor de los Activos de la Red
- Rugosidad de la Red
- Estado de la Red
- Costos Anuales de la Agencia Vial
- Costos Anuales de la Agencia Vial por PIB

En la celda D1, se selecciona si desea ver las consecuencias para la red pavimentada, sin pavimentar, o total. En la parte superior, hay una tabla de contenido, donde se puede seleccionar entre:

- Gráficos de Costos Totales para la Sociedad y Beneficios Netos
- Consecuencias para la Agencia Vial
- Consecuencias para la Sociedad
- Consecuencias para los Usuarios
- Consecuencias para el Valor Patrimonial y la Rugosidad de la Red
- Consecuencias para el Estado de la Red 1/2
- Consecuencias para el Estado de la Red 2/2

- Consecuencias para los Costos Anuales de la Agencia Vial
- Consecuencias para los Costos Anuales de la Agencia Vial por PIB
- Consecuencias para Valores Presentes de Costos 1/2
- Consecuencia para Valores Presentes de Costos 2/2 y Seguridad Vial

Una vez que selecciona una opción, se pueden ver los correspondientes gráficos y tablas. Para volver a la tabla de contenido, pulse el hipervínculo [T](#) ubicado en la columna B o use las características de Excel para ir a la parte superior de la página.

Los cuadros y gráficos disponibles son los siguientes:

- Gráficos de Costos Totales para la Sociedad y Beneficios Netos
  - Gráfico del valor presente, a la tasa de descuento definida, de los costos para la sociedad de la agencia vial, de los usuarios y totales
  - Gráfico del valor presente del beneficio neto comparado con el valor presente del costo de la agencia vial
- Consecuencias para la Agencia Vial
  - Costo de la Agencia Vial (Años 1-20)
  - Composición de los Costos de la Agencia Vial (Años 1-20)
  - Mantenimiento Recurrente como un Porcentaje del Costo Total de Mantenimiento
- Consecuencias para la Sociedad
  - Costos para la Sociedad (Costos Totales Años 1-20)
  - Pérdida Neta para la Sociedad Comparada con el Escenario Optimo (Costos Totales Años 1-20)
  - Beneficio Netos para la Sociedad Comparado con el Escenario Hacer lo Mínimo (Costos Totales Años 1-20)
- Consecuencias para los Usuarios de Carreteras
  - Impacto del Déficit de la Agencia Vial en los Costos para los Usuarios
  - Costos Unitarios para los Usuarios
- Consecuencias para el Valor Patrimonial de la Red y la Rugosidad de la Red
  - Valor Patrimonial de la Red
  - Rugosidad Ponderada por Km
  - Rugosidad Ponderada por Vehículo-Km
- Consecuencias para el Estado de la Red 1/2
  - Longitud de la Red Vial en Estado Muy Bueno
  - Longitud de la Red Vial en Estado Bueno
  - Longitud de la Red Vial en Estado Regular
- Consecuencias para el Estado de la Red 2/2
  - Longitud de la Red Vial en Estado Malo
  - Longitud de la Red en Estado Muy Malo
  - Longitud de la Red por Estado de la Carretera (seleccione el escenario presupuestario para este cuadro en la celda D402)
- Consecuencias para los Costos Anuales de la Agencia Vial
  - Costos Anuales de la Agencia Vial Años 1-5 (Costos Anuales Años 1-5)

- Costos Anuales de la Agencia Vial Años 6-20 (Costos Anuales Años 6-20)
- Costos Anuales de la Agencia Vial Años 1-20 (Costos Anuales Años 1-20)
- Consecuencias para los Costos Anuales de la Agencia Vial por PIB
  - Costos Anuales de la Agencia Vial Años 1-5 (Porcentaje del PIB)
  - Costos Anuales de la Agencia Vial Años 6-20 (Porcentaje del PIB)
  - Costos Anuales de la Agencia Vial Años 1-20 (Porcentaje del PIB)
- Consecuencias del Valor Presente de los Costos 1/2
  - Valor Presente de los Costos de la Agencia Vial
  - Valor Presente de los Costos para la Sociedad
  - Valor Presente de la Pérdida para la Sociedad Comparada con el Escenario Óptimo
- Consecuencias del Valor Presente de los Costos 2/2
  - Valor Presente del Beneficio Neto para la Sociedad Comparado con el Escenario Hacer lo Mínimo (VAN o VPN)
  - Valor Presente del Impacto del Déficit de la Agencia Vial en los Costos de los Usuarios de las Carreteras
  - Evaluación de Costos de Seguridad Vial

## **PROGRAMA ANUAL DE TRABAJO**

Esta página presenta el programa anual de obras para un escenario presupuestario seleccionado por el usuario y una red vial. En la celda C1, se selecciona de una lista de opciones disponibles, un escenario presupuestario. En la celda E1, se selecciona, de una lista de opciones disponibles, el programa de obras que se desee ver entre la red pavimentada, la no pavimentada y la total. El cuadro de salida presenta los siguientes valores anuales:

- Costos (millones de \$)
  - Rehabilitación
  - Mantenimiento Periódico
  - Mantenimiento Recurrente
  - Agencia Vial
  - Usuarios de la Carretera
  - Sociedad en su conjunto
- Beneficio Neto Comparado con el Escenario Hacer lo Mínimo (millones de \$)
- Valor Patrimonial (millones de \$)
- Obras Viales Anuales (km)
  - Rehabilitación
  - Mantenimiento Periódico
  - Mantenimiento Recurrente
- Estado de la Red Vial
  - Rugosidad Ponderada por Km
  - Rugosidad Ponderada por Vehículo-Km

El cuadro de salida también presenta los totales en los años 1-5, 6-20 y 1-20, valores anuales en estos períodos y valores presente a lo largo del período de evaluación, así como la rugosidad promedio de la red a lo largo del período de evaluación.

## **CATÁLOGO DE SOLUCIONES**

Esta página presenta, para un escenario presupuestario elegido por el usuario, los estándares que RNET seleccionó para cada clase de carretera para un dado escenario presupuestario. En la celda C1, se selecciona un escenario presupuestario. A cada estándar es asignado un número que es presentado en el cuadro de catálogo de soluciones.

