

Análisis de las propuestas de solución para la intersección del Túnel de la Calle 52 en Manizales – Colombia

Analysis of the proposed solution for the intersection of 52nd Street Tunnel in Manizales - Colombia

Diego Alexander Escobar García¹, Miguel Y. Mayorga², Juan Pablo Duque Cañas³

¹ *PhD, Universidad Nacional de Colombia –Sede Manizales, Departamento de Ingeniería Civil, daescobarga@unal.edu.co*

² *PhD, Universidad Politécnica de Catalunya, Departamento de Gestión del Territorio e Infraestructuras del Transporte, miguel.mayorga@upc.edu*

³ *PhD, Universidad Nacional de Colombia –Sede Manizales, Departamento de Arquitectura y Urbanismo, jpduquec@unal.edu.co*

Fecha de recepción: 12/03/2014 Fecha de aceptación del artículo: 16/05/2014

Resumen

En este artículo se realiza un análisis de las variadas alternativas de intervención que han sido propuestas por la comunidad del sector del Túnel de la Calle 52 como una alternativa al proyecto planteado por la Alcaldía Municipal con el fin de mitigar el problema de movilidad que existe en dicho punto de la ciudad de Manizales (Colombia). De forma paralela se evalúa la propuesta complementaria que hace la Secretaría de Tránsito y Transporte, la cual dista bastante de la inicialmente planteada por la misma Alcaldía a través del Instituto de Valorización de Manizales – INVAMA y se comparan las propuestas con lo estudiado en el Plan de Movilidad de Manizales (PMM) desde el punto de vista de accesibilidad urbana y que se espera sea aplicado en dicho sector de la ciudad. De forma general, se evalúan las propuestas presentadas y se comparan con la propuesta desarrollada por el INVAMA y por el PMM, mostrando las ventajas y desventajas de cada una de estas.

Palabras clave

Evaluación económica, Accesibilidad, Intersección, Planificación, Prefactibilidad, Tránsito.

Abstract

This article provides a technical analysis of the alternatives of intervention proposed by the community as an alternative to intervention project proposed by the local government to alleviate the problem of traffic at the intersection of 52nd Street in the city of Manizales (Colombia). Parallel, is evaluated a complementary proposal made by the Traffic and Transportation Secretary of the city, which is far from the originally raised by same Municipal Administration through the INVAMA. The proposals in the frame of Manizales Mobility Plan (MMP) since the point of view of urban accessibility are compared with the community and INVAMA proposals. In general, the proposals are evaluated and compared to the proposal developed by the INVAMA and de MMP showing the advantages and disadvantages of each one.

Keywords

Accessibility, Economic evaluation, Intersection, Planning, Prefeasibility, Transit.

1. Introducción

Manizales, ciudad intermedia (400.000 hab.) ubicada en la zona andina a 2150 m.s.n.m., con una estructura urbana que respondió a las exigencias topográficas del terreno. El crecimiento urbano de la ciudad se ha ido adaptando a las condiciones abruptas que existen generándose una estructura urbana no continua, en donde los diseños infraestructurales típicos no son aplicables, ya que es posible encontrar pendientes longitudinales de hasta un 18%. La ciudad posee facilidades en su comunicación oriente - occidente y viceversa, encontrando limitaciones importantes en su comunicación norte - sur y viceversa. Al tratar de mitigar este problema, la Alcaldía ha creado nuevas conexiones mediante túneles en esta última dirección.

En este artículo se analiza la propuesta infraestructural planteada en el sector del túnel de la Calle 52, en donde a la salida de la infraestructura creó una intersección atípica que converge con una vía de categoría primaria, la cual soporta un volumen vehicular considerado alto. La comunidad decidió presentar una serie de propuestas de dado que el proyecto del INVAMA no fue aceptado por un considerable porcentaje de la misma. El artículo se compone de seis secciones, la actual introducción, en segundo lugar se analizan las propuestas estudiadas por el INVAMA, posteriormente, se muestra el análisis de este sector presentado en el marco del PMM, la cuarta sección analiza las propuestas de la comunidad buscando ventajas y desventajas respecto a la propuesta del INVAMA, la quinta sección muestra la propuesta final de la Alcaldía y la sexta parte se muestran las conclusiones generales de la investigación.

2. Propuestas del INVAMA

La Alcaldía Municipal impulsó mediante licitación pública los diseños para la solución de la intersección en el sector [1]. Se evaluaron cuatro alternativas de intervención, las cuales fueron microsimuladas y analizadas desde el punto de vista de parámetros de operación del tránsito y del sobrecostos operativos. Las cuatro alternativas proponen elevar o soterrar la vía de mayor flujo (Avenida Paralela) y generar

una glorieta de un mayor diámetro al nivel actual del terreno.

La alternativa 1 (Ver figura 1) fue la seleccionada por el INVAMA al presentar los mejores resultados en cuanto a solución del conflicto y mayor relación beneficio costo; así mismo, la Alternativa 4 (Ver figura 2) se proyecta como una evolución a largo plazo al generar un túnel paralelo al existente.



