

Temporalidad de la Infraestructura Vial propuesta en Armenia – Colombia vs Beneficios en términos de Accesibilidad Territorial Urbana

Temporality of it infrastructure road proposal in Armenia - Colombia Vs benefits in terms of urban Territorial accessibility

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

Recibido: 29/12/16 • Aprobado: 30/01/2017

Contenido

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

RESUMEN:

En Colombia, los instrumentos que las ciudades deben implementar para la planificación del territorio en cuanto a infraestructura vial, son el Plan de Ordenamiento Territorial POT, y el plan maestro de movilidad, éstos establecen los proyectos viales que se deben construir en el territorio para dar solución a problemas de conectividad y desarrollo de zonas aisladas, congestión vial o brindar condiciones de accesibilidad a zonas de futuro desarrollo. En la ciudad de Armenia (Colombia), se establecieron éstos proyectos, agrupados por horizontes de ejecución de corto, mediano y largo plazo, sin embargo, no se evidencia un análisis de beneficios a nivel de prefactibilidad en términos de accesibilidad territorial, que permita la identificación de zonas con mayores beneficios y cobertura de los proyectos viales. Aplicando modelos de accesibilidad territorial urbana se establecen las mejoras de tiempos de viaje de las obras del POT y se comparan los resultados de accesibilidad de los escenarios futuros con el escenario de la red actual con las obras de valorización; los resultados de esta investigación pueden ser utilizados como herramienta de planificación para priorizar los proyectos acorde a las necesidades del territorio y los beneficios reportados.

Palabras clave: Accesibilidad, cobertura, infraestructura, planificación territorial, movilidad, POT

ABSTRACT:

In Colombia, the instruments that cities must implement to the planning of the territory in terms of road infrastructure, land use plan POT, and mobility master plan, they set up road projects that must be built in the territory to provide a solution to problems of connectivity and development of isolated areas, road congestion or provide accessibility to areas of future development the city of city Armenia (Colombia), settled these projects, grouped by execution of short, medium and long term horizons, however, is not evidence of an analysis of benefits at the level of feasibility in terms of territorial accessibility, allowing the identification of areas with greater benefits and coverage of road projects. Applying models of urban territorial accessibility improvements in the works of the POT travel times are established and compares the results of accessibility of the future scenarios with the backdrop of the current network with the works of recovery; the results of this research can be used as tool of planning to prioritize them projects according to the needs of the territory and them benefits reported.

Keywords: Accessibility coverage, infrastructure, territorial planning, mobility, POT

1. Introducción

En Colombia los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) se comenzaron a implementar en el año 2000, dando cumplimiento a la ley 388 de 1997, definidos como el conjunto de acciones y políticas, administrativas y de planeación física, que orientarán el desarrollo del territorio municipal por los próximos años y que regularán la utilización, ocupación y transformación del espacio físico urbano y rural (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO TERRITORIAL, 2004), sin embargo este sólo instrumento no es completamente eficiente si no se complementa con un adecuado plan de movilidad que permita articular el desarrollo urbanístico de la ciudad con el aumento de las exigencias a la infraestructura vial existente y la accesibilidad de las zonas de desarrollo a las zonas de servicios que generalmente tienen una tradición en los centros históricos de las ciudades.

Localizada en el occidente de la región andina de Colombia (Ver Figura 1), se encuentra la ciudad de Armenia, catalogada como una ciudad de tamaño intermedio, es la capital del departamento del Quindío, aloja una población de 298 mil habitantes y se sitúa a una altitud de 1483 msnm sobre una planicie con numerosos drenajes naturales; cuenta básicamente con dos herramientas de planificación urbana para el desarrollo de su infraestructura vial, el Plan de Ordenamiento Territorial 2009-2023, y el Plan Maestro de Movilidad (PMA, 2010) los cuales contemplan entre otros, la construcción de 31 proyectos de vías nuevas agrupadas en 3 horizontes de ejecución, corto, mediano y largo plazo (POT, 2009).

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



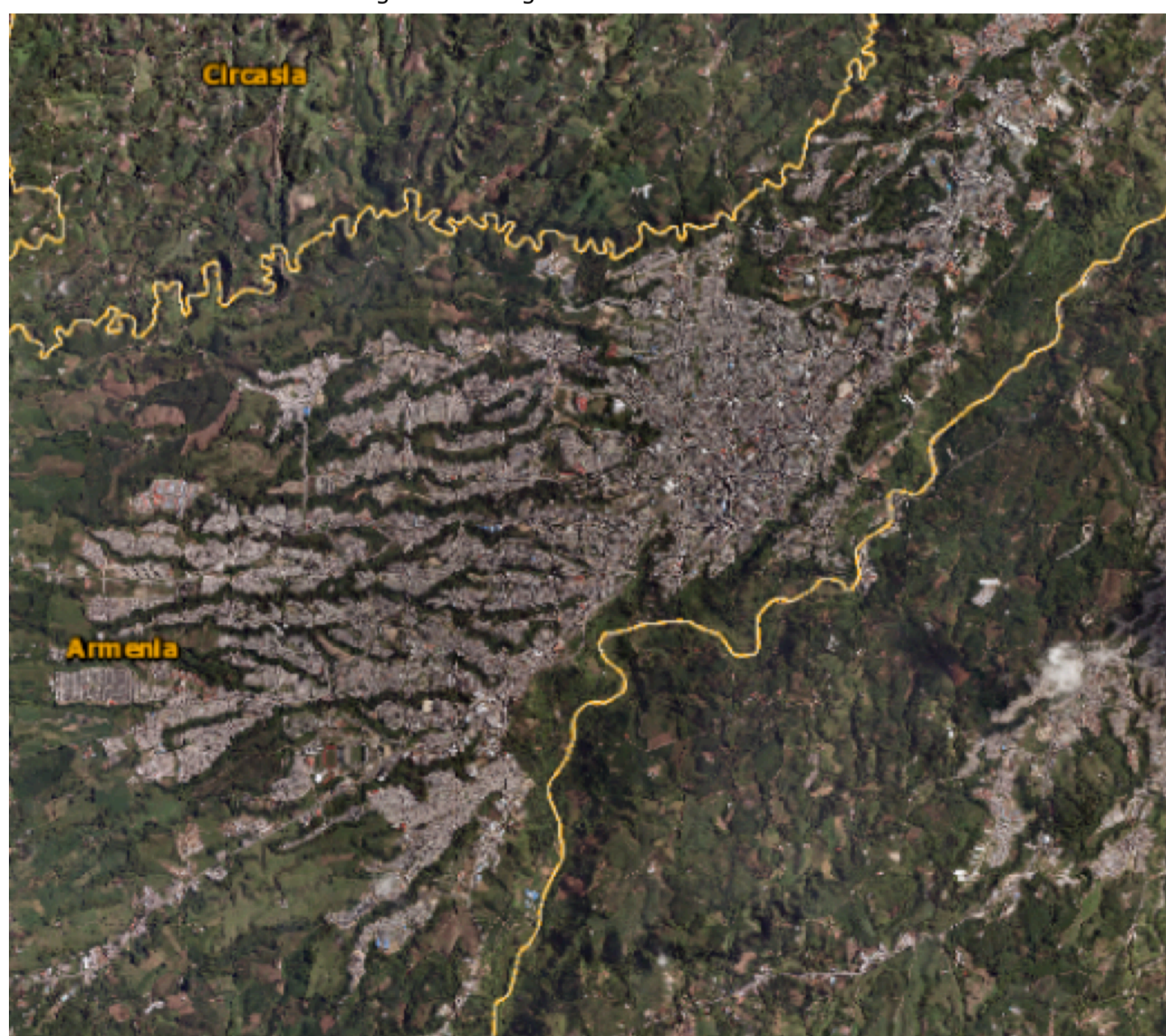
Fuente: Elaboración propia.

De los proyectos de vías nuevas, la administración municipal ha construido 3 proyectos del horizonte de corto plazo y actualmente se están ejecutando otras 7 dentro del plan de obras de valorización tomando proyectos de los tres horizontes de ejecución, con lo cual pretende modificar la manera de desplazarse por la ciudad incentivando el uso de una vía perimetral en forma de anillo (OCAMPO, 2014), sin embargo quedarían por ejecutarse alrededor de 21 obras en toda la ciudad a las cuales no se les ha realizado un análisis de impactos en términos de accesibilidad media global que permita priorizar las obras y maximizar los impactos de las zonas menos favorecidas, 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).

El análisis de accesibilidad es un “tipo especial de técnica de análisis espacial” que se utiliza frecuentemente para evaluar los impactos de equidad. 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 et al, 2012) apoyando así una mejor planificación (CUESTA & GÓMEZ, 2004).

Teniendo en cuenta la geomorfología de la ciudad, se observa que tiene características de ciudad difusa, con una evidente fragmentación urbana tanto a nivel espacial (ver Figura 2) como social (CEBRIÁN, 2007), generando deficiencias en la accesibilidad de algunos sectores, lo cual conlleva a una desigualdad de oportunidades y a condicionar las transformaciones territoriales y económicas que traen las inversiones en infraestructuras de transporte (FERNANDEZ, 1999)

Figura 2. Fotografía satelital de Armenia



Fuente: Recuperado el 24/02/2016 de <http://200.21.93.53/sigquindioii/VisorGeneral.aspx>

Visto así, el problema ya no es simplemente de infraestructura vial sino que posee un fuerte componente social; ya que la disposición territorialmente desequilibrada del nivel de accesibilidad puede contribuir a la segregación social y la exclusión de los habitantes en las regiones menos favorecidas, (STĘPNIAK & ROSIK, 2016), los análisis de accesibilidad proporcionan un soporte técnico que permite analizar los impactos generados por la inserción de infraestructura, tanto a nivel de equidad espacial como socio-económico (SPIEKERMANN & WEGENER, 2006)(LIU & ZHU, 2004). Así lo han entendido numerosos gobiernos de Europa, que toman la accesibilidad y la incorporan en sus políticas de planificación territorial. Entre los ejemplos citados con mayor

frecuencia son los de los Países Bajos (MOYA & GARCÍA, 2015)

Para realizar este tipo de análisis se pueden utilizar que permiten elaborar modelos detallados de la red de transporte con el uso de software GIS considerado como una herramienta complementaria para cualquier análisis costo-beneficio (CONDEÇO et al, 2011), que permite variar los datos de entrada con el fin de probar rápidamente escenarios y explorar los resultados (FORD et al, 2015), también hace posible analizar una multiplicidad de variables y relacionar la accesibilidad a soluciones de movilidad, problemas sociales (STĘPNIAK et al, 2013), o ambientales (ESCOBAR et al, 2016) e identificar que sectores de la población siguen siendo poco beneficiados luego de una intervención de la red vial (BALYA et al, 2016)

A continuación se presenta el procedimiento investigativo utilizado, para posteriormente exponer los resultados y discusión y por último abordar las conclusiones obtenidas.