## **DISTRIBUCIÓN DE LAS OBRAS VIALES**

Esta página presenta, para un escenario presupuestario seleccionado por el usuario, para las obras de mantenimiento y de rehabilitación y todo tipo de obras, la siguiente información:

- Costos Totales de Obras Viales (M\$)
- Costos Anuales de Obras Viales (M\$/año)
- Costos Anuales de Obras Viales por km (\$/km-año)
- Obras Viales por vehículo-km (\$/vehículo-km)
- Longitud de las Obras Viales Anuales (km/año)

La información se presenta por tipo de red, tipo de gestión, clase de superficie y tipo de superficie, y para los años 1 a 5, de 6 a 20 y de 1 a 20. En la celda C1, se selecciona un escenario presupuestario. En la parte superior de la página, hay una tabla de contenido, donde se puede seleccionar entre:

- Costos Totales (M\$) por Tipo de Red y Clase de Superficie
- Costos Anuales (M\$/año) por Tipo de Red y Clase de Superficie
- Costos Anuales por Km (\$/km-año) por Tipo de Red y Clase de Superficie
- Costo por Vehículo-km (\$/vehículo-km) por Tipo de Red y Clase de Superficie
- Longitud Anua de Obras Viales (km/año) por Tipo de Red y Clase de Superficie
- Costos Totales (M\$) por Tipo de Gestión y Clase de Superficie
- Costos Anuales (M\$/año) por Tipo de Gestión y Clase de Superficie
- Costos Anuales de por Km (\$/km-año) por Tipo de Gestión y Clase de Superficie
- Costo por Vehículo-km (\$/vehículo-km) por Tipo de Gestión y Clase de Superficie
- Longitud Anual de Obras Viales (km/año) por Tipo de Gestión y Clase de Superficie
- Costos Totales (M\$) por Tipo de Red y Tipo de Superficie
- Costos Anuales (M\$/año) por Tipo de Red y Tipo de Superficie
- Costos Anuales por Km (\$/km-año) por Tipo de Red y Tipo de Superficie
- Costo por Vehículo-km (\$/vehículo-km) por Tipo de Red y Tipo de Superficie

- Longitud Anual de Obras Viales (km/año) por Tipo de Red y Tipo de Superficie
- Costos Totales (M\$) por Tipo de Gestión y Tipo de Superficie
- Costos Anuales (M\$/año) por Tipo de Gestión y Tipo de Superficie
- Costos Anuales por Km (\$/km-año) por Tipo de Gestión y Tipo de Superficie
- Costo por Vehículo-km (\$/vehículo-km) por Tipo de Gestión y Tipo de Superficie
- Longitud Anual de Obras Viales (km/año) por Tipo de Gestión y Tipo de Superficie

Una vez seleccionada una opción, puede ver los correspondientes cuadros. Para volver a la tabla de contenido, pulse el hipervínculo [T](#), ubicado en las columnas B o T, o use las características de Excel.

## RESUMEN DE OBRAS VIALES

Esta página presenta indicadores de asequibilidad y un resumen de la distribución en la red de:

- Costos de obras viales
- Longitud de la red actual
- Utilización actual de la red
- Valor patrimonial efectivo en el momento actual

La distribución se presenta por tipo de red, tipo de gestión y tipo de superficie.

En la celda C1, se selecciona un escenario presupuestario. En la celda F1, se selecciona un tipo de obras vial (mantenimiento recurrente, mantenimiento periódico, obras de rehabilitación, obras de inversión y todas las obras) y en la celda I1 se selecciona un periodo (año 1 a 5, 6 a 20 o de 1 a 20 ). En la parte superior de la página, hay una tabla de contenido, donde se puede seleccionar entre:

- Indicadores de Asequibilidad
- Información por Tipo de Red
- Información por Tipo de Superficie
- Información por Tipo de Gestión

Una vez seleccionada una opción, puede ver los correspondientes cuadros. Para volver a la tabla de contenido, pulse el hipervínculo [T](#), ubicado en la columna B, o use las características de Excel para ir a la parte superior de la página.

## COMPARACIÓN DE GASTOS HISTÓRICOS

Esta página presenta, para un escenario presupuestario definido por el usuario, cada tipo de red vial y tipo de obra vial: (i) el gasto histórico en los últimos cinco años, (ii) los gastos requeridos para los próximos cinco años y (iii) la relación entre los gastos requeridos y los históricos. Cuadros similares se presentan para la longitud de las obras viales anuales, comparando las obras históricas, las obras requeridas y la relación entre las requeridas y las históricas. En la celda C1, se selecciona, de la lista de opciones disponibles, un escenario presupuestario.

## Parte D – Módulo de Ingresos de Usuarios

### PANORAMA GENERAL DE LOS INGRESOS DE LOS USUARIOS

El objetivo de este módulo es estimar los ingresos obtenidos a partir de los cargos a los usuarios de las carreteras y comparar estos ingresos con las necesidades de financiación de la red. Estos ingresos se calculan procedentes de impuestos el combustible, las nuevas tasas de matriculación de vehículos nuevos, tasas de licencias e inspección, seguros y otros tasas, tasas por daños por sobrepeso, tasas por distancia viajada, los ingresos internacionales de tráfico, los ingresos por peajes, ingresos por permisos a vehículos extranjeros, los ingresos de viñetas, los ingresos por impuestos al carbono, los ingresos por ordenamiento del tráfico y otros ingresos por tasas e impuestos. Los requerimientos de financiación son definidos para el mantenimiento recurrente, mantenimiento periódico, rehabilitación, inversiones, administración y otros gastos. En otras palabras, RNET determina el nivel de cargos a los usuarios de las carreteras necesarios para satisfacer las necesidades de financiación para un determinado escenario presupuestario y el déficit de financiación real.

### CONFIGURACIÓN VEHICULOS

La página Configuración Vehículos define la composición, utilización y las características de consumo de combustible del parque vehicular. Los parámetros de entrada en esta página no afectan los resultados de los Módulos de Evaluación del Estado Actual ni de Evaluación de Desempeño. Los valores predeterminados se indican en el cuadro 28 y son específicos para cada país o estudio, por lo tanto, se espera que los usuarios modifiquen estos valores predeterminados.

**Cuadro 28. Configuración del Parque Vehicular**

**Configuración del Parque de Vehículos**

Tipo de Vehículo	Tipo Combustible (Diesel o Gasolina)	Parque Vehicular		Utilización Anual		Consumo de Combustible			
		Composición Parque Vehicular (%)	Parque Vehicular (veh)	Kilómetros Conducidos por Año (km/año)	Utilización de Vehículos (millón veh-km/año)	Consumo Combustible (litros/veh-km)	Consumo de Combustible Anual		
						Diesel (millón litros/año)	Gasolina (millón litros/año)	Total (millón litros/año)	
Motorcycle	G	0%	0	15,000	0	0.05	0	0	
Car (Gasoline)	G	45%	45,000	25,000	1,125	0.12	0	135	
Car (Diesel)	D	5%	5,000	25,000	125	0.12	15	0	
Utility (Gasoline)	G	20%	20,000	35,000	700	0.12	0	84	
Utility (Diesel)	D	5%	5,000	35,000	175	0.12	21	0	
Truck Light	D	10%	10,000	35,000	350	0.15	53	0	
Truck Medium	D	8%	8,000	50,000	400	0.23	92	0	
Truck Heavy	D	2%	2,000	70,000	140	0.43	60	0	
Truck Articulated	D	1%	1,000	80,000	80	0.64	51	0	
Bus Light	D	1%	1,000	50,000	50	0.14	7	0	
Bus Medium	D	2%	2,000	70,000	140	0.21	29	0	
Bus Heavy	D	1%	1,000	80,000	80	0.29	23	0	
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>100,000</b>		<b>3,365</b>	<b>0.17</b>	<b>352</b>	<b>219</b>	<b>571</b>
						Consumo anual de combustible (millón galones/año)			
						93			
						Consumo anual de combustible (000 ton/año)			
						299			
						164			
						463			

