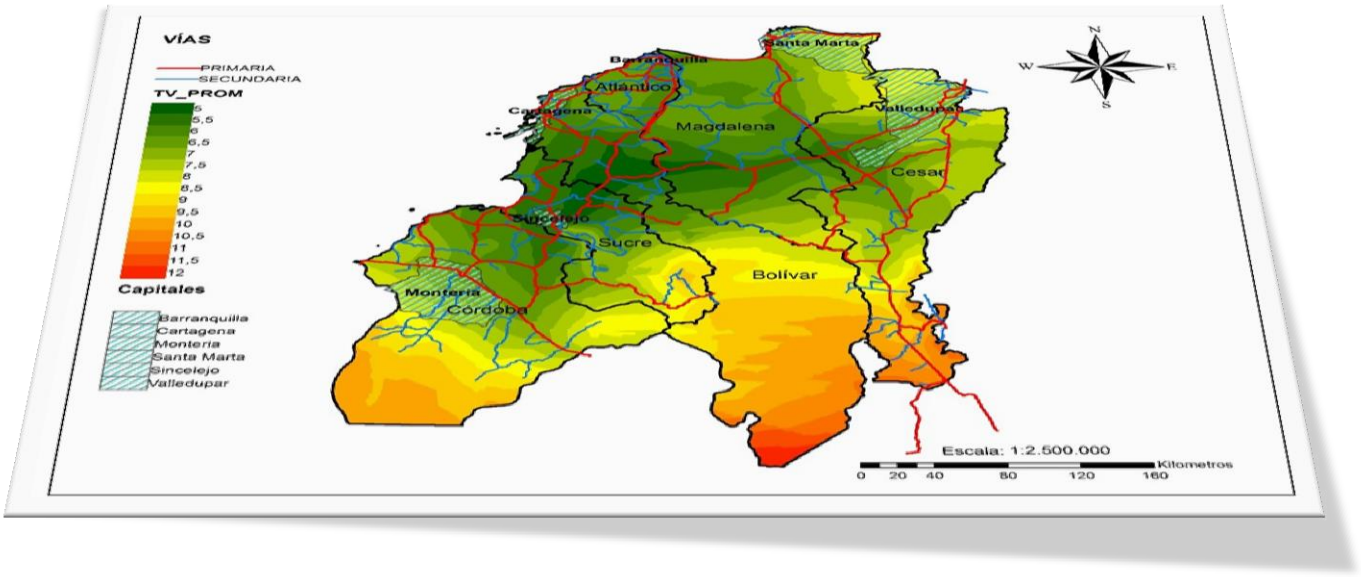
EVALUACION DE LA ACCESIBILIDAD TERRITORIAL OFRECIDA POR LA INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE DE LA ALIANZA PUBLICO PRIVADA APP (4ª GENERACIÓN) EN LA REGIÓN CARIBE



Por: Jorge Enrique Gutiérrez Valenzuela
Ingeniero civil, Especialista en vías y transportes, Estudiante de Maestría en Ingeniería – Infraestructura y Sistemas de Transportes – Profundización

Docente tutor: Diego Alexander Escobar G.
Ingeniero civil, Magister en Ingeniería Civil, Doctor en Gestión del Territorio e Infraestructuras del Transporte

Universidad Nacional de Colombia sede Manizales
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Maestría en Ingeniería – Infraestructura y Sistemas de Transportes – Profundización
Manizales, Mayo de 2016

Resumen

EVALUACION DE LA ACCESIBILIDAD TERRITORIAL OFRECIDA POR LA INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE DE LA ALIANZA PUBLICO PRIVADA APP (4ª GENERACIÓN) EN LA REGIÓN CARIBE

En este trabajo se determina el impacto en términos de ahorros en los tiempos medios de viaje, que genera la construcción mediante alianza público privada APP las obras de 4ª Generación "Vía Cartagena – Barranquilla" y "Circunvalar de la Prosperidad del Atlántico". Se determinó la accesibilidad media global actual y futura (curvas isócronas) en la Región Caribe, cuya diferencia (curvas gradientes) representan los porcentajes de ahorro, los cuales se cruzaron con variables demográficas y económicas. Se determinó que los ahorros obtenidos tienen un valor máximo del 2.6% y el departamento más beneficiado es el Atlántico, donde sus 23 municipios obtuvieron ahorros en tiempos medios de viaje entre 1% y 2.29%. Basado en los resultados del estudio, se concluyó que solo el 4.18% de la población de la zona de análisis, que produce el 0.89% del PIB y ocupa el 0.48% del área de la región, obtienen ahorros mayores al 2% en términos de tiempos medios de viaje.

Palabras clave: accesibilidad, caminos mínimos, isócronas, geoestadística.

Abstract

EVALUATION OF TERRITORIAL ACCESSIBILITY OFFERED BY THE TRANSPORT INFRASTRUCTURE OF PUBLIC PRIVATE PARTNERSHIP APP (4TH GENERATION) IN THE CARIBBEAN REGION

In this work were obtained the impact in terms of savings on travel times, that generates construction through public-private partnership APP 4th Generation of the dual carriageway Cartagena - Barranquilla and beltway prosperity in the city of Barranquilla is determined. The average overall current and future accessibility (isochronous curves) in the Caribbean Region, the difference (gradient curves) was determined represent the percentages of savings, which were crossed with demographic and economic variables. It was determined that the savings obtained have a maximum value of 2.6 % and the department most benefited is the Atlantic, where its 23 municipalities obtained means savings in travel times between 1% and 2.29 %. Based on the study results, it was concluded that only 4.18 % of the

population in the area of analysis, which produces 0.89 % of GDP and occupies 0.48% of the area of the region, obtain greater savings than 2% in terms of average travel times.

Keywords: accessibility, shortest path, isochronous, geostatistics.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION 13

2. OBJETIVO GENERAL 15

3. OBJETIVOS ESPECIFICOS 16

4. METODOLOGIA 17

5. MARCO TEORICO 20

6. GENERALIDADES ZONA DE ANALISIS 26

6.1 Departamento del atlántico 26

6.2 Departamento de Bolívar 29

6.3 Departamento de Cesar 33

6.4 Departamento de Córdoba 36

6.5 Departamento de Magdalena 39

6.6 Departamento de Sucre 42

7. RESULTADOS 47

7.1 Adquisición de la información. 47

7.2 Procesamiento redes viales 47

7.3 Cálculo de la Accesibilidad Media Global Escenario Actual. 47

7.4 Análisis geoestadístico y evaluación de las curvas isócronas obtenidas para el escenario actual. 50

7.5 Análisis de cobertura espacial de las curvas isócronas en relación con las variables población y área para el escenario actual. 63

7.6 Cálculo de la Accesibilidad Media Global Escenario Futuro. 66

7.7 Análisis geoestadístico y evaluación de las curvas isócronas obtenidas para el escenario futuro 69

7.8 Análisis de cobertura espacial de las curvas isócronas en relación con las variables población y área para el escenario futuro. 84

7.9 Obtención curvas gradientes de accesibilidad 86

7.10 Análisis geoestadístico y evaluación de las curvas gradientes de cambio en tiempo medio de viaje. 88

7.11 Análisis de cobertura espacial de las curvas isócronas de gradiente de tiempo medio de viaje en relación con las variables población, PIB y área para el escenario futuro. 99

8. CONCLUSIONES 104

9. BIBLIOGRAFIA 106

LISTA DE FIGURAS

Figura No 1: Zona de Análisis 26

Figura No 2: Red vial Departamento del Atlántico 29

Figura No 3: Red vial Departamento de Bolívar 33

Figura No 4: Red vial Departamento del Cesar 36

Figura No 5: Red vial Departamento de Córdoba 39

Figura No 6: Red vial Departamento del Magdalena 41

Figura No 7: Red vial Departamento de Sucre 44

Figura No 8: Isócronas y red vial escenario actual 49

Figura No 9: Curvas Isócronas con capitales de departamentos 50

Figura No 10: Tiempos de viaje promedio ponderado por el área de departamento escenario actual 51

Figura No 11: Relieve Hidrografía Zona de Análisis 52

Figura No 12: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Atlántico escenario actual. 54

Figura No 13: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Bolívar, escenario actual. 56

Figura No14: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Cesar, escenario actual. 58

Figura No 15: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Córdoba, escenario actual. 59

Figura No 16: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Magdalena, escenario actual. 61

Figura No 17: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Sucre, escenario actual. 62

Figura No 18: Análisis acumulado de tiempo medio de viaje en relación a las variables población, PIB y área para el escenario actual. 65

Figura No 19: Análisis de cada tiempo medio de viaje en relación a las variables población, PIB y área para el escenario actual. 65

Figura No 20: Red Vial Futura 67

Figura No 21: Isócronas de accesibilidad media global en el escenario futuro y red vial 68

Figura No 22: Isócronas escenario futuro con capitales de departamentos 69

Figura No 23: Tiempos de viaje promedio ponderado por el área de departamento, escenario futuro 70

Figura No 24: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio del Dpto. de Atlántico, escenario futuro 73

Figura No 25: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Bolívar, escenario futuro. 75

Figura No 26: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Cesar, escenario futuro. 77

Figura No 27: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Córdoba, escenario futuro. 79

Figura No 28: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Magdalena, escenario futuro. 81

Figura No 29: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Sucre, escenario futuro. 83

Figura No 30: Análisis acumulado de tiempo medio de viaje en relación a las variables población, PIB y área para el escenario futuro. 85

Figura No 31: Análisis de cada tiempo medio de viaje en relación a las variables población, PIB y área para el escenario futuro. 85

Figura No 32: Isócronas gradientes (ahorro) 88

Figura No 33: Porcentaje de ahorro promedio ponderado por el área de departamento del escenario actual vs escenario futuro 89

Figura No 34: Análisis de cada porcentaje de ahorro en relación a las variables población, PIB y área para el escenario actual vs escenario futuro, Dpto. del Atlántico. 91

Figura No 35: Mapa político departamento de Atlántico 92

Figura No 36: Análisis de cada porcentaje de ahorro en relación a las variables población, PIB y área para el escenario actual vs escenario futuro para el Dpto. de Bolívar 94

Figura No 37: Mapa político departamento de Bolívar 95

Figura No 38: Análisis de cada porcentaje de ahorro en relación a las variables población, PIB y área para el escenario actual vs escenario futuro del Dpto. del Magdalena 97

Figura No 39: Mapa político departamento de Magdalena 98

Figura No 40: Zona de mayor impacto (ahorro) 99

Figura No 41: Análisis de cada porcentaje de ahorro en relación a las variables población, PIB y área para el escenario actual vs escenario futuro. 102

Figura No 42: Análisis de acumulado porcentaje de ahorro en relación a las variables población, PIB y área para el escenario actual vs escenario futuro. 103

LISTA DE TABLAS

Tabla No 1: Población por municipio departamento del Atlántico 27

Tabla No 2: Población por municipios departamento de Bolívar 30

Tabla No 3: Población municipios departamento de Cesar 34

Tabla No 4: Población municipios departamento de Córdoba 37

Tabla No 5: Población por municipio departamento de Magdalena 40

Tabla No 6: Población municipios departamento de Sucre 42

Tabla No 7: Población y Áreas zona de análisis. 45

Tabla No 8: Producto Interno Bruto Zona de Análisis 45

Tabla No 9: Red vial primaria zona de análisis. 46

Tabla 10: Tiempos de viaje promedio ponderado por el área de departamento, escenario actual 51

Tabla No 11: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Atlántico, escenario actual. 53

Tabla No 12: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Bolívar, escenario actual. 54

Tabla No 13: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Cesar, escenario actual. 57

Tabla No 14: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Córdoba, escenario actual. 58

Tabla No 15: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Magdalena, escenario actual. 60

Tabla No 16: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Sucre, escenario actual. 61

Tabla No 17: Análisis de cobertura espacial de las curvas isócronas de tiempo medio de viaje para el escenario actual. 64

Tabla No 18: Tiempos de viaje promedio ponderado por el área de departamento, escenario futuro. 70

Tabla No 19: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Atlántico, escenario futuro. 72

Tabla No 20: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Bolívar, escenario futuro. 74

Tabla No 21: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Cesar, escenario futuro. 76

Tabla No 22: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Córdoba, escenario futuro. 77

Tabla No 23: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Magdalena, escenario futuro. 80

Tabla No 24: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Sucre, escenario futuro. 82

Tabla No 25: Análisis de cobertura espacial de las curvas isócronas de tiempo medio de viaje para el escenario actual. 84

Tabla No 26: Porcentaje de ahorro promedio ponderado por el área de departamento del escenario actual vs escenario futuro. 89

Tabla No 27: Porcentaje de ahorro promedio ponderado por el área de cada municipio de Atlántico, escenario actual vs escenario futuro. 90

Tabla No 28: Porcentaje de ahorro promedio ponderado por el área de cada municipio de Bolívar, escenario actual vs escenario futuro. 93

Tabla No 29: Porcentaje de ahorro promedio ponderado por el área de cada municipio de Magdalena, escenario actual vs escenario futuro. 96

Tabla No 30: Análisis de cobertura espacial de las curvas gradiente en términos de porcentaje de ahorro para el escenario actual vs escenario futuro. 101

1. INTRODUCCION

El crecimiento del parque automotor, el rezago de varios años en la infraestructura vial y la entrada en operación de los TLCs, ha generado crecimiento de la demanda, la cual no ha sido armonizada con un mejoramiento en la oferta vial, que ocasiona una deficiente calidad en la intercomunicación vial entre los diferentes centros poblados y de producción o de intercambios comerciales, ocasionando aumento en los tiempos de viaje y por ende incremento de costos operacionales y baja competitividad, por tanto es de principal importancia conocer las condiciones de accesibilidad de las diferentes regiones de nuestro país, así como el impacto que las obras de 4ª generación (4G) están teniendo en esta.

En el presente trabajo se pretende conocer tanto accesibilidad en el escenario actual, como en el escenario futuro (impacto) de la zona de análisis (6 departamentos de la región Caribe) , con la construcción de la doble calzada en la ruta de Cartagena a Barranquilla, la cual busca mejorar la conexión entre los departamentos de Atlántico y Bolívar y tiene por objeto incentivar el sector turístico e industrial, este último a través de optimizar el transporte desde y hacia las zonas francas que se encuentran ubicadas en las ciudades costeras, así como de la circunvalar de La Prosperidad de Barranquilla

Este proyecto está diseñado para que construir doble calzada en dos tramos de la vía Cartagena - Barranquilla (110 km) y la Circunvalar de la Prosperidad del Atlántico que vaya del municipio de Malambo a Las Flores (36,7 km), este último permitirá agilizar la movilidad de la zona rodeando la rodeando la zona semiurbana de la ciudad de Barranquilla.

Se estima que su inversión será de COP1,3 billones y contará con viaductos, intersecciones y dobles calzadas. Además, quiere promover el comercio exterior y así aprovechar las ventajas que puedan ofrecer los puertos de Cartagena y Barranquilla para los intercambios comerciales que se den por los diferentes tratados de libre comercio (TLC). Los principales beneficios que se esperan obtener con la obra son proveer la infraestructura requerida para atender la operación y volúmenes de tráfico que ingresan a la ciudad de Cartagena por el norte y por el oeste de Barranquilla, optimizar el nivel de servicio en el sector de la Boquilla con las mejoras geométricas y construcción de viaductos y puentes, descongestión del tráfico en las zonas de Barranquilla y Soledad y demás municipios del área metropolitana, beneficio directo para los industriales de las

Zonas Francas, ubicadas en los corredores industriales de Galapa y Juan Mina respectivamente, reduciendo tiempos de recorrido, lo que redunda en menores costos vehiculares y de producción en general. .

En razón a lo anteriormente expuesto se presenta un orden en el trabajo de grado, donde se cuenta con el objetivo general del proyecto con sus respectivos objetivos específicos, así mismo se expone la metodología utilizada para dar alcance a dichos objetivos, seguido se expone el marco teórico donde se relaciona el desarrollo que ha tenido el tema de la accesibilidad, posteriormente se mencionan las generalidades de la zona de análisis con datos que permitieron alimentar la metodología del estudio realizado, para de esta manera lograr una correcta evaluación y análisis de lo pertinente. La parte final corresponde a la exposición del desarrollo del estudio con sus debidas conclusiones, y en último lugar se relaciona la bibliografía utilizada para lograr desarrollar el presente de trabajo de grado.

2. OBJETIVO GENERAL

Determinar el impacto de las obras 4G “obras viales construidas mediante la modalidad de alianza publico privada APP o de 4ª generación “vía Cartagena – Barranquilla y circunvalar de La Prosperidad” en la zona de análisis, en términos de los tiempos medios de viaje (Accesibilidad).

3. OBJETIVOS ESPECIFICOS

3.1 Evaluar los tiempos medios de viaje del escenario actual y futuro.

3.2 Análisis geoestadístico y evaluación de las curvas isócronas obtenidas para el escenario actual.

3.3 Análisis geoestadístico y evaluación de las curvas isócronas obtenidas para el escenario futuro.

3.4 Análisis de cobertura espacial de las curvas isócronas en relación con las variables población, PIB y área para el escenario actual y escenario futuro.

3.5 Análisis geoestadístico y evaluación de las curvas gradientes de cambio en tiempos medios de viaje, relacionando el escenario futuro (alternativa única) con el escenario actual.

3.6 Análisis de cobertura espacial de las curvas gradientes de tiempo medio de viaje en relación con las variables población, PIB y área para escenario actual vs escenario futuro.

3.7 Análisis comparativo de los resultados de cobertura geoespacial.

4. METODOLOGIA

La metodología utilizada para este trabajo se compone de las siguientes tapas.

4.1 Adquisición de la información.

Se obtuvieron las redes viales de los seis departamentos de la zona de análisis en Autocad, de la Universidad Nacional Sede Manizales e información secundaria de entidades como del Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, Instituto Nacional de Vías INVIAS entre otras, relacionada con aspectos viales, económicos y poblacionales (Población, PIB).

4.2 Procesamiento redes viales

Mediante el uso de los software TransCAD "Diseñado para almacenar, visualizar, gestionar y analizar datos de transporte, combinando capacidades GIS y modelaciones del transporte en una única plataforma integrada, a cualquier escala o nivel de detalle". (TransCad tutorials, s.f.), ArcGis y Excel, se jerarquizaron las vías en primarias y secundarias, se fusionaron los seis departamentos para crear la zona de análisis, se chequearon nodos y corrigieron errores (topología).

4.3 Cálculo de la Accesibilidad Media Global Escenario Actual.

Con el software TransCad se corren caminos mínimos, utilizando velocidades funcionales de 51 y 34 kms/hr. para vías primarias y secundarias respectivamente, el cual consiste en hallar el tiempo de viaje de cada punto de la red a todos los demás puntos (matriz de tiempos promedios mínimos de viaje, en la que se minimiza el tiempo medio de viaje entre el conjunto de nodos y todos los nodos que conforman la red en estudio).

La accesibilidad se analiza a partir del vector de tiempo medio de viaje (Tvi), el cual representa el tiempo promedio de viaje desde un determinado conjunto de nodos hasta los demás nodos de la red vial. Para la obtención del vector de tiempo medio de viaje, se debe calcular la matriz unimodal de distancias. Luego, con velocidades funcionales de cada arco de acuerdo a la jerarquización realizada, se elabora la matriz de tiempos promedios

mínimos de viaje, en la que se minimiza el tiempo medio de viaje entre el conjunto de nodos y todos los nodos que conforman la red en estudio.

El vector de tiempo medio de viaje obtenido (nx1) se relaciona con las coordenadas geográficas (longitud y latitud) de cada uno de los nodos, obteniéndose una matriz de orden (nx3) con la que se generan las curvas isócronas de tiempo promedio de viaje, utilizando el software "Surfer", encargado de realizar el análisis geoestadístico basados en el método de Kriging, el cual se encarga de realizar una interpolación espacial, que en su concepto básico se encarga de correlacionar a una respectiva zona propiedades similares a las del punto del cual posee el dato exacto y que a medida que se aleja de este punto de referencia las propiedades ya no son parecidas llegando a estabilizarse cuando alcanza cierta distancia. (Esri, 2016).
Después de efectuada la interpolación espacial el software se encarga de exponer las curvas isócronas, las cuales se exportan nuevamente a TransCad para ser corregidas y para la asignación de los valores, los cuales ya habían sido dados por "Surfer". Finalizada las curvas en TransCad se exportan a ArcGis, para allí ser superpuestas a la zona de análisis y presentar el mapa que contiene las isócronas correspondientes a los tiempos medios de viaje.

4.4 Análisis geoestadístico y evaluación de las curvas isócronas obtenidas para el escenario actual.

Se observan cuales son los valores de la isócronas y que zonas cubren, para determinar las condiciones de accesibilidad y las causas de estas.

4.5 Análisis de cobertura espacial de las curvas isócronas en relación con las variables población y área para el escenario actual.

Cruzando la información de las curvas isócronas obtenidas, con la de población, área y PIB, se obtienen que condiciones socioeconómicas cubre cada una de estas curvas.

4.6 Cálculo de la Accesibilidad Media Global Escenario Futuro.

Para obtener la isócronas de la accesibilidad media global ofrecida por la red vial futura, fue necesario realizar los cambios en el grafo de análisis, que consistieron en añadir los nodos y arcos correspondientes a la doble

calzada en el sector Cartagena – Peaje Marahuaco y Puerto Colombia – Barranquilla; así como la circunvalar de La Prosperidad en doble calzada nueva, en una longitud de 36.7 kms. (Sector Las Flores -Puerto Colombia – Intersección con la vía Barranquilla Juan Mina – Villa Olímpica – Malambo).

4.7 Análisis geoestadístico y evaluación de las curvas isócronas obtenidas para el escenario futuro.

Se observan cuales son los valores de la isócronas y que zonas cubren, para determinar las condiciones de accesibilidad y las causas de estas.

4.8 Análisis de cobertura espacial de las curvas isócronas en relación con las variables población y área para el escenario futuro.

Cruzando la información de las curvas isócronas con las de población, área y PIB, se obtienen que condiciones socioeconómicas que cubre cada una de estas.

4.9 Obtención curvas gradientes de accesibilidad

El impacto de las obras 4G está representado en la diferencia de curvas isócronas (curvas gradientes de accesibilidad) entre los escenarios actual y futuro, obteniendo el porcentaje de disminución en los tiempo de viaje, entre la accesibilidad actual y futura.

4.10 Análisis geoestadístico y evaluación de las curvas gradientes de cambio en tiempo medio de viaje, relacionando el escenario actual y futuro.

4.11 Análisis de cobertura espacial de las curvas isócronas de gradiente de tiempo medio de viaje en relación con las variables población, PIB y área para el escenario futuro.

Cruzando la información de las curvas isócronas gradientes, correspondiente a los ahorros obtenidos en términos de tiempos medios de viaje, con las de población, área y PIB, se obtienen que condiciones socioeconómicas cubre cada una de estas y de esta forma se logra identificar la población beneficiada y sus características .

.

5. MARCO TEORICO

Culminando la década de los cincuenta se presenta la que es considerada la primera definición técnica del concepto de accesibilidad: "... the potencial of opportunities for interaction" (Hansen**,** 1959); sin embargo Michael Batty (2009) describe la aparición en los años 20 del término 'accesibilidad' (facilidad de acceso), que se generalizó a raíz del desarrollo de la planificación de transporte en Estados Unidos tras la II Guerra Mundial.

Algunas otras definiciones que describen la evolución del concepto son: "La facilidad para alcanzar cualquier zona de actividad usando un sistema de transporte determinado" (Dalvi y Martin, 1976), "medida de la facilidad de comunicación entre asentamientos humanos o actividades, usando un determinado modo de transporte" (Morris et al., 1978), "El conjunto de beneficios provistos por un sistema de transporte/uso del suelo dado" (Ben-Akiva y Lerman,1979), "Accesibilidad es la facilidad con la que se puede alcanzar un cierto sitio (destino), desde otros puntos en el territorio (orígenes), por lo que sintetiza las oportunidades de contacto e interacción entre determinados orígenes y destinos" (Goodall, 1987; trad. Garrocho y Campos, 2006). - "Una medida de la oportunidad o facilidad de acceso de la gente, con diferentes atributos, a las actividades en las que desean participar" (Hull, Silva y Bertolini, 2012).

"En estudios más recientes se ha identificado la Accesibilidad como el beneficio neto que alcanza un grupo de personas por el hecho de poseer una determinada localización y poder utilizar un sistema de transportes y usos del suelo concreto". Barea P, Martínez O**.** 2002 *Metodologías de evaluación de la accesibilidad y nuevos enfoques***.** España

Se encuentran diferentes tipos de análisis de accesibilidad, realizados en diferentes épocas, los cuales han sido estudiados desde el punto de vista de la planificación territorial regional y urbana y que han abordado criterios relacionados con: desarrollo económico,(Vickerman et al., 1999); distribución espacial de las actividades económicas (Krugman, 1991); accesibilidad a cuidados de salud (Luo i Wang, 2003) y operatividad de modos de transporte (Geurs y Van Wee, 2004; Escobar et al., 2015), por citar algunos ejemplos.

El análisis de accesibilidad de un territorio se lleva a cabo mediante el empleo de la teoría de grafos **(**Petrus y Segui, 1991), la cual utiliza el estudio morfométrico de redes (análisis explicativo) para conocer, con base en datos parciales, qué aspecto tiene la estructura completa de la red; lo anterior permite identificar zonas

que presenten menores posibilidades de accesibilidad en relación con la ubicación de uno o varios nodos de actividad en particular; posteriormente se complemento con el sistema de información geográfica (SIG) para obtener curvas Isócronas.

El desarrollo de metodologías de evaluación de políticas de transporte es en la actualidad, uno de los principales tremas de investigación, no obstante, un aspecto que ha sido poco tratado en este tipo de trabajos en los países en vías de desarrollo, es el concepto de accesibilidad y su potencial como herramienta de evaluación de impactos económicos y sociales de una determinada política. En los primeros estudios se consideraba la accesibilidad simplemente como la separación espacial entre dos puntos de una red, lo cual limitaba el alcance y la capacidad de identificar impactos económicos y sociales, pues se centraban en aspectos directos de movilidad; posteriormente fue considerada también en el sentido de la oportunidad o posibilidad de una persona o grupo de personas de participar en una actividad determinada, o sea se enriquece el concepto al considerar las características de la población. De esta forma se puede ver como la accesibilidad, que comenzó siendo un concepto simplemente topológico, ha ido ampliando su campo de aplicación y su formulación con contenidos económicos y sociales en los que los beneficios comienzan a valorarse y no solo se centran en los aspectos directos de movilidad. Oviedo, Bocarejo, J.2011. *Desarrollo de una metodología de estimación de accesibilidad como herramienta de evaluación de políticas de transporte en países en desarrollo: estudio de caso de la ciudad de Bogotá*. Bogotá – Colombia.

En lo atinente a aplicaciones reales de las medidas de accesibilidad se encuentran innumerables trabajos, especialmente en Europa y Norteamérica, mas no en América Latina. Loyola C. 2006. I*nfraestructura vial y niveles de accesibilidad entre los centros poblados y los centros de actividad económica en la provincia de Nuble,viii región*. Chile.

“Desde el punto de vista metodológico, pueden realizarse mediciones de accesibilidad ideal, realizada en un espacio euclidiano, y de accesibilidad real, considerando las vías de comunicación. La importancia de estos métodos radica en que a partir del análisis del espacio funcional se abre la posibilidad de realizar estudios que tiendan a poner en evidencia el nivel de integración espacial de las entidades geográficas de un área de estudio, vínculos que, como vimos, no tienen relación directa con la cercanía o lejanía entre las entidades sino que se relacionan con las posibilidades reales de conexión y ante la consideración de que la integración espacial tiene estrecha relación con interacciones sociodemográficas y económicas necesarias para favorecer una mejora en la

justicia espacial del área de estudio". Principi N. 2012. *Análisis de accesibilidad e interacción especial: cálculos cuantitativos y representación cartográfica a escala regional* Argentina Año 4, Número 4, Sección II: Metodología. pp. 23-38

Entre los trabajos realizados referentes a Accesibilidad Territorial, se encuentra Escobar D. *Accesibilidad Territorial a nivel regional* 2013. Manizales Colombia, el cual explora el estado del arte respecto a los análisis de accesibilidad territorial y el uso de los mismos como instrumentos de planificación a nivel mundial. Se muestra claramente la metodología general de aplicación y la amplia gama de posibilidades existentes como un instrumento de planificación territorial a nivel urbano y regional. Este instrumento de planificación se soporta en el procesamiento y análisis geoestadístico de una gran cantidad de datos, en su gran mayoría datos de posicionamiento satelital, características operativas, topológicas y geográficas de las redes que se va a estudiar. Para ambos niveles de planificación territorial se obtienen resultados gráficos valiosos que permiten identificar el impacto de las intervenciones o de los cambios operativos sobre el territorio.

"Una herramienta capaz de ofrecer elementos para dicha evaluación fue la aplicación de modelos de oferta, dado que por sus características, pueden medir el impacto de una obra de forma independiente del uso que ella tenga, lo que genera una medida libre de hipótesis y supuestos subjetivos. Los análisis de accesibilidad miden la facilidad que ofrece una red vial o en general cualquier modo de transporte. El beneficio potencial de una obra puede ser evaluado en función de las posibilidades de comunicación existentes entre diferentes zonas geográficas, sobre todo si consideramos que un sistema de transporte eficiente, adecuadamente gestionado y operado conlleva a unos mejores índices de calidad de vida en las regiones e incentiva el crecimiento económico". Escobar D**.** 2013 *Accesibilidad Territorial a nivel regional.* Manizales Colombia.

