

Caracterización de la red vial terciaria para el departamento de Santander

Erika Yurley Jeréz Contreras y Camilo Ernesto Ortíz García

Trabajo de Grado para Optar el título de ingeniero civil

Director

Miller Humberto Salas Rondón

Doctor en ingeniería civil.

Codirector

Yerly Fabián Martínez Estupiñán

Magister en ingeniería civil

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2020

Dedicatoria

Dedico este proyecto primeramente a mi padre del cielo, mi amado Dios, seguido a mis valerosos padres quienes han sido mi mayor motor, motivación y mi fuente infinita de amor y por último a mi muy estimado Fernando.

Erika Yurley Jeréz Contreras

A mis padres, que con amor y paciencia han hecho de mi la persona que soy.

Camilo Ernesto Ortíz García

Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme la vida, a mis amados Padres, Efraín Jeréz y Nubía Conteras por creer en mí, por trasnochar conmigo y por ser mis maravillosos guías en este camino llamado vida, a mi hermano por apoyarme siempre, a mis tíos y primos por siempre brindarme su voz de aliento, a mis tres grandes amigos (A.I) por siempre estar ahí para mí, a mi gran amigo Mishell por ser el mejor amigo, a mi amado Randy Daniel por hacerme tan feliz, a mis fabulosos compañeros de carrera en especial a mi compañero de proyecto, Camilo, a los profesores Miller y Yerly por ser unos excelentes guías en este proyecto y por último a mi muy estimado Fernando.

Erika Yurley Jeréz Contreras

Agradezco enormemente a todas las personas que valiosamente aportaron de alguna forma en la realización de este proyecto, a mis padres por el apoyo económico y moral que me han brindado no solo durante esta etapa, si no durante toda la vida, agradezco también a todos los profesores que durante este paso por la academia me dejaron enseñanzas y especialmente al profesor Miller, quien siempre estuvo dispuesto a brindar una mano cuando lo necesitamos y finalmente a mi compañera Erika, siempre hemos sido un gran equipo.

Camilo Ernesto Ortíz García

Tabla de Contenido

Introducción	10
1. Objetivos	13
1.1 Objetivo General	13
1.2 Objetivos Específicos.....	13
2. Marco teórico	14
2.1 El problema histórico de las vías terciarias en Colombia	14
3. Recopilación de datos y análisis	21
3.1 Datos de la red terciaria en el departamento de Santander	23
3.1.1 Red vial terciaria a cargo de los municipios	25
3.1.2 Red vial terciaria a cargo del INVIAS	26
3.2 Datos de flujo vehicular de la red terciaria del departamento de Santander.....	28
3.3 Cantidad de kilómetros que requieren intervención estatal para lograr un estado óptimo de transitividad.....	29
3.4 Costos de operación vehicular para cada tipo de vehículo que circula por la red terciaria. .	30
3.4.1 Costos de operación para vías pavimentadas.....	30
3.4.2 Costos de operación para vías no pavimentadas.....	31
4. Resultados	33
4.1 Categorización de la superficie de rodadura de la red vial terciaria del departamento de Santander.....	34
4.2 Revisión de datos de flujo vehicular existente para la infraestructura terciaria del departamento de Santander.	37
4.3 Estimación de la cantidad de kilómetros que requieren intervención para lograr un estado idóneo de transitividad.....	37

4.4 Evaluación de los costos de operación para los diferentes tipos de vehículos que circulan por la red terciaria del departamento de Santander	41
5. Conclusiones	44
5. Recomendaciones	45
Referencias Bibliográficas	47

Lista de Tablas

Tabla 1. Condiciones mínimos para la implementación de placa huella tipo INVIAS	19
Tabla 2. Distribución de la red terciaria en Colombia	21
Tabla 3. Estado de caracterización de la red terciaria de Santander	25
Tabla 4. Longitud de la red terciaria a cargo del INVIAS y los municipios	25
Tabla 5. Superficie de rodadura de las vías terciarias a cargo de los Municipios de Santander.	26
Tabla 6. Kilómetros de la red terciaria de Santander a cargo del invias y categorizados según su superficie de rodadura.....	27
Tabla 7. Estado de la red vial terciaria de Santander a cargo del INVIAS.....	27
Tabla 8. Longitud de red terciaria total del departamento de Santander por Provincias	28
Tabla 9. Porcentajes del estado de la infraestructura terciaria a cargo del INVIAS para cada provincia de Santander, según su superficie de rodadura	29
Tabla 10. Costos de operación para vías pavimentadas.....	31
Tabla 11. Costos de operación para vías no pavimentadas.....	31
Tabla 12. Porcentaje de disminución de los costos al tener una vía sin pavimentar en buen estado para cuatro tipos de vehículos.....	42
Tabla 13. Porcentaje de disminución de los costos al tener una vía pavimentada en buen estado para cuatro tipos de vehículos.....	42

Tabla de imágenes

Figura 1 Distribución de la infraestructura vial de Colombia según el tipo de vía y el ente encargado.....	16
Figura 2 Red nacional de carreteras.....	16
Figura 3 Red vial nacional en el departamento de Santander.....	22
Figura 4 Red vial secundaria del departamento de Santander.....	23
Figura 5 Red vial terciaria del departamento de Santander.....	24
Figura 6 Red terciaria a cargo de los diferentes entes de control en el departamento de Santander.....	35
Figura 7 Red terciaria a cargo del INVIAS por provincias y municipios sin provincia.....	36
Figura 8 Cantidad de kilómetros y tipo de superficie de rodadura para la red terciaria a cargo de los municipios de Santander.....	38
Figura 9 Porcentaje total de la red terciaria con malla de rodadura pavimentada a cargo del INVIAS.....	39
Figura 10 porcentaje total de la red terciaria con malla de rodadura en afirmado a cargo del INVIAS.....	39
Figura 11 Porcentaje total de la red terciaria con malla de rodadura a cargo del INVIAS.....	40
Figura 12 Disminución en los costos que se deben pagar en una vía sin pavimentar en buen estado con respecto a una vía pavimentada en buen estado.....	43

Resumen

Título: Caracterización de la red vial terciaria para el departamento de Santander*

Autores:

Erika Yurley Jeréz Contreras**

Camilo Ernesto Ortiz García**

Palabras clave: Red vial terciaria, plan vial departamental, plan vial regional, categorización, rodadura, flujo vehicular, costos de operación vehicular.

Descripción:

En este trabajo se presenta la caracterización del estado de la infraestructura vial terciaria del departamento de Santander. Para realizar dicha caracterización se usó información perteneciente al Plan de Desarrollo Departamental 2020-2023, así como de algunos planes viales regionales y diferentes bases de datos de entidades gubernamentales encargadas de las infraestructuras de transporte en el país como lo son, el INVIAS, el departamento de planeación nacional DPN y el ministerio de transporte de Colombia que sirvieron para obtener la información necesaria. Este libro contiene una categorización de la superficie de rodadura en función de la cantidad de kilómetros totales que se encuentran en los diferentes tipos de materiales y su estado actual al igual que la revisión de datos correspondiente a los flujos vehiculares existentes en el departamento de Santander; con dicha información se generó un análisis que permitió identificar los costos de operación vehicular para los diferentes tipos de vehículos que circulan por la red terciaria, Además de una comparativa sobre el ahorro en el valor por kilómetro recorrido por los distintos vehículos si las vías fueran mejoradas. Lo anterior permitió identificar de forma más clara la cantidad de kilómetros de red vial terciaria que requieren de intervención estatal para lograr un estado de transitividad óptimo. Ya que, uno de los principales inconvenientes relacionados con este tipo de vías es la falta de inventarios actualizados; también se identificaron, limitaciones y las desventajas económicas por la circulación por la red terciaria en Santander.

*Trabajo de grado

** Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Miller Humberto Salas Rondón, PhD en Gestión del Territorio e Infraestructuras del Transporte. Codirector: Yerly Fabián Martínez Estupiñán, MSc en Ingeniería Civil.

Abstract

Title: Characterization of the tertiary road network for the department of Santander*

Authors:

Erika Yurley Jeréz Contreras**

Camilo Ernesto Ortiz García**

Keywords: Tertiary road network, departmental road plan, regional road plan, categorization, rolling, vehicular flow, vehicular operating costs.

Description:

This work presents the characterization of the state of the tertiary road infrastructure of the Santander department. This characterization used information belonging to the Departmental Development Plan 2020-2023, as well as some regional road plans and different databases of government entities responsible for transport infrastructures in the country such as INVIAS, the DPN national planning department and the Colombian ministry of transport that served to obtain the necessary information. This book contains a categorization of the rolling surface according to the number of total kilometers found in the different types of materials and their current status as well as the review of data corresponding to the vehicle flows existing in Santander department; This information generated an analysis that identified vehicle operating costs for the different types of vehicles operating on the tertiary network, as well as a comparison on the value savings per kilometer travelled by different vehicles if the tracks were improve. This made it possible to identify more clearly the number of kilometers of tertiary road network requiring state intervention to achieve an optimal state of transitivity. Since, one of the main drawbacks related to this type of route is the lack of updated inventories; limitations and economic disadvantages due to movement through the tertiary network in Santander were also identified.

* Bachelor Thesis

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Miller Humberto Salas Rondón, PhD in Territory Management and Transport Infrastructure. Co-director: Yerly Fabián Martínez Estupiñán, MSc in Civil Engineering.

