



# Evaluación del impacto de proyectos viales construidos por valorización en términos de accesibilidad territorial urbana. Caso de estudio: Armenia (Colombia)

## Evaluation of the impact of road projects built by valorisation in terms of urban territorial accessibility. Case study: Armenia (Colombia)

Eduar J . GARCÍA [1](#); Diego A. ESCOBAR [2](#)

Recibido: 03/12/16 • Aprobado: 15/12/2016

### Contenido

- [1. Introducción](#)
- [2. Metodología](#)
- [3. Resultados y discusión](#)
- [4. Conclusiones](#)
- [Agradecimientos](#)
- [Referencias](#)

#### RESUMEN:

La ciudad Armenia (Colombia), actualmente se enfrenta a problemas relacionados con la movilidad de sus habitantes. Esto se debe en gran parte a la alta tasa de incremento anual del número de vehículos, así como al evidente retraso que se ha tenido en la ampliación de la red de infraestructuras del transporte para adaptarse a los requerimientos del crecimiento urbano. Con el fin de contrarrestar dicho problema, se plantea la construcción de obras viales, pero sin un análisis cuantitativo que permita identificar, a nivel de prefactibilidad, los beneficios que traería la ejecución de los proyectos. En esta investigación se aplican modelos de accesibilidad territorial urbana con el fin de establecer las mejoras, en términos de ahorro en tiempo medio de viaje, que dichas obras imprimirían en sectores específicos de la ciudad. Se comparan los resultados de accesibilidad entre el escenario actual y los escenarios futuros, información que puede ser utilizada como herramienta para priorizar y planificar las intervenciones planteadas y maximizar el impacto de las inversiones en determinadas zonas del territorio que presentan mayores deficiencias de accesibilidad.

**Palabras clave:** Accesibilidad, infraestructura, movilidad, tiempo de viaje, cobertura

#### ABSTRACT:

The city Armenia (Colombia), currently is confronted to problems related with the mobility of their inhabitants. This is must in great part to the high rate of annual increase of the number of vehicles, as well as to the evident delay that is has had in the enlargement of the network of infrastructure of the transport to adapt is to requirements of the growth urban. To counteract said problem, is raises the construction of roads works, but without a quantitative analysis that allow identify, at the level of pre-feasibility, benefits that would bring the execution of them projects. In this research models of urban territorial accessibility are applied in order to establish improvements, in terms of savings in average time of journey, which such works would have in specific sectors of the city. Is compare them results of accessibility between the current scenario and future scenarios, information that can be used as tool to prioritize and plan interventions and maximize the impact of investments in certain areas of the territory that presented major deficiencies of accessibility.

**Keywords:** Accesibility, infrastructure, mobility, travel time, coverage.

## 1. Introducción

La ciudad de Armenia, capital del departamento del Quindío, localizada en la región centro Occidente de Colombia (Ver Figura 1), alberga una población de 298 mil habitantes, se ubica a una altitud de 1483 msnm sobre una topografía predominantemente plana surcada por numerosas colectoras de aguas lluvias;

actualmente se encuentra afrontando problemas de movilidad, principalmente debido a dos factores, el primero es constante incremento del parque automotor (Figura 2) que entre el 2009, año en el que se aprobó el Plan de Ordenamiento Territorial POT y el 2014 aumentó en un 133%.

El segundo factor es el retraso en la ejecución de los proyectos de infraestructura vial. La ciudad de armenia cuenta como instrumento de planificación, el Plan de Ordenamiento Territorial 2009-2023 el cual estableció la realización de 133 proyectos viales, consistentes en 66 rehabilitaciones de vías existentes, 31 proyectos de vías nuevas, y 36 intersecciones viales, de las cuales durante los últimos 5 años únicamente se han realizado 3 obras nuevas, 9.6% de las planteadas en el POT, (2009).

Un análisis de accesibilidad territorial, en términos generales, permite establecer la facilidad para acceder a un lugar desde un origen definido; es en definitiva, una cualidad del territorio que adquiere sentido al comparar diferentes puntos del mismo entre sí (MARTINEZ, H. 2012), y determinar qué tan fácil o difícil se pueden conectar orígenes y destinos (MENDES et al, 2005), con dicha comparación se logran obtener importantes indicadores de la estructura espacial urbana y su rendimiento (MORRIS et al, 1979), es decir la eficiencia de la red, en este caso investigativo, la red de infraestructuras del transporte.

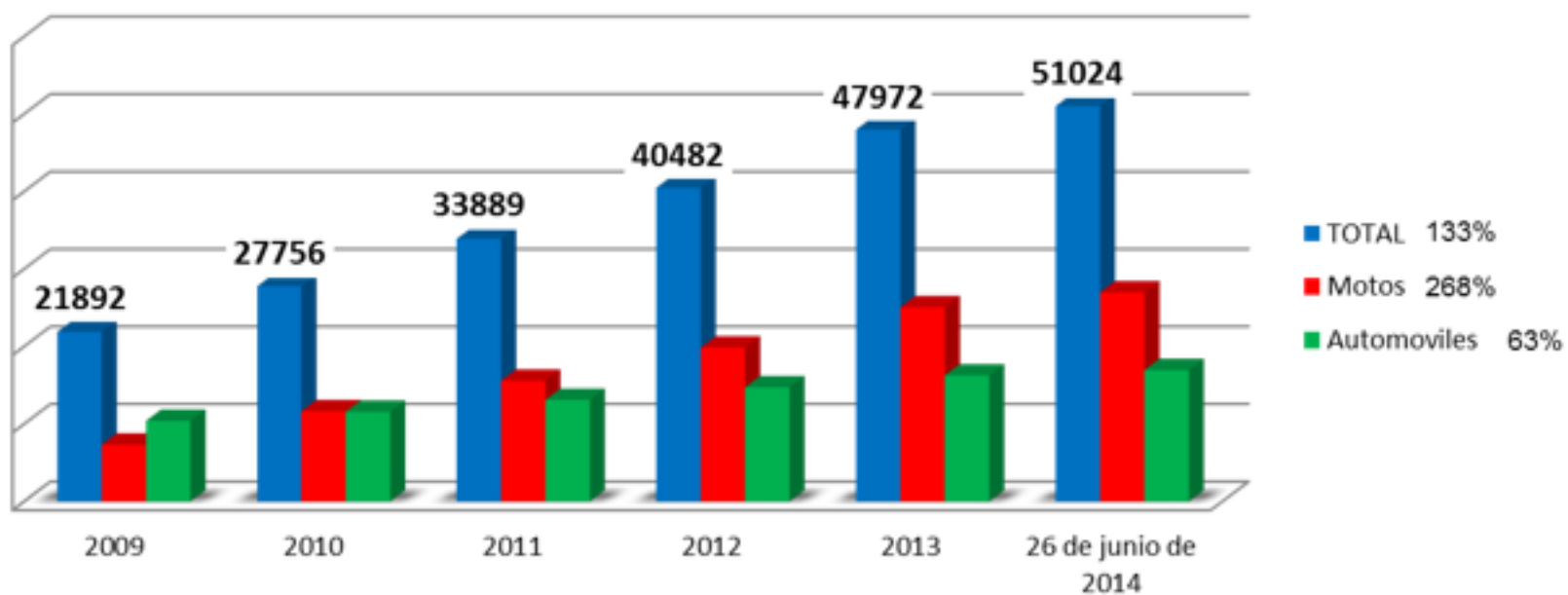
Figura 1. Localización de la ciudad de Armenia – Quindío – Colombia



Fuente: Elaboración propia.

-----

Figura 2. Incremento del parque automotor en la ciudad de Armenia.



Fuente: Mejorada de Restrepo, C. (2014). Modernización Física del territorio para la Competitividad. Diapositivas PPT

En la actualidad existen herramientas que facilitan la elaboración de modelos más detallados como el uso de software GIS, éstos permiten analizar una multiplicidad de variables y relacionar la accesibilidad tanto a soluciones de movilidad como a problemas sociales (STĘPNIAK et al 2013); o ambientales relacionados a la red de transporte (ESCOBAR et al, 2016) los resultados pueden visualizarse mediante una representación cartográfica, que facilita la interpretación y evaluación del problema (CALVO F, 2015), análisis de mejoras e impactos ante varias alternativas de solución, apoyando así una mejor planificación (CUESTA & GÓMEZ, 2004).

Este tipo de análisis está tomando cada vez mayor auge en la evaluación de proyectos, especialmente en materia de transporte (MONZÓN et al, 2010), ya que proporciona un soporte técnico que permite analizar los impactos generados por la construcción de una nueva infraestructura, tanto a nivel de equidad espacial como socio-económicos (SPIEKERMANN & WEGENER, 2006). Con los indicadores de accesibilidad se puede obtener información específica sobre categorías de usuarios mediante la creación de medidas de la calidad de vida (WACHS & KUMAGAI, 1973).

En Armenia, los proyectos viales ejecutados en la última década, se planificaron con la hipótesis de que mejorando la red de infraestructuras se disminuye la congestión vial; no obstante, no se había aplicado una herramienta de análisis que permitiera estimar los impactos que producirán las nuevas infraestructuras, algo imprescindible ya que como lo expresa FERNÁNDEZ, J (1999), estas inversiones dan lugar a profundas transformaciones territoriales y económicas, y la deficiencia de éstas, conlleva a una desigualdad de oportunidades.