Nuevos vehículos registrados por año	10,000
Porcentaje de camiones con sobre peso	20%

En la página de entrada de Datos del País, se define el número total de vehículos en circulación en el país. En la página de Configuración del Parque Vehicular, se definen hasta doce tipos de vehículos, el

tipo de combustible de cada tipo de vehículo (D para Diesel o G para gasolina), la composición del parque vehicular, los kilómetros recorridos por año y consumo unitario medio de combustible, en litros/km. RNET calcula la correspondiente utilización total del parque vehicular (millones de vehículo-km/año) y el consumo total anual de gasolina y diesel, en millones de litros/año, millones de galones/año y miles de toneladas por año. En esta página, también se puede definir el número de vehículos nuevos matriculados cada año y el porcentaje de camiones que viajan sobrecargados y deben estar sujetos a multas por daños.

La página de Configuración del Parque Vehicular permite comprobar si la utilización de la red calculada en el módulo de Evaluación del Estado Actual, basado en la distribución de la longitud de la red vial por clase de carretera, es coherente con la utilización de la red calculada a partir de los datos ingresados en la página de Configuración del Parque Vehicular. Una fuente de discrepancia podría ser el hecho que de la red evaluada en el módulo de Evaluación de la Red Actual no incluye calles y avenidas urbanas, mientras que el parque vehicular del país incluye a los vehículos localizados en los centros urbanos. Por lo tanto, en esta página usted puede ingresar su estimación sobre la utilización de vehículos en centros urbanos y comparar el cálculo de la utilización total de los vehículos por ambos métodos. En esta página, también se puede comprobar (i) si el consumo total de combustible ingresado en la página de Datos del País es coherente con el consumo de combustible calculado en esta página y (ii) si el número de víctimas mortales calculado en los indicadores de monitoreo de la evaluación del estado actual es coherente con el número de muertes totales introducidos en los Datos del País. El cuadro 29 muestra las tablas utilizadas para el control de estas consistencias. Se debe modificar las entradas en la página de Longitud de la Red Vial y/o en la página de Configuración del Parque Vehicular hasta obtener una consistencia satisfactoria.

### Cuadro 29. Chequeo de la Consistencia de la Utilización y del Consumo de Combustible

#### Conferir Consistencia en Utilización de Vehículos

Utilización Proveniente de Matriz de Clases de Carreteras	
Autopista	0
Primaria	1,694
Secundaria	383
Terciaria	72
Sin Clasificar	0
Total (millón veh-km/yr)	2,149
Calles & Avenidas Urbanas (millón veh-km/año)	1,000
Total Global (millón veh-km/año)	3,149

Utilización Proveniente de Parque de Vehículos	
Total (millón veh-km/año)	3,365

#### Conferir Consistencia en Fatalidades

Fatalidades Provenientes de Matriz de Clase de Carreteras	
Autopista	
Primaria	169
Secundaria	38
Terciaria	7
Sin Clasificar	
Total (personas/año)	215

#### Conferir Consistencia en Consumo de Combustible

Consumo Proveniente de Datos del País	
Consumo de diesel (millón litros)	350
Consumo de gasolina (millón litros)	210

Consumo Proveniente de Parque de Vehículos	
Consumo de diesel (millón litros)	352
Consumo de gasolina (millón litros)	219

## CARGOS A LOS USUARIOS

En esta página se ingresan los cargos por el uso de la carretera que representan los pagos efectivos de los usuarios. Se deben ingresar los cargos a los usuarios de la carreteras actuales desglosado por tipo y asignación. Los cargos a los usuarios de las carreteras se componen de los siguientes tipos:



- Tasas al diesel y a la gasolina (centavos \$/litro)
- Tasa anual de matriculación de vehículos nuevos (\$/vehículo-año)
- Tasa anual de licencia e inspección de vehículos (\$/vehículo-año)
- Tasa anual de aseguración y otras tasas (\$/vehículo-año)
- Tasa anual de daño vial (\$/vehículo-año)
- Tasa por distancia viajada (centavo \$/km)
- Ingresos por tránsito internacional /\$/tráfico)
- Ingresos por peaje (centavo \$/km)
- Ingresos por importación de vehículos extranjeros (\$/vehículo-año)
- Ingresos por viñetas (\$/vehículo-año)
- Ingresos por impuestos a la emisión de carbono (\$/vehículo-año)
- Ingresos por ordenamiento del tráfico (\$/vehículo-año)
- Ingresos por otras tasas o impuestos (\$/vehículo-año)

En el marco de este modelo, los cargos a los usuarios de las carreteras y los impuestos pueden ser asignados al sector vial o destinados al presupuesto general. Por lo general, es el Ministerio de Finanzas o el tesoro el primer receptor de los cargos a los usuarios de la carretera y luego se relocalizan a fondos viales, ministerios de obras públicas, agencias viales urbanas, etc. dependiendo de la estructura institucional y la legislación. Existen las siguientes opciones para la asignación de los cargos a los usuarios de las carreteras como muestra en el cuadro 30:

- Asignado al Sector Vial
  - Fondo Vial
  - Entidades Viales Urbanas
  - Otras Entidades Viales
- Asignado al presupuesto general

**Cuadro 30. Ejemplo de Asignación de Cargos a los Usuarios de las Carreteras**

**Cargos a los Usuarios**

**Consumo de Combustible**

Fuente de Financiamiento	Tipo Combustible	Impuesto al Combustible Asignado al Sector Vial				Asignado al Presupuesto General (cent\$/litro)	Cargo a Usuarios Total (cent\$/litro)
		Fondo Vial (cent\$/litro)	Entidades Urbanas (cent\$/litro)	Otras Entidades (cent\$/litro)	Sector Vial (cent\$/litro)		
Tasa al Consumo de Combustible	Diesel	5.00			5.00	5.00	10.00
	Gasolina	5.00			5.00	15.00	20.00