Introducción

El desarrollo de la humanidad siempre ha ido de la mano con los avances tecnológicos, económicos y culturales, es por ello que, la demanda de recursos y servicios diariamente aumenta significativamente; y por esa razón la mayoría de los países han orientado su crecimiento hacia el exterior; esto hace que los mandatarios de cada país implementen políticas para el desarrollo a partir de la ampliación y modernización de la infraestructura vial basado en los estándares internacionales, para así lograr obtener una mayor cobertura de las necesidades en servicios de conectividad que incentiven el desarrollo de ventajas competitivas que permitan impulsar la economía de la población y del país, es por ello que una infraestructura vial competente permite mitigar el déficit de recursos que se pueden presentar en una región. (Rozas Patricio, 2004)

La infraestructura vial, trae consigo diferentes efectos positivos entre ellos se pueden identificar los tres factores: su contribución a la formación y aumento del producto interno bruto (PIB), externalidades sobre la producción y el nivel de inversión de la economía con lo cual se apresura su ampliación a largo plazo y por último la influencia de la red vial sobre la productividad, ya que, estas redes viales facilitan el transporte de los bienes y servicios con lo cual se presenta mayor eficiencia en el abastecimiento de insumos, almacenamiento y distribución. (Rozas Patricio, 2004)

La red vial, es fundamental para el desarrollo de cualquier población, y esto se ve reflejado en muchas veces en los índices de desigualdad, donde los sectores con peor cobertura en infraestructura son aquellos con menores oportunidades dado que, los recursos muchas veces no son repartidos equitativamente. De acuerdo con el Banco mundial los países de América Latina y el Caribe (ALC) poseen ingresos medio-alto y Colombia se encuentra en el cuarto lugar de los países con mayor desigualdad económica para el año 2018 con un índice de Gini de 50,4; el país

que presenta mayor índice de desigualdad es Brasil, quien posee un índice de aproximadamente 53,9. (Banco mundial, 2017)

Los países miembros de la Alianza del Pacifico, como lo son Chile, Colombia, México y Perú, presentan grandes atrasos con respecto a la cantidad y calidad de la infraestructura vial y este factor disminuye su competitividad, dado que, se presenta un aumento de los tiempos de traslado de cargas y/o personas de un lugar a otro y dicho factor presenta un aumento en los costos de operación. (Quiroga Laura, 2019)

La calidad en la infraestructura vial depende de ciertas características como: la geografía de la zona, los recursos disponibles y las tipologías del suelo. La infraestructura carretera posee una magnitud aproximada de 3 millones de kilómetros, de las cuales el 20% se encuentra con capa de rodadura en pavimento. Algunos de los países poseen más de la mitad de la red terciaria pavimentada, Colombia, Bolivia, Ecuador, Guyana, Nicaragua, y Paraguay hacen parte de la lastimosa lista de los países de América Latina y el caribe (ALC) que tienen menos del 20% de su infraestructura vial pavimentada. (Kohon, 2011)

En la actualidad la red vial en Colombia está compuesta por 206.727 kilómetros que están distribuidos de la siguiente manera, 19.306 km hacen parte de la red primaria nacional, 45.137 de la red secundaria nacional y los 142.284 km restantes pertenecen a la red terciaria nacional. (Ministerio de Transporte, 2016) Esto significa que el 67% del total de la malla vial colombiana son las vías terciarias, con lo cual se refleja que cualquier variación en este tipo de vías, refleja cambios en el desarrollo del país, ya que una inversión del 1% en la red vial terciaria de Colombia, equivale a un aumento del 0,42% del PIB en cada una de la regiones que compone al país. (Pérez-Valbuena, 2005)

El departamento de Santander es una de las zonas del país que brinda un gran aporte al PIB, dado que, cuenta con gran participación en agricultura, turismo, minería, manufactura y en la industria petrolera. (Banco de la república, 2016) Para poder impulsar la competitividad del departamento se hace fundamental la inversión de recursos que permitan mejorar la conectividad dentro del territorio, dado que Santander cuenta con una densidad poblacional aproximada de 68,47 habitantes/km². (Dane, 2019)

La infraestructura vial existente no es suficiente para suplir toda la demanda de la población, ya que, dentro de la red terciaria departamental se evidencia el deterioro de la malla vial y la carencia de infraestructura que permite conectar fácilmente las zonas veredales; para así movilizar óptimamente las mercancías y de esta forma mejorar las condiciones de vida de la población.

El presente libro se realiza con el objetivo de dar a conocer el estado de la red terciaria en el departamento de Santander, y mostrar como este repercute directamente en el costo de operación que debe asumir cada propietario de vehículo que circula por la malla vial; con lo anterior se buscó dar claridad del estado de la infraestructura terciaria a los entes encargados de la misma para que tomen medidas correctivas que permitan su estado idóneo y por ende se mejore la competitividad del departamento y fomentar el desarrollo económico, social y cultural de la población santandereana.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Caracterizar el estado de la infraestructura vial correspondiente a la red terciaria del departamento de Santander.

1.2 Objetivos Específicos

Categorizar la superficie de rodadura de la red vial terciaria del departamento de Santander.

Revisar los datos de flujos vehiculares existentes sobre la infraestructura terciaria del departamento de Santander.

Estimación de la cantidad de kilómetros que requieren intervención de parte del ente correspondiente, para lograr su estado de transitividad idóneo.

Evaluación de los costos de operación vehicular para los diferentes tipos de vehículos que circulan por la red terciaria del departamento de Santander.

2. Marco teórico

2.1 El problema histórico de las vías terciarias en Colombia

Aunque hoy en día más que nunca en la historia de Colombia, se hace notoria la profunda problemática de las vías terciarias en el país, este no es un problema reciente de la nación, estos caminos de herradura que ahora conocemos como vías rurales han estado en el centro del debate desde hace décadas. Gobiernos como el del presidente Rafael Reyes Prieto (1904-1909) o el gobierno de Rojas pinilla (1953-1957), ya hicieron en su tiempo grandes inversiones en la infraestructura vial, que, aunque en su momento impulsaron la economía, no fueron satisfactorias a largo plazo. (Zaninovich, 2017)

En la década de los 80 se iniciaron también nuevos proyectos y planes de inversión para las vías en Colombia, es así como en 1983 se formula el Plan Nacional de Rehabilitación (PNR), este plan estaba enfocado en trabajar junto a las comunidades para que estas fueran quienes expusieron sus principales problemáticas y así poder suplirlas, para el caso la inversión en infraestructura vial fue la más grande de todo el programa, abarcando un 46% de la totalidad de recursos destinados durante el PNR. (Tirado, 1990)

En la década de los 90, luego de que varios proyectos para la inversión en infraestructura no dieran los resultados esperados, el gobierno nacional comienza a plantearse la opción de descentralizar la administración y gestión de la red vial del país. Es así como en 1993 a través de la Ley 105 se liquidó “Caminos Vecinales” que en ese momento era la entidad encargada de la red vial del país, y entregó a los entes territoriales (municipios y departamentos) los derechos de propiedad, de gestión y operación (Zaninovich, 2017). Esto sin embargo trajo consigo, una larga lista de inconvenientes para los nuevos entes encargados de las vías, estos no tenían la capacidad técnica para realizar proyectos a largo plazo, no tenían suficientes financiamientos, no lograban

sustentar los proyectos de forma legal, técnica y ambientalmente, sumado también a la falta de maquinaria pesada en zonas muy alejadas y a la siempre presente corrupción (Zaninovich, 2017).

Comenzando el nuevo milenio, en el año 2000 nace el documento CONPES 3075 “Proyectos Comunitarios y Vías para la Paz”, este plan se generó para inyectar una gran cantidad de recursos a las zonas más afectadas por el conflicto armado en Colombia. en su primera parte, los recursos fueron casi en su totalidad para la infraestructura de transporte de las mencionadas zonas mejorando así la integración entre las regiones; en la segunda parte del programa se destinan nuevamente recursos para la infraestructura vial en menor medida ya que esta segunda parte destina recursos a un espectro más grande de proyectos. (CONPES 3075, 2000)

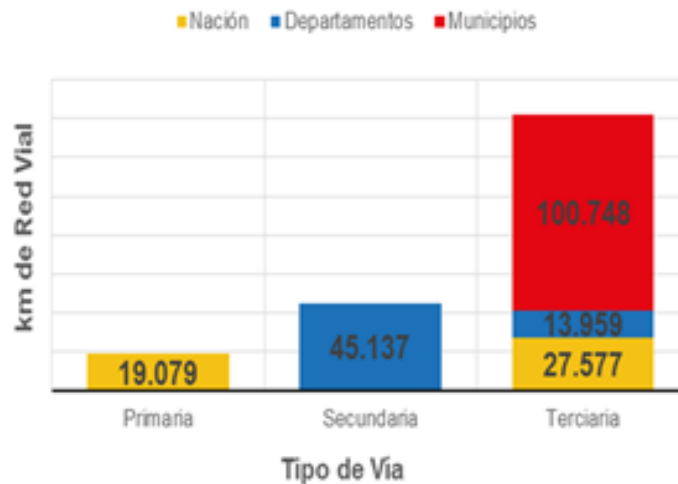
Para el año 2010, en el primer mandato del presidente Juan Manuel Santos Calderón se crea el programa Caminos para la Prosperidad, este programa, parte del plan de desarrollo 2010-2014, generaba una gran inversión enfocada, en el mejoramiento y rehabilitación de la red vial secundaria y terciaria, que incluía, remoción de derrumbes, obras de drenaje, mejora de las superficies de rodadura entre otras. Este programa de gobierno buscaba invertir 1.8 billones de pesos para intervenir 50.000 kilómetros de vías y generar 18.000 empleos. (Fierro, Iván; Pinto, Diego; Afanador, 2014)

En el inventario actual que posee la base de datos del Ministerio de Transporte, Colombia cuenta con una red vial total de alrededor de 206.727 kilómetros de vías las cuales están categorizadas dependiendo de su funcionalidad, y estas están divididas en, primarias, secundarias y terciarias. Las vías de la red primaria nacional equivalen a cerca de 19.306 km, la red secundaria nacional tiene cerca de 45.137 km y la red vial terciaria alcanza aproximadamente los 142.284 km de carreteras; siendo esta ultima la que posee una mayor cobertura. (Ministerio de transporte, 2015.)

A continuación, se muestra una figura que permite comprender de forma más sencilla la cantidad total de red vial que posee el país, y como esta se encuentra distribuida según el órgano de control que se encarga de su ejecución, mantenimiento, control y de la tipología de vía que sea, según su funcionalidad.

Figura 1

Distribución de la infraestructura vial de Colombia según el tipo de vía y el ente encargado.



Nota: El gráfico muestra el total de la infraestructura vial del país, a partir del tipo de vía según su funcionalidad y el ente encargado de su control. Tomado del Ministerio de transporte. (n.d.). Formulación de planes viales. PRIIT-PVD-PVM

El siguiente gráfico muestra cómo está conectado el país mediante la infraestructura vial nacional.