Otras aplicaciones que han tenido las mediciones de Accesibilidad, es en la planificación de servicios públicos y de emergencias; en lo que respecta a los servicios sanitarios; resulta útil poder disponer de técnicas objetivas para el análisis y la cuantificación de su adecuación a la distribución de la población en el territorio. La distribución territorial de la población afecta a los procesos de planificación de servicios, que deben concentrarse en las áreas más pobladas, pero sin desatender y asegurando la dotación de las áreas menos habitadas. En este sentido, se analiza en mayor medida los trayectos interurbanos, es decir, los desplazamientos entre núcleos de población, que son también los de mayor interés en la planificación sanitaria, dado que implican zonas que no disponen de

un servicio propio y que, por tanto, dependen de manera más crítica de la distancia o el tiempo en el que sus habitantes alcanzan el servicio. Prat E, Pesquer l, Olivet M. 2009. *Metodología para el análisis de accesibilidad a los recursos sanitarios: el caso de Cataluña*. Barcelona- España

Las mediciones de accesibilidad se utilizan también para evaluar usos de la tierra y estrategias y desarrollos de transporte. Investigaciones dirigidas hacia medidas teóricamente más avanzadas de accesibilidad apuntan hacia la inclusión de las limitaciones espacio-temporales de individuos y mecanismos de retroalimentación entre la accesibilidad, el uso del suelo y los viajes.

La accesibilidad es un concepto que se utiliza en un número de campos científicos tales como la planificación del transporte, la planificación urbana y geografía u juega un papel importante en la formulación de políticas. Karst T, Geurs a, Bert van Wee. 2004. *Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions.* Environmental Assessment Agency, National Institute for Public Health and the Environmen Journal of Transport Geography 12 (2004) 127–140. Netherland

Con anterioridad al desarrollo de las infraestructuras el espacio era continuo, ya que los tiempos de acceso aumentaban gradualmente con la distancia. En el transporte por carretera, las autopistas y autovías han producido una contracción del espacio, al reducir las distancias en tiempo. Pero esta contracción no ha sido uniforme para todo el espacio. Los nodos de unión de las principales vías que suelen corresponder con las aglomeraciones urbanas, son los principales beneficiarios del nuevo orden espacial, al quedar conectados entre sí de forma rápida y eficiente. Esto lleva a considerar una visión distinta a los desequilibrios centro-periferia: los desequilibrios entre las principales aglomeraciones urbanas y su entorno regional, característicos de ese espacio cada vez más discontinuo. Por consiguiente, las nuevas infraestructuras de transporte, esenciales para el desarrollo socioeconómico y la articulación e integración de municipios y espacios, pueden modificar la accesibilidad y la dinámica poblacional influyendo en el desarrollo regional. Se pretende pues con el estudio, analizar la relación existente entre la accesibilidad y el desarrollo de las infraestructuras de transporte en las principales aglomeraciones urbanas de la Península Ibérica. . Gutiérrez J., Aliseda M., Domínguez G., Cabanillas J. *2010. Accesibilidad de la población a las aglomeraciones urbanas de la península ibérica.* Finisterra, XLV, 89, pp. 107-118

Se prevé que mediante el cálculo de los niveles de accesibilidad en la red de transporte, el planificador dispondrá de una herramienta que le permitirá:

identificar las regiones con menores posibilidades de movilidad, comparar planes alternativos de transporte valorando si sirven al objetivo de equilibrio territorial homogeneizando sus niveles de operación y accesibilidad, evaluar el impacto y consecuencias de cada actuación prevista y contará con una presentación gráfica de resultados fácilmente asequible para todos. Las infraestructuras de transportes, en tanto que modifican las condiciones de accesibilidad, constituyen un elemento clave en las políticas de desarrollo regional, puesto que las nuevas inversiones pueden resolver problemas de congestión, pero también pueden orientarse a potenciar regiones menos favorecidas. La accesibilidad permite explicar las posibilidades de interacción entre los distintos puntos de un territorio, pero hay que tener en cuenta que más infraestructura de transportes no significa necesariamente más accesibilidad. Jaramillo C. Murillo J.2006. *Análisis de accesibilidad vial para el área metropolitana de Santiago de Cali, Colombia)*..., Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia

Una de las posibles aplicaciones de los indicadores de accesibilidad es el cálculo de los efectos sobre la eficiencia de la red, entendida como la calidad de las infraestructuras en las relaciones entre los principales centros de actividad económica. Su cálculo permite analizar los efectos de una nueva infraestructura sobre la vertebración y cohesión territorial**.** Ortega E, Mancebo S, López E, Monzón de Cáceres A [ca.2006] *Análisis de la accesibilidad territorial debida a la alta velocidad en dos corredores ferroviarios en el marco del PEIT***.** Centro de Investigación del Transporte -TRANSyT, Universidad Politécnica de Madrid, España

La accesibilidad es considerada como un importante factor de competitividad de las diferentes regiones (Biehl, 1991), observándose que las poblaciones más accesibles son las que han presentado a través del tiempo un mayor éxito económico, por esto el mejoramiento de las infraestructuras de transporte es un elemento clave del desarrollo económico (Holl, 2007), coincidiendo con Escobar et al (2013) cuando manifiestan que la infraestructura vial como medio para hacer de un territorio más exequible a los centros económicos principales y cuando describen que la accesibilidad depende cada vez menos de la distancia real entre puntos geográficos a los centros de actividad y , por el contrario, depende cada vez más de la distancia a las infraestructuras de transportes y de cómo estas acortan los tiempos de conexión entre dos puntos, teniendo en cuenta que los modos de transportes son los que toman protagonismo para el análisis.

Como vemos, el desarrollo de la accesibilidad desde mediados del siglo XX es bastante amplio, dado que lo que inicio solo como la simple medición de la

separación espacial entre varios lugares, ahora se ha enriquecido con la inclusión de aspectos tales como el económico y social, generando de esta manera diferentes enfoques y por tanto no se utiliza sólo para evaluar temas de transporte o para monitorear o controlar su aplicación, sino también para evaluarlos impactos espaciales de diferentes proyectos, convirtiéndola en una herramienta valiosa de planificación, no solo urbana sino que también territorial.

La apertura económica y la globalización con la entrada en operación de los TLCs, ha generado la necesidad de mejorar la competitividad económica del país, también debido a que el crecimiento de la demanda no ha sido armonizada con un mejoramiento en la oferta vial, que ocasiona una deficiente calidad en la intercomunicación vial entre los diferentes centros poblados y de producción o de intercambios comerciales, ocasionando aumento en los tiempos de viaje y por ende incremento de costos operacionales en detrimento de la competitividad, por tanto es de principal importancia conocer las condiciones de accesibilidad de las diferentes regiones de nuestro país, así como el impacto que la construcción de la doble calzada en la ruta de Cartagena a Barranquilla, la cual busca mejorar la conexión entre los departamentos de Atlántico y Bolívar y tiene por objeto incentivar el sector turístico e industrial, este último a través de mejorar el transporte desde y hacia las zonas francas que se encuentran ubicadas en las ciudades costeras, así como de la circunvalar de La Prosperidad de Barranquilla

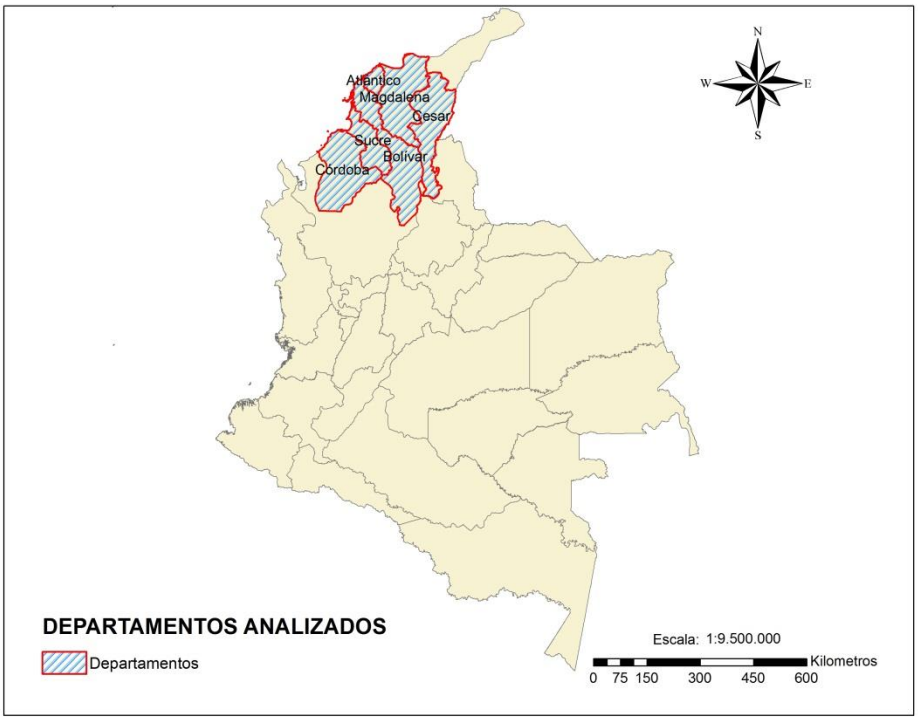
El análisis que se llevó a cabo, muestra un panorama general de las condiciones de accesibilidad ofrecidas por las infraestructuras del transporte en la región de análisis y en cualquier momento puede servir de soporte y apoyo en la toma de decisiones respecto a modificaciones que se pretendan realizar a la red vial o a los sistemas de transporte que la usan y sobre todo para establecer en qué áreas se deben aunar esfuerzos para ofrecer una mejor accesibilidad y aumentar la calidad de vida de los pobladores.

6. GENERALIDADES DE LA ZONA DE ANALISIS

La zona de análisis comprende seis departamentos de la región Caribe colombiana, ubicados al norte del país; Atlántico y Bolívar, en los cuales se llevara a cabo las obras de doble calzada en sectores de la vía entre sus capitales,

Cartagena – Barranquilla y la circunvalar de La Prosperidad en esta última; además de Cesar, Córdoba, Magdalena y Sucre, los cuales son vecinos a los dos primeros.

Figura No 1: Zona de Análisis



Fuente: Elaboración propia

6.1 DEPARTAMENTO DEL ATLANTICO

El Departamento del Atlántico está localizado entre los 10º15'36'' y 11º 06'37'' de latitud norte, y 74º42'47'' y 75º16'34'' de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 3.386 km2 lo que representa el 0.29 % del territorio nacional. Limita por el norte y noreste con el mar Caribe, en una extensión aproximada de 90 Km; desde el rompeolas occidental en Bocas de Ceniza, hasta las salinas de Galerazamba. Al este, con el río Magdalena, en una longitud de 105 Km, contados desde su desembocadura en Bocas de Ceniza hasta el desprendimiento del Canal del Dique en Calamar; al sur, suroeste y oeste con el departamento de Bolívar desde Calamar hasta las Salinas de Galerazamba. El departamento está dividido en 23 municipios, 31 corregimientos, 14 inspecciones de policía, numerosos caseríos y sitios poblados. En el territorio del departamento del Atlántico se presentan dos tipos de relieves, uno montañoso, que ocupa cerca del 45% del área

departamental, con serranías y colinas de poca altura, y otro plano de terrazas, llanuras aluviales y ciénagas, que conforman las tierras vecinas del Canal del Dique y el río Magdalena con su desembocadura al mar. (Pagina Web Gobernación del Atlántico 2015)

Tabla No 1: Población por municipio departamento del Atlántico

MUNICIPÌO	POBLACION TOTAL		CABECERA		RESTO	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Barranquilla	1.212.943	1.218.475	1.208.729	1.214.253	4.214	4.222
Baranoa	57.242	57.843	48.026	48.565	9.216	9.278
Campo de La Cruz	16.325	16.040	14.297	14.061	2.028	1.979
Candelaria	12.445	12.474	9.519	9.569	2.926	2.905
Galapa	41.555	42.720	37.658	38.739	3.897	3.981
Juan de Acosta	16.580	16.806	11.132	11.353	5.448	5.453
Luruaco	26.542	26.886	13.208	13.439	13.334	13.447
Malambo	119.286	121.281	112.402	114.298	6.884	6.983
Manatí	15.533	15.723	14.022	14.200	1.511	1.523
Palmar de Varela	25.192	25.338	24.534	24.692	658	646
Piojó	5.127	5.134	2.458	2.454	2.669	2.680
Polonuevo	15.156	15.283	12.434	12.545	2.722	2.738
Ponedera	21.912	22.247	11.121	11.265	10.791	10.982
Puerto Colombia	27.216	27.103	22.336	22.427	4.880	4.676
Repelón	25.759	26.099	17.474	17.720	8.285	8.379
Sabanagrande	31.009	31.678	29.984	30.641	1.025	1.037
Sabanalarga	97.076	98.169	79.199	80.411	17.877	17.758
Santa Lucía	11.683	11.584	11.015	11.007	668	577
Santo Tomás	25.198	25.326	24.290	24.432	908	894
Soledad	599.012	615.492	598.408	614.900	604	592
Suan	8.858	8.752	8.534	8.436	324	316
Tubará	11.021	11.020	6.498	6.518	4.523	4.502

Fuente: Dane, censo 2005

El porcentaje de personas en situación de pobreza para el departamento de Atlántico en 2014 fue 28,6%, mientras que en 2013 fue 32,4%, con una disminución de 3,8 puntos porcentuales. En 2014, el porcentaje de personas en situación de pobreza extrema para el departamento fue 3,9%, mientras que en el 2013 fue de 4,3%, presentando una disminución de 0,4 puntos porcentuales. El coeficiente de Gini que mide desigualdad registró 0,445, mientras que en 2013 fue 0,453, es decir, disminuyó en 0,008 puntos.

Las exportaciones en el año 2014, alcanzaron U$ 1.343,7 millones, mientras que las importaciones alcanzaron, U$3.268,0 millones. La principal exportación son insecticidas y medicamentos y las importaciones productos laminados de hierro en caliente y abonos. (Dane, Encuesta Anual Manufacturera 2014).

Los principales cultivos permanentes son la yuca, limón y mango y los transitorios maíz, melón y patilla. (Ministerio de Agricultura - Anuario agropecuario 2015)

El aeropuerto que sirve a la ciudad capital, Barranquilla es el "Ernesto Cortizzos" y está localizado en el municipio de Soledad, a 7 km al sur del centro de Barranquilla, es capaz de recibir aviones de gran envergadura como los Boeing 767, Boeing 777,Boeing 787 y Airbus A330, Airbus A340, Airbus A350.en la actualidad, el aeropuerto es quinto en número de pasajeros y el cuarto en carga.El número de pasajeros movilizados durante 2015 aumentó en un 15,24% en comparación con 2014, al pasar de 2.39 millones a 2.75 millones, se incrementó en 364.633 el volumen de pasajeros, de los cuales, 216.330 lo hicieron en vuelos internacionales, mientras que 2.45 millones fueron transportados en vuelos nacionales. En cuanto a la carga, se movilizaron 33,291 toneladas, que representa un incremento del 24.27% respecto al año anterior. (Pagina web aeropuerto 2015).

Por vía terrestre, la terminal de transportes de la ciudad, movilizo 4.068.976 de pasajeros en 2014 (página web Terminal de Transporte de Barranquilla 2015).

El "Puerto de Barranquilla Sociedad Portuaria", movilizó un total de 4.416.570 toneladas en el año 2014. Con un crecimiento del 9% en relación al año anterior, Es el principal puerto multipropósito del Caribe Colombiano. (Puerto de Barranquilla, Sociedad Portuaria Pagina Web 2015)

En total la zona portuaria de Barranquilla movilizo 10.389.666 toneladas durante 2014 y el Total nacional fue de184.761.037 toneladas (Sistema de Indicadores de Gestión Portuaria - SIGP - Módulo Estadístico, Superintendencia de puertos y transporte. 2014)

El departamento del Atlántico cuenta con una red vial densa y distribuida de tal manera que cubre todas las zonas de su territorio, permitiendo el transporte de pasajeros y carga entre la capital, los otros municipios del departamento y el resto del país.

Figura No 2 Red vial Dpto. del Atlántico

Fuente: Mapas viales Invias

6.2 DEPARTAMENTO DE BOLIVAR

El Departamento de Bolívar está situado en el norte del país, en la región de la llanura del Caribe, localizado entre los 07º00'03'' y los 10º48'37'' de latitud norte y entre los73º45'15'' y los 75º42'18'' de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 25.978 km2 lo que representa el 2.28 % del territorio nacional. Limita por el por el Norte con el mar Caribe y el departamento del Atlántico, por el Este con el río Magdalena que lo separa de los departamentos del Magdalena, Cesar y Santander, por el Sur con los departamentos de Santander y Antioquia, y por el Oeste con Antioquia, Córdoba, Sucre y el mar Caribe. El departamento está dividido en 45 municipios, 348 corregimientos, 3 inspecciones de policía, así como, numerosos caseríos y sitios poblados. (Página Web Gobernación de Bolívar 2015).

En el territorio del departamento de Bolívar se pueden distinguir tres grandes unidades fisiográficas; la primera en el norte, de relieve ondulado a quebrado

segunda unidad hace parte de la depresión Momposina, la región más cenagosa e inundable del país por la gran cantidad de brazos, caños, ciénagas y pantanos que forman los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge y la tercera, en el sur del departamento, corresponde a las estribaciones de la cordillera Central, conocida como la serranía de San Lucas.(Pagina Web Gobernación de Bolívar 2015).

Tabla No 2: Población por municipios departamento de Bolívar

MUNICIPÌO	POBLACION TOTAL		CABECERA		RESTO	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Cartagena	990.179	1.001.755	947.579	959.594	42.600	42.161
Achí	22.666	23.051	4.021	4.106	18.645	18.945
Altos del Rosario	13.414	13.669	7.798	8.073	5.616	5.596
Arenal	18.481	18.876	5.039	5.173	13.442	13.703
Arjona	71.180	72.514	55.951	57.002	15.229	15.512
Arroyohondo	9.782	9.907	6.498	6.635	3.284	3.272
Barranco de Loba	17.461	17.768	6.022	6.159	11.439	11.609
Calamar	23.008	23.308	12.951	13.158	10.057	10.150
Cantagallo	9.072	9.239	4.244	4.368	4.828	4.871
Cicuco	11.110	11.118	7.462	7.523	3.648	3.595
Córdoba	12.475	12.435	3.130	3.107	9.345	9.328
Clemencia	12.443	12.540	10.335	10.490	2.108	2.050
El Carmen de Bolívar	74.297	75.151	58.579	59.639	15.718	15.512
El Guamo	7.763	7.757	4.346	4.359	3.417	3.398
El Peñón	9.291	9.484	3.772	3.888	5.519	5.596
Hatillo de Loba	11.907	11.971	3.403	3.459	8.504	8.512
Magangué	123.618	123.737	85.363	85.691	38.255	38.046
Mahates	25.464	25.786	9.714	9.847	15.750	15.939
Margarita	9.792	9.876	1.728	1.743	8.064	8.133
María La Baja	47.749	48.079	20.810	21.159	26.939	26.920
Montecristo	20.741	21.229	10.635	11.019	10.106	10.210
Mompós	43.805	44.124	25.441	25.785	18.364	18.339
Morales	20.878	21.182	5.743	5.842	15.135	15.340
Norosí	5.236	5.204	1.993	2.070	3.243	3.134
Pinillos	24.666	24.923	2.651	2.683	22.015	22.240
Regidor	10.304	10.489	4.282	4.421	6.022	6.068
Río Viejo	17.791	18.076	9.023	9.360	8.768	8.716
San Cristóbal	6.653	6.669	5.525	5.580	1.128	1.089
San Estanislao	16.149	16.257	11.850	11.961	4.299	4.296
San Fernando	13.657	13.753	2.912	2.935	10.745	10.818
San Jacinto	21.519	21.536	20.660	20.772	859	764
San Jacinto del Cauca	13.140	13.426	3.655	3.773	9.485	9.653
San Juan Nepomuceno	33.346	33.466	26.188	26.441	7.158	7.025
San Martín de Loba	16.920	17.295	7.215	7.392	9.705	9.903

San Pablo	32.569	33.291	28.558	29.395	4.011	3.896
Santa Catalina	13.041	13.169	4.699	4.748	8.342	8.421
Santa Rosa	22.095	22.592	14.270	14.553	7.825	8.039
Santa Rosa del Sur	41.090	42.003	21.621	22.563	19.469	19.440
Simití	19.988	20.271	9.498	9.853	10.490	10.418
Soplaviento	8.423	8.441	8.222	8.250	201	191
Talaigua Nuevo	11.318	11.350	5.305	5.351	6.013	5.999
Tiquisio	21.634	22.041	5.859	6.042	15.775	15.999
Turbaco	71.173	72.168	65.915	66.913	5.258	5.255
Turbaná	14.733	14.883	13.621	13.786	1.112	1.097
Villanueva	19.458	19.691	17.980	18.233	1.478	1.458

Fuente. Dane:, censo 2055

Las personas con NBI en 2014 correspondió al 46.6%, mientras que personas en condición de pobreza fue del 39.9%, pobreza extrema 10.1%; el coeficiente de Gini alcanzo el 0.512 (Dane 2015).El Desempleo en 2015 fue del 7% (Dane 2016).

Las importaciones en el año 2014 alcanzaron, U$4.286,2 millones, mientras que las exportaciones fueron U$ 3.753,4. Principal importación: hidrocarburos; exportaciones, polímeros y petróleo refinado. Principal industria Productos de la refinación del petróleo y químicas básicas. (DANE - Encuesta Anual Manufacturera 2014)

Cultivos permanentes yuca, ñame, palma de aceite y plátano, transitorios maíz y arroz. (Ministerio de Agricultura - Anuario agropecuario 2015)

La ciudad de Cartagena de Indias, cuenta con el Aeropuerto Internacional “Rafael Núñez”, que se encuentra ubicado en el perímetro urbano de la ciudad de Cartagena, Desde 1996 es administrado por la concesión Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A. – SACSA, empresa colombiana y su socio operador español AENA. Cuenta con un incremento significativo en los últimos años, pues pasó de movilizar 1.6 millones de pasajeros en el 2009 a movilizar 3.4 millones en el 2014; recibe más de300 vuelos directos cada semana. El terminal tiene capacidad de recibir 4 millones de pasajeros. Durante el 2014 se generaron 10.400 operaciones (8.928 Nacionales y 1.472 internacionales), 4 rutas internacionales (U New York, Fort Lauderdale, Miami y Ciudad de Panamá) y 7 nacionales para un total de 3.441.742 pasajeros movilizados. (Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A. – SACSA página web)

En cuanto a puertos**,** las cuatro principales terminales privadas de uso público son Sociedad Portuaria Regional de Cartagena (SPRC), terminal de contenedores de

Cartagena (Contecar), Puerto de Mamonal y la Compañía de Puertos Asociados Compas, que surgió de una reciente fusión entre Muelles El Bosque y los activos portuarios del Grupo Argos.

La Sociedad Portuaria Regional de Cartagena S.A. (SPRC) ubicada en el sector de Manga Terminal Marítimo y Contecar ubicado en la zona industrial de Mamonal, en 2014 (Contecar + SPRC) tuvieron 2.474 recaladas, de las cuales 1.969 fue de portacontenedores, para un total de 21.276.157 toneladas movilizadas. (Pagina web, Sociedad Portuaria Regional de Cartagena S.A. (SPRC)).

El puerto de Mamonal S.A. sociedad portuaria, es un puerto privado de uso público, de carácter multipropósito, (carga a granel, carga extra pesada y extra dimensionada, carga general, carga suelta y contenerizada). La ubicación geográfica estratégica, muy cerca al canal de acceso a la Bahía de Cartagena, del fluvial por el canal del Dique y la vecindad con las carreteras de interconexión con el Norte, Oriente, Occidente y Centro del País, nos hacen una solución al comercio internacional. (Pagina web PUERTO DE MAMONAL S.A. sociedad portuaria).

Total zona portuaria de Cartagena 31.770.942 toneladas movilizadas durante el 2014 y el total nacional fue de 184.761.037 toneladas. (SIGP - Módulo Estadístico, Superintendencia de puertos y transporte. 2014)

El departamento de Bolívar presenta una infraestructura vial concentrada en la zona norte del dpto. y teniendo en cuenta que este tiene geográficamente una forma alargada en sentido sur – norte, esta no abarca la totalidad de los municipios, debido en gran medida a la red hidrológica del departamento un medio de transporte muy usado es el fluvial, por el cual se comunican muchos municipios aprovechando los ríos Magdalena, Cauca, San Jorge y los numerosos brazos y ciénagas de su jurisdicción.

Figura No 3 Red vial Dpto. de Bolívar

Fuente: Mapas viales Invias

6.3 DEPARTAMENTO DEL CESAR

El Departamento del Cesar está situado en el norte del país, en la llanura del Caribe; localizado entre los 07º41'16'' y 10º52'14'' de latitud norte y los 72º53'27'' y74º08'28'' de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 22.925 km2 lo que representa el 2.0 % del territorio nacional. Limita por el Norte con los departamentos de Magdalena y La Guajira, por el Este con la República de Venezuela y el departamento de Norte de Santander, por el Sur con los departamentos de Norte de Santander y Santander, y por el Oeste con los departamentos de Bolívar y Magdalena. El departamento está dividido en 25 municipios, 165 corregimientos y 3 inspecciones de policía. (Pagina web Gobernación del Cesar 2015)

Tabla No 3: Población municipios departamento de Cesar

MUNICIPÌO	POBLACION TOTAL		CABECERA		RESTO	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Valledupar	443.210	453.215	377.670	386.733	65.540	66.482
Aguachica	91.977	92.957	79.933	80.978	12.044	11.979
Agustín Codazzi	51.195	50.829	38.764	38.727	12.431	12.102
Astrea	19.130	19.195	9.858	9.935	9.272	9.260
Becerril	13.508	13.453	10.308	10.341	3.200	3.112
Bosconia	36.629	37.248	33.309	33.889	3.320	3.359
Chimichagua	30.720	30.658	11.693	11.715	19.027	18.943
Chiriguaná	19.917	19.650	14.524	14.581	5.393	5.069
Curumaní	24.694	24.367	19.066	19.119	5.628	5.248
El Copey	26.354	26.473	20.327	20.504	6.027	5.969
El Paso	22.653	22.832	3.964	3.975	18.689	18.857
Gamarra	16.438	16.644	9.227	9.377	7.211	7.267
González	7.198	6.990	1.327	1.316	5.871	5.674
La Gloria	13.109	12.938	6.234	6.248	6.875	6.690
La Jagua de Ibirico	22.256	22.282	18.908	19.010	3.348	3.272
Manaure	14.188	14.514	9.127	9.341	5.061	5.173
Pailitas	17.057	17.166	13.164	13.287	3.893	3.879
Pelaya	17.796	17.910	11.925	12.038	5.871	5.872
Pueblo Bello	21.731	22.275	5.299	5.436	16.432	16.839
Río de Oro	14.085	14.041	6.110	6.133	7.975	7.908
La Paz	22.751	22.815	14.751	14.872	8.000	7.943
San Alberto	24.174	24.652	17.871	18.278	6.303	6.374
San Diego	13.427	13.376	7.503	7.494	5.924	5.882
San Martín	18.440	18.548	8.900	9.012	9.540	9.536
Tamalameque	13.896	13.862	5.556	5.585	8.340	8.277

Fuente: Dane, censo 2005

El porcentaje de personas en situación de pobreza en 2014 fue del 40,9%, personas en situación de pobreza extrema 12,0%, coeficiente de Gini 0,473 (Dane 2015). El desempleo en 2015 fue del 8.9% (Dane 2016).

En el territorio del Cesar se distingue cuatro áreas bien definidas; la primera, al norte, corresponde a la Sierra Nevada de Santa Marta, el macizo montañoso más alto del país con alturas que sobrepasan los 5.700 m sobre el nivel del mar; sus estribaciones llegan hasta la capital, la segunda se halla al este, la serranía de Los Motilones o Perijá, prolongación de la cordillera Oriental, que separa el departamento de la República de Venezuela y del departamento de Norte de Santander, con alturas hasta 3.000 m sobre el nivel del mar. La tercera, al oeste, es el área aledaña al río Magdalena, que se caracteriza por sus numerosas ciénagas, alimentadas por los periódicos desbordamientos del río, finalmente la

cuarta es el área formada por las extensas llanuras centrales bañadas por los ríos Cesar y Ariguaní, que corresponde al área agrícola más rica del territorio; en ella se encuentran buenas tierras de labor aprovechadas en agricultura y ganadería. (Pagina web Gobernación del Cesar 2015)

En el departamento se produce palma africana, maíz tradicional, maíz tecnificado, arroz riego, arroz secano mecanizado, sorgo, café, caña, yuca, algodón, cacao, ajonjolí y plátano. La ganadería vacuna es una actividad de gran importancia gracias a las extensas llanuras; la mayor proporción del hato ganadero está dedicado a la producción lechera. La pesca es una actividad relevante de la población; se caracteriza por ser de subsistencia y artesanal, y se concentra en el río Magdalena y en sus ciénagas. (Pagina web Gobernación del Cesar 2015)

El departamento se destaca por sus explotaciones de carbón ubicadas en los municipios de La Jagua de Ibirico, Chiriguaná, Becerril y El Paso. Existen además explotaciones de petróleo en el municipio de Aguachica.