**Cargos a los Vehículos**

Fuente de Financiamiento	Tipo Vehículo	Numero de Vehículos por Año (vehículos/año)	Asignado al Sector Vial				Asignado al Presupuesto General (\$/vehículo)	Cargo a Usuarios Total (\$/vehículo)
			Fondo Vial (\$/vehículo)	Entidades Urbanas (\$/vehículo)	Otras Entidades (\$/vehículo)	Sector Vial (\$/vehículo)		
Tasa Anual para Matriculación de Vehículo Nuevo	Motorcycle	0		5.60		5.60	5.60	
	Car (Gasoline)	4,500		22.00		22.00	22.00	
	Car (Diesel)	500		22.00		22.00	22.00	
	Utility (Gasoline)	2,000		33.00		33.00	33.00	
	Utility (Diesel)	500		33.00		33.00	33.00	
	Truck Light	1,000		33.00		33.00	33.00	
	Truck Medium	800		72.00		72.00	72.00	
	Truck Heavy	200		130.00		130.00	130.00	

Para calcular los ingresos por tráfico internacional y los ingresos por peajes, también se debe ingresar en esta página un tráfico anual estimado y un número anual de vehículos-km recorridos en carreteras por peaje por tipo de vehículo.

Dado que un porcentaje de los ingresos por cargos a los usuarios de las carreteras son usados para cubrir los costos del proceso de recolección, en esta página, también se ingresan, para cada fuente de cargos a los usuarios de las carreteras, el porcentaje de ingresos que representan los costos y tasa de recolección, por ejemplo, para fines administrativos, como se muestra en el cuadro 31. RONET calcula y presenta en las páginas de salida, los ingresos efectivos por cargos a los usuarios de las carreteras considerando la reducción en los ingresos brutos debido al proceso de recolección.

**Cuadro 31. Cargos a los Usuarios de las Carreteras Perdidos Durante el Proceso de Recolección**

**Porcentaje de los Ingresos Brutos Usados Durante el Proceso de Recolección**

Fuente de Financiamiento	Porcentaje de Ingresos (%)
Tasa al Consumo de Combustible	10%
Tasa para Matriculación de Vehículo Nuevo	10%
Tasa para Licencia e Inspección de Vehículos	10%
Tasa para Aseguración y Otros Tasas	10%
Tasa por Daños Viales	10%
Tasa por Distancia Viajada	10%
Ingreso por Tránsito Internacional	10%
Ingresos por Peajes	10%
Ingreso por Importación de Vehículos Extranjeros	10%
Ingreso por Viñetas	10%
Ingreso por Impuesto a la Emisión de Carbono	10%
Ingreso por Ordenamiento del Tráfico	10%
Ingreso por Otras Tasas o Impuestos	10%

## REQUERIMIENTOS DE FINANCIACIÓN

En esta página se puede definir, por cada tipo de red, los requerimientos de financiación anuales de la red en los años 1 a 5, 6 a 10 o de 1 a 20, que se componen de los siguientes gastos: (i) mantenimiento recurrente, (ii) mantenimiento periódico, (iii) rehabilitación, (iv) inversiones y (v) administración y otros. Los gastos en mantenimiento recurrente, mantenimiento periódico y rehabilitación son los calculados en el módulo de Evaluación del Desempeño para un escenario presupuestario elegido por el usuario. En la celda B1 se selecciona, de la lista de opciones disponibles, el escenario presupuestario y en la celda D1, se selecciona, de la lista de opciones disponibles, el período presupuestario. El mantenimiento recurrente, mantenimiento periódico y los gastos de rehabilitación se desglosan en carreteras en situación actual estable (en estado muy bueno, bueno o regular) y carreteras en una situación actual no estable (carreteras en estado malo o muy malo). Se deben introducir las estimaciones de inversiones anuales, gastos de administración y otros gastos por tipo de red, en millones de dólares/año, como se muestra en el cuadro 32. Hay otras dos opciones adicionales definidas por el usuario para los gastos de inversión y tres para los gastos de administración y otros gastos.

### Cuadro 32. Requerimientos de Financiación Anuales

#### Escenario Óptimo

#### Requerimiento Anual de Recursos Años 1-5

		Autopista	Primaria	Secundaria	Terciaria	Sin Clasificar	Total
Mantenimiento Recurrente	Estado Muy Bueno, Bueno o Regular	0.00	1.56	1.89	0.17	0.00	3.61
	Estado Malo o Muy Malo	0.00	0.64	1.95	1.50	0.00	4.08
	Subtotal (M\$/año)	0.00	2.19	3.84	1.67	0.00	7.70
Mantenimiento Periódico	Estado Muy Bueno, Bueno o Regular	0.00	12.03	2.07	0.10	0.00	14.20
	Estado Malo o Muy Malo	0.00	0.21	2.32	2.85	0.00	5.37
	Subtotal (M\$/año)	0.00	12.23	4.39	2.94	0.00	19.57
Rehabilitación	Estado Muy Bueno, Bueno o Regular	0.00	0.06	2.40	0.92	0.00	3.38
	Estado Malo o Muy Malo	0.00	15.27	23.51	21.58	0.00	60.37
	Subtotal (M\$/año)	0.00	15.33	25.91	22.51	0.00	63.75
Gastos de Inversión	Construcción Nueva (M\$/año)						0.00
	Mejoramiento (M\$/año)						0.00
	Ensanche (M\$/año)						0.00
							0.00
	Otros (M\$/año)						0.00
	Subtotal (M\$/año)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Administración y Otros Gastos	Administración (M\$/año)		1.50	1.00	0.50		3.00
	Seguridad Vial (M\$/año)						0.00
							0.00
							0.00
	Otros (M\$/año)						0.00
	Subtotal (M\$/año)	0.00	1.50	1.00	0.50	0.00	3.00
Gastos Totales	Total (M\$/año)	0.00	31.26	35.14	27.62	0.00	94.01

Dado que no todas los requerimientos de financiación deben ser necesariamente financiadas por los cargos a los usuarios de las carreteras, en esta página, también se ingresa el porcentaje de estas necesidades que serán financiadas por estos cargos, como se muestra en el Cuadro 33. RONET calcula en la parte inferior de la página, el resultado anualizado los requerimientos de financiación que será financiado por los cargos a los usuarios de las carreteras (véase el cuadro 34).