Figura 2*Red nacional de carreteras*

Nota: El grafico representa como se encuentra interconectada la infraestructura carretera del país, incluyendo redes primarias, secundarias y terciarias. Tomado de INVIAS. (2008). colombia_trans-2008.jpg (2054×2393). https://legacy.lib.utexas.edu/maps/americas/colombia_trans-2008.jpg

Aunque durante varias décadas se han hecho esfuerzos para construir y mantener las vías terciarias de la nación, estas aún presentan déficits importantes. En el año 2013 FEDESARROLLO, mediante una investigación sobre el desarrollo de la infraestructura de transportes en Colombia, mostró que, para ese año, Colombia presentaba un déficit de 45.000 km de vías terciarias. (Yepes et al., 2013) Asimismo, el indicador de calidad de infraestructura, definido por el Foro Económico Mundial (FEM), mostraba a Colombia en el puesto 101 entre 139 naciones para el año 2011 (Zamora Fandiño & Barrera Reyes, 2012), con lo cual se mostraba que para nuestro país aún queda un largo camino por recorrer para alcanzar el nivel óptimo de la red vial terciaria de Colombia.

Con la firma del Acuerdo de Paz en Colombia, se abrió todo un nuevo espectro de desarrollo nacional y las vías terciarias fueron unas de las grandes beneficiadas de los nuevos proyectos que plantean como estrategia para recuperar los territorios afectados durante muchos años por el drama de la guerra en nuestro país. En el marco del postconflicto las vías terciarias empezaron a recibir la atención que merecen y se impulsan nuevas iniciativas para su mejoramiento y restauración, así nace el programa Colombia Rural, este busca incentivar a los entes territoriales a postular un corredor vial priorizado para ser intervenido recibiendo una ayuda económica por parte del gobierno nacional de hasta 1.000 millones de pesos. (Ministerio de Transporte, 2019)

La normativa de Colombia Rural permite métodos clásicos de rehabilitación y mantenimiento, pero, esto también se vuelve relevante la búsqueda de nuevas alternativas, como mejoramientos de suelos, investigación o placa huellas, estas últimas reciben bastante atención por parte de los entes territoriales, volviéndose el método más usado en el país para la rehabilitación de vías terciarias, esto por la facilidad y versatilidad de su construcción. En el año 2015 el Ministerio de Transporte junto con el Departamento Nacional de Planeación (DNP) saca su cartilla de proyecto estándar, Rehabilitación vías terciarias mediante el uso de placa huella, en esta cartilla se observa la versatilidad anteriormente mencionada.

Además de las condiciones y especificaciones técnicas, se observa otra de las grandes ventajas de este método, como lo es el presupuesto; dado que el presupuesto estimado de un kilómetro de placa huella puede variar dependiendo de diferentes factores como lo son: las condiciones climáticas, el tipo de terreno sobre el que se construye, la accesibilidad de materiales y maquinaria, además de las pendientes. Todo esto genera un valor promedio para un kilómetro de

placa huella tiene un costo que ronda los 690 millones de pesos colombianos. (Ministerio de Transporte, 2015)

A continuación, se muestra una tabla en la cual se exponen las diferentes condiciones que se deben tomar en cuenta al momento de implementar y ejecutar una placa huella bajo los múltiples parámetros previstos por el INVIAS como solución a los problemas de rehabilitación de las vías terciarias.

Tabla 1.

Condiciones mínimas para la implementación de placa huella tipo INVIAS

Aspecto	Detalle	Requisito
Tipo de vía	Terciaria	A rehabilitar
Estado	Transitabilidad	Suspendida o restringida
Pendiente longitudinal	Inclinación del tramo vial a rehabilitar	$\geq 10\%$
Capacidad portante sobrasante	CBR de la capa existente (Norma de Ensayo)	$> 3\%$
Escorrentía	Drenaje de las vías	A controlar con cunetas
Puntos críticos (Puntos que afectan la estabilidad de la vía existente)	Zona de inestabilidad geológica Zona de inestabilidad geotécnica Presencia de flujos de agua de infiltración, nivel freático o cauces naturales	En el tramo a rehabilitar no existen o están controlados con obras existentes y en operación

Nota: Tomado de “Rehabilitación vías terciarias mediante el uso de placa huella”. Ministerio de Transporte, 2015.

Sin embargo, a pesar de que existen estos grandes esfuerzos para generar planes y proyectos de intervenciones en la red terciaria de Colombia, existe una situación que en muchos casos retrasa y entorpece su pronta ejecución y es la falta de información que se tiene sobre este tipo de vías.

Para la correcta planeación y ejecución de los proyectos, es de vital importancia que se tenga datos del estado actual de la vía o las vías que se van a intervenir, además de datos de flujos vehiculares, obras de arte, pontones e infraestructuras de drenaje actuales y su estado, estos datos en gran proporción no se encuentran ya que los municipio y departamentos no tienen un inventario apropiado y preciso de la red terciaria a su cargo y esta situación se evidencia desde el aspecto más fundamental que es la cantidad de kilómetros precisa de dicha infraestructura vial, dado que, al investigar en diferente fuentes, estas contienen datos distintos en muchos casos o en su defecto no contienen datos completos, es por ello que se hace fundamental realizar un inventario actual de la infraestructura terciaria, al igual que llevar un monitoreo constante para así poder identificar prontamente las variaciones que se pueden dar en la red vial y de esta forma actuar prontamente con las medidas preventivas y correctivas antes de que se presente el deterioro de algún tramo de la carretera o su totalidad. (Acosta Ariza & Alarcón Romero, 2017).

A continuación, se muestra una tabla en la cual se realiza la distribución de la red vial terciaria en el país según las diferentes fuentes oficiales comprendidas por los entes gubernamentales y privados (expertos en la materia).

Tabla 2.
Distribución de la red terciaria en Colombia

Distribución de la red terciaria en el país según fuentes oficiales								
Fuente	Red terciaria a cargo de la nación		Red terciaria a cargo de Departamento		Red terciaria a cargo de Municipios		Total	
	Km	%	Km	%	Km	%	Km	%
INVIAS-Ernesto Corea Valderrana (Director Operativo del INVIAS)-2017	27577		13959		100748		142284	
ANI- Luis Fernando Andrade (Expresidente de la ANI)-2017							140000	
ANI-Dimitri Zaninoivch (Presidente de la ANI)-2017	27577	19,43%	13969	9,84%	100409	70,73%	141955	75,71%
Leonidas Narváez-Ingeniero consultos independiente-2017	27577	19,50%	13959	9,20%	100748	71,60%	142284	69,46%
Ministerio de Transporte-2016	27577	19,40%	13959	9,81%	100748	70,81%	142284	68,90%
Diario de la República LR-16 de febrero de 2017	27577	17,90%	13959	9,05%	100409	65,11%	154207	70,00%
Diario de la República-23 de agosto de 2017	27577	18,00%	13959	9,00%	100419	65,00%	142284	68,83%
Ministro de Transporte-Germán Cardona-2017							150000	70,00%
Ana María Ibañez-Profesora titular facultad economía de la Universidad de los Andes-2016							153360	71,00%
Germán Ospina Ovalle Ing.Civil especialista en gestión vial-2016	27577	18,00%	13959	9,00%	100419	65,00%	154207	71,00%
Carlos Felipe Sánchez Magister en Economía Universidad de los Andes-2016	27500	19,40%	14000	9,90%	100400	70,70%	142000	69,00%

Nota: Tomado de “Las Vías Terciarias En Colombia, Una Oportunidad Para La Ingeniería Vial Y El Desarrollo Del País.”. M. A. Acosta Ariza y P. A. Alarcón Romero, 2017.

3. Recopilación de datos y análisis

El departamento de Santander tiene una infraestructura vial aproximada de 23.086,60 Km, y esta red vial está compuesta por vías nacionales, departamentales y municipales y estas son las encargadas de interconectar las diferentes zonas del departamento con los corredores viales vecinos, dentro del departamento y fuera del mismo. Santander está categorizado como uno de los

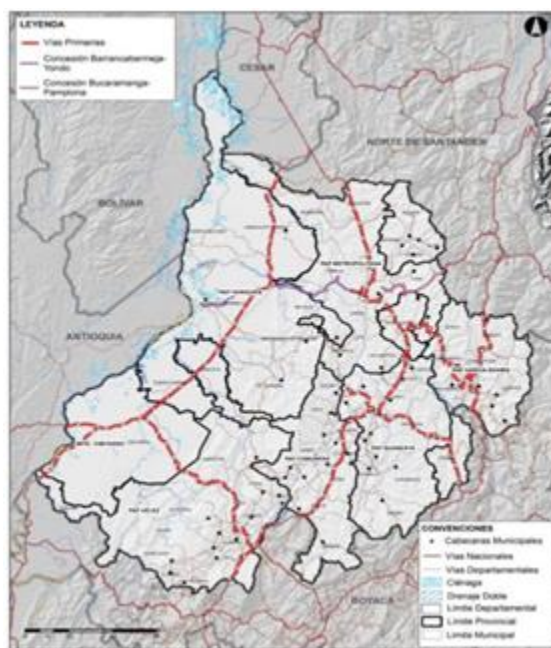
departamentos del país con mayor potencial económico y es por ello que se hace vital la inversión de recursos que permitan incentivar la explotación controlada de los diferentes recursos que este ofrece.

La red vial primaria del departamento se encuentra a cargo de la nación por medio de dos instituciones, las cuales son: el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI). Esta red carretera cuenta con una longitud total aproximada de 1.259 kilómetros. (Gobernación de Santander, 2020)

A continuación, se muestra una figura que refleja cómo está conformada y conectada la infraestructura vial primaria para el departamento de Santander.