Figura 1. Alternativa 1. Fuente: Elaboración propia.



Figura 2. Alternativa 4. Fuente: Elaboración propia.

3. Análisis del sector en el PMM-2010

En el Plan de Movilidad de Manizales – PMM se realizó un análisis multicriterio de las obras de infraestructura que deberían ejecutar en la ciudad, en donde las variables de priorización fueron la accesibilidad (Oferta), los volúmenes vehiculares (Demanda), el modelo de crecimiento de la ciudad y la accidentalidad [2].

La accesibilidad se define como una medida de la facilidad de comunicación entre actividades usando cualquier modo de transporte [3, 4]; se encuentra que la definición más clásica es la aportada por Hansen [5] “... *the potencial of opportunities for interaction.*”. Las infraestructuras de transporte modifican las condiciones de accesibilidad convirtiendo a esta variable en una poderosa herramienta para la implementación de políticas de desarrollo urbano.

El análisis de accesibilidad es entonces en un elemento básico de planificación territorial, el cual depende tanto de las características topológicas como de las características operativas, en donde la velocidad media de operación del flujo que se use, es una variable base para el análisis [6] (Herce, M. y Magrinya, F., 2002), y de su consecución depende en gran parte la precisión y veracidad de los resultados que se obtengan.

Es de resaltar que los análisis de accesibilidad son cada vez más destacados en la evaluación de proyectos de infraestructura y planeación urbano-territorial [7], encontrando que una mejora en los niveles de accesibilidad es en muchos casos uno de los criterios aplicados en dichas evaluaciones. En las últimas décadas se han producido diferentes investigaciones que relacionan la accesibilidad con criterios relacionados con sostenibilidad urbana [8, 9], estudios de cobertura [10], operatividad de modos de transporte [11], ubicación geoespacial de vivienda [12], entre otros campos de las ciencias geoeconómicas.

En el marco del PMM-2010, la intervención en este sector se define como un Par Vial que se desarrolla desde la Calle 47 hasta la Calle 52, al aplicar los

modelos de accesibilidad, mediante técnicas geoes-tadísticas de interpolación, se obtienen las curvas de Accesibilidad Media Global (Ver figura 3), las cuales, comparadas con las curvas obtenidas para la situación sin proyecto, no sólo es posible detectar los sectores de la ciudad que refieren un cambio importante en sus tiempos medios de viaje como consecuencia de la existencia de esta nueva infraestructura, sino también es posible calcular las curvas gradiente de tiempo medio de viaje (Ver figura 4). Se observa que el mayor cambio respecto a la situación actual lo refieren las curvas de 25 y 30 minutos, las cuales muestran un aumento en su área de cobertura, sobretodo en dirección sur – norte.

Analizando las curvas gradiente obtenidas (Ver figura 4) se observa que toda el área urbana de la ciudad reflejaría mejoras en sus tiempos medios de viaje de por lo menos un 1%, encontrando áreas con reducciones máximas de hasta un 14% respecto a la situación sin proyecto; en el sector de análisis se lograría una disminución entre el 4% y el 28% del tiempo medio de viaje respecto a la situación sin proyecto.

Al hacer una correlación entre las bases de datos de Área, Población y Número de Viviendas con las curvas gradiente calculadas, fue posible realizar estimaciones de qué porcentaje de dichas varia-

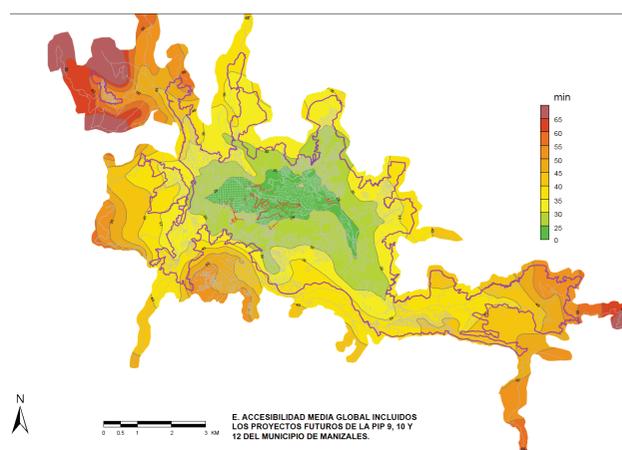


Figura 3. Curvas de Accesibilidad Media Global obtenidas con la intervención del paquete de proyectos N°4.

Fuente: Escobar, D. y García, F., 2012.

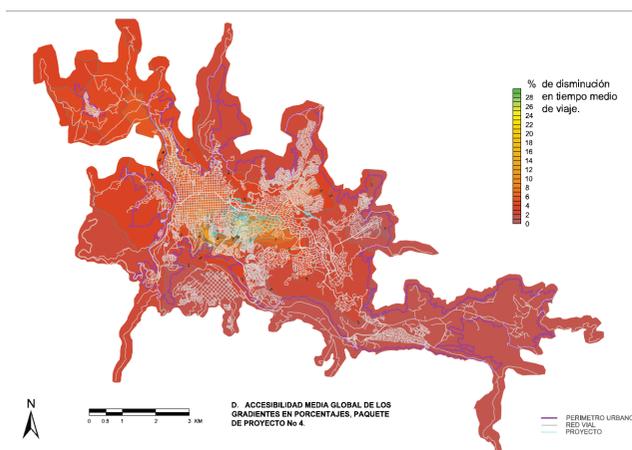


Figura 4. Curvas gradiente de cambio del tiempo medio de viaje con los proyectos del paquete N°4. **Fuente:** Escobar, D. y García, F., 2012.

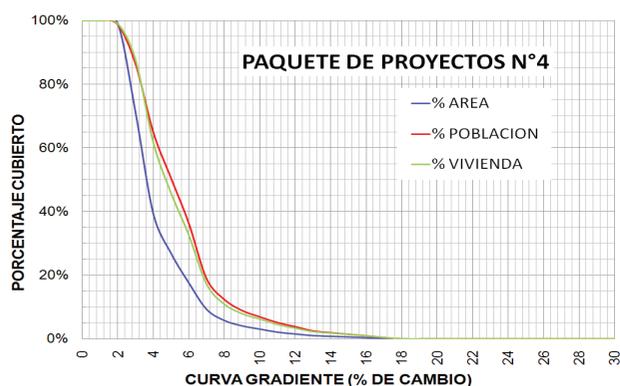


Figura 5. Porcentaje cubierto de las variables área, población y número de viviendas, respecto a las curvas gradiente. **Fuente:** Escobar, D. y García, F., 2012.

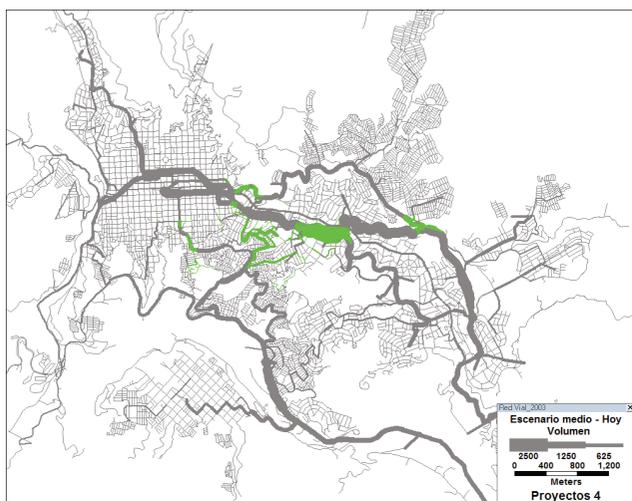


Figura 6. A Volúmenes escenario medio del paquete de proyectos 4— 2011. **Fuente:** Escobar, D. i García, F., 2012.

bles se encuentra cubierto por una determinada curva gradiente, resultados que se observan en la figura 5.

Se obtiene que con este proyecto, el 50% del área urbana reflejaría una reducción en los tiempos medios de viaje de hasta un 3,7%, respecto a las variables población y número de viviendas se tendría una reducción de dicha variable de entre el 4,5 y 5% respecto a la situación sin proyecto; así mismo, se obtuvo que el 100% de las tres variables reportan una reducción de hasta el 2% en los tiempos medios de viaje. A pesar de demostrarse que el proyecto refiere reducciones en los tiempos medios de viaje, al comparar éste con otros proyectos analizados en el marco del PMM, el proyecto ocupó un cuarto lugar.

La segunda variable estudiada en la metodología de priorización fue la relacionada con los modelos de demanda, es decir, la capacidad del proyecto de soportar nuevos volúmenes vehiculares.

En la figura 6 se observan los resultados obtenidos de la modelación observando que el sector de análisis (centro geográfico de la figura) es el que mayor capacidad de soportar volumen vehicular reportó entre todos los proyectos de intervención estudiados en el marco del PMM; se tiene entonces que desde esta variable el proyecto ocupa un primer lugar.

Por su parte, desde el punto de vista del modelo de crecimiento, el proyecto se ubica en un sector clave para el desarrollo urbano de la ciudad, lo que le convierte en un proyecto en el cual se deben acentuar esfuerzos importantes en términos de planificación; todo lo anterior se conjuga con la necesidad de dar solución a la cuarta variable, accidentalidad. Finalmente, en el marco del PMM, el proyecto del Par Vial Avenida Paralela, en el cual se incluye la intervención en el Túnel de la Calle 52, obtuvo un segundo puesto con una calificación de 78 sobre 100 y siendo catalogado como un proyecto de una alta prioridad para la ciudad y que debía ser ejecutado en el corto plazo.

