

El impacto de la condición del camino sobre los costos de operación de las bicicletas.

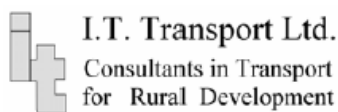
Un resumen técnico de I.T. Transport Ltd. Mayo, 2003

INTRODUCCIÓN.

Las bicicletas son el modo intermedio de transporte (MIT) comúnmente más utilizado en el África Subsahariana, incrementando, por mucho, la movilidad personal y la capacidad de transporte de carga de la gente rural. El uso de este modo se está incrementando para los servicios de transporte local. Por ejemplo, los bicitaxis son ampliamente usados en Uganda y algunas partes del Oeste de Kenia. Estudios anteriores han mostrado que los costos de reparación y mantenimiento de las bicicletas son altos debido al transporte de cargas pesadas en caminos y brechas en malas condiciones. Es pues probable que el mejoramiento a la infraestructura reduzca tanto los costos de operación como también el tiempo de viaje, beneficiando a ciclistas, operadores y usuarios de servicios de transporte por bicicleta. No obstante lo anterior, los beneficios económicos a los usuarios de bicicletas son raramente incluidos en la evaluación de los proyectos de transporte rural.



Con esto en mente, el objetivo de este estudio fue evaluar el impacto de la calidad de la infraestructura sobre los costos de operación de la bicicleta, para desarrollar herramientas mejoradas al incluir estos costos en la evaluación de proyectos de transporte. Se busca influir en los planificadores del transporte para que incluyan a las bicicletas en la evaluación de proyectos de transporte rural, mejorando la viabilidad de los proyectos enfocados al acceso a nivel de municipios y pueblos. Las bicicletas son el modo más efectivo para mejorar la movilidad de las personas en regiones rurales. La reducción de los costos de operación y las tarifas del servicio podrían, por lo tanto, beneficiar particularmente a los sectores de bajos ingresos.



Este estudio fue administrado y llevado a cabo por I.T. Transport Ltd.

Para más información contactar a Ron Dennis o Marcus Wattam al +44 (01235) 833753 o itt@ittransport.co.uk



Este estudio fue financiado por el Department For International Development del Reino Unido.

DFID no acepta ninguna responsabilidad por cualquier información proporcionada o puntos de vista expresados.

METODOLOGIA.

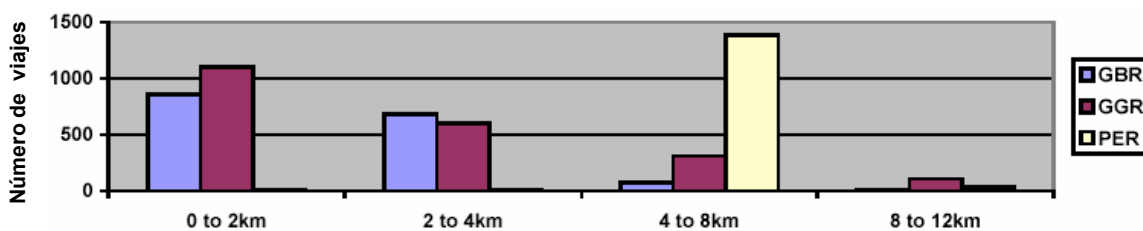
La metodología elegida para el estudio consistió en monitorear las operaciones de los operadores de bicitaxis (personas que usan bicicletas para proporcionar servicios de transporte de carga y pasajeros) en dos áreas, Uganda y el Oeste de Kenia. Se observó que estos operadores trabajan predominantemente a lo largo de ciertas rutas, de tal manera que fue posible identificar velocidades y costos de operación para superficies de camino específicas. Se eligieron tres caminos en cada área con diferentes superficies de rodamiento – pavimentada, revestida y terracería. En cada camino se monitorearon diez operadores durante un periodo de 12 meses para obtener valores promedios confiables de velocidad, tarifas y costos de reparación en cada tipo de camino. También se realizó un análisis econométrico para identificar relaciones estadísticas confiables entre varios parámetros.

Los datos más útiles fueron obtenidos en Uganda, donde alrededor del 90% de la información pudo ser relacionada a caminos específicos. En Kenia, muchos de los datos obtenidos son de la operación en caminos mixtos. Estos datos fueron, por lo tanto, analizados para identificar tendencias usando como base los resultados de Uganda.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