Figura 3

Red vial nacional en el departamento de Santander



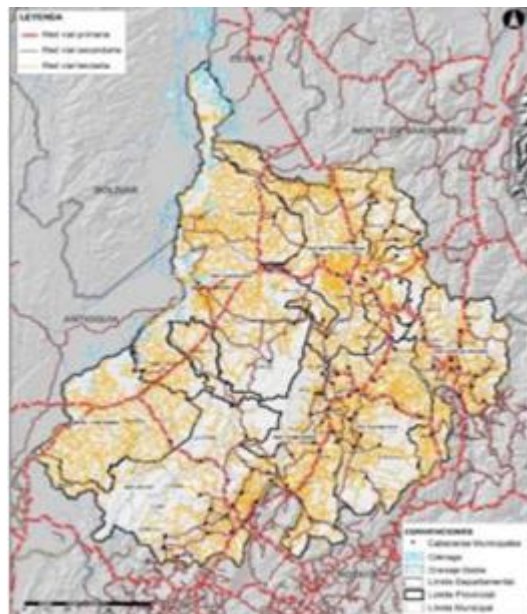
Nota: La figura muestra cómo se encuentra interconectado el departamento de Santander mediante la infraestructura vial primaria. Tomado de Gobernación de Santander. (2020). Plan de desarrollo territorial de Santander.

La red vial secundaria del departamento de Santander se encuentra a cargo del departamento y tiene una longitud de 2.360,6 Km. (Gobernación de Santander, 2020)

A continuación, se muestra una imagen que representa la infraestructura secundaria para el departamento de Santander.

Figura 4

Red vial secundaria del departamento de Santander



Nota: La figura muestra cómo se encuentran interconectados los diferentes municipios del departamento de Santander, mediante la infraestructura vial secundaria. Tomado de Gobernación de Santander. (2020). Plan de desarrollo territorial de Santander.

3.1 Datos de la red terciaria en el departamento de Santander

De forma generalizada la red vial terciaria del departamento de Santander posee una longitud total de 19.467 kilómetros, los cuales se encuentran divididos según el ente de control que los tiene a cargo. (Gobernación de Santander, 2020) La siguiente imagen tiene como objetivo identificar la infraestructura terciaria del departamento de Santander.

Figura 5*Red vial terciaria del departamento de Santander*

Nota: La figura representa como se encuentra interconectadas las diferentes veredas del departamento de Santander con las cabeceras municipales, mediante la infraestructura vial terciaria. Tomado de INVIAS. (2009). 24_santander.jpg (741×1024). https://www.invias.gov.co/images/mapas/24_santander.jpg

La red vial terciaria del departamento se divide en dos grandes grupos, por una parte están las vías terciarias que están caracterizadas, estas son aquellas vías de las que se tiene información sobre el material de la superficie de rodadura y en la mayoría de casos su estado actual, por otra parte existe un gran porcentaje de red terciaria sin caracterizar, este grupo de vías comprende aquellas de las que se sabe su longitud pero no se tiene información sobre su superficie de rodadura y su estado actual. (Gobernación de Santander, 2020)

A continuación, se presenta una tabla que muestra la cantidad de kilómetros de red terciaria del Departamento de Santander que están caracterizadas y la cantidad que no están caracterizadas, conforme a lo dispuesto en el plan de desarrollo departamental 2020-2023.

Tabla 3.*Estado de caracterización de la red terciaria de Santander*

Total de la Malla Vial (km)	Caracterizada (km)	Sin Caracterizar (km)
19459.14	6637.35	12767.79

Nota: Adaptado de “Plan de desarrollo departamental”. Gobernación de Santander, 2020.

Las carreteras pertenecientes a la red terciaria en el departamento de Santander se encuentran distribuidas según el ente de control encargado de su mantenimiento y ejecución; la infraestructura vial terciaria en Santander se encuentra a cargo del INVIAS y de los diferentes municipios del departamento. La siguiente tabla muestra la cantidad de kilómetros que se encuentra a cargo de los diferentes entes de control.

Tabla 4*Longitud de la red terciaria a cargo del INVIAS y los municipios*

Ente Encargado	Kilómetros	Porcentaje
INVIAS	1976	10,15%
Municipios	17491	89,85%

Nota: Adaptado de “Plan de desarrollo departamental”. Gobernación de Santander, 2020.

El departamento no tiene ningún tramo de carretera terciaria a su cargo, pero este, dispone de recursos que son entregados a los municipios para el mantenimiento de la infraestructura existente y para la ejecución de nuevos proyectos viales. (Gobernación de Santander, 2020)

3.1.1 Red vial terciaria a cargo de los municipios

Estos son los encargados de la mayor cantidad de kilómetros en el departamento, aun así, estas vías a cargo de los municipios no tienen un inventario detallado sobre sus características y

solo se tiene información limitada y de forma general -No se tiene un detallado por municipio-, esta información general se relaciona en la siguiente tabla.

Tabla 5

Superficie de rodadura de las vías terciarias a cargo de los Municipios de Santander

Capa de Rodadura red vial terciaria Santander						
Responsable	Pavimentado	%	Afirmado	%	Tierra	%
Municipios	21,2	0,11%	100	0,51%	17369,8	89,23%

Nota: Adaptado de “Plan de desarrollo departamental”. Gobernación de Santander, 2020.

La totalidad de los 17.491 kilómetros que se encuentran a cargo de los municipios, presentan fallas en su superficie de rodadura, dado que, un porcentaje muy pequeño se encuentra pavimentado, y la mayoría de la red vial carretera se encuentra en tierra y su estado de transitividad se clasifica en estado regular y/o malo.

3.1.2 Red vial terciaria a cargo del INVIAS

Esta entidad, cuenta con una gran base de datos, en la cual se encuentra un amplio inventario de las vías que tiene a su cargo en todo el país, y por ende en el departamento de Santander, el inventario cuenta con información detallada de cada una de las vías que atraviesa el territorio departamental.

A continuación, se relaciona la información de las superficies de rodadura y su estado para el departamento de Santander. En la tabla 6 se presenta como es la superficie de rodadura de la red vial terciaria del departamento.

Tabla 6

Kilómetros de la red terciaria de Santander a cargo del invias y categorizados según su superficie de rodadura.

Capa de Rodadura red vial terciaria Santander						
Responsable	Pavimentado	%	Afirmado	%	Tierra	%
INVIAS	12	0,06%	100	0,51%	1864	9,58%

Nota: Adaptado de “Plan de desarrollo departamental”. Gobernación de Santander, 2020.

La tabla numero 7 muestra cómo se encuentra la infraestructura vial terciaria del departamento de Santander para cada una de las diferentes provincias del departamento y de los Municipios sin provincias.

Tabla 7

Estado de la red vial terciaria de Santander a cargo del INVIAS

Provincia	Pavimento (km)			Afirmado (Km)			Tierra (Km)			Total Km
	Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo	
Soto Norte	0	0	0	0	0	0	0	89,5	0	89,5
Comunera	5	2	0		11	0	0	183,2	0	201,2
Guanentina	0	0	0	0	0	0	0	233,5	0	233,5
García Rovira	0	0	0	0	0	0	0	251,4	0	251,4
Metropolitana	0	0	0	0	0	0	0	321,2	0	321,2
Velez	0	0	0	0	0	0	0	484,2	0	484,2
Yarigües	0	0	0	0	0	0	0	211,9	0	211,9
Municipio Cimitarra	0	0	0	0	0	0	0	164,8	0	164,8
Municipio Onzaga	0	0	0	0	0	0	0	14,1	0	14,1
Municipio Piedecuesta	0	0	0	0	0	0	0	4,0	0	4,0

Nota: Adaptado de “Plan de desarrollo departamental”. Gobernación de Santander, 2020.

Esta es la nueva organización administrativa del departamento, donde se cuenta con una nueva provincia “la metropolitana”, este nuevo acuerdo se logró en el año 2019, es de resaltar que de los 87 municipios del departamento 3 de ellos no estuvieron de acuerdo con la nueva organización de las provincias administrativos, por los cual Piedecuesta, Onzaga y Cimitarra están

sin provincia, por dicha razón en el Plan de desarrollo 2020-2023 dichos municipios se han independizado de las provincias y aparecen relacionados aparte, como se refleja en la siguiente tabla.

Tabla 8.

Longitud de red terciaria total del departamento de Santander por Provincias

Red Terciaria de Santander por Provincias		
Provincia	Longitud (m)	%
Comunera	1,975.10	10.28
Garcia Rovira	1,513.77	7.88
Guanenta	2,313.45	12.04
Metropolitana	3,411.12	17.75
Soto Norte	575.05	2.99
Velez	2,232.53	11.62
Yariguies	4,373.58	22.76
Municipio Cimitarra	2,067.86	10.76
Municipio Onzaga	434.23	2.26
Municipio Piedecuesta	434.23	1.68

Nota: Adaptado de “Plan de desarrollo departamental”. Gobernación de Santander, 2020.

3.2 Datos de flujo vehicular de la red terciaria del departamento de Santander

La información de la red terciaria del departamento de Santander y de Colombia es muy precaria, es por ello que se hizo una consulta exhaustiva en las diferentes bases de datos estatales, como: el INVIAS, DNP, Gobernación de Santander, Ministerio de transporte, la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), entre otros; pero los resultados no fueron los esperados, dado que, no hay información disponible en ninguna de las anteriores fuentes sobre el flujo vehicular perteneciente las carreteras terciarias, ni de los diferentes factores o detalles que intervienen en el mismo.

3.3 Cantidad de kilómetros que requieren intervención estatal para lograr un estado óptimo de transitividad.

La longitud de la infraestructura vial correspondiente a la red terciaria de Santander presenta condiciones precarias, dado que, los entes encargados no disponen de los recursos necesarios para poder realizar los controles de mantenimiento o rehabilitación que permitan la circulación idónea sobre la red carretera. (Gobernación de Santander, 2020)

El estado de la capa de rodadura de las carreteras terciarias dentro del departamento de Santander se encuentra reflejado en la siguiente tabla.

Tabla 9.

Porcentajes del estado de la infraestructura terciaria a cargo del INVIAS para cada provincia de Santander, según su superficie de rodadura

Provincia	Pavimento (%)			Afirmado (%)			Tierra (%)			Total
	Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo	%
Soto Norte	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,53%	0,00%	4,53%
Comunera	0,25%	0,10%	0,00%	0,00%	0,56%	0,00%	0,00%	9,27%	0,00%	10,18%
Guanentina	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	11,82%	0,00%	11,82%
García Rovira	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	12,72%	0,00%	12,72%
Metropolitana	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	16,26%	0,00%	16,26%
Velez	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	24,51%	0,00%	24,51%
Yariguies	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	10,72%	0,00%	10,72%
Municipio Cimitarra	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	8,34%	0,00%	8,34%
Municipio Onzaga	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,72%	0,00%	0,72%
Municipio Piedecuesta	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,20%	0,00%	0,20%

Nota: Adaptado de “Plan de desarrollo departamental”. Gobernación de Santander, 2020.

La tabla anterior permite identificar la carencia de inversión, dado que las condiciones que se reflejan para la infraestructura vial son precarias. Esto permite ratificar que la infraestructura vial dentro de cada provincia es insuficiente para satisfacer las demandas de las personas provenientes de las diferentes zonas del departamento.

3.4 Costos de operación vehicular para cada tipo de vehículo que circula por la red terciaria.

El Ministerio de Transporte de la República de Colombia cada cierto tiempo actualiza los componentes de la estructura de costos de operación vehicular para las vías de la nación; en esta estructura el ministerio de transporte usa indicadores estimados para realizar el cálculo de los costos variables por cada kilómetro recorrido de un vehículo y para los costos fijos por mes para cada tipo de vehículo.

Para el presente libro se tomará como base el indicador de costos variables por kilómetro. Este indicador permite, obtener un precio aproximado del coste que tiene recorrer un kilómetro en una vía perteneciente a la red terciaria en el departamento de Santander en función de su pendiente, su superficie de rodadura y el estado en el cual se encuentra. Con base en dicha información se generó una comparación entre los costos de operación de una vía en estado ideal y el costo en el estado actual de transitividad.

Para poder realizar el cálculo del valor por kilómetro recorrido se tiene en cuenta el consumo de combustible, que a su vez depende del tipo de terreno, material de la vía y estado de esta, consumo de llantas, lubricantes, consumo de filtros, mantenimiento y reparaciones, lavado y engrase y finalmente imprevistos. Cada uno de estos factores agrega un porcentaje extra al costo por kilómetro; a continuación, en las siguientes tablas, se presentan los precios de operación por kilómetro en pesos colombianos para algunos tipos de vehículos en función de ciertos tipos de terreno, para vías pavimentadas y no pavimentadas. (Ministerio de transporte, 2006)

3.4.1 Costos de operación para vías pavimentadas

Para su estimación se presentan los datos en la Tabla 10, donde se refleja la clasificación de los costos basado en las condiciones de la vía sobre la cual se va a transitar y el tipo de vehículo empleado durante la movilización. (INVIAS, 2016)

Tabla 10.*Costos de operación para vías pavimentadas*

Tipo de vía	Estado de la vía	Tipo de Vehículo			
		Automóvil \$	Campero 5 puertas \$	Buseton 21 pasajeros	C2 \$
Rectilíneo Llano	Bueno	751	141	2017	1,621
	Regular	776	1492	2261	1,758
	Malo	807	1598	2507	1,867
Montañoso	Bueno	817	1563	2072	1,628
	Regular	831	1612	2317	1,765
	Malo	836	1642	2560	1,874
Escarpado	Bueno	825	1587	2263	1,727
	Regular	839	1629	2507	1,862
	Malo	839	1646	2746	1,974

Nota: Adaptado de “Costos de operación vehicular”. INVIAS, 2016.

3.4.2 Costos de operación para vías no pavimentadas

El cálculo de los costos para este tipo de vías se presenta a continuación en la tabla 11, y al igual que las vías pavimentadas, la estimación de los costos se da bajo las condiciones de la vía y el tipo de vehículo que circula. (INVIAS, 2016)

Tabla 11*Costos de operación para vías no pavimentadas*

Tipo de vía	Estado de la vía	Tipo de Vehículo			
		Automóvil \$	Campero 5 puertas \$	Buseton 21 pasajeros	C2 \$
Rectilíneo o Llano	Bueno	807	1,558	2,523	1,875
	Regular	872	1,588	2,899	2,047
	Malo	934	1,926	3,276	2,22
Montañoso	Bueno	809	1,563	2,569	1,886
	Regular	875	1,752	2,936	2,06
	Malo	937	1,935	3,309	2,233
Escarpado	Bueno	826	1,594	2,761	1,993
	Regular	894	1,787	3,127	2,164
	Malo	953	1,957	3,485	2,332

Nota: Adaptado de “Costos de operación vehicular”. INVIAS, 2016.

En Santander, aproximadamente el 99.65% de la malla vial terciaria categorizada del departamento cuenta con una malla vial No pavimentada y con un estado de transitividad clasificado entre regular y malo, y como se representa en las tablas anteriores se evidencia que el costo de operación vehicular en las vías no pavimentadas es mayor que en las pavimentadas.

La infraestructura del transporte y la logística son pilares fundamentales para determinar los costos de las mercancías, la calidad y la eficiencia del servicio de transporte. Las condiciones de atraso que se presentan en la infraestructura vial del departamento hacen más notoria la deficiencia para lograr la comunicación entre las diferentes regiones del departamento y por ende la circulación de riqueza y de producción; otro de los grandes problemas del departamento es la falta de comunicación a nivel interinstitucional, con lo cual la veracidad y la actualización de información se torna tediosa y por ende se retrasan las soluciones a las diferentes problemáticas viales. (García, 2014)

Dada las condiciones geológicas y geográficas del departamento es fundamental que todos los tramos de la infraestructura vial cuenten con unos estudios pertinentes que permitan mitigar los impactos adversos que se lleguen a presentar por los diferentes fenómenos que aquejan a esta zona del país; de igual forma Santander es un paso estratégico y obligatorio de mercancías que se dirigen hacia Venezuela y que provienen de ciudades del país como: Bogotá, Medellín y Cali. (García, 2014)

De toda la infraestructura vial del departamento la más afectada por factores como: la falta de presupuesto, la corrupción, el olvido estatal y los agentes naturales es la red terciaria, ya que, esta es la que cuenta con mayor cobertura, pero cuenta con menor protocolos de ejecución. (García, 2014)

De toda la infraestructura vial solo el 0,4% poseen tres o más carriles, el 23,31% de las vías poseen dos carriles, y el 76,29% poseen un solo carril para la prestación del servicio. Estos datos permiten aseverar la deficiencia en la malla vial, lo cual inhibe la prestación oportuna de un buen servicio de transporte. (García, 2014)

El mejoramiento y mantenimiento de la infraestructura vial genera una reducción notoria en los costos de transporte, y a su vez amplía las oportunidades mediante la expansión del comercio intermunicipal e interdepartamental, de esta manera permite la formación de económicas a escala por medio del fortalecimiento de la competencia, para así aumentar los ingresos y el bienestar de la sociedad. (García, 2014)

4. Resultados

En este capítulo, se presentarán los resultados obtenidos de los diferentes procesos de análisis llevados a cabo en el capítulo anterior, con el fin de brindar mayor claridad sobre la problemática expuesta, y así plantear las soluciones óptimas a las diferentes situaciones adversas de conectividad que se presentan cotidianamente en el departamento de Santander por las dificultosas condiciones que se presentan en la infraestructura vial terciaria.

La longitud total de la red terciaria en el departamento de Santander equivale al 4,77% de la infraestructura total de la red terciaria del país, es por ello que se hace fundamental el desarrollo de estrategias y metodologías que permitan el mantenimiento oportuno, la rehabilitación y aumento de la infraestructura vial, con el fin de brindar opciones que incentiven el desarrollo del departamento, a partir de la mejora de competitividad, desde la inversión en la infraestructura vial, donde se optimicen los procesos de transporte para facilitar la comercialización de productos propios de la región Santandereana.

Es vital identificar que la densidad poblacional a partir de la infraestructura vial terciaria del departamento corresponde a 322 hab/km de red terciaria, dicho factor es preocupante, dado que, permite identificar que el departamento carece de infraestructura carretera en su red terciaria. (DANE, 2018)

Santander es un departamento privilegiado, dado que, se encuentra bien ubicado y esto permite que cuente con seis ejes viales fundamentales para el desarrollo económico de sus municipios, los seis corredores viales son: El corredor aurífero y del agua, Corredor agroforestal y energético, Corredor eco-turístico, Corredor de la palma, Corredor del folclor y el bocadillo y el Corredor de los páramos y el paisaje; de igual forma, su ubicación geográfica también tiene grandes limitantes, dado que, en Santander se encuentra un nido sísmico de gran importancia para el país, seguido a ello Santander no cuenta con una malla vial adecuada para suplir la necesidad de interconexión entre los diferentes municipios y zonas productivas del departamento. (Becerra & Ribero, 2016)

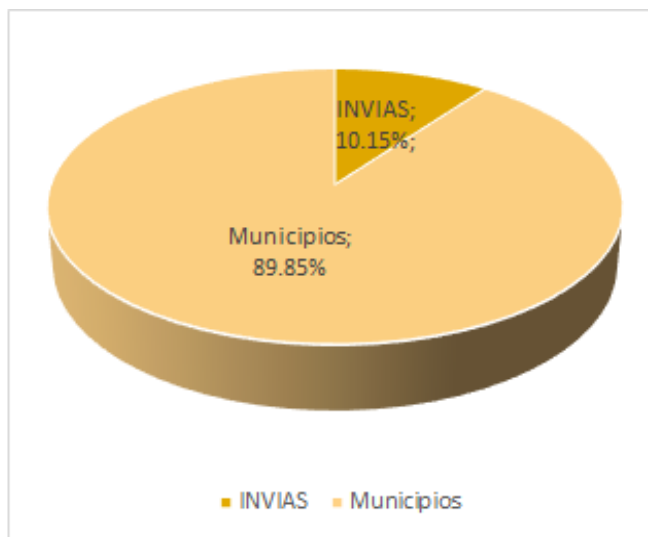
Además, el departamento debe enfrentar grandes retos de competitividad y conectividad, ya que, muchos municipios se encuentran lejos de los centros urbanos, por lo que se hace fundamental el fortalecimiento de los diferentes corredores viales del departamento con el fin de lograr el desarrollo del campo, aumento en la economía local. (Becerra & Ribero, 2016)

4.1 Categorización de la superficie de rodadura de la red vial terciaria del departamento de Santander.

De los 19.467 Km de la infraestructura vial terciaria del departamento de Santander, se analizaron a cabalidad el correspondiente a los 1976 Km de infraestructura a cargo del INVIAS, y detalladamente se analizaron los 4810 Km que forman parte de toda la infraestructura vial a cargo de los Municipios.

Figura 6

Red terciaria a cargo de los diferentes entes de control en el departamento de Santander



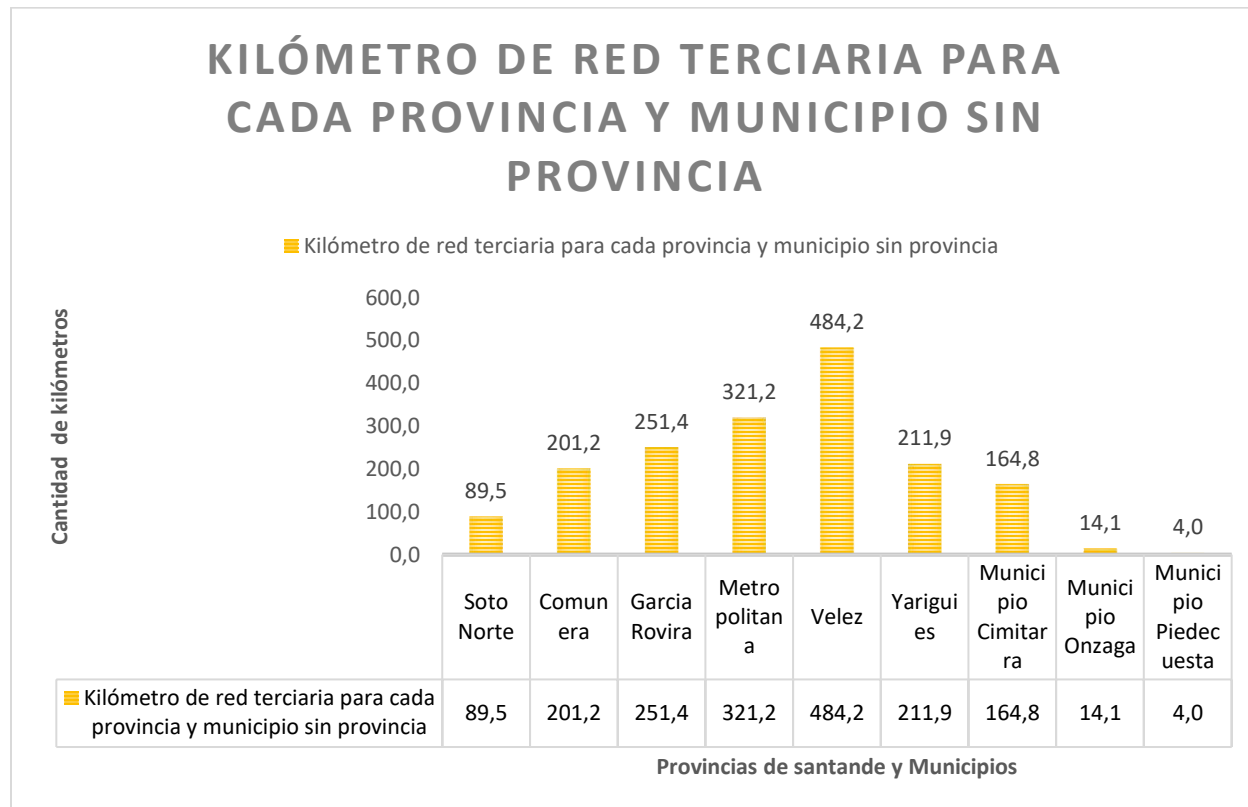
Nota: La figura de torta muestra como se encuentra repartido el control de toda la red vial terciaria del departamento de Santander.

Adaptado de Gobernación de Santander. (2020). Plan de desarrollo territorial de Santander.

Los municipios son quienes poseen la mayor cantidad de kilómetros de la infraestructura vial de la red terciaria dentro del departamento de Santander, y es por esta razón que se realiza más el abandono por parte de los alcaldes, dado que, no han reglamentado e implementado los diferentes planes viales regionales que les permita observar detalladamente el estado de la malla vial, con el fin de poder identificar de forma más sencilla cuales son los sectores en los que se hace inminente una veeduría municipal que permita mitigar las necesidades sociales, culturales, económicas, tecnológicas y de movilidad de dicha zona. A continuación, se presenta una gráfica con el fin de identificar cuáles zonas del departamento requieren mayor inversión estatal para aumentar su infraestructura vial.

Figura 7

Red terciaria a cargo del INVIAS por provincias y municipios sin provincia



Nota: La figura muestra como se encuentra sectorizado el kilometraje de la infraestructura vial terciaria del departamento en cada una de las diferentes provincias del departamento y de los diferentes municipios que no tienen provincia. Adaptado Gobernación de Santander. (2020). Plan de desarrollo territorial de Santander.

Estos diagramas muestran cómo se encuentra sectorizada la red vial terciaria dentro del departamento, y mediante estos gráficos se puede dimensionar de forma más clara cómo se da la relación entre los sectores comerciales con la movilización de cargas, dado que, las provincias que poseen mayor infraestructura carretera tienen mayor posibilidad para movilizar sus mercancías e insumos a, como lo es el caso de la provincia de Vélez quien posee cerca de 484,19 Km por lo cual se realza su posición como foco económico del departamento y esto la hace más competitiva en comparación de las provincias que no cuentan con un gran inventario de carreteras en su

infraestructura vial, como es el caso de la provincia Soto norte, quien tiene a su cargo solo 89,5 Km de la infraestructura vial inventariada por el INVIAS, para esta zona el desarrollo económico se da de forma más lenta y dificultosa, ya que tienen menos facilidades para poder transportar todos sus insumos.

Las provincias que poseen menor infraestructura vial no son catalogadas como las áreas potenciales para el Desarrollo departamental, ya que al no poseer una estructura vial adecuada no se permite el máximo aprovechamiento del potencial de la zona. (Becerra & Ribero, 2016)

4.2 Revisión de datos de flujo vehicular existente para la infraestructura terciaria del departamento de Santander.

El departamento de Santander no posee datos de flujo vehicular que se puedan revisar y analizar para así poder determinar la incidencia de la red terciaria, es por ello, que se hace un llamado fundamental a los municipios, al INVIAS y a la gobernación de Santander para que realicen los respectivos sondeos sobre la infraestructura terciaria que se encuentra, con el fin de poder conocer detalladamente cómo se da la interacción entre los diferentes factores que la componen, dado que, es de vital importancia conocer cuáles son los tramos o las vías terciarias del departamento que generan mayor impacto, según la cantidad de vehículos que circulan por ellas, para así, poder intervenirlas oportunamente con el fin de que estas logren su estado óptimo de servicio.

4.3 Estimación de la cantidad de kilómetros que requieren intervención para lograr un estado idóneo de transitividad.

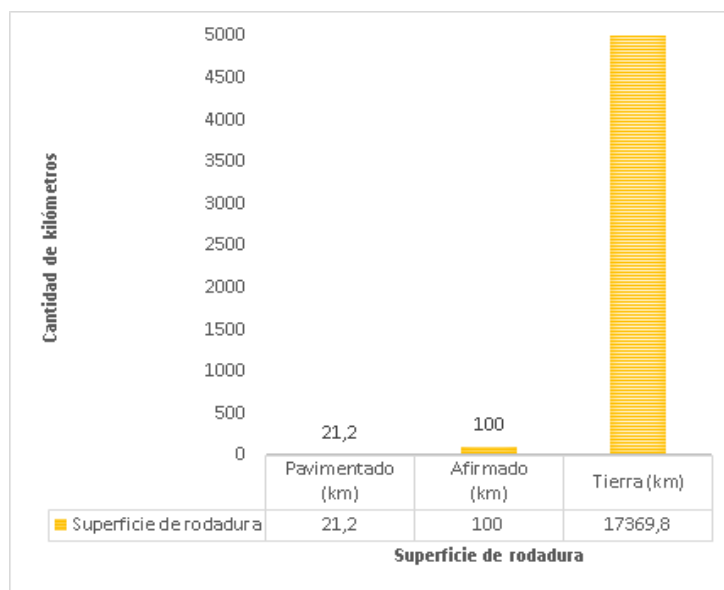
Santander, es uno de los departamentos del país más próspero y competitivo, pero aun así este tiene muchos problemas de conectividad, dado que, la mayoría de la infraestructura vial

correspondiente a la red carretera terciaria no se encuentra en las mejores condiciones para una transitividad óptima.

A continuación, se muestran una gráfica que permiten identificar de forma más sencilla como se encuentra categorizado el estado de la capa de rodadura de la infraestructura vial terciaria para el departamento de Santander, según el inventario a cargo de los municipios.

Figura 8

Cantidad de kilómetros y tipo de superficie de rodadura para la red terciaria a cargo de los municipios de Santander

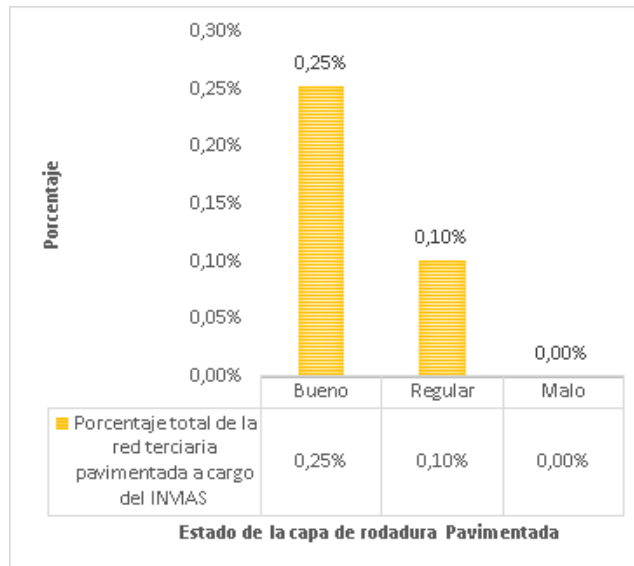


Nota: La figura de barras muestra cómo está la malla de rodadura en la infraestructura vial terciaria que se encuentra a cargo de los diferentes municipios del departamento de Santander. Gobernación de Santander. (2020). Plan de desarrollo territorial de Santander.