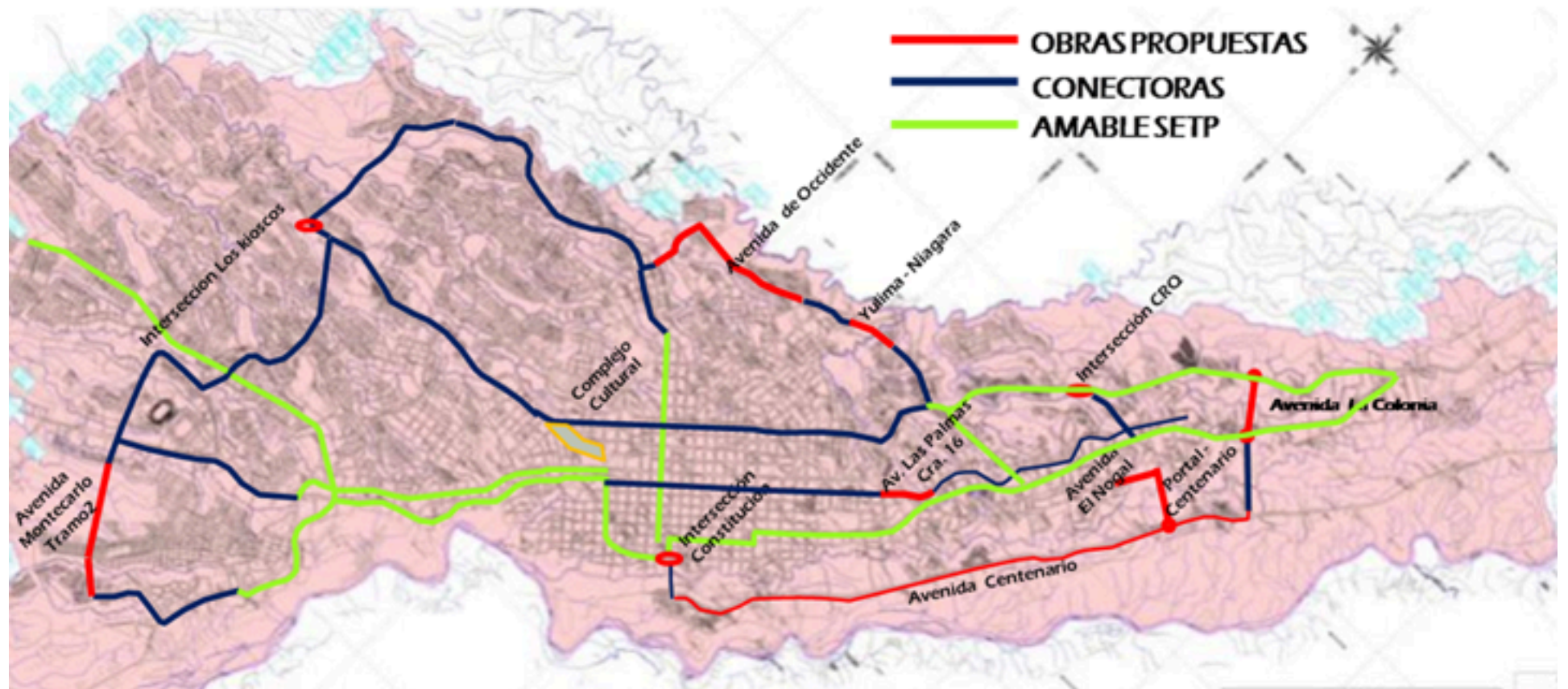
Un análisis de accesibilidad territorial, se considera un tipo especial de técnica de análisis espacial que se utiliza cada vez más para evaluar los impactos de equidad espaciales de inversiones de transporte (LÓPEZ et al, 2008), ya que como lo manifiestan STĘPNIAK & ROSIK (2016), la disposición territorialmente desequilibrada del nivel de accesibilidad puede contribuir a la segregación social y la exclusión ; los resultados obtenidos con este tipo de análisis "permiten tomar decisiones respecto a las infraestructuras que se deben construir en determinados sitios de la ciudad" (ESCOBAR et al, 2015).

Los proyectos de infraestructura de transporte causan impactos significativos (JOURMARD & GUDMUNDSSON, 2010); además sus efectos generalmente se extienden sobre grandes distancias y por lo tanto, necesitan ser estudiados en profundidad (ORTEGA et al, 2016), estos niveles de conocimiento son trascendentales para futuras políticas de inversión (LOYOLA, 2006), ya que las decisiones de inversión con respecto a las infraestructuras de transporte por lo general requieren conocimiento del bienestar generado por la infraestructura (ÁLVAREZ & MARTÍNEZ, 2012).

Por otra parte, la Alcaldía de Armenia ha puesto en marcha la ejecución de un plan de obras a financiarse por la contribución de valorización, las cuales incluyen la intervención de 7 vías nuevas, 1 rehabilitación y la intervención de 4 intersecciones (Ver Figura 3); con la construcción de estas obras pretende formar un "anillo vial perimetral" (OCAMPO, 2014) que logre modificar los corredores usuales de desplazamiento, interceptando algunos sectores periféricos y permitiendo utilizar circuitos viales que eviten el tránsito por la zona del centro histórico como única opción para el acceso a las zonas comerciales y de servicios, logrando así la disminución del tránsito por dicho sector.

Figura 3. Obras de infraestructura propuestas que conforman el Anillo Vial Perimetral





Fuente: Restrepo, C. (2014). Modernización Física del territorio para la Competitividad. Diapositivas PPT.

Luego de la introducción, se exponen la metodología abordada en la investigación, se presentan los principales resultados y discusión de los mismos, para finalmente establecer las conclusiones obtenidas.

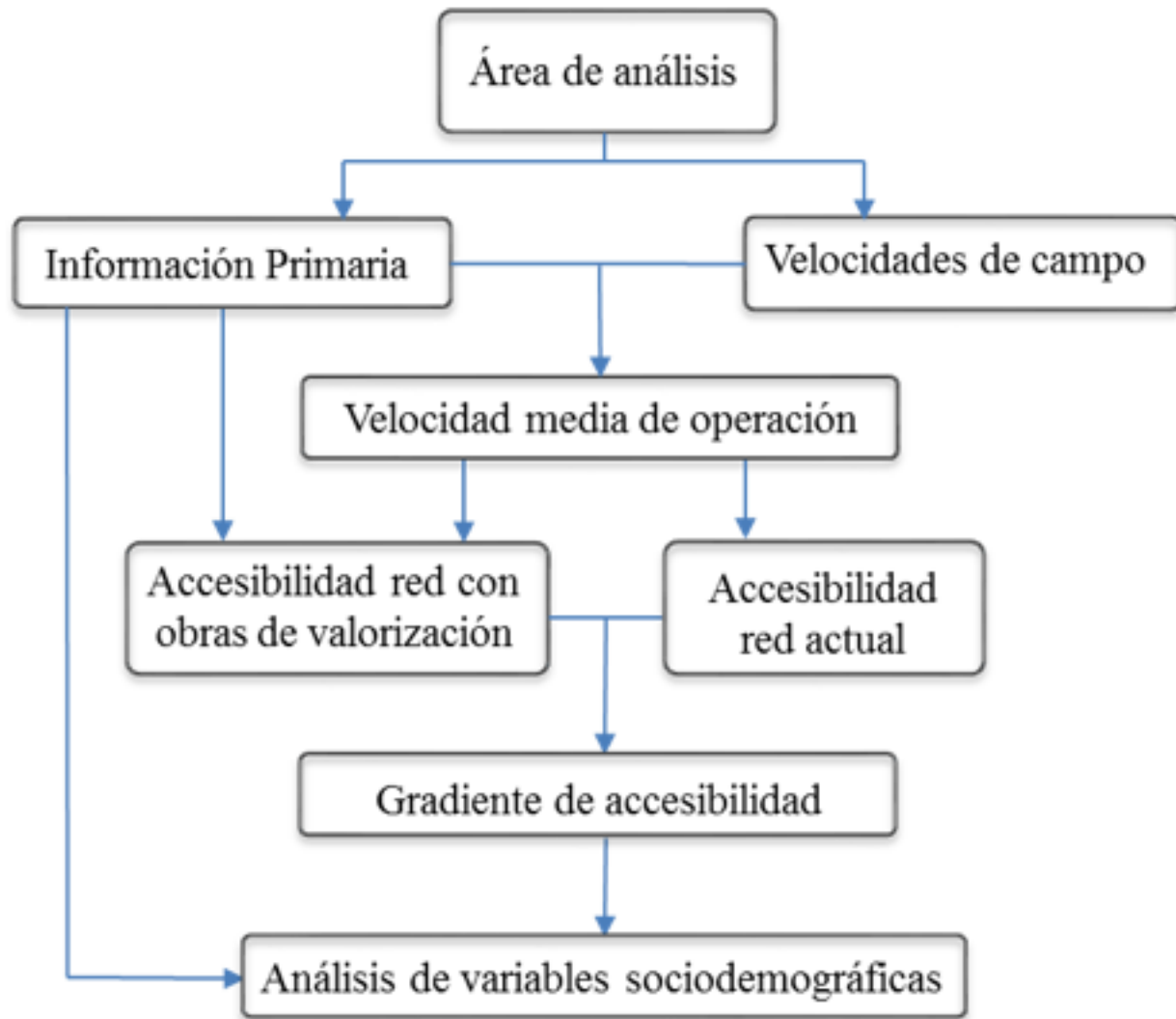
## 2. Metodología

Para realizar el presente análisis se siguieron 6 etapas (Ver Figura 4), en la primera etapa se recopila información geográfica de la red vial actual y de las nuevas intervenciones viales, en la segunda etapa se toma información de velocidades de campo, la tercera consiste en determinar la velocidad media de las vías principales y secundarias de la red actual, en la cuarta etapa fueron obtenidos los resultados de accesibilidad media global (curvas isócronas) que presenta la red vial actual, y la red vial futura, en la quinta etapa fueron calculados los ahorros en términos de tiempos medios de viaje que traerían las nuevas obras y en la etapa 6 se calculan los valores de cobertura geoespacial obtenidos al relacionar las curvas isócronas calculadas con las variables sociodemográficas de la ciudad de Armenia como población y estrato.