4. Propuestas de la comunidad

Luego de llevarse a cabo el respectivo proceso de socialización con la comunidad, un porcentaje de la misma expresó no estar de acuerdo con la obra propuesta por el INVAMA, al considerar la obra no sólo antiestética, sino también que la construcción de una infraestructura elevada seguramente generaría una degradación social en el sector. La comunidad presentó varias alternativas de solución que tienen como objetivo principal el eliminar el puente propuesto [13]. A continuación se presentan las propuestas presentadas por la comunidad con su respectivo análisis.

4.1 Intervención del separador central

Esta propuesta significa eliminar la glorieta (No regular) actual, lo cual se traduce en propiciar un importante aumento en el recorrido vehicular; el sobrecorrido se realiza separando el sentido del desplazamiento. Para los vehículos que se desde el occidente se dirigen al norte cruzando a través del Túnel de la Calle 52 existen cinco posibles alternativas.

En la figura 7 y la figura 8 se presentan la Alternativa 1 y la Alternativa 2, respectivamente, las cuales se configuran como las alternativas con los sobrecorridos más simples, con 727 metros y 741 metros, respectivamente.

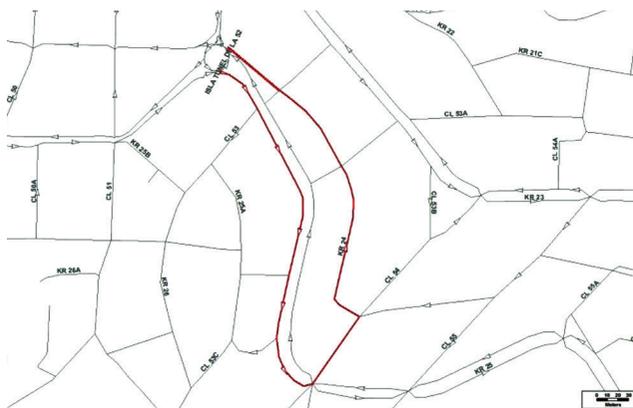


Figura 7. Sobrecorrido en el sentido occidente – oriente para vehículos que se dirigen al norte por el Túnel de la Calle 52. Alternativa 1. **Fuente:** Elaboración propia.

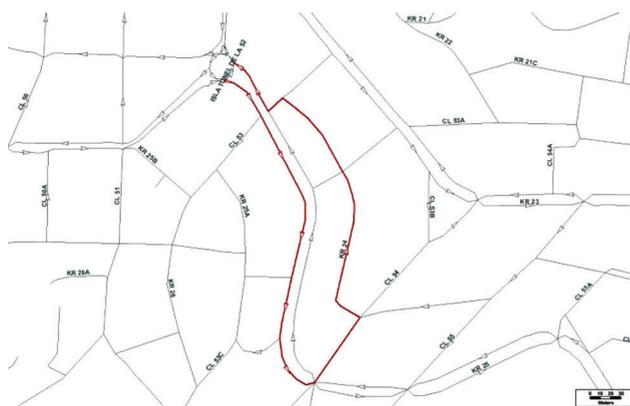


Figura 8. Sobrecorrido en el sentido occidente – oriente para vehículos que se dirigen al norte por el Túnel de la Calle 52. Alternativa 2. **Fuente:** Elaboración propia.

Éstos sobrecorridos producirían un impacto significativo sobre la intersección de la calle 54 (Convento de la Visitación), la cual es una intersección semaforizada que en la actualidad presenta convergencia de volúmenes vehiculares considerados altos, en donde el volumen de vehículos adicionales afectaría de forma directa la capacidad del semáforo actualmente instalado y el giro a la izquierda a la altura de la carrera 24, sumando a lo anterior que la calle 54 es una vía bidireccional generándose una mayor convergencia de flujos.

Adicionalmente, el sobrecorrido también afectaría la intersección de la calle 53 al conectarse nuevamente con la Avenida Paralela, siendo también geoméricamente incomodo dada la convergencia de los tramos intervenidos y dada la funcionalidad y categoría de las vías (Local). Estas dos primeras alternativas impactan de forma directa como mínimo tres intersecciones.

En la figura 9 se observa la Alternativa 3; ésta refiere un sobrecorrido de unos 941 metros, con vías que poseen características operativas bajas, es un camino tortuoso, con cambios de pendientes fuertes, curvas verticales deficientes y con velocidades de operación bajas (Vías Locales donde se realizan giros a la izquierda o a la derecha sin control directo), implicando cruces con vías como la carrera 26 en donde existen dispositivos de control del tránsito tipo PARE.