El departamento cuenta con una carretera troncal, que comunica las principales poblaciones con las ciudades de Santa Marta, Bucaramanga y Bogotá D.C., otra conecta a la capital con el departamento de La Guajira y la República de Venezuela. En lo que respecta al transporte aéreo cuenta con servicio a través del aeropuerto "Alfonso López" de Valledupar, con vuelos domésticos a la ciudad de Bogotá

Figura No 4 Red vial Dpto. del Cesar

Fuente: Mapas viales Invias

6.4 DEPARTAMENTO DE CORDOBA

El Departamento de Córdoba situado en el norte del país, en la región de la llanura del Caribe; localizado entre los 09º26'16'' y 07º22'05'' de latitud norte, y los 74º47'43''y 76º30'01'' de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 23.980 km2 lo que representa el 2.1 % del territorio nacional. Limita por el Norte con el mar Caribe y el departamento de Sucre, por el Este con los departamentos de

Sucre, Bolívar y Antioquia; por el Sur con el departamento de Antioquia y por el Oeste con el departamento de Antioquia y el mar Caribe. El departamento está dividido en 28 municipios, 311 corregimientos, 6 inspecciones de policía. (Pagina web Gobernación de Córdoba 2015).

Tabla No 4: Población municipios departamento de Córdoba

MUNICIPÌO	POBLACION TOTAL		CABECERA		RESTO	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Montería	434.950	441.301	335.835	341.353	99.115	99.948
Ayapel	50.201	51.164	25.876	26.475	24.325	24.689
Buenavista	21.363	21.628	8.154	8.296	13.209	13.332
Canalete	21.060	21.548	4.094	4.183	16.966	17.365
Cereté	90.785	91.525	52.115	52.675	38.670	38.850
Chimá	14.886	15.018	3.128	3.160	11.758	11.858
Chinú	47.792	48.304	23.739	24.043	24.053	24.261
Ciénaga de Oro	63.031	64.226	25.130	25.671	37.901	38.555
Cotorra	15.415	15.447	3.961	4.002	11.454	11.445
La Apartada	14.934	15.204	12.724	13.005	2.210	2.199
Lorica	117.439	118.237	53.633	54.541	63.806	63.696
Los Córdobas	23.066	23.760	4.463	4.612	18.603	19.148
Momil	14.752	14.864	9.412	9.495	5.340	5.369
Montelíbano(1)(3)	79.543	81.341	62.557	64.109	16.986	17.232
Moñitos	27.009	27.433	6.670	6.815	20.339	20.618
Planeta Rica	66.644	67.188	42.064	42.461	24.580	24.727
Pueblo Nuevo	37.791	38.559	14.635	15.011	23.156	23.548
Puerto Escondido	28.296	29.141	4.703	4.863	23.593	24.278
Puerto Libertador	46.148	47.643	18.859	19.549	27.289	28.094
Purísima	15.027	15.073	6.385	6.418	8.642	8.655
Sahagún	89.661	89.867	47.931	48.172	41.730	41.695
San Andrés Sotavento (1) (3)	41.657	42.747	12.135	12.541	29.522	30.206
San Antero	30.798	31.365	17.172	17.506	13.626	13.859
San Bernardo del Viento	34.418	34.782	9.090	9.193	25.328	25.589
San Carlos	26.737	27.104	5.573	5.679	21.164	21.425
San José de Uré(1)	10.823	10.993	5.370	5.509	5.453	5.484
San Pelayo	43.132	43.584	8.089	8.208	35.043	35.376
Tierralta	97.553	99.911	42.679	43.884	54.874	56.027
Tuchín (1)	36.860	37.716	5.804	6.031	31.056	31.685

Fuente: Dane, censo 2005

El porcentaje de personas en situación de pobreza para el departamento de Córdoba fue 46,3% durante el 2014, el porcentaje de personas en situación de pobreza extrema fue de 12,3% y el coeficiente de Gini 0,499 (Dane 2015). El desempleo en 2015 alcanzo el 6% (Dane 2016).

El territorio departamental del Córdoba está conformado por dos grandes áreas, una plana y otra de montañas y colinas; a la primera pertenecen los valles del Sinú y San Jorge, donde están situados la mayor parte de los municipios que tienen el más alto desarrollo económico departamental, de alta fertilidad y dedicadas en su mayoría a la ganadería y la segunda región está constituida por las estribaciones de la cordillera Occidental, repartida en tres grandes ramales conocidos con los nombres de serranías de Abibe, Ayapel y San Jerónimo, las cuales se originan en el nudo de Paramillo (Antioquia). (Pagina web Gobernación de Córdoba 2015)

La principal fuente de la economía del departamento de Córdoba es la ganadería, siendo uno de los más importantes centros ganaderos del país. La agricultura cuenta con una de las regiones potencialmente más ricas en los valles del río Sinú y San Jorge. Los principales cultivos son el maíz tradicional, maíz tecnificado, algodón, sorgo, arroz, yuca, plátano y ñame.

En territorio del departamento de Córdoba se encuentran yacimientos de caliza, carbonato de calcio, oro, plata, platino, carbón y gas natural. El sector industrial y minero se concentra en la producción de ferroníquel en Cerromatoso (municipio de Montelíbano). (Pagina web Gobernación del Cesar 2015)

El sistema vial del departamento del Córdoba cuenta con una troncal que le permite la comunicación con las ciudades de la costa, con Medellín y la capital de la República. Las poblaciones pequeñas y más apartadas del departamento se comunican por carreteables y caminos de herradura, muchos de ellos son sólo transitables en los meses de verano. El transporte fluvial se lleva a cabo a través de los ríos Sinú y San Jorge en embarcaciones pequeñas, estableciendo comunicación entre las cabeceras municipales que se encuentran sobre la ribera del río y de las ciénagas que éstos forman.

Figura No 5 Red vial Dpto. de Córdoba

Fuente: Mapas viales Invias

El Aeropuerto “Los Garzones,” inaugurado en 1974, sirve a toda el área metropolitana de Montería y al departamento de Córdoba. Opera básicamente con vuelos domésticos a Barranquilla, Bucaramanga, Apartadó, Bogotá, Cartagena y Medellín. El aeropuerto se ubica a 17 km al noreste del centro de Montería. Más de 700,000 pasajeros lo transitaron en 2013 (Páginas Web aeropuertos).

6.5 DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA

El Departamento del Magdalena está situado en el norte del país, en la región de la llanura del Caribe; localizado entre los 08º56’21’’ y 02º18’24’’ de latitud norte y a los73º32’59’’ y 74º55’51’’ de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 23.188 km2 lo que representa el 2.0 % del territorio nacional. Limita por el Norte con el mar Caribe, por el Este con los departamentos de La Guajira y Cesar, por el Sur y Oeste con el río Magdalena, que lo separa de los departamentos de Bolívar y

Atlántico. El departamento está dividido en 30 municipios, 178 corregimientos, 7 inspecciones de policía.

Tabla No 5: Población por municipio departamento de Magdalena

MUNICIPÌO	POBLACION TOTAL		CABECERA		RESTO	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Santa Marta	476.385	483.865	458.168	466.327	18.217	17.538
Algarrobo	12.480	12.576	8.273	8.376	4.207	4.200
Aracataca	39.020	39.473	26.498	27.235	12.522	12.238
Ariguaní	32.044	32.166	19.832	19.972	12.212	12.194
Cerro San Antonio	7.891	7.845	4.348	4.363	3.543	3.482
Chivolo	16.002	15.960	10.773	10.801	5.229	5.159
Ciénaga	104.060	104.331	97.823	98.652	6.237	5.679
Concordia	9.443	9.388	4.199	4.214	5.244	5.174
El Banco	55.408	55.530	35.177	35.368	20.231	20.162
El Piñon	16.757	16.752	6.137	6.162	10.620	10.590
El Retén	20.736	20.981	16.000	16.270	4.736	4.711
Fundación	57.297	57.344	54.689	55.099	2.608	2.245
Guamal	27.024	27.253	7.806	7.852	19.218	19.401
Nueva Granada	19.364	19.783	7.968	8.175	11.396	11.608
Pedraza	8.052	8.066	2.452	2.472	5.600	5.594
Pijiño del Carmen	15.557	15.759	7.678	7.874	7.879	7.885
Pivijay	34.114	33.924	19.200	19.201	14.914	14.723
Plato	56.894	57.848	43.315	44.307	13.579	13.541
Puebloviejo	29.869	30.462	11.312	11.763	18.557	18.699
Remolino	8.212	8.150	5.559	5.561	2.653	2.589
Sabanas de San Angel	16.647	16.865	4.091	4.165	12.556	12.700
Salamina	7.201	7.089	4.491	4.441	2.710	2.648
San Sebastián de Buenavista	17.457	17.483	5.720	5.768	11.737	11.715
San Zenón	9.084	9.107	1.756	1.850	7.328	7.257
Santa Ana	25.628	25.938	12.912	13.034	12.716	12.904
Santa Bárbara de Pinto	12.442	12.610	7.215	7.342	5.227	5.268
Sitionuevo	31.304	31.706	15.332	15.560	15.972	16.146
Tenerife	12.253	12.243	6.096	6.156	6.157	6.087
Zapayán	8.785	8.801	3.598	3.620	5.187	5.181
Zona Bananera	60.104	60.524	4.881	4.944	55.223	55.580

Fuente: Dane, censo 2005

El porcentaje de personas en situación de pobreza en 2014 para el departamento de Magdalena fue 48,1%, las personas en situación de pobreza extrema 13,6%, coeficiente de Gini registró 0,488 (Dane 2015). El desempleo en 2015 alcanzó el 7.4% (Dane 2016).

En el año 2014, las exportaciones alcanzaron U$ 538,6 millones y las importaciones alcanzaron, U$235,2 millones (Dane e Igac, 2015).
Principales cultivos permanentes: banano, yuca y palma de aceite. (Ministerio de Agricultura - Anuario agropecuario 2015).

El Magdalena cuenta con una red vial que cubre la mayoría de su territorio, con excepción de la zona correspondiente a la sierra nevada de Santa Marta ubicada al nororiente del departamento, que permite el transporte de pasajeros y carga entre la capital, los otros municipios del departamento y el resto del país El departamento cuenta con un aeropuerto internacional, "Simón Bolívar" que se encuentra ubicado a 16,5 km al sur del centro de la Ciudad de Santa Marta, y pistas de aterrizaje en los municipios de Ariguaní, El Banco, Fundación, Guamal y Plato. Cuenta con varias cabeceras municipales situadas a orillas del río Magdalena, pero de ellos solamente El Banco tiene muelle fluvial. Para las comunicaciones marítimas Santa Marta cuenta con un muelle en la bahía de Santa Marta.

Figura No 6 Red vial Dpto. del Magdalena

Fuente: Mapas viales Invias

6.6 DEPARTAMENTO DE SUCRE

El Departamento de Sucre está situado en el norte del país, en la región de la llanura del Caribe; localizado entre los 10º08'03'' y 08º16'46'' de latitud norte y los 74º32'35'' y 75º42'25'' de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 10.670 km2 lo que representa el 0.9 % del territorio nacional. Limita por el Norte y Este con el departamento de Bolívar, por el Sur con los departamentos de Córdoba y Bolívar, y por el Oeste con el departamento de Córdoba y el mar Caribe. El departamento está dividido en 24 municipios, 234 corregimientos, una inspección de policía (Pagina web Gobernación de Sucre)

Tabla No 6: Población municipios departamento de Sucre

MUNICIPÌO	POBLACION TOTAL		CABECERA		RESTO	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Sincelejo	271.375	275.207	253.781	257.652	17.594	17.555
Buenavista	9.502	9.552	8.033	8.095	1.469	1.457
Caimito	11.962	12.077	3.306	3.347	8.656	8.730
Coloso	5.878	5.838	3.018	3.024	2.860	2.814
Corozal	61.991	62.409	50.690	51.157	11.301	11.252
Coveñas	13.300	13.530	3.742	3.812	9.558	9.718
Chalán	4.341	4.354	2.708	2.721	1.633	1.633
El Roble	10.432	10.550	4.309	4.375	6.123	6.175
Galeras	19.866	20.188	12.155	12.364	7.711	7.824
Guaranda	17.201	17.422	6.481	6.576	10.720	10.846
La Unión	11.073	11.170	5.916	6.016	5.157	5.154
Los Palmitos	19.276	19.257	8.997	9.014	10.279	10.243
Majagual	33.077	33.258	10.717	10.883	22.360	22.375
Morroa	14.263	14.429	6.506	6.612	7.757	7.817
Ovejas	21.142	21.091	11.903	11.947	9.239	9.144
Palmito	13.427	13.682	5.245	5.345	8.182	8.337
Sampués	37.787	37.925	20.763	20.954	17.024	16.971
San Benito Abad	25.171	25.442	5.323	5.314	19.848	20.128
San Juan de Betulia	12.529	12.544	6.488	6.508	6.041	6.036
San Marcos	56.384	57.071	33.199	33.629	23.185	23.442
San Onofre	49.784	50.214	23.224	24.333	26.560	25.881
San Pedro	16.075	16.038	11.133	11.139	4.942	4.899
San Luis de Sincé	33.361	33.688	25.210	25.551	8.151	8.137
Sucre	22.374	22.386	7.559	7.781	14.815	14.605
Santiago de Tolú	32.731	33.296	26.748	27.290	5.983	6.006
Tolú Viejo	18.900	18.897	5.436	5.445	13.464	13.452

Fuente: Dane, censo 2005

El porcentaje de personas en situación de pobreza para el departamento de Sucre en 2014 fue de 43,9%, el porcentaje de personas en situación de pobreza extrema fue de 9,1%, el coeficiente de Gini registró 0,475, (Dane 2015). El desempleo alcanzo en 2015 el 8.3% (Dane 2016)

En el territorio del departamento de Sucre se pueden distinguir cuatro grandes unidades fisiográficas, al occidente, la faja costera, que en el sector norte es suavemente ondulada y plana; en el extremo limítrofe con el departamento de Bolívar la costa está cubierta de mangle, la segunda unidad comprende la serranía de San Jacinto, que es la prolongación de la serranía de San Jerónimo; entre los departamentos de Sucre y Bolívar también se le conoce con el nombre de Montes de María; la tercera unidad, de relieve plano y ondulado, es conocida como las Sabanas de Sucre; la cuarta es la conformada por la depresión del bajo San Jorge y del bajo Cauca, en esta última está incluida la denominada región de La Mojana, regada por el caño o brazo del mismo nombre. Toda la unidad fisiográfica hace parte de la depresión Momposina. (Pagina web Gobernación de Sucre)

La principal actividad económica del departamento de Sucre es la ganadería vacuna, grandes extensiones de territorio se dedican a este fin. La agricultura es la segunda fuente de ingresos, se cultiva yuca, ñame, arroz, maíz, algodón, sorgo y plátano. (Página web Gobernación de Sucre)

Una carretera troncal atraviesa el territorio departamental pasando por los municipios de Sincelejo, Corozal, Los Palmitos y Ovejas, con ramales a San Pedro, Sincé, San Benito Abad, Toluviejo, Tolú, San Marcos y San Onofre; otros ramales secundarios, carreteables y caminos de herradura conectan entre sí la mayor parte de las poblaciones. El aeropuerto que sirve a su capital, Sincelejo es el aeropuerto “Las Brujas” ubicado en el municipio de Corozal a pocos kilómetros de la capital.

Figura No 7 Red vial Dpto. de Sucre

Fuente: Mapas viales Invias

La siguiente es información relevante de los departamentos que conforman la zona de análisis:

Tabla No 7: Población y Área zona de análisis.

DEPARTAMENTO	POBLACION 2015	% RESPECTO A LA POBLACION NACIONAL	AREA (KMS²)	% RESPECTO AL AREA NACIONAL
ATLANTICO	2.465.317,00	5,11	3.360,77	0,29
BOLIVAR	2.089.545,00	4,33	26.141,89	2,29
CESAR	1.043.808,00	2,16	22.973,10	2,01
CORDOBA	1.667.565,00	3,45	25.059,49	2,19
MAGDALENA	1.305.080,00	2,71	22.846,39	2,00
SUCRE	815.102,00	1,69	10.823,73	0,95
TOTALES	**9.386.417,00**	**19,46**	**111.205,37**	**9,74**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Dane e Igac

Se observa que los seis departamentos comprende un área de 111.205.37 kms2 que corresponde al 9.74% de la superficie del territorio nacional y posee el 19.46% de la población; igualmente los de mayor población son Atlántico y Bolívar y los de menor extensión Atlántico y Sucre.

Tabla No 8: Producto Interno Bruto Zona de Análisis

DEPARTAMENTO	POBLACION 2015	PIB PERCAPITA ($)	PIB DEPARTAMENTO 2015 (MILLONES)	% RESPECTO AL PIB NACIONAL
ATLANTICO	2.465.317,00	12.409.524,17	30.593.410,89	4,05
BOLIVAR	2.089.545,00	14.126.359,62	29.517.664,11	3,90
CESAR	1.043.808,00	13.603.099,95	14.199.024,55	1,88
CORDOBA	1.667.565,00	7.729.622,96	12.889.648,70	1,70
MAGDALENA	1.305.080,00	7.652.819,93	9.987.542,23	1,32
SUCRE	815.102,00	7.102.687,14	5.789.414,49	0,77
TOTALES	**9.386.417,00**		**102.976.704,98**	**13,62**

Fuente: Cálculos propios a partir de datos del Dane

Se evidencia que los departamentos con mayor aporte al PIB nacional son Atlántico y Bolívar y los de menos participación son Magdalena y Sucre. Entre los seis departamentos producen el 13.62% del PIB nacional.

Respecto a la red vial se tiene lo siguiente:

Tabla No 9: Red vial primaria zona de análisis.

DEPARTAMENTO	RED PRIMARIA CONCESIONADA KMS	RED PRIMARIA PAVIMENTADA (INVIAS) KMS	RED PRIMARIA EN AFIRMADO (INVIAS) KMS	TOTAL KMS	AREA (km²)	PONDERADO
ATLANTICO	267,70	94,00	154,00	515,70	3360,77	15,59
BOLIVAR	392,80	197,00	197,00	786,80	26141,89	184,96
CESAR	453,00	322,00	363,00	1138,00	22973,10	235,09
CORDOBA	244,50	334,00	388,00	966,50	25059,49	217,80
MAGDALENA	392,40	56,00	144,00	592,40	22846,39	121,70
SUCRE	127,80	129,00	129,00	385,80	10823,79	37,55
TOTALES	**1878,20**	**1132,00**	**1375,00**	**4385,20**	**111205,42**	**812,69**

Fuente elaboración propia a partir de datos del Invias.

La infraestructura vial de Colombia la conforman 203.392 km de carreteras que incluyen 27.577 km a cargo de la nación. De este total, 10.989 km de red primaria han sido calificados, encontrándose que 8.346 km están pavimentados y 2.643 km, sin pavimentar.

7. RESULTADOS

El desarrollo del estudio se realizó de acuerdo a la metodología propuesta, para llegar a los resultados y conclusiones que se exponen al final del presente documento.

7.1 ADQUISICIÓN DE LA INFORMACIÓN:

Se recopiló información necesaria para el análisis de accesibilidad territorial (población, PIB, actividades económicas).

Esta información se utilizó en las siguientes tablas: Tabla 1 (Pág. 27), Tabla 2 (Pág. 30), Tabla 3 (Pág.34), Tabla 4 (Pág. 37), Tabla 5 (Pág. 40), Tabla 6 (Pág.42), Tabla 7 (Pág. 45), Tabla 8 (Pág. 45), Tabla 9 (Pág. 46), del presente documento.

Para las redes viales, se recurrió a la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales la cual por medio del contrato que adelantaron para realizar el plan de movilidad del municipio de Quibdó del departamento de Chocó, adquirieron con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) un geodatabase integrado por una variedad de datasets donde contenía información georreferenciada, la cual se tomó como base para realizar el presente trabajo de grado.

7.2 PROCESAMIENTO REDES VIALES

Mediante el uso de los software ArcGis, TransCAD “Diseñado para almacenar, visualizar, gestionar y analizar datos de transporte, combinando capacidades GIS y modelaciones del transporte en una única plataforma integrada, a cualquier escala o nivel de detalle”. (TransCad tutorials, s.f.) y Excel, se jerarquizaron las vías en primarias y secundarias, se fusionaron los seis departamentos para crear la zona de análisis, se chequearon nodos y corrigieron errores (topología) para proceder a correr caminos mínimos en Transcad, utilizando velocidades funcionales de 51 y 34 kms/hr. Para vías primarias y secundarias respectivamente.

7.3 CÁLCULO DE LA ACCESIBILIDAD MEDIA GLOBAL ESCENARIO ACTUAL.

Para efectos de poder calcular la accesibilidad en el escenario actual se procedió a seguir los pasos estipulados en la metodología, así:

Mediante el uso de los software TransCAD y ArcGis, se jerarquizaron las vías en primarias y secundarias, se fusionaron los seis departamentos para crear la zona de análisis, se chequearon nodos y corrigieron errores (topología).

Posteriormente se procedió a correr caminos mínimos en TransCad, utilizando velocidades funcionales de 51 y 34 kms/hr para vías primarias y secundarias respectivamente, el cual consiste en hallar el tiempo de viaje de cada punto de la red a todos los demás puntos (matriz de tiempos promedios mínimos de viaje, en la que se minimiza el tiempo medio de viaje entre el conjunto de nodos y todos los nodos que conforman la red en estudio).

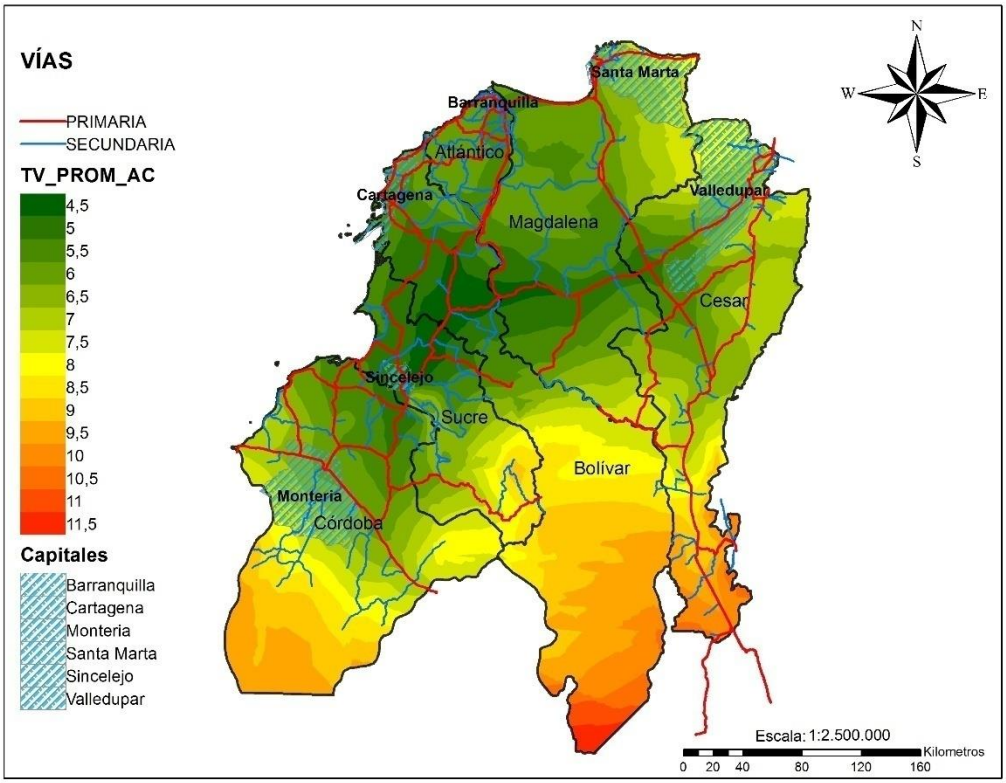
La accesibilidad se analiza a partir del vector de tiempo medio de viaje (Tvi), el cual representa el tiempo promedio de viaje desde un determinado conjunto de nodos hasta los demás nodos de la red vial. Para la obtención del vector de tiempo medio de viaje, se debe calcular la matriz unimodal de distancias. Luego, con velocidades funcionales de cada arco de acuerdo a la jerarquización realizada, se elabora la matriz de tiempos promedios mínimos de viaje, en la que se minimiza el tiempo medio de viaje entre el conjunto de nodos y todos los nodos que conforman la red en estudio (utilizando TransCad).

El vector de tiempo medio de viaje obtenido (nx1) se relaciona con las coordenadas geográficas (longitud y latitud) de cada uno de los nodos, obteniéndose una matriz de orden (nx3) con la que se generan las curvas isócronas de tiempo promedio de viaje, utilizando el software “Surfer” encargado de realizar el análisis geoestadístico basados en el método de Kriging,

Después de efectuada la interpolación espacial, el software se encarga de exponer las curvas isócronas, las cuales se exportaron nuevamente a TransCad para ser corregidas y para la asignación de los valores, finalizada las curvas en TransCad se exportaron a ArcGis para allí ser superpuestas a la zona de análisis y generar el mapa que contiene las isócronas correspondientes a los tiempos medios de viaje.

Una vez realizado todo lo anterior, en el siguiente mapa se pueden observar tanto la red vial, así como las curvas isócronas resultantes, correspondientes a los tiempos medios de viajes para el escenario actual.

Figura No 8: Curvas isócronas y red vial escenario actual

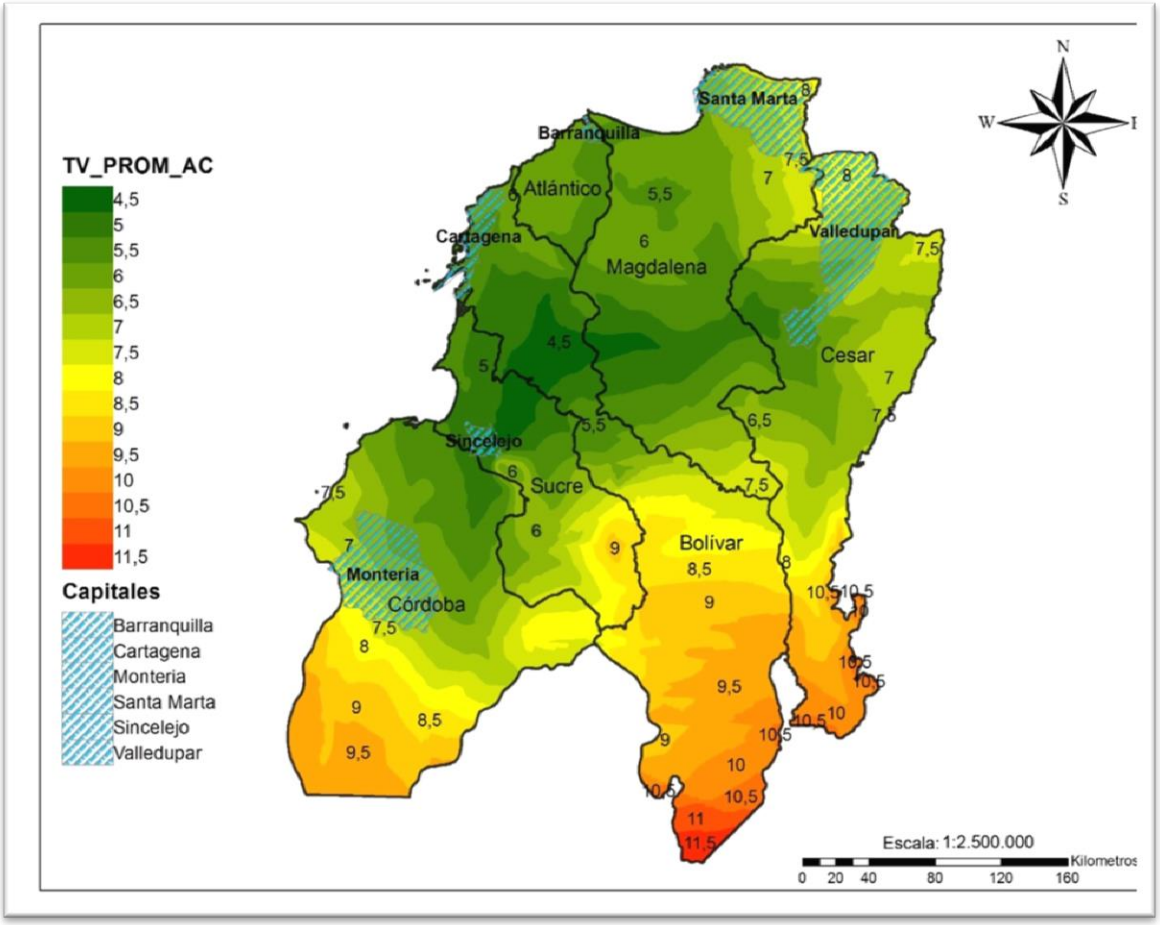


Fuente. Elaboración propia

Se evidencia claramente que las zonas más accesibles son las franjas centrales de los departamentos de zonas Sucre y Magdalena y la no central de Bolívar y las zonas menos accesibles corresponden a la zona sur de los departamentos de Córdoba, Bolívar y Cesar.

7.4 ANÁLISIS GEOESTADÍSTICO Y EVALUACIÓN DE LAS CURVAS ISÓCRONAS OBTENIDAS PARA EL ESCENARIO ACTUAL.

Figura No 9: Isócronas escenario actual con capitales de departamentos



Fuente: Elaboración propia

Se observa que la curva isócrona de menor tiempo es la de las 4.5 horas y cubre la vía desde Sincelejo hacia el norte pasando por Carmen de Bolívar, San Juan Nepomuceno hasta el cruce de El Carreto y hacia el oriente desde Zambrano (Bolívar), pasando por Plato hasta Nueva Granada (Magdalena).