### 2.1 Recopilación de Información.

La información de la red vial actual fue suministrada por la administración municipal en formato geográfico shape, la cual fue caracterizada según el tipo de vía, (principal, secundaria y local) y las nuevas intervenciones viales en formato DWG los cuales fueron cargados en programa GIS. En esta etapa se ajustó la direccionalidad de las vías.

Figura 4. Diagrama de flujo de la metodología planteada



Fuente: Elaboración propia

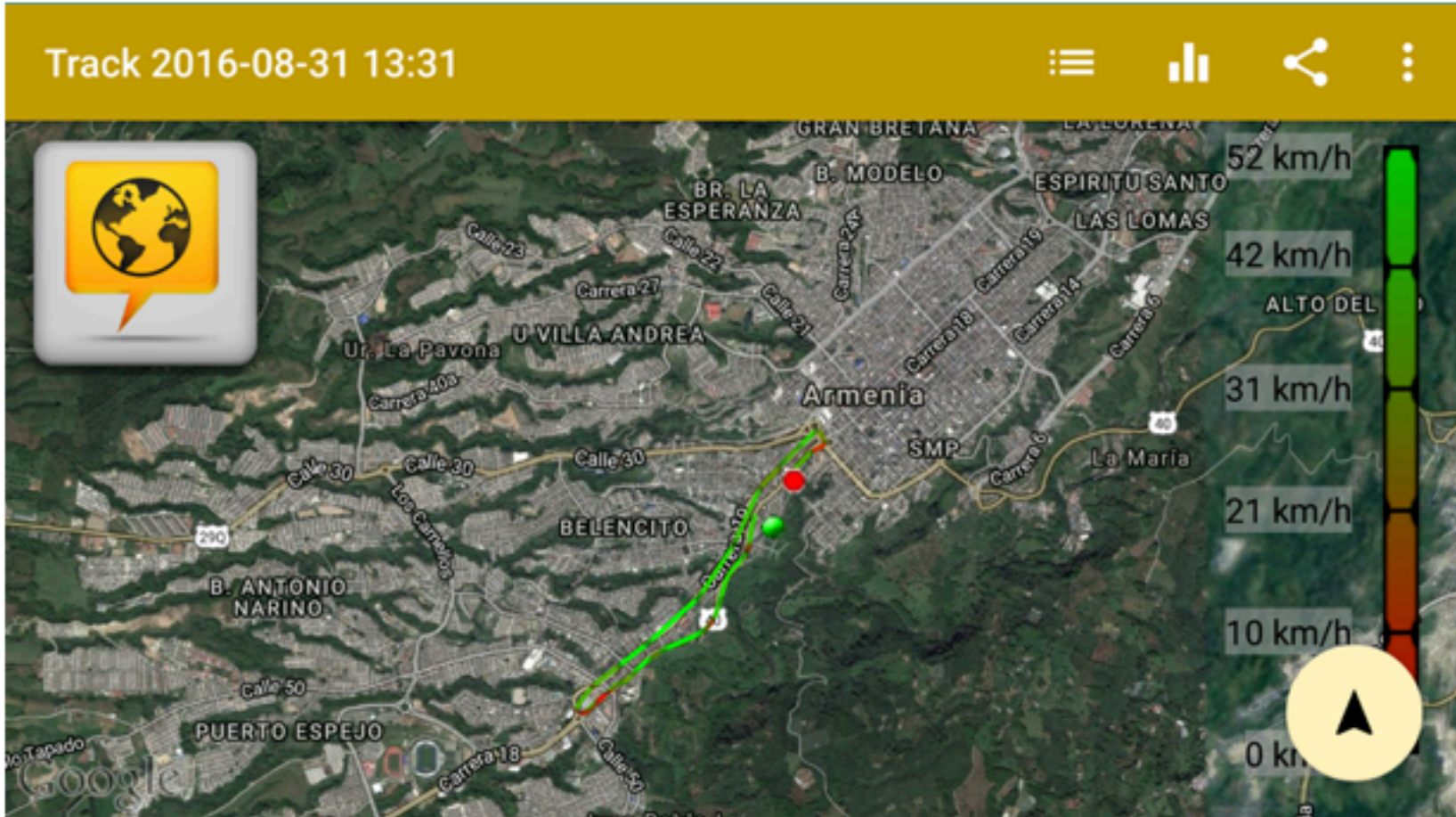
## 2.2 Toma de velocidades de campo.

El valor de la velocidad media se obtiene mediante toma de velocidades de campo o de vehículo flotante (LOAIZA et al, 2016), ante la imposibilidad de realizar mediciones en toda la red vial. Se tomaron velocidades de campo en las vías principales y secundarias, y se estableció para las vías locales una velocidad de 17 km/h, determinada estadísticamente con anterioridad, posteriormente estas velocidades se promediaron con las de transporte público, las cuales fueron obtenidas mediante información suministrada por la empresa AMABLE SETP.

Las velocidades de operación fueron tomadas en vehículo privado mediante la aplicación para sistema android "OPEN GPS TRACKER" disponible en la play store de forma gratuita (Ver Figura 5) con la cual se hicieron recorridos por las vías principales y secundarias de la red a diferentes horas y diferentes días de la semana. Posteriormente, estos datos fueron cargados en Google Earth donde se registra la velocidad que lleva el vehículo al pasar por cada punto de control del programa (Ver Figura 6).

Figura 5. Toma de velocidades con Open Gps Tracker

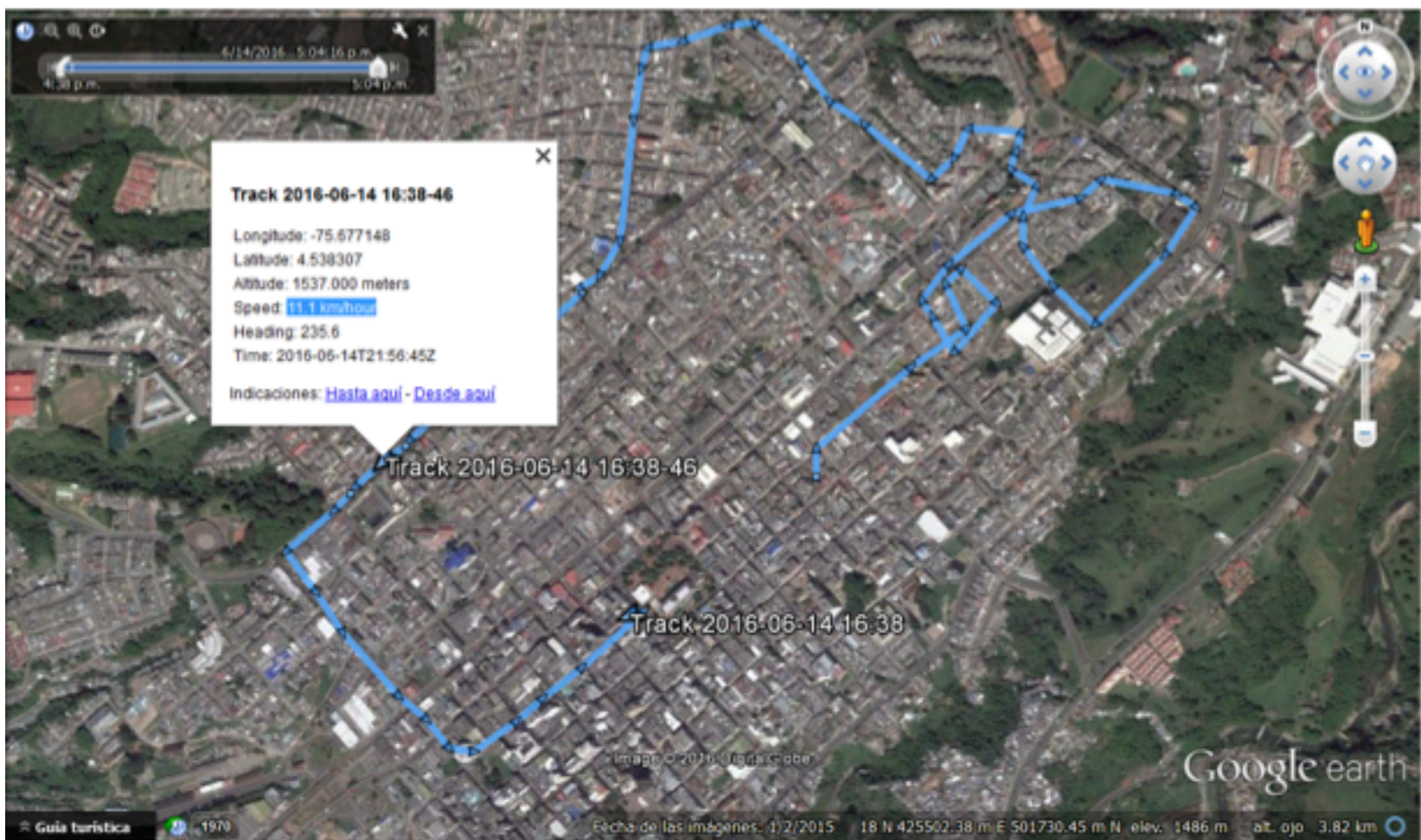




Fuente: Aplicación para sistema android "OPEN GPS TRACKER".

-----

Figura 6. Datos de Open Gps Tracker cargados en Google Earth.