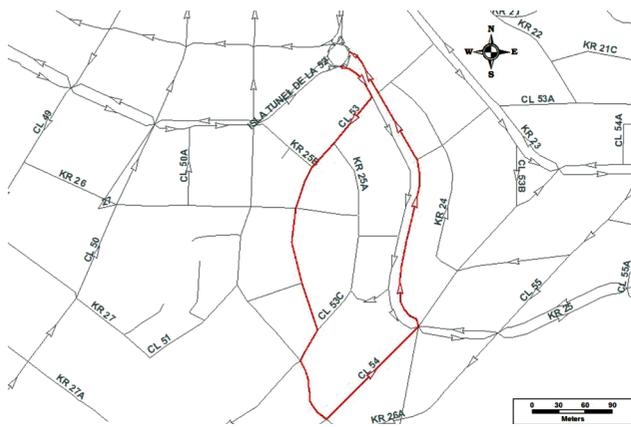


Figura 9. Sobrerecorrido en el sentido occidente – oriente para vehículos que se dirigen al norte por el Túnel de la Calle 52. Alternativa 3. **Fuente:** Elaboración propia.

A lo anterior, se debe sumar que el problema del cruce de vehículos (giro a la izquierda para tomar el sentido oriente – occidente), se traslada totalmente a la Calle 54, como en las anteriores alternativas.

En la figura 10 se observa la Alternativa 4; ésta refiere un sobrerecorrido de unos 945 metros, en donde sin duda alguna se enfrentarían las mismas implicaciones mencionadas en las anteriores alternativas.

Por su parte, en la figura 11 se observa la Alternativa 5, la cual refiere un sobrerecorrido de aproximadamente 984 metros, encontrando que ésta alternativa a pesar de ser más larga, su única ventaja respecto a las anteriores es que una parte de su longitud se desarrolla por la misma Avenida Paralela, la cual

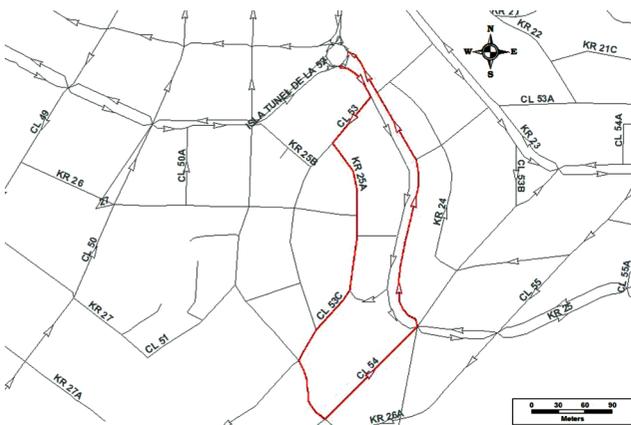


Figura 10. Sobrerecorrido en el sentido occidente – oriente para vehículos que se dirigen al norte por el Túnel de la Calle 52. Alternativa 4. **Fuente:** Elaboración propia.

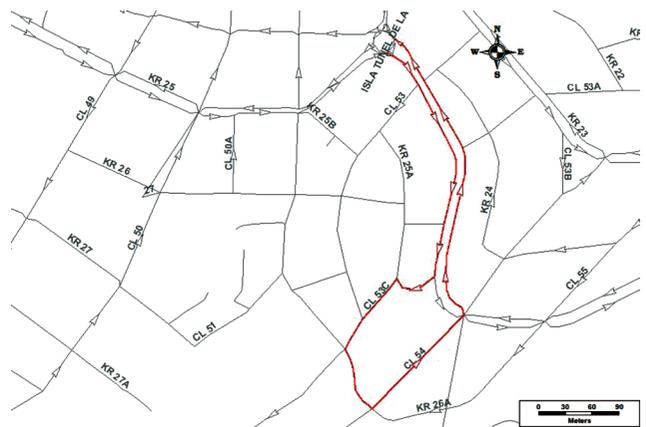


Figura 11. Sobrerecorrido en el sentido occidente – oriente para vehículos que se dirigen al norte por el Túnel de la Calle 52. Alternativa 5. **Fuente:** Elaboración propia.

posee mejores características operativas que las vías de las alternativas 3 y 4.

Ahora bien, para los vehículos que vienen del norte atravesando el Túnel de la Calle 52 y se dirigen al oriente en dirección al sector del estadio, se tendrían tres posibles alternativas.

En la figura 12 se plantea la alternativa 6, en la cual, al salir del túnel, se gira inmediatamente a la derecha para descender por la calle 51. En este caso, es necesario romper el separador central de la Avenida Paralela y salir mediante un giro a la izquierda sobre una curva, situación que dificulta la maniobra de giro, adicionalmente, se debe modificar el sentido vial de la calle 51. El sobrerecorrido de esta alternativa es de unos 295 metros.