2. Metodología

El presente análisis se desarrolló básicamente en seis etapas (Ver Figura 3) se utilizó información suministrada por entidades oficiales y se obtuvo información tomada en campo, se determinan velocidades medias de la red para posteriormente obtener los resultados de accesibilidad media global de los diferentes escenarios, luego se calculan los ahorros en tiempo medio de viaje de cada escenario y finalmente se relacionan éstas curvas (gradiente de ahorro) con las variables sociodemográficas población y estrato socioeconómico.

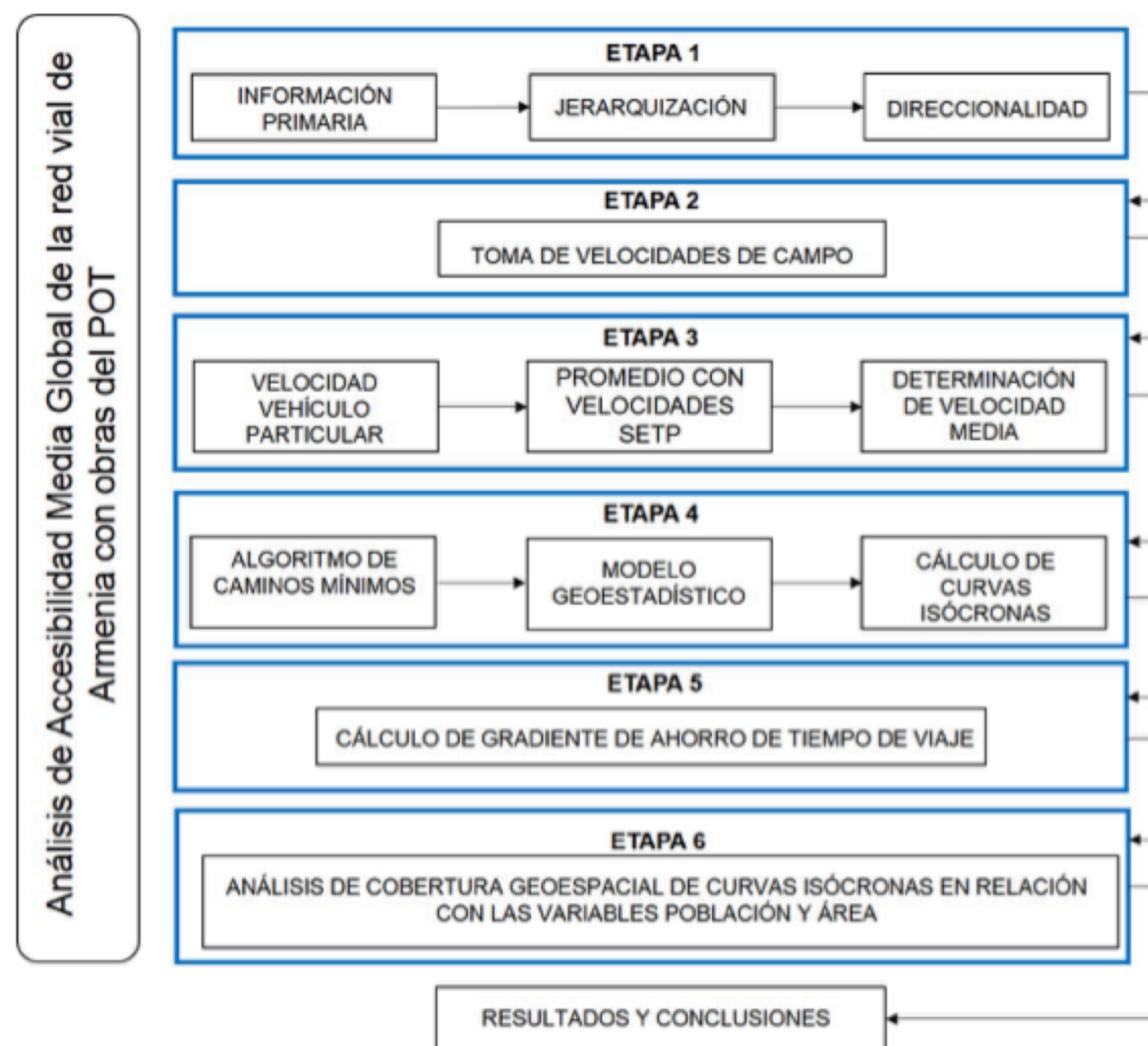
2.1. Información de entidades oficiales.

La administración municipal suministró información magnética de las redes viales actual y futura en formato geográfico shape y en formato cad dwg, con la cual se jerarquizó la red vial según el tipo de vía (local, secundaria y principal), se establecieron las direccionalidades de cada arco de la red y se cargaron las intervenciones viales de cada escenario (valorización, obras corto plazo, mediano plazo y largo plazo).

2.2. Toma de velocidades de campo.

Para determinar el valor de la velocidad media se tomaron velocidades de vehículo flotante (ESCOBAR & GARCÍA, 2012) sobre las vías principales y secundarias en vehículos privados, dado la dificultad de tomar velocidades en la totalidad de la red, se estableció estadísticamente para las vías locales una velocidad de 17km/h. La empresa AMABLE SETP suministró información de las velocidades de transporte público con las cuales se promediaron con las velocidades de campo.

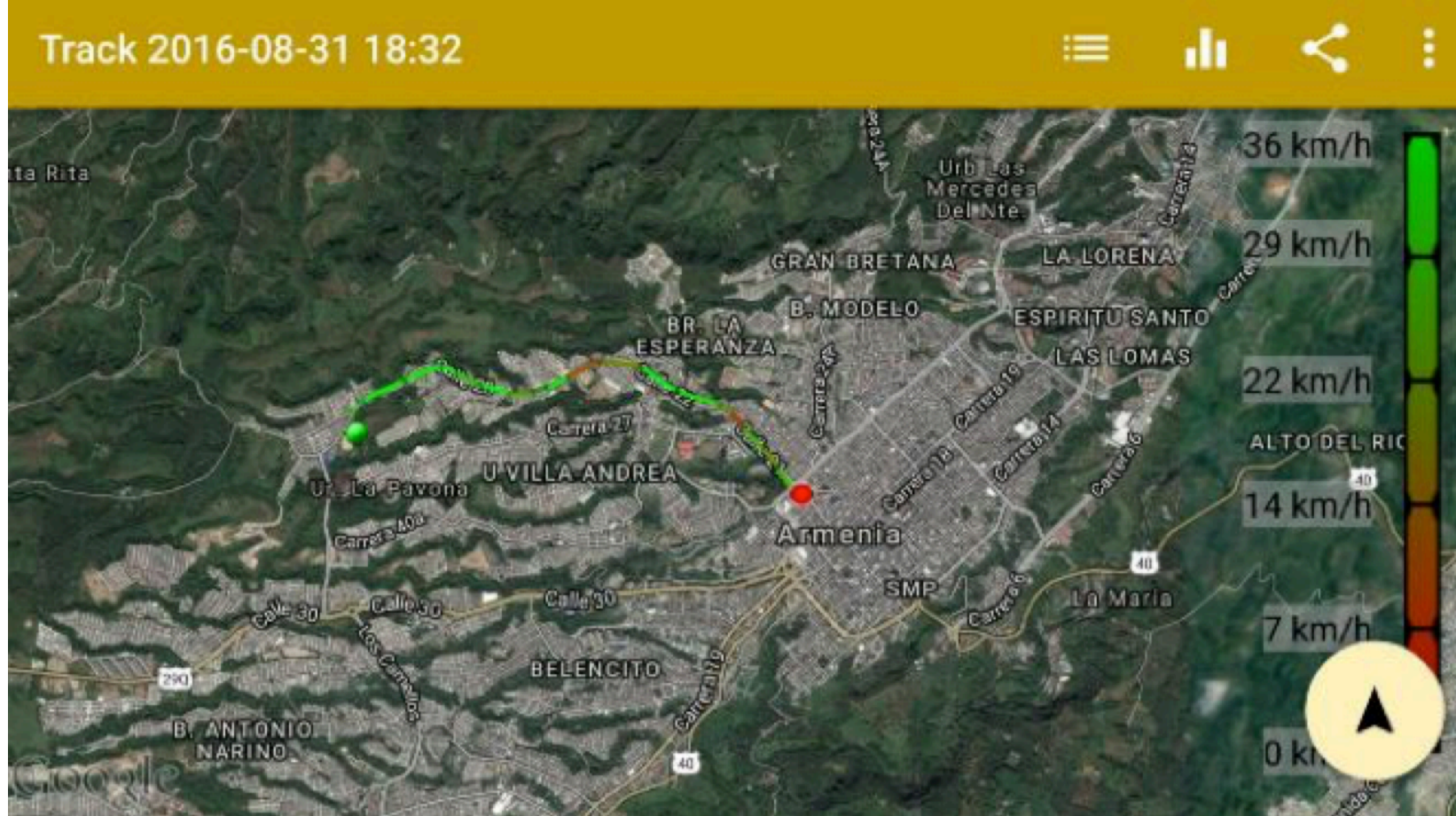
Figura 3. Diagrama de flujo de la metodología planteada