Fuente: Google Earth 2016

## 2.3 Determinación de la velocidad media

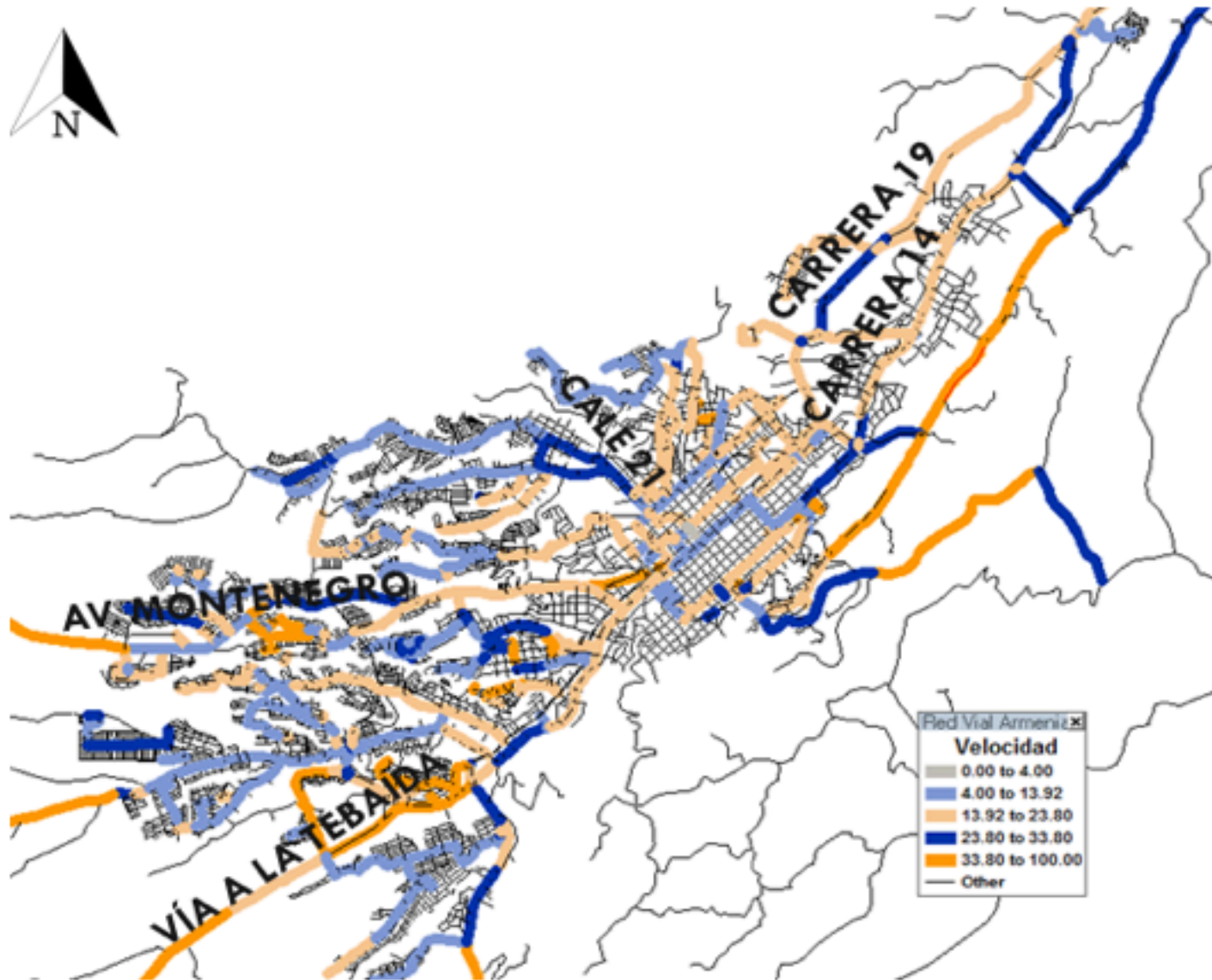
Una vez registrados manualmente los valores de velocidad en el arco de la red donde el programa realizó los puntos de control de todos los recorridos, se procede a asignar valores de velocidad de operación a cada arco por tramos homogéneos de la red vial (Ver Ec. 1). Luego de determinar el valor de la velocidad de operación en cada arco para vehículo particular, estos valores se promediaron con las velocidades medias de operación del transporte público (Ver Figura 7) aplicándose la ecuación 2.



$$\bar{v}_p = \frac{\sum_{i=1}^n v_i^a}{n} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde,  $\bar{v}_p$  = valor de la velocidad de operación de cada arco en vehículo particular;  
 $n$  = número de registros de velocidad en un tramo homogéneo durante un periodo de tiempo.

Figura 7. Velocidad media de operación de transporte público.



Fuente: Informe Amable EICE - TRANSCONSULT sucursal Colombia (2015).

$$\bar{v}_a = \frac{\bar{v}_p + \bar{v}_t}{2} \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde,  $\bar{v}_a$  = valor de la velocidad de operación de cada arco;

$\bar{v}_p$  = valor promedio de la velocidad de operación de cada arco en vehículo particular;

$\bar{v}_t$  = valor promedio de la velocidad de operación de cada arco en transporte público

## 2.4 Cálculo de la Accesibilidad Media Global

Para calcular los valores de la accesibilidad media global de cada uno de los nodos de la red, es necesario obtener el vector de los tiempos medios de viaje desde el nodo  $i$  hasta todos los demás nodos de la red (Ver Ec. 3), realizando el análisis de caminos mínimos, en el cual se establece como factor a minimizar el tiempo de viaje.

$$\bar{T}_{vi} = \frac{\sum_{j=1}^n t_{vi}}{(n-1)} \quad i=1,2,3,4,\dots,n \quad j=1,2,3,4,\dots,n \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde,  $t_{vi}$  = Tiempo de viaje desde el nodo  $i$  hasta todos cada uno de los nodos;

$n$  = Número total de nodos de la red

A este vector, representado mediante una matriz  $n \times 1$ , se le adicionan las coordenadas geográficas de cada nodo (Longitud, Latitud) generando una matriz  $n \times 3$ , luego mediante el uso de software de predicción geoestadístico (surfer 11) utilizando el método geoestadístico Kriging, se obtienen las curvas isócronas tanto de la red actual como de la red futura, permitiendo la comparación de escenarios usual en este tipo de análisis (MOYA & GARCÍA, 2015), al incorporar a la red los nuevos tramos de infraestructura vial.

## 2.5 Cálculo del Gradiente de ahorro de tiempo de viaje.

Una vez obtenidos los vectores de tiempo medio de viaje de la red actual y futura, se determina el gradiente de ahorro de tiempo medio de viaje, expresado en porcentaje para cada nodo  $i$ , excluyendo los nodos nuevos que se crean al incorporar la nueva infraestructura, ya que no hay un nodo par con el cual comparar su tiempo de viaje promedio.

$$\bar{G}_{vi} = \left[ 1 - \frac{\bar{T}_{vi}_{Nv}}{\bar{T}_{vi}_{Ac}} \right] \times 100 \quad (\text{Ec. 4})$$

Con este nuevo vector de  $n \times 3$  se obtienen las curvas de gradientes de mejoras en tiempos de viaje promedio, en porcentaje de reducción de esta variable, de la misma forma que se obtuvieron las curvas isobenélicas.

## 2.6 Cálculo de cobertura geoespacial.

La ciudad de Armenia cuenta con una población aproximada de 290 mil habitantes en el área urbana, conformada por 10 comunas (FBM, 2015) y distribuidos espacialmente en un área de 3175 hectáreas que conforman el perímetro urbano, esta información se relaciona con las curvas isócronas de porcentaje gradiente de mejoras en el tiempo medio de viaje; mediante una herramienta SIG, fue posible determinar el porcentaje de población (según estrato socioeconómico) y área del territorio que se vería beneficiadas en términos de tiempo de viaje con la construcción de la nueva infraestructura vial.