### Cuadro 33. Requerimientos Anuales de Financiación

#### Porcentaje de Requerimientos que Serán Financiados por Cargos a los Usuarios

		Autopista	Primaria	Secundaria	Terciaria	Sin Clasificar
Mantenimiento Recurrente	Estado Muy Bueno, Bueno o Regular	100%	100%	100%	100%	100%
	Estado Malo o Muy Malo	100%	100%	100%	100%	100%
Mantenimiento Periódico	Estado Muy Bueno, Bueno o Regular	100%	100%	100%	100%	100%
	Estado Malo o Muy Malo	100%	100%	100%	100%	100%
Rehabilitación	Estado Muy Bueno, Bueno o Regular	100%	100%	100%	100%	100%
	Estado Malo o Muy Malo	100%	100%	100%	100%	100%
Gastos de Inversión	Construcción Nueva	100%	100%	100%	100%	100%
	Mejoramiento	100%	100%	100%	100%	100%
	Ensanche	100%	100%	100%	100%	100%
		100%	100%	100%	100%	100%
	Otros	100%	100%	100%	100%	100%
Administración y Otros Gastos	Administración	100%	100%	100%	100%	100%
	Seguridad Vial	100%	100%	100%	100%	100%
		100%	100%	100%	100%	100%
		100%	100%	100%	100%	100%
	Otros	100%	100%	100%	100%	100%

### Cuadro 34. Requerimientos Anuales de Financiación que serán Cubiertos por los cargos a los Usuarios de las Carreteras

#### Requerimiento Anual de Recursos Años 1-5 Financiados por Cargos a los Usuarios

		Autopista	Primaria	Secundaria	Terciaria	Sin Clasificar	Total
Mantenimiento Recurrente	Estado Muy Bueno, Bueno o Regular	0.00	1.56	1.89	0.17	0.00	3.61
	Estado Malo o Muy Malo	0.00	0.64	1.95	1.50	0.00	4.08
	Subtotal (M\$/año)	0.00	2.19	3.84	1.67	0.00	7.70
Mantenimiento Periódico	Estado Muy Bueno, Bueno o Regular	0.00	12.03	2.07	0.10	0.00	14.20
	Estado Malo o Muy Malo	0.00	0.21	2.32	2.85	0.00	5.37
	Subtotal (M\$/año)	0.00	12.23	4.39	2.94	0.00	19.57
Rehabilitación	Estado Muy Bueno, Bueno o Regular	0.00	0.06	2.40	0.92	0.00	3.38
	Estado Malo o Muy Malo	0.00	15.27	23.51	21.58	0.00	60.37
	Subtotal (M\$/año)	0.00	15.33	25.91	22.51	0.00	63.75
Gastos de Inversión	Construcción Nueva (M\$/año)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mejoramiento (M\$/año)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Ensanche (M\$/año)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Otros (M\$/año)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Subtotal (M\$/año)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Administración y Otros Gastos	Administración (M\$/año)	0.00	1.50	1.00	0.50	0.00	3.00
	Seguridad Vial (M\$/año)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Otros (M\$/año)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Subtotal (M\$/año)	0.00	1.50	1.00	0.50	0.00	3.00
Gastos Totales	Total (M\$/año)	0.00	31.26	35.14	27.62	0.00	94.01

## INGRESOS POR CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Esta página presenta (i) ingresos por consumo efectivo de combustible (ingresos brutos menos los ingresos usados durante el proceso de recolección), (ii) la tasa al combustible necesaria para financiar las necesidades de fondos y (iii) el cuadro de sensibilidad de los ingresos generados por la tasa al combustible.

En el primer cuadro, RONET presenta los ingresos efectivos generados por el consumo de combustible por tipo de combustible (diesel y gasolina) y por la asignación (tasa al combustible asignado a fondo vial, entidades viales urbanas u otras entidades y los impuestos sobre el combustible asignados al presupuesto general).

En el segundo cuadro, RONET presenta: (i) en una columna el total anual de las necesidades de fondos que será financiado por los cargos a los usuarios, para el escenario presupuestario elegido por el usuario y período presupuestario, que se define en la página de entrada “Necesidades de Financiación”, por tipo (mantenimiento recurrente, inversiones, etc.) y (ii) en la siguiente columna, la correspondiente tasa al combustible necesaria para financiar las necesidades de fondos, teniendo en cuenta que el mismo impuesto al combustible se aplica al diesel y a la gasolina.

En el tercer cuadro, RONET presenta un cuadro que muestra la sensibilidad de los ingresos obtenidos a partir de una tasa al combustible de 1 a 60 centavos \$/litro, teniendo en cuenta que el mismo impuesto al combustible se aplica al diesel y a la gasolina.

## **INGRESOS RECIBIDOS DE USUARIOS**

Esta página presenta: (i) los cargos unitarios de los usuarios de las carreteras, en centavos \$/vehículo-km, (ii) los ingresos totales anuales efectivos de los usuarios de las carreteras (ingresos brutos menos los ingresos perdidos durante el proceso de recolección), en millones de dólares por año, por tipo de vehículo y fuente de ingresos (impuesto de combustible, peajes, etc.); (iii) la distribución de los ingresos por cargos a los usuarios de las carreteras, en millones de dólares por año, por fuente de ingresos y por asignación de los cargos a los usuarios (fondo vial, entidades viales urbanas, etc.) y (iv) la distribución de los ingresos por cargos a los usuarios de las carreteras, en porcentaje, para cada tipo de asignación por fuente de ingresos.

## **COMPARACIÓN DE REQUERIMIENTOS E INGRESOS**

Esta página presenta: (i) el total anual de las necesidades de fondos que será financiado por los cargos a los usuarios, para un escenario presupuestario definido por el usuario y para un período presupuestario, definidos en la página de entrada “Requerimiento de Financiación”, por tipo (mantenimiento recurrente, inversiones, etc.), (ii) el total de los ingresos efectivos de los usuarios de las carreteras, que se calcularon sobre la página de Ingresos percibidos a través de los Usuarios de la Carretera, desglosados por asignación (fondo vial, entidades viales urbanas, etc.), (iii) una comparación de los ingresos de fondos viales y las necesidades de financiación, presentando el déficit de financiación del fondo vial, (iv) una comparación del total de los ingresos y requerimientos de fondos, presentando el déficit de financiación del total de ingresos por cargos a los usuarios de las carreteras y (v) dos cuadros con indicadores de ingresos al fondo vial y totales comparándolos con las distintas necesidades de financiación.