Otra zona con menores isócronas (5.y 5.5 horas) es la que está alrededor de la vía desde "Y" de Carreto hacia Cartagena al noroccidente y al norte hacia Barranquilla, que comprende la zona oriental del departamento del Atlántico,

(municipios de Campo de la Cruz, Candelaria, Ponedera, Palmar de Varela, Santo Tomas, Sabanagrande, Malambo, Soledad y Barranquilla).
La curva isócrona mayor es la de 11 horas, presente en el extremo sur de Bolívar, municipios de San Pablo y Cantagallo, zonas en las cuales no existen vías ni de primero ni de segundo orden.
Adicionalmente se tienen los siguientes resultados por departamento:

Tabla 10: Tiempos de viaje promedio ponderado por el área de departamento escenario actual

DEPARTAMENTOS	AREAS INT	PESO	TV_PROM_POND
ATLANTICO	3346,81	19460,54	5,81
BOLIVAR	25524,81	200667,33	7,86
CESAR	22533,78	160062,55	7,10
CORDOBA	24427,60	179171,78	7,17
MAGDALENA	22762,89	136958,67	6,02
SUCRE	10755,86	67494,66	6,28

Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Tiempos de viaje promedio ponderado por el área de departamento, escenario actual

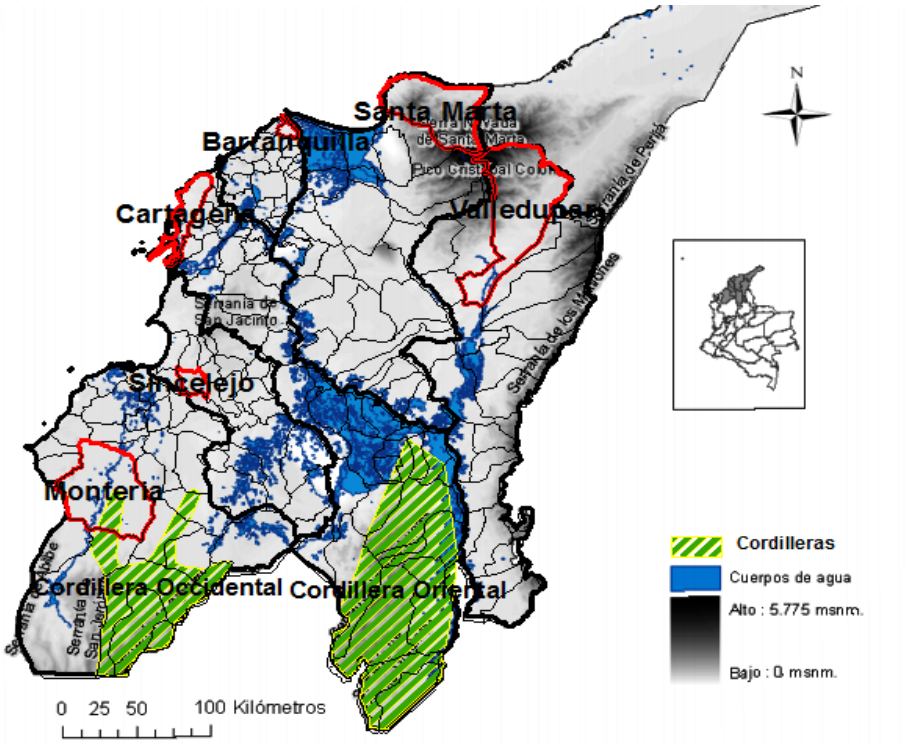
Fuente: Elaboración propia

Se evidencia que los departamentos más accesibles en su orden son Atlántico, Magdalena y Sucre; lo anterior es coherente, teniendo en cuenta que estos son los que tienen mayor densidad, cobertura y distribución vial al interior de sus territorios

y en el caso de Sucre está bien ubicado geográficamente. Los menos accesibles en su orden son Bolívar, Córdoba y Cesar, en los cuales el caso más evidente de baja cobertura de la red vial esta en el departamento de Bolívar, donde prácticamente la totalidad de esta se encuentra concentrada en la zona norte.

Las zonas menos accesibles corresponden al sur de los departamentos menos accesibles; para el caso de Bolívar, esto se debe a la presencia de la serranía de San Lucas y principalmente a la depresión momposina, que es la región más cenagosa e inundable del país por la gran cantidad de brazos, caños, ciénagas y pantanos que forman los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge, por lo cual existe carencia de red vial primaria y secundaria. La zona sur de Córdoba, (límites con Antioquia), corresponde a las estribaciones de la cordillera Occidental (serranías de Abibe, San Jerónimo y Ayapel, así como del nudo de Paramillo), la cual no cuenta con red vial adecuada. En el caso de Cesar, la accesibilidad en el sur del departamento se ve castigada por su ubicación geográfica y a que no tiene conexión con las troncales existentes en el oriente de la región (Córdoba y Sucre), debido al obstáculo que representa la región cenagosa del rio Magdalena, presente en el sur de Bolívar, tal como se ve en el siguiente mapa:

Figura No 11 Releve e Hidrografía Zona de Análisis



Fuente: Elaboración propia a partir de mapas del Igac

Respecto a los tiempos medios de viaje de cada uno de los municipios, se tiene que en cuanto al departamento del Atlántico que el municipio más accesible es su capital Barranquilla con 5.37 horas, seguido de los municipios de Suan, Santa Lucia, Campo de la Cruz y Candelaria con 5.72 horas y los menos accesibles Juan de Acosta con 6.26 horas, Usiacuri Piojo y Luruaco con 6.26 horas, como se evidencia a continuación:

Tabla No 11: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Atlántico, escenario actual.

ATLANTICO	
MUNICIPIOS	**TV_PROM_PONDERADO**
JUAN DE ACOSTA	6,26
USIACURI	6,25
PIOJO	6,25
LURUACO	6,25
TUBARA	6,21
REPELON	6,19
SABANALARGA	6,10
PUERTO COLOMBIA	5,93
MANATI	5,90
BARANOA	5,85
GALAPA	5,78
PONEDERA	5,74
SOLEDAD	5,74
MALAMBO	5,74
SABANAGRANDE	5,73
POLONUEVO	5,73
SANTO TOMAS	5,73
PALMAR DE VARELA	5,73
CANDELARIA	5,72
CAMPO DE LA CRUZ	5,72
SANTA LUCIA	5,72
SUAN	5,72
BARRANQUILLA	5,37

Fuente: Elaboración propia

Figura No 12: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Atlántico, escenario actual.

Fuente: Elaboración propia

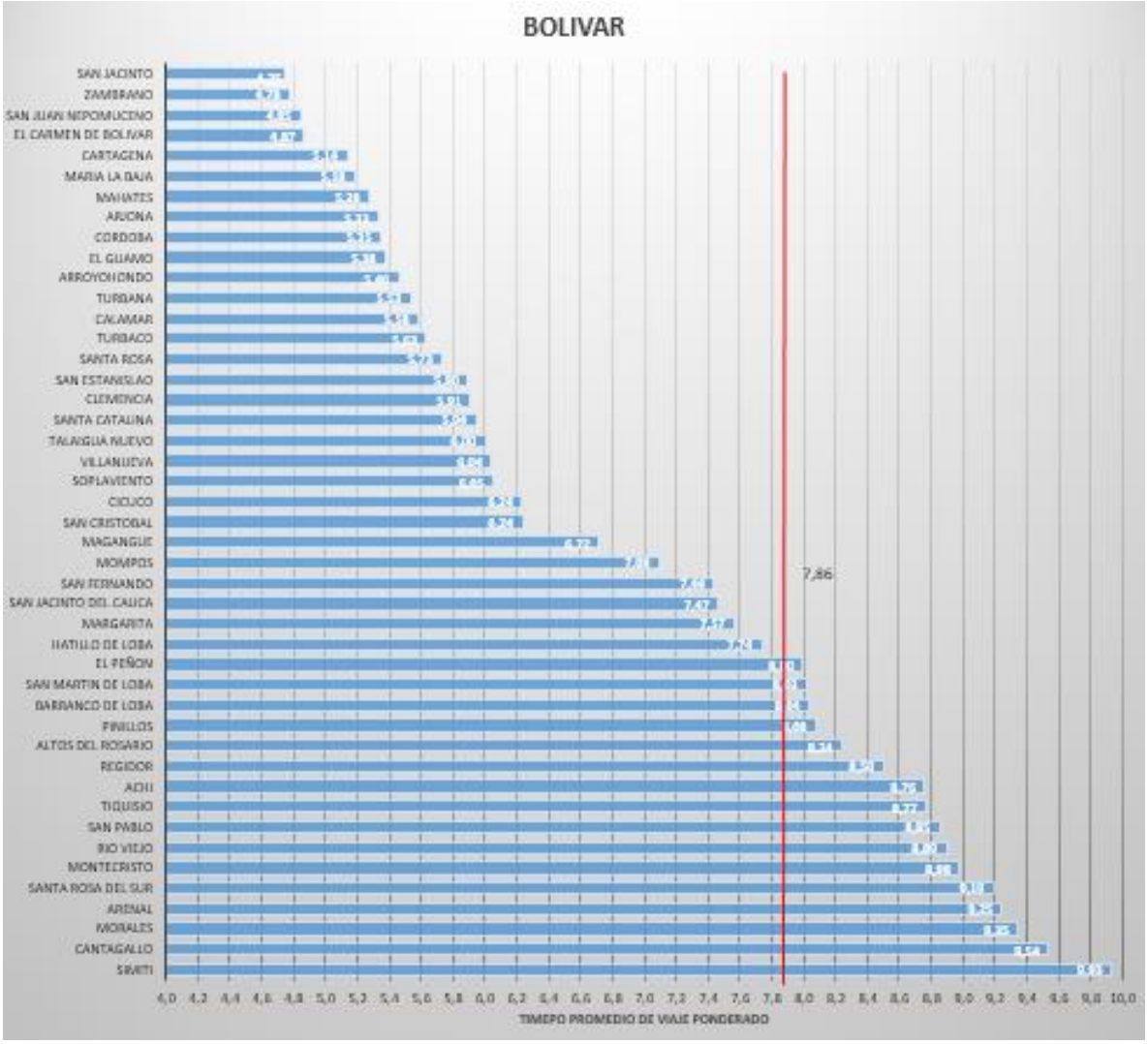
Tabla No 12: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Bolívar, escenario actual.

BOLIVAR	
MUNICIPIOS	**TV_PROM_PONDERADO**
SIMITI	9,93
CANTAGALLO	9,54
MORALES	9,35
ARENAL	9,25
SANTA ROSA DEL SUR	9,19
MONTECRISTO	8,98

RIO VIEJO	8,89
SAN PABLO	8,85
TIQUISIO	8,77
ACHI	8,76
REGIDOR	8,50
ALTOS DEL ROSARIO	8,24
PINILLOS	8,08
BARRANCO DE LOBA	8,04
SAN MARTIN DE LOBA	8,02
EL PEÑON	8,00
HATILLO DE LOBA	7,74
MARGARITA	7,57
SAN JACINTO DEL CAUCA	7,47
SAN FERNANDO	7,44
MOMPOS	7,09
MAGANGUE	6,72
SAN CRISTOBAL	6,24
CICUCO	6,24
SOPLAVIENTO	6,05
VILLANUEVA	6,04
TALAIGUA NUEVO	6,00
SANTA CATALINA	5,94
CLEMENCIA	5,91
SAN ESTANISLAO	5,90
SANTA ROSA	5,73
TURBACO	5,63
CALAMAR	5,58
TURBANA	5,53
ARROYOHONDO	5,46
EL GUAMO	5,38
CORDOBA	5,35
ARJONA	5,33
MAHATES	5,28
MARIA LA BAJA	5,18
CARTAGENA	5,14
EL CARMEN DE BOLIVAR	4,87
SAN JUAN NEPOMUCENO	4,85
ZAMBRANO	4,78
SAN JACINTO	4,75

Fuente: Elaboración propia

Figura No 13: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Bolívar, escenario actual.



Fuente: Elaboración propia

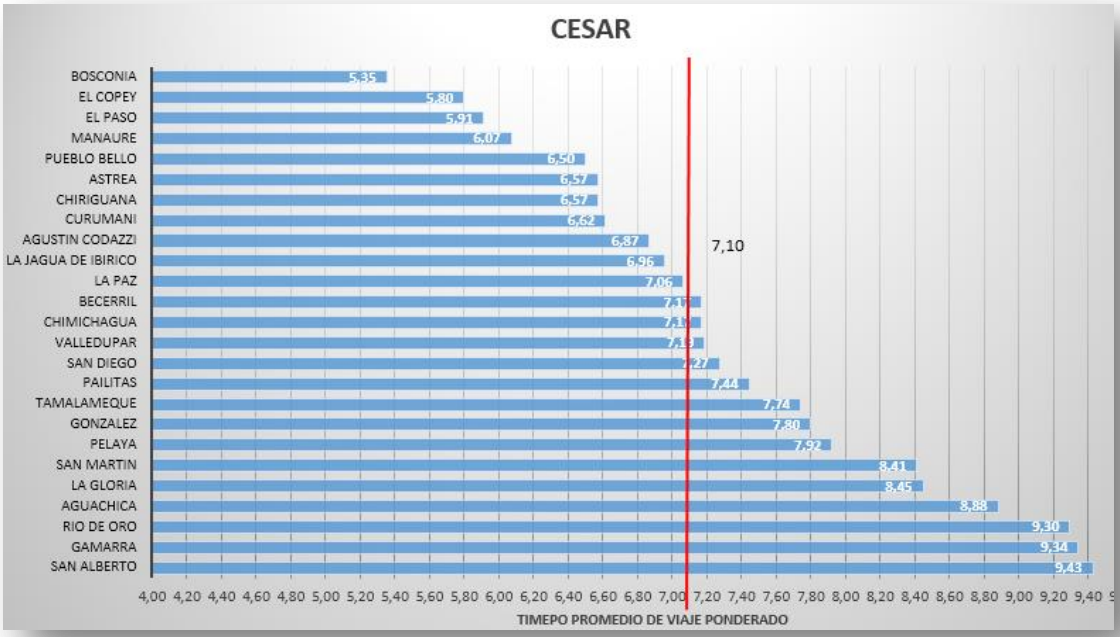
En el departamento de Cesar se observa que el municipio más accesible es Bosconia con 5.35 horas, seguido de los municipios de El Copey con 5.80 horas y El Paso 5.91 horas; los menos accesibles San Alberto 9.43 horas, Gamarra con 9.34 horas y Rio de Oro con 9.30 horas. San Alberto está ubicado en el extremo sur del departamento y Gamarra en la zona cenagosa del rio Magdalena

Tabla No 13: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Cesar, escenario actual.

CESAR	
MUNICIPOS	**TV_PROM_PONDERADO**
SAN ALBERTO	9,43
GAMARRA	9,34
RIO DE ORO	9,30
AGUACHICA	8,88
LA GLORIA	8,45
SAN MARTIN	8,41
PELAYA	7,92
GONZALEZ	7,80
TAMALAMEQUE	7,74
PAILITAS	7,44
SAN DIEGO	7,27
VALLEDUPAR	7,19
CHIMICHAGUA	7,17
BECERRIL	7,17
LA PAZ	7,06
LA JAGUA DE IBIRICO	6,96
AGUSTIN CODAZZI	6,87
CURUMANI	6,62
CHIRIGUANA	6,57
ASTREA	6,57
PUEBLO BELLO	6,50
MANAURE	6,07
EL PASO	5,91
EL COPEY	5,80
BOSCONIA	5,35

Fuente: Elaboración propia

Figura No 14: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Cesar, escenario actual.



Fuente: Elaboración propia

En cuanto al departamento de Córdoba se observa que el municipio más accesible es San Andrés de Sotavento con 5.28 horas, seguido de los municipios de San Antero 5.34 horas y Momil con 5.66 horas; los menos accesibles Valencia con 8.69 horas, Puerto Libertador con 8.47 horas y Tierralta con 8.39 horas. Estos últimos están ubicados en el sur del departamento en estribaciones de la cordillera occidental.

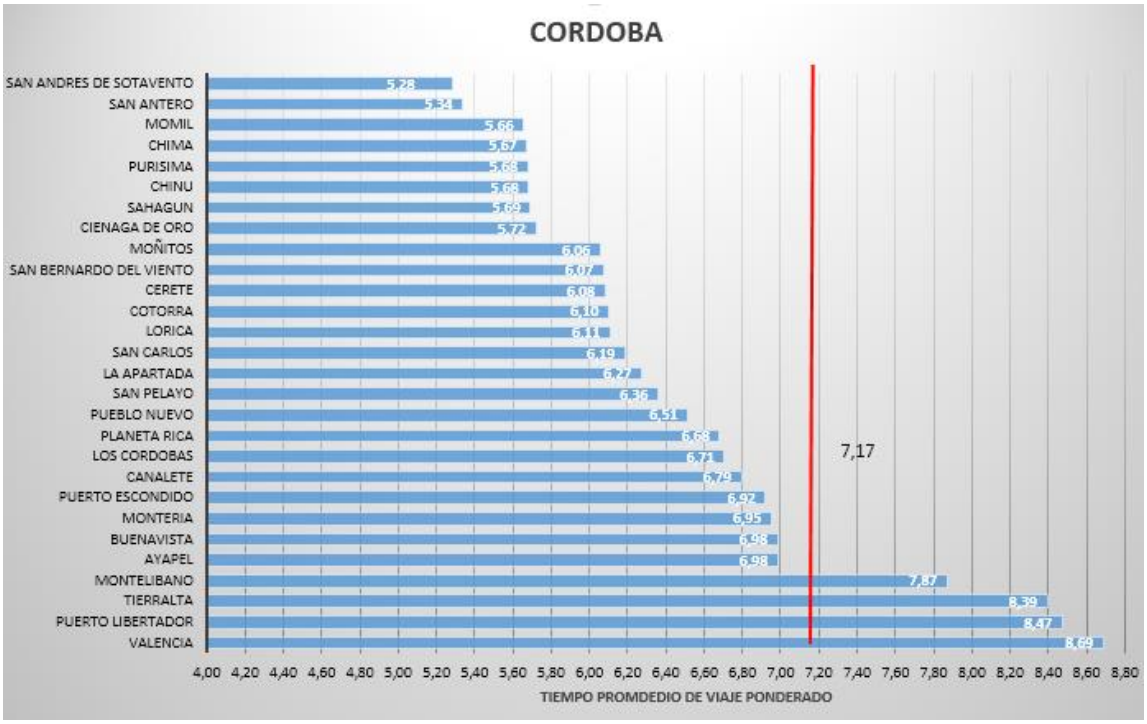
Tabla No 14: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Córdoba, escenario actual.

CORDOBA	
MUNICIPIOS	**TV_PROM_PONDERADO**
VALENCIA	8,69
PUERTO LIBERTADOR	8,47
TIERRALTA	8,39
MONTELIBANO	7,87
AYAPEL	6,98
BUENAVISTA	6,98
MONTERIA	6,95
PUERTO ESCONDIDO	6,92
CANALETE	6,79
LOS CORDOBAS	6,71

PLANETA RICA	6,68
PUEBLO NUEVO	6,51
SAN PELAYO	6,36
LA APARTADA	6,27
SAN CARLOS	6,19
LORICA	6,11
COTORRA	6,10
CERETE	6,08
SAN BERNARDO DEL VIENTO	6,07
MOÑITOS	6,06
CIENAGA DE ORO	5,72
SAHAGUN	5,69
CHINU	5,68
PURISIMA	5,68
CHIMA	5,67
MOMIL	5,66
SAN ANTERO	5,34
SAN ANDRES DE SOTAVENTO	5,28

Fuente: Elaboración propia

Figura No 15: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Córdoba, escenario actual.



Fuente: Elaboración propia

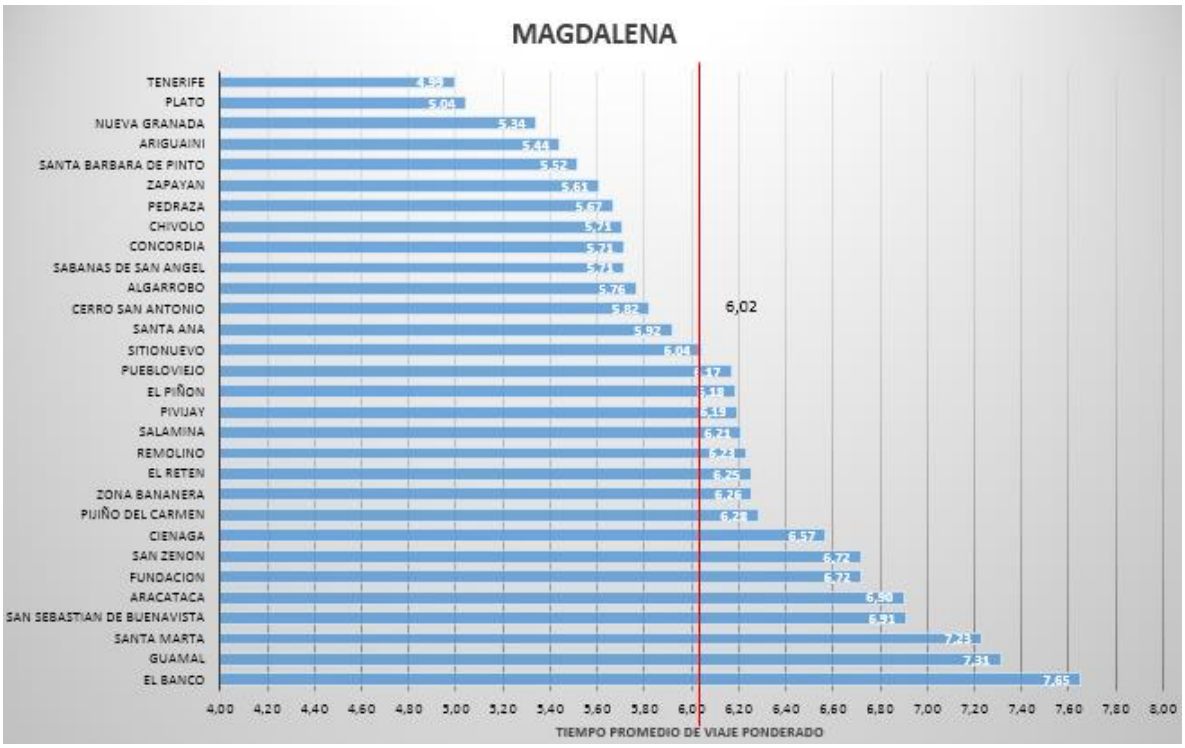
En Magdalena el municipio más accesible es Tenerife con 4.99 horas, Plato con 5.04 horas y Nueva Granada con 5.34 horas, los menos accesibles El Banco 7.65 horas, Guamal con 7.31 horas y su Capital Santa Marta con 7.23 horas. En el caso de El Banco y Guamal, debido a se encuentran en el sur del departamento, en la zona cenagosa del rio Magdalena y su capital, debido a su ubicación geográfica en el extremo norte del departamento.

Tabla No 15: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Magdalena, escenario actual.

MAGDALENA	
MUNICIPIOS	**TV_PROM_PONDERADO**
EL BANCO	7,65
GUAMAL	7,31
SANTA MARTA	7,23
SAN SEBASTIAN DE BUENAVISTA	6,91
ARACATACA	6,90
FUNDACION	6,72
SAN ZENON	6,72
CIENAGA	6,57
PIJIÑO DEL CARMEN	6,28
ZONA BANANERA	6,26
EL RETEN	6,25
REMOLINO	6,23
SALAMINA	6,21
PIVIJAY	6,19
EL PIÑON	6,18
PUEBLOVIEJO	6,17
SITIONUEVO	6,04
SANTA ANA	5,92
CERRO SAN ANTONIO	5,82
ALGARROBO	5,76
SABANAS DE SAN ANGEL	5,71
CONCORDIA	5,71
CHIVOLO	5,71
PEDRAZA	5,67
ZAPAYAN	5,61
SANTA BARBARA DE PINTO	5,52
ARIGUAINI	5,44
NUEVA GRANADA	5,34
PLATO	5,04
TENERIFE	4,99

Fuente: Elaboración propia

Figura No 16: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Magdalena, escenario actual.



Fuente: Elaboración propia

En el departamento de Sucre el municipio más accesible es Morroa con 4.68 horas, seguido de Los Palmitos con 4.76 horas y Ovejas con 4.83 horas y los menos accesibles Guaranda con 8.56 horas, Majagual con 8.48 horas y Sucre con 8.37 horas, estos últimos ubicados en el sur oriente del departamento, en la zona cenagosa del rio Magdalena.

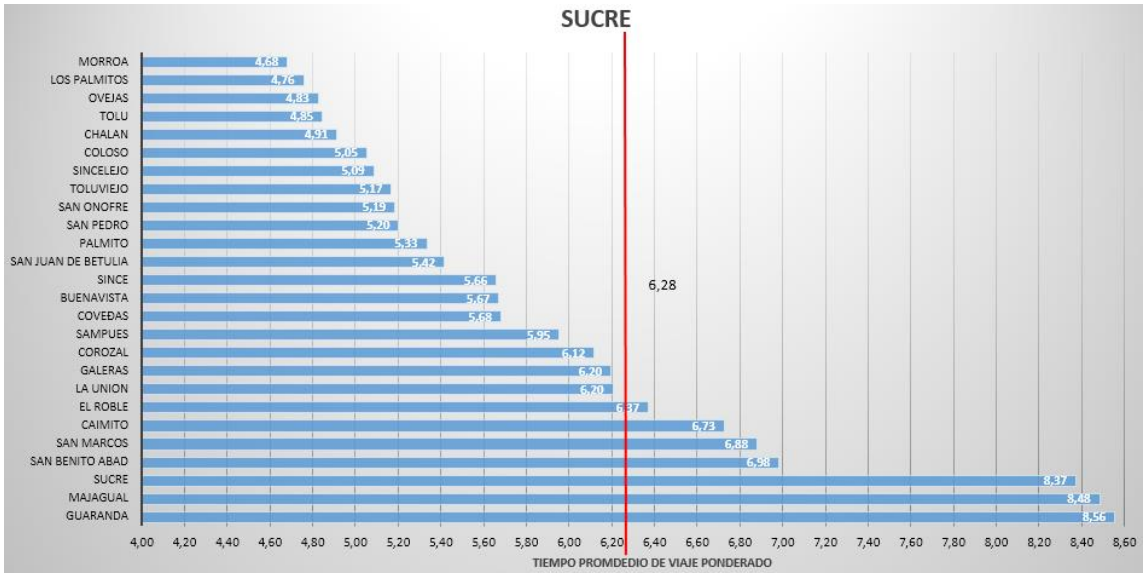
Tabla No 16: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Sucre escenario actual.

SUCRE	
MUNICIPIOS	**TV_PROM_PONDERADO**
GUARANDA	8,56
MAJAGUAL	8,48
SUCRE	8,37
SAN BENITO ABAD	6,98
SAN MARCOS	6,88
CAIMITO	6,73

EL ROBLE	6,37
LA UNION	6,20
GALERAS	6,20
COROZAL	6,12
SAMPUES	5,95
COVEÐAS	5,68
BUENAVISTA	5,67
SINCE	5,66
SAN JUAN DE BETULIA	5,42
PALMITO	5,33
SAN PEDRO	5,20
SAN ONOFRE	5,19
TOLUVIEJO	5,17
SINCELEJO	5,09
COLOSO	5,05
CHALAN	4,91
TOLU	4,85
OVEJAS	4,83
LOS PALMITOS	4,76
MORROA	4,68

Fuente: Elaboración propia

Figura No 17: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Sucre, escenario actual.



Fuente: Elaboración propia

Analizando todos los municipios de la region, se encuentra que los mas accesibles son, Morroa (Sucre), San Jacinto y Zambrano (Bolivar) y Tenerife (Magdalena) y de las capitales, Cartagena y Barranquilla.

7.5 ANÁLISIS DE COBERTURA ESPACIAL DE LAS CURVAS ISÓCRONAS EN RELACIÓN CON LAS VARIABLES POBLACIÓN Y ÁREA PARA EL ESCENARIO ACTUAL.

Con información de población, PIB y área para cada uno de los municipios y departamentos que integran la zona de análisis, ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se realizo un análisis de cobertura espacial con relación a las curvas isócronas de tiempos medios de viaje, consistente en determinar cada en cada curva cuanta población, PIB y área abarcan de la zona de análisis para el escenario actual.

Este trabajo se hizo de de la siguiente manera:

Con la información de población, PIB y áreas se incluyeron estas propiedades al shape de los municipios de la zona de análisis para ser trabajada en el software ArcGis.

Tomando el shape de los municipios y el shape de las curvas isócronas de los tiempos medios de viaje, se cruzaron ambos shapes para crear uno nuevo y así conocer que curvas de tiempos medios de viaje cruzan a cada uno de los departamentos y/o municipios de la zona de análisis.

Teniendo este nuevo shape, en el cual las curvas isócronas de tiempos medios de viaje cruzan cada uno de los municipios, se determina el área de cada una de las curvas en cada uno de los municipios, además de conocer cuántas curvas cruzan cada municipio, o sea que tiempo promedio de viaje están presentes en el municipio y que áreas de ese municipio contienen.

Con la anterior información y calculada en ArcGis se exporta la tabla de atributos a Excel, donde se agrega una nueva columna que contiene el peso que se le da a cada uno de los tiempos medios de viaje con base en el área del municipio que abarquen y con las áreas totales de los municipios se puede hallar los tiempos de viaje promedio ponderado del municipio.

Lo anterior nos permite conocer qué población, PIB, y área abarca cada uno de esos tiempos en toda la zona de análisis.

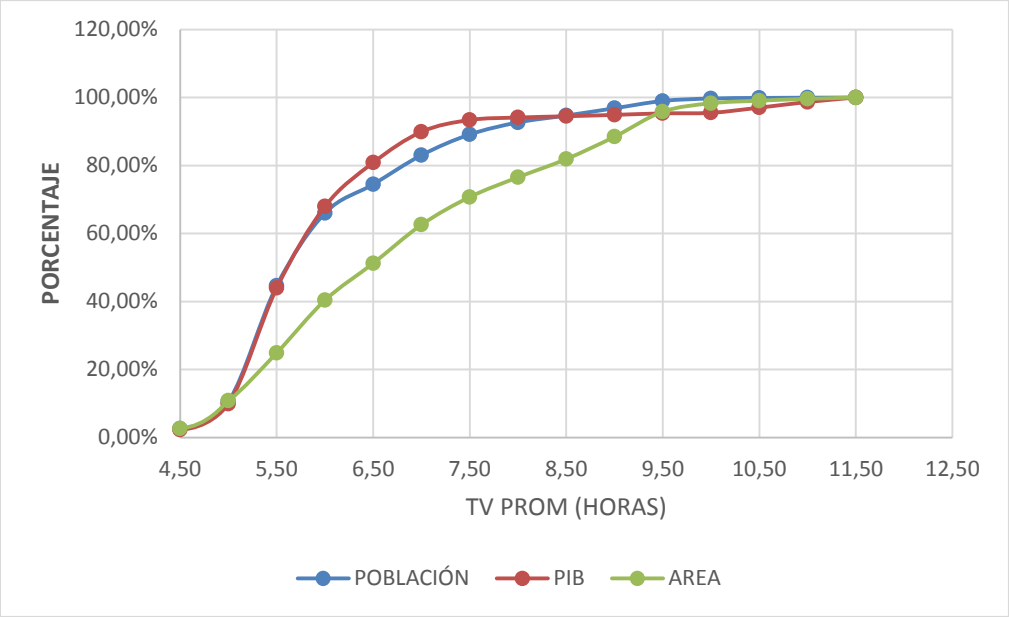
Utilizando tablas dinámicas en Excel se lleva a cabo la construcción de las tablas y figuras que se exponen a continuación.

Tabla No 17. Análisis de cobertura espacial de las curvas isócronas de tiempo medio de viaje para el escenario actual.

	POBLACIÓN			PIB			AREA		
TV_PROM _HORAS	HABITANTES	%	% ACUMULADO	MILES DE MILLONES	%	% ACUMULADO	KM²	%	% ACUMULADO
0,00	0	0,00%	0,00%	0,00	0,00%	0,00%	0,00	0,00%	0,00%
4,50	233.388	2,62%	2,62%	11.708.859,90	2,26%	2,26%	2.962,73	2,71%	2,71%
5,00	710.382	7,97%	10,59%	39.697.009,44	7,68%	9,94%	8.856,68	8,10%	10,81%
5,50	3.033.492	34,05%	44,64%	175.826.565,41	34,00%	43,94%	15.401,67	14,08%	24,89%
6,00	1.902.201	21,35%	65,99%	124.212.256,49	24,02%	67,97%	16.920,39	15,47%	40,37%
6,50	754.629	8,47%	74,46%	66.562.417,26	12,87%	80,84%	11.903,11	10,89%	51,25%
7,00	764.575	8,58%	83,04%	46.904.225,74	9,07%	89,91%	12.381,48	11,32%	62,57%
7,50	541.872	6,08%	89,12%	17.972.130,84	3,48%	93,39%	8.920,08	8,16%	70,73%
8,00	315.988	3,55%	92,67%	3.705.757,64	0,72%	94,10%	6.351,36	5,81%	76,54%
8,50	180.375	2,02%	94,70%	1.949.745,17	0,38%	94,48%	5.851,98	5,35%	81,89%
9,00	190.799	2,14%	96,84%	2.115.636,82	0,41%	94,89%	7.176,16	6,56%	88,45%
9,50	190.904	2,14%	98,98%	2.261.215,28	0,44%	95,33%	8.068,08	7,38%	95,83%
10,00	64.593	0,72%	99,71%	929.815,72	0,18%	95,51%	2.706,99	2,48%	98,31%
10,50	14.712	0,17%	99,87%	7.771.974,78	1,50%	97,01%	821,40	0,75%	99,06%
11,00	6.650	0,07%	99,94%	8.627.196,64	1,67%	98,68%	586,53	0,54%	99,59%
11,50	4.917	0,06%	100,00%	6.841.871,24	1,32%	100,00%	443,12	0,41%	100,00%

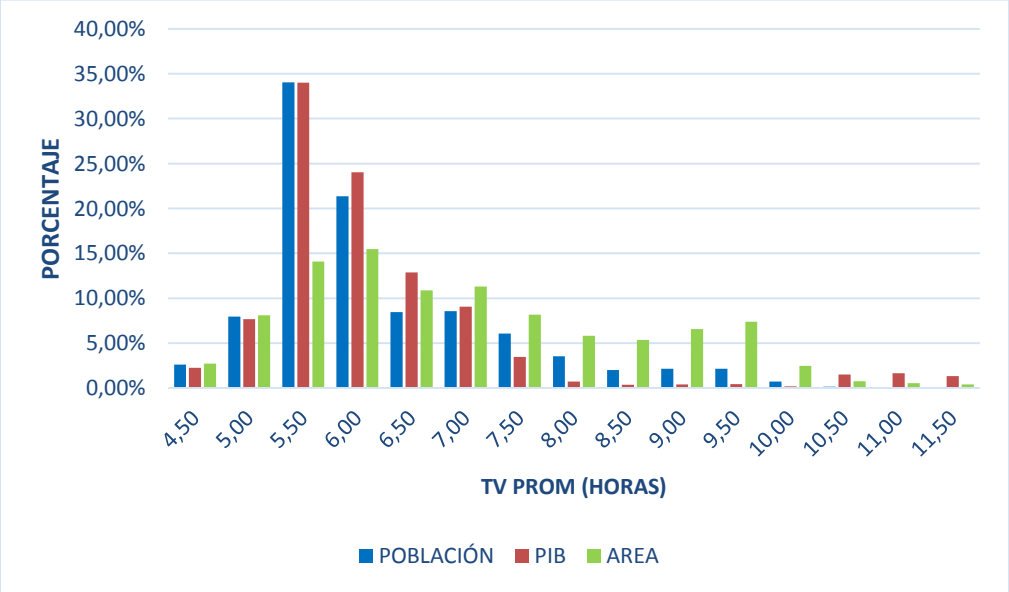
Fuente: Elaboración propia

Figura No 18: Análisis acumulado de tiempo medio de viaje en relación a las variables población, PIB y área para el escenario actual.



Fuente: Elaboración Propia

Figura No 19: Análisis de cada tiempo medio de viaje en relación a las variables población, PIB y área para el escenario actual.



Fuente: Elaboración Propia

Con base en lo anterior se puede concluir que el 34% de la población que produce el 34% del PIB y ocupa el 14.1% del territorio, posee un tiempo medio de viaje de 5.5 horas y corresponde a las zona central de Bolívar, Magdalena, Sucre, oriental del Atlántico y centro occidente del Cesar.

El 21.4 de la población que produce el 24% del PIB y ocupa el 15.5% del territorio, posee un tiempo medio de viaje de 6 horas, que corresponde a la zona centro y occidente del Atlántico, norte del Magdalena, occidente de Sucre y nor oriente de Córdoba.

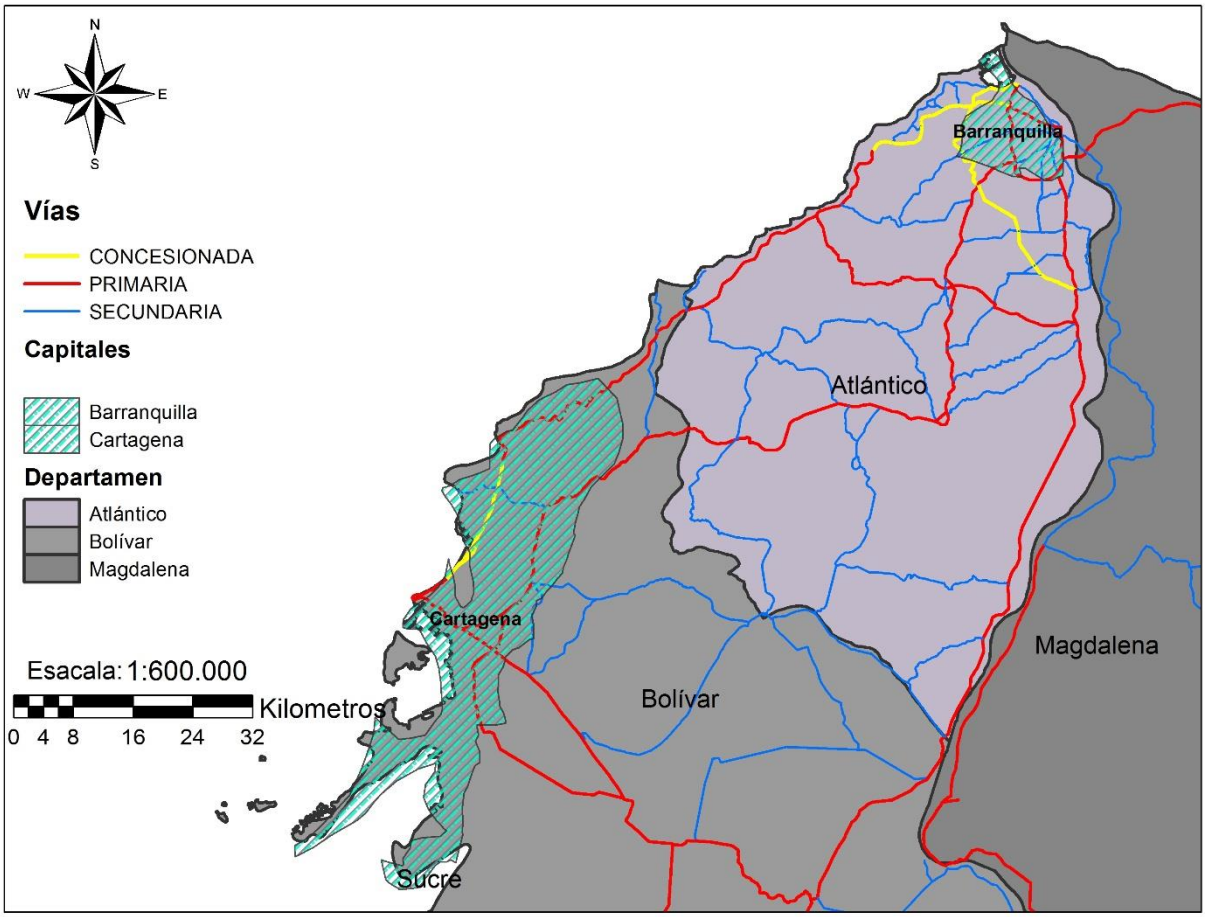
El 8.5% de la población que produce el 12.9% del PIB y ocupa el 10.9% del territorio, posee un tiempo medio de viaje de 6.5 horas, corresponde a zonas de sur del Magdalena y sectores varios de Cesar.

En conclusión el 63.9% de la población que produce el 70.9% del PIB y ocupa el 40.5% del territorio posee un tiempo medio de viaje inferior a las 6.5 horas; de otra parte el 10.8% de la población que produce el 6.6% del PIB y ocupa el 29.4% del territorio posee un tiempo medio de viaje superior a las 8.5 horas.

7.6 CÁLCULO DE LA ACCESIBILIDAD MEDIA GLOBAL ESCENARIO FUTURO.

Para el cálculo de la accesibilidad en el escenario futuro, se llevo a cabo el mismo procedimiento descrito en el numeral 7.3 del presente trabajo, con la excepción que fue necesario realizar los cambios en el grafo de análisis, que consistieron en añadir los nodos y arcos correspondientes a la doble calzada en el sector Cartagena – Peaje Marahuaco y Puerto Colombia – Barranquilla; así como los correspondientes a la circunvalar de La Prosperidad en doble calzada nueva, en una longitud de 36.7kms. (Sector Las Flores -Puerto Colombia – Intersección con la vía Barranquilla Juan Mina – Villa Olímpica – Malambo), como se puede observaren el siguiente mapa:

Figura No 20: Red Vial Futura



Fuente: Elaboración propia

Esta ruta busca conectar los departamentos de Atlántico y Bolívar y tendrá una longitud de 146,7 km y tiene por objeto incentivar el sector turístico e industrial, este último a través de mejorar el transporte desde y hacia las zonas francas que se encuentran ubicadas en las ciudades costeras.

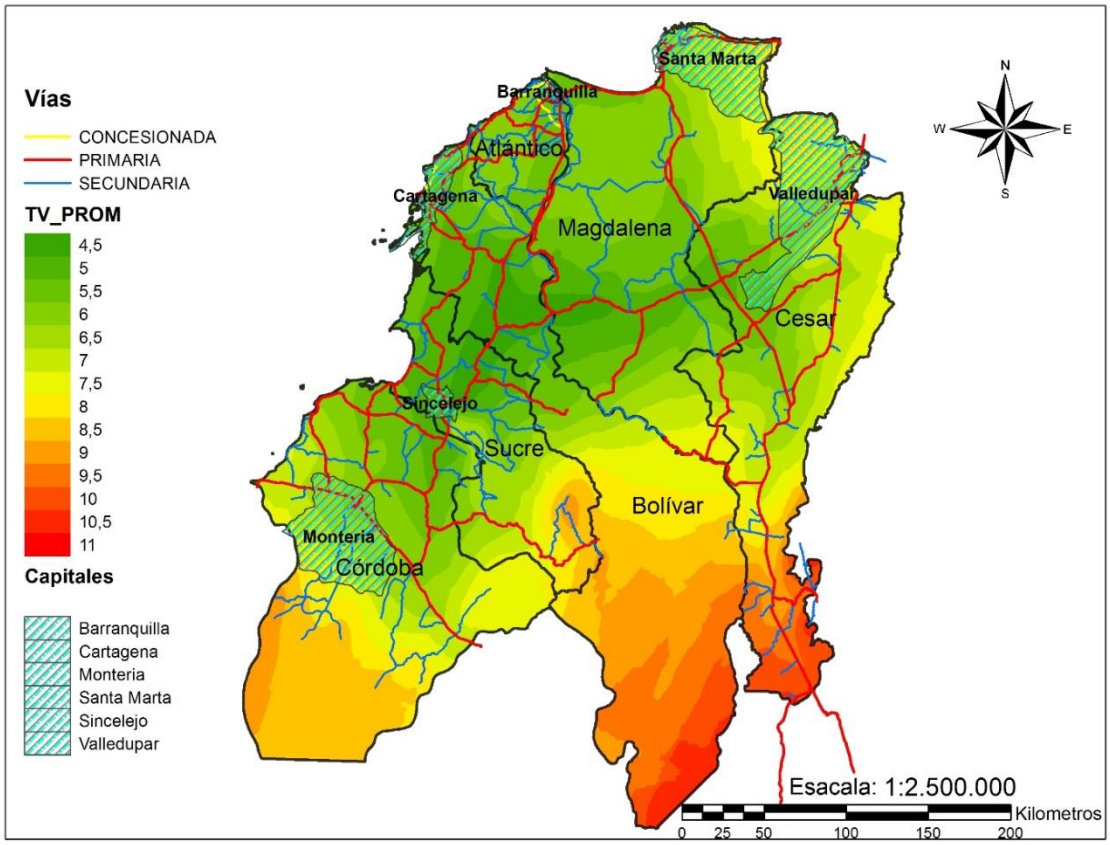
Este proyecto está diseñado para que un tramo vaya de Cartagena a Barranquilla (110 km) y el segundo tramo conocido como la Circunvalar de la Prosperidad del Atlántico que vaya de Malambo a Las Flores (36,7 km), este último permitirá agilizar la movilidad de la zona rodeando la ciudad de Barranquilla.

Se estima que su inversión será de COP1,3 billones y contará con viaductos, intersecciones y dobles calzadas. Además, quiere promover el comercio exterior y así aprovechar las ventajas que puedan ofrecer los puertos de Cartagena y

Barranquilla para los intercambios comerciales que se den por los diferentes tratados de libre comercio TLCs. (ANI 2014).

En la siguiente figura se muestran las isócronas obtenidas para el escenario futuro y la red vial futura.

Figura No 21: Isócronas de accesibilidad media global en el escenario futuro y red vial

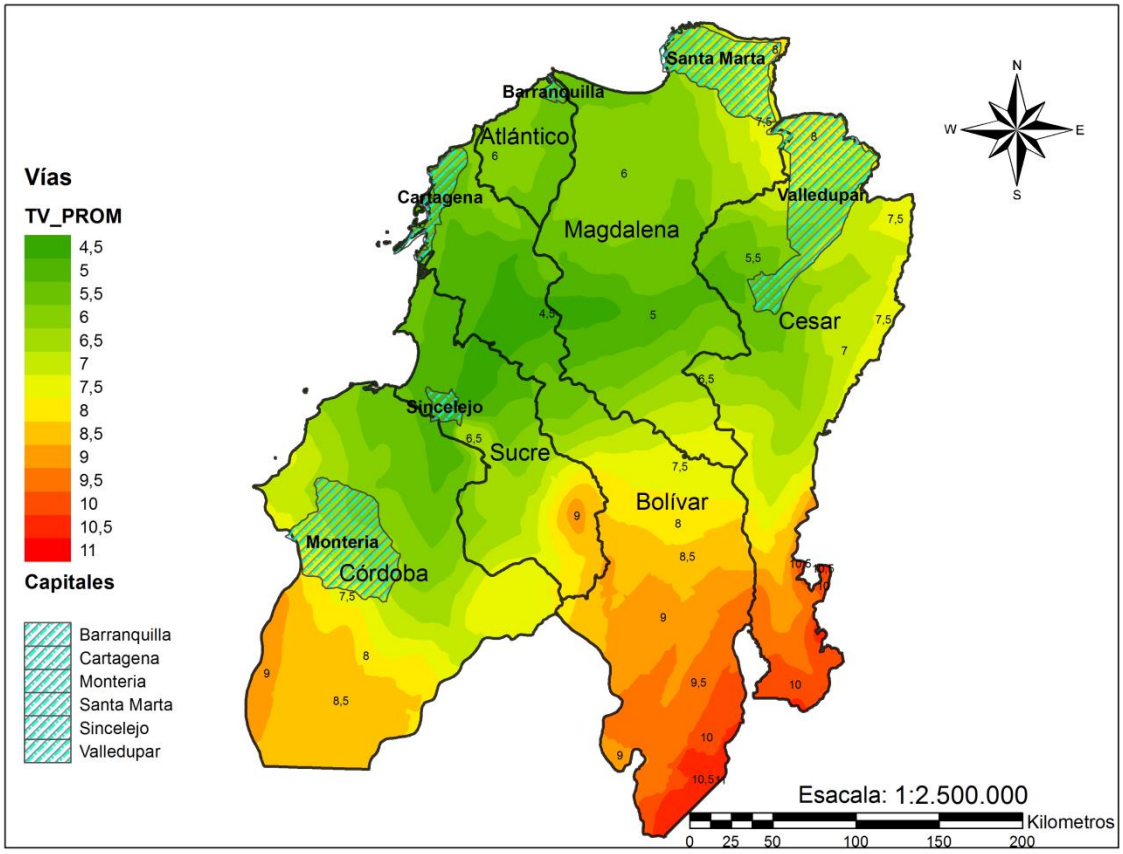


Fuente: Elaboración propia

7.7 ANÁLISIS GEOESTADÍSTICO Y EVALUACIÓN DE LAS CURVAS ISÓCRONAS OBTENIDAS PARA EL ESCENARIO FUTURO.

En la siguiente figura se muestra el mapa con las isócronas obtenidas:

Figura No 22: Isócronas escenario futuro con capitales de departamentos



Fuente: Elaboración propia

Se evidencia que las formas y valores de las curvas variaron muy poco, es así que la curva isócrona de menor tiempo continúa siendo la de 4.5 horas, manteniendo su forma

La curva isócrona mayor sigue siendo la de las 11 horas, presente en el extremo sur de Bolívar, municipios de San Pablo y Cantagallo.

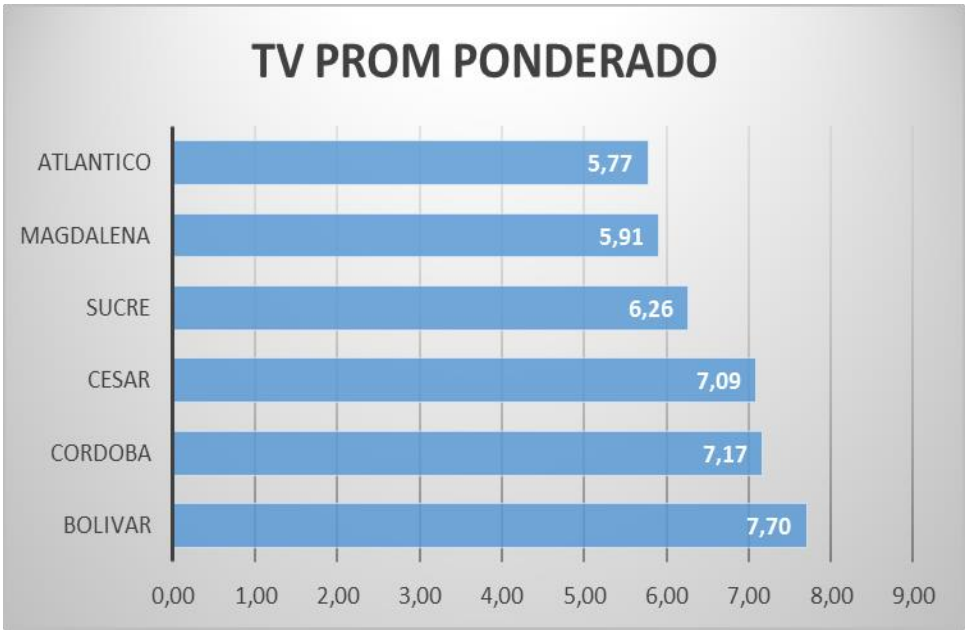
Adicionalmente se obtuvieron los tiempos medios de viaje ponderado para cada uno de los departamentos así:

Tabla 18: Tiempos de viaje promedio ponderado por el área de departamento escenario futuro

DEPARTAMENTOS	SUMA DE PESO	SUMA DE AREAS_INT	TV_PROM_POND
ATLANTICO	20130,19	3486,32	5,77
BOLIVAR	202583,12	26299,59	7,70
CESAR	165857,84	23321,02	7,09
CORDOBA	179920,86	25093,64	7,17
MAGDALENA	142166,16	23653,27	5.91
SUCRE	69547,99	11096,51	6,26

Fuente; Elaboración propia

Figura 23. Tiempos de viaje promedio ponderado por el área de departamento, escenario futuro.



Fuente; Elaboración propia

Se observa que el departamento más accesible continua siendo el Atlántico con 5.77 horas, seguido de Magdalena con 5.91 horas y Sucre con 6.26 horas.

Los Departamentos con menos accesibilidad media global continúan siendo en su orden: Bolívar, Córdoba y Cesar.

Esto situación se debe a lo comentado anteriormente, referente a la presencia de las estribaciones de las cordilleras occidental en el sur de Córdoba, y a la presencia de la zona cenagosa del rio Magdalena, en el sur de Bolívar, la cual también castiga la accesibilidad de la zona sur del departamento del Cesar.

Las zonas con menos accesibilidad, continúan correspondiendo a la zona sur de Bolívar (municipios de Cantagallo, San Pablo, Dimití, Santa Rosa del Sur y Morales), Cesar (municipios de San Alberto, San Martin, Rio de Oro y González) y Córdoba (municipios de Tierraalta, Montelibano y Puerto Libertador) en su respectivo orden,

Las que cuentan con mejor accesibilidad continúan siendo las mismas zonas:

Zona central del Magdalena (municipios de Sabanas de San Ángel, Tenerife, Plato y Ariguaní (El Difícil)), centro y norte de Sucre (municipios de Morroa, Corozal, Sincelejo y Ovejas) no central de Bolívar (municipios de Carme de Bolívar, San Jacinto, Zambrano y San Juan Nepomuceno) y oriental del Atlántico, (municipios de Campo de la Cruz, Candelaria, Ponedera, Palmar de Varela, Santo Tomas, Sabanagrande, Malambo, Soledad y Barranquilla).

Respecto a los tiempos medios de viaje de cada uno de los municipios, se tiene que en cuanto al departamento del Atlántico que el municipio más accesible es su capital Barranquilla con 5.32 horas, seguido de los municipios de Suan, Santa Lucia, Malambo Campo de la Cruz, Soledad, Sabanagrande y Candelaria entre otros con 5.20 horas y los menos accesibles Juan de Acosta con 6.00 horas, los mismo que Usiacuri Piojo y Luruaco, como se evidencia a continuación:

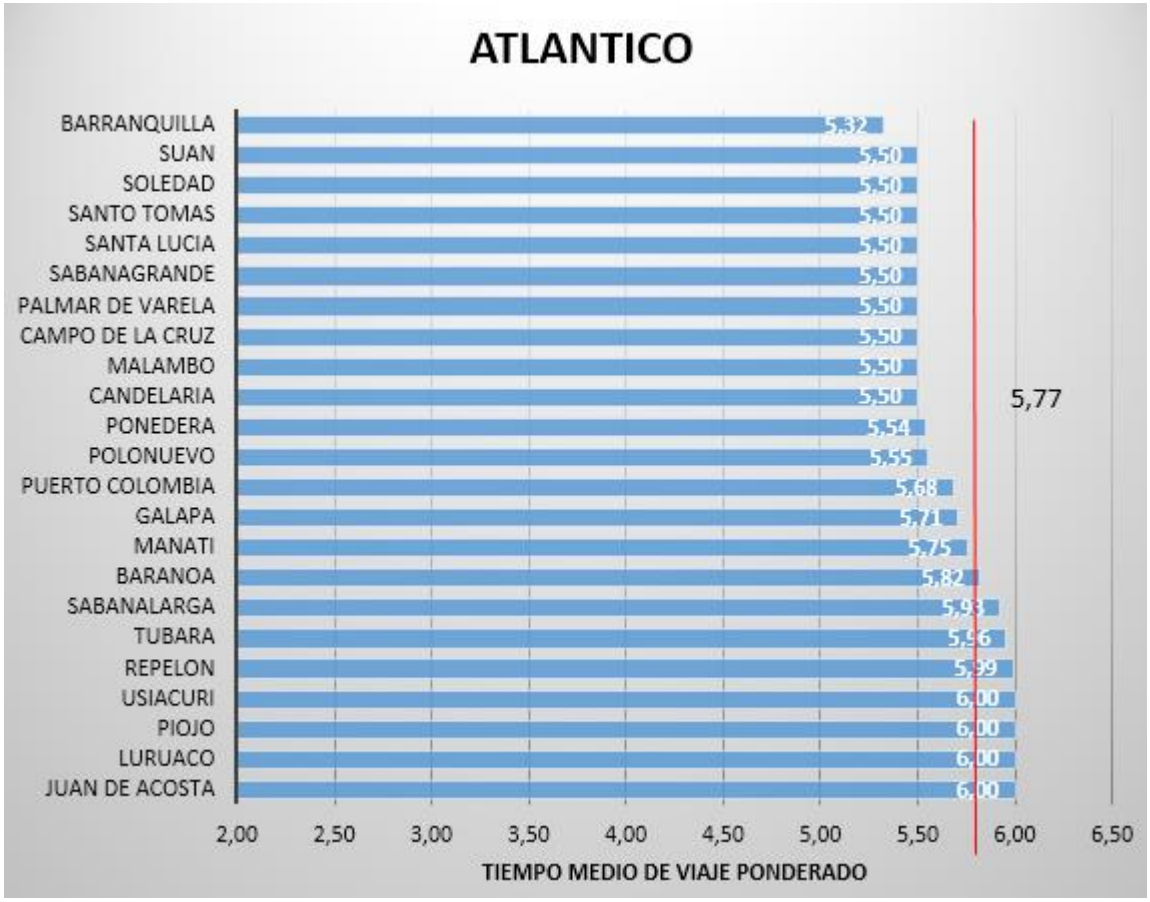
Tabla 19. Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Atlántico, escenario futuro.

ATLANTICO	
MUNICIPIO	**TV_PROM_PONDERADO**
JUAN DE ACOSTA	6,00
LURUACO	6,00
PIOJO	6,00
USIACURI	6,00
REPELON	5,99
TUBARA	5,96
SABANALARGA	5,93
BARANOA	5,82
MANATI	5,75
GALAPA	5,71
PUERTO COLOMBIA	5,68
POLONUEVO	5,55
PONEDERA	5,54
CANDELARIA	5,50
MALAMBO	5,50
CAMPO DE LA CRUZ	5,50
PALMAR DE VARELA	5,50
SABANAGRANDE	5,50
SANTA LUCIA	5,50
SANTO TOMAS	5,50
SOLEDAD	5,50
SUAN	5,50
BARRANQUILLA	5,32

Fuente; Elaboración propia

En la siguiente figura, se pueden observar los tiempos medios de viaje de los municipios del departamento de Atlántico

Figura No 24: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio del Dpto. de Atlántico escenario futuro.



Fuente; Elaboración propia

En el departamento del Atlántico se observan disminuciones (ahorros) respecto al escenario actual, en términos de tiempos medios de viaje.

En cuanto al departamento de Bolívar, se tiene que el municipio más accesible en el escenario futuro es San Jacinto con 4.57 horas, seguido de los municipios de Zambrano 4.62n horas y Carmen de Bolívar con 4.67 horas; los menos accesibles Cantagallo con 9.83 horas, Dimití 9.76 horas y Morales con 9.32 horas. Estos últimos ubicados en el extremo sur del departamento, en la zona cenagosa del rio magdalena, la cual es deficitaria en vías de primero y segundo orden. Se observan disminuciones (ahorros) respecto al escenario actual en términos de tiempos medios de viaje.

En la siguiente tabla y grafica se observan los tiempos medios de viaje de los municipios del departamento de Bolívar.

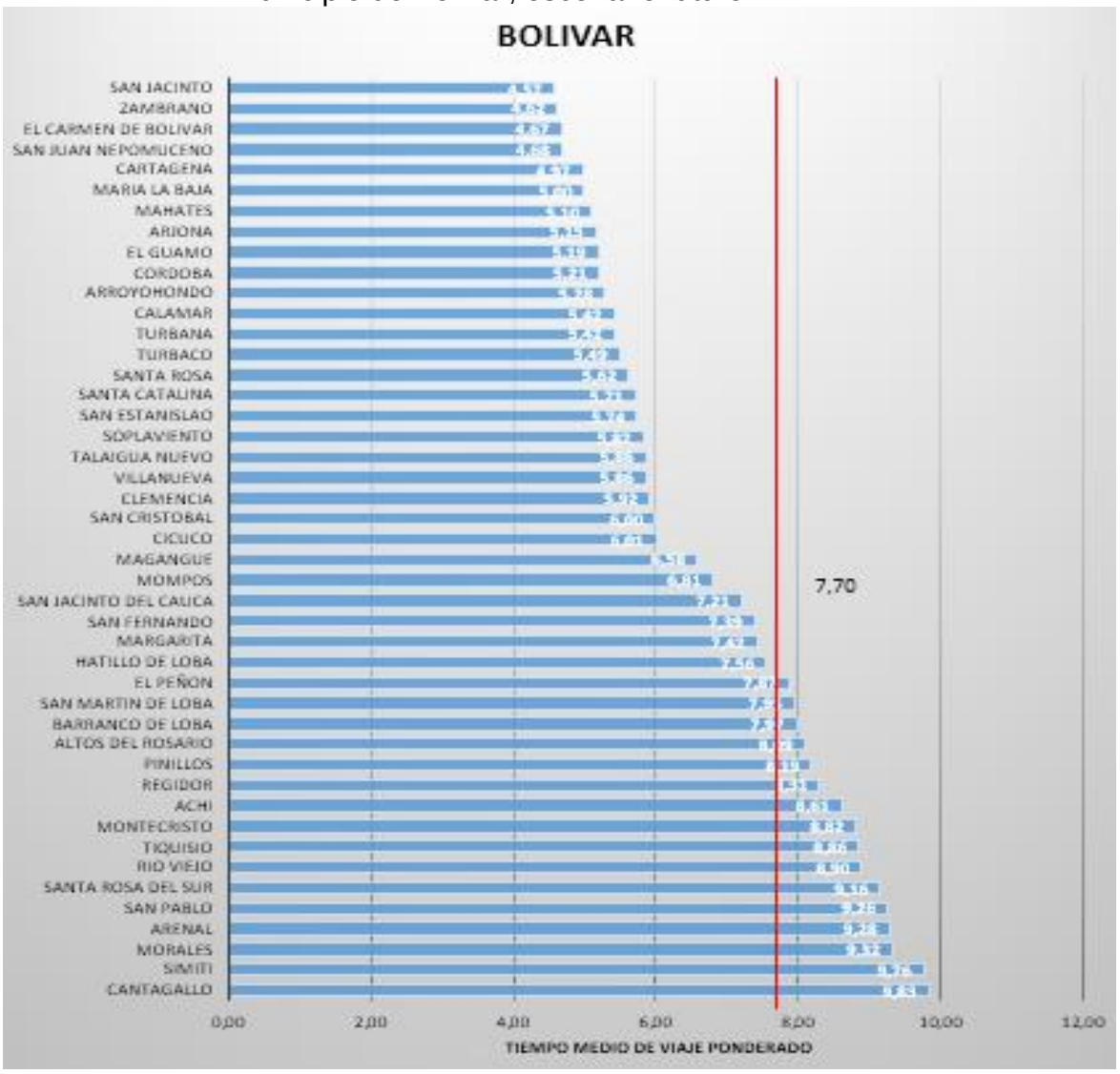
Tabla 20. Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Bolívar, escenario futuro.

BOLIVAR	
MUNICIPIO	**TV_PROM_PONDERADO**
CANTAGALLO	9,83
SIMITI	9,76
MORALES	9,32
ARENAL	9,28
SAN PABLO	9,26
SANTA ROSA DEL SUR	9,16
RIO VIEJO	8,90
TIQUISIO	8,86
MONTECRISTO	8,82
ACHI	8,61
REGIDOR	8,31
PINILLOS	8,19
ALTOS DEL ROSARIO	8,09
BARRANCO DE LOBA	7,97
SAN MARTIN DE LOBA	7,95
EL PEÑON	7,87
HATILLO DE LOBA	7,56
MARGARITA	7,42
SAN FERNANDO	7,39
SAN JACINTO DEL CAUCA	7,21
MOMPOS	6,81
MAGANGUE	6,58
CICUCO	6,01
SAN CRISTOBAL	6,00
CLEMENCIA	5,92
VILLANUEVA	5,86
TALAIGUA NUEVO	5,86
SOPLAVIENTO	5,82
SAN ESTANISLAO	5,74
SANTA CATALINA	5,71
SANTA ROSA	5,62
TURBACO	5,49
TURBANA	5,42
CALAMAR	5,42
ARROYOHONDO	5,28
CORDOBA	5,21

EL GUAMO	5,19
ARJONA	5,15
MAHATES	5,10
MARIA LA BAJA	5,00
CARTAGENA	4,97
SAN JUAN NEPOMUCENO	4,68
EL CARMEN DE BOLIVAR	4,67
ZAMBRANO	4,62
SAN JACINTO	4,57

Fuente: Elaboración propia

Figura No 25: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Bolívar, escenario futuro.



Fuente: Elaboración propia

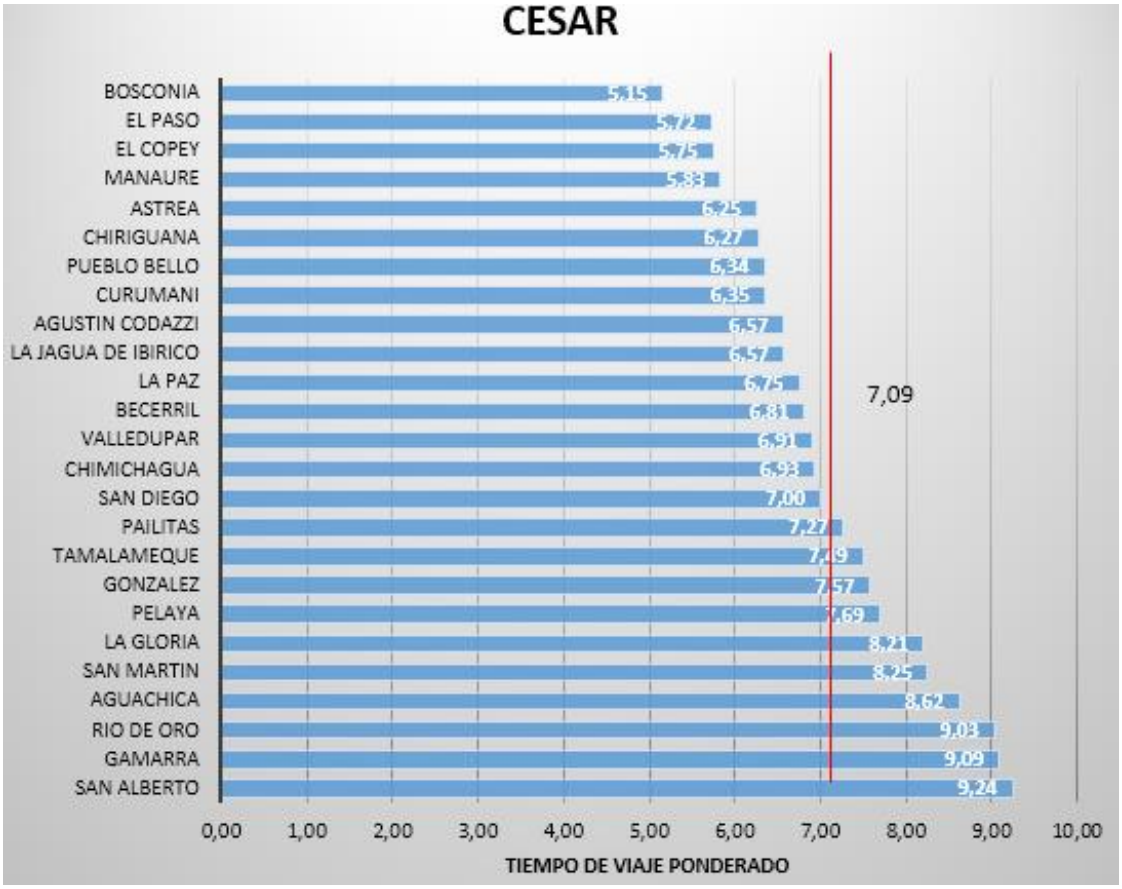
En el departamento de Cesar se observa que el municipio más accesible es Bosconia con 5.15 horas, seguido de los municipios de El Paso 5.72 horas y El Copey con 5.75 horas; los menos accesibles continúan siendo San Alberto 9.24 horas, Gamarra con 9.09 horas y Rio de Oro con 9.03 horas.

Tabla 21. Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Cesar, escenario futuro.

CESAR	
MUNICIPIO	**TV_PROM_PONDERADO**
SAN ALBERTO	9,24
GAMARRA	9,09
RIO DE ORO	9,03
AGUACHICA	8,62
SAN MARTIN	8,25
LA GLORIA	8,21
PELAYA	7,69
GONZALEZ	7,57
TAMALAMEQUE	7,49
PAILITAS	7,27
SAN DIEGO	7,00
CHIMICHAGUA	6,93
VALLEDUPAR	6,91
BECERRIL	6,81
LA PAZ	6,75
LA JAGUA DE IBIRICO	6,57
AGUSTIN CODAZZI	6,57
CURUMANI	6,35
PUEBLO BELLO	6,34
CHIRIGUANA	6,27
ASTREA	6,25
MANAURE	5,83
EL COPEY	5,75
EL PASO	5,72
BOSCONIA	5,15

Fuente: Elaboración propia

Figura No 26: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Cesar, escenario futuro.



Fuente: Elaboración propia

En cuanto al departamento de Córdoba se observa que el municipio más accesible es continua siendo San Andrés de Sotavento con 5.10 horas, seguido de los municipios de San Antero 5.17 horas y Momil con 5.46 horas; los menos accesibles, Tierralta con 8.72 horas, Puerto Libertador con 8.62 horas y Valencia con 8.69 horas.

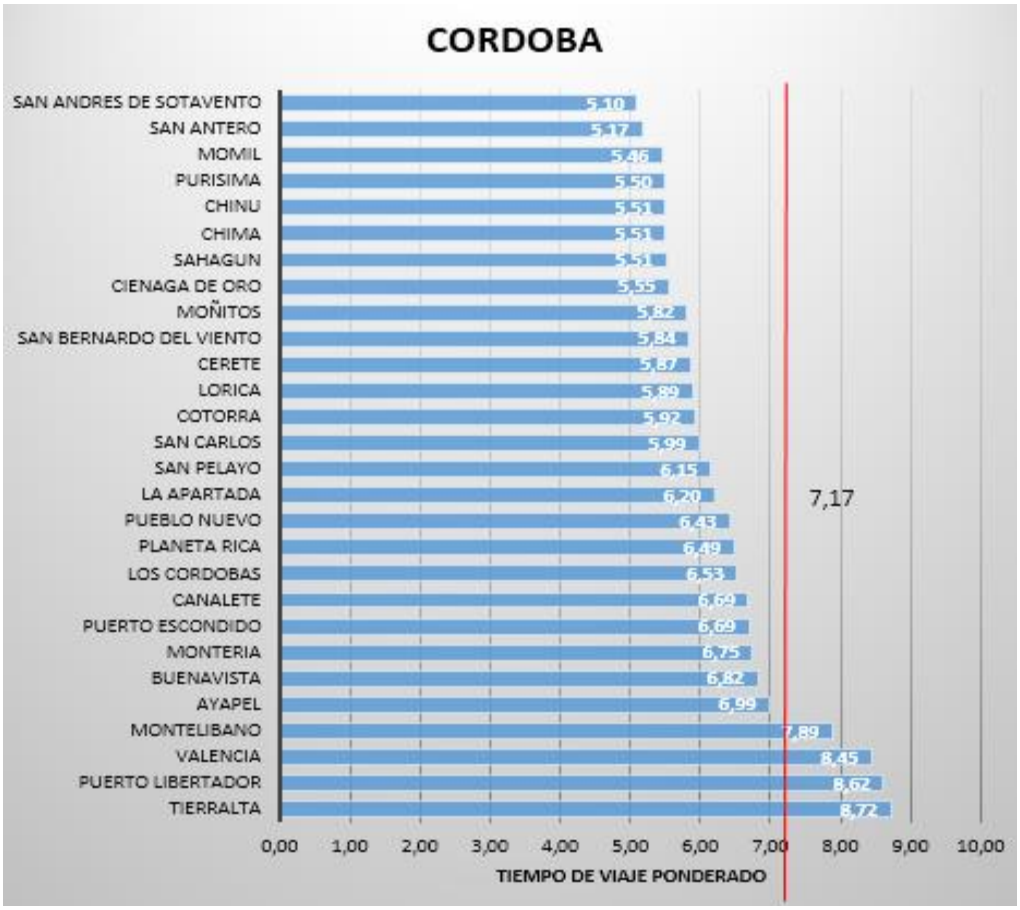
En la siguiente tabla y grafica se evidencia los tiempos medios de viaje en el departamento de Córdoba.

Tabla 22. Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Córdoba, escenario futuro.

CORDOBA	
MUNICIPIO	**TV_PROM_PONDERADO**
TIERRALTA	8,72
PUERTO LIBERTADOR	8,62
VALENCIA	8,45
MONTELIBANO	7,89
AYAPEL	6,99
BUENAVISTA	6,82
MONTERIA	6,75
PUERTO ESCONDIDO	6,69
CANALETE	6,69
LOS CORDOBAS	6,53
PLANETA RICA	6,49
PUEBLO NUEVO	6,43
LA APARTADA	6,20
SAN PELAYO	6,15
SAN CARLOS	5,99
COTORRA	5,92
LORICA	5,89
CERETE	5,87
SAN BERNARDO DEL VIENTO	5,84
MOÑITOS	5,82
CIENAGA DE ORO	5,55
SAHAGUN	5,51
CHIMA	5,51
CHINU	5,51
PURISIMA	5,50
MOMIL	5,46
SAN ANTERO	5,17
SAN ANDRES DE SOTAVENTO	5,10

Fuente: Elaboración propia

Figura No 27: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Córdoba escenario futuro.



Fuente: Elaboración propia

En Magdalena el municipio más accesible sigue siendo Tenerife con 4.83 horas, Plato con 4.93 horas y Nueva Granada con 5.16 horas, los menos accesibles El Banco 7.38 horas, su Capital Santa Marta con 6.95 horas y Guamal con 6.88 horas. Se observan disminuciones en los tiempos medios de viaje.

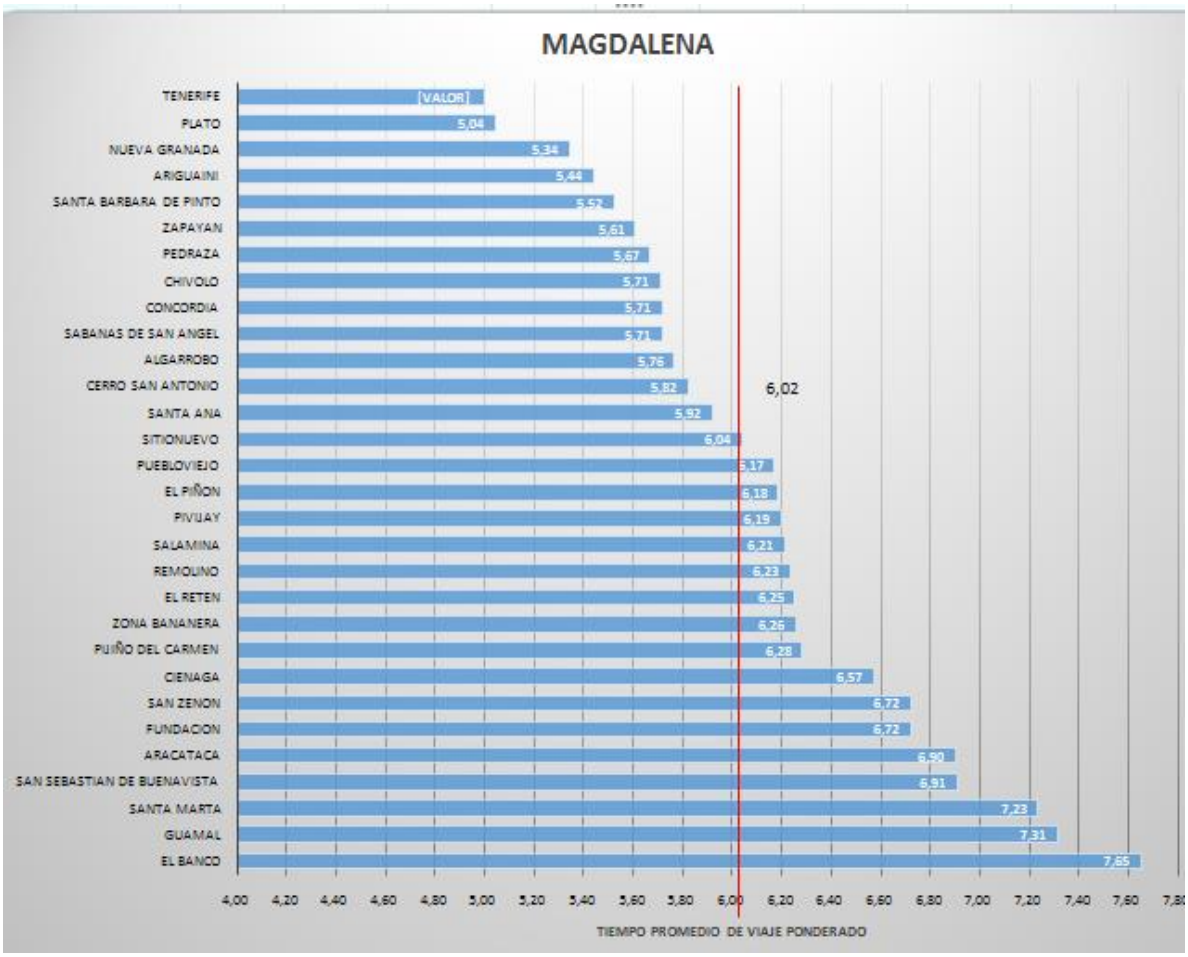
En la siguiente tabla y grafica se evidencia los tiempos medios de viaje en el departamento de Magdalena.

Tabla 23. Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Magdalena, escenario futuro.

MAGDALENA	
MUNICIPIO	**TV_PROM_PONDERADO**
EL BANCO	7,38
SANTA MARTA	6,95
GUAMAL	6,88
ARACATACA	6,72
FUNDACION	6,62
SAN SEBASTIAN DE BUENAVISTA	6,54
SAN ZENON	6,45
CIENAGA	6,33
PIJIÑO DEL CARMEN	6,04
ZONA BANANERA	6,00
PUEBLOVIEJO	5,99
SALAMINA	5,98
EL PIÑON	5,98
PIVIJAY	5,90
SITIONUEVO	5,83
CERRO SAN ANTONIO	5,79
REMOLINO	5,74
SANTA ANA	5,68
CONCORDIA	5,64
EL RETEN	5,62
ALGARROBO	5,56
SABANAS DE SAN ANGEL	5,53
CHIVOLO	5,51
PEDRAZA	5,47
ZAPAYAN	5,42
SANTA BARBARA DE PINTO	5,41
ARIGUAINI	5,26
NUEVA GRANADA	5,16
PLATO	4,93
TENERIFE	4,83

Fuente: Elaboración propia

Figura No 28: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Magdalena, escenario futuro.



Fuente: Elaboración propia

En el departamento de Sucre el municipio más accesible sigue siendo Morroa con 4.53 horas, seguido de Los Palmitos con 4.60 horas y Ovejas con 4.64 horas y los menos accesibles Guaranda con 8.34 horas, Majagual con 8.22 horas y Sucre con 8.11 horas.

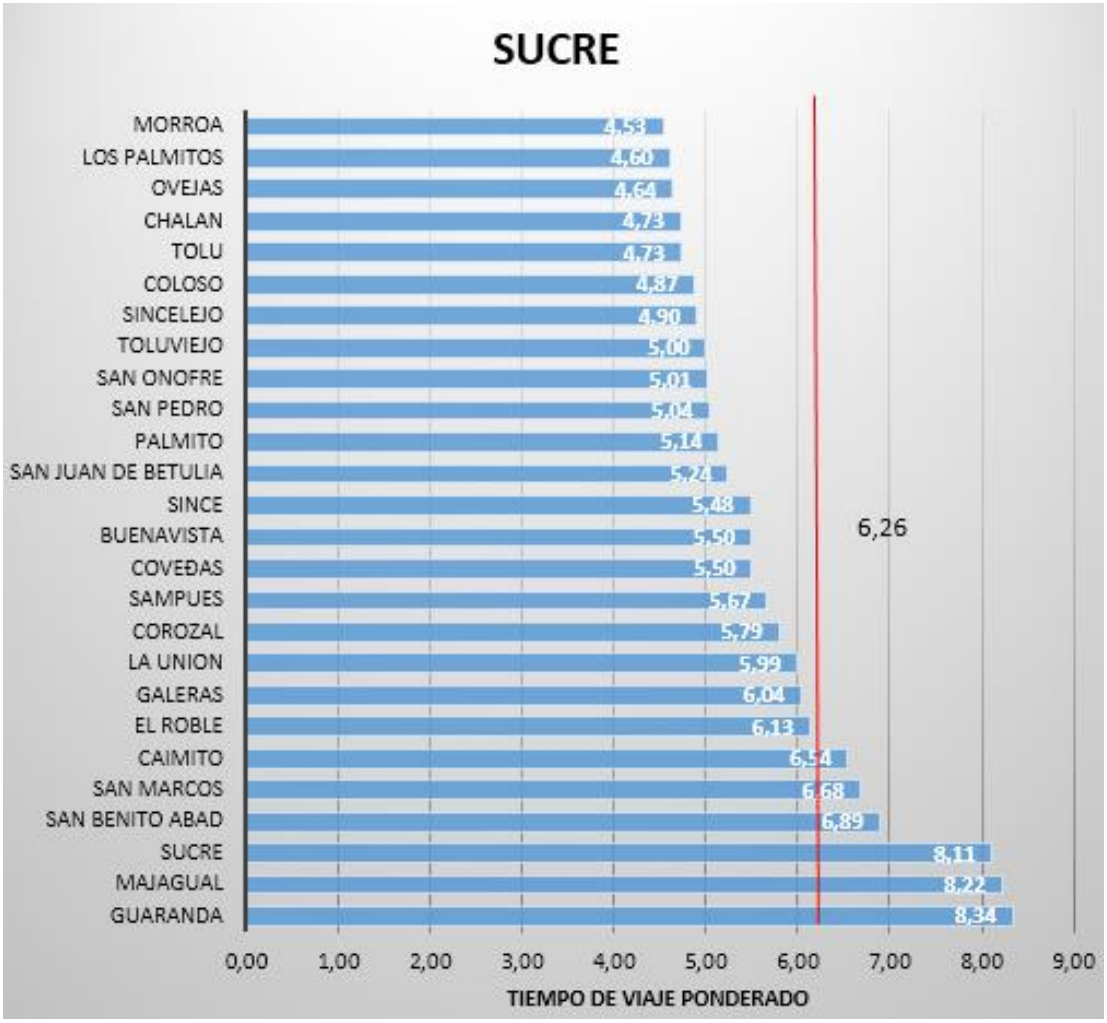
En la siguiente tabla y grafica se evidencia los tiempos medios de viaje en el departamento de Sucre.

Tabla 24. Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Sucre, escenario futuro.

SUCRE	
MUNICIPIO	**TV_PROM_PONDERADO**
GUARANDA	8,34
MAJAGUAL	8,22
SUCRE	8,11
SAN BENITO ABAD	6,89
SAN MARCOS	6,68
CAIMITO	6,54
EL ROBLE	6,13
GALERAS	6,04
LA UNION	5,99
COROZAL	5,79
SAMPUES	5,67
COVEÐAS	5,50
BUENAVISTA	5,50
SINCE	5,48
SAN JUAN DE BETULIA	5,24
PALMITO	5,14
SAN PEDRO	5,04
SAN ONOFRE	5,01
TOLUVIEJO	5,00
SINCELEJO	4,90
COLOSO	4,87
TOLU	4,73
CHALAN	4,73
OVEJAS	4,64
LOS PALMITOS	4,60
MORROA	4,53

Fuente: Elaboración propia

Figura No 29: Tiempo de viaje promedio ponderado por el área de cada municipio de Sucre, escenario futuro.



Fuente: Elaboración propia

7.8 ANÁLISIS DE COBERTURA ESPACIAL DE LAS CURVAS ISÓCRONAS EN RELACIÓN CON LAS VARIABLES POBLACIÓN Y ÁREA PARA EL ESCENARIO FUTURO.

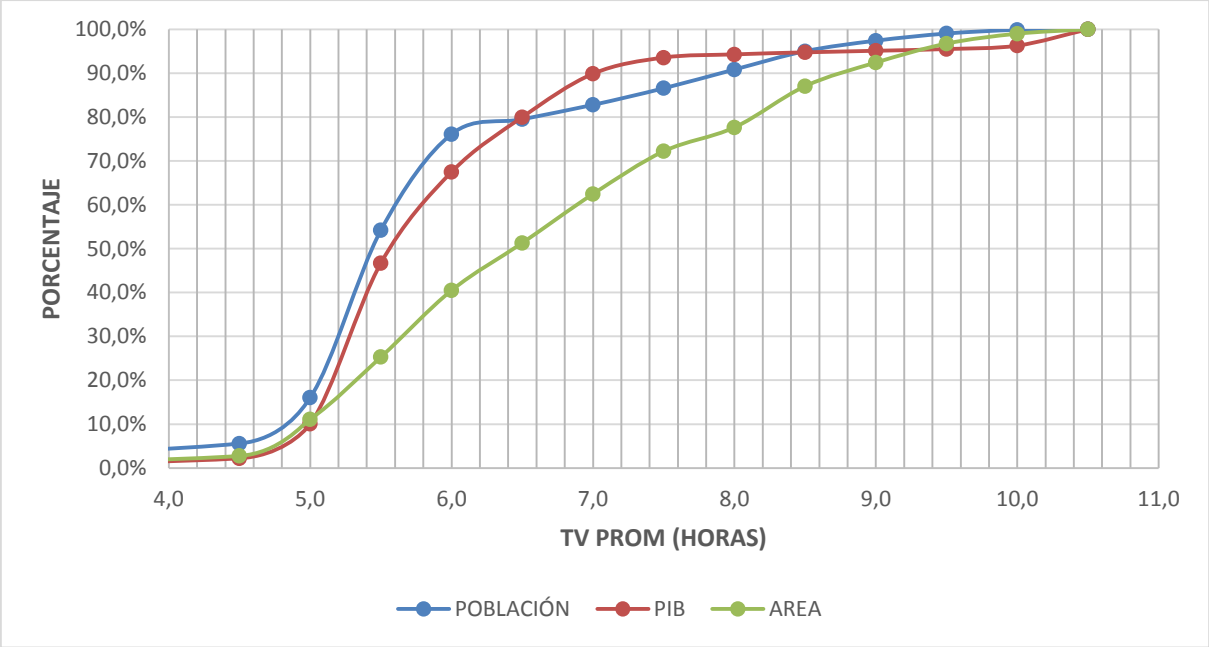
Con información de población, PIB y área para cada uno de los municipios y departamentos que integran la zona de análisis y siguiendo el procedimiento descrito en el numeral 7.4 del presente documento, se obtuvo la siguiente información consignada en los siguientes gráficos y tablas:

Tabla No 25. Análisis de cobertura espacial de las curvas isócronas de tiempo medio de viaje para el escenario futuro.