Fuente: Elaboración propia

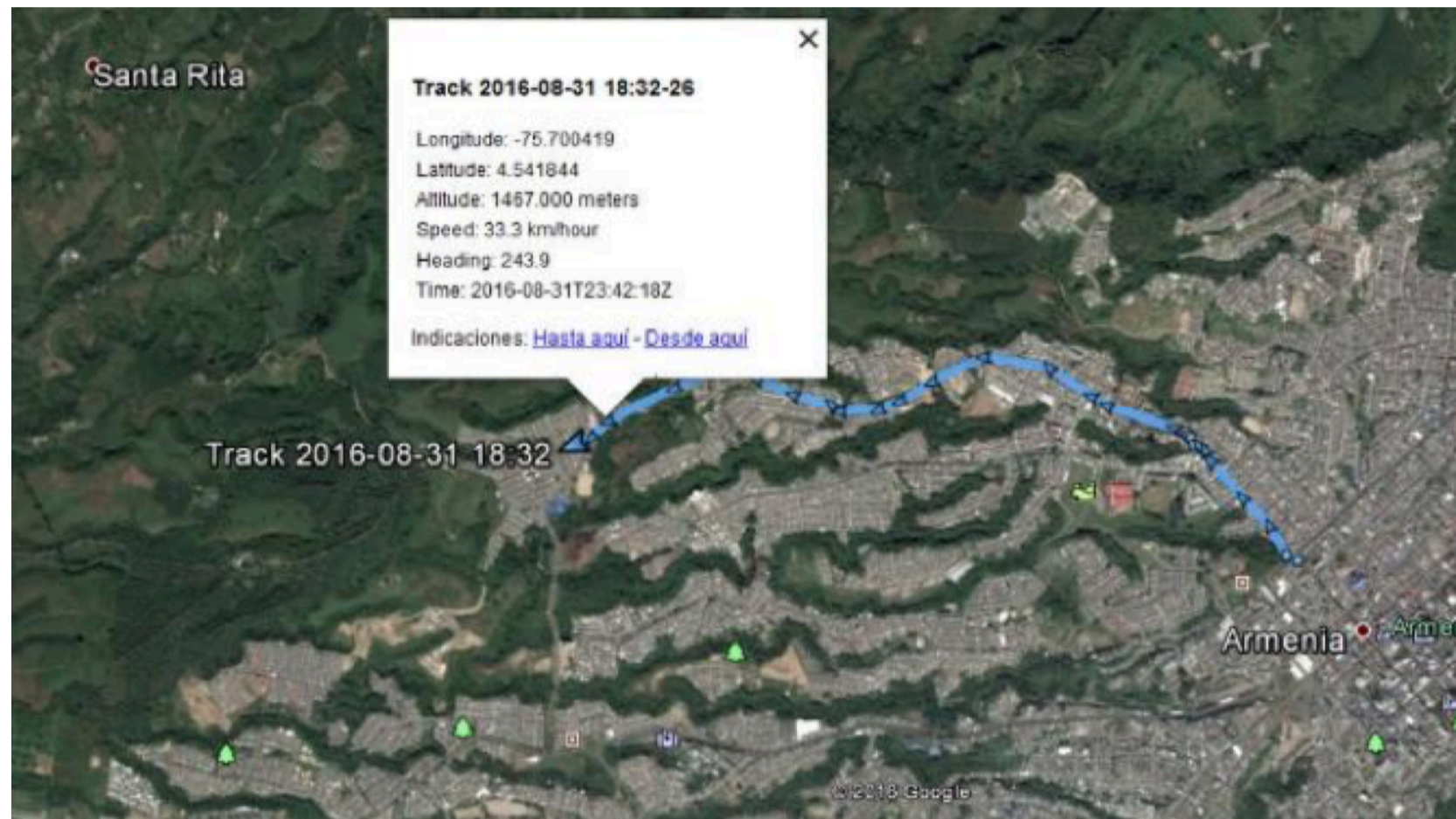
La toma de velocidades de campo o de vehículo flotante fue realizada utilizando una aplicación para telefonía móvil disponible de forma gratuita en la play store del sistema android llamada "OPEN GPS TRACKER" (Ver figura 4) con la cual se registraron los recorridos realizados durante diferentes días de la semana y a diferentes horas del día, en las vías principales y secundarias de la ciudad de Armenia; luego éstos recorridos son cargados en la plataforma Google Earth para extraer los valores de velocidad que registra el vehículo en los diferentes puntos donde el programa captura la localización del vehículo (Ver Figura 5).

Figura 4. Obtención de velocidades operativas en campo con Open Gps Tracker



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

Figura 5. Datos de velocidad de operación del Open Gps Tracker cargados en Google Earth.



Fuente: Google Earth 2016.

2.3. Determinación de la velocidad media

Luego de realizar un registro manual en cada arco de la red, de los valores de velocidad que el programa capturó en cada punto de control durante todos los recorridos realizados, se asignan los valores de la velocidad de operación a cada uno de los arcos de la red vial tomando tramos homogéneos (Ver Ec. 1). Una vez establecidos los valores de velocidad de operación para vehículo particular a cada arco de la red, se procede a promediarlos con los valores de velocidad media de operación para el transporte público aplicando la ecuación 2.

$$\overline{v_p} = \frac{\sum_{i=1}^n v_i^a}{n} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde, $\overline{v_p}$ = 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.

$$\overline{v_a} = \frac{\overline{v_p} + \overline{v_t}}{2} \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde, $\overline{v_a}$ = valor de la velocidad de operación de cada arco;
 $\overline{v_p}$ = valor promedio de la velocidad de operación de cada arco en vehículo particular;
 $\overline{v_t}$ = valor promedio de la velocidad de operación de cada arco en transporte público

2.4. Cálculo de la Accesibilidad Media Global

La accesibilidad media global fue calculada a partir del vector de tiempos medios de viaje, el cual representa el tiempo promedio necesario para ir del nodo i hasta todos los demás nodos de la red en estudio (Ver Ec. 3), éste es obtenido mediante un algoritmo que determina la ruta en cual se minimiza el tiempo de viaje.

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

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

Posteriormente son adicionadas las coordenadas geográficas de cada nodo (Longitud, Latitud) transformando el vector inicial nx1 en una matriz nx3, con la cual se generan con el uso de software, las curvas isócronas de tiempos medio de viaje utilizando el método de kriging ordinario con semivariograma lineal como modelo de predicción de los tiempos medios de viaje (URAZAN et al, 2013), permitiendo la comparación de las redes al incorporar los nuevos arcos correspondientes a los proyectos viales de cada escenario de análisis (actual con valorización, corto plazo, mediano plazo, largo plazo)

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

Tomando los vectores de tiempos medios de viaje obtenidos para cada escenario, se calculan los vectores de porcentaje de ahorros de tiempos medios de viaje o gradientes (Ver Ec. 4), para cada nodo i de la red, exceptuando los nodos creados al incluir los arcos que representan la nueva infraestructura al no tener un nodo inicial de comparación.

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

Aplicando el mismo procedimiento con el que se obtuvieron las curvas isócronas, y utilizando los nuevos vectores nx3, se generan las curvas de porcentaje de reducción de tiempos de viaje promedio o curvas de gradientes de mejoras.

2.6. Cálculo de cobertura geoespacial.

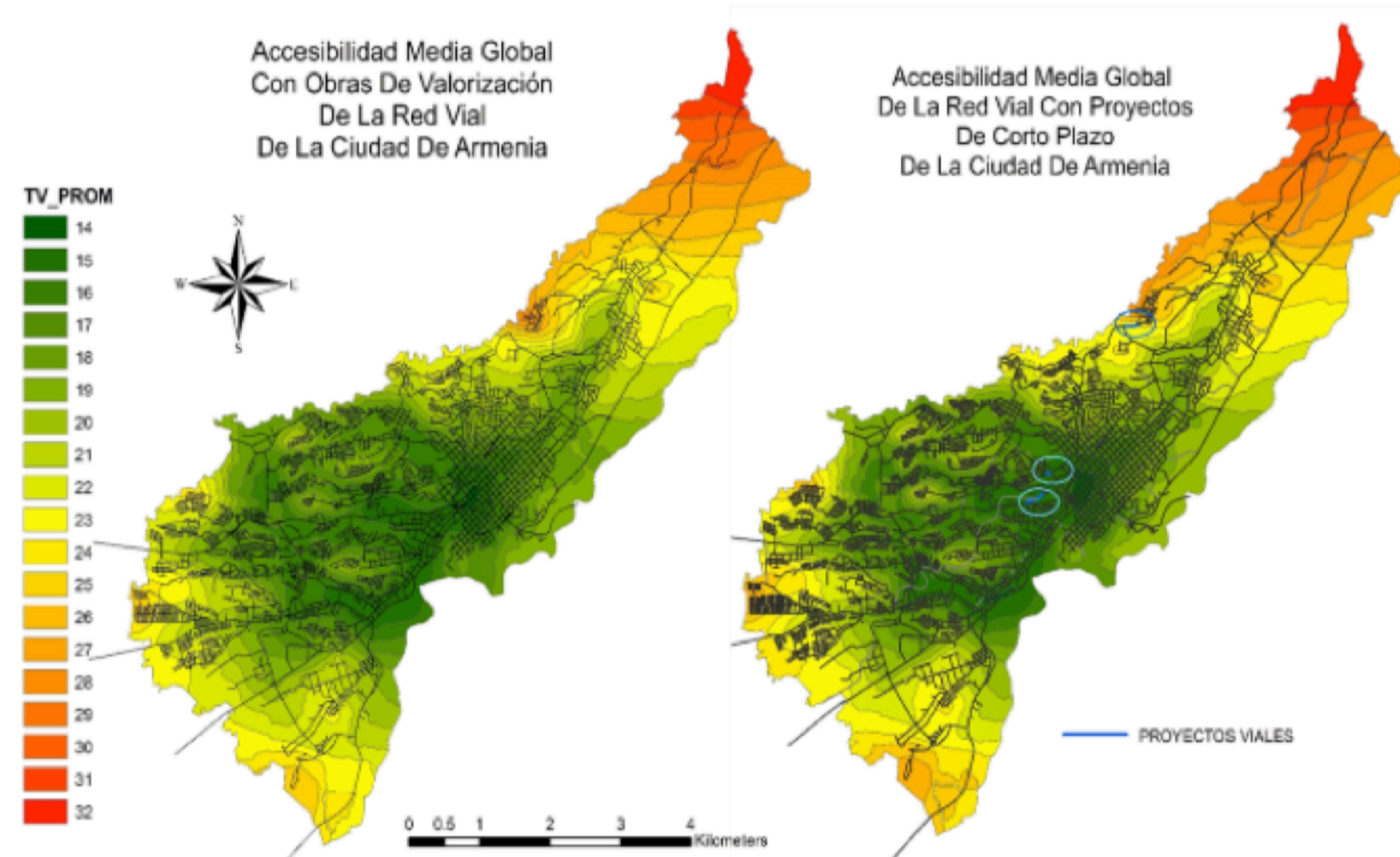
La ciudad de Armenia, está conformada por 3175 hectáreas dentro del perímetro urbano, en el cual alberga una población de aproximadamente 298 mil habitantes (FBM, 2015), mediante el uso de una herramienta SIG, fue posible relacionar ésta información tanto con las curvas isócronas como con las curvas de gradiente de mejoras, y así determinar cuáles son las áreas del territorio, que obtendrían beneficios en términos de tiempos de viaje con las ejecución de las obras de los escenarios de análisis y el porcentaje de población que habita en éstas áreas (según estratificación socioeconómica)

3. Resultados y discusión

3.1. Escenario actual incluyendo las obras de valorización y comparación con las obras POT temporalizadas.

El primer escenario modelado fue el de la red vial incluyendo las obras de valorización, que en el momento se encuentran en ejecución y son el punto de partida para comparar los escenarios futuros, en éste modelo se observa que toda la ciudad se puede cubrir con la isócrona 32 y que el área con menor tiempo de viaje promedio se encuentra localizada en la zona centro, cubierta por la isócrona 14 (Figura 6) la cual cubre solo el 0.46% de la ciudad, con la isócrona 19, se alcanza a cubrir el 45% del área urbana y el 60% de la población, y en con la curva 26 ya se tiene cubierto el 91% del territorio urbano y el 97% de la población.

Figura 6. Comparación gráfica entre las curvas isócronas de accesibilidad media global obtenidas para el escenario actual con obras de valorización y el escenario de obras POT de corto plazo

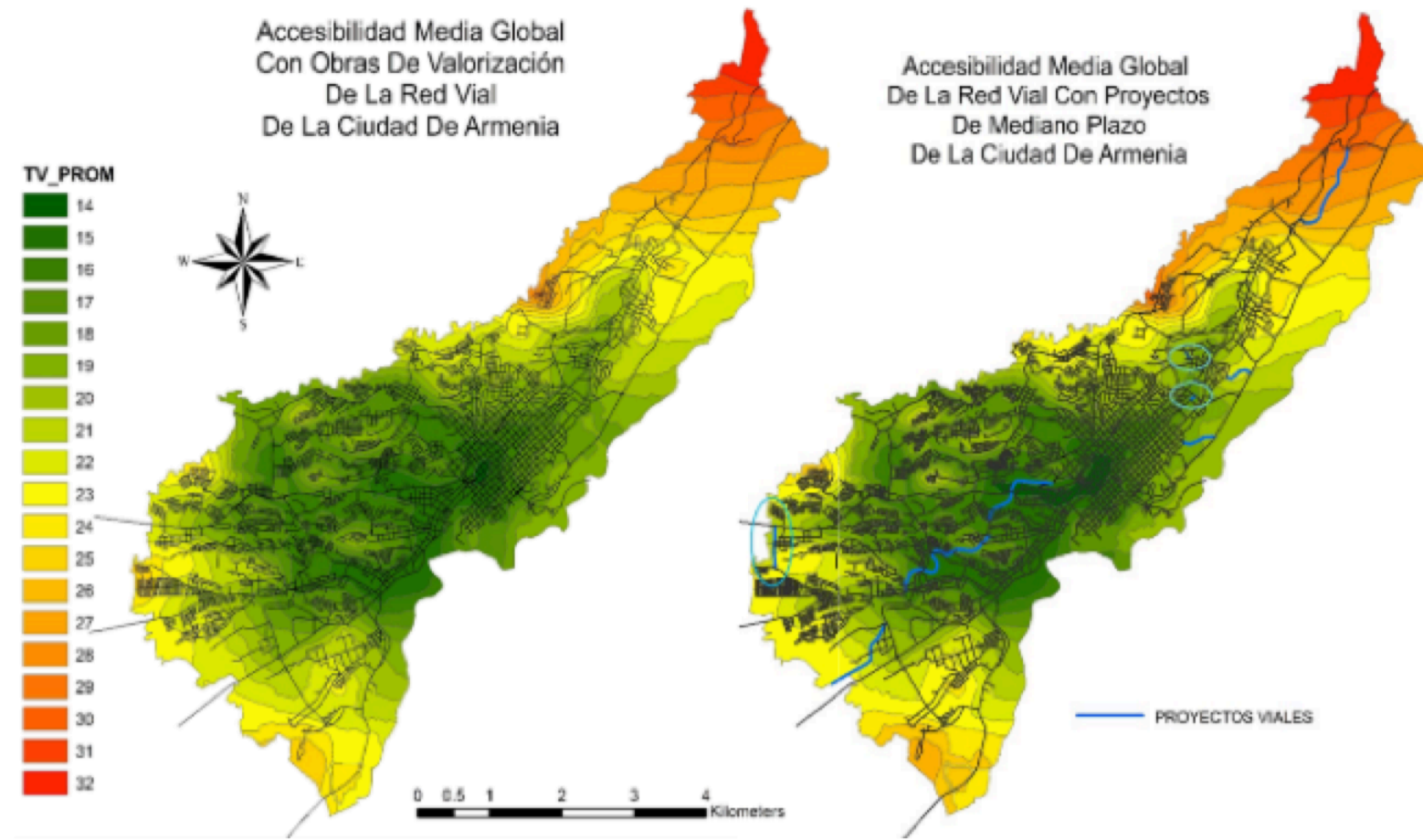


Fuente: Elaboración propia.

Al analizar las curvas de accesibilidad media global para la red con obras del POT de corto plazo, se observa que la curva 14 cubre el 0.59% del área, la curva 19 pasa a cubrir el 46% del área y el 61% de la población y con la curva 26 se cubre el 94% del territorio y el 98% de la población y el tiempo máximo de viaje se reduce en 2 minutos, pasando de la isócrona 32 a la isócrona 30.

En el escenario de la red con obras del POT de mediano plazo (Ver Figura 7), el análisis de curvas isócronas muestra que la curva 14 pasa a cubrir el 1.1% del territorio, la curva 19 cubre el 47% del área y el 63% de la población y la curva 26 cubre el 94% del área y el 98% de la población, al igual que en el escenario corto plazo la isócrona máxima disminuye 2 minutos, de la curva 32 a la 30.

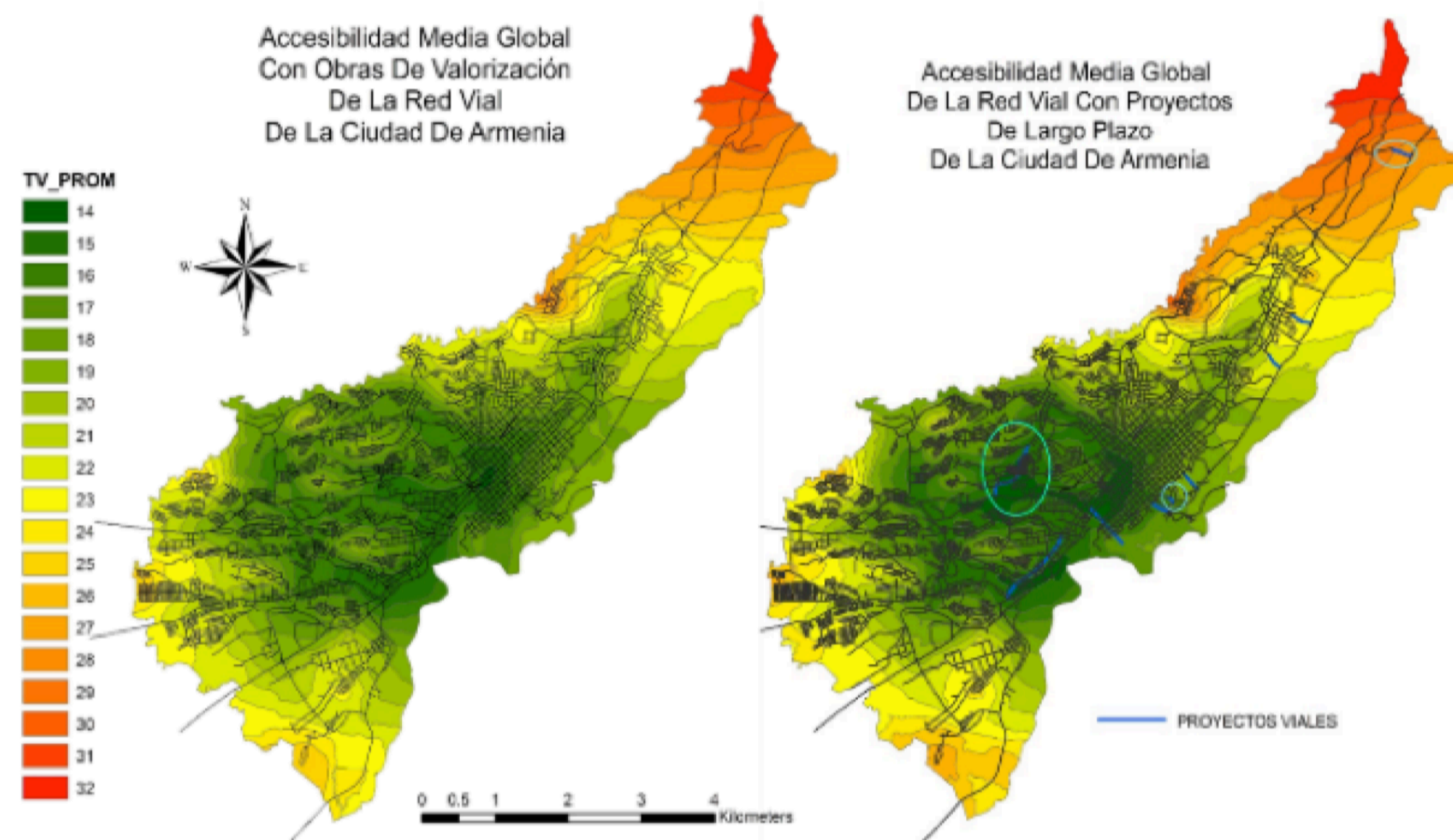
Figura 7. Comparación gráfica entre las curvas isócronas de accesibilidad media global obtenidas para el escenario actual con obras de valorización y el escenario de obras POT de mediano plazo



Fuente: Elaboración propia.

El análisis de curvas isócronas de la red con obras POT del largo plazo (Ver figura 8), da como resultado que la curva isócrona 14 amplía su cobertura a 3.18% del territorio, la curva 19 cubre el 48% del área y el 63% de la población y la curva 26 cubre el 94% del territorio y el 98% de la población, al igual que en los escenarios de corto y mediano plazo la isócrona máxima disminuye 2 minutos, de la curva 32 a la 30.