## Anexos

---

### ANEXO 1: MODELO DE PROGRESIÓN DE LA RUGOSIDAD EN CARRETERAS PAVIMENTADAS

Un análisis del modelo de deterioro de la rugosidad del HDM-4 para carreteras de pavimento bituminoso indica que el deterioro es una función de (i) la resistencia actual del pavimento, teniendo en cuenta la fisuración superficial, (ii) la carga de los ejes estándar equivalentes, (iii) la edad del pavimento, (iv) el coeficiente medio ambiental, (v) la rugosidad, (vi) el aumento a lo largo de un año del desvío estándar de la profundidad de las fisuras, el agrietamiento y el bacheo y (vii) los factores de deterioro. El modelo de progresión de rugosidad de RNET para carreteras asfaltadas simplifica el modelo HDM-4 a través de (i) la adopción del número estructural modificado de la construcción o de la última rehabilitación, para definir la resistencia del pavimento mediante la adición de un coeficiente de reducción de resistencia (a1) que multiplica al número estructural modificado para impacto de la fisuración superficial en la resistencia del pavimento, (ii) la sustitución de los parámetros de agrietamiento, fisuración y bacheo del modelo HDM-4 por un coeficiente (a2), que multiplica la edad el pavimento, (iii) tener en cuenta que los factores de deterioro K son iguales a 1 y (iv) tener en cuenta que el arreglo de los baches siempre se hace en las carreteras. El modelo simplificado RNET viene dado por la siguiente ecuación:

$$dRI = K_{gp} * (a_0 * \text{Exp}(K_{gm} * m * AGE_3) * [(1 + SNC * a_1)]^{-5} * YE_4 + a_2 * AGE_3) + (K_{gm} * m * RI_a) \quad (1)$$

$$RI_b = \text{mínimo}(RI_a + dRI, 16) \quad (2)$$

Donde

$K_{gp}$  = 1, factor de calibración de la progresión de rugosidad

$a_0$  = 134, que es el coeficiente  $a_0$  original del modelo HDM-4

$K_{gm}$  = 1, factor de calibración para el coeficiente medioambiental

$m$  = coeficiente medioambiental (véase cuadro 2)

$AGE_3$  = edad del pavimento desde la última repavimentación, reconstrucción o construcción nueva (años)

$SNC$  = número estructural modificado del pavimento al momento de la construcción, reconstrucción o última rehabilitación (el número estructural modificado como es definido en la documentación del HDM-III<sup>2</sup> es igual al número estructural calculado siguiendo los lineamientos de la AASHTO, agregando la contribución estructural de la subrasante).

YE4 = número anual de ejes estándar equivalente (millones de ESA/carril/año)

RIa = rugosidad al inicio del año de análisis (IRI, m/km)

RIb = rugosidad al final del año de análisis (IRI, m/km)

dIRI = incremento de rugosidad durante un año

a1 = 0.7947, que es un coeficiente derivado del estudio RONET para reflejar la reducción de resistencia del pavimento debido a la presencia de fisuras superficiales

a2 = 0.0054, que es un coeficiente derivado del estudio RONET para reflejar el incremento en la progresión de rugosidad del pavimento debido a la presencia de grietas, fisuras y baches

Los coeficientes a1 y a2 y los coeficientes de calibración K pueden ser configurados en la página de Configuración Estándar.

### Coeficientes del Modelo de Progresión de Rugosidad de RONET

El enfoque utilizado para desarrollar el modelo de progresión de rugosidad de RONET utiliza el modelo de simulación completamente empírico del HDM-4 para generar los datos de rugosidad para una amplia gama de los parámetros de información de entrada primarios y estimar los parámetros del modelo simple a través del mejor ajuste de los datos generados. Los datos de rugosidad se han generado por un conjunto de las tres variables principales (resistencia del pavimento, tráfico anual de carga y el medio ambiente) para las combinaciones que aparecen en el cuadro A-1. La carga oscila entre 10.000 a 1 millón de ESAL/carril-año y la resistencia del número estructural modificado 2 al 8. Se consideraron tres entornos con un coeficiente medioambiental m de 0,025, 0,040 y 0,100, que corresponden a diferentes clasificaciones de humedad y temperatura (véase el cuadro 1A-2). Todas las carreteras se consideraron asfaltadas, ya que el impacto de la Clasificación por Tipo de Superficie (concreto asfáltico o tratamiento de superficie) sobre la progresión de rugosidad es insignificante. Hay 48 posibles combinaciones y un período de análisis de 20 años, resultando en un total de 960 observaciones.

**Cuadro 1A-1. Parámetros Primarios Usados para Generar Datos de Rugosidad**

Factor Medioambiental	Número Estructural	Espesor (mm)	Carga de Tráfico (millones ESAL/año-carril)							
			0.01	0.03	0.10	0.20	0.30	0.50	1.00	
0.025	2	30	X	X	X	X				
	3	50		X	X	X	X			
	5	80			X	X	X	X		
	8	100				X	X	X	X	
0.040	2	30	X	X	X	X				
	3	50		X	X	X	X			
	5	80			X	X	X	X		
	8	100				X	X	X	X	X
0.100	2	30	X	X	X	X				
	3	50		X	X	X	X			
	5	80			X	X	X	X		
	8	100				X	X	X	X	X



El cuadro 1A-2 presenta los coeficientes medioambientales  $m$  predeterminados en HDM-4 para diferentes clasificaciones de humedad y temperatura, que también se presentan en el cuadro 10.

**Cuadro 1A-2. Coeficientes Medioambientales  $m$**

Clasificación de Humedad	Clasificación por Temperatura				
	Tropical	Sub-tropical cálido	Sub-tropical frío	Templado frío	Templado muy frío
Árido	0,005	0,010	0,015	0,025	0,040
Semi-árido	0,010	0,015	0,025	0,035	0,060
Sub-húmedo	0,020	0,025	0,040	0,060	0,100
Húmedo	0,025	0,030	0,060	0,100	0,200
Per-húmedo	0,030	0,040	0,070		

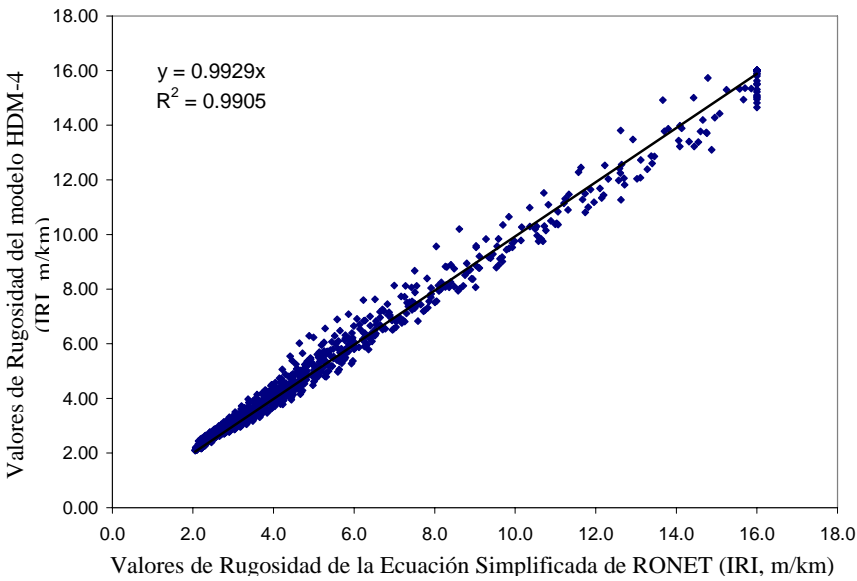
Las 960 observaciones de rugosidad en diferentes años para las diferentes resistencia, carga, y clases de medio ambiente de carreteras, obtenidos ejecutando el modelo HDM-4, se compararon en un libro de Excel con los resultados de la progresión de rugosidad del modelo de progresión de rugosidad simplificado de RNET (ecuación 1) para diferentes escenarios de los coeficientes  $a_1$  y  $a_2$ . La rutina de optimización de Excel se utilizó luego para encontrar el conjunto de coeficientes óptimos de  $a_1$  y  $a_2$  que minimiza la suma de los cuadrados de las diferencias. Los coeficientes  $a_1$  y  $a_2$  óptimos para la ecuación 1 son los siguientes:

$$a_1 = 0.7947 \qquad a_2 = 0.0054$$

La figura 1A-1 debajo muestra la comparación entre los valores de rugosidad predichos por el modelo HDM-4 y los valores de rugosidad predichos por el modelo RNET adoptando los coeficientes  $a_1$  y  $a_2$  óptimos, lo que muestra el buen ajuste del modelo RNET con un  $R^2$  de 0,99.

La ecuación 1 de deterioro de carreteras pavimentadas de RNET fue derivada evaluando el deterioro de las carreteras con recubrimiento bituminoso. El mismo ejercicio no se hizo para la evaluación del deterioro de las carreteras de hormigón; por lo tanto, en este momento, RNET no tiene ecuaciones de deterioro específicas para carreteras de hormigón. Para calcular aproximadamente la progresión de la rugosidad de las carreteras de hormigón utilizando la versión actual de RNET, se tendrá que utilizar la ecuación 1 y definir una resistencia del pavimento (número estructural modificado) representativa de una carretera de hormigón.

**Figura 1A-1. Valores de Rugosidad de la Ecuación Simplificada de RONET (IRI, m/km)**



## ANEXO 2: MODELO DE PÉRDIDA DE MATERIAL EN CARRETERAS DE RIPIO

RONET estima la pérdida material de grava utilizando las relaciones del HDM-4 para predecir la cantidad anual de material perdido, en función de la precipitación mensual, el volumen de tráfico, la geometría de la carretera y las características de la grava. El modelo de pérdida de grava de RONET viene dado por la siguiente ecuación:

$$MLA = K_{gi} * 365 * (3.46 + 2.46 * MMP * RF * 10^{-4} + KT * TMDA) \quad (3)$$

Donde

MLA = la pérdida anual de material predicha (mm/año)

RF = promedio de subidas y bajadas de la carretera (m/km)

MMP = precipitación media mensual (mm/mes)

TMDA = Tráfico medio diario anual (veh/día)

KT = coeficiente de levantamiento del material inducido por el tráfico

$K_{gi}$  = factor de calibración de pérdida de material del ripio

El coeficiente de levantamiento del material inducido por el tráfico es expresado como función de la precipitación, la geometría de la carretera y de las características del material, como sigue:

$$KT = K_{kt} * \text{máximo} \{0, (0.022 + (0.969 * C)/57300) + 3.42 * MMP * P075j * 10^{-6} - 9.2 * MMP * PIj * 10^{-6} - 1.01 * MMP * 10^{-4}\} \quad (4)$$

Donde

C = curvatura horizontal promedio de la carretera (grad/km)

PIj = Índice de plasticidad del material

P075j = Material de grava pasa tamiz 0,075 mm (%)

$K_{kt}$  = factor de calibración de pérdida de material inducida por el tráfico

### ANEXO 3: EFECTOS DE LA OBRAS VIALES

RONET estima los efectos usando las relaciones del HDM-4 que son dadas debajo.

#### Resellado

La rugosidad luego de un resellado es calculada por la siguiente ecuación.

$$RI_{aw} = RI_{bw} - \text{m\u00e1ximo} (0, \text{m\u00ednimo} (0.3 * (RI_{bw} - 5.4), 0.5) ) \quad (5)$$

Donde

$RI_{aw}$  = Rugosidad luego del resellado (IRI, m/km)

$RI_{bw}$  = Rugosidad antes del resellado (IRI, m/km)

El n\u00famero estructural antes del resellado es calculado mediante la siguiente ecuaci\u00f3n.

$$SN_{aw} = SN_{bw} + RE_{th} * 0.2 * 0.0394 \quad (6)$$

Donde

$SN_{aw}$  = N\u00famero estructural despu\u00e9s del resellado

$SN_{bw}$  = N\u00famero estructural antes del resellado

$RE_{th}$  = Espesor del resellado (mm)

#### Repavimentaci\u00f3n

La rugosidad luego de una repavimentaci\u00f3n es calculada mediante la siguiente ecuaci\u00f3n.

$$RI_{aw} = 2.0 + 0.01 * \text{m\u00e1ximo} (0, (RI_{ap} - 2.0) * \text{m\u00e1ximo} (0, (80 - OV_{th})) \quad (7)$$

Donde

$RI_{aw}$  = Rugosidad despu\u00e9s de la repavimentaci\u00f3n (IRI, m/km)

$RI_{bw}$  = Rugosidad antes de la repavimentaci\u00f3n (IRI, m/km)

$OV_{th}$  = Espesor de la repavimentaci\u00f3n (mm)

El n\u00famero estructural despu\u00e9s de la repavimentaci\u00f3n es calculado mediante la siguiente ecuaci\u00f3n.

$$SN_{aw} = SN_{bw} + OV_{th} * 0.4 * 0.0394 \quad (8)$$

$SN_{aw}$  = N\u00famero estructural despu\u00e9s de la repavimentaci\u00f3n

$SN_{bw}$  = N\u00famero estructural antes de la repavimentaci\u00f3n

## **Reconstrucción**

La rugosidad y el número estructural de carreteras pavimentadas luego de una reconstrucción es definida por el usuario en la página de Datos del País.

## **Espesor del Ripio**

El espesor del ripio luego de un reenripiado es calculado mediante la siguiente ecuación.

$$GTaw = GTbw + GTth \quad (9)$$

Donde

$GTaw$  = Espesor de ripio luego del reenripiado (mm)

$GTbw$  = Espesor del ripio antes del reenripiado (mm)

$GTth$  = Espesor del reenripiado (mm)

## ANEXO 4: MEJORAS AL RONET VERSIÓN 1.01

Estas son las principales mejoras que se encuentran en RONET Versión 2.0:

- a) La estructura de este manual fue cambiada para presentar los tres módulos de RONET en secuencia.
- b) Se añadió un nuevo módulo para evaluar los ingresos percibidos a través de los usuarios de las carreteras procedentes de los cargos a los usuarios de las carreteras y comparar los ingresos percibidos a través de los usuarios con los requerimientos de financiación de la red.
- c) Los tipos de redes predeterminados cambiaron a Autopista, Primaria, Secundaria, Terciaria y Sin Clasificar; cambiando Urbano por Autopista.
- d) En el menú principal, se eliminaron las páginas repetidas de entrada y configuración.
- e) En las configuraciones estándar, el escenario personalizado es ahora definido seleccionando un tipo de red y una categoría de tráfico, mientras que en la versión 1.01 la única elección era seleccionar un estándar por tipo de red.
- f) En las configuraciones estándar, en la definición del intervalo de tiempo y la rugosidad límite para aplicar las obras viales recomendadas para carreteras con Tratamiento Superficial, las rugosidades límite para fortalecimiento y reconstrucción han cambiado de 7,0 , 9,0 y 11,0 IRI, m/km, a 6,0 , 8,0 y 10,0 IRI, m/km, que son los límites para carreteras de Mezcla Asfáltica.
- g) En las configuraciones estándar, los valores predeterminados de los multiplicadores de los costos de mantenimiento recurrente fueron cambiados.
- h) Se agregó una página de configuración del parque vehicular donde se define hasta doce tipos de vehículos, la composición del parque vehicular, la utilización del parque vehicular por tipo de vehículo y consumo unitario de combustible diesel y gasolina.
- i) En la página de entrada de Datos del País, la siguiente información del país fue agregada: longitud total de la red vial, longitud total de la red vial pavimentada, consumo anual de combustible diesel, consumo anual de gasolina, total de víctimas fatales en accidentes y total de heridos graves en accidentes.
- j) En la página de entrada de datos del país, los costos unitarios predeterminados de obras de inversión y los costos de mantenimiento recurrente fueron actualizados para reflejar los valores representativos de los países en desarrollo.
- k) En la página de entrada de datos del país, para estimar el número de accidentes y los costos, fueron agregadas las tasas por fatalidad y por lesiones graves, así como el multiplicador al

PIB per cápita para obtener los costos de las víctimas fatales para la sociedad y el costo de los lesionados como un porcentaje del costo de las muertes.

- l) La página de entrada de Datos Históricos fue renombrada Gastos Históricos para evitar confusiones con los datos históricos del estado de las carreteras que no es utilizado por RONET.
- m) En la página de salida de Indicadores de Monitoreo, RONET presenta ahora indicadores de seguridad de la red en términos de muertes o lesionados graves.
- n) En la página de salida de Indicadores de Monitoreo, RONET presenta ahora un indicador de acceso vial que calcula el área de influencia de las carreteras utilizables todo el año (asumiendo un ancho de 4 km multiplicado por la longitud de la carretera) como porcentaje de la superficie del País.
- o) En el Módulo de Evaluación del Desempeño, los resultados son presentados por escenario presupuestario y no por estándar de obra vial. Hay tres posibles formas de definir los escenarios presupuestarios: (i) evaluar el estándar óptimo (costos más bajos para la sociedad) por clase de carretera y escenario presupuestario más alto, (ii) evaluar estándar personalizado por clase de carretera y escenarios presupuestarios más bajos y más altos y (iii) evaluar todas las clases de carreteras con el mismo estándar (similar a la versión 1.01). La elección se realiza en la página de configuración de estándares.
- p) En la página de salida de Desempeño de la Red, dos nuevos gráficos son presentados en lo alto del cuadro: (i) el valor presente de los costos de la agencia vial, los usuarios de las carreteras y los costos total para la sociedad para cada escenario presupuestario y (ii) el valor presente de los beneficios netos de cada escenario presupuestario contra el valor presente de los costos de la agencia vial
- q) La nueva página de salida del Programa Anual de Obras presenta, para un escenario presupuestario y una red definidos por el usuario, los valores anuales de: (i) costos de la agencia vial, los usuarios de las carreteras y totales de la sociedad, (ii) beneficios netos comparados con el escenario Hacer lo Mínimo, (iii) valor de los activos, (iv) longitud de las obras viales y (v) rugosidad media de la red.
- r) La nueva página de salida del Catálogo de Soluciones presenta, para un escenario presupuestario definido por el usuario, el estándar que RONET selecciona para cada clase de carretera para un dado escenario presupuestario.
- s) En la página de salida de la Distribución de Obras Viales, RONET calcula ahora los Costos de las Obras Viales por Vehículo-Km (\$/veh-km).
- t) En la página de salida del Resumen de las Obras Viales, RONET presenta un cuadro con indicadores de asequibilidad.
- u) La velocidad de los cálculos del módulo de evaluación del desempeño fue mejorada





## Referencias

---

1. Programa de Políticas de Transporte de África Sub-Sahariana  
<http://www.worldbank.org/afr/ssatp>
2. Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras (Highway Development and Management Model) HDM-4  
<http://www.hdmglobal.com/>
3. Modelo de Cargos a los Usuarios de las Carreteras Versión 3.0  
<http://www.worldbank.org/roadsoftwaretools/>
4. Modelo de Evaluación del Desempeño Versión 1.0  
<http://go.worldbank.org/2VD3CR0LB0>
5. Sistema de Conocimiento de Costos de mantenimiento e inversión en Carreteras (Road Costs Knowledge System) ROCKS  
<http://www.worldbank.org/roadsoftwaretools/>
6. Sistema de Conocimiento de Costos de los Usuarios de Carreteras (Road User Costs Knowledge System) RUCKS  
<http://www.worldbank.org/roadsoftwaretools/>
7. Modelo de Estándares de Diseño y Mantenimiento de Carreteras (Highway Design and Maintenance Standards Model) HDM-III  
<http://www.worldbank.org/roadsoftwaretools/>
8. El Verdadero Costo de los Accidentes de tráfico, Valuación de la Vida y del Costo de los Heridos Graves, Programa de Evaluación Vial Internacional (The True Cost of Road Crashes, Valuing Life and the Cost of a Serious Injury, International Road Assessment Programme) iRAP  
<http://www.irap.net/library.asp/>
9. Índice de Acceso Rural: Un Indicador Clave de Desarrollo, Documento de Transporte 10 Banco Mundial (Rural Access Index: A Key Development Indicator, World Bank Transport Paper 10).  
<http://go.worldbank.org/EYOZ8CRSJ0>