	POBLACIÓN			PIB			AREA		
TV_PROM _HORAS	HABITANTES	%	% ACUMULADO	MILES DE MILLONES	%	% ACUMULADO	KM²	%	% ACUMULADO
0	0	0,0%	0,0%	0	0,0%	0,0%	0	0,0%	0,0%
4,5	578.430	5,6%	5,6%	11.839.316,88	2,2%	2,2%	3.110,47	2,8%	2,8%
5	1.084.089	10,5%	16,0%	41.973.076,40	7,8%	10,1%	9.462,19	8,4%	11,1%
5,5	3.956.352	38,2%	54,2%	196.225.479,86	36,7%	46,7%	16.007,95	14,2%	25,3%
6	2.269.907	21,9%	76,1%	111.163.929,72	20,8%	67,5%	17.169,32	15,2%	40,5%
6,5	350.520	3,4%	79,5%	66.774.005,30	12,5%	80,0%	12.204,03	10,8%	51,3%
7	340.030	3,3%	82,8%	52.961.093,31	9,9%	89,9%	12.598,32	11,2%	62,5%
7,5	392.250	3,8%	86,6%	19.686.853,92	3,7%	93,6%	10.997,54	9,7%	72,2%
8	443.551	4,3%	90,8%	3.867.022,59	0,7%	94,3%	6.145,88	5,4%	77,6%
8,5	432.474	4,2%	95,0%	2.498.159,24	0,5%	94,7%	10.611,23	9,4%	87,0%
9	248.080	2,4%	97,4%	1.936.094,38	0,4%	95,1%	6.086,41	5,4%	92,4%
9,5	168.826	1,6%	99,0%	2.083.218,53	0,4%	95,5%	4.873,68	4,3%	96,7%
10	87.475	0,8%	99,9%	4.166.828,15	0,8%	96,3%	2.545,39	2,3%	99,0%
10,5	12.929	0,1%	100,0%	19.935.830,54	3,7%	100,0%	1.137,95	1,0%	100,0%

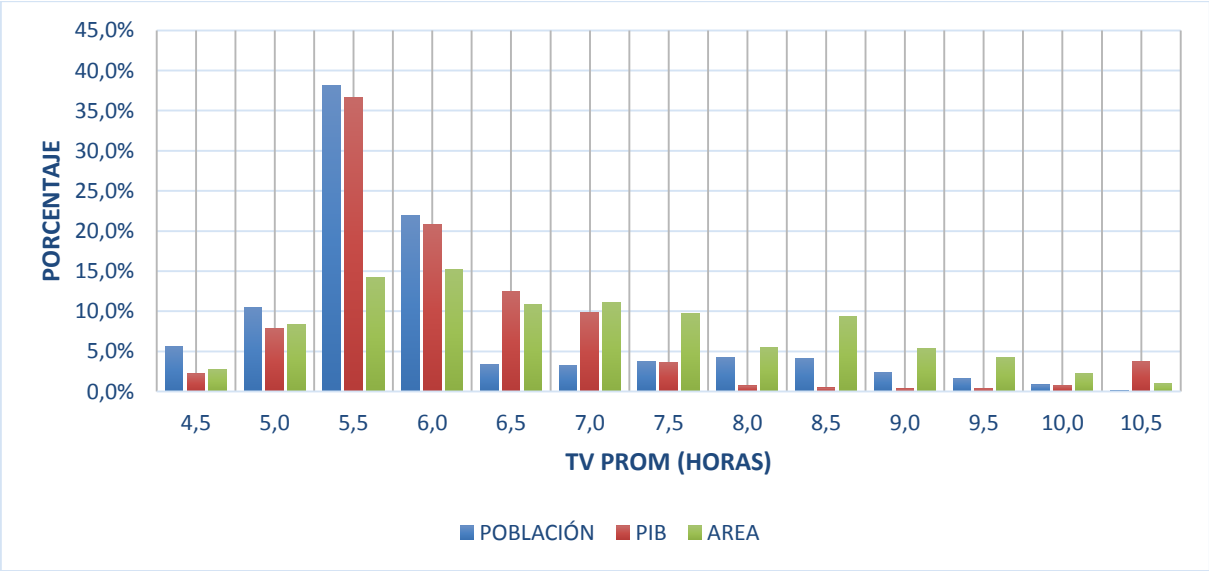
Fuente: Elaboración propia

Figura No 30: Análisis acumulado de tiempo medio de viaje en relación a las variables población, PIB y área para el escenario futuro.



Fuente: Elaboración propia

Figura No 31: Análisis de cada tiempo medio de viaje en relación a las variables población, PIB y área para el escenario futuro.



Fuente: Elaboración propia

De la anterior información, se puede concluir que el 38.2 de la población que produce el 36.7% del PIB y ocupa el 14.2% del territorio, posee un tiempo medio de viaje de 5.5 horas y corresponde a las zona central de Bolívar, Magdalena, Sucre, oriental del Atlántico y centro occidente del Cesar.

El 21.9 de la población que produce el 20.8% del PIB y ocupa el 15.2% del territorio, posee un tiempo medio de viaje de 6 horas, que corresponde a la zona centro y occidente del Atlántico, norte del Magdalena, franja en el centro de Sucre y centro de Córdoba.

El 10.5 de la población que produce el 7.8% del PIB y ocupa el 8.4% del territorio, posee un tiempo medio de viaje de 6. 5 horas, en el centro de Sucre, sur del Magdalena y centro del Cesar y Córdoba.

El 76.1% de la población que produce el 67.5% del PIB y ocupa el 40.5% del territorio, posee un tiempo medio de viaje inferior a las 6 horas; de otra parte el 13.4% de la población que produce el 6.5% del PIB y ocupa el 27.8% del territorio, posee un tiempo medio de viaje superior a las 8 horas.

7.9 OBTENCIÓN CURVAS GRADIENTES DE ACCESIBILIDAD

El gradiente hace relación al cambio entre un escenario y otro, en este caso entre un escenario actual y un escenario futuro, para conocer qué porcentaje de ganancia y/o pérdida se tiene en los tiempos medios de viaje, con la construcción de una infraestructura vial nueva. Teniendo en cuenta que se contaban con las curvas isócronas del escenario actual y las del escenario futuro con la doble calzada Cartagena – Barranquilla y circunvalar de La Prosperidad, se podía conocer el porcentaje de ahorro y/o pérdida

La construcción de las curvas gradientes de cambio en tiempo medio de viaje se realizó en similares condiciones a las expuestas en el numeral 7.3 del presente trabajo, con la excepción que no se trabajaron con tiempos medios de viaje sino con porcentajes de ahorro. Lo anterior se desarrolló así:

Se sacó un archivo de las coordenadas, longitud y latitud, junto con el tiempo de viaje promedio de cada uno de los nodos de la red del escenario actual y de cada uno de los nodos del escenario futuro

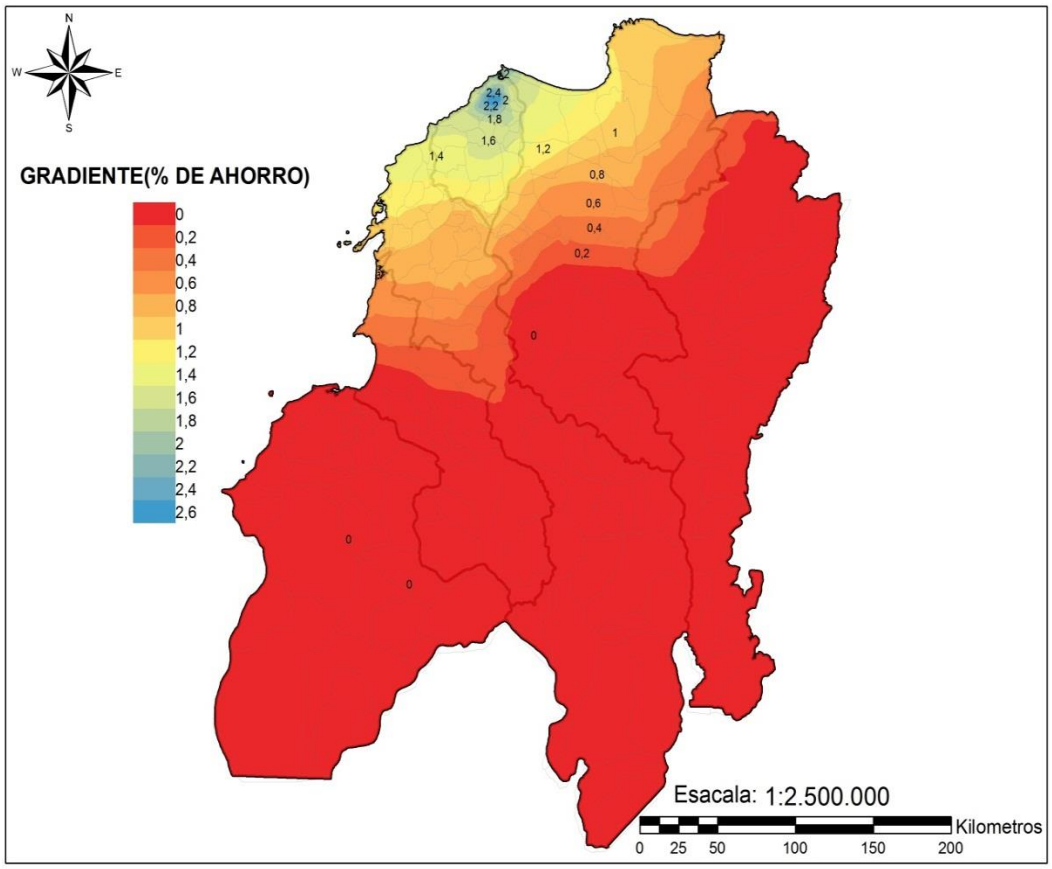
En un programa creado en el software Matlab por estudiantes de la oficina de movilidad de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales y suministrado por ellos, se ingresan los dos archivos que se mencionan anteriormente y se organizan de tal forma que muestra todos los nodos de la red actual comparados con todos los nodos de la red futura, para de esta manera conocer qué tiempo de viaje promedio tiene el nodo del escenario actual con respecto al mismo nodo en el escenario futuro y poder calcular que porcentaje de ahorro o perdida tuvieron todos los nodos de la red futura.

Con los datos específicos de porcentaje de ahorro o pérdida de los nodos de la red construida del escenario futuro se procedió a llevar a cabo el análisis geoestadístico a través del software SURFER encargado de construir las curvas isócronas. Se ingresan las coordenadas de cada punto de la red construida y los porcentajes de ahorro al software y se realiza el análisis geoestadístico basado en el método de Kriging.

Llevada a cabo la interpolación espacial el software se encarga de exponer las curvas isócronas, las cuales son exportadas a TransCad para ser corregidas y exportadas a ArcGis para ser superpuestas a la zona de análisis y generar el mapa de las isócronas respectivas

En el siguiente mapa se observan las curvas isócronas gradientes obtenidas, las cuales representan el ahorro obtenido en términos de porcentaje en los tiempos medios de viaje.

Figura No 32: Isócronas gradientes (ahorro)



7.10 ANÁLISIS GEOESTADÍSTICO Y EVALUACIÓN DE LAS CURVAS GRADIENTES DE CAMBIO EN TIEMPO MEDIO DE VIAJE, RELACIONANDO CADA ALTERNATIVA CON EL ESCENARIO ACTUAL.

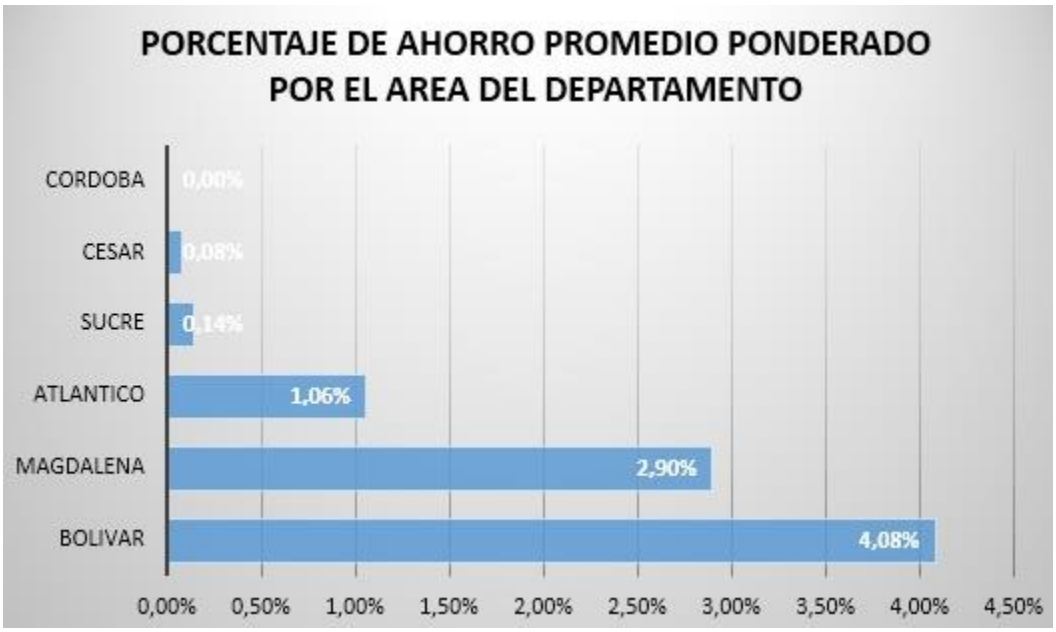
En la siguiente tabla y figura se observan los ahorros alcanzados por cada uno de los departamentos, ponderados por el área de cada uno de ellos.

Tabla No 26: Porcentaje de ahorro promedio ponderado por el área de departamento del escenario actual vs escenario futuro.

DEPARTAMENTO	PORCENTAJE	AREA KM²	PORCENTAJE DE AHORRO PROMEDIO PONDERADO POR EL AREA DE DEPARTAMENTO
ATLANTICO	0,350765975	3360,76535	1,06%
BOLIVAR	0,173674921	26141,89453	4,08%
CESAR	0,004014079	22973,09568	0,08%
CORDOBA	0	25059,48561	0,00%
MAGDALENA	0,141209438	22846,39463	2,90%
SUCRE	0,014532325	10823,7891	0,14%
total	0,684196738	111205,4249	8,27%

Fuente: Elaboración propia

Figura33: Porcentaje de ahorro promedio ponderado por el área de departamento del escenario actual vs escenario futuro



Fuente: Elaboración propia

Se observa que los departamentos que mas ahorro ponderado por area obtuvieron, son en su orden: Bolivar 4.08% , Magdalena 2.90% y Atlantico con 1.06%.

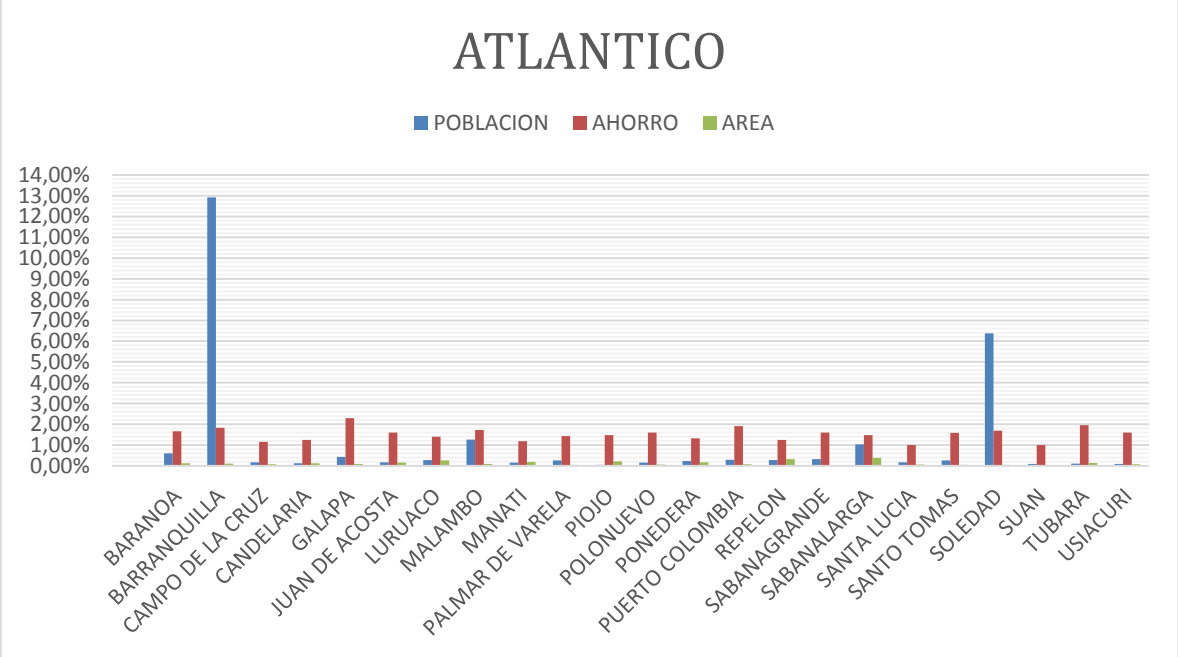
En la siguiente tabla y figura se muestran los ahorros obtenidos por el departamento de Atlántico.

Tabla No 27. Porcentaje de ahorro promedio ponderado por el área de cada municipio de Atlántico, escenario actual vs escenario futuro.

ATLANTICO					
	POBLACION	AREA	PRODUCTO INTERNO BRUTO		
MUNICIPIO	HABITANTES	KM²	PIB (MILLONES $)	%	AHORRO (%)
BARANOA	57.242	134,24	710.345,98	2,35%	1,66
BARRANQUILLA	1.212.943	122,39	15.052.045,48	49,78%	1,83
CAMPO DE LA CRUZ	16.325	96,33	202.585,48	0,67%	1,16
CANDELARIA	12.445	134,54	154.436,53	0,51%	1,24
GALAPA	41.555	101,85	515.677,78	1,71%	2,29
JUAN DE ACOSTA	16.580	184,30	205.749,91	0,68%	1,61
LURUACO	26.542	303,62	329.373,59	1,09%	1,4
MALAMBO	119.286	107,10	1.480.282,50	4,90%	1,73
MANATI	15.533	216,76	192.757,14	0,64%	1,19
PALMAR DE VARELA	25.192	56,26	312.620,73	1,03%	1,44
PIOJO	5.127	243,77	63.623,63	0,21%	1,48
POLONUEVO	15.156	72,80	188.078,75	0,62%	1,6
PONEDERA	21.912	198,99	271.917,49	0,90%	1,33
PUERTO COLOMBIA	27.216	84,93	337.737,61	1,12%	1,92
REPELON	25.759	366,65	319.656,93	1,06%	1,25
SABANAGRANDE	31.009	31,85	384.806,93	1,27%	1,6
SABANALARGA	97.076	437,44	1.204.666,97	3,98%	1,48
SANTA LUCIA	16.075	67,86	199.483,10	0,66%	1,01
SANTO TOMAS	25.198	61,15	312.695,19	1,03%	1,59
SOLEDAD	599.012	50,70	7.433.453,89	24,59%	1,7
SUAN	8.858	35,10	109.923,57	0,36%	1
TUBARA	11.021	158,21	136.765,37	0,45%	1,95
USIACURI	9.333	93,93	115.818,09	0,38%	1,6

Fuente: Elaboración propia

Figura No 34: Análisis de cada porcentaje de ahorro en relación a las variables población, PIB y área para el escenario actual vs escenario futuro, Dpto. del Atlántico



Fuente: Elaboración propia

Se evidencia que los 23 municipios del departamento obtuvieron ahorros en términos de tiempos medios de viaje, que oscilan entre el 1% y el 2.29% .

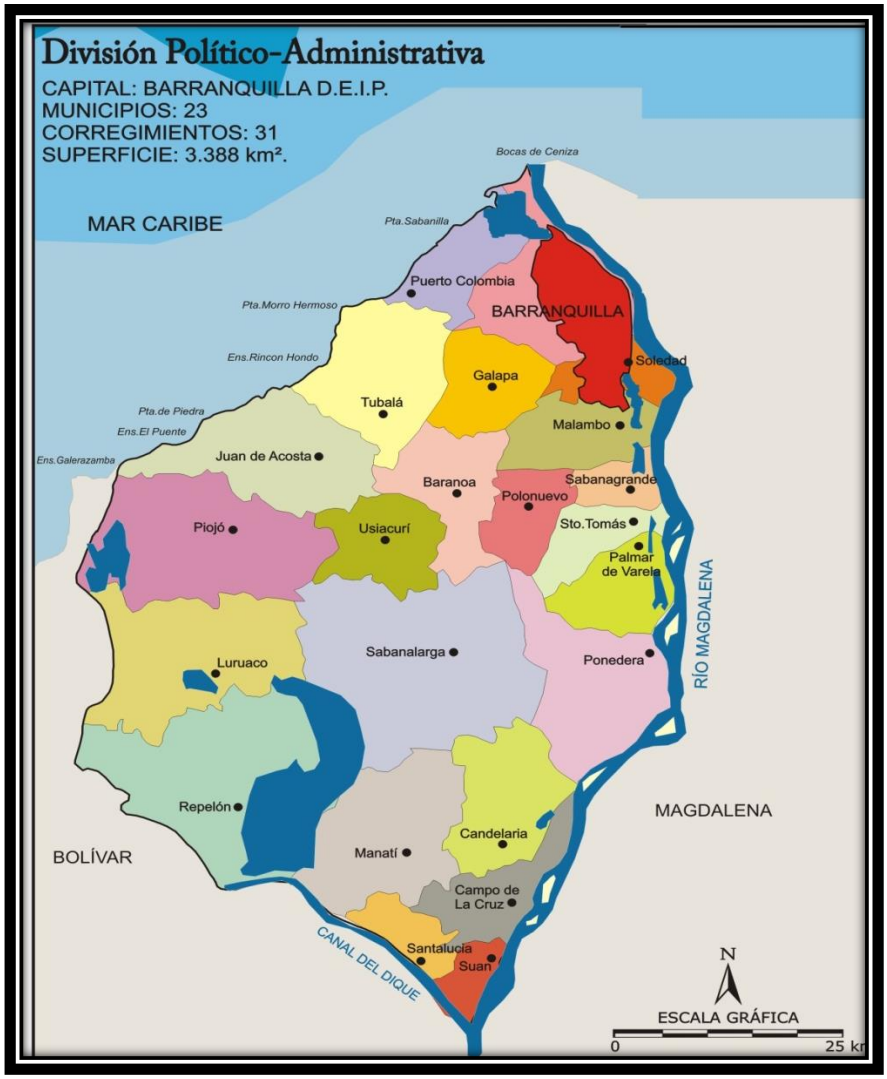
Se observa que el municipio de Galapa es el más beneficiado con las obras 4G, pues obtienen un ahorro del 2.29% en tiempo medio de viaje, seguida de Puerto Colombia con un 1.92, Tubará1.95%, Barranquilla con un ahorro del 1.83%; esta última cuenta con el 12.92% de la población y un 0.11% del área de la zona de análisis y es la ciudad capital con mayor población en dicha zona. De otra parte Malambo obtienen un ahorro del 1.73% y Soledad 1.7% en sus tiempos medios de viaje. Estos municipios son servidos por las vías Cartagena – Puerto Colombia – Barranquilla, Sabanalarga – Galapa – Barranquilla y Santo Tomas – Malambo – Soledad – Barranquilla y son los más próximos al trazado de La Circunvalar de La Prosperidad que se construirá alrededor de Barranquilla.

Estos seis municipios cuentan con una población 2.011.033 habitantes, que corresponde al 21.42% de la población de la zona de análisis. En general todos

los municipios del departamento se ven beneficiados con las obras, representado en ahorro en tiempos medios de viaje.

En el siguiente mapa se observan los municipios del departamento:

Figura No 35: Mapa político departamento del Atlántico



Fuente Pagina web Gobernación del Atlántico

En la siguiente tabla se observan los ahorros obtenidos por los municipios del departamento de Bolívar, en donde no todos obtuvieron ahorros.

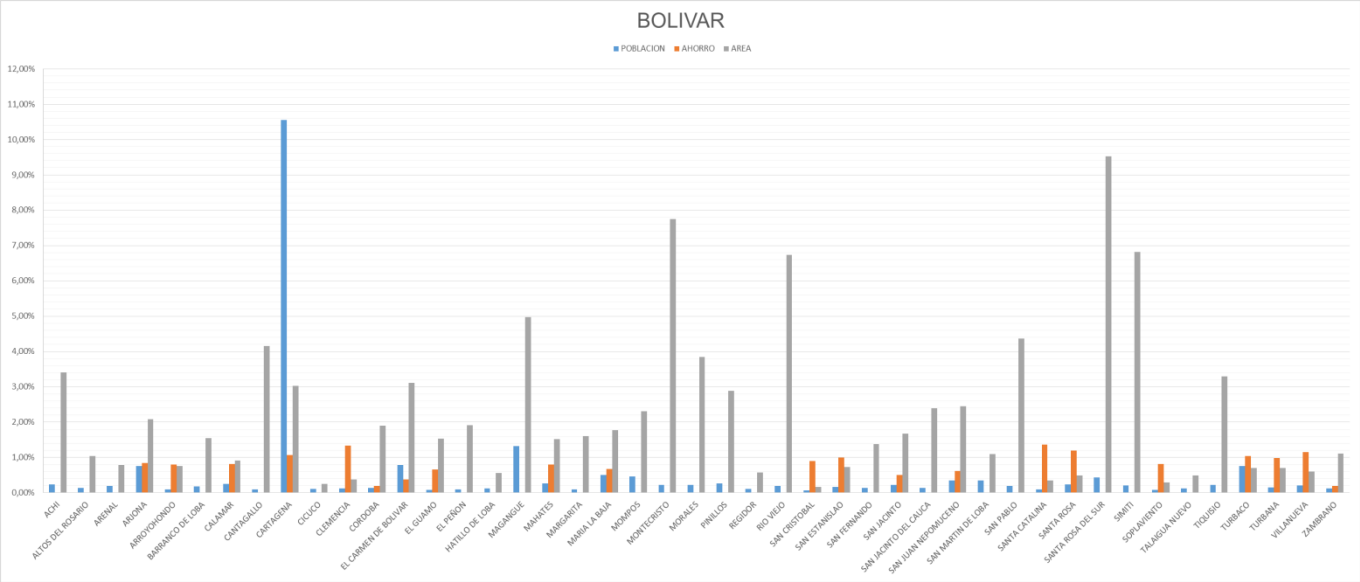
Tabla No 28. Porcentaje de ahorro promedio ponderado por el área de cada municipio de Bolívar, escenario actual vs escenario futuro.

BOLIVAR					
	POBLACION	AREA	PRODUCTO INTERNO BRUTO		AHORRO
MUNICIPIO	HABITANTES	KM²	PIB (MILLONES $)	%	%
ARJONA	71.180	543,08	1.005.514,28	3,44%	0,85
ARROYOHONDO	9.782	199,74	138.184,05	0,47%	0,80
CALAMAR	23.308	240,111329	329.257,19	1,13%	0,81
CARTAGENA	990.179	790,423987	13.987.624,64	47,92%	1,07
CLEMENCIA	12.443	97,4071	175.774,29	0,60%	1,34
CORDOBA	12.475	497,595368	176.226,34	0,60%	0,19
EL CARMEN DE BOLIVAR	74.297	812,308578	1.049.546,14	3,60%	0,38
EL GUAMO	7.763	402,837284	109.662,93	0,38%	0,66
MAGANGUE	123.618	1298,78441	1.746.272,32	5,98%	0,01
MAHATES	25.464	397,874537	359.713,62	1,23%	0,80
MARIA LA BAJA	47.749	461,953019	674.519,55	2,31%	0,68
SAN CRISTOBAL	6.653	45,3767165	93.982,67	0,32%	0,90
SAN ESTANISLAO	16.149	191,98952	228.126,58	0,78%	1,00
SAN JACINTO	21.519	438,451203	303.985,13	1,04%	0,50
SAN JUAN NEPOMUCENO	33.346	640,313943	471.057,59	1,61%	0,62
SANTA CATALINA	9.084	91,8636697	128.323,85	0,44%	1,36
SANTA ROSA	22.095	128,909063	312.121,92	1,07%	1,20
SOPLAVIENTO	8.423	75,5831114	118.986,33	0,41%	0,82
TURBACO	71.173	182,862308	1.005.415,39	3,44%	1,04
TURBANA	14.733	183,37723	208.123,66	0,71%	0,98
VILLANUEVA	19.458	157,398006	274.870,71	0,94%	1,15
ZAMBRANO	11.525	291,476491	162.806,29	0,56%	0,20

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se observa la composición poblacional, de área y PIB, para cada uno de los porcentajes de ahorro obtenidos en el departamento de Bolívar .

Figura No 36: Análisis de cada porcentaje de ahorro en relación a las variables población, PIB y área para el escenario actual vs escenario futuro para el Dpto. de Bolívar



Fuente: Elaboración propia

En el departamento de Bolívar de los 45 municipios, en 22 de ellos se observan ahorros, todos ubicados en la zona norte, en el área de influencia de las obras. El mayor ahorro lo obtiene el municipio de Santa Catalina con 1.36% de ahorro, Clemencia 1.34%, Santa Rosa con 1.20%, Villanueva 1,15, San Estanislao 1%ysu capital, Cartagena de Indias, con un ahorro del 1.07%, la cual posee el 10.55% de la población de la zona de análisis. Estos municipios cuenta con una población de 1.053.259 habitantes, que corresponde al 11.22% del total de la población de la zona de análisis y están ubicados en el norte del departamento y servidos por las vías San Jacinto – San Juan Nepomuceno – Carreto – Cartagena y Turbaco – Santa Catalina – Luruaco – Sabanalarga, así como por la vía Cartagena – Barranquilla que será intervenida por la obra 4G analizada.

En el siguiente mapa político del departamento de Bolívar, se observa la ubicación de los municipios que obtuvieron ahorros.

Figura No 37: Mapa político departamento de Bolívar

Fuente: Igac

Los municipios que no se vieron beneficiados, corresponden a 23 en la zona sur del departamento, entre ellos: Cicuco, Morales, Mompos, Pinillos, San Pablo, Cantagallo, Dimití, Santa Rosa del Sur, Tiquisio entre otros, los cuales cuentan con una población de 434.007 habitantes, ósea el 4.51% de habitantes, los cuales que ocupan un área de 17.972 kms2, que corresponde al 16.16% del área total de la zona de análisis.

Los municipios de Montecristo, Rio Viejo, Dimití y Santa Rosa del Sur, son los que mayor área superficiaria poseen, 8.055.13 Km2 (7.24%) y no se ven beneficiados con ahorros en tiempo medio de viaje.

En la siguiente tabla se relacionan los ahorros de los municipios del departamento del Magdalena.