Las siguientes gráficas, permiten detallar cómo se encuentra el estado de la capa de rodadura de la infraestructura vial terciaria del departamento, a partir de los diferentes inventarios provenientes del INVIAS que se tienen presentes en el Plan de desarrollo vial del departamento de Santander 2020.

Figura 9

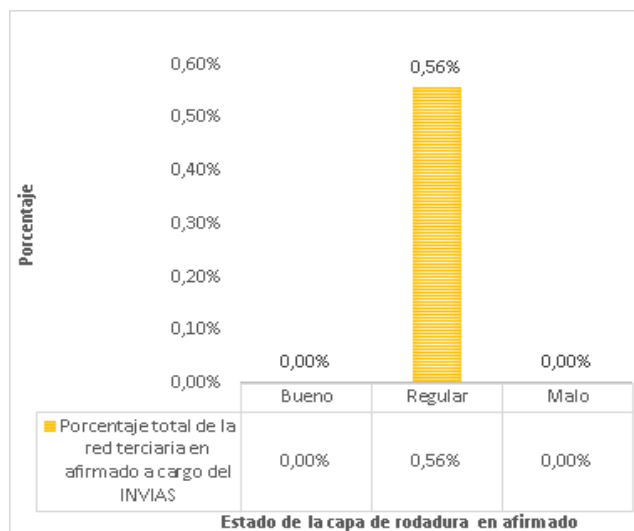
Porcentaje total de la red terciaria con malla de rodadura pavimentada a cargo del INVIAS



Nota: La figura de barras, muestra el estado de la malla vial en pavimento de la red vial terciaria categorizado en porcentaje. Adaptado de Gobernación de Santander. (2020). Plan de desarrollo territorial de Santander.

Figura 10

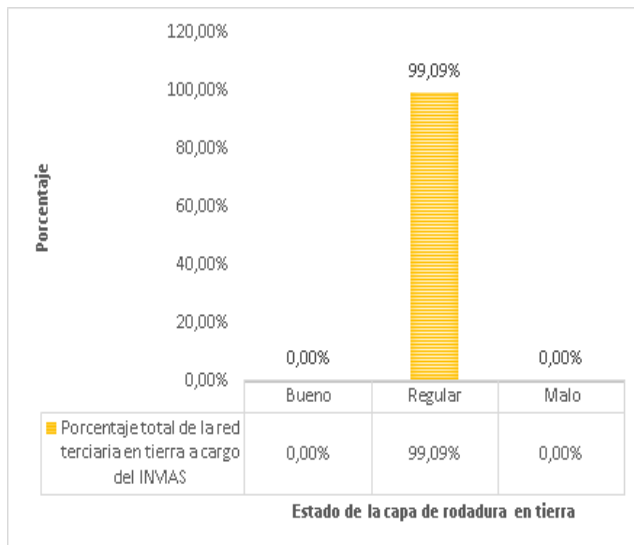
Porcentaje total de la red terciaria con malla de rodadura en afirmado a cargo del INVIAS



Nota: La figura de barras muestra como se encuentra el estado de la malla de rodadura en afirmado, categorizado en porcentaje. Gobernación de Santander. (2020). Plan de desarrollo territorial de Santander.

Figura 11

Porcentaje total de la red terciaria con malla de rodadura a cargo del INVIAS



Nota: La figura de barras muestra como es el estado de la malla de rodadura en tierra categorizado en porcentaje. Gobernación de Santander. (2020). Plan de desarrollo territorial de Santander.

Las anteriores gráficas permitieron identificar que de la totalidad de kilómetros de malla vial terciaria presentes en el departamento (19.233,8 km), solamente el 0.17% (33,2 km) están pavimentados y de estos solamente 5 km están en buen estado.

Finalmente, la restante malla vial terciaria, es decir, 19.233,8 kilómetros que equivalen al 98,80%, está en tierra y la totalidad de esta longitud se encuentra en regular estado para la movilización de cargas y personas.

Como se ha observado anteriormente, los datos no son tan alentadores, dado que, la mayoría de las carreteras de la infraestructura terciaria del departamento no está en condiciones idóneas para el tránsito de personas y de cargas, y en realidad menos del 1% de toda la red terciaria está pavimentada y en buen estado para una buena movilidad, ya que, más del 99% de la malla vial del departamento requiere intervención por parte de los municipios y del INVIAS.

Del total de red terciaria correspondiente a los municipios, el 100% de esta requiere mantenimiento por parte de las alcaldías; de igual forma las carreteras terciarias a cargo del INVIAS no están exentas, dado que, sólo el 0,25% de la red que este tiene a cargo están en óptimas condiciones, y su capa de rodadura se encuentra pavimentada, lo que quiere decir que el 99,75% del resto de la malla vial, compuesta por vías en afirmado y en tierra no están en las mejores condiciones para ser utilizadas, y requieren de mantenimiento urgente y control por parte del INVIAS mediante la inversión de fondos públicos destinados para el departamento de Santander por parte del gobierno nacional.

Todo lo anterior, permite identificar que el departamento de Santander requiere que se estipulan un plan de acción diseñado por el INVIAS y los municipios con el fin de realizar mantenimientos preventivos, que permitan mejorar la condición de la malla de rodadura, y estos mantenimientos se deben hacer a lo largo de toda la malla vial, dado que, es de vital importancia para incentivar los diferentes sectores económicos de la región.

4.4 Evaluación de los costos de operación para los diferentes tipos de vehículos que circulan por la red terciaria del departamento de Santander.

El costo de operación vehicular en el departamento de Santander depende directamente el consumo que combustible que tenga el vehículo, del tipo de terreno, del material de la vía, y su estado, el desgaste de las llantas, los lubricantes que se requieran, el mantenimiento y/o reparaciones, el lavado, el engrase y ciertos imprevistos que se puedan presentar durante el periodo de viaje.

Es fundamental determinar la incidencia que tiene una vía pavimentada de una vía que no está pavimentada en la variación del costo de operación, para ello se relaciona en las siguientes

tablas la comparación entre los costos de operación de una vía sin pavimentar en buen estado, con la misma vía pavimentada en buen estado.

A continuación, se presentan dos tablas en las cuales se puede determinar el porcentaje de la variación en la disminución de los costos de operación de diferentes tipos de vehículos al transitar por una vía pavimentada y por una carretera sin pavimentar.

Tabla 12.

Porcentaje de disminución de los costos al tener una vía sin pavimentar en buen estado para cuatro tipos de vehículos

Tipo de vía	Tipo de Vehículo			
	Automóvil	Campero 5 puertas	Buseton 21 pasajeros	C2
Rectilíneo Llano sin pavimentar	14%	19%	23%	16%
Montañoso sin pavimentar	14%	19%	22%	16%
Escarpado sin pavimentar	13%	19%	21%	15%

Nota: Adaptado de “Costos de operación vehicular”. INVIAS, 2016.

Tabla 13.

Porcentaje de disminución de los costos al tener una vía pavimentada en buen estado para cuatro tipos de vehículos

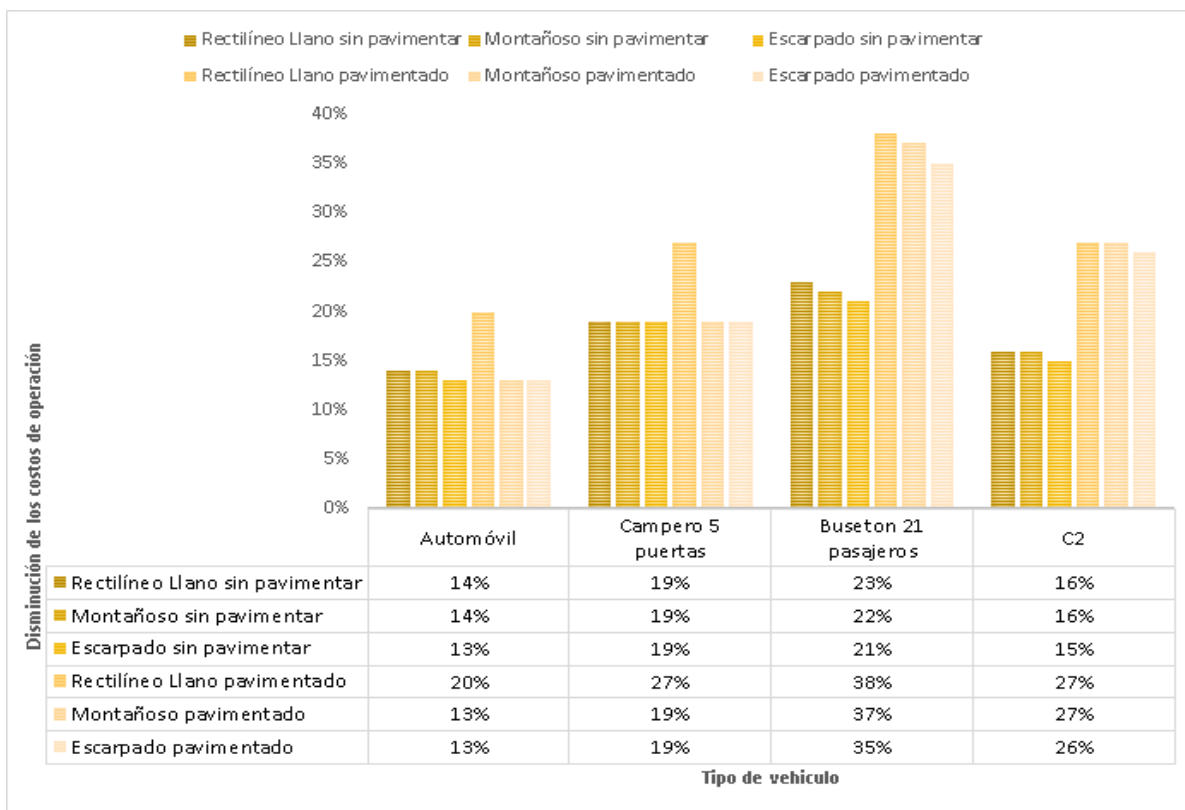
Tipo de vía	Tipo de Vehículo			
	Automóvil	Campero 5 puertas	Buseton 21 pasajeros	C2
Rectilíneo Llano pavimentado	20%	27%	38%	27%
Montañoso pavimentado	13%	19%	37%	27%
Escarpado pavimentado	13%	19%	35%	26%

Nota: Adaptado de “Costos de operación vehicular”. INVIAS, 2016

La siguiente figura muestra cómo se da la variación entre los porcentajes de disminución para los mismos tipos de vehículos cuando estos circulan en dos tipos de malla vial.

Figura 12

Disminución en los costos que se deben pagar en una vía sin pavimentar en buen estado con respecto a una vía pavimentada en buen estado



Nota: La figura de barras muestra como se dan las variaciones en las disminuciones de los costos de operación de cuatro diferentes tipos de vehículos que circulan en la red vial terciaria del departamento de Santander. Adaptado de INVIAS. (2016). Costos de operación vehicular. <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/6608-costos-de-operacion-vehicular>

Como se puede observar en las tablas anteriores, la disminución en los costos de operación más significativos, se dan cuando una vía se encuentra en buen estado de transitividad y a su vez

la malla vial se encuentra pavimentada; por esta razón se hace vital incentivar la construcción de redes con malla vial pavimentada o con placa huella, ya que, estas son óptimas para disminuir los costos de operación y los tiempos de viaje.

Dadas las condiciones propias del relieve del departamento, es fundamental que se cuente con una infraestructura vial suficiente y eficiente que permita aminorar los efectos adversos que la variabilidad geográfica y geológica trae consigo para la región, es por ello por lo que se hace vital la disminución de los costos de operación.

5. Conclusiones

El estado de abandono estatal de red vial terciaria y el atraso que presenta es evidente, el 99.65% de esta malla vial se encuentra sin pavimentar y en estado de regular a malo; esta problemática lejos de solucionarse, en su lugar se agudiza aún más por la falta de información que se presenta en las entidades territoriales en diferentes aspectos, las vías a cargo de los municipios no tienen un inventario completo y detallado y no se existe una gestión para poder comenzar un inventariado, tampoco existen registros en las diferentes entidades, como el INVIAS, ANI, departamento, DNP, sobre los flujos viales que transitan estas vías terciarias. Además de la falta de información, esta situación también trae consigo un gran impacto en la economía de la región y desarrollo de esta.

En este documento se analizó el aumento de los precios de operación vehicular de los distintos tipos de vehículos que podrían transitar por la red terciaria, y estos aumentos van desde el 15% hasta el 62% del valor por kilómetro dependiendo del tipo de vehículo, tipo de terreno, material de la superficie de rodadura y estado de la vía. Sin embargo, estos no están cerca de ser los únicos inconvenientes económicos que trae consigo, ya que, el avanzado atraso de la red vial

terciaria en Santander, el delicado estado de estas vías genera constantemente accidentes de tráfico, deslizamientos que obstruyen durante días las vías, lo que genera costos de reparaciones y una intermitente interconexión entre las poblaciones y las provincias provocando así aumento en los costos de vida de los habitantes. (Pérez-Valbuena, 2005)

Aunque la situación es bastante compleja, también es un motor de impulso de creatividad e investigación; Ya en el 2015 el gobierno nacional a través del DNP hizo la primera propuesta para el mejoramiento de las vías terciarias del país usando para esto la construcción de placa huellas, sin embargo esta idea no ha logrado propulsar el desarrollo como se esperaba, debido a los costos que trae consigo la intervención de la red terciaria con placa huellas, según el mismo DNP (2015), en promedio un kilómetro de placa huella, junto con sus obras adicionales y la interventoría tiene un valor actual de 690 millones de pesos colombianos, el problema de este valor es que en muchos casos los municipios no reciben un monto superior a los 1000 millones de pesos, lo cual solo alcanza para un kilómetro de vía terciaria mejorada, es acá donde se hace de gran importancia la inyección de presupuesto también en la academia, en busca de proyectos investigativos para buscar nuevas alternativas para mejoramientos y rehabilitación de vías terciarias en el departamento y en el país a costes más bajos que los de las opciones actuales.

5. Recomendaciones

Se hace fundamental que los municipios pertenecientes al departamento de Santander implementen su plan vial regional, dado que, la mayoría de los municipios no lo han implementado, lo cual hace difícil la toma de decisiones sobre las inversiones en carreteras que se requieren en la zona para mejorar sus condiciones.

Se sugiere al DNP, INVÍAS, el Ministerio de Transporte, los municipios, la gobernación de Santander, y los demás entes de control, la realización de estudios de flujos vehiculares para la red terciaria, tanto del departamento de Santander, como para el país, dado que, este es un tema vital al momento de estimar el nivel de importancia de un tramo o de una vía completa, y ya que, la mayoría de la red carretera del departamento de Santander y del país proviene de la infraestructura vial terciaria, por lo cual se ratifica la importancia de conocer a detalle todos los factores que están ligados con la movilidad en estas vías.

Se sugiere a los municipios y el INVÍAS, que realicen periódicamente sesiones de mantenimiento a la red terciaria del departamento de Santander, y como forma de rehabilitación o para la construcción de nuevos tramos de carretera se hace más idóneo el uso de la placa huella por su costo de construcción inferior al de una vía en pavimento.

Referencias Bibliográficas

- Acosta Ariza, M. A., Alarcon Romero, P. A. (2017). *Las Vías Terciarias En Colombia, Una Oportunidad Para La Ingeniería Vial Y El Desarrollo Del País. 1*, 24.
- Banco de la república. (2016, November). *Informe de coyuntura económica regional*. https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/icer_santander_2015.pdf
- Banco mundial. (2017). *Índice de Gini - Colombia | Datos*. <https://datos.bancomundial.org/indicador/SI.POV.GINI?locations=CO>
- Becerra, E., & Ribero, A. (2016). Inversión en infraestructura vial regional: Una mirada Neoinstitucional al departamento de Santander. *Universidad Industrial de Santander*, 9, 1689–1699.
- CONPES 3075. (2000). *Plan Colombia. Red de Apoyo Social: programa Manos a la obra Componentes: proyectos Comunitarios y Vías para la Paz*. 14.
- Dane. (2019). *Población de Colombia es de 48,2 millones de habitantes, según el DANE*. <https://id.presidencia.gov.co/Paginas/prensa/2019/190704-Poblacion-de-Colombia-es-de-48-2-millones-habitantes-segun-DANE.aspx>
- DANE. (2018). *Censo nacional de población y vivienda*. <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/cnpv-2018-presentacion-3ra-entrega.pdf>
- Fierro, Iván; Pinto, Diego; Afanador, D. (2014). *Programa Caminos Para la Prosperidad. August*, 1–43.
- García, D. (2014). Incidencia económica de las vías en Santander. *Universidad Industrial de Santander, c*, 363–367.
- Gobernación de Santander. (2020). *Plan de desarrollo territorial de Santander*.
- INVIAS. (2008). *colombia_trans-2008.jpg* (2054×2393). https://legacy.lib.utexas.edu/maps/americas/colombia_trans-2008.jpg
- INVIAS. (2009). *24_santander.jpg* (741×1024). https://www.invias.gov.co/images/mapas/24_santander.jpg
- INVIAS. (2016). *Costos de operación vehicular*. <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/6608-costos-de-operacion-vehicular>

- Kohon, J. (2011). La Infraestructura en el Desarrollo Integral de América Latina. Diagnóstico estratégico y propuestas para una agenda prioritaria. Transporte. *IDeAL*, 126. <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/353>
- Ministerio de transporte. (n.d.). *Formulación de planes viales. PRIIT-PVD-PVM*
- Ministerio de transporte. (2006). Estructura de costos de operación vehicular 2006. *Ministerio de Transporte*, 7.
- Ministerio de Transporte. (2015). *Rehabilitacion vias terciarias mediante uso de Placa huella*.
- Ministerio de Transporte. (2016). *Ministerio de transporte (MT). Estadísticas colombianas de transporte* 2015. 73. https://www.mintransporte.gov.co/Documentos/documentos_del_ministerio/Estadisticas
- Ministerio de Transporte. (2019). *Guía del programa Colombia Rural*.
- Pérez-Valbuena, G. J. (2005). La infraestructura del transporte vial y la movilización de carga en Colombia. *Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional y Urbana; No. 64*, 64. <http://repositorio.banrep.gov.co/handle/20.500.12134/3194>
- Quiroga Tavera Laura Patricia. (2019). *Infraestructura vial en Colombia frente a los países miembros de la alianza del Pacífico para el desarrollo del comercio internacional*. 1–21.
- Rozas Patricio, S. R. (2004). *Desarrollo De Infraestructura Y Crecimiento Económico*.
- Tirado, N. (1990). El Plan Nacional de Rehabilitación: un modelo institucional para la democracia participativa, la descentralización y la lucha contra la pobreza. *Coyuntura Social*, 5, 121–143. <http://hdl.handle.net/11445/1888>
- Acosta Ariza, M. A., & Alarcón Romero, P. A. (2017). *Las Vías Terciarias En Colombia, Una Oportunidad Para La Ingeniería Vial Y El Desarrollo Del País*. 1, 24.
- CONPES 3075. (2000). *Plan Colombia. Red de Apoyo Social: programa Manos a la obra Componentes: proyectos Comunitarios y Vías para la Paz*. 14.
- Fierro, Iván; Pinto, Diego; Afanador, D. (2014). *Programa Caminos Para la Prosperidad. August*, 1–43.
- Tirado, N. (1990). El Plan Nacional de Rehabilitación: un modelo institucional para la democracia participativa, la descentralización y la lucha contra la pobreza. *Coyuntura Social*, 5, 121–143. <http://hdl.handle.net/11445/1888>
- Yepes, T., Ramírez, J. M., Villar, L., & Aguilar, J. (2013). *CUADERNOS FEDESARROLLO 4 6 INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE EN COLOMBIA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE EN COLOMBIA*.

Zamora Fandiño, N., & Barrera Reyes, O. L. (2012). Diagnóstico de la infraestructura vial actual en Colombia. En la Universidad EAN - Vicerrectoría de Postgrados. <http://repository.ean.edu.co/handle/10882/3405>

Zaninovich, D. (2017). VÍAS REGIONALES Y LA NECESIDAD DE UNA GESTIÓN COMPARTIDA. *Revista de Ingeniería*, 45, 72–79. <https://doi.org/10.16924/revinge.45.10>