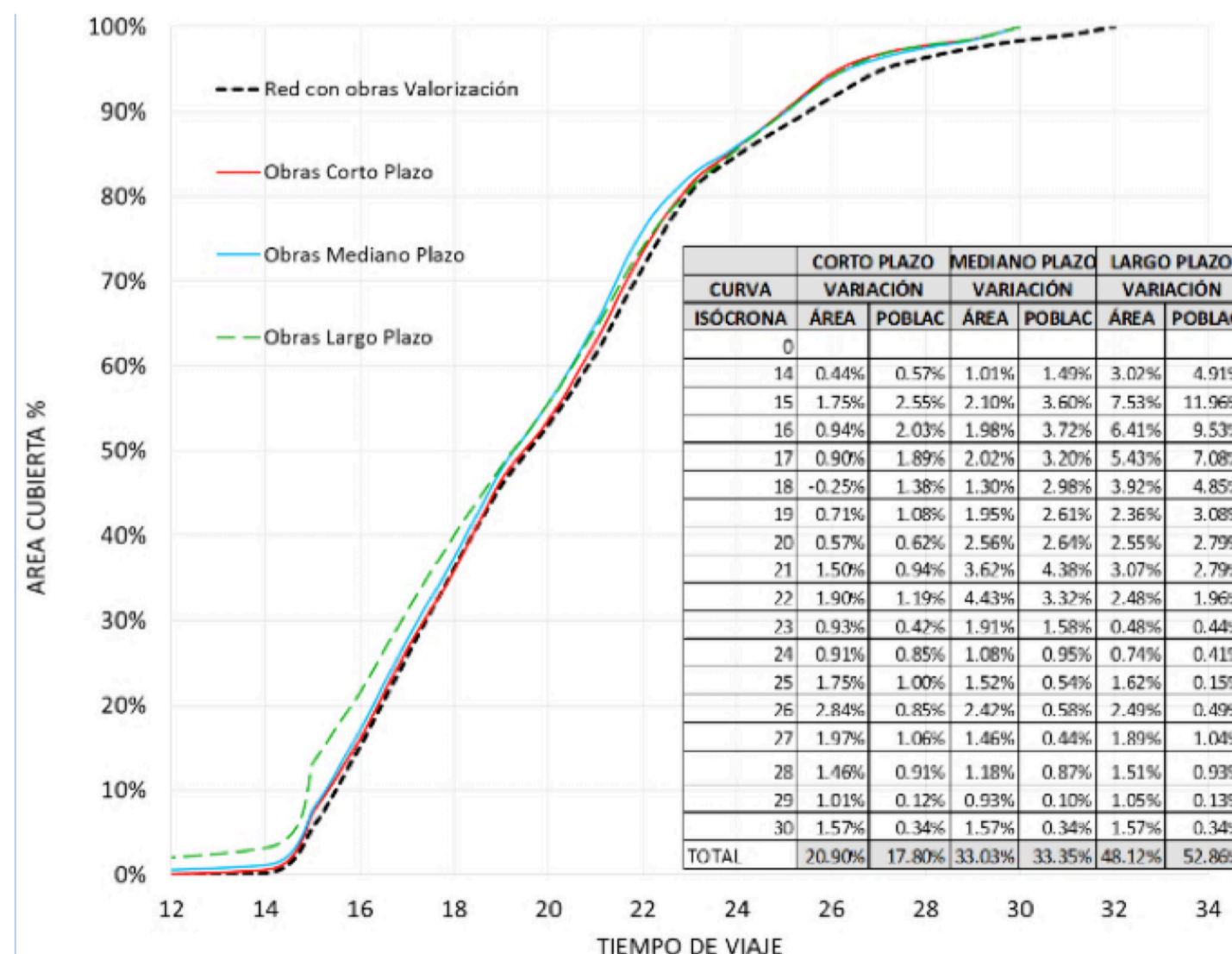
Figura 8. Comparación gráfica entre las curvas isócronas de accesibilidad media global obtenidas para el escenario actual con obras de valorización y el escenario de obras POT de largo plazo



Fuente: Elaboración propia.

Comparando las ojivas de cobertura obtenidas con las curvas de accesibilidad media global de los 4 escenarios de análisis, se observa que el tiempo de viaje más alto (isócrona 33) se reduce en dos minutos para los 3 escenarios futuros; las obras que mayores porcentajes de variación tanto de cobertura de área como de población, son las del horizonte del largo plazo; registrando cambios significativos desde la isócrona 14 hasta la 22, de allí en adelante el comportamiento es muy similar en los tres escenarios (Figura 9), el beneficio máximo en ampliación de cobertura se obtuvo en la isócrona 15 con una ampliación de cobertura en área del 7.5% y de la variable población del 11.9%.

Figura 9. Comparación de las ojivas de cobertura de la red actual con obras valorización y escenarios con obras de corto, mediano y largo plazo

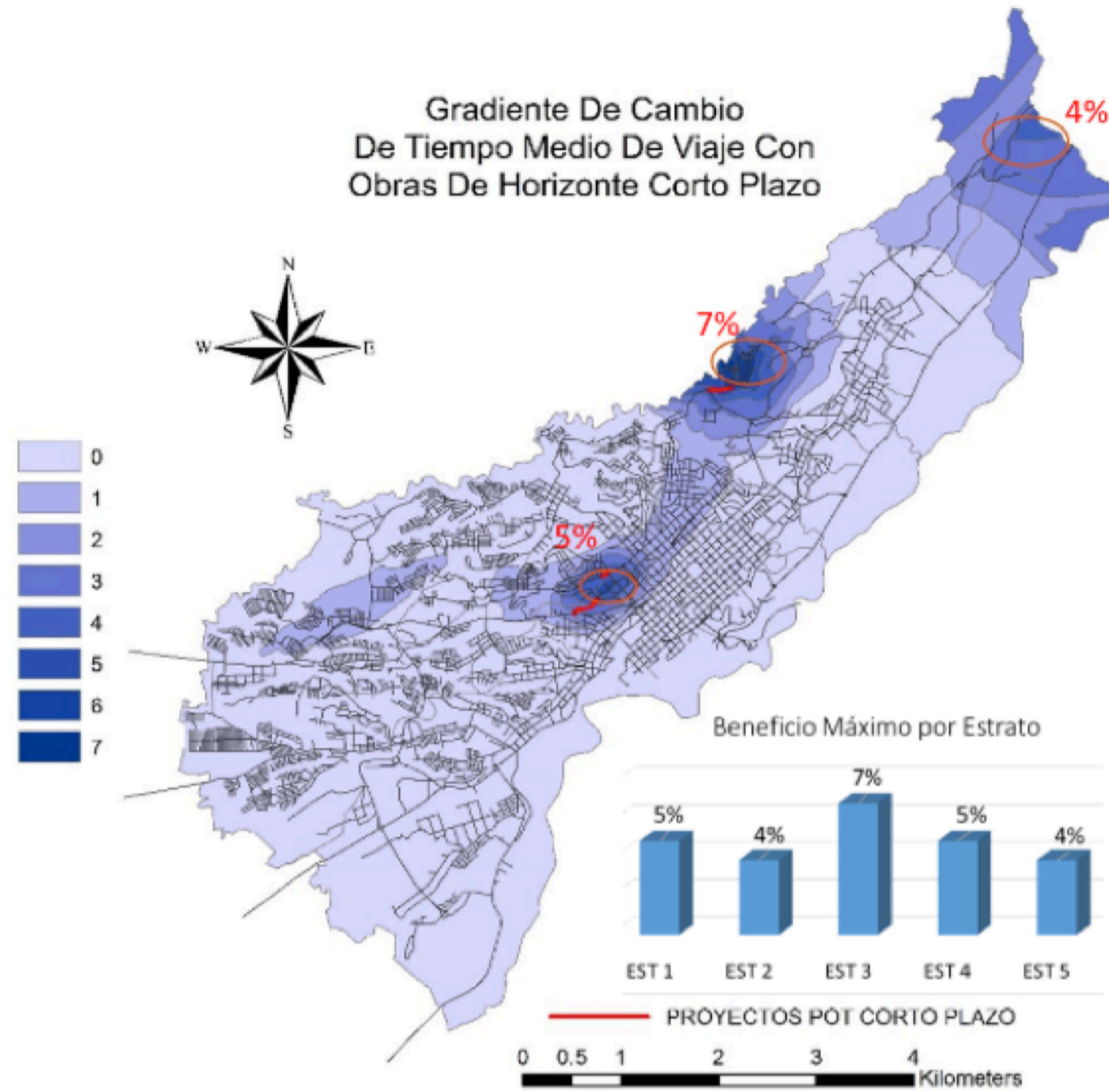


Fuente: Elaboración propia.

3.2. Gradientes de accesibilidad de los escenarios corto, mediano y largo plazo

Luego de obtener las curvas de gradiente mejoras de tiempos de viaje de los tres escenarios, se observa que en las obras de horizonte de corto plazo (figura 10), el mayor valor registrado en ahorro de tiempo de viaje fue del 7%, localizado en el barrio Mercedes del norte, zona con una población de estratos 3 y 4 ubicado en el perímetro noroccidental y con mayores registros de tiempo promedio de viaje, igualmente existen otras dos zonas con registros máximos del 5% y 4%, la primera de ellas en el sector centro, habitada principalmente por población de estratos 1, 2 y 3 destinada principalmente a uso habitacional; la otra zona está localizada en el sector Norte de la ciudad donde existen condominios de estrato 5, contrastando con algunas zonas subnormales de estrato 1 asentadas principalmente sobre la antigua banca del ferrocarril.

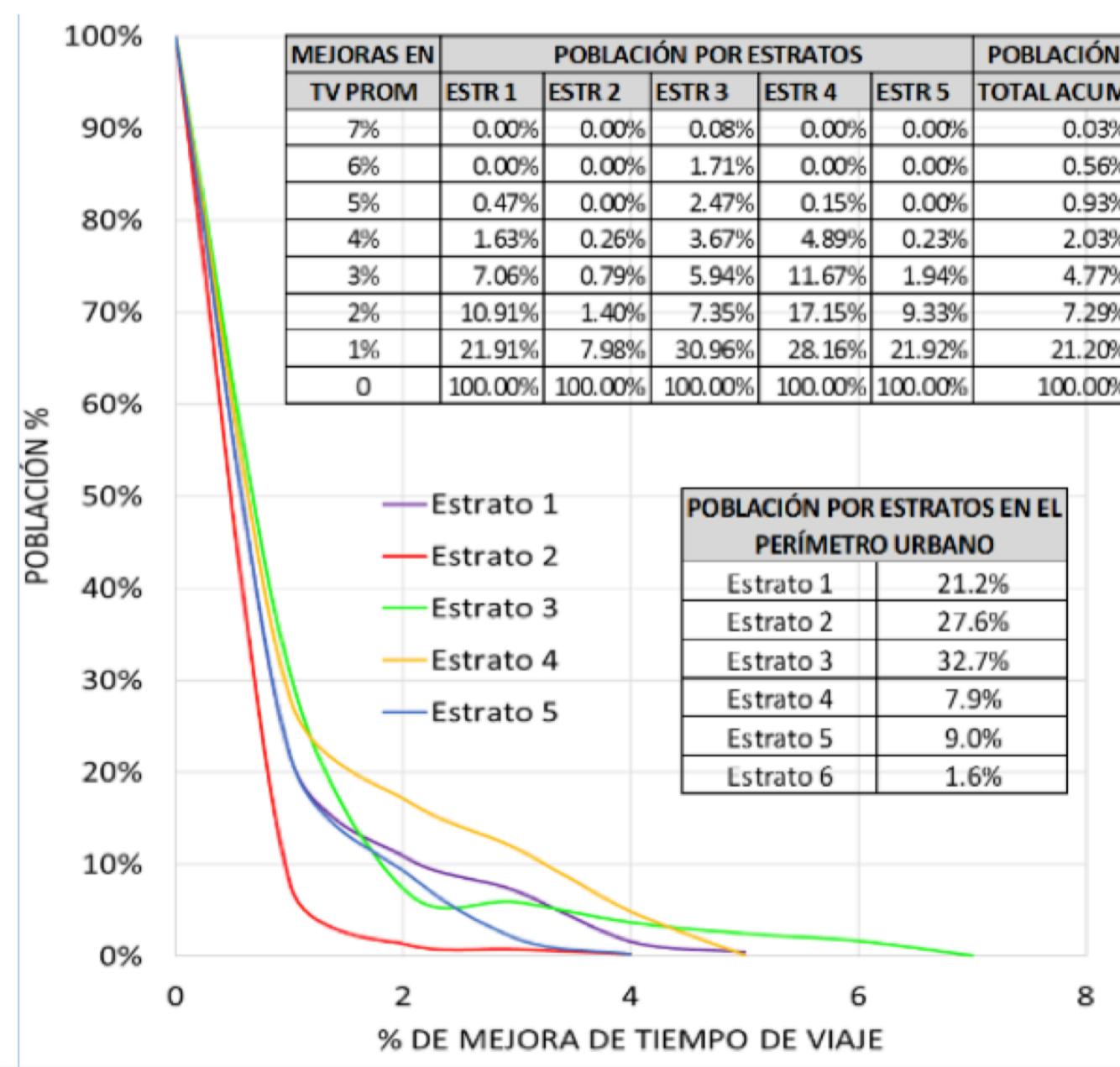
Figura 10. Gradiente de mejora (%) en tiempo de viaje promedio obras de corto plazo.