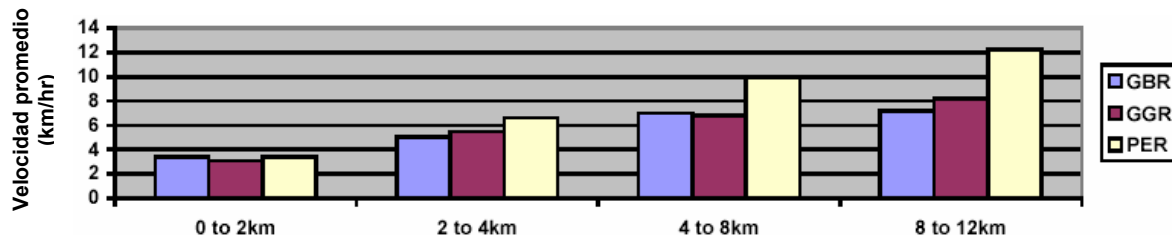
Los resultados del estudio se resumen en las siguientes gráficas en donde GBR* = camino pavimentado de buena calidad; GGR = camino revestido de buena calidad; PER = camino de terracería pobre. Esta fue la clasificación proporcionada a estudios de caminos por ingenieros camineros locales.

Figura 1: Frecuencia de la longitud del viaje en cada camino



Muchos de los viajes en los caminos pavimentados y revestidos fueron de menos de 4 km, porque la disponibilidad inmediata de los bicitaxis ahorra tiempo sobre la espera de taxis motorizados. Para viajes largos, los taxis motorizados eran usualmente utilizados porque las altas velocidades reducen generalmente el tiempo de viaje y las tarifas eran similares o más bajas. En el camino de terracería había pocos vehículos motorizados y muchos de los viajes eran entre destinos de alrededor de 8 km.

Figura 2: Velocidades promedio en cada tipo de camino



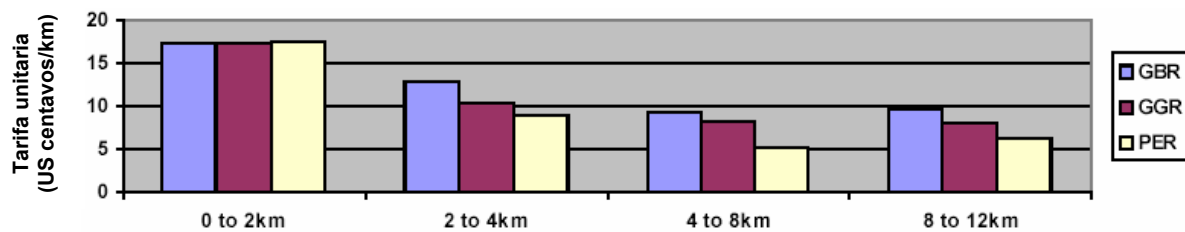
* Nota del traductor.- Se decidió conservar las siglas en inglés para coincidir con el formato de las gráficas.

Las velocidades son influenciadas por la duración del viaje debido a la inclusión de los tiempos de carga y descarga. Este efecto disminuye con la duración del viaje. Se observa que las velocidades de viaje actuales son más altas en los caminos de terracería que en los caminos pavimentados y revestidos. Para explicar esto, se identificaron dos razones a través de discusiones con los operadores:

- i. Los niveles significativamente altos del tránsito motorizado en los caminos pavimentados y revestidos incrementan los temores sobre seguridad. Los ciclistas generalmente frenan cuando pasan o se aproximan vehículos motorizados, particularmente vehículos grandes tales como camiones y autobuses. En los caminos de terracería hay poca interferencia del tránsito motorizado;
- ii. Los operadores consideran que es más fácil circular sobre una superficie de terracería lisa que sobre superficies pavimentadas y revestidas muy deterioradas.

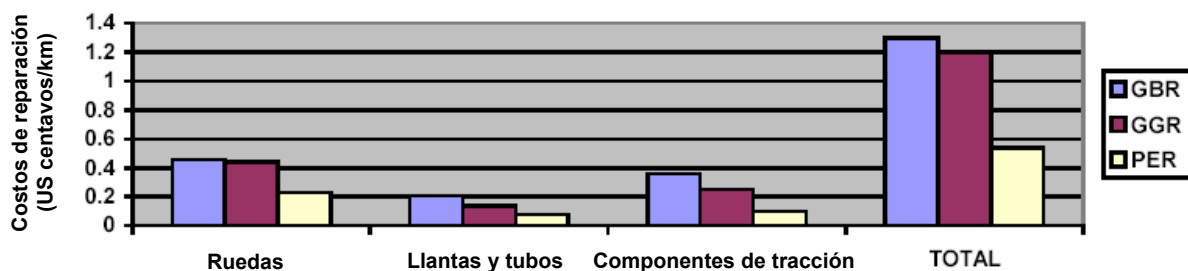
En relación a la interferencia del tránsito, los caminos pavimentados y revestidos eran de 6 metros de ancho estándar. Los operadores circulan sobre el camino y no sobre la orilla.

Figura 3: Tarifas unitarias promedio en cada tipo de camino



La tendencia de las tarifas a decrecer con el incremento de la longitud del viaje, es típica de los servicios de transporte en los países en desarrollo. Es también típico que las tarifas lleguen a ser menos asequibles a los usuarios para los viajes largos. Las tarifas fueron muy altas en el camino pavimentado y muy bajas en el camino de terracería. Los operadores indicaron que las tarifas fueron determinadas no solo por la distancia sino también por la demanda y por lo que los usuarios estuvieran dispuestos a pagar. En el camino pavimentado los clientes estaban, generalmente, con prisa y usaban los bicitaxis para viajes cortos y ahorrar tiempo. Ellos estaban, por lo tanto, dispuestos a pagar tarifas altas. La demanda era menor en los caminos revestidos y de terracería, y los clientes estaban más inclinados a caminar si consideraban las tarifas demasiado altas.

Figura 4: Costos de reparación unitarios promedio en cada tipo de camino



La Figura 4, compara los costos unitarios totales de reparación y mantenimiento (CRM) en los tres tipos de camino y también los principales componentes del costo. Se observa que los CRM para las

superficies pavimentadas y revestidas son más del doble que aquellos para el camino de terracería. Las razones están indicadas por los siguientes componentes del costo:

- Los *costos de las ruedas* son de la reparación de llantas y el reemplazo de los rayos. Es evidente que estos son altos en las superficies pavimentadas y revestidas difíciles y muy deterioradas (textura). Otra evidencia sugiere que esto se debe al alto nivel del impacto de la carga sobre estas superficies.
- Los *costos de llantas y tubos* resultan principalmente del desgaste de las llantas – las pinchaduras no fueron identificadas como un costo significativo. El desgaste es mayor en las superficies pavimentadas y revestidas difíciles y muy deterioradas, y es probable que también se incremente por las paradas frecuentes sobre estas superficies.
- Los *componentes de tracción* comprenden los pedales, cadena y estrellas. Los altos costos en los caminos pavimentados y revestidos se asumen como el resultado de una mayor frecuencia de paradas continuas en estos caminos debido al alto nivel de tránsito motorizado.

Las conclusiones anteriores de los resultados de Uganda fueron apoyadas por las tendencias encontradas de los resultados de Kenia.

OBSERVACIONES.

Los resultados obtenidos son sorprendentes y generalmente opuestos al pensamiento convencional sobre el impacto del mejoramiento de caminos. La superficie que era considerada la más fácil para circular en bicicleta, *Pavimentada*, de hecho tiene la velocidad más baja, las tarifas más altas y los más altos costos de reparación; mientras que la superficie considerada la más difícil, *Terracería*, tiene la más alta velocidad y las tarifas y costos de reparación más bajos. Los resultados para la superficie *Revestida* fueron generalmente similares a la superficie pavimentada.

El pensamiento convencional es que las velocidades y costos de operación están relacionados a la irregularidad longitudinal del camino medido por el promedio del índice de rugosidad. Esta ha sido la base para la evaluación de los beneficios del tránsito motorizado por el mejoramiento de los caminos y también es la base de la reciente introducción del método de evaluación para el Transporte No Motorizado (NMT, por sus siglas en inglés) en el HDM-4¹. Esta evaluación predice que mejorando la calidad de los caminos de terracería a revestido y revestido a pavimentado deberían incrementar las velocidades de operación y reducir los costos de reparación y mantenimiento. **Los resultados de este estudio fueron opuestos a esto, los Costos de**



Bicitaxis en Uganda

¹ J.O. ODOKI and H.R. KERALI: *Modelling Non-Motorised Transport Costs and Benefits in the Highway Development and Management System*; Transportation Research Record 1695, Paper No. 99-1129.

Reparación y Mantenimiento (CRM) medidos en los caminos pavimentados y revestidos son 4 y 5 veces más altos que aquellos pronosticados por el HDM-4 y 2 veces más altos para los caminos de terracería.

Las conclusiones del estudio indican que para las bicicletas la textura de la superficie *también* tiene un impacto significativo en facilitar la circulación en bicicleta y sobre los CRM. De hecho, en este estudio, este factor fue dominante de manera que las velocidades fueron bajas y los costos de reparación altos en caminos pavimentados y revestidos con poca irregularidad pero con una textura rugosa que en el camino de terracería con mayor irregularidad pero con una textura lisa. Se concluye que los ciclistas pueden más fácilmente evitar baches, surcos, piedras, etc. que los vehículos motorizados. De cualquier modo, esto no siempre es el caso, por ejemplo, caminos pedregosos o donde hay grandes surcos en la orilla del camino para el desalojo de agua. Por lo tanto, tanto la textura de la superficie y la rugosidad longitudinal en general, necesitan ser tomadas en cuenta.

Las conclusiones sobre la influencia de la textura de la superficie están apoyadas por los resultados de las mediciones de la resistencia al rodamiento y el nivel del impacto de la carga en varias superficies (IT Transport study, 1981). Estos muestran que un sendero de terracería liso era mejor para circular en bicicleta que un camino pavimentado rugoso, pero en temporada de lluvias el sendero de terracería podía ser más difícil si había zonas significativamente fangosas. De cualquier modo, esto no afectaría los costos de reparación los cuales se mantendrían altos en caminos pavimentados rugosos.

Un modelo econométrico con un alto grado de confianza y de ajuste de los datos, confirmó el impacto de la superficie del camino y mostró que los siguientes factores tienen un impacto significativo en los CRM:

Carga: el traslado de cargas adicionales en las bicicletas incrementa los costos de reparación desproporcionalmente. Por ejemplo, los costos de reparación se incrementan en un más alto porcentaje que el incremento de la carga.

Velocidad: la velocidad tiene un impacto significativo en los costos de reparación y mantenimiento con una elasticidad de alrededor de 0.8, por ejemplo, un incremento en la velocidad del 50% incrementa los CRM en un 40%.

IMPLICACIONES DE LAS CONCLUSIONES.

Aunque los resultados del estudio son para operadores de bicitaxis, las conclusiones sobre el impacto del camino son relevantes para todos los usuarios de bicicleta. El promedio del transporte de carga por los operadores fue de 50 kg. Los usuarios domésticos generalmente transportan carga por arriba de este nivel, así que los CRM unitarios no estarían, probablemente, por debajo de los niveles encontrados en este estudio. La principal diferencia para los usuarios domésticos sería en la distancia recorrida por año, la cual es muy baja, así que, los CRM serían substancialmente más bajos que para los operadores de bicitaxis.

La condición de la superficie del camino afecta la velocidad, el esfuerzo necesario y los costos de reparación de los usuarios de bicicleta. La velocidad determina el tiempo de viaje y puede estar relacionada a los costos o ahorros por el valor del tiempo. La necesidad de incrementar el esfuerzo por viaje en bicicleta, es considerada una enorme desventaja para el usuario, mientras que un incremento en los costos de reparación, resultaría en que las bicicletas estuvieran fuera de servicio

por periodos prolongados debido a que los propietarios no podrían repararlas. En el caso de los operadores de bicitaxis, tanto el reducir la velocidad e incrementar los CRM, reduciría sus ingresos.

La principal implicación de las conclusiones para los planificadores y diseñadores de transporte es que, con respecto al impacto sobre la operación de bicicletas, tres factores necesitan ser considerados en el mejoramiento de la calidad de los caminos – *textura de la superficie, rugosidad de la superficie, incremento potencial en el tránsito motorizado y la estimación de los beneficios.*

Textura de la superficie – un camino de terracería que es rugoso e irregular para los vehículos motorizados proporcionaría, razonablemente, senderos lisos para las bicicletas que usan las orillas y pueden conducirse a través de baches, surcos, etc. Revestir el camino beneficiaría a los vehículos de motor, pero perjudicaría a los ciclistas, debido a que la superficie revestida sería menos fácil de circular en bicicleta e incrementaría los costos de reparación. El mejor tratamiento, para circular en bicicleta, sería reparar el camino con tierra para relleno o dejarlo liso con acotamientos de tierra firme.

Rugosidad de la superficie – si la superficie del camino es muy pedregosa y/o tiene considerables surcos a lo largo de las orillas, entonces la renivelación y reencarpetación son probablemente benéficos al ciclista, pero otra vez, una superficie de terracería u orillas de terracería serían mucho mejor que una superficie revestida.

Nivel del tránsito – si el mejoramiento de la calidad del camino probablemente incremente los niveles de tránsito motorizado entonces sería una desventaja para los usuarios de bicicleta con respecto a la seguridad, la velocidad de operación y los costos de reparación. Si el impacto es probablemente satisfactorio, entonces debe considerarse seriamente en proveer senderos para bicicletas a lo largo de las orillas del camino.

Estimación de los beneficios – los beneficios de las “mejoras” al camino resultan de los incrementos de la velocidad y la reducción de los CRM. Dependiendo del “valor del tiempo” asumido, el impacto de la velocidad podría dominar de manera no real a los beneficios. Por ejemplo, usando el valor recomendado del HDM-4, \$0.36/hr, daría un beneficio de \$0.015/km para la diferencia encontrada en el estudio de los caminos de terracería (8 km/hr) y revestida (6 km/hr), comparado con el beneficio de \$0.007/km en los CRM. De cualquier modo, los propietarios probablemente encontrarán el ahorro en los CRM de gran importancia, como es un costo tangible, ellos tienden a pagarlo para mantener sus bicicletas operando.

Debido a que se identificaron nuevos temas en este estudio, se necesitan estudios posteriores para apoyar las conclusiones antes de definir pautas para los planeadores de transporte.