# 3. Resultados y discusión

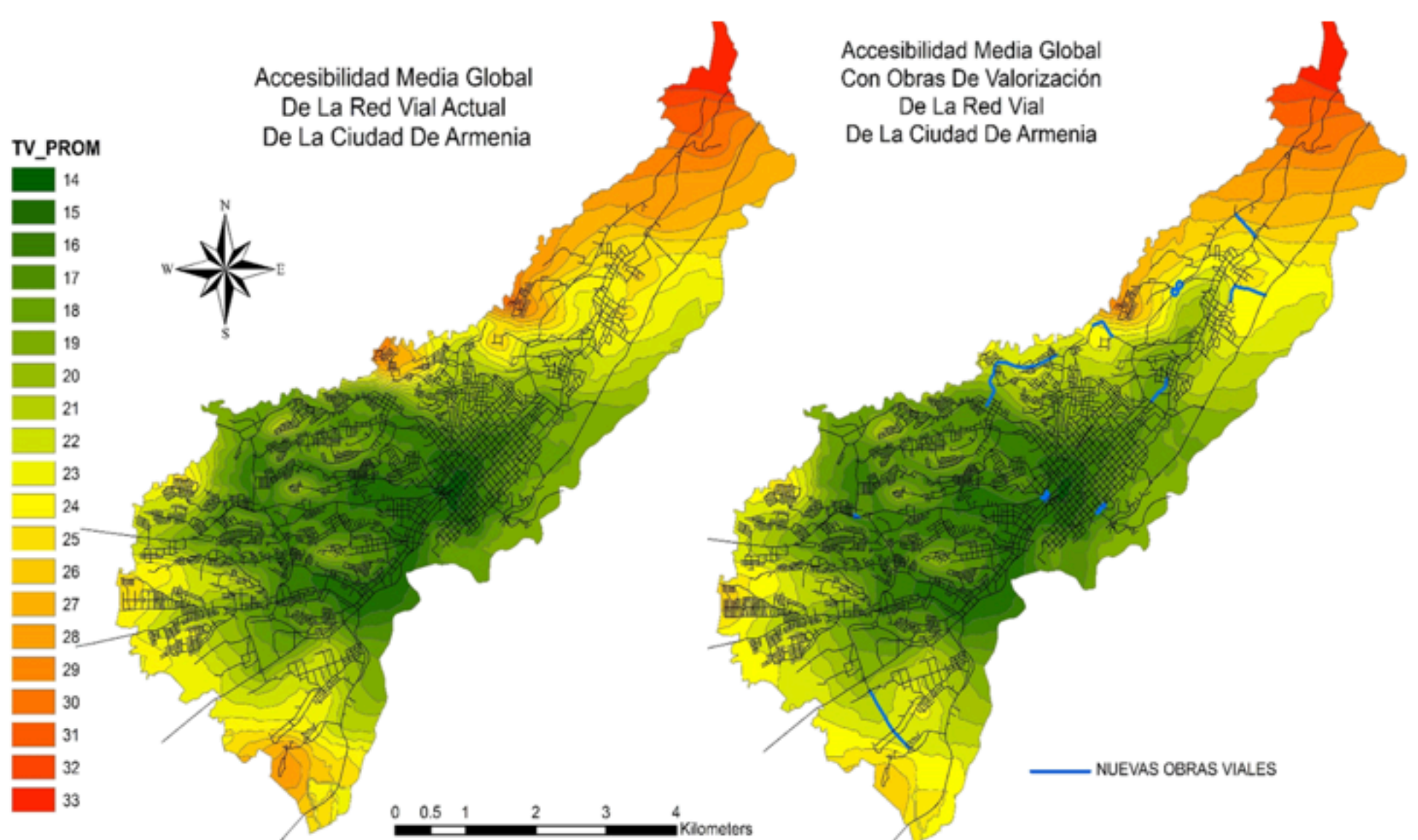
## 3.1 Escenario actual y futuro

El análisis de accesibilidad media global para la red actual de la ciudad de armenia, da como resultado que la ciudad se puede cubrir con curvas isócronas que varían desde 14 minutos hasta 33 minutos, (Figura 8) sin embargo la curva de 14 minutos abarca una extensión muy pequeña de la zona centro de la ciudad, solo el 0.46% de área total, y es influenciada principalmente por las avenidas Cra 18 y 19 de enero, dos de las arterias más importantes de la ciudad. El 55% del territorio se cubre con la curva 21, en esta área se localiza el 70% de la población, y el 90% del área urbana se cubre con la curva 27 cubriendo al 96% de la población.

Se evidencian algunas zonas aisladas con poca presencia de infraestructura vial que coincidiendo con KIM (2008), en estos momentos se ven expuestas a delincuencia, contaminación y exposición a enfermedades por su limitada accesibilidad y están en desventaja competitiva de desarrollo con respecto a las zonas céntricas (SPIEKERMANN & NEUBAUER, 2002).

Figura 8. Comparación gráfica entre las curvas isócronas de accesibilidad media global obtenidas para el escenario actual y el escenario futuro.



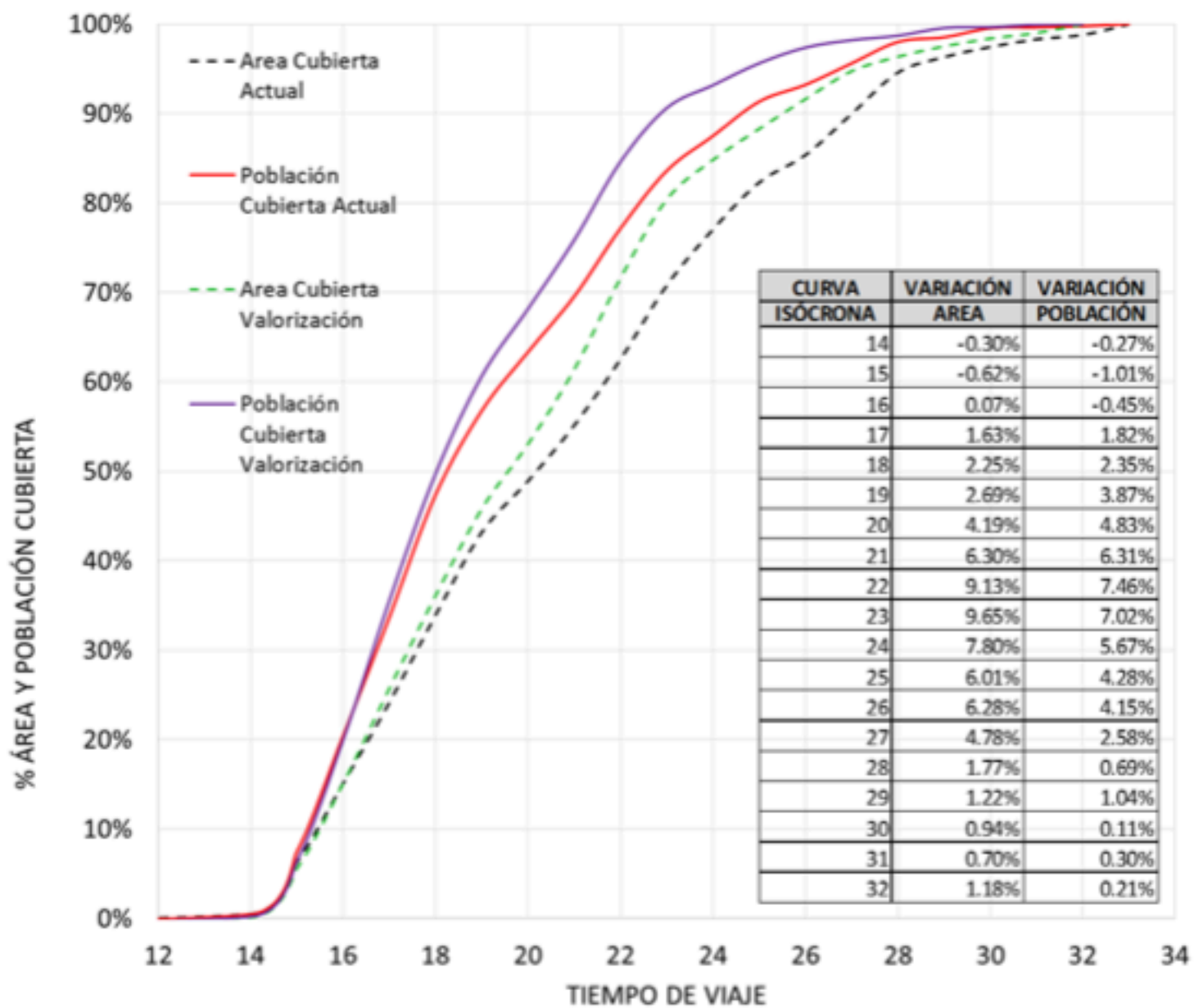


Fuente: Elaboración propia.

Al analizar las curvas de accesibilidad media global para la futura red con obras de valorización, da como resultado que la ciudad se cubrirá con curvas isócronas que varían desde 14 minutos hasta 32 minutos, (Figura 8) la curva de 14 minutos tendrá una cobertura del 0.46% de área total, El 60% del territorio se cubre con la curva 19, en esta área se localiza el 60% de la población, y el 91% del área urbana se cubre con la curva 26 cubriendo al 97% de la población.

Comparando las ojivas de cobertura obtenidas con las curvas de accesibilidad media global de ambos escenarios, se observa que el tiempo de viaje más alto (isócrona 33) se reduce en un minuto; la isócrona 14 reduce su cobertura de área de 0.45% al 0.15%, debido principalmente a la suspensión de algunos accesos en la intersección del complejo cultural la estación, se pueden empezar a apreciar cambios significativos en la ampliación de área de cobertura, desde la isócrona 18 hasta la isócrona 28, de allí en adelante el comportamiento es muy similar (Figura 9), el beneficio máximo en ampliación de cobertura se obtuvo en la isócrona 23, pasando de un área cubierta inicial de 70.8% a 80.4% del área total.

Figura 9. Comparación de las ojivas de cobertura de la red actual y futura



Fuente: Elaboración propia.

### 3.2 Gradiente de accesibilidad con el plan de obras de valorización

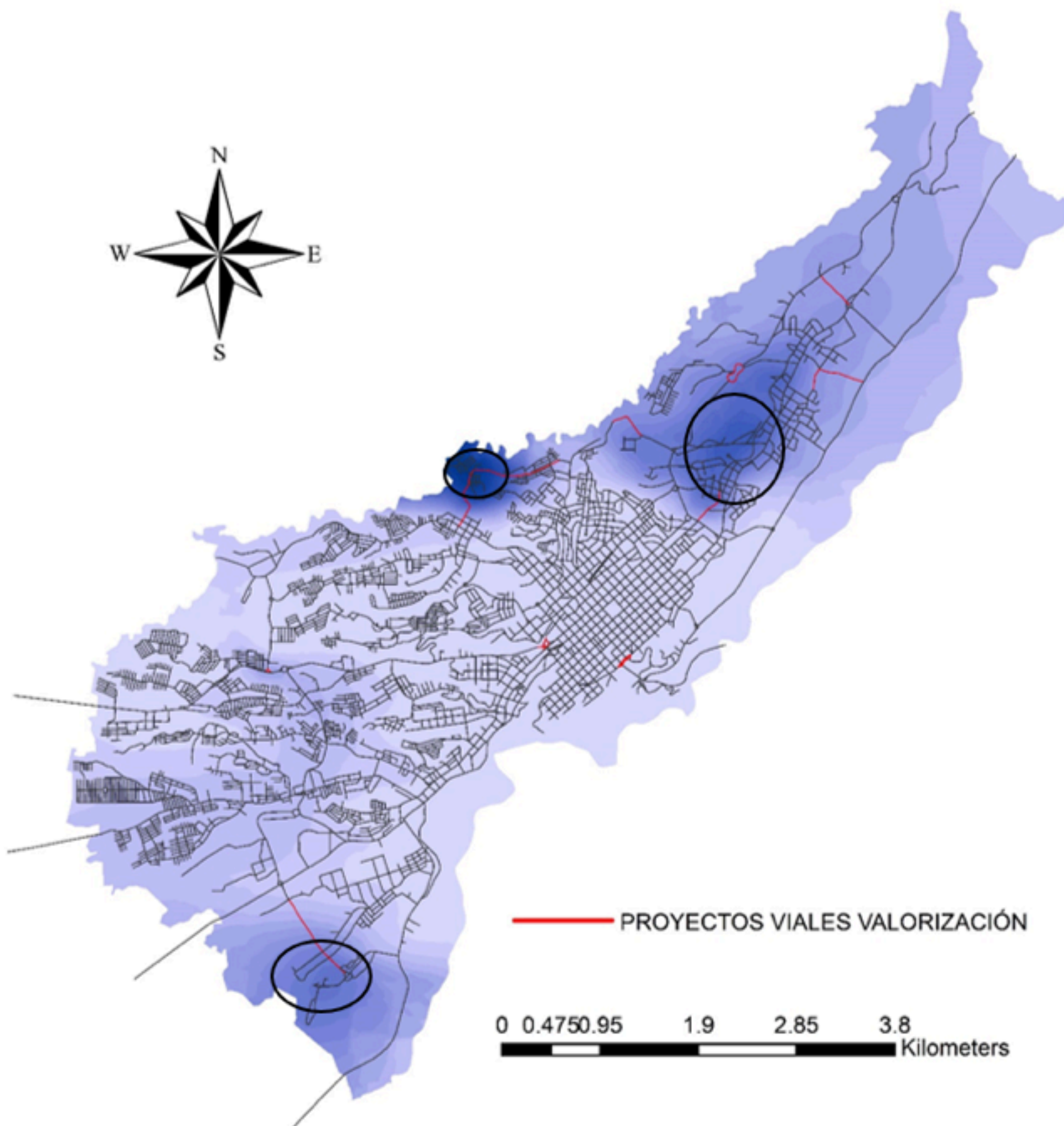
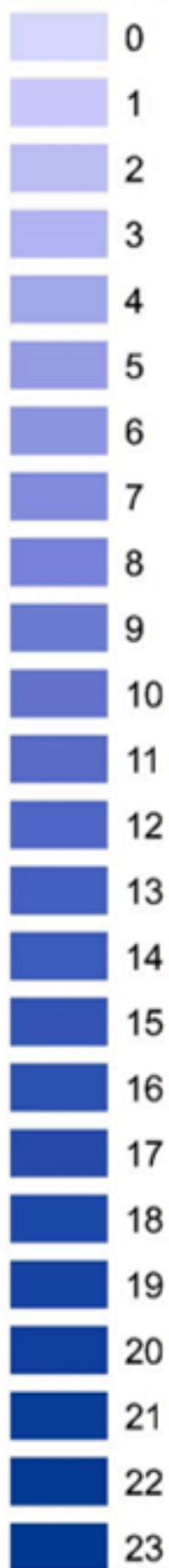
Una vez obtenidas las curvas isobenéficas de mejora de tiempos de viaje, (Figura 10) al relacionar estas curvas con la distribución espacial de la población, se pudo determinar que el mayor beneficio registrado fue del 23% de mejora de tiempo de viaje, (Figura 11) localizado en los barrios El Alba y Villa Inglesa, este sector se caracteriza por estratos socioeconómicos bajos (1 y 2) y está localizado en una de las zonas perimetrales del sector occidente de la ciudad con menores registros de accesibilidad tal y como lo describe la teoría «centro-periferia» (ESPARCIA et al, 2003).

Existen otras dos zonas donde se registran beneficios importantes, una de ellas en el sector sur de la ciudad con mejoras de tiempo promedio de viaje de hasta el 10% habitada principalmente por población de estratos 1 y 2 y proyectada como zona de desarrollo urbanístico e industrial para la ciudad; este beneficio es reportado principalmente por la Via Montecarlo.

Figura 10. Gradiente de mejora (%) en tiempo de viaje promedio.



% DE MEJORA

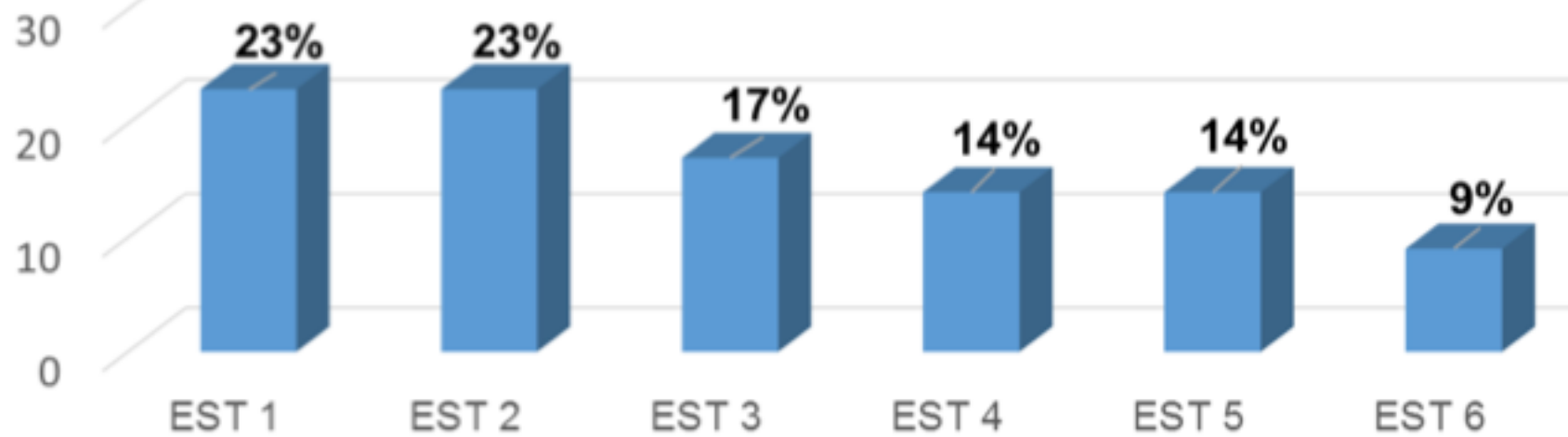


Fuente: Elaboración propia

La otra zona está localizada en el sector Norte de la ciudad, con beneficios en tiempos de viaje promedio de hasta 14%, esta parte de la ciudad está caracterizada por concentrar gran parte de las instituciones de educación superior e instituciones de salud, se presenta una importante actividad comercial de alto valor agregado y es habitado principalmente los estratos 4, 5 y 6 de la población.

En la Figura 11 se presentan los beneficios máximos registrados por nivel socio económico, en la cual se observa que todos los estratos presentan ahorros de tiempo de viaje importantes, entre el 9% y el 23%; sin embargo son picos que se presentan en áreas pequeñas con poca población, tan sólo el 7.8% (Ver Tabla 1), El 55% de la población total presenta beneficios mayores o iguales al 1% es decir cerca del 45% de los habitantes tienen mejoras de tiempo de viaje promedio muy bajas, menores del 1%; debido a que éstas mejoras están focalizadas en los sectores donde se construirán los nuevos tramos de vía.

Figura 11. Mejora máxima (%) por estrato socioeconómico



Fuente: Elaboración propia

-----

Tabla 1. Porcentaje de población cubierta por cada curva de mejora de tiempo de viaje.

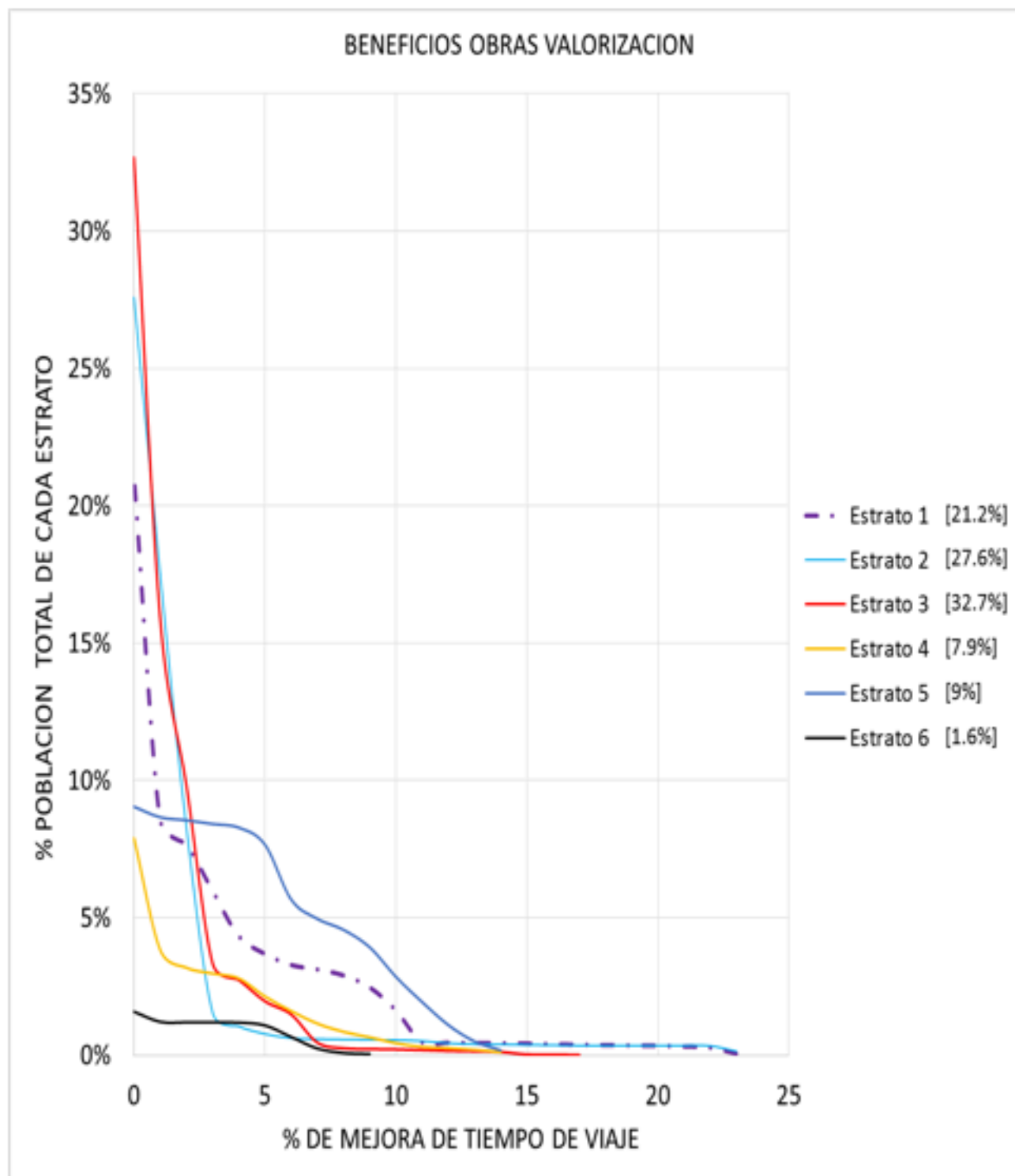
% DE MEJORA EN TIEMPO DE VIAJE	POBLACIÓN POR ESTRATOS						POBLACIÓN TOTAL ACUM
	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	
23	0.25%	0.50%	0%	0%	0%	0%	0.19%
22	1.27%	1.22%	0%	0%	0%	0%	0.61%
21	1.50%	1.26%	0%	0%	0%	0%	0.67%
20	1.63%	1.26%	0%	0%	0%	0%	0.69%
19	1.66%	1.26%	0%	0%	0%	0%	0.70%
18	1.73%	1.26%	0%	0%	0%	0%	0.72%
17	1.78%	1.27%	0.02%	0%	0%	0%	0.73%
16	1.87%	1.32%	0.06%	0%	0%	0%	0.78%
15	1.99%	1.36%	0.07%	0%	0%	0%	0.82%
14	2.04%	1.41%	0.35%	1.38%	1.95%	0%	1.22%
13	2.09%	1.45%	0.42%	2.48%	5.50%	0%	1.67%
12	2.13%	1.58%	0.47%	3.20%	12.10%	0%	2.39%
11	2.22%	1.87%	0.56%	3.73%	21.34%	0%	3.39%
10	7.71%	1.99%	0.64%	5.49%	31.48%	0%	5.67%
9	11.65%	2.02%	0.67%	8.21%	43.39%	2.67%	7.86%
8	13.68%	2.06%	0.77%	10.75%	50.43%	4.89%	9.21%
7	14.70%	2.11%	1.39%	14.53%	54.86%	15.17%	10.50%
6	15.47%	2.23%	4.53%	20.32%	62.63%	41.81%	13.31%
5	17.38%	2.79%	5.99%	27.01%	84.72%	68.54%	17.29%
4	20.46%	3.79%	8.37%	35.36%	91.59%	75.01%	20.38%
3	28.27%	5.63%	10.22%	37.60%	93.04%	75.57%	23.47%
2	36.19%	30.04%	30.06%	40.30%	94.56%	75.57%	38.72%
1	40.55%	63.40%	48.53%	48.49%	95.77%	76.70%	55.65%
0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 12 podemos observar el comportamiento de la distribución de beneficios para cada nivel socioeconómico, observando que los estratos 1 y 2, a pesar de tener el pico con el máximo beneficio de ahorro en tiempo de viaje (23%), la mayor parte de su población (90% y 94% respectivamente) solo obtiene ahorros de hasta 2%, es decir la distribución de beneficios es muy focalizada, por el contrario, los estratos más beneficiado son el 5 y 6, pues alrededor del 90% y 75% de su población tiene ahorros superiores al 4% a pesar de ser un porcentaje pequeño de la población con 9% y 1.6% respectivamente (Ver Tabla 2)

Figura 12. Mejora de tiempo de viaje (%) por estrato socioeconómico.





Fuente: Elaboración propia

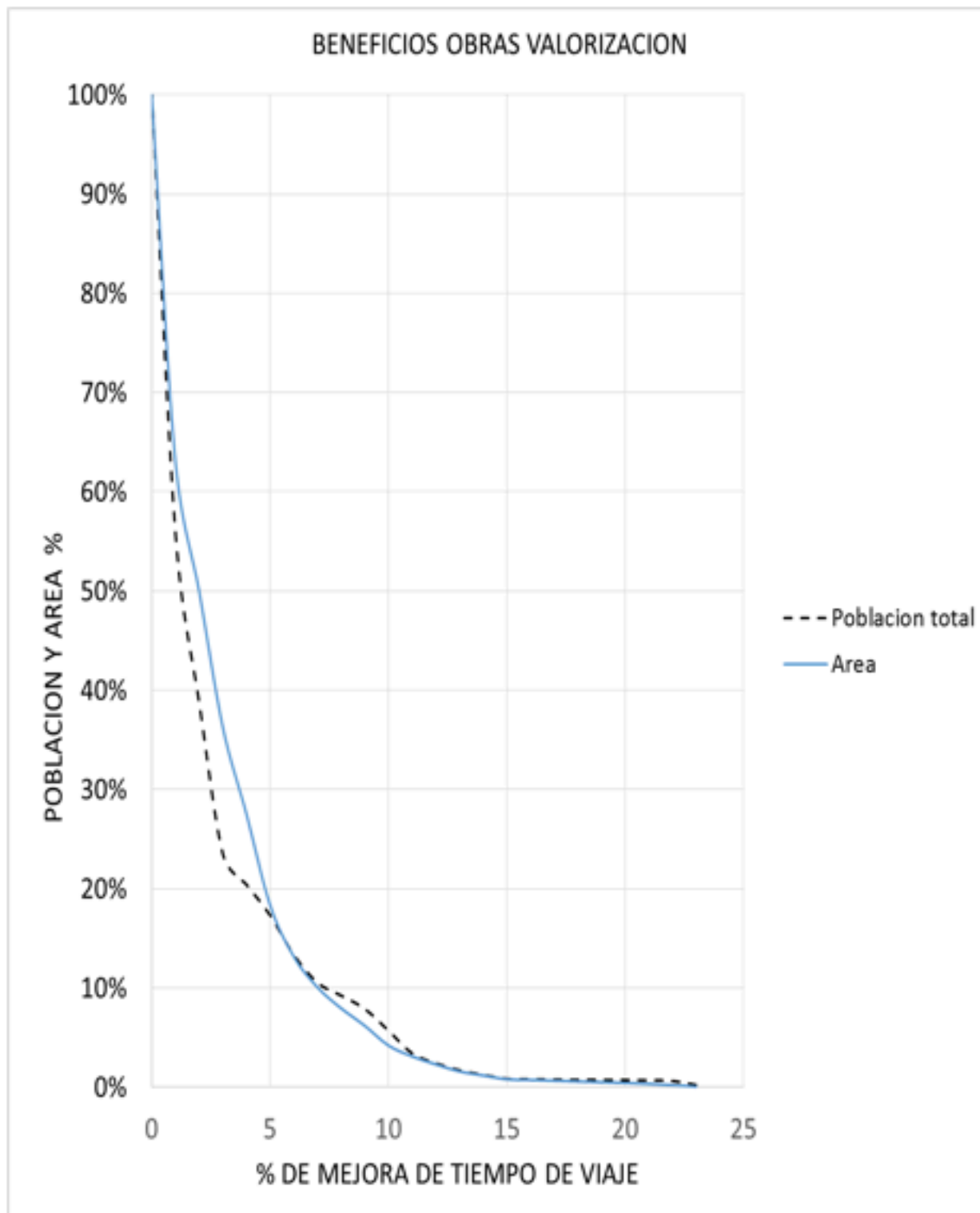
Tabla 2. Porcentaje de población por estrato zona de estudio

POBLACIÓN POR ESTRATOS EN EL PERÍMETRO URBANO	
Estrato 1	21.2%
Estrato 2	27.6%
Estrato 3	32.7%
Estrato 4	7.9%
Estrato 5	9.0%
Estrato 6	1.6%

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 13 se observa la relación entre el porcentaje de área cubierta y la población total, con el porcentaje de beneficio que teóricamente se tendría con la construcción de la nueva infraestructura, allí se observa que más del 60% del territorio presenta porcentajes de mejora de más del 1%, siendo un comportamiento similar al de la población cubierta, se observa un punto de inflexión en la gráfica de población cubierta en 23% y corta el eje X en 3% de mejora de tiempo de viaje, es decir el 77% de la población, tiene mejoras menores al 3% (Ver Tabla 3), y sólo el 23% obtiene mejoras en su tiempo de viaje superiores al 3% y a partir del 14% el comportamiento es asintótico, y los beneficios son para pequeños porcentajes (menores al 1%) pertenecientes a los estratos socioeconómicos 1 y 2.

Figura 13. Mejora de tiempo de viaje (%) Población Total y Área cubierta.



Fuente: Elaboración propia.

## 4. Conclusiones

Con la construcción de las obras a financiarse por la contribución de valorización, se cumple una de las teorías del plan y es que éstas nuevas infraestructuras viales tengan un beneficio general en el territorio, en este caso, más del 60% del territorio tiene mejoras en sus tiempos de viaje por encima del 1% y en todos los estratos se registran este tipo de beneficios.

Tabla 3. Porcentaje de Áreas y población total cubiertas por cada curva de mejora de tiempo de viaje



% DE MEJORA EN TIEMPO DE VIAJE	ÁREA Ha	ÁREA ACUM	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN TOTAL ACUM
23	0.08%	0.08%	0.19%	0.19%
22	0.15%	0.23%	0.42%	0.61%
21	0.12%	0.35%	0.06%	0.67%
20	0.09%	0.44%	0.03%	0.69%
19	0.08%	0.52%	0.01%	0.70%
18	0.07%	0.59%	0.01%	0.72%
17	0.08%	0.67%	0.02%	0.73%
16	0.07%	0.74%	0.05%	0.78%
15	0.07%	0.81%	0.04%	0.82%
14	0.39%	1.20%	0.40%	1.22%
13	0.40%	1.60%	0.45%	1.67%
12	0.71%	2.32%	0.71%	2.39%
11	0.80%	3.12%	1.01%	3.39%
10	1.10%	4.22%	2.28%	5.67%
9	1.99%	6.21%	2.19%	7.86%
8	1.76%	7.97%	1.35%	9.21%
7	2.11%	10.08%	1.29%	10.50%
6	3.10%	13.18%	2.80%	13.31%
5	5.20%	18.38%	3.99%	17.29%
4	9.17%	27.55%	3.09%	20.38%
3	8.77%	36.33%	3.09%	23.47%
2	13.73%	50.06%	15.25%	38.72%
1	13.04%	63.10%	16.94%	55.65%
0	36.90%	100.00%	44.35%	100.00%
	100.00%		100.00%	

Fuente: Elaboración propia

Dos de los picos de beneficio en mejora de tiempos de viaje promedio, que fueron del 23% y del 10% fueron logrados en zonas que presentaban características de accesibilidad deficientes en las isócronas de tiempo de viaje promedio 29 y 28 en una red donde la isócrona más alta es 33, es decir en que en estos sectores a pesar de no concentrar gran cantidad de población, si era necesario realizar obras de infraestructura vial.

La zona con mejor distribución espacial de los beneficios es la zona norte de la ciudad, donde se presenta un pico de beneficio del 14%, en esta área se concentran los estratos 4, 5 y 6, y de éstos tres, el estrato 5 es el que mayores beneficios reporta en cuanto a la variable población, y son precisamente estos estratos los que tienen mayor poder adquisitivo para la compra de vehículos, pero este beneficio generalizado para esta zona se debe a que es la que más proyectos de infraestructura vial nuevos presenta, 6 de las 11 obras viales planteadas, se construirán en este sector

No se observan impactos significativos en términos de beneficios en tiempos medios de viaje con la construcción de las obras del ordenador La estación y la intersección constitución, la zona centro no presenta beneficios superiores al 1% en términos de mejora en tiempo de viaje promedio, se espera que la construcción de la nueva infraestructura sea atractora de viajes que usualmente utilizan la zona centro y ayuden a descongestionar este sector, aumentado así la velocidad promedio de operación, pero para ello se hace necesario esperar que estén construidas las obras y realizar una nueva toma de velocidades.

## Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a la Alcaldía de Armenia, la Empresa de Desarrollo Urbano de Armenia EDUA, y a la empresa AMABLE SETP

## Referencias

ÁLVAREZ, A. & MARTÍNEZ, M. (2012). Evaluating the economic and regional impact on national transport and infrastructure policies with accessibility variables. *Transport*, 27(4), 414-427.  
<http://doi.org/10.3846/16484142.2012.753641>

- CALVO, F. (2015). Herramienta para el análisis de efectos de infraestructuras a través de SIGe indicadores de accesibilidad. *Agencia de Obra Pública de La Junta de Andalucía. Consejería Fomento Y Vivienda. Junta de Andalucía*, 11.
- CUESTA, J. & GÓMEZ, F. (2004). Análisis espacial de la complejidad del sistema urbano como soporte de una planificación y gestión urbana sostenibles. *El Empleo de Los SIG Y La Teledetección En La Planificación Territorial*.
- RESTREPO C. (2014). Modernización Física del territorio para la competitividad. Presentación PPT, Armenia (Quindío).
- ESCOBAR, D. YOUNES, C & MONCADA, C. (2015). Aplicación de una metodología a nivel de prefactibilidad para la selección de proyectos de infraestructura vial. *Dyna Rev.fac.nac.minas*, 82.
- ESCOBAR, D. MARTÍNEZ, S. & MONCADA C. (2016). Relación entre PM10 y Condiciones de Accesibilidad Territorial Urbana en Manizales (Colombia). *Información Tecnológica*, 27, 273-284, doi: 10.4067/S0718-07642016000600027
- ESPARCIA, J. NOGUERA, J. & FERRER, V. (2003). La Innovación Empresarial Y La Difusión Como Nuevos Factores De Desarrollo Accesibilidad. *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, 36, 149-160.
- FBM. (2015). *Ficha Básica Municipal de la ciudad de Armenia*. Armenia (Quindío).
- JOUMARD, R., & GUDMUNDSSON, H. (2010). *Indicators of environmental sustainability in transport*. Retrieved from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00492823/>
- FERNANDEZ, J. (1999). La articulación territorial de galicia con el resto del estado. aportaciones de la conectividad al desarrollo regional, 97-115.
- KIM, S. (2008). Spatial Inequality and Economic Development: Theories , Facts , and Policies. *Urbanization and Inequalities*, (16), 52. <http://doi.org/10.1596/978-0-8213-7573-0>
- LOAIZA, C., HOLGUÍN, H., & ESCOBAR, D. (2016). Análisis comparativo de alternativas viales entre Manizales y Mariquita (Colombia) a través de un estudio de accesibilidad territorial. *Información Tecnológica*, 27, 231-242, doi: 10.4067/S0718-07642016000500024
- LÓPEZ, E., MONZÓN, A., ORTEGA, E., & MANCEBO, S. (2008). Strategic assessment of transport infrastructure Plans on European integration. *87 Th Annual Meeting of the Transportation Research Board*, (January), 1-18.
- LOYOLA, C. (2006). Infraestructura Vial Y Niveles De Accesibilidad Entre Los Centros Poblados Y Los Centros De Actividad Economica En La Provincia De Ñuble, Viii Region.
- MARTÍNEZ, S. (2012). La accesibilidad regional y el efecto territorial de las infraestructuras de transporte. aplicación en Castilla-La mancha, 79-104.
- MENDES, G., RODRIGUES, S., & RAMOS, R. (2005). A GIS-based multicriteria model for the evaluation of territorial accessibility. *Sustainable Development and Planning II, Vols 1 and 2*, 84, 795-804. Retrieved from <Go to ISI>://WOS:000234955700078
- MONZÓN A; ORTEGA E; & LÓPEZ E. (2010). Social Impacts of High Speed Rail Projects: Addressing Spatial Equity Effects. In *Analysis* (pp. 1-22).
- MORRIS, J., DUMBLE, P., & WIGAN, M. (1979). Accessibility indicators for transport planning. *Transportation Research Part A: General*, 13(2), 91-109. [http://doi.org/10.1016/0191-2607\(79\)90012-8](http://doi.org/10.1016/0191-2607(79)90012-8)
- MOYA, B. & GARCÍA, J. (2015). Working with the daily variation in infrastructure performance on territorial accessibility. The cases of Madrid and Barcelona. *European Transport Research Review*, 7(2), 1-13. <http://doi.org/10.1007/s12544-015-0168-2>
- OCAMPO, J. (2014). modernización física del territorio para la competitividad. Contrato de Consultoría 0004 del 27-05-2014. Secretaría de Infraestructura de Armenia. Armenia. Quindío
- ORTEGA, E., MARTIN, B., GONZALEZ, E., & MORENO, E. (2016). A contribution for the evaluation of the territorial impact of transport infrastructures in the early stages of the EIA: application to the Huelva (Spain)-Faro (Portugal) rail link. *Journal of Environmental Planning and Management*, 59(2), 302-319. <http://doi.org/10.1080/09640568.2015.1009628>
- POT. (2009). Plan De Ordenamiento Territorial De la ciudad de Armenia. Departamento Administrativo de Planeación Municipal.
- SPIEKERMANN, K., & NEUBAUER, J. (2002). European accessibility and peripherality: Concepts, models and indicators. *Nordregio WP*, (1), 46. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:European+Accessibility+and+Peripherality:+Concepts,+Models+and+Indicators#0>
- SPIEKERMANN, K., & WEGENER, M. (2006). Accessibility and Spatial Development in Europe. *Scienze Regionali*, 5, 15-46.



STĘPNIAK, M., & ROSIK, P. (2016). From improvement in accessibility to the impact on territorial cohesion: the spatial approach. *Journal of Transport and Land Use*, 9(3), 1–13.

<http://doi.org/http://dx.doi.org/10.5198/jtlu.2015.570>

STĘPNIAK, M., ROSIK, P., & KOMORNICKI, T. (2013). Accessibility patterns: Poland Case Study. *Europa Xxi*, 24, 131–147.

TRANSCONSULT. (2015). Diagnóstico para sistema de transporte público de Armenia. Amable sistema estratégico de transporte público SETP Armenia.

WACHS, M., & KUMAGAI, T. G. (1973). Physical accessibility as a social indicator. *Socio-Economic Planning Sciences*. [http://doi.org/10.1016/0038-0121\(73\)90041-4](http://doi.org/10.1016/0038-0121(73)90041-4)

---

1. Maestría en Ingeniería Civil – Infraestructuras y Sistemas de Transporte, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Email: [ejgarcia@unal.edu.co](mailto:ejgarcia@unal.edu.co)

2. PhD. en Gestión del Territorio e infraestructuras del transporte. Profesor Asociado, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Email: [daescobarga@unal.edu.co](mailto:daescobarga@unal.edu.co)

---

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015  
Vol. 38 (Nº 24) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](mailto:webmaster)]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados