

NOTAS DE TRANSPORTE

GRUPO TEMATICO DE CARRETERAS Y TRANSPORTE RURAL



BANCO MUNDIAL, WASHINGTON, DC

Nota de Transporte No. TRN-2

Noviembre 2004

Niveles de gastos justificables desde el punto de vista económico en trabajos viales en caminos no pavimentados

Rodrigo Archondo-Callao

Los caminos no pavimentados requieren trabajos viales periódicos para mantener ciertas condiciones por un período de tiempo, comprenden como ejemplos típicos el nivelado, reposición de ripio localizado o enripiado, que requieren planificación y justificación económica. En los países en desarrollo existe una gran preocupación por definir un adecuado nivel de inversiones y de calidad del mantenimiento de los caminos no pavimentados. Esta nota técnica, dirigida a profesionales del sector vial, presenta una metodología para efectuar un estudio analítico que permita alcanzar niveles justificables desde el punto de vista económico de gasto en caminos no pavimentados con diferentes niveles de tráfico. Los resultados que se presentan en esta nota técnica deben considerarse sólo como una primera aproximación a los resultados específicos de un país. Para obtener datos específicos de un país, se debería replicar la metodología y adaptarla incluyendo datos más precisos del país

INTRODUCCIÓN

Una evaluación económica mide el valor económico de opciones ya sea de inversión o mantenimiento (alternativas de proyecto) para asegurar una óptima asignación de recursos. Cuantifica los beneficios económicos y costos de cada alternativa de proyecto comparado con la "alternativa sin proyecto", que representa un escenario de hacer lo mínimo necesario. Para cada alternativa de proyecto, se computan los costos de la agencia vial y de los usuarios por un período definido de análisis, y el flujo resultante de beneficios netos, comparados con la alternativa sin proyecto, se descuenta a una tasa de descuento dada. La comparación económica de alternativas de proyecto se hace analizando el valor actual de beneficio netos (VAN). La mayoría de los beneficios que se miden son la reducción en los costos de la operación de vehículos, tiempo de los pasajeros y de accidentes viales. Una evaluación económica simplificada no incluye normalmente la medición del impacto social, como por ejemplo los beneficios de salud del acceso durante todo el año, o impactos ambientales, como las emisiones de polvo. Estos impactos son importantes; por lo tanto, podrían considerarse durante el proceso final de toma de decisión.

La evaluación económica es más relevante en el caso de caminos que cumplen una función económica y tienen un tráfico establecido, más que para aquellos que cumplen una función social (es decir, brindan acceso básico a poblaciones rurales), que son típicamente caminos con muy bajo volumen de tráfico, menos de 50 vehículos por día, para los cuales se recomienda un análisis de costo eficiencia o un análisis de criterio múltiple ⁽¹⁾. Una evaluación económica de alternativas de proyecto puede hacerse utilizando un modelo de inversión vial tal como:

- El Modelo de Desarrollo y Gestión de Carreteras (HDM-4),⁽²⁾ que estima a lo largo del tiempo el nivel

de deterioro anual de caminos pavimentados y no pavimentados y el costo resultante para la agencia vial y los usuarios, o

- El Modelo de Evaluación Económica de Caminos (RED),⁽³⁾ que no estima a lo largo del tiempo el nivel de deterioro anual de caminos pavimentados y no pavimentados, sino que es específico para la evaluación de caminos no pavimentados al estimar: (i) el costo para los usuarios del camino, caracterizado por la rugosidad del camino o las velocidades de los vehículos en las estaciones seca y húmeda, y (ii) tráfico generado en función de la elasticidad de la demanda del tránsito definida por el usuario.

Esta nota técnica presenta la metodología y un muestreo de resultados obtenidos aplicando la versión RED 3.1 para la evaluación de caminos con un tráfico de entre 10 y 100 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) de vehículos motorizados excluyendo motos. La metodología consiste en definir los niveles de calidad del camino, estimando los costos para el usuario y para la agenda vial, y realizando la evaluación económica y análisis de sensibilidad.

NIVELES DE CALIDAD DE LOS CAMINOS

El primer paso es definir los posibles niveles de calidad que brinda un camino, que está caracterizado por el tipo de superficie, calidad en cuanto al acceso y confort el viaje. La calidad del confort del viaje está medida en función de la rugosidad del camino que es la irregularidad de la superficie del mismo; afecta la dinámica de los vehículos en movimiento, el desgaste de las partes del vehículo, y el manejo del vehículo. Es difícil definir la rugosidad de un camino no pavimentado porque (i) resulta difícil de medir con equipo, (ii) cambia rápidamente con el tiempo, y (iii) depende del alineamiento que se tome. Se necesita por lo tanto una evaluación subjetiva,⁽⁴⁾⁽⁵⁾ El Cuadro 1 presenta los niveles de calidad de caminos tanto pavimentados como

no pavimentados según los define este estudio, que considera el rango total de valores de rugosidad. Los valores de rugosidad que se asocian con el nivel de calidad de cada camino varían de país en país debido a los diferentes materiales de las superficies del camino, a las prácticas de mantenimiento y al clima; por lo tanto los valores deben adaptarse a las características de un país en particular.