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 11 observamos que el estrato 2, a pesar de tener algunos sectores con 4% de beneficio, es el que menos población beneficiada tiene a partir de la curva de 1% y cerca del 92% tiene beneficios menores a 1%. Se observa que el estrato más beneficiado es el estrato 4, pues más del 17% de su población tiene beneficios superiores al 2% en ahorro de tiempo de viaje; sólo el 21% de la población total presenta beneficios mayores al 1%, atribuible a que en este escenario de análisis sólo se tienen por ejecutar 3 proyectos viales.

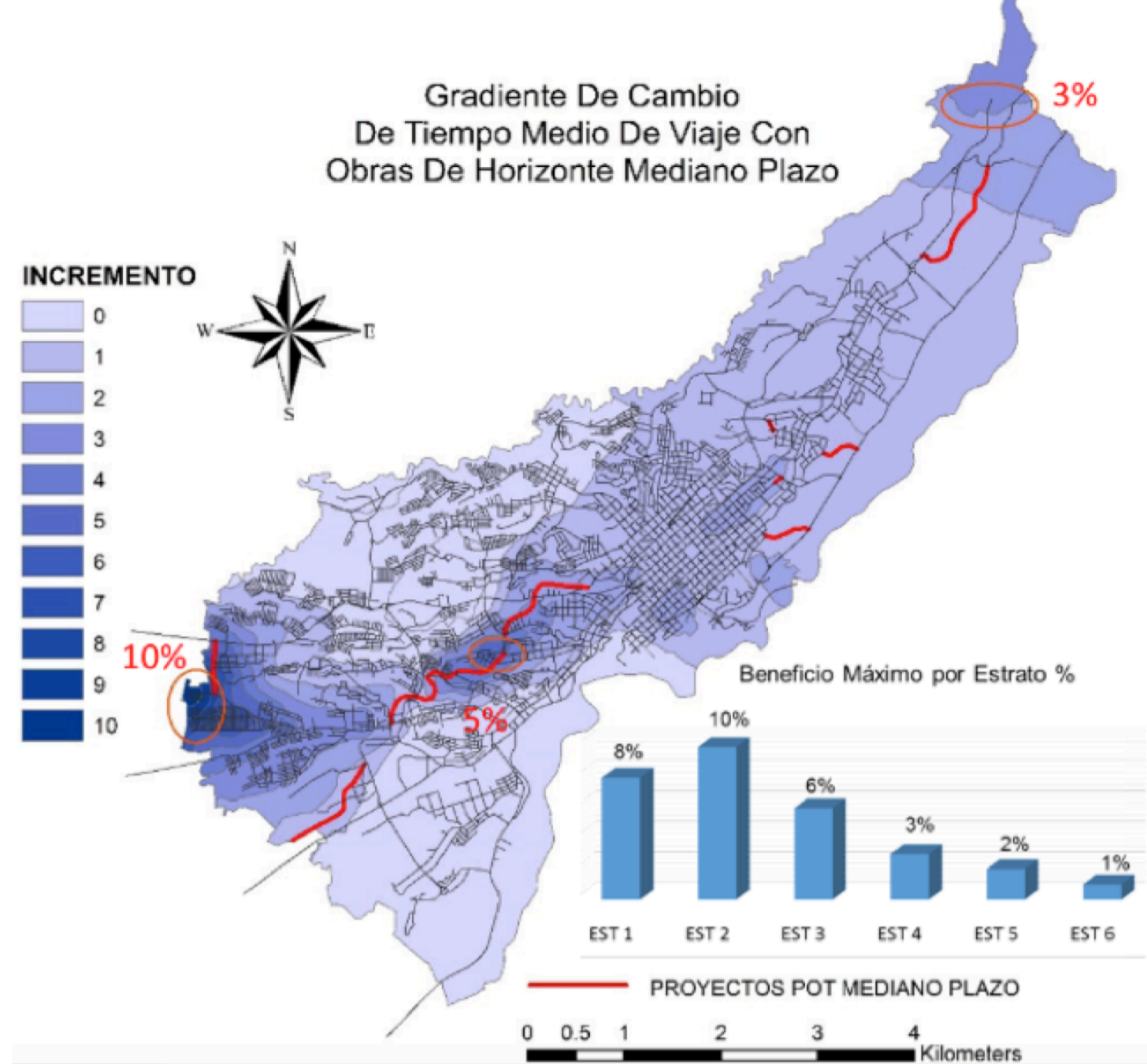
Figura 11. Mejora de tiempo de viaje por estrato socioeconómico con proyectos de corto plazo.



Fuente: Elaboración propia.

El gradiente de ahorros de tiempos de viaje de obras de horizonte de mediano plazo (figura 12), muestra que el mayor valor registrado en ahorro de tiempo de viaje fue del 10%, localizado en el barrio Jardín de la fachada, zona residencial con una población de estrato 2 ubicado en el sector sur de la ciudad; se observan otras dos zonas con registros máximos del 5% y 3%, la primera se localiza en inmediaciones de los sectores centro y sur, habitada principalmente por población de estratos 1, y 2 destinada principalmente a uso habitacional; la otra zona está localizada en el sector Norte de la ciudad y es la misma que registra beneficios en este sector con las obras de corto plazo.

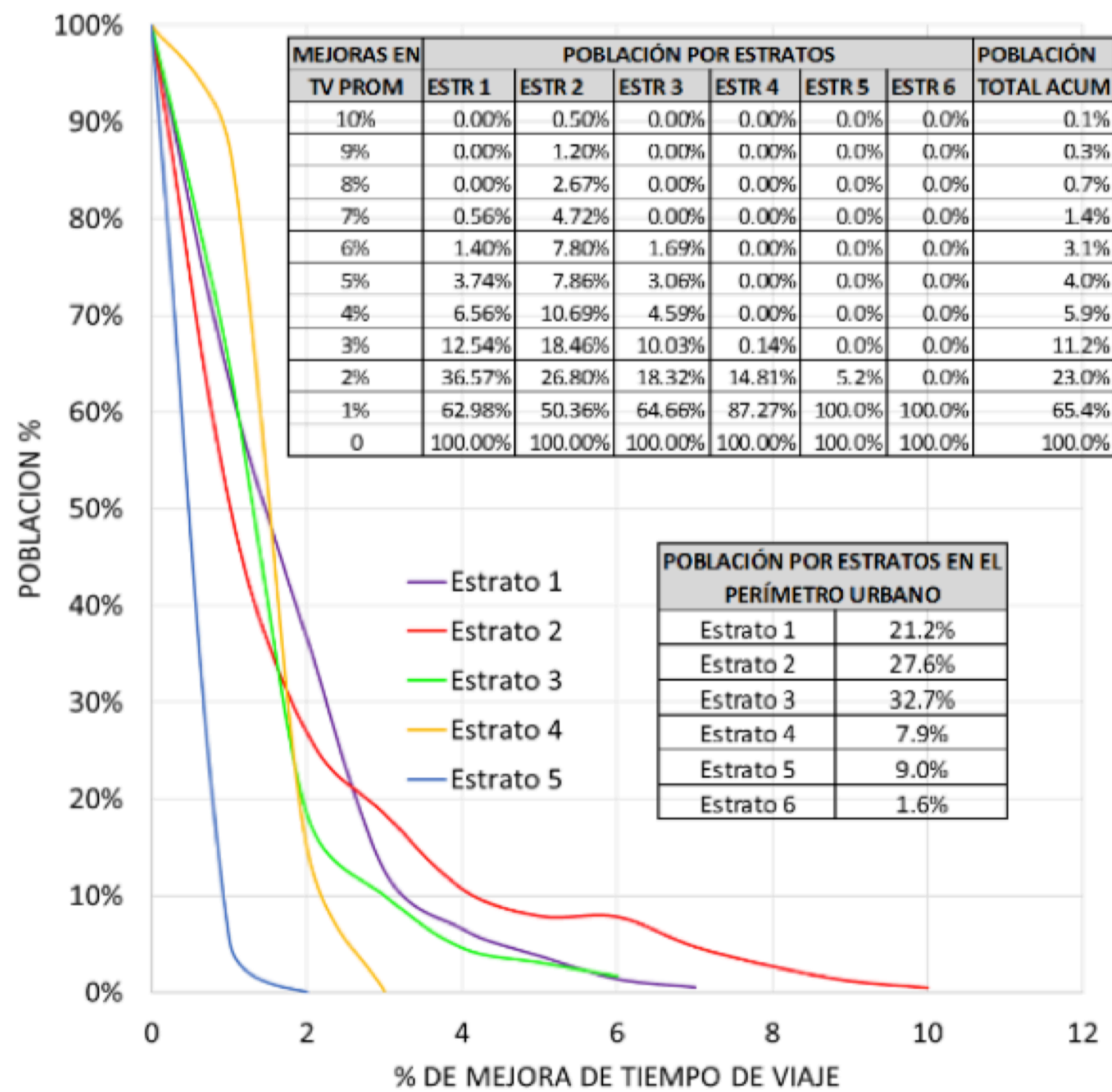
Figura 12. Gradiente de mejora (%) en tiempo de viaje promedio obras de mediano plazo.



Fuente: Elaboración propia.

Las mejoras en tiempo de viaje importantes, entre el 6% y el 10% se presentan en los estratos 1 al 3, focalizadas en algunos sectores al igual que en el escenario de corto plazo, los estratos 4,5, y 6 presentan porcentajes de mejora bajos (Ver Figura 13) de 1% y 2%, de hecho toda la población del estrato 6 presenta mejoras sólo entre 0 y 1%; el 23% de la población total presenta beneficios mayores al 2% en mejora de tiempo de viaje promedio, focalizados principalmente en los dos puntos al sur de la ciudad, la zona centro y norte presenta en su mayoría beneficios del 1% a pesar de tener 5 obras distribuidas en estos sectores.