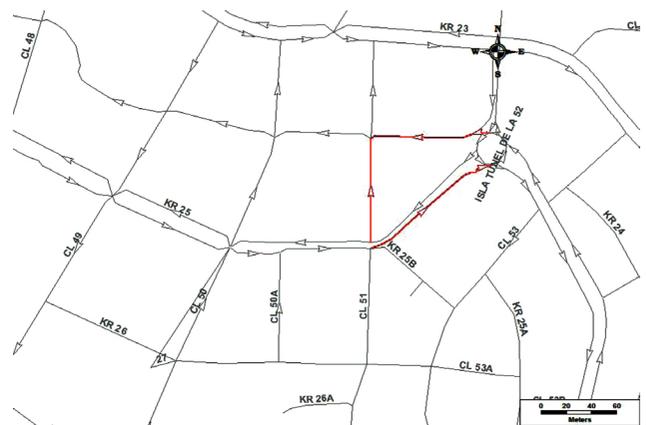


Figura 12. Sobrerecorrido de los vehículos que del norte van hacia el oriente. Alternativa 6. **Fuente:** Elaboración propia.

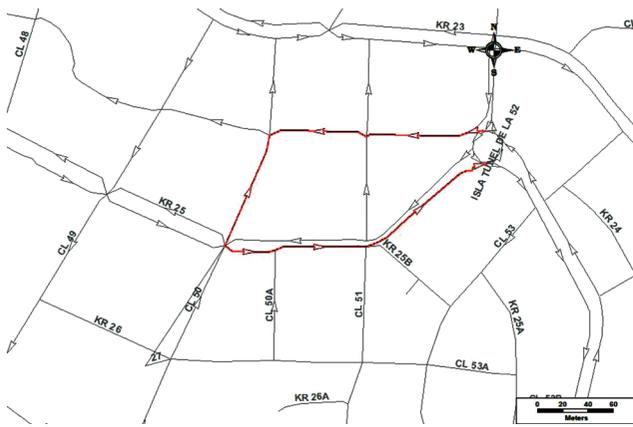


Figura 13. Sobrerecorrido de los vehículos que del norte van hacia el oriente. Alternativa 7. **Fuente:** Elaboración propia.

En la figura 13 se observa la alternativa 7, la cual refiere un sobrerecorrido de unos 497 metros.

En esta alternativa se plantea una modificación de la anterior, en el sentido de descender por la calle 50, lo cual generaría un impacto muy fuerte no sólo por la necesidad de un redireccionamiento vial del sector sino por la actual relación volumen capacidad en la intersección de la calle 50 con Avenida paralela, la cual en la hora pico se encuentra totalmente fallada.

Finalmente, en la figura 14 se presenta la alternativa 8, en la cual se propone descender por la calle 49, y posteriormente tomar la Avenida Paralela en sentido oriente.

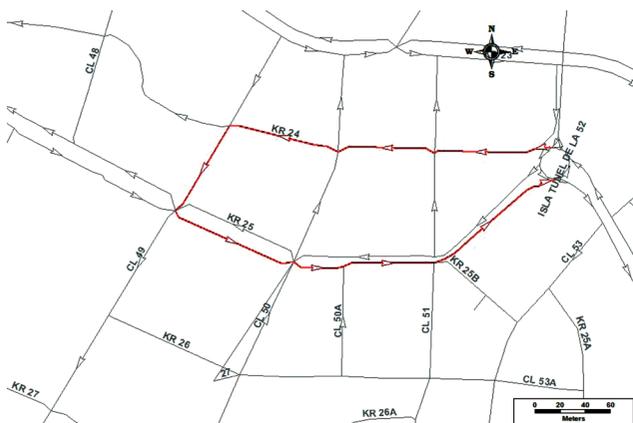


Figura 14. Sobrerecorrido de los vehículos que del norte van hacia el oriente. Alternativa 8. **Fuente:** Elaboración propia.

El sobrerecorrido se estima en unos 675 metros, no obstante, lo más destacable es que el usuario que necesite realizar este tipo de desplazamiento deberá cruzar cinco intersecciones adicionales, que en la actualidad se encuentran totalmente saturadas durante la hora pico, como por ejemplo las intersecciones sobre la Avenida paralela con Calle 49 y con Calle 50, las cuales son intersecciones sobre la red vial principal de la ciudad que soportan no sólo altos volúmenes de vehículos privados, sino también una alta cantidad de rutas de Transporte Público Colectivo Urbano.

Haciéndose un análisis de los costos de operación generales, teniendo en cuenta los valores de volúmenes vehiculares aforados, sin aplicar los factores de proyección calculados para el sector (2,19) y teniendo en cuenta las diferentes alternativas de sobrerecorrido y el sentido de los desplazamientos, la alternativa 1 representaría unos sobrecostos de unos US 359 mil dólares anuales; la alternativa 2 unos sobrecostos de unos US 366 mil dólares anuales; se tendrían unos sobrecostos de US 460 mil dólares anuales para la alternativa 3; sobrecostos de unos US 464 mil dólares anuales para la alternativa 4; sobrecostos de unos US 468 mil dólares anuales para la alternativa 5; sobrecostos de unos US 62 mil dólares anuales para la alternativa 6; sobrecostos de unos US 104 mil dólares anuales para la alternativa 7 y sobrecostos de unos US 141 mil dólares anuales para la alternativa 8.

Es importante establecer que en los anteriores valores no se está teniendo en cuenta ni la tasa de crecimiento del parque automotor, ni el costo del mantenimiento rutinario y de conservación que deben tener las vías, lo cual fácilmente podría incrementar los costos en un 25%, así mismo, no se está teniendo en cuenta el costo social y de pérdida de plusvalía generado por las nuevas condiciones de movilidad en el sector del barrio directamente implicado, Barrio La Arboleda.

Por otra parte, no se está incluyendo el costo del tiempo de usuario producto de los sobrerecorridos generados en cada una de las alternativas analizadas.

Lo anterior muestra que la propuesta que la comunidad realiza, pretende solventar la movilidad de los movimientos que menos solución necesitarían, mientras que para los movimientos realmente críticos se les agudiza con la realización de sobrecorridos que lo único que lograrían es trasladar el problema de congestión a otros sectores de la ciudad.

4.2 Generación de Par Vial

La propuesta de la generación de un par vial entre la Avenida Paralela y la Carrera 24, no soluciona el problema del acceso del túnel, la glorieta continuaría con deficiencias tanto geométricas como operativas y traslada los problemas de congestión a otros sitios, de forma similar a lo expuesto con anterioridad.

No obstante, la generación de un par Vial ha sido la propuesta de intervención presentada en el marco del PMM, propuesta que fue evaluada y que haciéndose un estudio profundo del sector (entre calle 47 y calle 54) podría ser verdaderamente validado mediante microsimulaciones de tránsito que permitan testar las bondades de la misma.

4.3 Túnel Unidireccional

Se propone que el Túnel de la Calle 52 funcione en una sola dirección, sur – norte, eliminándose así el acceso a la glorieta desde el sector norte.

Esta alternativa aliviaría operacionalmente la carga de acceso a la glorieta, sin embargo, el sentido eliminado, seguramente generaría fuertes impactos en el resto de las intersecciones por donde se desplazan los vehículos que actualmente realizan ese movimiento. Lo anterior, sin tener en cuenta los sobrecostos que ello generaría, los cuales son mucho mayores a los ya expuestos en este artículo.

4.4 Modificación geométrica de la glorieta

Esta propuesta se basa en un cambio geométrico de la isla central de la glorieta, transformando su forma circular a una forma elíptica u ovalada [14].

Esta propuesta requiere de una compra importante de predios que al día de hoy se encuentran edificados, situación que elevaría exponencialmente los costos de la intervención. Así mismo, se resalta que desde el punto de vista operativo no se observan ventajas contundentes con una intervención de esta categoría.

4.5 Combinación de una modificación geométrica de la glorieta y generación de Par vial

Esta propuesta se basa en una mezcla entre la anterior propuesta y la propuesta de generación de un Par Vial entre la Avenida Paralela y la Carrera 24.

Las implicaciones de esta alternativa son las mismas mencionadas con anterioridad, respecto a la compra de predios, lo cual es inevitable, así como las consideraciones anteriormente expuestas en el numeral 4.2.

5. Propuesta presentada por la Secretaría de Tránsito Municipal

Esta propuesta se basa en una reorientación vial del sector sin involucrar la inserción de infraestructuras de envergadura [15]. Esta propuesta genera los sobrecorridos de las alternativas 6, 7 y 8, analizados con anterioridad; por otra parte, al tener que soportar que la convergencia de los vehículos que vienen del norte, salen del túnel y desean viajar al oriente, con los vehículos de la avenida Paralela, resulta en que la relación volumen capacidad estaría prácticamente al límite de la capacidad.

En relación con los vehículos que entran al túnel desde el occidente y que se cruzan con el volumen de la avenida Paralela, se necesitaría un dispositivo de control del tránsito tipo semáforo ya que la convergencia de volúmenes en el cruce llega a valores de 255 Automóviles Directos Equivalentes (ADES) de la vía secundaria, con 1535 ADES de la vía principal (Avenida Paralela), mostrando a todas luces una vida útil corta dadas las tasas de crecimiento de los volúmenes vehiculares en dicha zona, superiores al 8% anual.

Esta propuesta podría ser funcional durante un corto tiempo, no obstante su implementación es de impacto local alto en cuanto a la movilidad intrínseca del sector, ya que unifica el sentido vial de un tramo de avenida y cambia el sentido de otros.

6. Conclusiones

Actualmente, el flujo vehicular en este sector presenta problemas de congestión en las horas pico del día. Si hace tres años este problema ya era complejo, hoy es un sitio que requiere de una intervención infraestructural inmediata, situación que ha sido corroborada en el marco del PMM, en donde dicho sector se encuentra en el segundo puesto de intervención según el análisis de priorización vial presentado en dicho documento oficial.