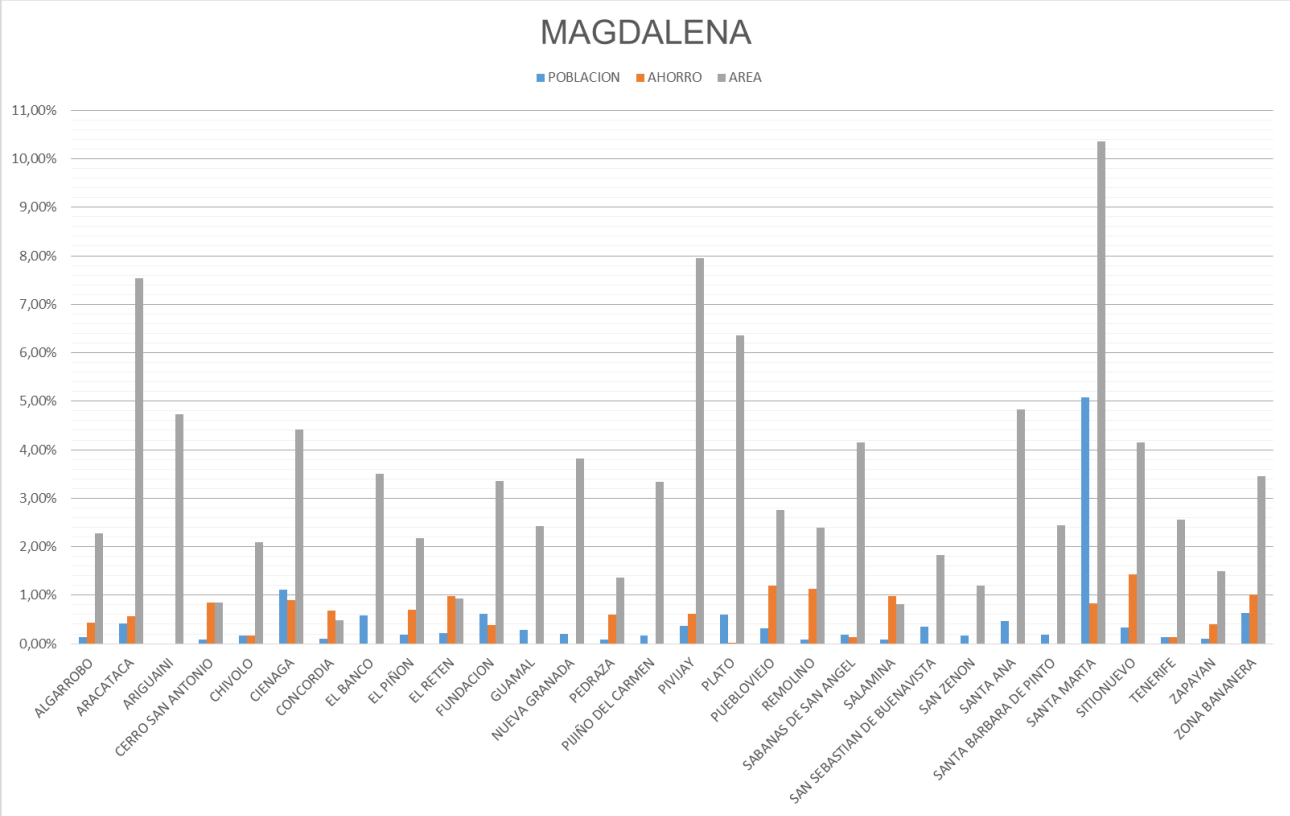
Tabla No 29. Porcentaje de ahorro promedio ponderado por el área de cada municipio de Magdalena, escenario actual vs escenario futuro.

MAGDALENA					
	POBLACION	AREA	PRODUCTO INERNO BRUTO		AHORRO
MUNICIPIO	HABITANTES	KM²	PIB (MILLONES ($)	%	%
ALGARROBO	12.480	517,94	95.507,19	0,97%	0,44
ARACATACA	39.020	1.721,65	298.613,03	3,02%	0,56
CERRO SAN ANTONIO	7.891	192,28	60.388,40	0,61%	0,84
CHIVOLO	16.002	477,71	122.460,42	1,24%	0,16
CIENAGA	104.060	1.010,40	796.352,44	8,05%	0,90
CONCORDIA	9.443	111,01	72.265,58	0,73%	0,68
EL BANCO	55.408	798,85	424.027,45	4,29%	0,00
EL PIÑON	16.757	497,46	128.238,30	1,30%	0,70
EL RETEN	20.736	210,80	158.688,87	1,60%	0,98
FUNDACION	57.297	767,96	438.483,62	4,43%	0,39
PEDRAZA	8.052	312,00	61.620,51	0,62%	0,60
PIVIJAY	34.114	1.814,89	261.068,30	2,64%	0,61
PLATO	56.894	1.452,36	435.399,54	4,40%	0,01
PUEBLOVIEJO	29.869	629,31	228.582,08	2,31%	1,19
REMOLINO	8.212	547,72	62.844,96	0,64%	1,13
SABANAS DE SAN ANGEL	16.647	949,32	127.396,49	1,29%	0,13
SALAMINA	7.201	184,92	55.107,96	0,56%	0,98
SAN SEBASTIAN DE BUENAVISTA	32.569	417,23	249.244,69	2,52%	0,00
SANTA MARTA	476.385	2.367,56	3.645.688,62	36,86%	0,83
SITIONUEVO	31.304	947,91	239.563,88	2,42%	1,43
TENERIFE	12.253	584,34	93.770,00	0,95%	0,13
ZAPAYAN	8.785	341,57	67.230,02	0,68%	0,40
ZONA BANANERA	60.104	789,14	459.965,09	4,65%	1,01

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se observa la composición poblacional, área y PIB, para cada uno de los porcentajes de ahorro obtenidos en el departamento de Magdalena.

Figura No 38: Análisis de cada porcentaje de ahorro en relación a las variables población, PIB y área para el escenario actual vs escenario futuro del Dpto. del Magdalena



Fuente: Elaboración propia

En el departamento del Magdalena los municipios de Sitio Nuevo con 1.43%, Pueblo Viejo 1.19%, Remolino 1.13%, Zona Bananera 1.01%, El Reten 0.98%, Ciénaga con el 0.9% y su capital Santa Marta con el 0.83%; son los municipios con los mayores ahorros en tiempo medio de viaje; los cuales cuentan con 730.670 habitantes (7.78% de la población en la zona de análisis). Estos municipios se encuentran ubicados en el norte del departamento y por sus territorios pasan las vías Barranquilla – Santa Marta, Bosconia – Ciénaga.

A continuación se muestra un mapa político del departamento de Magdalena, para conocer la ubicación de los municipios que lograron ahorros.

Figura No 39: Mapa político departamento de Magdalena

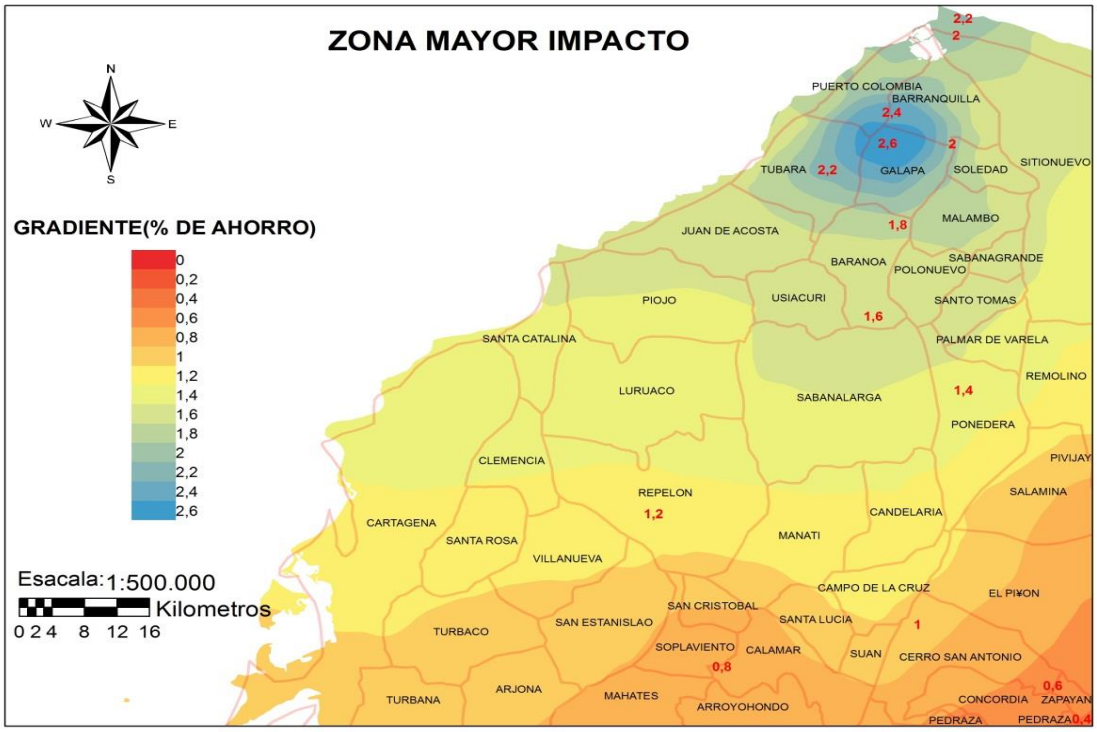
Fuente: Pagina web gobernación del Magdalena

Los municipios que no cuentan con ahorros son 9, entre ellos El Banco, Santa Ana y San Sebastián de Buena Vista, ubicados en el extremo sur y que corresponden en parte a la zona cenagosa del rio Magdalena y por ende carecen de adecuada infraestructura vial.

Los departamentos de Cesar, Sucre y Córdoba poseen unos ahorros que prácticamente son imperceptibles cuando se ponderan por el área de cada municipio

En el siguiente mapa se observan los municipios que más se verían beneficiados con la obra 4G construida:

Figura No 40: Zona de mayor impacto (ahorro)



Fuente. Elaboración propia

El mayor impacto de las obras 4G, corresponde a los municipios del norte del Departamento del Atlántico: Puerto Colombia, Barranquilla, Tubará y Galapa, los cuales poseen el mayor ahorro en tiempos medios de viaje, que coincide con la zona donde precisamente se concentran las mayores obras, como son doble calzada Puerto Colombia - Barranquilla y Circunvalar de La Prosperidad en esta última.

7.11 ANÁLISIS DE COBERTURA ESPACIAL DE LAS CURVAS ISÓCRONAS DE GRADIENTE DE TIEMPO MEDIO DE VIAJE EN RELACIÓN CON LAS VARIABLES POBLACIÓN, PIB Y ÁREA PARA EL ESCENARIO FUTURO.

Con información de población, PIB y área para cada uno de los municipios y departamentos que integran la zona de análisis, ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), se realizo un análisis de cobertura espacial con relación a las curvas isócronas de gradiente de tiempos medios de viaje, consistente en

determinar cada una de esas curvas cuanta población, PIB y área abarcan de la zona de análisis, del escenario actual en comparación con el escenario futuro.

La construcción de dichas coberturas espaciales se realizó en similares condiciones a las expuestas en el numeral 7.4:

Este trabajo se hizo de de la siguiente manera:

Con la información de población, PIB y áreas se incluyeron estas propiedades al shape de los municipios de la zona de análisis para ser trabajada en el software ArcGis.

Tomando el shape de los municipios y el shape de las curvas isócronas de gradiente de tiempos medios de viaje, se cruzaron ambos shapes para crear uno nuevo y así conocer que curvas de tiempos medios de viaje cruzan a cada uno de los departamentos y/o municipios de la zona de análisis.

Teniendo este nuevo shape, en el cual las curvas isócronas de gradiente de tiempos medios de viaje cruzan cada uno de los municipios, se determina el área de cada una de las curvas en cada uno de los municipios, además de conocer cuántas curvas cruzan cada municipio, o sea que tiempo promedio de viaje están presentes en el municipio y que áreas de ese municipio contienen.

Con la anterior información y calculada en ArcGis se exporta la tabla de atributos a Excel, donde se agrega una nueva columna que contiene el peso que se le da a cada uno de los tiempos medios de viaje con base en el área del municipio que abarquen y con las áreas totales de los municipios se puede hallar los tiempos de viaje promedio ponderado del municipio.

Lo anterior nos permite conocer qué población, PIB, y área abarca cada uno de esos tiempos en toda la zona de análisis.

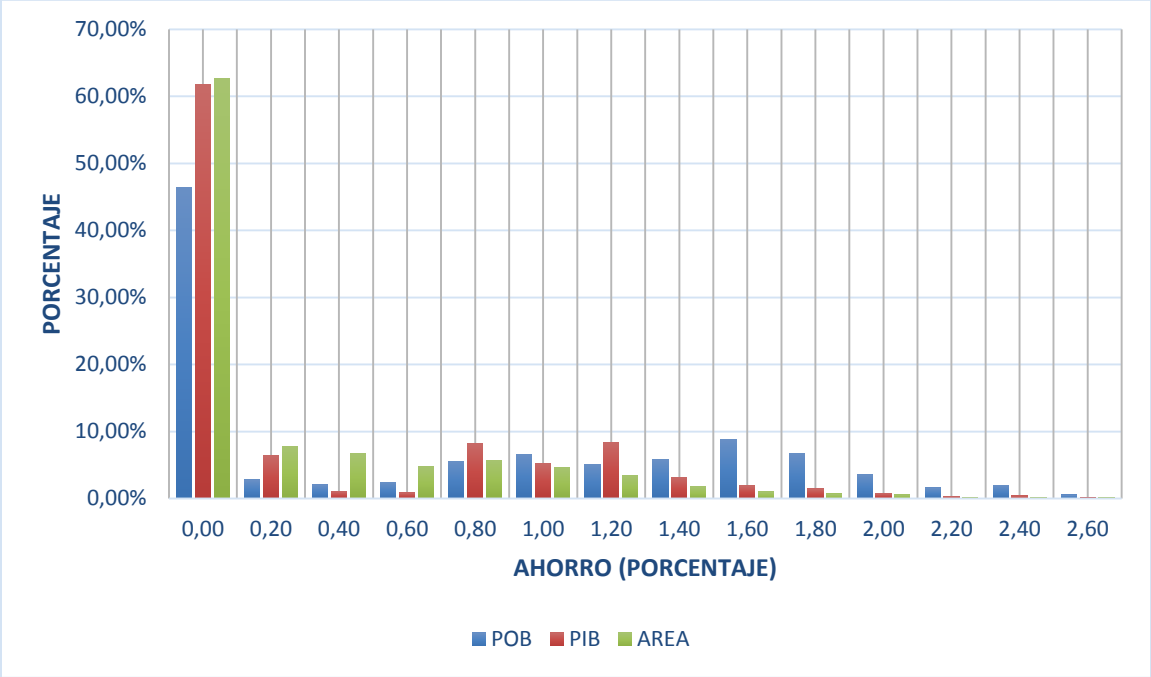
Utilizando tablas dinámicas en Excel se lleva a cabo la construcción de las tablas y figuras que se exponen a continuación.

Tabla No 30: Análisis de cobertura espacial de las curvas gradiente en términos de porcentaje de ahorro para el escenario actual vs escenario futuro

% AHORRO	POB			PIB			AREA		
	HABITANTES	%	% ACUMULADO	MILES DE MILLONES	%	% ACUMULADO	KM²	%	% ACUMULADO
0	0	0,00%	100,00%	0	0,00%	100,00%	0	0,00%	100,00%
0,00	4.263.746	46,41%	53,59%	324.963.106,42	61,71%	38,29%	185.334,18	62,71%	37,29%
0,20	255.608	2,78%	50,81%	33.612.327,92	6,38%	31,90%	22.892,21	7,75%	29,55%
0,40	189.121	2,06%	48,75%	5.661.906,85	1,08%	30,83%	19.703,51	6,67%	22,88%
0,60	222.912	2,43%	46,33%	4.690.087,48	0,89%	29,94%	13.982,31	4,73%	18,15%
0,80	507.867	5,53%	40,80%	43.099.479,69	8,19%	21,75%	16.678,13	5,64%	12,51%
1,00	605.407	6,59%	34,21%	27.357.865,78	5,20%	16,56%	13.556,90	4,59%	7,92%
1,20	470.240	5,12%	29,09%	43.955.498,83	8,35%	8,21%	10.118,96	3,42%	4,49%
1,40	535.357	5,83%	23,26%	16.734.863,13	3,18%	5,03%	5.217,74	1,77%	2,73%
1,60	814.036	8,86%	14,40%	10.067.368,67	1,91%	3,12%	2.992,91	1,01%	1,72%
1,80	618.721	6,73%	7,67%	7.672.083,01	1,46%	1,66%	1.964,43	0,66%	1,05%
2,00	325.480	3,54%	4,13%	4.037.640,42	0,77%	0,89%	1.707,33	0,58%	0,47%
2,20	146.240	1,59%	2,54%	1.814.765,32	0,34%	0,55%	467,38	0,16%	0,32%
2,40	182.484	1,99%	0,55%	2.264.545,63	0,43%	0,12%	467,38	0,16%	0,16%
2,60	50.438	0,55%	0,00%	625.905,43	0,12%	0,00%	467,38	0,16%	0,00%

Fuente: Elaboración propia

Figura No 41:.Análisis de cada porcentaje de ahorro en relación a las variables población, PIB y área para el escenario actual vs escenario futuro.



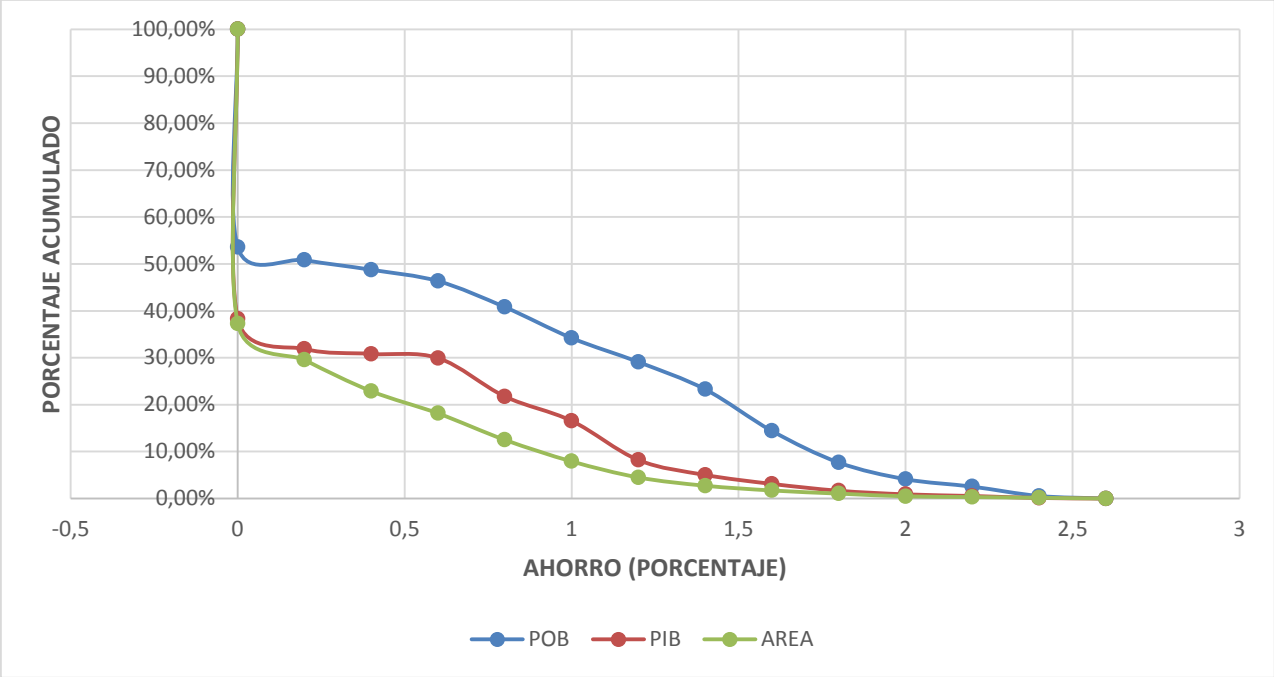
Fuente: Elaboración propia

Se observa que el 7% de la población de la zona de análisis, que produce el 6% del PIB y ocupa el 5% del territorio obtienen ahorros del 1%.

También se evidencia que el 9% de la población de la zona de análisis, que produce el 2% del PIB y ocupa el 1% del territorio obtienen ahorros del 1.6%.

El 46.41% de la población, que produce el 61.71% del PIB y ocupa el 62.71% del área superficiaria de la zona de análisis no presentan porcentajes de ahorro.

Figura No 42:.Análisis acumulado porcentaje de ahorro en relación a las variables población, PIB y área para el escenario actual vs escenario futuro.



Fuente: Elaboración propia

Se observa con base en la tabla y figuras anteriores que el 34.21% de la población de la zona de análisis, que produce el 16.56% del PIB y ocupa el 7.92% del territorio, logra ahorros mayores al 1% en tiempos medios de viaje.

De otra parte se tienen que el 4.13% de la población de la zona de análisis, que produce el 0.89% del PIB y ocupa el 0.48% del área de la zona de análisis, obtienen ahorros mayores al 2% en términos de tiempos medios de viaje.

Lo anterior demuestra que el 46.41% de la población, que produce el 61.71% del PIB y ocupa el 62.71% del área superficiaria de la zona de análisis no presentan porcentajes de ahorro, o sea no se ven beneficiados con la obra 4G, ya que las ganancias de tiempo medios de viaje se dan en la zonas específicas muy cercanas a las obras.

8 CONCLUSIONES

Los ahorros obtenidos en términos de tiempos medios de viaje tiene un valor máximo del 2.6% que corresponde a un área muy pequeña del departamento del Atlántico y abarca parte del municipio de Galapa.

El departamento más beneficiado con los ahorros en los tiempos medios de viaje es el Atlántico, donde sus 23 municipios obtuvieron ahorros en tiempos medios de viaje entre 1% y 2.29%; seguido de los departamentos de Bolívar, en donde 22 de sus 45 municipios lograron ahorros y Magdalena con 9 municipios.

El 34.21% de la población de la zona de análisis, que produce el 16.56% del PIB y ocupa el 7.92% del territorio, logra ahorros mayores al 1% en tiempos medios de viaje.

El 4.18% de la población de la zona de análisis, que produce el 0.89% del PIB y ocupa el 0.48% del área de la región, obtienen ahorros mayores al 2% en términos de tiempos medios de viaje.

La población, beneficiada con la obra 4G (doble calzada Cartagena – Barranquilla y Circunvalar de La Prosperidad) en términos de disminución en los tiempos medios de viaje, está concentrada en zonas específicas pequeñas y muy cercanas a las obras que se construirán.

Los departamentos menos beneficiados en su orden fueron Córdoba, donde ningún municipio obtuvo ahorros en tiempos medios de viaje, Cesar donde solo 4 de los 25 municipios obtuvieron ahorros muy bajos (entre el 0.02% y 0.26%) y en Sucre, 9 de los 26 municipios, obtuvieron ahorros entre el 0.04% y 0.23%.

Se observa que las zonas con accesibilidad más pobre, tanto actual como futura, coinciden con la zona sur de los departamentos de Bolívar, y Cesar debido a la depresión Momposina, que es la región más cenagosa e inundable del país por la gran cantidad de brazos, caños, ciénagas y pantanos que forman los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge. La zona sur de Córdoba en límites con el departamento de Antioquia, correspondiente a las estribaciones de la cordillera Occidental; las cual cuentan con una red vial muy pobre.

Una alternativa para mejorar esas condiciones de accesibilidad seria conectar estas zonas con una transversal de oriente a occidente, que permita que se comuniquen de forma expedita a las troncales existentes que pasan de sur a norte, tal es el caso de la vía San Alberto – Bosconia en Cesar; el inconveniente de esta alternativa es su alto costo, pues por las condiciones de la zona requeriría viaductos.

Otra alternativa seria el mejoramiento de la vía transversal Sincelejo- Corozal – Puerta de Hierro- San Pedro – Magangué – Cicuco –Talaiga Nuevo – Mompos – Guamal – El Banco – Tamalameque – Pailitas, conectando de forma rápida las troncales desde el departamento de Sucre con el Cesar, pasando por el sur de Bolívar y Magdalena.

En conclusión el impacto de las obras 4G está muy localizado en el departamento del Atlántico y parte de Bolívar y Magdalena, con ahorros en tiempos medios de viaje en su gran mayoría inferiores al 2%. Estos se deben principalmente a la construcción de la circunvalar de La Prosperidad en los alrededores de la ciudad de Barranquilla, mas no a los tramos de donde se construirá doble calzada entre Cartagena y Barranquilla, pues en la mayoría de los casos las dobles calzadas aunque aumentan la capacidad de las vías, generan una barrera que va en detrimento de los niveles de accesibilidad.

Los ahorros evidenciados en este trabajo son coherentes, teniendo en cuenta que el proyecto 4G consta de doble calzada en dos tramos de la vía Cartagena - Barranquilla (110 km) y la Circunvalar de la Prosperidad en Barranquilla (36.7 kms.) si se tiene en cuenta que las obras están concentradas en una zona muy pequeña en el norte de la zona de análisis y la longitud de vía nueva a construir es muy corta, comparada con los más de 7.000 kms. que tiene toda la red de la región .

9 BIBLIOGRAFIA

AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA.. Proyecto APP: Dobre calzada Cartagena – Barranquilla y circinvalar de La Prosperidad. Colombia. Recuperado el 03 de 04 de 2015, de pagina web www.ani.gov.co

Barea P, Martínez O. 2002 *Metodologías de evaluación de la accesibilidad y nuevos enfoques*. España

Batty, Michael (2009): "*Accessibility: in search of a unified theory*" en Environment and Planning B, núm. 36(2), pp. 191-194.

Ben-Akiva, M. E., &Lerman, S. R. (1979). *Disaggregate Travel and Mobility-Choice Models and Measures of Accessibility*. In Behavioural

Biehl, D. (1991). *The role of infrastructure in regional development*. (Pion, Ed.) *Infrastructure and Regional Development* ,p. 9-35.

DANE. (2015). *Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).* Recuperado el 24 de 08 de 2015, de http://www.dane.gov.co/

Escobar, D.; Tapasco, O.; Giraldo, j. 2015. *Medición de Desempeño del Sistema de Transporte Cable Aéreo de la Ciudad de Manizales en Colombia, usando Tres Enfoques: Analítico, Simulado y de Accesibilidad Urbana.* Information Tecnológica. Manizales-Colombia

Escobar D.F, García F. Tolosa R. 2013.*Análisis de accesibilidad territorial a nivel regional.* Manizales – Colombia.

Escobar. D A, García F. J, Correa O 2013. *Evolución de la accesibilidad en Manizales (2000-2009) y su relación con la construcción de infraestructura del transporte.* Manizales-Colombia.

Escobar D, Urazan C.F. [ca.2012] *Accesibilidad territorial: instrumento de planificación urbana y regional*. Colombia.

Garrocho Rangel, Carlos F. y Campos Alanís, Juan (2006): "*Un indicador de accesibilidad a unidades de servicios clave para ciudades mexicanas: fundamentos, diseño y aplicación*" en Economía, Sociedad y Territorio, núm. VI(22), pp. 349-397

Goodall, Brian (1987): *The Penguin Dictionary of Human Geography. Penguin Books*, Londres

Gutiérrez J., Aliseda M., Domínguez G., Cabanillas J.2010. *Accesibilidad de la población a las aglomeraciones urbanas de la península ibérica.* España.

Hansen, Walter (1959): "*How accessibility shapes land use*" en Journal of the American Planning Association, núm. 25(2), pp. 73-76.

Holl**,** A. (2007). *Twenty years of accessibility improvements. The case of the Spanish motorway building programme. Journal of Transport Geography.* Vol.15 (4), p. 286-297.

Hull, Angela; Silva, Cecilia y Bertolini, Luca. 2012: *Accessibility Instruments for Planning Practice*,

Esri (2016). Cómo funciona Kriging. Recuperado el 1 de mayo de 2016, de https://pro.arcgis.com/es/pro-app/tool-reference/3d-analyst/how-kriging-works.htm

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS (INVIAS) (2015). Mapa de Carreteras 2014. Recuperado el 15 de 11 de 2015, de: http://www. http://hermes.invias.gov.co/

Jaramillo C., Murillo J. 2.006*. Análisis de accesibilidad vial para el área metropolitana de Santiago de Cali, Colombia*. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia.

Karst T, Geurs a, Bert van Wee. 2004. *Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions.* Environmental Assessment Agency, National Institute for Public Health and the Environment. Journal of Transport Geography 12 (2004) 127–140. Netherland

KRUGMAN, P. (1991). *Increasing returns and economic geography*. Journal of Political Economy, Vol.99(3), p. 483–499.

Loyola C. 2006. *infraestructura vial y niveles de accesibilidad entre los centros poblados y los centros de actividad económica en la provincia de Nuble, VIII región*. Chile.

Luo, W.; Wang, F**.** *Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: synthesis and a case study in the Chicago region*. Environment and Planning B: Planning and Design [on line] 2003, vol. 30.

Morris, J.; Dumble, P., &Wigan, M. (1978). *Accessibility indicators for transport planning*. Transportation. Research*, A, 13*(A), 91-109.

Ortega E, Mancebo S, López E, Monzón de Cáceres A [ca.2006] *Análisis de la accesibilidad territorial debida a la alta velocidad en dos corredores ferroviarios en el marco del PEIT***.** Centro de Investigación del Transporte -TRANSyT, Universidad Politécnica de Madrid, España

Oviedo, D., Bocarejo, J. 2011 *Desarrollo de una metodología de estimación de accesibilidad como herramienta de evaluación de políticas de transporte en países en desarrollo: estudio de caso de la ciudad de Bogotá.* Colombia**.**

Prat E, Pesquer L, Olivet M. 2009. *Metodología para el análisis de accesibilidad a los recursos sanitarios: el caso de Cataluña*. Barcelona- España

Principi N. 2012 A*nálisis de accesibilidad e interacción especial: cálculos cuantitativos y representación cartográfica a escala regional.* Argentina Año 4, Número 4, , Sección II: Metodología. pp. 23-38

Seguí Pons, J. y Petrus Bey, J. 1991. *Geografía de Redes y Sistemas de Transporte*. Editorial Síntesis, Madrid

TransCad tutorials. (s.f.). Recuperado el 1 de 04 de 2016, de http://www2.nkfust.edu.tw/~shanhuen/Courses_2004_Fall/TransCAD/TransCA

Vickerman, R., Spiekermann, K. & Wegener, M. (1999).*Accessibility and economic development in Europe. Regional Studies*, Vol. 33, p. 1-15.