Caminos no pavimentados de acceso no confiable

designan a aquellos caminos que no brindan acceso durante todo el año debido a períodos durante los cuales el tráfico motorizado se interrumpe. Los otros niveles de calidad del camino brindan acceso durante todo el año. Nótese que aunque el nivel de la rugosidad de los niveles de calidad de algunas rutas pavimentadas y no pavimentadas es similar, esta similitud no debería minimizar otras diferencias entre superficies pavimentadas y no pavimentadas, como el polvo y otros impactos ambientales.

Cuadro 1. Niveles de Calidad Analíticos para Caminos Pavimentados y No Pavimentados

Nivel de Calidad	Calidad de Acceso				Calidad de Confort	
	Estación Seca		Estación Húmeda		Rugosidad	
	Vehículos 4X4	Vehículos 2x4	Vehículos 4X4	Vehículos 2x4	Estación Seca	Estación Húmeda
No Pavimentado Acceso No Confiable	No Confiable	No Confiable	No Confiable	No Confiable	NA	NA
No Pavimentado Muy Malo	Normal	Difícil	Difícil	Difícil	22.0	25.0
No Pavimentado Malo	Normal	Normal	Difícil	Difícil	17.0	25.0
No Pavimentado Regular	Normal	Normal	Normal	Difícil	13.0	22.0
No Pavimentado Bueno	Normal	Normal	Normal	Normal	10.0	10.0
No Pavimentado Muy Bueno	Normal	Normal	Normal	Normal	7.0	7.0
Pavimentado Muy Malo	Normal	Normal	Normal	Normal	12.0	12.0
Pavimentado Malo	Normal	Normal	Normal	Normal	8.0	8.0
Pavimentado Regular	Normal	Normal	Normal	Normal	4.0	4.0
Pavimentado Bueno	Normal	Normal	Normal	Normal	3.0	3.0
Pavimentado Muy Bueno	Normal	Normal	Normal	Normal	2.0	2.0

COSTOS DE LOS USUARIOS Y DE LAS AGENCIAS VIALES

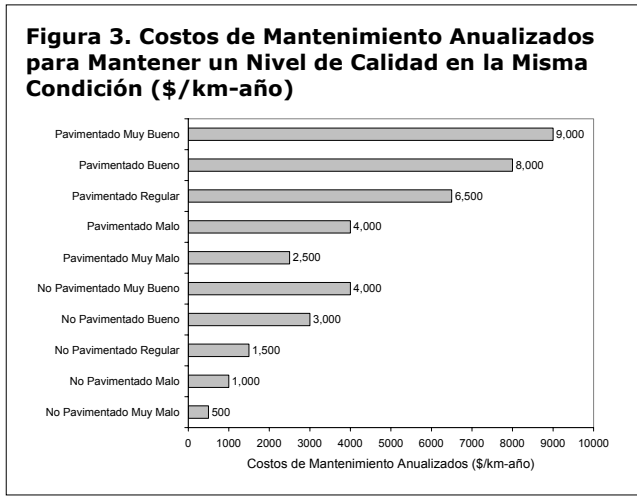
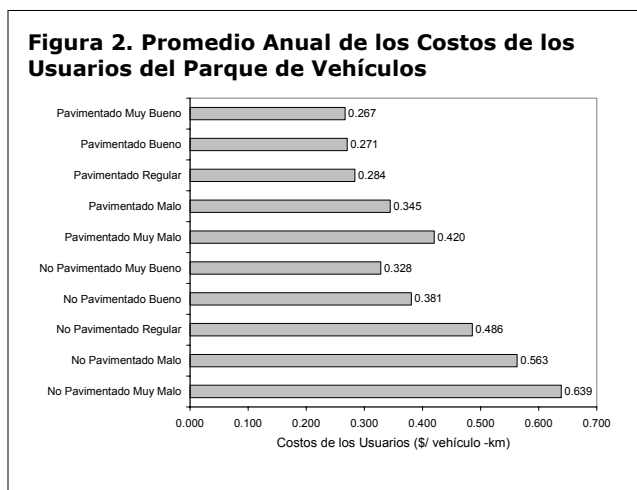
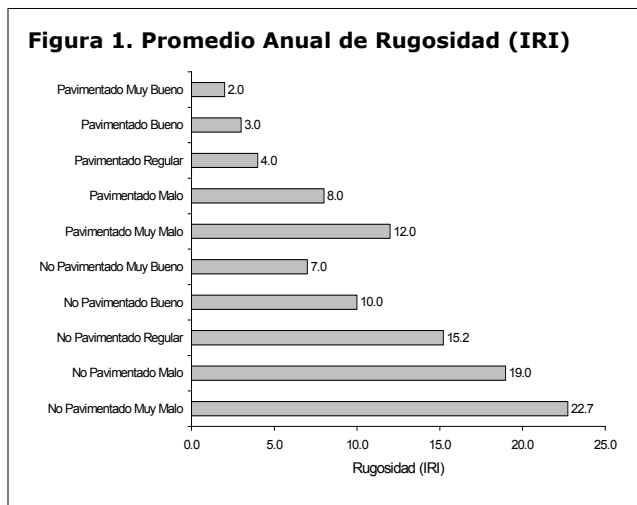
El segundo paso es computar los costos unitarios para los usuarios y para las agencias viales. El Cuadro 2 presenta las velocidades de los automóviles y los costos del parque vehicular de operación de vehículos (COV), costos por valor del tiempo (CVT) y costos totales de los

usuarios (CTU). en \$ por vehículo-km, que se computaron para este estudio con el módulo HDM-4 VOC de la versión 3.1 del modelo RED, basado en los valores medios de la información obtenida mundialmente sobre costos unitario de operación de vehículos. Los costos del parque vehicular se basan en la composición típica de un parque de vehículos que incluye un 40 por ciento de automóviles y utilitarios, 20 por ciento de ómnibus, y 40 por ciento de camiones.

Cuadro 2: Velocidad de Automóviles y Costos Unitarios de los Usuarios por Estación

Nivel de Calidad	Estación Seca				Estación Húmeda			
	Velocidad Auto (km/hr)	Parque COV (\$/v-km)	Parque CVT (\$/v-km)	Parque CTU (\$/v-km)	Velocidad Auto (km/hr)	Parque COV (\$/v-km)	Parque CVT (\$/v-km)	Parque CTU (\$/v-km)
No Pavimentado Muy Malo	28	0.515	0.109	0.624	25	0.560	0.124	0.684
No Pavimentado Malo	37	0.439	0.085	0.523	25	0.560	0.124	0.684
No Pavimentado Regular	48	0.375	0.065	0.441	28	0.515	0.109	0.624
No Pavimentado Bueno	61	0.330	0.051	0.381	61	0.330	0.051	0.381
No Pavimentado Muy Bueno	78	0.288	0.040	0.328	78	0.288	0.040	0.328
Pavimentado Muy Malo	52	0.360	0.060	0.420	52	0.360	0.060	0.420
Pavimentado Malo	72	0.301	0.043	0.345	72	0.301	0.043	0.345
Pavimentado Regular	84	0.247	0.037	0.284	84	0.247	0.037	0.284
Pavimentado Bueno	85	0.234	0.037	0.271	85	0.234	0.037	0.271
Pavimentado Muy Bueno	85	0.230	0.037	0.267	85	0.230	0.037	0.267

Considerando noventa días como la duración de la estación húmeda, la Figura 1 presenta, para cada nivel de calidad, el promedio anual de rugosidad y la Figura 2 presenta los costos totales de los usuarios del parque de vehículos, en \$ por vehículo-km.



Los costos de mantenimiento por año que se necesitan para mantener el nivel de calidad de un camino a lo largo de los años se estiman con base a datos específicos del país. Los costos de mantenimiento anual consistente en repetidas actividades de mantenimiento, como mantenimiento de rutina, nivelación, enripiado parcial y las actividades anualizados de mantenimiento periódico como enripiado total o refuerzo en caminos pavimentados. La Figura 3 presenta los costos de mantenimiento por año que se necesitan para mantener el nivel de calidad de caminos con bajo volumen de tráfico, los que se estimaron basándose en los costos unitarios de trabajos viales típicos,⁽⁶⁾ Por ejemplo, para mantener un camino no pavimentado en buenas condiciones, se necesitan \$ 3,000 por km por año, el cual comprende \$ 70 para mantenimiento de rutina y enripiado parcial, \$ 300 para dos nivelados por año y \$ 2,000 para enripiado total anualizado (\$ 8,000 costo del enripiado dividido por cuatro años de intervalo). Un estudio más completo estimaría las necesidades de mantenimiento de acuerdo al nivel de tráfico.

Los costos de inversión para mejorar la condición de un camino de un nivel de calidad a otro mejor se estiman con base a las necesidades específicas de cada país. El Cuadro 3 presenta inversiones estimadas para este estudio, con base en costos de trabajos viales típicos⁽⁶⁾ en el ámbito mundial.

Cuadro 3. Costos de Inversión Necesarios para Mejorar un Nivel de Calidad (000\$/km)

De un Nivel de Calidad	Para un Nivel de Calidad					
	No Pavimentado Malo	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Muy Bueno	Pavimentado Regular	Pavimentado Bueno
No Pavimentado Muy Malo	5	10	30	95	155	255
No Pavimentado Malo		5	25	90	150	220
No Pavimentado Regular			20	85	145	215
No Pavimentado Bueno				65	125	195
No Pavimentado Muy Bueno					60	130
Pavimentado Regular						70

EVALUACION ECONOMICA

Un elemento clave para una adecuada evaluación económica es la definición de la alternativa sin proyecto,

que representa un escenario de gastos mínimos pragmático y que está en función del tráfico y la importancia del camino. En este estudio considerando el tráfico relativamente bajo que va de 10 a 100 TPDA, la

alternativa sin proyecto, consiste en mantener el camino en muy malas condiciones pero con acceso confiable. Para caminos con mayor tráfico, se podría considerar un nivel más alto de calidad del camino para que representara la alternativa sin proyecto.

La primera evaluación considera un camino en muy

malas condiciones. Se evalúan cuatro alternativas de proyecto que van desde mejorar marginalmente el camino a mala condición a mejorar el camino substancialmente a muy buena condición. No se consideran alternativas de pavimentación debido al bajo tráfico. El Cuadro 4 presenta las alternativas de proyecto que se evalúan.

Cuadro 4 Alternativas de Proyecto

Alternativa de Proyecto	Descripción de la Alternativa	Costo Inversión (000\$/km)	Costo Mantenimiento o (\$/km-año)	Rugosidad Promedio (IRI)
Alternativa Sin Proyecto	Mantener No Pavimentada Muy Malo	0	500	22.7
Alternativa de Proyecto 1	Mejorar a No Pavimentada Malo	5	1,000	19.0
Alternativa de Proyecto 2	Mejorar a No Pavimentada Regular	10	1,500	15.2
Alternativa de Proyecto 3	Mejorar a No Pavimentada Bueno	30	3,000	10.0
Alternativa de Proyecto 4	Mejorar a No Pavimentada Muy Bueno	95	4,000	7.0

Las principales premisas para la evaluación económica son las siguientes:

- ❑ El período de evaluación es de 15 años y la tasa de descuento es del 12 por ciento
- ❑ La composición del tráfico de autos es de 40 por ciento para tráfico menor de 50 TPDA, y 50 por ciento para tráfico entre 50 y 100 TPDA, y

- ❑ La tasa anual de crecimiento del tráfico es de 3 por ciento, y la elasticidad de la demanda del tráfico generado es de 1.0 para todos los vehículos.

El Cuadro 5 presenta el VAN resultante y el valor presente de los costos para la agencia para caminos con un tráfico que varía entre 10 a 100 TPDA motorizados.

Cuadro 5. Comparación Económica de Alternativas de Proyecto

Nivel de Calidad	VP Costos Agencia (000\$/km)	Valor Actual Neto, VAN (000\$/km) por Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
No Pavimentado Muy Malo	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
No Pavimentado Malo	11.6	-4.5	-2.0	0.6	3.1	5.7	6.9	9.2	11.6	13.9	16.2
No Pavimentado Regular	19.9	-8.9	-3.8	1.4	6.6	11.8	14.3	19.1	23.8	28.5	33.3
No Pavimentado Bueno	49.9	-30.5	-21.3	-12.2	-3.0	6.1	10.5	18.8	27.2	35.5	43.9
No Pavimentado Muy Bueno	121.5	-89.2	-78.0	-66.7	-55.4	-44.2	-38.8	-28.5	-18.2	-8.0	2.3

Las Figuras 4 y 5 presentan la comparación de las alternativas en términos del VAN.

Figura 4. Valor Actual Neto de Niveles de Calidad (10 a 50 TPDA)

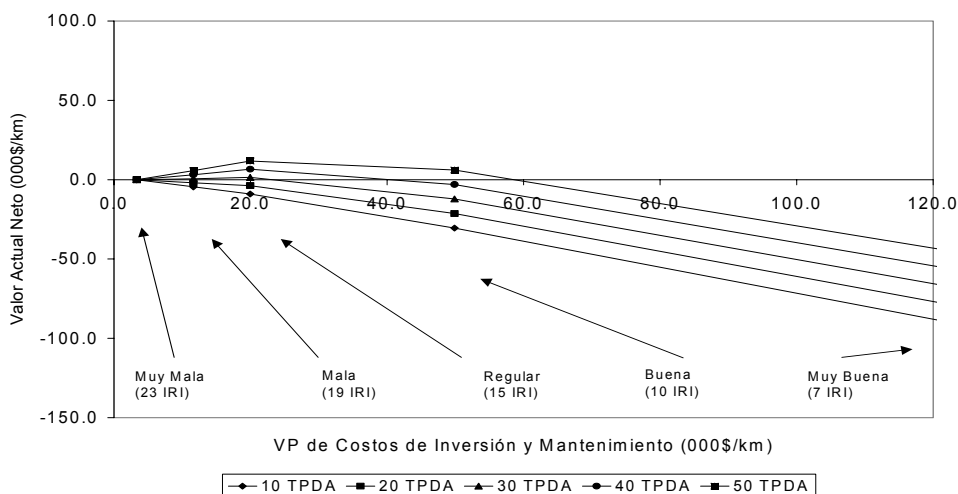
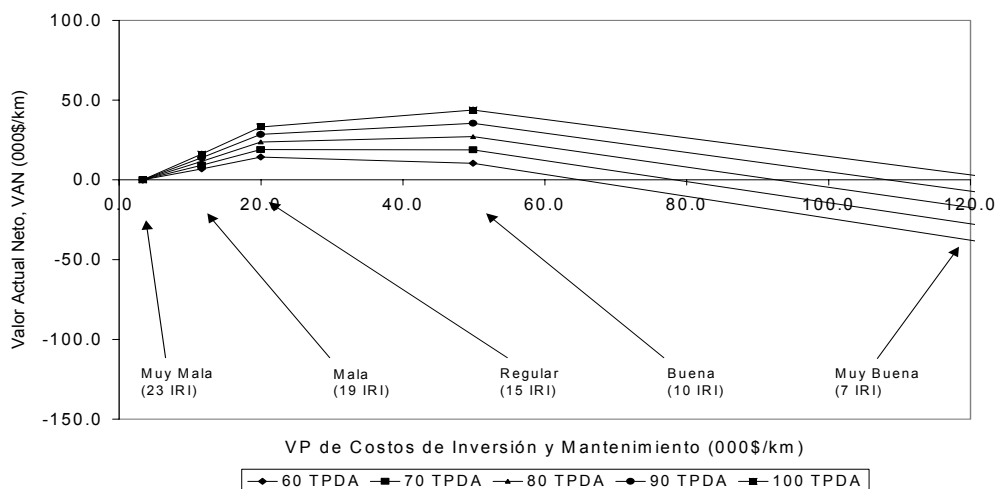


Figura 5. Valor Actual Neto de Niveles de Calidad (60 a 100 TPDA)



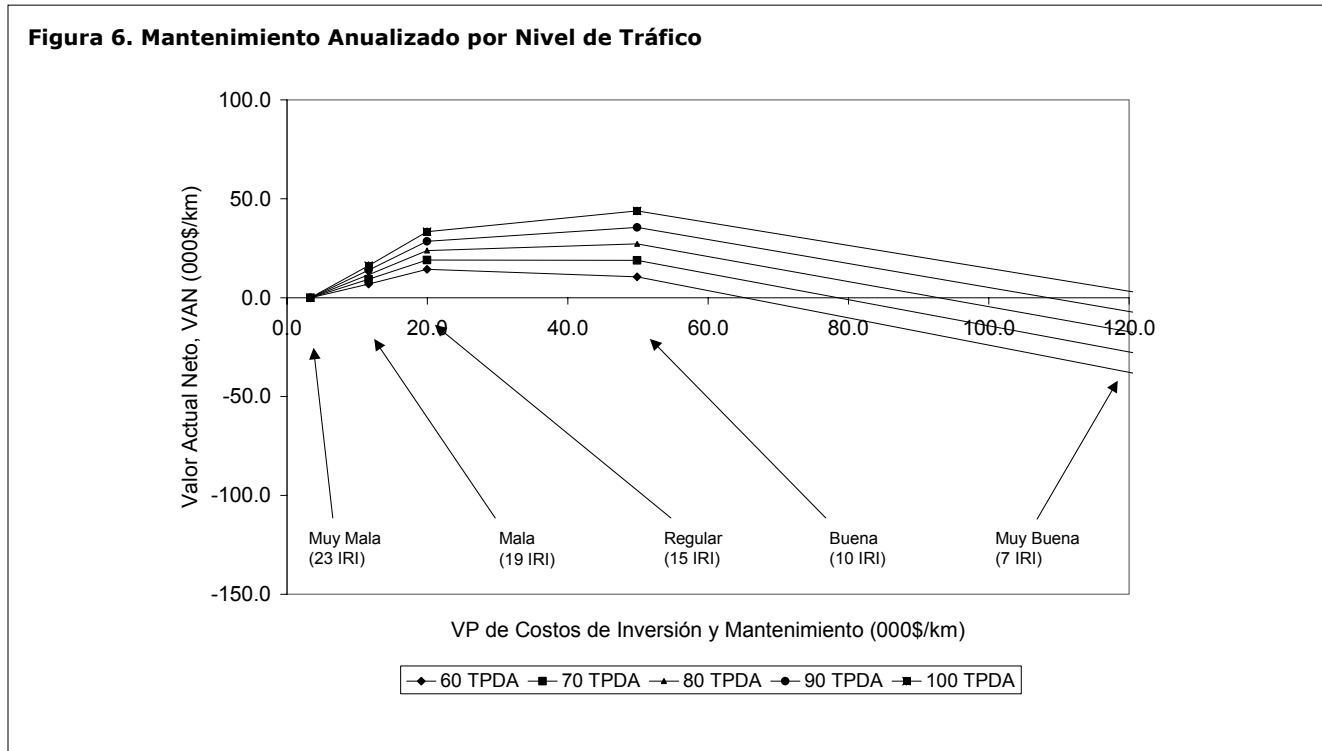
La evaluación determina para un nivel de tráfico: (i) el nivel de calidad más bajo justificado económicamente, que es el que tiene los menores costos de la agencia con un VAN positivo; (ii) el nivel de calidad óptimo justificado económicamente, que es el que tiene el VAN

mayor; y (iii) el nivel de calidad más alto justificado económicamente, que es el que tiene los mayores costos de la agencia con un VAN positivo. El Cuadro 6 presenta los resultados de la evaluación económica.

Cuadro 6. Resultados de la Evaluación Económica: Camino en Condición Muy Malo

Tráfico Diario (TMDA)	Nivel de Calidad	Costo de Inversión (000\$/km)	Mantenimiento Anualizado (\$/km-año)	Rugosidad Promedio (IRI)
Nivel de Calidad Más Bajo Justificado Económicamente				
10	No Pavimentado Muy Malo	0	500	22.7
20	No Pavimentado Muy Malo	0	500	22.7
30	No Pavimentado Malo	5	1,000	19.0
40	No Pavimentado Malo	5	1,000	19.0
50	No Pavimentado Malo	5	1,000	19.0
60	No Pavimentado Malo	5	1,000	19.0
70	No Pavimentado Malo	5	1,000	19.0
80	No Pavimentado Malo	5	1,000	19.0
90	No Pavimentado Malo	5	1,000	19.0
100	No Pavimentado Malo	5	1,000	19.0
Nivel de Calidad Óptimo Justificado Económicamente				
10	No Pavimentado Muy Malo	0	500	22.7
20	No Pavimentado Muy Malo	0	500	22.7
30	No Pavimentado Regular	10	1,500	15.2
40	No Pavimentado Regular	10	1,500	15.2
50	No Pavimentado Regular	10	1,500	15.2
60	No Pavimentado Regular	10	1,500	15.2
70	No Pavimentado Regular	10	1,500	15.2
80	No Pavimentado Bueno	30	3,000	10.0
90	No Pavimentado Bueno	30	3,000	10.0
100	No Pavimentado Bueno	30	3,000	10.0
Nivel de Calidad Más Alto Justificado Económicamente				
10	No Pavimentado Muy Malo	0	500	22.7
20	No Pavimentado Muy Malo	0	500	22.7
30	No Pavimentado Fair	10	1,500	15.2
40	No Pavimentado Fair	10	1,500	15.2
50	No Pavimentado Bueno	30	3,000	10.0
60	No Pavimentado Bueno	30	3,000	10.0
70	No Pavimentado Bueno	30	3,000	10.0
80	No Pavimentado Bueno	30	3,000	10.0
90	No Pavimentado Bueno	30	3,000	10.0
100	No Pavimentado Muy Bueno	95	4,000	7.0

La Figura 6 presenta los niveles de calidad más bajo, óptimo y más alto justificados económicamente.



La segunda evaluación considera un camino en estado regular. El Cuadro 7 resume las alternativas de proyecto

consideradas, que incluye bajar el nivel de calidad a condición muy mala y condición mala.

Cuadro 7. Alternativas de Proyecto

Alternativa de Proyecto	Descripción de la Alternativa	Costo Inversión (000\$/km)	Costo Mantenimiento (\$/km-año)	Rugosidad Promedio (IRI)
Alternativa Sin Proyecto	Bajar a No Pavimentada Muy Malo	0	500	22.7
Alternativa de Proyecto 1	Bajar a No Pavimentada Malo	0	1,000	19.0
Alternativa de Proyecto 2	Mantener No Pavimentada Regular	0	1,500	15.2
Alternativa de Proyecto 3	Mejorar a No Pavimentada Bueno	20	3,000	10.0
Alternativa de Proyecto 4	Mejorar a No Pavimentada Muy Bueno	85	4,000	7.0

El cuadro 8 presenta los resultados de la evaluación económica.

camino en condición muy malo, confirmando las necesidades de mantenimiento anualizado para los niveles de calidad más bajo, óptimo y más alto justificados económicamente.

Los niveles de calidad encontrados para el camino en condición regular son esencialmente los mismos para el

Cuadro 8. Resultados de la Evaluación Económica: Camino en Condición Regular

Tráfico Diario (TMDA)	Nivel de Calidad	Costo de Inversión (000\$/km)	Mantenimiento Anualizado (\$/km-año)	Rugosidad Promedio (IRI)
Nivel de Calidad Más Bajo Justificado Económicamente				
10	No Pavimentado Muy Malo	0	500	22.7
20	No Pavimentado Malo	0	1,000	19.0
30	No Pavimentado Malo	0	1,000	19.0
40	No Pavimentado Malo	0	1,000	19.0
50	No Pavimentado Malo	0	1,000	19.0
60	No Pavimentado Malo	0	1,000	19.0
70	No Pavimentado Malo	0	1,000	19.0
80	No Pavimentado Malo	0	1,000	19.0
90	No Pavimentado Malo	0	1,000	19.0
100	No Pavimentado Malo	0	1,000	19.0
Nivel de Calidad Optimo Justificado Económicamente				
10	No Pavimentado Muy Malo	0	500	22.7
20	No Pavimentado Regular	0	1,500	15.2
30	No Pavimentado Regular	0	1,500	15.2
40	No Pavimentado Regular	0	1,500	15.2
50	No Pavimentado Regular	0	1,500	15.2
60	No Pavimentado Regular	0	1,500	15.2
70	No Pavimentado Regular	0	1,500	15.2
80	No Pavimentado Bueno	20	3,000	10.0
90	No Pavimentado Bueno	20	3,000	10.0
100	No Pavimentado Bueno	20	3,000	10.0
Nivel de Calidad Más Alto Justificado Económicamente				
10	No Pavimentado Muy Malo	0	500	22.7
20	No Pavimentado Muy Malo	0	500	22.7
30	No Pavimentado Regular	0	1,500	15.2
40	No Pavimentado Regular	0	1,500	15.2
50	No Pavimentado Bueno	20	3,000	10.0
60	No Pavimentado Bueno	20	3,000	10.0
70	No Pavimentado Bueno	20	3,000	10.0
80	No Pavimentado Bueno	20	3,000	10.0
90	No Pavimentado Muy Bueno	85	4,000	7.0
100	No Pavimentado Muy Bueno	85	4,000	7.0

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Para el camino que está en condición muy malo, el Cuadro 9 presenta un análisis de sensibilidad al variar el

crecimiento anual del tráfico de 0 a 6 por ciento y la elasticidad de demanda del tráfico generado de 0.5 al 1.5 para todos los vehículos.

Cuadro 9. Análisis de Sensibilidad al Crecimiento del Tráfico y Elasticidad de la Demanda			
Nivel de Calidad Optimo Justificado Económicamente			
Tráfico (TMDA)	Crecimiento = 0% Elasticidad = 0.5	Crecimiento = 3% Elasticidad = 0.5	Crecimiento = 6% Elasticidad = 0.5
10	No Pavimentado Muy Malo	No Pavimentado Muy Malo	No Pavimentado Muy Malo
20	No Pavimentado Muy Malo	No Pavimentado Muy Malo	No Pavimentado Muy Malo
30	No Pavimentado Muy Malo	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular
40	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular
50	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular
60	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular
70	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Bueno
80	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno
90	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno
100	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno
Tráfico (TMDA)	Crecimiento = 0% Elasticidad = 1.0	Crecimiento = 3% Elasticidad = 1.0	Crecimiento = 6% Elasticidad = 1.0
10	No Pavimentado Muy Malo	No Pavimentado Muy Malo	No Pavimentado Muy Malo
20	No Pavimentado Muy Malo	No Pavimentado Muy Malo	No Pavimentado Muy Malo
30	No Pavimentado Muy Malo	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular
40	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular
50	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular
60	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Bueno
70	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Bueno
80	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno
90	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno
100	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno
Tráfico (TMDA)	Crecimiento = 0% Elasticidad = 1.5	Crecimiento = 3% Elasticidad = 1.5	Crecimiento = 6% Elasticidad = 1.5
10	No Pavimentado Muy Malo	No Pavimentado Muy Malo	No Pavimentado Muy Malo
20	No Pavimentado Muy Malo	No Pavimentado Muy Malo	No Pavimentado Muy Malo
30	No Pavimentado Muy Malo	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular
40	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular
50	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Bueno
60	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Bueno
70	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno
80	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno
90	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno
100	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno

El Cuadro 10 presenta un análisis de sensibilidad hecho para el mismo camino variando el porcentaje de automóviles y utilitarios del 40 por ciento para tráfico de

menos de 50 TMDA y 50 por ciento para tráfico entre 50 y 100 TMDA a 20 y 30 por ciento respectivamente y 60 por ciento y 70 respectivamente.

Cuadro 10. Análisis de Sensitividad a la Composición del Tráfico

Nivel de Calidad Optimo Justificado Económicamente			
Tráfico (TMDA)	Automóviles y Utilitarios 20% a 30%	Automóviles y Utilitarios 40% a 50%	Automóviles y Utilitarios 60% a 70%
10	No Pavimentado Muy Malo	No Pavimentado Muy Malo	No Pavimentado Muy Malo
20	No Pavimentado Muy Malo	No Pavimentado Muy Malo	No Pavimentado Muy Malo
30	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Muy Malo
40	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular
50	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular
60	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular
70	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular
80	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Regular
90	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno
100	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno

Las proyecciones de tráfico en términos de tasa anual de crecimiento del tráfico, tráfico generado esperado y composición del tráfico influyen en los resultados. Otros factores importantes son los costos de la agencia vial y

del usuario y la definición del período de evaluación. El Cuadro 11 presenta el análisis de sensibilidad para un período de evaluación de 10, 15 y 20 años.

Cuadro 11. Análisis de Sensitividad al Periodo de Evaluacion

Nivel de Calidad Optimo Justificado Económicamente			
Tráfico (TMDA)	10 Años	15 Años	20 Años
10	No Pavimentado Muy Malo	No Pavimentado Muy Malo	No Pavimentado Muy Malo
20	No Pavimentado Muy Malo	No Pavimentado Muy Malo	No Pavimentado Muy Malo
30	No Pavimentado Muy Malo	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular
40	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular
50	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular
60	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular
70	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Bueno
80	No Pavimentado Regular	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno
90	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno
100	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno	No Pavimentado Bueno

RESUMEN

El nivel de calidad de un camino se caracteriza por el tipo de superficie, la calidad de acceso a la misma y la calidad del confort del viaje. Los beneficios de mejorar o mantener un nivel de calidad del camino puede medirse por medio de una evaluación económica en términos de la reducción de costos a los usuarios, pero los indicadores económicos resultantes no siempre miden los impactos sociales o ambientales. No obstante, la evaluación económica es un buen instrumento para ayudar a definir los niveles adecuados de calidad de caminos para aquellos caminos que tienen un tráfico

establecido, típicamente con un tráfico mayor a los 50 vehículos por día.

Esta nota presenta una metodología para la evaluación de caminos no pavimentados con tráfico entre 10 y 100 TPDA de vehículos motorizados usando el modelo RED, y el tipo de resultados que se obtiene en base al cual se puede hacer un primer juicio para determinar el nivel adecuado de inversiones y mantenimiento de caminos no pavimentados. Si este primer análisis para un camino no pavimentado determinado da "positivo" entonces resulta necesario efectuar una evaluación económica más rigurosa.

El elemento principal de una evaluación económica es la definición de la alternativa sin proyecto, que debería representar un escenario pragmático de hacer lo mínimo necesario y debería estar en función del tráfico y de la importancia del camino. El análisis de sensibilidad muestra que los resultados están influenciados por las proyecciones de tráfico, los costos de la agencia vial y de los usuarios, y la definición del período de evaluación; por lo tanto, los resultados presentados en esta nota deberían considerarse como una primera aproximación a los resultados específicos del país. Para obtener resultados específicos del país, se debería replicar la metodología adaptándola con datos más precisos del país

PARA MAYOR INFORMACION

1. Lebo, J. and D. Shelling. 2001. *Design and Appraisal of Rural Transport Infrastructure: Ensuring Basic Access for Rural Communities*. Technical Paper 496. World Bank, Washington, DC.

<http://www.worldbank.org/transport/publicat/twu-45.pdf>

2. *Highway Development and Management Model (HDM-4) Version 1.3*. 2000. World Road Association (PIARC), Paris, France.

<http://hdm4.piarc.org/>

3. *Roads Economic Decision Model (RED) Version 3.0*. 2003. Sub-Saharan Africa Transport Policy Program (SSATP). Model developed by World Bank, Washington, DC.

<http://www.worldbank.org/html/fpd/transport/roads/tools.htm>

4. *Typical Unpaved Roads Roughness Predicted By the HDM-III Model*. 1999. Rural Transport Technical Note 1. World Bank, Washington, DC.

http://www.worldbank.org/html/fpd/transport/publicat/t_dinflst.htm - rural

5. *Unpaved Roads: Roughness Estimation by Subjective Evaluation*. 1999. Rural Transport Technical Note 2. World Bank, Washington, DC.

http://www.worldbank.org/html/fpd/transport/publicat/t_dinflst.htm - rural

6 *Road Costs Knowledge System (ROCKS), Version 2.0*. 2002. Transport and Urban Development Department, World Bank, Washington, DC.

http://www.worldbank.org/html/fpd/transport/roads/rd_tools/rocks_main.htm

Transport Infrastructure Notes disponibles en:

http://www.worldbank.org/html/fpd/transport/publicat/p_ub_main.htm

Transport Notes disponibles en:

http://www.worldbank.org/html/fpd/transport/publicat/p_ub_main.htm

Urban Infrastructure Notes disponibles en:

http://www.worldbank.org/html/fpd/urban/publicat/pub_note.htm

Urban Notes disponibles en:

<http://www.worldbank.org/urban/upgrading/urban-notes.htm>