Se concluye, respecto a la propuesta presentada por la comunidad, que además de propiciar un sobrecorrido para los usuarios, esta situación traslada los actuales problemas del sector a otras zonas colindantes con el mismo, ya que dicho tráfico trasladado debe enfrentarse a los volúmenes de la Avenida Paralela. Además de lo anterior, se ha comprobado que alternativas como el cierre del separador generarían sobrecostos superiores a los US 555 mil dólares anuales, únicamente teniendo en cuenta los sobrecostos de operación de los vehículos que hoy circulan por el sector realizando los movimientos que restringiría el mencionado cierre, sin tener en cuenta los costos de tiempo de usuario y otros costos asociados.

En general las soluciones planteadas simplemente trasladan los problemas a otros sitios, con los agravantes de generar sobrecostos de operación, quedando el problema sin solucionarse. No obstante, es interesante observar cómo la comunidad, de una forma organizada, puede hacer propuestas de soluciones a problemas del tránsito, aunque brilla la poca fundamentación técnica de las mismas.

Es posible plantear muchas alternativas de solución, muy simples o extremadamente complejas, pero seleccionar la más apropiada es un problema de difícil solución en el que la ingeniería ha desarrollado metodologías y procedimientos que permiten

aproximarse de forma apropiada a la respuesta óptima, como el análisis de priorización de obras utilizado en el PMM, por ejemplo.

La intervención en este sector, efectivamente es el resultado de un estudio juicioso y técnico. Desde el punto de vista de la movilidad, la alternativa finalmente seleccionada (Paso a desnivel) es la que provee una mejor solución, separando flujos convergentes y proporcionando un paso directo por un punto de una alta complejidad vehicular. Desde el punto de vista urbanístico también se cuenta con los respectivos análisis técnicos de soporte, en los cuales se detalla la conveniencia o no de insertar este tipo de infraestructura en el desarrollo urbanístico del sector.

Finalmente la decisión de la alcaldía, dada la polémica y las oposiciones que presento el proyecto, fue la de no desarrollar la obra ni hacer ninguna intervención. Esto demuestra una vez más la importancia del liderazgo y de cómo la ejecución de un proyecto requiere un buen líder con una buena estrategia, lo que puede fallar en cualquier parte del proyecto. Así, los problemas que pretende solucionar la obra permanecen, es decir, hoy se generan fuertes congestiones en el sitio, especialmente en las horas pico, y así seguirá, empeorando cada día más, por lo menos hasta la próxima administración.

Referencias

1. Instituto de Valorización de Manizales – INVAMA (2010). *Proyecto Paralela Norte: Rosales – Túnel de la 52 e intercambiadores viales*. Consocio AQUATERRA S.A. – Josué Galvis. Manizales.
2. Escobar, D. i García, F. (2012). “Análisis de Priorización de Proyectos Viales - Caso Manizales”. Editorial Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. ISBN:978-958-761-129-8. Manizales.
3. Morris, J., Dumble, P., y Wigan, M. (1978). *Accessibility indicators in transport planning*. *Transportation Research*, A. 13, 91-109.

4. Zhu, X. y Liu, S. (2004). *Analysis of the impact of the MRT system on accessibility in Singapore using an integrated GIS tool*. Journal of Transport Geography. 4(12), 89-101.
5. Hansen, W. (1959). *How accessibility shapes land use*. Journal of the American Institute of Planners. 25, 2, 73-76.
6. Herce, M. y Magrinya, F. (2002). *La ingeniería en la evolución de la urbanística*. Barcelona. Ediciones UPC.
7. Gutierrez, J.; Condeco-Melhorado, A. y Martín, J. (2010). *Using Accessibility indicators and GIS to assess spatial spillovers of transport infrastructure investment*. Journal of Transport Geography. 18, pp. 141-152.
8. Cheng, J., Bertolini, L. y Clercq, F. (2007). *Measuring Sustainable Accessibility*. Transportation research Board: Journal of the Transportation Research Board. 2017, 16-25.
9. Vega, A. (2011). *A multi-modal approach to sustainable accessibility in Galway*. Regional Insights. 2(2), 15-17.
10. Straatemeier, T. (2008). *How to plan for regional accessibility?* Transport Policy. 127-137.
11. Escobar, D. y García, F. (2012). *Territorial Accessibility Analysis as a Key Variable for Diagnosis of Urban Mobility: A Case Study Manizales (Colombia)*. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 48(0), 1385-1394.
12. Yunxiao, D.; Zhilin, L. y Wenzhong, Z. (2014). *Land-based interests and the spatial distribution of affordable housing development: The case of Beijing, China*. Habitat International Journal. 44, 137-145.
13. Carta de representantes de la comunidad de vecinos del sector del túnel de la calle 52 al alcalde. Y demás documentos presentados por la comunidad. Diciembre 28 de 2012.
14. Moncada, C.A. (2010). *Análisis de la glorieta de la Avenida Paralela a la altura del túnel de la Calle 52 en la ciudad de Manizales*. Consultoría realizada para la empresa SOCOBUSES S.A. Manizales.
15. Secretaría de Tránsito y Transporte de Manizales (2007). *Optimización de la Movilidad Avenida Paralela*. Alcaldía de Manizales. Manizales.