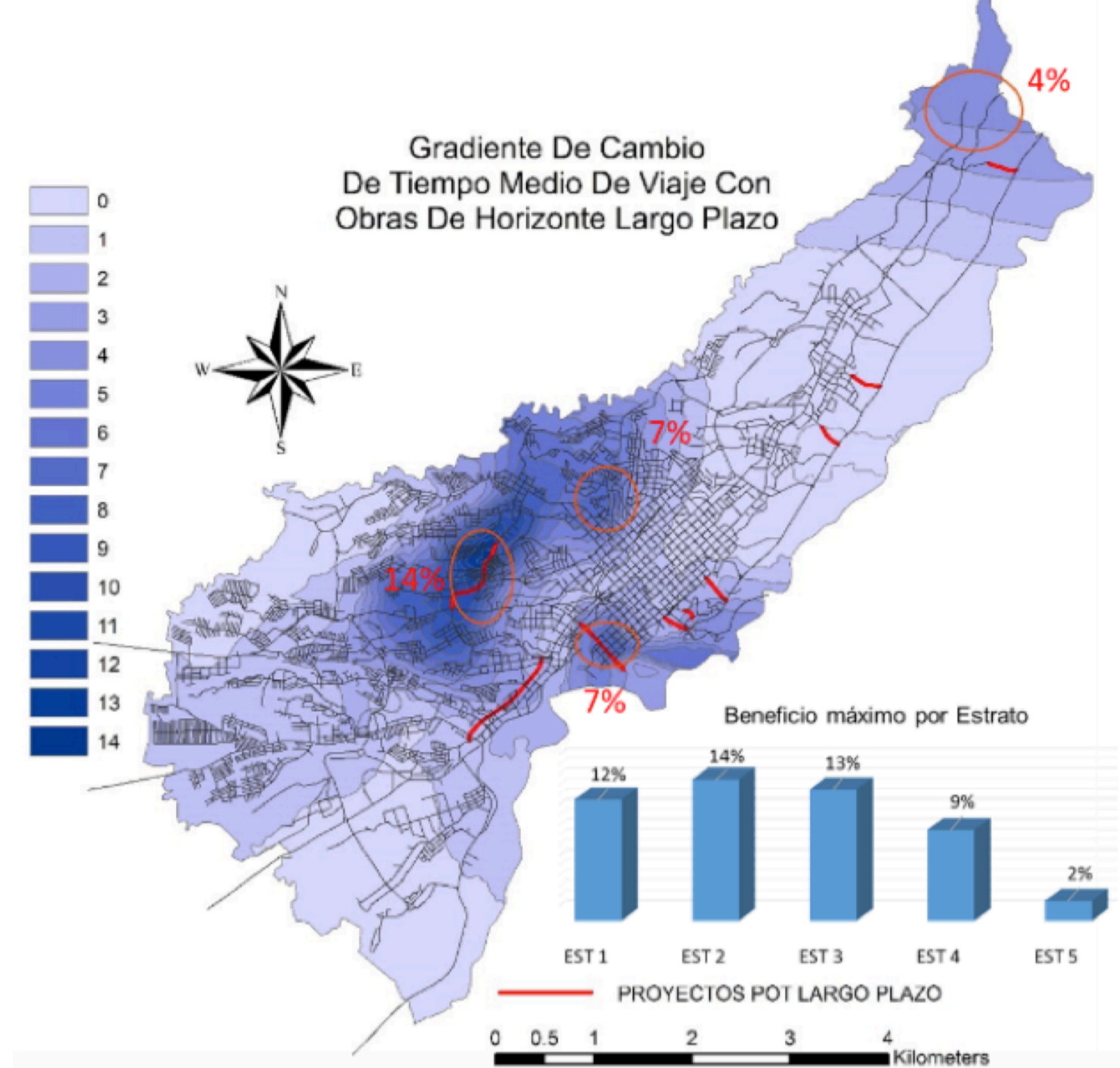
Figura 13. Mejora de tiempo de viaje por estrato socioeconómico con proyectos de mediano plazo



Fuente: Elaboración propia

Al analizar el gradiente de ahorros de tiempos de viaje de obras de horizonte de largo plazo (figura 14), observamos que el mayor valor registrado en ahorro de tiempo de viaje fue del 14%, localizado en los barrios 7 de Agosto y Rojas Pinilla, este sector se caracteriza por tener predios en su mayoría de estratos 2 y 3, está ubicado en intermedio de las zonas centro y sur de la ciudad, con vocación principalmente habitacional; otras tres zonas presentan registros del 7%, 7% y 3%, en primer lugar se encuentra una zona en inmediaciones de los sectores centro y sur, habitada principalmente por población de estrato 1, tradicionalmente de uso habitacional, pero en la actualidad se registra un incremento de edificaciones dedicadas a alojamientos temporales tipo hostel; la segunda zona se encuentra localizada en el sector centro occidente, con beneficios de hasta 7%, de uso principalmente habitacional de estratos socioeconómicos 1 y 2; llama la atención que este sector no se encuentra directamente ninguno de los proyectos planteados; la tercera zona está localizada en el sector Norte de la ciudad y es la misma que registra beneficios en este sector con las obras de corto y de mediano plazo.

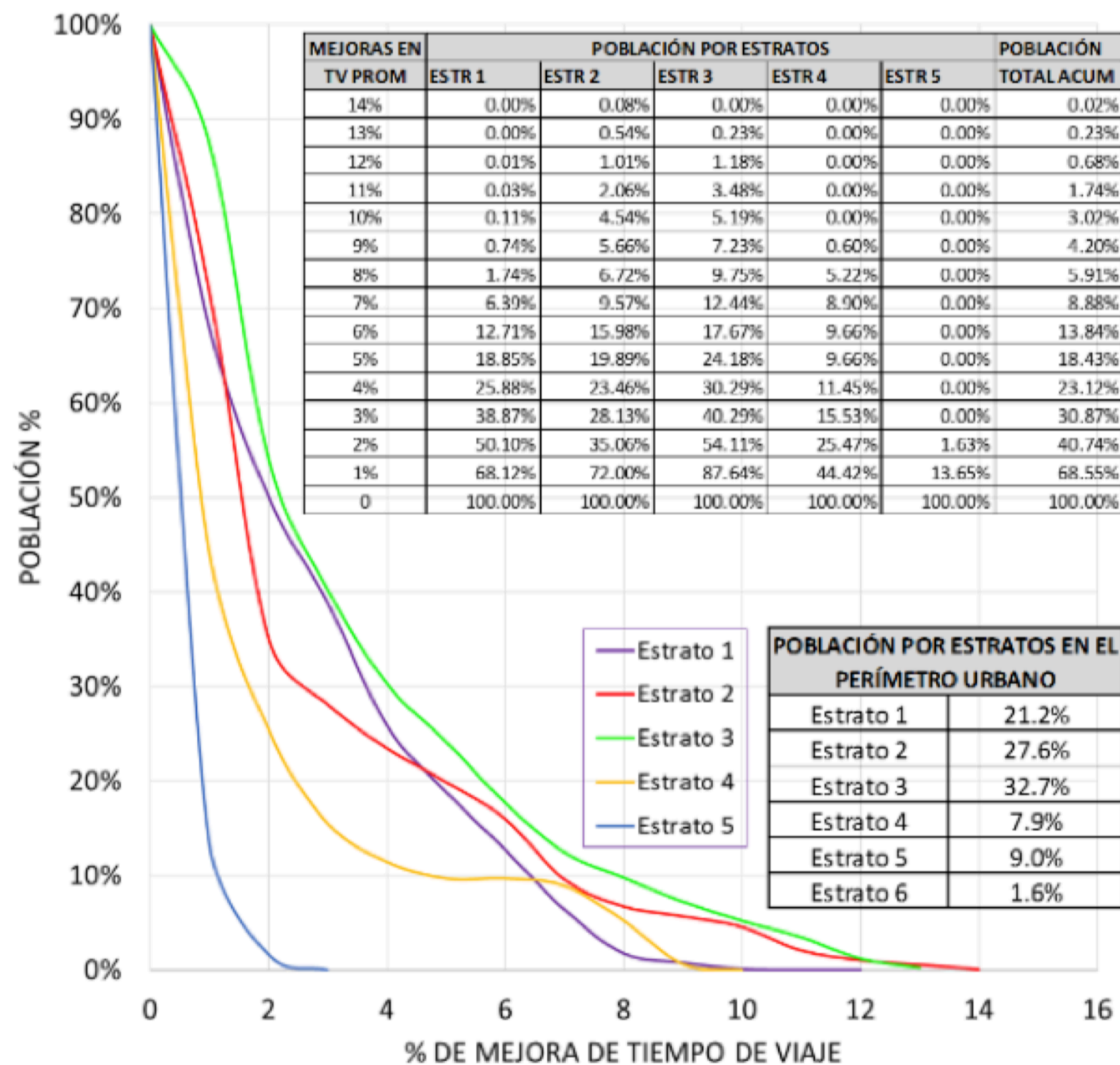
Figura 14. Gradiente de mejora (%) en tiempo de viaje promedio obras de largo plazo.



Fuente: Elaboración propia.

En este escenario de análisis, los mayores registros de mejoras, entre el 9% y el 12% se obtienen en los estratos 1 al 4, focalizadas en algunos sectores al igual que en los escenarios de corto y mediano plazo, el estrato 5 reporta porcentajes de mejora muy bajos (Ver Figura 15) de hasta 2%, la población de estrato 6 no registra mejoras; el 40% de la población total presenta beneficios mayores al 2% en mejora de tiempo de viaje promedio, focalizados principalmente en inmediaciones de las zonas centro y sur, se evidencia una región de la zona norte sin registro de beneficios superiores al 1% a pesar de tener 2 obras en ésta área.

Figura 15. Mejora de tiempo de viaje por estrato socioeconómico con proyectos de largo plazo

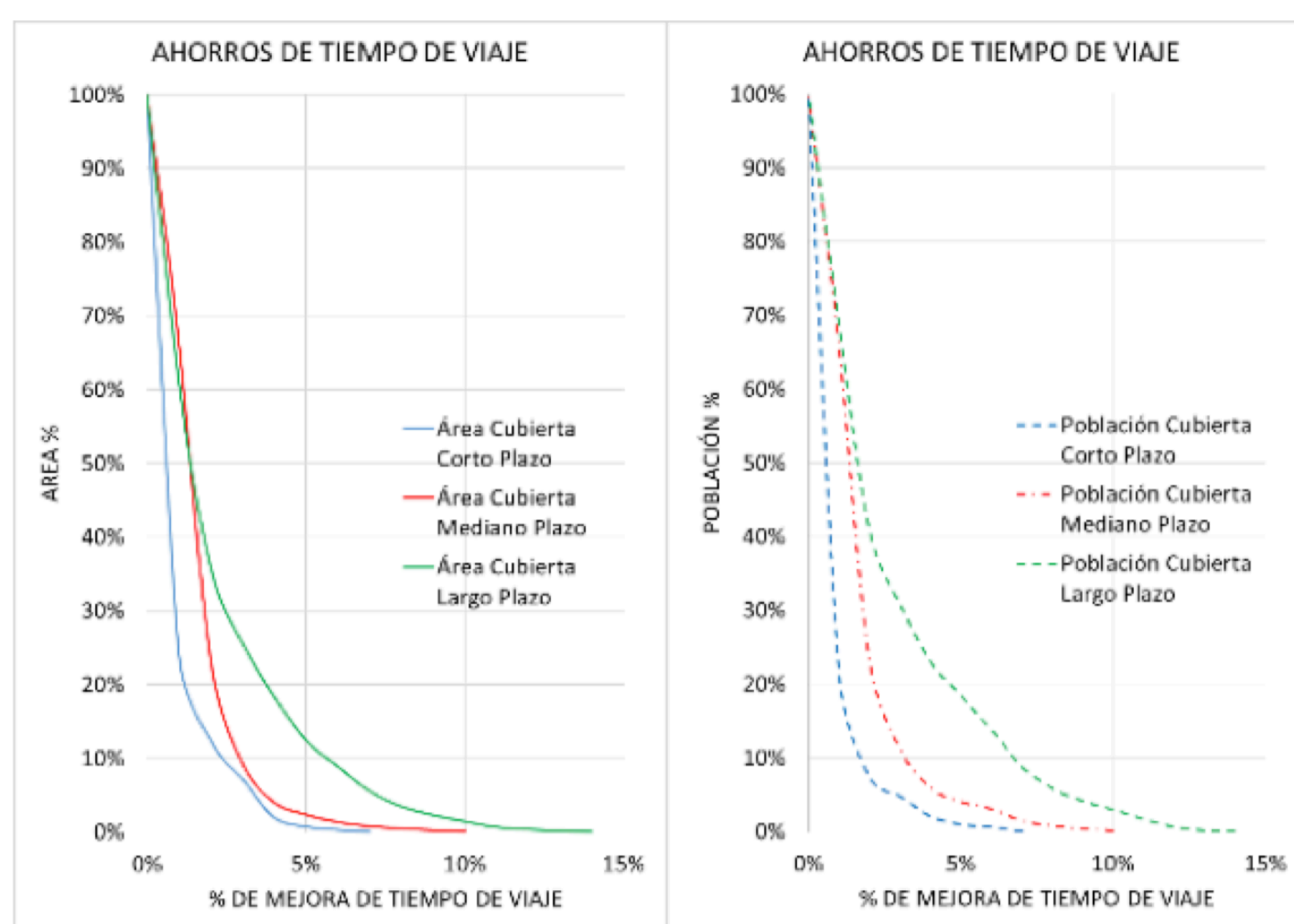


Fuente: Elaboración propia.

4. Conclusiones

Al observar la Figura 16, nos damos cuenta a simple vista que las obras de largo plazo son las que mayores ahorros en tiempo de viaje promedio reportan, y las que mayores porcentajes de población y área cubierta presentan después de la curva de ahorros del 2%, (Ver tabla 1) es decir, el 35.7% del área y el 40.7% de la población tienen mejoras en tiempo de viaje promedio de hasta el 2%, frente al 23% en ambas variables que reportan las obras de mediano plazo y el 12.3% y 7.3% de ahorro en tiempo de viaje de las obras de corto plazo, obtenido en los otros dos escenarios.

Figura 16. Comparativo de población y área cubierta por curvas de ahorro de tiempo de viaje con proyectos de corto, mediano y largo plazo



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. Porcentaje de Áreas y población total cubiertas por cada curva de mejora de tiempo de viaje en los escenarios de corto, mediano y largo plazo

| % DE MEJORA EN TIEMPO DE VIAJE | OBRAS CORTO PLAZO | | OBRAS MEDIANO PLAZO | | OBRAS LARGO PLAZO | |
|--------------------------------|-------------------|----------------------|---------------------|----------------------|-------------------|----------------------|
| | ÁREA ACUM | POBLACIÓN TOTAL ACUM | ÁREA ACUM | POBLACIÓN TOTAL ACUM | ÁREA ACUM | POBLACIÓN TOTAL ACUM |
| 14% | | | | | 0.04% | 0.02% |
| 13% | | | | | 0.19% | 0.23% |
| 12% | | | | | 0.36% | 0.68% |
| 11% | | | | | 0.65% | 1.74% |
| 10% | | | 0.11% | 0.14% | 1.44% | 3.02% |
| 9% | | | 0.26% | 0.34% | 2.30% | 4.20% |
| 8% | | | 0.47% | 0.75% | 3.50% | 5.91% |
| 7% | 0.05% | 0.03% | 0.77% | 1.45% | 5.57% | 8.88% |
| 6% | 0.31% | 0.56% | 1.35% | 3.05% | 8.90% | 13.84% |
| 5% | 0.72% | 0.93% | 2.37% | 4.02% | 12.44% | 18.43% |
| 4% | 1.99% | 2.03% | 4.06% | 5.93% | 18.37% | 23.12% |
| 3% | 7.17% | 4.77% | 9.30% | 11.21% | 25.61% | 30.87% |
| 2% | 12.38% | 7.29% | 23.02% | 23.04% | 35.75% | 40.74% |
| 1% | 24.02% | 21.20% | 66.14% | 65.41% | 60.94% | 68.55% |
| 0 | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |

Fuente: Elaboración propia

Las obras de corto y mediano plazo tienen la mayor parte de su cobertura de beneficios entre el 1% y el 2%, aunque los resultados de las obras del corto plazo guardan cierta semejanza en el comportamiento de los beneficios de los otros dos escenarios ya que con sólo 3 obras, los beneficios en la curva 1 son aproximadamente 1/3 de lo obtenido en los otros dos escenarios.

Las obras del horizonte de corto y mediano plazo, a pesar de tener porcentajes de cobertura menores a las reportadas por las de largo plazo en ambas variables (población y área), presentan picos de beneficios en dos zonas (occidente y sur) con tiempos de viajes altos.

En el extremo norte de la ciudad se nota que la misma área del territorio tiene beneficios en ahorros de tiempo de viaje muy similares con los tres escenarios, lo más probable es que una vez ejecutado uno de los paquetes de obras, los dos siguientes ya no le generen el mismo porcentaje de beneficios.

La zona centro es la que mayores beneficios obtendría con la ejecución de las obras ya que en los tres horizontes de ejecución se reportan ahorros importantes en este sector.

Las obras de mediano plazo presentan beneficios de ahorro de tiempos de viaje principalmente en el sector sur de la ciudad, donde se presenta el pico de beneficios del 10%, las 4 obras del norte reportan beneficios en ahorro de tiempo y ampliación de cobertura de curvas isócronas bajas.

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-HERRANZ, A., & MARTÍNEZ-RUIZ, M. P. (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>

BALYA, M. I., KATTI, B. K., & SAW, K. (2016). Spatial Transit Accessibility Modeling of Indian Metropolitan City in Gis Environment. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, 6(1), 51-62. [http://doi.org/10.7708/ijtte.2016.6\(1\).05](http://doi.org/10.7708/ijtte.2016.6(1).05)

CEBRIÁN A, F. (2007). Ciudades con límites y ciudades sin límites. Manifestaciones de la ciudad difusa en Castilla-La Mancha. *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, 43, 221-240.

CONDEÇO-MELHORADO, A., MARTÍN, J. C., & GUTIÉRREZ, J. (2011). Regional spillovers of transport infrastructure investment: A territorial cohesion analysis. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 11(4), 389-404.

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*.

ESCOBAR, D. A., MARTÍNEZ, S., & MONCADA, C. A. (2016). Relación entre PM10 y Condiciones de Accesibilidad Territorial Urbana en Manizales (Colombia). *Información Tecnológica*, 27(6), 273-284. <http://doi.org/10.4067/S0718-07642016000600027>

ESCOBAR G., D.A, YOUNES V., C, MONCADA A., C. (2015). Aplicación de una metodología a nivel de prefactibilidad para la selección de proyectos de infraestructura vial. *Dyna Rev.fac.nac.minas*, 82. Medellín. Colombia

ESCOBAR GARCIA, DIEGO ALEXANDER. GARCÍA OROZCO, F. J. (2012). Impacto regional: caso de aplicación de análisis de accesibilidad territorial. *Revista Épsilon*, 18(1988), 71–86.

FBM. (2015). *Ficha Básica Municipal de la ciudad de Armenia*. Armenia (Quindío).

FERNANDEZ, J. A. (1999). La articulación territorial de Galicia con el resto del estado. aportaciones de la conectividad al desarrollo regional, 97–115.

FORD, A., BARR, S., DAWSON, R., & JAMES, P. (2015). Transport Accessibility Analysis Using GIS: Assessing Sustainable Transport in London. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4(1), 124–149. <http://doi.org/10.3390/ijgi4010124>

GEURS, K. T., & VAN WEE, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions. *Journal of Transport Geography*, 12(2), 127–140. <http://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005>

LEE, M.-S., & GOULIAS, K. (1997). Accessibility indicators for transportation planning. *Transportation Research Part A*, 13(December 1996), 91–109.

LIU, S., & ZHU, X. (2004). Accessibility Analyst: An integrated GIS tool for accessibility analysis in urban transportation planning. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 31(1), 105–124. <http://doi.org/10.1068/b305>

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.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO TERRITORIAL. (2004). *Serie Planes de Ordenamiento Territorial. Guía Metodológica 1. Información práctica para formulación de Planes de Ordenamiento Territorial*.

MONZÓN ANDRÉS; ORTEGA EMILIO; LÓPEZ ELENA. (2010). Social Impacts of High Speed Rail Projects: Addressing Spatial Equity Effects. In *Analysis* (pp. 1–22).

MOYA-GÓMEZ, B., & GARCÍA-PALOMARES, J. C. (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, JUAN PABLO. (2014). modernización física del territorio para la competitividad.

PMA. (2010). Documento técnico de soporte plan de movilidad de Armenia. Departamento Administrativo de Planeación Municipal. Armenia. Quindío

POT. (2009). Plan De Ordenamiento Territorial De la ciudad de Armenia. Departamento Administrativo de Planeación Municipal. Armenia. Quindío

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.

URAZAN BONELLS., CARLOS . RONDÓN QUINTANA., HUGO . ESCOBAR GARCÍA., D. . (2013). Vehículo privado vs. Transporte público. Comparación de su operatividad mediante análisis geoestadístico. *Tecnura*, 17, 100–112.

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

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

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 28) Año 2017

[Índice]

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

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados