

**DISEÑO DE ESTRATEGIAS LOGÍSTICAS PARA IMPULSAR LA  
COMPETITIVIDAD DEL SECTOR DE DISTRIBUCIÓN EN COLOMBIA  
AL AÑO 2050 A PARTIR DE HERRAMIENTAS PROSPECTIVAS**

**Para obtener el título de**  
Magíster en Diseño y Gestión de Procesos

**Presenta**  
Carlos Andrés Vega Cárdenas

**Director de tesis**  
Álvaro Turriago Hoyos Ph.D.  
Profesor Titular Universidad de La Sabana

**Universidad de La Sabana**  
Maestría en Diseño y Gestión de Procesos  
Chía - Cundinamarca  
2018



## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	5
1. JUSTIFICACIÓN.....	6
2. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	10
3. OBJETIVOS.....	34
3.1. Objetivo General.....	34
3.2. Objetivos específicos.....	34
4. MARCO TEÓRICO.....	34
4.1. Logística.....	34
4.2. Cadena global de valor.....	36
4.3. Estrategia.....	36
4.4. Competitividad.....	37
4.5. Prospectiva.....	38
4.6. Análisis Estructural.....	39
4.7. Análisis Morfológico.....	39
4.8. Proceso analítico jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés).....	40
4.9. Distribución de Pareto.....	41
4.10. Costos logísticos.....	41
5. METODOLOGÍA.....	42
6. HIPÓTESIS.....	44
7. RESULTADOS.....	44
7.1. Planes de Mejoramiento de la Logística Nacional.....	44
7.2. Diseño y selección de las estrategias logísticas a partir de herramientas prospectivas.....	51
8. CONCLUSIONES.....	74
9. LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN Y RECOMENDACIONES.....	74
ANEXO A – Listado de artículos empleados.....	76
ANEXO B – Prueba ANOVA.....	83

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	85
----------------------------------	----

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de Colombia en el GII en los años 2016 y 2017. Elaboración propia con cifras tomadas del Global Innovation Index 2017 (WIPO 2017).....	13
Tabla 2 Puntuación de los continentes en la generación de innovación. Elaboración propia con cifras tomadas del Global Innovation Index 2017 (WIPO 2017).....	14
Tabla 3 Clasificación de los países latinoamericanos y del Caribe en el índice de innovación, elaboración propia con cifras tomadas del Global Innovation Index 2017 (WIPO, 2017) .....	15
Tabla 4 Clasificación de los países latinoamericanos y del Caribe en el Índice de Desarrollo de TIC. Elaboración propia con cifras tomadas de la (ITU, 2016) .....	17
Tabla 5 Aspectos evaluados por el Índice de Desempeño Logístico y sus ponderaciones. Adaptado del Logistics Performance Index 2016 (Arvis, Mustra, Panzer, Ojala, & Naula, 2016).....	18
Tabla 6 Clasificación de los países latinoamericanos y del Caribe en el índice de desempeño logístico. Elaboración propia con cifras del Logistics Performance Index 2016 (Arvis et al., 2016) .....	20
Tabla 7 Clasificación latinoamericana y del Caribe en el índice de competitividad global. Elaboración propia con cifras del Global Competitiveness Report 2016 – 2017 (Schwab, 2017)	27
Tabla 8 Clasificación de la competitividad colombiana en los aspectos de infraestructura y preparación tecnológica. Elaboración propia con cifras del Global Competitiveness Report 2016 – 2017 (Schwab, 2017).....	31
Tabla 9 Competencia logística percibida por los clientes en las regiones de Colombia. Elaboración propia con datos de la Encuesta Nacional Logística 2015 (Departamento Nacional de Planeación, 2015).....	46
Tabla 10 Distribución de Pareto con las configuraciones obtenidas en el análisis estructural para la construcción del espacio morfológico. Elaboración propia .....	54
Tabla 11 Codificación de las configuraciones para la construcción del espacio morfológico. Elaboración propia .....	57
Tabla 12 Espacio morfológico. Elaboración propia .....	58

Tabla 13. Calificación de las estrategias considerando su relevancia en tiempos de distribución con respecto a las demás. Elaboración propia.....68

Tabla 14. Calificación de las estrategias considerando su relevancia en costos logísticos de distribución con respecto a las demás. Elaboración propia.....69

Tabla 15. Calificaciones normalizadas de las estrategias con respecto a su influencia sobre los tiempos de distribución. Elaboración propia.....70

Tabla 16. Calificaciones normalizadas de las estrategias con respecto a su influencia sobre los costos logísticos de distribución. Elaboración propia .....71

Tabla 17. Calificación cruzada de las variables de respuesta. Elaboración propia.....72

Tabla 18. Normalización de las variables de respuesta. Elaboración propia .....72

Tabla 19. Calificación de las estrategias que conforman el espacio morfológico. Elaboración propia .....72

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura conceptual del Competitiveness Monitor (CoMo), adaptado de (Gracht et al., 2010).....	9
Figura 2. Porción de los costos logísticos sobre el valor de las ventas, tomado de (Consejo Privado de Competitividad, 2017).....	11
Figura 3. Tiempos promedio regionales en días de (a) Importación y (b) Exportación, tomado de (World Bank, 2010).....	11
Figura 4. Comparativos con el LPI. Elaboración propia (Arvis et al., 2016). ....	21
Figura 5. Índice de desempeño logístico 2016. Adaptado del Informe Nacional de Competitividad 2016 – 2017 (Consejo Privado de Competitividad, 2017). ....	23
Figura 6. Participación de los modos de transporte de carga. Adaptado del Informe Nacional de Competitividad 2016 – 2017 (Consejo Privado de Competitividad, 2017). ....	24
Figura 7. Costos del transporte de mercancías a exportar (en USD por contenedor). Adaptado del Informe Nacional de Competitividad 2016 – 2017 (Consejo Privado de Competitividad, 2017). ....	26
Figura 8. Costos de exportar mercancías (en USD por contenedor). Adaptado del Informe Nacional de Competitividad 2016 – 2017 (Consejo Privado de Competitividad, 2017). ....	26
Figura 9. Pilares evaluados por el índice de competitividad global. Adaptada del Global Competitiveness Report 2016 – 2017 (Schwab, 2017). ....	28
Figura 10. Comparativo latinoamericano y del Caribe de los pilares evaluados en el índice de competitividad global. Adaptado del Global Competitiveness Report 2016 – 2017 (Schwab, 2017). ....	30
Figura 11. Comparativo entre Colombia y su región de los pilares evaluados por el índice de competitividad global. Adaptado del Global Competitiveness Report 2016 – 2017 (Schwab, 2017). ....	31
Figura 12. Gestión estratégica. Adaptado de (Rodríguez Espinoza, 2003).....	36
Figura 13. Proceso metodológico para el diseño de estrategias logísticas. Elaboración propia. ....	44

## RESUMEN

El nivel económico y social de un país depende en gran parte de su competitividad, concepto que comprende las condiciones que otorgan ventajas comerciales a los países, regiones, industrias o empresas. La competitividad se ve afectada por la capacidad de disponer medios de soporte a la economía, tales como infraestructura, telecomunicaciones y políticas públicas, que brinden un escenario favorable para ser eficientes, manteniendo bajos los costos de disponer bienes y servicios tanto al interior como al exterior de un país.

Esta investigación propone realizar un estudio prospectivo sobre el sistema logístico colombiano de distribución, que genere estrategias que definan las condiciones para un mejor funcionamiento del mismo.

El trabajo cuenta con las generalidades del proyecto, donde se sustentan las razones por las cuales existe la necesidad de este tipo de investigaciones en Colombia y los objetivos que se proponen lograr, seguido de una explicación de los conceptos claves y de la metodología que se aplica. A continuación, se inicia el desarrollo de la investigación con la identificación de las acciones que se llevan a cabo en la actualidad en miras de mejorar el desempeño logístico, seguido del diseño de las estrategias logísticas empleando un análisis estructural, conformando un espacio morfológico y evaluando las opciones con ayuda de un proceso analítico jerárquico.

De acuerdo con las herramientas prospectivas empleadas, se obtienen estrategias potenciales para el mejoramiento de la competitividad del sector de distribución colombiano. La mejor estrategia arrojada por el estudio se caracteriza por el uso del transporte multimodal mientras que la segunda recomienda ampliar la infraestructura logística nacional. Ambas debidamente apoyadas en tecnologías de la información y la comunicación que mejoren la eficiencia del sector y una adecuada selección de proveedores logísticos cuando se requiere una integración horizontal para el ahorro de recursos o una tercerización del servicio. Finalmente, se completa el estudio definiendo las líneas de investigación que deben ser tenidas en cuenta en próximos proyectos.

## 1. JUSTIFICACIÓN

El crecimiento económico y la expansión de los mercados comerciales influenciados por la dinámica de la globalización, han generado en las décadas recientes la necesidad de mejores y más amplias cadenas de abastecimiento, capaces de satisfacer la demanda de los clientes de manera eficiente y a un bajo costo (Meixell & Gargeya, 2005), y Latinoamérica y el Caribe no ha sido la excepción en esta transición. Por esta razón, los países de la región conforman nuevos tratados comerciales que exigen un desempeño logístico que los mantenga competitivos (Vanegas Cárdenas, 2011), a pesar del marcado acortamiento de los ciclos de vida de los productos, la amplia variedad de líneas productivas que buscan ofrecer los productos solicitados por la demanda, las restricciones locativas para la producción y distribución, y el flujo de amplios volúmenes de datos (Rodríguez Espinoza, 2003).

La consecuente apertura de fronteras comerciales permite que los mercados nacionales tengan acceso a nuevos productos y servicios extranjeros que afectan la producción local, exigiendo de forma inmediata el incremento de su eficiencia productiva y de distribución con una optimizada estructura de costos (Anas, Tamin, & Wibowo, 2015).

A su vez, la volatilidad e incertidumbre del entorno de los negocios, representa oportunidades y desafíos para el futuro de la logística, pues una cadena logística eficiente requiere para el abastecimiento de materias primas y de productos terminados, una infraestructura de transporte suficiente (Meersman & Nazemzadeh, 2017) con medios multimodales (Zeng, Hu, & Huang, 2013) flexibles que dispongan las mercancías demandadas de forma oportuna en el lugar indicado. También se requieren las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), que permiten el intercambio eficiente de información para el control de las operaciones que generan valor a las actividades comerciales. Adicionalmente, estas tecnologías proveen de manera sintética la información depurada para una pronta y exacta toma de decisiones, razones por las cuáles hoy, en el concepto de logística, se le considera como un componente indispensable para el logro de altos estándares (Mondragon et al. 2012; Bertolini et al. 2007; Holguín-Veras & Sánchez-Díaz 2016).

Se desconoce con precisión la participación del sector logístico en el Producto Interno Bruto (PIB) de los países, pero se cree que se aproxima al 5% de estos, y dada la aceleración globalizada del comercio que se viene dando desde el año 2000 con miras a un mayor comercio exterior, se espera

que el sector siga creciendo y adaptándose también, pues su disponibilidad y calidad influyen directamente sobre el volumen de bienes comercializados.

Con ese fin existen índices como el de Desempeño Logístico Global del Banco Mundial que mide en una escala de 1 (bajo) a 5 (alto), la capacidad de trazar y rastrear envíos, la competencia y la calidad de los servicios de logística, la facilidad de organizar envíos a precios competitivos, la eficiencia del proceso de despacho de aduana, la frecuencia con que los envíos llegan al destinatario dentro del tiempo programado o esperado, y la calidad de la infraestructura comercial y relacionada con el transporte, lo que ayuda a los líderes nacionales, los principales responsables de la formulación de políticas, y a los comerciantes del sector privado, a comprender los desafíos que enfrentan para reducir las barreras logísticas del comercio internacional (Gani, 2017).

De igual forma, en un mercado plenamente competitivo, una red logística eficiente, fiable y rentable afecta sustancialmente los beneficios de una empresa y, potencialmente, el desarrollo de sus bienes y servicios en el largo plazo, siendo de esa forma la columna vertebral que le permite imponerse ante sus competidores. Así, ante el hecho de que la logística tiene un gran impacto en las actividades económicas, la mejora de su rendimiento se ha convertido en un objetivo importante de la política de desarrollo en los últimos años (Niu, Lam, & Gao, 2014).

Por otra parte, desde finales de la década de los 50, se vienen empleando las técnicas prospectivas para establecer escenarios futuros deseados, que resultan de interés a los diferentes actores de los ámbitos social, económico, político, cultural, tecnológico y ambiental, a partir de los cuales se fijan las estrategias que marcan el camino a seguir para llegar a ellos, al tiempo que se gestiona la incertidumbre que puede haber de por medio. Con ayuda de estas herramientas prospectivas, se visualiza el futuro sin necesidad de emplear datos o información pasada, por medio de la cual, solo se pueden proyectar caminos lineales que resultan siendo una consecuencia de los estados actuales (Mera Rodríguez, 2012). Por esta razón, al no conocer los sucesos que se irán presentando en el camino, no es posible realizar cálculos que permitan conocer cifras aproximadas de los resultados que se obtendrán, despertando así la discusión del siglo pasado:

“No era entendible una disciplina que no pudiera medirse y observarse. De hecho, la intención de la prospectiva no es contemplar el futuro sino lograr que se realice de la mejor manera, por lo tanto, no interesa medir y observar el fenómeno sino interpretarlo al interior



del campo de los hechos posibles y dentro de una percepción hermenéutica de la realidad”.  
(Mojica, 2006)

Si bien algunos autores no están de acuerdo con que las herramientas prospectivas sean de carácter estratégico, Gaston Berger (1964) menciona que no se puede ser estratega “sin mirar a lo lejos, a lo ancho, y a lo profundo, como bien lo hace la prospectiva”, y Michel Godet (2000) considera que la prospectiva no difiere de los conceptos de estrategia y planeación, por el contrario, cree que van en una constante interdependencia, en busca de poner los recursos en la cantidad y el momento adecuados, para el logro racional de unas metas visualizadas a futuro (Godet, 2000).

De esa manera, las naciones y organizaciones buscan establecer planes a largo plazo, con los cuáles lograr un futuro ideal e integrador para sus regiones. Ese es el caso de la *European Commission* en colaboración con el *Institute for Prospective Technological Studies*, quienes publicaron en 2003 un informe basado en el análisis cualitativo hecho dentro del entorno de la industria manufacturera desde el punto de vista de las políticas, toma de decisiones, subsidios, valores públicos, comportamientos y patrones de demanda, con el fin de fijar estrategias para los años 2015 a 2020, de tal manera que se potencializara su sector socioeconómico (Scapolo, Geyer, Boden, Döry, & Ducatel, 2003). Buscan con esto, una integración global de la economía, que hoy es vista como motor económico, pero cuyo modelo incentiva únicamente la investigación a corto plazo que suele recaer en recortes de costos para obtener así una mayor rentabilidad sin considerar los impactos ambientales y sociales (Ji, Gunasekaran, & Yang, 2014).

La *European Foresight Platform* describe en su reporte titulado “*Competitiveness Monitor: an integrated Foresight Platform for the German Leading-edge Cluster in Logistics*”, una iniciativa dada entre compañías y centros de investigación en apoyo al *German Federal Ministry of Education and Research*, cuyo objetivo es el de lograr una movilidad y distribución empleando el 75% de los recursos que se usan hoy día, fundamentados en 3 pilares: la administración eficiente de los recursos, el abastecimiento urbano seguro y en la facilitación de la movilización individual. Esta iniciativa busca desarrollar una herramienta llamada *Competitiveness Monitor (CoMo)*, con la cual robustecer la metodología prospectiva en contraste al *EffizienzCluster* que se ha venido empleando en la búsqueda de ventajas competitivas, que facilite la evaluación de nuevas estrategias, procesos y tecnologías, empleando la capacidad de la innovación conjunta para el crecimiento y fortalecimiento económico de la región.

La herramienta *Competitiveness Monitor* (CoMo) es un proyecto fundamentado en las tecnologías de la información cuyo objetivo es generar conocimiento entre los aliados estratégicos de los ámbitos científico, político e industrial que en cooperación, persiguen avances competitivos sostenibles derivados de diseñar, relacionar y procesar información sobre los desarrollos macro y microeconómicos en el campo de la logística, proveer educación sobre estudios proyectivos y habilidades para su enseñanza, e incentivar a los interesados a fomentar la innovación y estimular la cooperación (Gracht et al. 2010; Keller et al. 2014). Para representar la estructura del proyecto CoMo se emplean 3 herramientas prospectivas tal y como se muestran en la Figura 1 junto con sus respectivas interrelaciones.

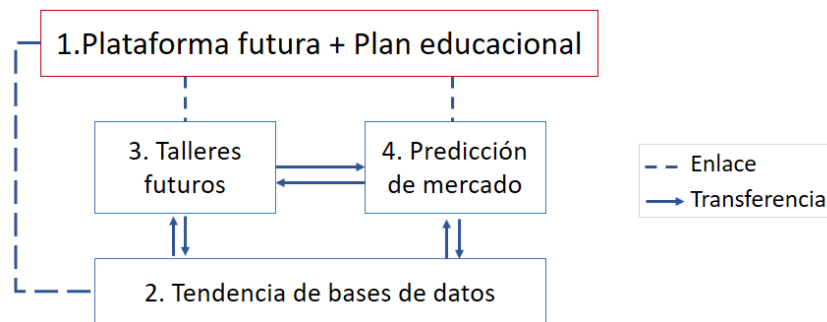


Figura 1. Estructura conceptual del Competitiveness Monitor (CoMo), adaptado de (Gracht et al., 2010).

La región africana tampoco está exenta de las deficiencias en sus sistemas logísticos de distribución debido a que estos se encuentran centralizados hoy día. Sudáfrica siente la necesidad de una logística más eficiente, ambientalmente sostenible y económica, que permita llevar los bienes a lo largo de los países sin que los fletes y costos representen un factor que reste valor a las actividades comerciales. Tal como lo presentan Ittmann & King (2010), la logística y la cadena de abastecimiento son factores altamente influyentes en la economía de una nación, y en medida que su eficiencia crezca, las oportunidades y rendimientos serán mejores. Por esa razón, su estudio incita al desarrollo del *Green Logistics* en África, que centra el abastecimiento de la mayoría de sus bienes y servicios en la provincia de Gauteng, y a la evaluación de la recuperación de las abandonadas vías férreas, para ser usadas en el transporte de bienes cuyos requerimientos de traslado sean compatibles con esa modalidad, dado que, en la actualidad, todo es transportado por carretera.

En el plano latinoamericano, en la reunión de jefes de Estado que tuvo lugar en Asunción, Paraguay, en el año 2010, se trató la gran necesidad que tiene la región de un crecimiento

significativo en su infraestructura como medio para lograr un desarrollo integrador de la sociedad, las comunidades marginadas, mejorando la calidad de vida, potencializando las bondades de la región, su crecimiento económico y favoreciendo la diversificación en la producción de las industrias que actualmente se encuentran limitadas por la infraestructura existente. Considerando que las vías de transporte, la energía y la comunicación son indispensables para ingresar a la economía global, establecieron una agenda para atacar las necesidades de inversión que permita convertir en viabilidades dichos factores, sin descuidar su impacto ambiental y social (Barbero, 2011). Antes, desde 1998, se venían implementando los planes nacionales de prospectiva en Brasil, Argentina, Venezuela, Colombia, Uruguay, Ecuador, Chile, Perú y México, con la dirección de la *Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI)*, obteniendo interesantes resultados con el año 2050 como fecha objetivo (Mera Rodríguez, 2012).

De esa y otras formas, se puede evidenciar cómo la prospectiva aplicada a la competitividad territorial se anticipa estratégicamente a los eventos próximos, gestionando eficientemente el riesgo que conlleva la dinámica del comercio internacional y la productividad global, al tiempo que detecta lo que puede ocurrir y se adelanta a los hechos que aún no ocurren pero que pueden afectar sensiblemente los intereses de la nación (Balbi, 2014).

Se plantea la proyección de estas estrategias logísticas al año 2050 en consideración a la característica de planeación a largo plazo de los estudios prospectivos de este tipo, en especial de aquel desarrollado por *The National Academies of Sciences, Engineering and Medicine* en su proyecto *Strategic Issues Facing Transportation*, donde se buscan identificar estrategias flexibles de transporte de carga con miras a las tendencias del sector al año 2050 (Caplice & Phadnis, 2013) y a los de prospectivas nacionales de países de Latinoamérica y el Caribe de 1998, desarrollado por la ONUDI en pro del mejoramiento competitivo de estos países también al año 2050.

## **2. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA**

A pesar de la relevancia que tiene el sistema logístico de un país en su competitividad, aún existe baja inversión en infraestructura de transporte y en TIC de apoyo a la distribución, pues los estados y organizaciones no lo consideran como un factor diferenciador, que incluso en el corto plazo, puede generar beneficios económicos (Saura 2008).

En la actualidad, Latinoamérica sufre de un mal generalizado en el estado de sus vías de transporte, puertos, aeropuertos, y por la falta de una adecuada infraestructura de telecomunicaciones, deficiencias que se ven reflejadas en el incremento de los costos logísticos (ver Figura 2) (Consejo Privado de Competitividad, 2017) y en los tiempos que toma disponer los productos y servicios que el país produce (ver Figura 3) (World Bank, 2010).

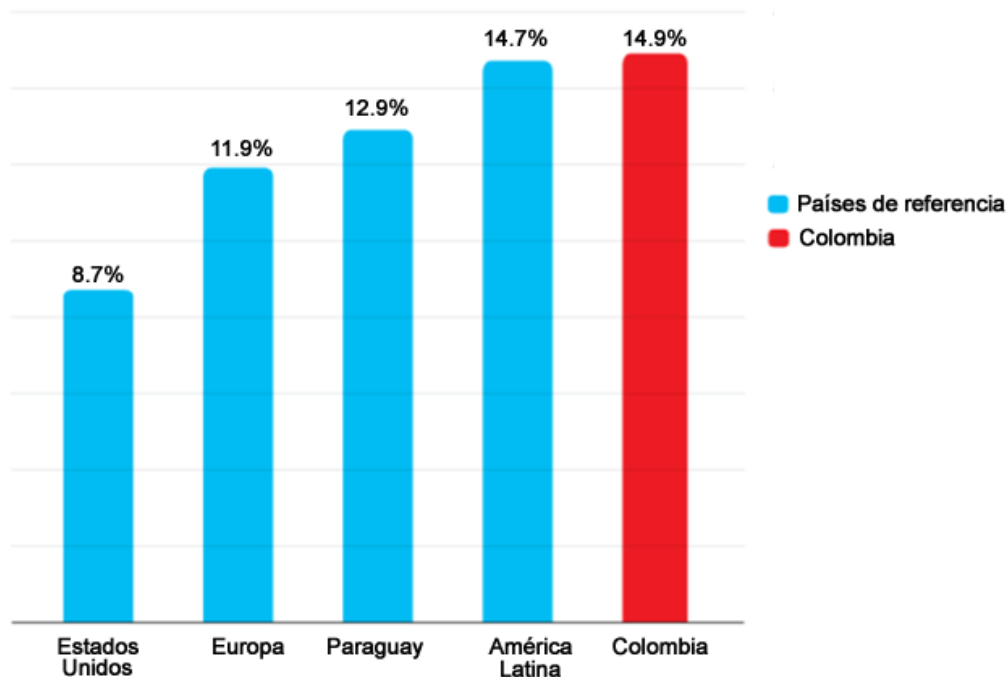


Figura 2. Porción de los costos logísticos sobre el valor de las ventas, tomado de (Consejo Privado de Competitividad, 2017).

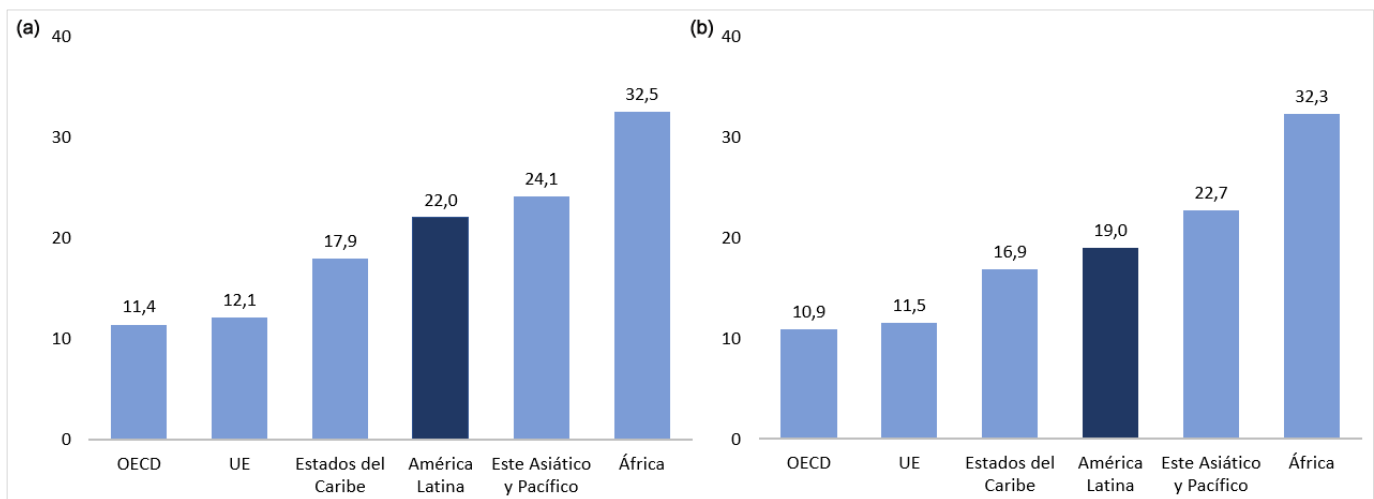


Figura 3. Tiempos promedio regionales en días de (a) Importación y (b) Exportación, tomado de (World Bank, 2010).

Una de las razones por las cuales la región latinoamericana y del Caribe presenta fallas en la calidad de su infraestructura de transporte es su geografía, ya que ésta representa todo un desafío, mas no es la única razón, pues tal como lo mencionó Acemoglu et al. (2005), las colonias que mayor desigualdad social han mostrado ser las que menos invierten en educación e infraestructura, factores importantes en el desarrollo económico de los países (North, Thomas, & Lacasta, 1980). Incluso Caicedo (2008), reportó para el caso específico colombiano, que un aumento del 1% en carreteras mejora aproximadamente en un 0,48% el Producto Interno Bruto (PIB) del país, similar a lo que puede lograrse con el desarrollo de la telefonía y la generación de energía.

Dichas falencias obedecen a un problema central: la carencia de políticas integrales que de manera estratégica incorporen los factores logísticos en busca del mejoramiento de las condiciones logísticas, que deben ser vistas como la oportunidad de lograr un nivel competitivo regional y su consecuente mejoramiento económico y social (Vanegas Cárdenas, 2011).

Por otro lado, la infraestructura física y tecnológica que favorecen el transporte y los servicios logísticos son igualmente, un pilar importante en la competitividad y motor del crecimiento económico y desarrollo social de un país (Rozas, Bonifaz, & Gustavo, 2012). En esta sección se demuestra que Colombia sufre atrasos en estos aspectos, lo cual encarece los productos locales y les resta competitividad, frena la integración regional, el comercio interno y la especialización de las regiones, a la vez que encarece los transportes de bienes y servicios. Por lo tanto, resulta de interés para el desarrollo de este proyecto conocer las calificaciones que ha obtenido el país en los rankings mundiales, con el objetivo de mejorar su desempeño en el largo plazo a través de las estrategias que se plantean.

En este sentido, el Índice de Innovación Global (GII por sus siglas en inglés), establece una clasificación de las economías a partir de una calificación promedio de 7 condiciones (o pilares) que determinan la innovación de un país, siendo estas: 1) la eficiencia institucional para regular los ambientes políticos, normativos y de negocios, 2) la investigación y desarrollo y la educación del capital humano, 3) la calidad de su infraestructura, tecnologías de la información y la comunicación y la sostenibilidad ecológica, 4) la sofisticación de mercados que mide la facilidad para acceder a créditos y a inversión, como también sus tamaños y competitividad, 5) la sofisticación de negocios que mide el nivel de formación de la fuerza laboral, su capacidad de absorber el conocimiento y vínculo con la innovación, 6) generación de conocimiento y tecnología, donde se mide la creación

y difusión de conocimiento, así como también el impacto que este tiene, y 7) la generación de creatividad, transmitida por medio de la creación y distribución de bienes tangibles e intangibles, y de creatividad en línea. En este índice, Colombia baja 2 puestos quedando para 2017 en la posición 65 con un puntaje de 34,8, con respecto a 2016 cuando su puntaje fue de 34,2, entre 127 países considerados. Esta cantidad de países representa el 92,5% del total de la población mundial y el 97,6% del producto interno global, razón por la cual se puede considerar un dato estadístico relevante.

Puede generar confusión el hecho de que la calificación colombiana mejore en 0,62 puntos y que aun así pierda 2 puestos en el ranking, pero esto sencillamente se debe a 3 situaciones puntuales: 1) Uruguay (62 en 2016) se encontraba 1 puesto por delante en 2016 pero ante un bajo incremento en su puntaje, es superado por el incremento que obtiene Colombia, 2) Bahrain (57 en 2016) tiene una pérdida de 0,81 puntos lo que le implica bajar 9 posiciones y, 3) Kuwait, India, Serbia y Panamá, mejoraron sus calificaciones en una proporción mayor a Colombia, colocándose así por delante. Esto puede ser verificado en la Tabla 1 donde se muestran los países clasificados entre la posición 40 y la 68, y su ganancia o pérdida de posiciones del año 2016 al 2017.

**Tabla 1. Clasificación de Colombia en el GII en los años 2016 y 2017. Elaboración propia con cifras tomadas del *Global Innovation Index 2017 (WIPO 2017)***

País/Economía	Clasificación 2017		Clasificación 2016		Cambio
	Puesto	Puntaje (0-100)	Puesto	Puntaje (0-100)	
Lituania	40	41,17	36	41,76	Bajó 4 puestos
Croacia	41	39,80	47	38,29	Subió 6 puestos
Rumania	42	39,16	48	37,90	Subió 6 puestos
Turquía	43	38,90	42	39,03	Bajó 1 puesto
Grecia	44	38,85	40	39,75	Bajó 4 puestos
Federación Rusa	45	38,76	43	38,50	Bajó 2 puestos
Chile	46	38,70	44	38,41	Bajó 2 puestos
Viet Nam	47	38,34	59	35,37	Subió 12 puestos
Montenegro	48	38,07	51	37,36	Subió 3 puestos
Katar	49	37,90	50	37,47	Subió 1 puesto
Ucrania	50	37,62	56	35,72	Subió 6 puestos
Tailandia	51	37,57	52	36,51	Subió 1 puesto
Mongolia	52	37,13	55	35,74	Subió 3 puestos
Costa Rica	53	37,09	45	38,40	Bajó 8 puestos
República de Moldavia	54	36,84	46	38,39	Bajó 8 puestos
Arabia Saudita	55	36,17	49	37,75	Bajó 6 puestos

Kuwait	56	36,10	67	33,61	Subió 11 puestos
Sudáfrica	57	35,80	54	35,85	Bajó 3 puestos
México	58	35,79	61	34,56	Subió 3 puestos
Armenia	59	35,65	60	35,14	Subió 1 puesto
India	60	35,47	66	33,61	Subió 6 puestos
TFYR de Macedonia	61	35,43	58	35,40	Bajó 3 puestos
Serbia	62	35,34	65	33,75	Subió 3 puestos
Panamá	63	34,98	68	33,49	Subió 5 puestos
Mauricio	64	34,82	53	35,86	Bajó 11 puestos
Colombia	65	34,78	63	34,16	Bajó 2 puestos
Bahrein	66	34,67	57	35,48	Bajó 9 puestos
Uruguay	67	34,53	62	34,28	Bajó 5 puestos
Georgia	68	34,39	64	33,86	Bajó 4 puestos

Las primeras 5 condiciones o pilares evaluadas por el GII corresponden a aspectos que causan o facilitan la innovación (entradas), mientras que las otras 2 representan los resultados o productos generados por la misma (salidas). Colombia se clasificó en las entradas en el puesto 52 en el año 2017, mientras que en las salidas obtuvo el puesto 75, lo cual demuestra el bajo aprovechamiento de las capacidades para generar nuevos conocimiento y productos. Esto es una tendencia generalizada en todos los continentes, incluso, entre los países que se consideraron más innovadores, con la diferencia que los puntajes obtenidos por estos son notablemente mayores a los de Colombia y su región latinoamericana, como se evidencia en la Tabla 2.

**Tabla 2 Puntuación de los continentes en la generación de innovación. Elaboración propia con cifras tomadas del *Global Innovation Index 2017 (WIPO 2017)***

Región	Pilares de entrada	Pilares de salida
Norteamérica	67,22	47,83
Europa	54,54	39,65
Este y Sudeste Asiático y Oceanía	52,46	35,61
Norte de África y Oeste Asiático	42,32	26,34
Latinoamérica y el Caribe	40,23	23,24
Centro y Sur de Asia	36,02	21,04
África Subsahariana	33,05	16,71

Entre los 7 continentes correspondientes a Norteamérica, Europa, Este y Sudeste Asiático y Oceanía, Norte de África y Oeste Asiático, Latinoamérica y el Caribe, Centro y Sur de Asia, y África Subsahariana, la región latina y del Caribe se encuentra en la quinta posición, y aunque en el

reporte del GII se resalta el potencial que tiene, también destaca su tendencia a no mejorar en terminos de innovación con respecto a los demás continentes. En esta región se cuenta con 18 países cuyas economías se clasifican en ingresos medio altos y medio bajos, a excepción de 3 de ellos que figuran en altos ingresos: Chile, Uruguay y Trinidad y Tobago.

Chile continúa liderando la región en la posición 46 a pesar de perder 2 posiciones con respecto al año anterior, seguido por Costa Rica que se encuentra en la posición 53 y México que está en la 58. Panamá cierra el grupo de latinos que se ubican en la mitad superior de la clasificación GII en el puesto 63. Los demás países de la región que se encuentran entre las 100 principales economías son Colombia en la posición 65, Uruguay en la 67, Brasil en la 69, Perú en la 70, Argentina 76, República Dominicana 79, Jamaica 84, Paraguay 85, Trinidad y Tobago 91, Ecuador 92 y Guatemala en la 98. Mas abajo en la clasificación y fuera de los 100 primeros mas innovadores están El Salvador en la posición 103, Honduras en la 104 y Bolivia de 106 (WIPO, 2017).

La clasificación general del continente, sus puntajes totales y la clasificación por ingresos, se relacionan en la Tabla 3.

**Tabla 3 Clasificación de los países latinoamericanos y del Caribe en el índice de innovación, elaboración propia con cifras tomadas del *Global Innovation Index 2017* (WIPO, 2017)**

PUESTO EN LA REGIÓN	PUESTO MUNDIAL	PAÍS	CLASIFICACIÓN SEGÚN INGRESOS	PUNTAJE TOTAL
1	46	Chile	Altos	38,70
-	-	<b>Promedio</b>	-	<b>37,12</b>
2	53	Costa Rica	Medios - Altos	37,10
3	58	México	Medios - Altos	35,80
4	63	Panamá	Medios - Altos	35,00
<b>5</b>	<b>65</b>	<b>Colombia</b>	<b>Medios - Altos</b>	<b>34,80</b>
6	67	Uruguay	Altos	34,50
7	69	Brasil	Medios - Altos	33,10
8	70	Perú	Medios - Altos	32,90
9	76	Argentina	Medios - Altos	32,00
10	79	República Dominicana	Medios - Altos	31,20
11	84	Jamaica	Medios - Altos	30,40
12	85	Paraguay	Medios - Altos	30,30
13	91	Trinidad y Tobago	Altos	29,70
14	92	Ecuador	Medios - Altos	29,10
15	98	Guatemala	Medios - Bajos	27,90
16	103	El salvador	Medios - Bajos	26,70



17	104	Honduras	Medios - Bajos	26,40
18	106	Bolivia	Medios - Bajos	25,60

Para el caso particular de este proyecto, resultan de interés las posiciones obtenidas y las apreciaciones del índice en el pilar de infraestructura (tercer pilar), pues en él se contemplan las tecnologías de la información y comunicación (TIC), la infraestructura en general del país y su desempeño logístico, aspectos a tener en cuenta en el diseño de las estrategias logísticas. El puesto 52 alcanzado en TIC tiene en cuenta el acceso a estas, su uso, los servicios en línea del gobierno y la participación en línea de los ciudadanos. Cuando se habla de infraestructura general, en la que se logró el puesto 86, se hace referencia a la producción de energía, al desempeño logístico y a la generación de capital bruto, que consiste en mejorar la tierra, las vías de transporte y comprar maquinarias, equipos o edificaciones comerciales o industriales. La última parte de este pilar corresponde a una de las fortalezas del país, la sostenibilidad ecológica, que evalúa la generación de Producto Interno Bruto (PIB) por unidad energética empleada, el índice de desempeño ambiental y la cantidad de certificados de conformidad con respecto a la norma de gestión ambiental ISO 14001, aspecto que por su alta puntuación tomó el puesto 13, siendo así el mejor aspecto colombiano en la clasificación de innovación global.

Colombia vive un proceso de modernización gracias a las TIC, que en 2010 presentaba rezago en penetración de internet y computadores. El acceso a banda ancha en Colombia para ese año era de 4,6%, mientras que en Chile era de 9,8%, en México de 9,1% y en Brasil de 7,5% (ITU, 2016). De igual manera, la inversión en TIC era baja pues correspondía al 0,6% del PIB, cuando otros países de PIB per-cápita similar invierten el 1,5%. El sector tuvo un crecimiento del 5,2% en 2014, superior al crecimiento del PIB del mismo año que fue del 5,1%. En ese periodo se logró un mayor despliegue de infraestructura tecnológica llegando a un 96% de municipios conectados a la red nacional de fibra óptica, 9,7 millones de conexiones a internet banda ancha y 17.000 MiPymes apoyadas en TIC. Aun así, a pesar de los avances en esta, se dificulta el acceso al servicio en zonas de bajos ingresos y de difícil acceso geográfico, llegando al punto que el 50% de hogares y el 87% de micro establecimientos que no poseen internet dicen no considerarlo necesario, lo cual demuestra la baja apropiación y el desconocimiento de las TIC como un medio para el desarrollo humano y la productividad de los negocios.

El gasto en TIC per-cápita en Colombia es de 314 USD, mientras que, en otros países de la región como en México es de 426 USD, en Brasil de 520 USD y en Chile de 576 USD, donde una décima parte del gasto en Colombia es destinada a aplicaciones productivas mientras que en otros países de la región se destina el doble a este fin. El resto de inversión se gasta en aplicaciones de entretenimiento.

Por otra parte, el gasto en generación de software es en promedio de 6 USD en Colombia, mientras que en México es de 12 USD. Si bien la diferencia es del doble entre estos 2 países, no se acercan en mucho a países como Japón, Estados Unidos y Suiza, quienes invierten 116, 438 y 911 USD respectivamente. Se considera que esto es ocasionado por la baja demanda que tiene Colombia de su sector TIC, la baja apropiación de los usuarios y a que el 60% de las descargas que se hacen en el país corresponden a aplicaciones no productivas. Lo cual le da la baja calificación a Colombia en los aspectos de habilidades para TIC (4,9/10), uso individual (3,4/10) y uso en negocios (3,5/10) en el *Global Information Technology Report* de 2014.

A su vez, la calificación dada al acceso y uso de TIC se fundamenta en el índice de Desarrollo en TIC (IDI, por sus siglas en inglés) que es publicado anualmente desde el año 2009 por la *International Telecommunication Union*, y combina 11 indicadores dentro de una medida de referencia que permite comparar el desarrollo, las habilidades y las capacidades tecnológicas que tienen los países. Los resultados de este índice para los países latinoamericanos se relacionan en la Tabla 4 (ITU, 2016).

**Tabla 4 Clasificación de los países latinoamericanos y del Caribe en el Índice de Desarrollo de TIC. Elaboración propia con cifras tomadas de la (ITU, 2016)**

PUESTO EN LA REGIÓN	PAÍS	RANKING IDI 2016	PUNTAJE 2016
1	Uruguay	47	6,79
2	Argentina	55	6,52
3	Chile	56	6,35
4	Costa Rica	57	6,30
5	Brasil	63	5,99
-	<b>Promedio</b>	-	<b>5,78</b>
6	Trinidad y Tobago	67	5,76
7	Venezuela	79	5,27
<b>8</b>	<b>Colombia</b>	<b>83</b>	<b>5,16</b>
9	México	92	4,87
10	Panamá	93	4,87

11	Ecuador	98	4,56
12	Perú	101	4,42
13	República Dominicana	104	4,30
14	Paraguay	109	4,08
15	Bolivia	111	4,02
16	El Salvador	118	3,73
17	Guatemala	123	3,20
18	Honduras	126	3,09
19	Nicaragua	131	2,88
20	Cuba	135	2,73

La Tabla 4 muestra que Colombia en términos de desarrollo tecnológico se encuentra en el octavo puesto, tras países que le llevan ventaja también en innovación, como Chile y Costa Rica.

Con respecto al desempeño logístico de los países, el Banco Mundial mide este aspecto cada 2 años con la intención de ofrecer un punto de referencia para que las naciones estén en capacidad de identificar los desafíos y oportunidades que tienen en el campo logístico y lo que pueden hacer para incrementar dicho desempeño. Su estudio se fundamenta en una encuesta hecha a operadores logísticos globales y a transportistas expresos de más de 160 países, permitiendo así un análisis bien informado con mediciones cualitativas acerca del campo logístico del país desde el cual operan como de los países en los que tienen relaciones comerciales. Adicionalmente, los resultados obtenidos de los operadores se complementan con datos cuantitativos de los aspectos claves de las cadenas logísticas de los países incluidos en el estudio. Dicha metodología permite establecer un perfil doméstico e internacional de sus cadenas de distribución logística.

Los puntos tenidos en cuenta en este Índice de Desempeño Logístico (LPI, por sus siglas en inglés) y sus respectivas ponderaciones se listan en la Tabla 5.

**Tabla 5 Aspectos evaluados por el Índice de Desempeño Logístico y sus ponderaciones. Adaptado del *Logistics Performance Index 2016* (Arvis, Mustra, Panzer, Ojala, & Naula, 2016)**

Componente	Ponderación
Aduanas	0,40
Infraestructura	0,42
Envíos internacionales	0,40
Calidad logística y competencia	0,42
Rastreo y seguimiento	0,41
Oportunidad en las entregas	0,40

Dichos componentes son seleccionados en base a investigaciones teóricas, empíricas, y a la experiencia de los profesionales del sector de transporte internacional de carga, en busca de eficacia (rapidez, simplicidad y previsibilidad de los trámites) de los entes de control aduanero y de la gestión fronteriza, la calidad de la infraestructura de comercio y transporte, siendo estos: puertos, vías férreas, carreteras y tecnologías de la información, facilidad de envíos con precios competitivos, competencia y calidad en servicios logísticos, operadores de transporte y agentes de aduana, habilidad de seguir y rastrear envíos, y finalmente, frecuencia con la que cargas y envíos llegan a sus destinatarios dentro de los tiempos preestablecidos (Arvis et al., 2016).

Según los criterios antes descritos, Colombia ocupa el puesto 12 dentro de los 19 países considerados en el continente, pero este le representa el puesto 94 dentro de los 160 considerados a nivel mundial. Los puntajes totales y por componentes que le otorgan esa posición entre los países latinoamericanos, se relacionan en la Tabla 6, donde se evidencia que está a 54 puestos y 73 puntos decimales por debajo del mejor ubicado de la región: Panamá.

**Tabla 6 Clasificación de los países latinoamericanos y del Caribe en el índice de desempeño logístico. Elaboración propia con cifras del *Logistics Performance Index 2016* (Arvis et al., 2016)**

Puesto DL en Latinoamérica	País	Puesto DL mundial 2016	Puntaje DL 2016	Aduanas	Infraestructura	Envíos internacionales	Calidad logística y competencia	Rastreo y seguimiento	Oportunidad en las entregas
1	Panamá	40	3,34	3,13	3,28	3,65	3,18	2,95	3,74
2	Chile	46	3,25	3,19	2,77	3,30	2,97	3,50	3,71
3	México	54	3,11	2,88	2,89	3,00	3,14	3,40	3,38
4	Brasil	55	3,09	2,76	3,11	2,90	3,12	3,28	3,39
5	Uruguay	65	2,97	2,78	2,79	2,91	3,01	2,84	3,47
6	Argentina	66	2,96	2,63	2,86	2,76	2,83	3,26	3,47
7	Perú	69	2,89	2,76	2,62	2,91	2,87	2,94	3,23
-	<b>Promedio</b>	-	<b>2,88</b>	-	-	-	-	-	-
8	Ecuador	74	2,78	2,64	2,47	2,95	2,66	2,65	3,23
9	El salvador	83	2,71	2,37	2,25	2,82	2,66	2,78	3,29
10	Costa Rica	89	2,65	2,33	2,32	2,89	2,55	2,77	2,98
11	República Dominicana	91	2,63	2,39	2,29	2,67	2,68	2,63	3,06
<b>12</b>	<b>Colombia</b>	<b>94</b>	<b>2,61</b>	<b>2,21</b>	<b>2,43</b>	<b>2,55</b>	<b>2,67</b>	<b>2,55</b>	<b>3,23</b>
13	Paraguay	101	2,56	2,38	2,45	2,58	2,69	2,30	2,93
14	Nicaragua	102	2,53	2,48	2,50	2,50	2,55	2,47	2,68
15	Guatemala	111	2,48	2,47	2,20	2,41	2,30	2,46	2,98
16	Honduras	112	2,46	2,21	2,04	2,58	2,44	2,53	2,91
17	Venezuela	122	2,39	1,99	2,35	2,47	2,34	2,48	2,71
18	Cuba	131	2,35	2,38	2,31	2,31	2,25	2,31	2,51
19	Bolivia	138	2,25	1,97	2,11	2,40	1,90	2,31	2,79

Al analizar la Tabla 6 se observa que la posición general colombiana en este índice está influenciada por el puesto 129 en la eficacia de aduanas, 95 en la calidad de la infraestructura de comercio y transporte, 103 en el envío de carga con precios competitivos, 81 en la calidad de servicios de transporte y corretaje aduanero, 96 en el seguimiento de mercancías y 78 en tiempos de entrega, siendo este último el mejor calificado. Es clara entonces, la necesidad del país de desarrollar estrategias para mejorar su desempeño logístico y con este, las condiciones económicas y competitivas del país.

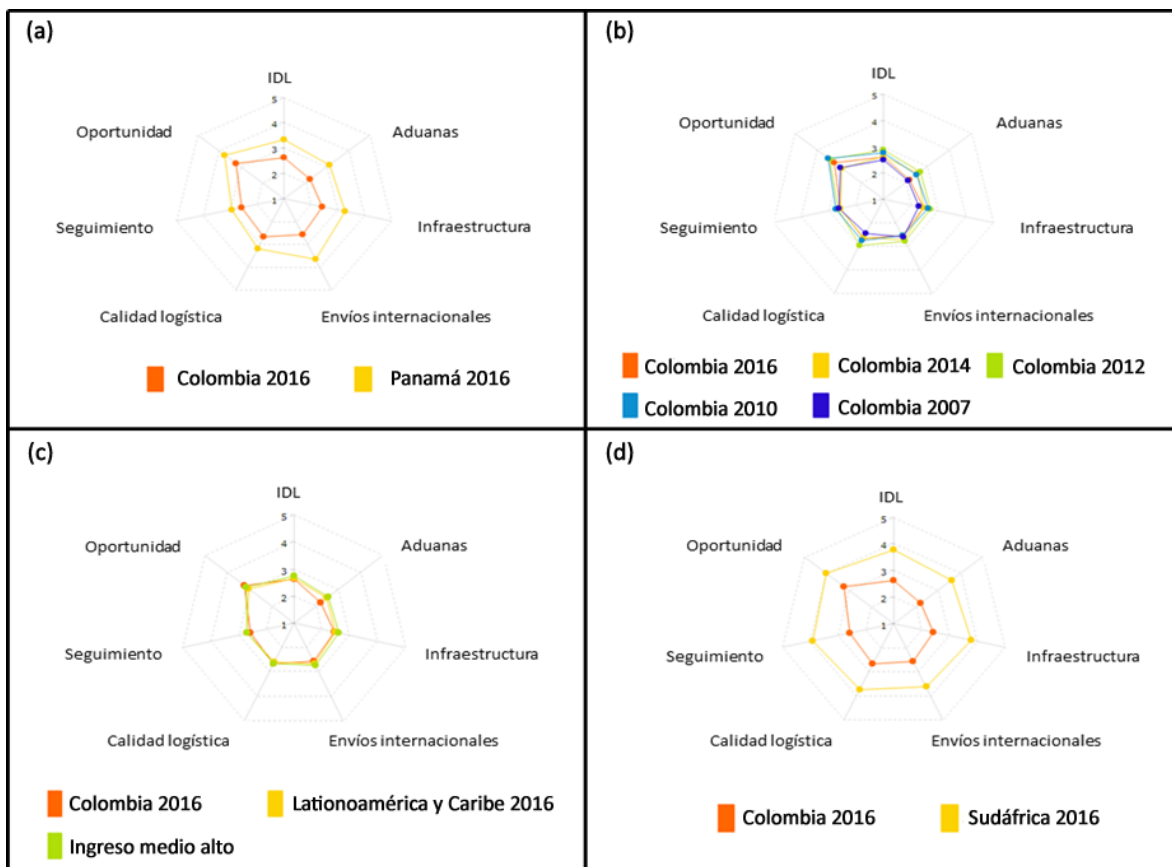


Figura 4. Comparativos con el LPI. Elaboración propia (Arvis et al., 2016).

En la Figura 4a se comparan las calificaciones en cada uno de los 6 componentes del LPI entre Colombia y el país centroamericano líder en esta medición, evidenciando que en todos es superior Panamá, razón por la que se encuentra mejor clasificado.

Como se mencionaba antes, el país al igual que la región latinoamericana y del Caribe, cuenta con la capacidad para el mejoramiento de su competitividad, pero a pesar de ello, no se evidencia una mejora en su desempeño logístico con el paso de los años. Esto se puede notar en la figura 4b donde

se registra la evolución lograda desde el 2007, en ella, las mejores puntuaciones se lograron en 2012, para regresar en 2016 a posiciones similares a las de 2007. Sin embargo, en la Figura 4c es claro que se encuentra muy cerca al promedio de la región y al promedio de los países con ingresos similares (aunque lejos del país de mejor desempeño logístico del grupo de ingresos Altos – Medios, ver Figura 4d).

Desde el punto de vista del Consejo Privado de Competitividad, ente nacional colombiano que vela por el mejoramiento competitivo del país, el desempeño logístico es indispensable para competir en mercados nacionales e internacionales ya que abarca variables como la infraestructura de transporte, la calidad en servicios de carga y la eficacia de los procesos aduaneros, que permiten mejorar los tiempos y costos de entrega de productos desde su producción hasta el consumo final.

Recalca que uno de los aspectos que influye negativamente en el desempeño logístico colombiano es la calidad de sus vías terrestres y férreas, que representan los puestos 19 y 10 respectivamente de la región. En Colombia el 11,8% de las vías se encuentran pavimentadas mientras que en Chile este mismo aspecto asciende al 23,3%. A la vez, el 50% de las vías pavimentadas en Colombia se encuentran en mal estado.

Además, debe considerarse que el costo de reparar 1 kilómetro de carretera equivale a 5 veces el costo de hacerle mantenimiento preventivo. En el periodo 2010 – 2014 se desarrollaron planes de mantenimiento y rehabilitación, que lograron que del 43% que se encontraba en buen estado se pasara al 57%. Las vías regionales cuentan con 186.400 km siendo las de mayor extensión, por lo cual se invirtieron en ellas 2,2 billones de pesos colombianos (COP) para mejorar las condiciones de acceso al 94% de los municipios de Colombia, mejorando no solamente las regiones productivas sino también las que presentan problemas evidentes de pobreza.

El desempeño logístico también se ve altamente influenciado por los costos de transporte interno de importaciones y exportaciones, que según el más reciente *Doing Business* (2016), son los más altos de la región, lo cual cree el Consejo que se debe a regulaciones inadecuadas, y a la informalidad, poco emprendimiento, baja capacitación y la falta de planeación con que opera el sector logístico. Con respecto a la eficiencia y eficacia aduanera, el país sigue clasificándose entre los peores de la región a la hora de exportar.

De igual forma, el país disminuyó su desempeño logístico del año 2007 a 2016, pues como muestra el Banco Mundial, Colombia ha pasado del puesto 82 entre 150 países en 2007 a 94 entre 160 en 2016, estando por debajo del promedio de la región y de los países que conforman la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (ver Figura 5).

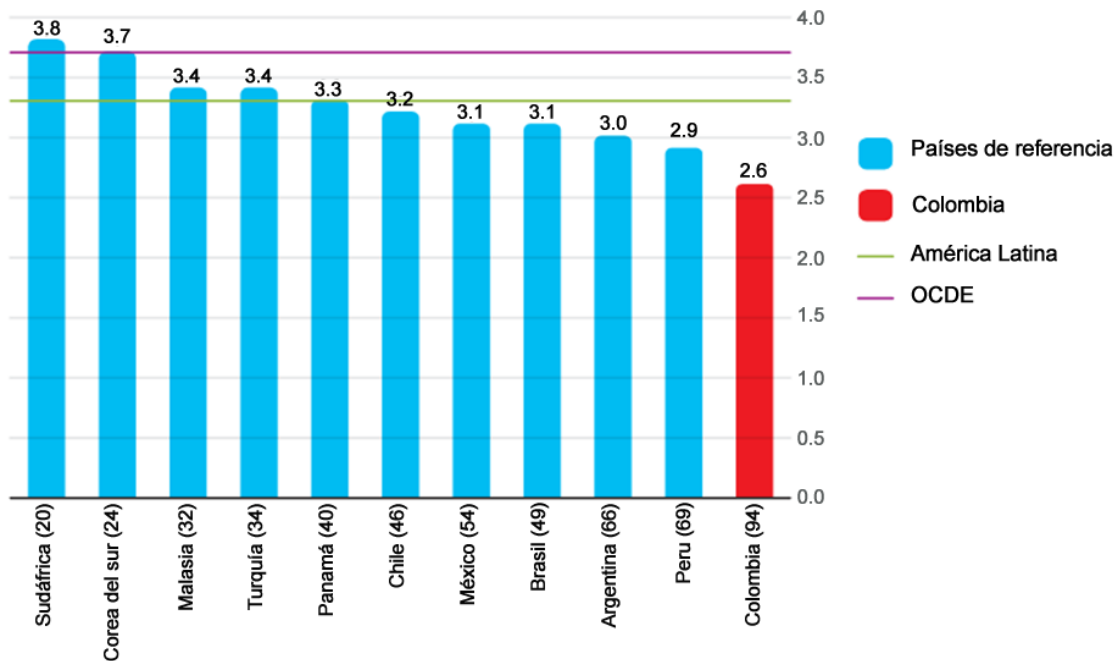


Figura 5. Índice de desempeño logístico 2016. Adaptado del Informe Nacional de Competitividad 2016 – 2017 (Consejo Privado de Competitividad, 2017).

Con respecto a infraestructura de transporte, según cifras del Banco Mundial, Colombia se encuentra cerca al promedio de densidad vial de la región, es decir, a la cantidad de kilómetros de vías por cada 1000 habitantes, pero muy lejos de países con mayor desarrollo, siendo tan solo el 20% de las mismas, pavimentadas, lo cual ocasiona un deterioro de su calidad.

Al mismo tiempo, a pesar de la inversión reciente en infraestructura general de transporte, el país ha pasado de ser superado por el 67,2% de los países evaluados en 2006, al 81,9% en 2016, ubicándose en la posición 113 de los 138 evaluados por el Banco Mundial, y entre los peores de la región.

Y con respecto a los modos de transporte de carga en Colombia se dificulta también su eficiencia, ya que adicional al hecho de que las carreteras cuentan con una baja cobertura y calidad, es este el medio más empleado para movilizar mercancías. Según el Banco Interamericano de Desarrollo el 72% de estas se transporta por vías terrestres mientras que el 27% se lleva en tren y el 1% restante



por vías fluviales (pero que si se resta el transporte de carbón y petróleo que se realiza en su mayoría por transporte férreo, el de carretera tendría más del 98% de la participación del sector). Esto en comparación a otros países de la región, tiene grandes desventajas debido a la baja integración y utilización de los medios como se registra en la Figura 6.

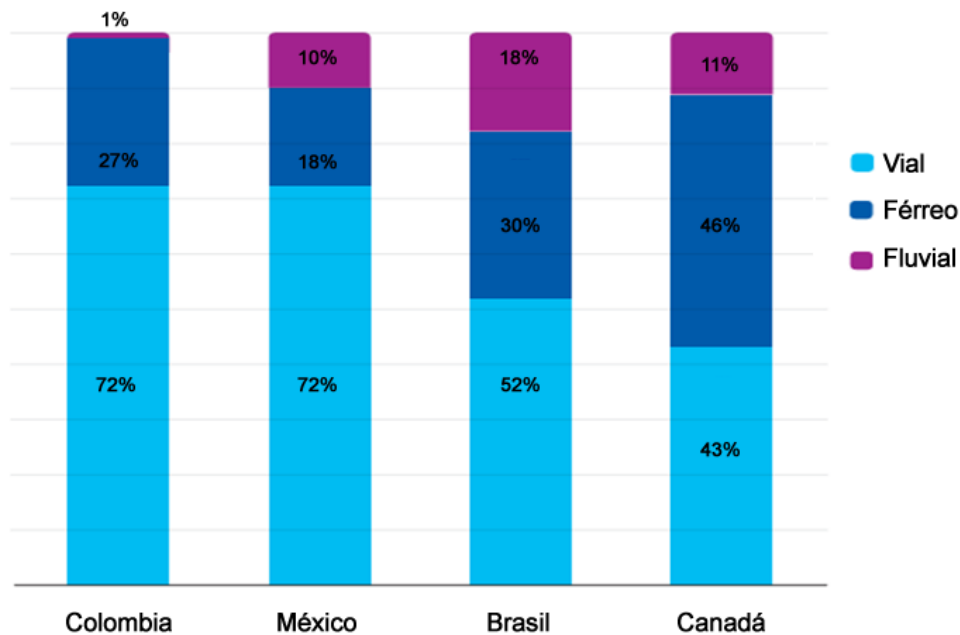


Figura 6. Participación de los modos de transporte de carga. Adaptado del Informe Nacional de Competitividad 2016 – 2017 (Consejo Privado de Competitividad, 2017).

Se requieren entonces, camiones flexibles que se adapten a la geografía colombiana y más centros de acopio a lo largo de los corredores viales, como también se necesita aprovechar las ventajas de otros medios. Por ejemplo, la longitud de las vías férreas que ascienden a 3.344 km donde el 48 % es vigilado por la ANI y el 52% restante por el INVIAS, pero donde tan solo 628 km (39%) de los operados por la ANI se encuentran en servicio. O el medio fluvial, que cuenta con una longitud navegable de 18.225 km que en 2002 transportó 3,5 millones de toneladas correspondientes al 2,9% del total de carga nacional para ese año y que en 2013 descendió a 2,9 millones de toneladas que correspondieron al 1% total, siendo el río Magdalena la única cuenca desarrollada que ha sido administrada por 16 concesiones desde 2004 hasta 2013, razón por la cual se realizan estudios de navegabilidad en los ríos Meta, Atrato y Putumayo.

Las terminales del sistema portuario movilizaron 165 millones de toneladas durante el 2014, 131% más que en 2002, con un crecimiento anual en el cuatrienio de 10,7%, pero el cabotaje, útil entre zonas costeras no interconectadas, tuvo una participación menor al 1%.

Entre 2010 y 2013 se duplicó la inversión para las zonas portuarias de Santa Marta, Buenaventura, Cartagena y Barranquilla, sin embargo, se requiere que las interfaces portuarias y terrestres se complementen con mejores herramientas de ordenamiento y planeación.

También se han hecho mejoras en el transporte aéreo interviniendo 65 aeropuertos no concesionados y modernizando 17 concesionados, y renovando y ampliando la capacidad de la terminal nacional e internacional de Eldorado de Bogotá, a la vez que se lograron 9 acuerdos bilaterales de transporte aéreo. Con respecto a la seguridad en este medio de transporte, no hubo fatalidades entre 2011 y 2014 en vuelos comerciales, mientras que entre todos los tipos de vuelos la tasa fue de 0,18 por debajo del promedio de América Latina que es de 0,36. Aun así debe seguirse reforzando ya que el sector sigue en crecimiento.

Otra de las causas de la baja competitividad del sector logístico colombiano, son los altos costos del transporte interno de mercancías, debido al fenómeno de baja eficiencia de la fuerza laboral, pues el Consejo Privado de Competitividad considera que lo que un empleado del sector hace en Estados Unidos, lo hacen 8 trabajadores en Colombia, como causa de la baja formación y capacitación logística de la fuerza laboral y a los modos de transporte poco integrados. Se evidencia en la Figura 7 que el costo de transportar un contenedor en Colombia, que es muy cercano a 1525 USD, está muy por encima del costo promedio de los países de la región junto a países como Argentina y Sudáfrica. Consecuentemente, los costos logísticos en Colombia ascienden al 23% del PIB mientras que en Chile son del 18%.

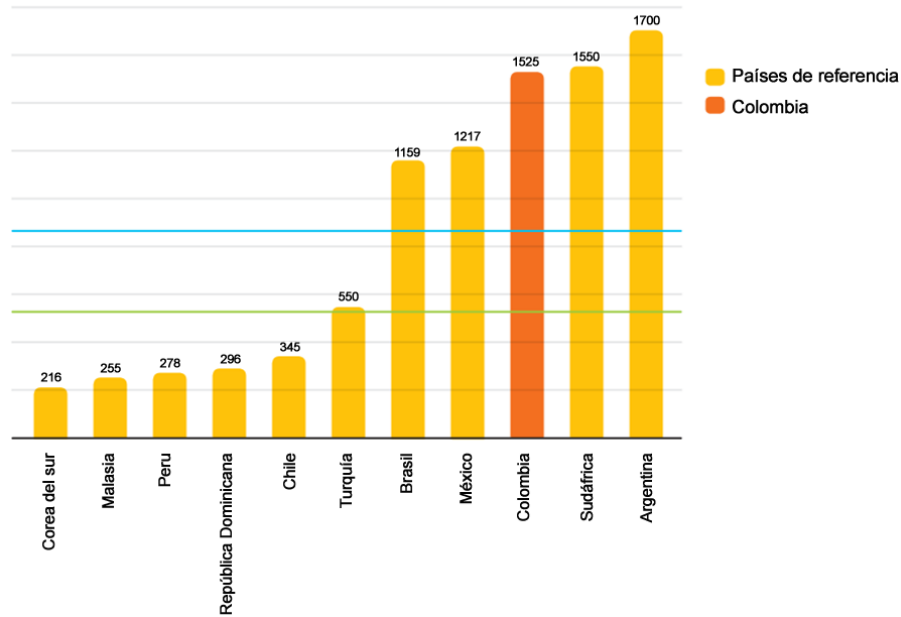


Figura 7. Costos del transporte de mercancías a exportar (en USD por contenedor). Adaptado del Informe Nacional de Competitividad 2016 – 2017 (Consejo Privado de Competitividad, 2017).

De igual manera, el alto costo de exportar mercancías desde Colombia, se cree, depende de la ineficiencia de las aduanas, puertos y zonas fronterizas, estando muy cerca del promedio de la región, en la cual, tan solo Brasil supera dicho costo (ver Figura 8) (Consejo Privado de Competitividad, 2017).

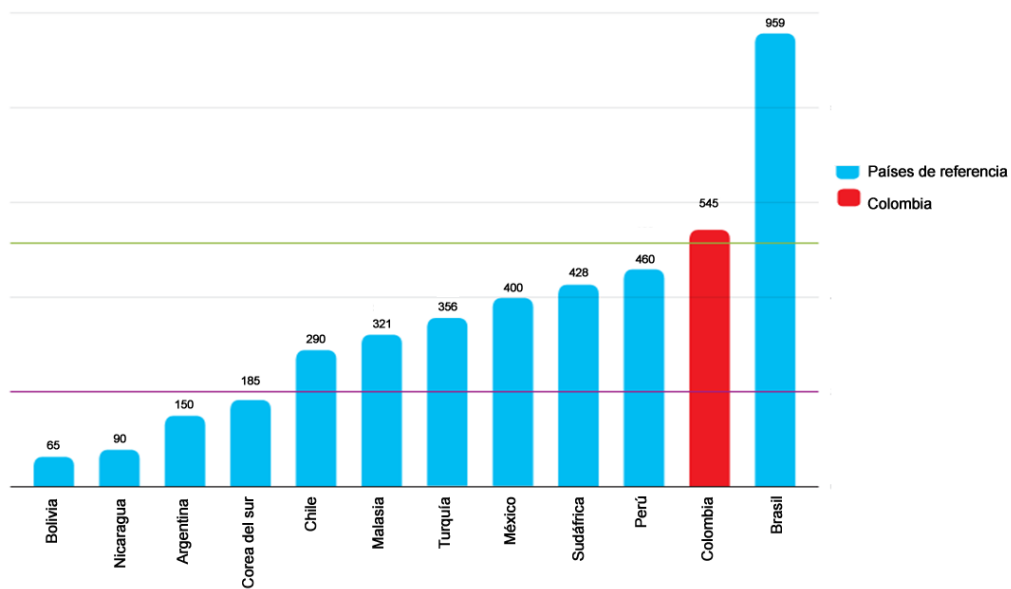


Figura 8. Costos de exportar mercancías (en USD por contenedor). Adaptado del Informe Nacional de Competitividad 2016 – 2017 (Consejo Privado de Competitividad, 2017).

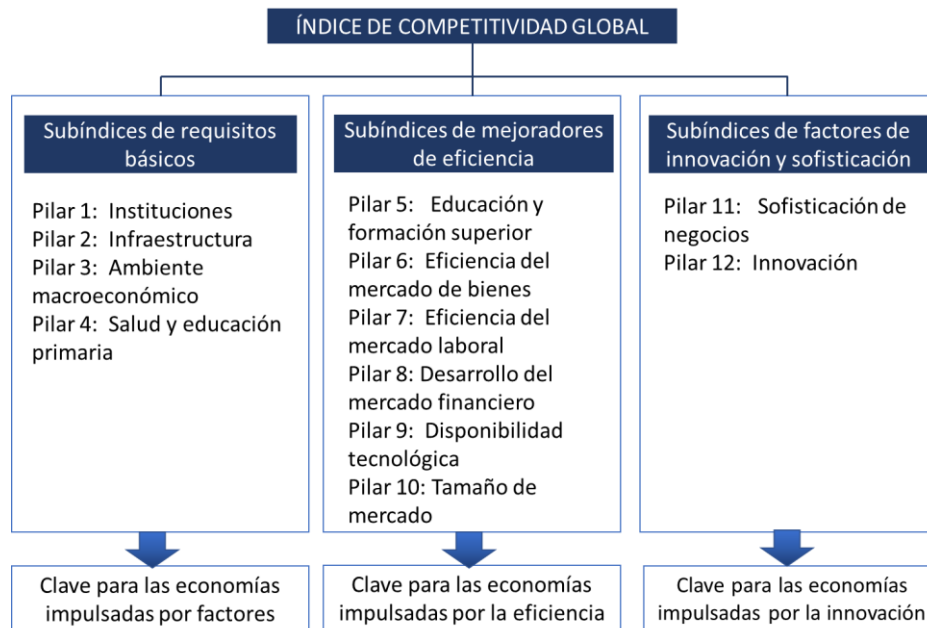
Los aspectos que se han venido analizando hasta el momento, referentes a la evolución y desarrollo de Colombia en innovación, en TIC, en infraestructura general y en desempeño logístico, se relacionan ahora en la medida de Competitividad Global en la cual *The World Economic Forum* evalúa el conjunto de instituciones, políticas y factores que determinan el nivel de productividad de un país y consecuentemente la prosperidad que puede alcanzar. Con respecto a esta, Colombia mantiene el mismo puesto 61 del año 2016, según el reporte más reciente comunicado el pasado 26 de septiembre de 2017. Se ubica nuevamente detrás de países de la región como Chile, quien sigue siendo el de mejor desempeño competitivo en Latinoamérica y el Caribe habiendo ganado 2 puestos en la clasificación general, Panamá con una mejora sobresaliente de 8 posiciones, Costa Rica que cayó levemente a la posición 54 y México que mejora 6 posiciones para ubicarse en la 51. Las posiciones y puntajes de los países de la región en este Reporte de Competitividad Global (GCR por sus siglas en inglés), se relacionan en la Tabla 7.

**Tabla 7 Clasificación latinoamericana y del Caribe en el índice de competitividad global. Elaboración propia con cifras del *Global Competitiveness Report 2016 – 2017* (Schwab, 2017)**

<b>Puesto en la región en competitividad</b>	<b>Puesto mundial en competitividad</b>	<b>País</b>	<b>Puntaje</b>
1	33	Chile	4,64
2	42	Panamá	4,51
3	51	México	4,41
4	54	Costa Rica	4,41
<b>5</b>	<b>61</b>	<b>Colombia</b>	<b>4,30</b>
-	-	<b>Promedio</b>	<b>4,27</b>
6	67	Perú	4,23
7	72	Barbados	4,19
8	73	Uruguay	4,17
9	75	Jamaica	4,13
10	78	Guatemala	4,08
11	81	Brasil	4,06
12	88	Honduras	3,98
13	91	Ecuador	3,96
14	92	República Dominicana	3,94
15	94	Trinidad y Tobago	3,93
16	103	Nicaragua	3,81
17	104	Argentina	3,81
18	105	El Salvador	3,81
19	117	Paraguay	3,65
20	121	Bolivia	3,54
21	130	Venezuela	3,27

Este estudio se da en un entorno de desaceleración productiva que se ve reflejada desde el año 2010 a hoy, en la disminución de casi 2 puntos porcentuales (de 4,4% a 2,5%) del producto interno bruto global (considerando que los 138 países tenidos en cuenta abarcan el 98% de dicho PIB global). De igual forma, el final de los ciclos productivos de *commodities* en algunos países en vía de desarrollo, ha llevado a una brusca desaceleración económica que expone la falta o nula generación de estrategias en pro de la competitividad. Dicho decaimiento productivo y el crecimiento en la desigualdad de ingresos ha generado en varios países, la necesidad de crear más políticas orientadas a su economía, proteccionismos y cuestionamientos sobre la globalización, desafíos que se hicieron evidentes tras la crisis financiera mundial.

Este Índice de Competitividad Global (GCI, por sus siglas en inglés) se fundamenta en 12 pilares (ver Figura 9) que son calificados acorde a información estadística recolectada por organizaciones internacionales como el *International Monetary Fund*, *the World Bank* y agencias especializadas de las Naciones Unidas como la *International Communications Union*, Unesco y el *World Health Organization*. Se incorporan también indicadores derivados de la encuesta ejecutiva que desarrolla el *World Economic Forum* para aspectos de los que no se tiene mucha información estadística.



**Figura 9. Pilares evaluados por el índice de competitividad global. Adaptada del Global Competitiveness Report 2016 – 2017 (Schwab, 2017).**

De igual forma, el GCI demuestra como los países que siguen estando abiertos al comercio internacional son también más innovadores, ya que se ven en la necesidad de apropiar nuevas

tecnologías que les permitan ser competitivos. Esto a pesar de que, desde 2007 se ve una tendencia a cerrar las fronteras a través de normativas no arancelarias, como consecuencia de la crisis financiera. Esto influye en la manera como las regiones se integran en una cadena global de valor. Para lograr una buena participación en esta, se requiere de personal calificado y bien educado, de políticas de innovación, investigación y desarrollo, de infraestructura digital, y de políticas de comercio y logística, según el *Global Agenda Council of Competitiveness* (Schwab, 2017).

Colombia junto a otros países de la región como Argentina, Brasil, Venezuela y Ecuador, han vivido casi una década de crecimiento económico gracias al aprovechamiento de las exportaciones de bienes básicos (*commodities*), pero ahora, con el fin de este ciclo y el estancamiento del comercio internacional, el valor de las exportaciones de productos básicos y manufacturados ha caído, por tanto, dicho crecimiento económico también se disminuye y algunos de esos países se acercan incluso a recesiones económicas, y esto no se ha podido recuperar a pesar de la depreciación relativa de las monedas flotantes de la región con respecto al dólar estadounidense. Esto demuestra el desafío actual que afronta la competitividad de la región, cuya productividad promedio ha disminuido en los últimos 20 años.

Latinoamérica y el Caribe es una región con gran variación en la clasificación de competitividad global pues como es evidente, el país mejor clasificado se encuentra en la posición 33 y el más lejano de la región en la 130, lo cual se debe a las grandes brechas existentes entre los sectores de exportación de *commodities* y los mercados internos, y a la ineficiencia institucional influenciada por la corrupción que afrontan.

En la Figura 10 se evidencian los rangos de clasificación de la región, considerando el peor puntaje, el mejor, el medio y el promedio, y se les compara con el país más competitivo del mundo, por cada pilar considerado. Dicha figura permite identificar los amplios rangos que describen los aspectos que generan la desigualdad de la región y la distancia con respecto a los mejores ubicados en cada punto. Las más amplias brechas de la región con respecto a los líderes de las categorías se encuentran en los pilares de sofisticación de los negocios y en innovación, cuyo líder mundial es Suiza y donde Panamá y Costa Rica respectivamente lideran la región. De igual manera se pierde competitividad en términos de instituciones, infraestructura y eficiencia del mercado laboral con el resto del mundo. Al mismo tiempo, se evidencian amplios rangos en la clasificación, por ejemplo,

en tamaño de mercados, ambiente macroeconómico y también en infraestructura e instituciones, prueba de las grandes diferencias entre los países que integran a Latinoamérica y el Caribe.

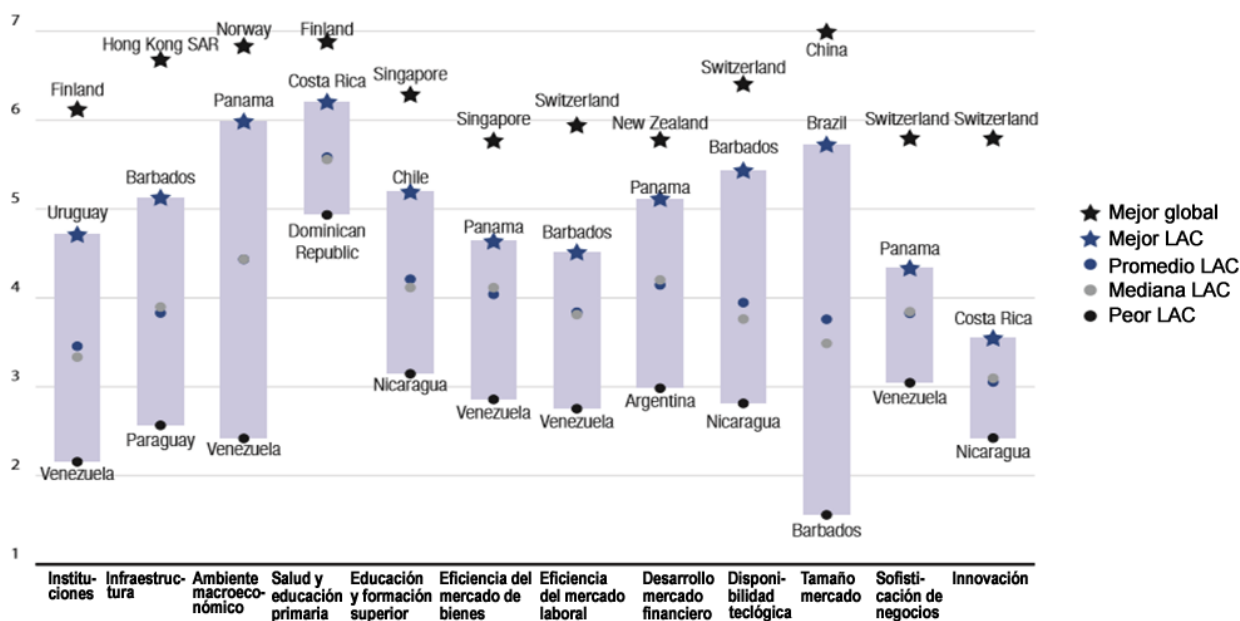
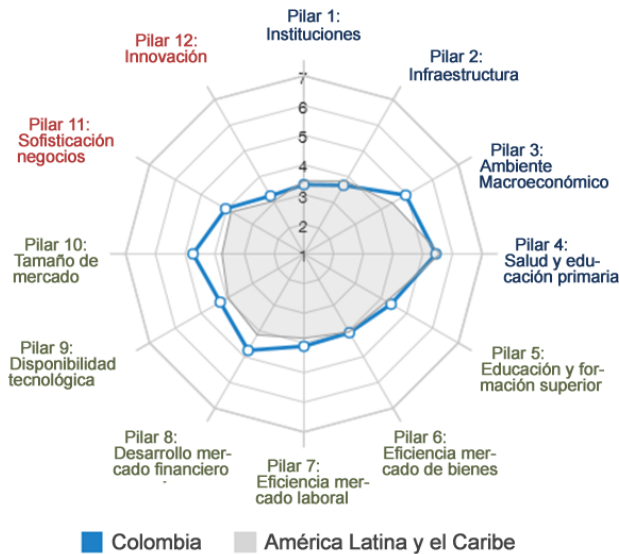


Figura 10. Comparativo latinoamericano y del Caribe de los pilares evaluados en el índice de competitividad global. Adaptado del Global Competitiveness Repor 2016 – 2017 (Schwab, 2017).

Panamá, que fue el país de la región que más puestos escaló en el ranking mundial, lidera en el continente en eficiencia del mercado de bienes, en desarrollo de mercado y en ambiente macroeconómico, mientras que Costa Rica lidera también en salud y primera educación. Otros países de la región que lideran los demás aspectos son Uruguay en instituciones, Barbados en infraestructura, eficiencia del mercado laboral y preparación tecnológica, Chile en formación y educación superior, mientras que la ventaja competitiva de Brasil es el tamaño de su mercado. Colombia no lidera ninguno de los pilares considerados por el GCI.

En la Figura 11 se realiza un comparativo entre Colombia y la región latinoamericana y del Caribe, por cada uno de los pilares considerados para el índice de competitividad.



**Figura 11. Comparativo entre Colombia y su región de los pilares evaluados por el índice de competitividad global. Adaptado del Global Competitiveness Report 2016 – 2017 (Schwab, 2017).**

De entre los 12 pilares en que se basa el GCI para asignar la puntuación a los países, interesan especialmente con respecto a logística el pilar 2 correspondiente a infraestructura y el 9 sobre preparación tecnológica. Estos pues para un funcionamiento efectivo, el país requiere de modos de transporte y comunicaciones. El transporte de carretera, férreo, fluvial y marítimo, y aéreo, de alta calidad, son indispensables para movilizar bienes y servicios a los diferentes mercados de forma rápida y segura, como también para transportar la fuerza laboral a las zonas que la requieren. Al mismo tiempo, una infraestructura de telecomunicaciones amplia y libre facilita el rápido flujo de información relevante, que le permite a la industria la toma de decisiones y realimentación de sus negocios, lo cual incrementa el desarrollo económico. Este pilar se considera un requerimiento básico para la competitividad. Y la preparación tecnológica, que corresponde a la agilidad con la cual una economía puede adoptar tecnologías de la información y comunicación para mejorar la eficiencia de sus actividades productivas diarias, con el fin de incrementar su innovación y competitividad. Este pilar se considera como un potenciador de eficiencia. A continuación, en la Tabla 8 se muestran las posiciones adquiridas por Colombia en cada uno de los aspectos evaluados en estos 2 pilares.

**Tabla 8 Clasificación de la competitividad colombiana en los aspectos de infraestructura y preparación tecnológica. Elaboración propia con cifras del *Global Competitiveness Report 2016 – 2017* (Schwab, 2017).**

COLOMBIA	
Ranking mundial	Ranking en la región



Calidad de infraestructura general	113	16
Calidad de las carreteras	120	19
Calidad ferroviaria	104	10
Calidad portuaria	83	12
Calidad de infraestructura de transporte aéreo	76	12
Kilómetros de asientos disponibles en vuelos	35	4
Calidad en el abastecimiento de electricidad	70	12
Suscripciones celulares (cada 100 hab.)	70	11
Líneas de telefonía fija (cada 100 hab.)	71	13
<b>Infraestructura</b>	<b>84</b>	<b>13</b>
Disponibilidad de últimas tecnologías	82	12
Absorción tecnológica empresarial	84	12
Transferencia tecnológica e inversión extranjera	70	13
Usuarios de internet (% población)	69	10
Suscripciones a internet banda ancha fija (cada 100 hab.)	67	9
Internet banda ancha (bytes/usuario)	33	4
Suscripciones banda ancha móvil	82	10
<b>Preparación tecnológica</b>	<b>64</b>	<b>8</b>

Todos los pilares tienen una estrecha interrelación que capacitan a los países para ser más competitivos y que ante la falencia de alguno de ellos, los demás también se ven afectados, ya que son aspectos con gran dependencia mutua. Los primeros 4 corresponden a requerimientos básicos de la competitividad, los siguientes 6 son potenciadores de eficiencia y los 2 últimos son factores de innovación y sofisticación.

El primer nivel de pilares corresponde a aquellos factores que manejan la economía de un país, donde se supone que la competitividad se basa en la mano de obra no capacitada y en sus recursos naturales, basados en el buen funcionamiento de las instituciones, una buena infraestructura, un buen ambiente macroeconómico y una fuerza de trabajo con educación básica. Nicaragua fue el único país latino clasificado en este estado. En el siguiente nivel de desarrollo de un país, los salarios de las personas se incrementan, pero dado que los precios de los productos no pueden incrementar también, debe mejorar la eficiencia de los procesos para mantener la competitividad. Por esa razón en este punto se hace necesaria la educación y preparación superior, la eficiencia en los mercados de bienes, mercado laboral en buen funcionamiento, mercado financiero desarrollado, la capacidad de aprovechar la tecnología existente y los mercados nacional y extranjero. A este nivel de desarrollo corresponden los siguientes 6 pilares, en donde la mayoría de países de la región

se encuentran, siendo estos: Brasil, Colombia, República Dominicana, Ecuador, El salvador, Guatemala, Jamaica, Paraguay y Perú.

Pero también hay un estado intermedio donde se clasifican países que pasan de depender de los aspectos básicos a los de eficiencia, donde se encuentran Bolivia, Honduras y Venezuela.

Un estado final corresponde a aquellos países que basan su economía en la innovación y sofisticación de sus negocios, lo cual les otorga altos salarios y un nivel de vida proporcional a estos. Ningún país latinoamericano o del Caribe se encuentra en este nivel económico, pero en transición a este están Argentina, Chile, Costa Rica, Panamá y Uruguay.

En un esfuerzo por ayudar a las diferentes regiones a mejorar los aspectos que afectan su competitividad, el *World Economic Forum* ha propuesto la creación de unos *Competitiveness Labs*, que en Latinoamérica son empleados por Colombia y México, con el fin de integrar actores relevantes de los sectores gobierno, privado y civil, para establecer estrategias y recomendaciones que puedan ayudar en la mejora de los aspectos que generan grandes brechas competitivas, y por ende, en el crecimiento económico de sus países (Schwab, 2017).

Así que, tomando en cuenta estas condiciones de infraestructura de transporte, de tecnologías de la información y la comunicación, y de políticas públicas de desarrollo, necesarias para que el sistema logístico colombiano dedicado a la distribución de bienes y servicios mejore su competitividad frente a los demás países de la región, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿cuáles son las estrategias logísticas, diseñadas con el uso de herramientas prospectivas, que generan un mayor impulso a la competitividad colombiana en términos de tiempos de distribución y costos implícitos, con miras al año 2050?

### **3. OBJETIVOS**

#### ***3.1. Objetivo General***

Diseñar estrategias logísticas con el uso de herramientas prospectivas, que impulsen la competitividad colombiana en el año 2050, reduciendo los tiempos de distribución de bienes y servicios y sus costos implícitos.

#### ***3.2. Objetivos específicos***

- Describir los planes de mejora que Colombia está implementando en busca de mejorar el estado de la infraestructura física de transporte, las tecnologías de información y comunicación, y las políticas públicas, que favorecen la competitividad nacional del sector logístico de distribución.
- Establecer las estrategias logísticas que definan los medios para que la distribución de bienes y servicios en Colombia mejore su competitividad en términos de tiempos y costos, empleando las metodologías prospectivas de análisis estructural y análisis morfológico, y un proceso analítico jerárquico.

### **4. MARCO TEÓRICO**

#### ***4.1. Logística***

Según el Consejo de Dirección Logística (CLM por sus siglas en inglés, 1998) la logística, “es la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, ejecuta y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes” (Ballou, 2004). Para esto, la logística gestiona el flujo de materias primas y productos terminados desde los proveedores hacia los clientes o consumidores, en respuesta a los requerimientos de estos últimos, buscando optimizar las operaciones de las organizaciones y la información que registra el movimientos de los materiales, para obtener los mayores rendimientos posibles (Neeraja, Mehta, & Chandani, 2014).

Evolucionó del concepto de ciencia computacional y de capacidad de calcular al uso ampliamente empleado en el contexto militar de mantener y disponer los materiales, medicina, personal e

instalaciones requeridas para la guerra, para hacer frente a las rápidas transformaciones en tecnología y cambios políticos y económicos que generaban incertidumbre en el entorno bélico del siglo XX (Kain & Verma, 2018). Por esa razón, aparece en 1995 el concepto de logística focalizada entendida como “la habilidad de proveer a las fuerzas armadas con el adecuado personal, equipamiento y provisiones en el lugar adecuado, en el momento oportuno, en la cantidad adecuada en todo el espectro de las operaciones militares a través de un sistema de información en tiempo real y basado en redes, que provee una visibilidad total de los recursos vinculando efectivamente al personal operativo y logístico en todos los servicios y las agencias de apoyo por medio de innovaciones transformadoras de las organizaciones y los procesos” con la intención de dominar el espectro total de las operaciones militares (Rueda Velasco, Gonzalez Rodríguez, López Bello, Agudelo, & Kalenatic, 2013).

El concepto amplio de logística y gestión de cadenas de suministro es visto como parte del proceso comercial que busca poner los productos donde se requieren, en las cantidades necesarias y cuando es requerido, en donde los servicios de transporte juegan un papel relevante. Por esa razón, desde hace varias décadas los problemas de programación de rutas de carga, y más recientemente de traslado de pasajeros, han recibido especial atención, cada vez con soluciones más rápidas y precisas gracias a la evolución de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), que permiten en la actualidad el acceso a una interminable cantidad de datos que facilitan la toma de decisiones y el traslado eficiente de los bienes. Inclusive, ahora el intercambio automático de información entre objetos electrónicos y los sistemas computacionales a través de las redes (esta definición corresponde al Internet de las Cosas, IoT, por sus siglas en inglés), es una constante que dinamiza el sector de distribución (Speranza, 2018).

Según Korinek y Sourdin (2011), este traslado de bienes y servicios implican procedimientos aduaneros, operaciones de envío, seguimiento y rastreo, y el cuidado de la infraestructura de transporte y de la información, funciones que usualmente se encuentran a cargo de operadores privados apoyados por las instituciones regulatorias, tanto de países de origen como de destino (Gani, 2017).

#### 4.2. Cadena global de valor

Esta expresión hace referencia a todos los procesos involucrados en el diseño, producción y distribución de productos, abarcando desde aquellos especializados como investigación y desarrollo hasta los posteriores como mercadeo, distribución y servicio posventa, con la característica especial que dichas actividades se pueden llevar a cabo en diferentes países, en la mayoría de casos cercanos, para que las tareas sean desarrolladas por empresas especializadas, y que al final la empresa que dirige la producción, empleando su sistema logístico, coordine la recolección y ensamblaje del producto final que será llevado al consumidor (Shepherd, 2016).

#### 4.3. Estrategia

El concepto de estrategia puede considerarse según Rodríguez Espinosa, M., como la “orientación y el alcance de la organización a un largo plazo ideal”, ajustando sus recursos a los mercados cambiantes, según las expectativas de los proveedores y clientes. De manera aún más sintética, se puede considerar como la intención amplia que contiene las acciones requeridas para el logro de los objetivos. Relaciona actividades y personas con necesidades operacionales en el largo plazo. Su gestión puede considerar 3 momentos básicos (Rodríguez Espinoza, 2003), el análisis estratégico donde se comprende el estado y el entorno estratégicos de la unidad u organización sujeta al análisis, la formulación, evaluación y selección de acciones potenciales, y la planificación para su implantación. El desarrollo de esas tres etapas se representa en la Figura 12.

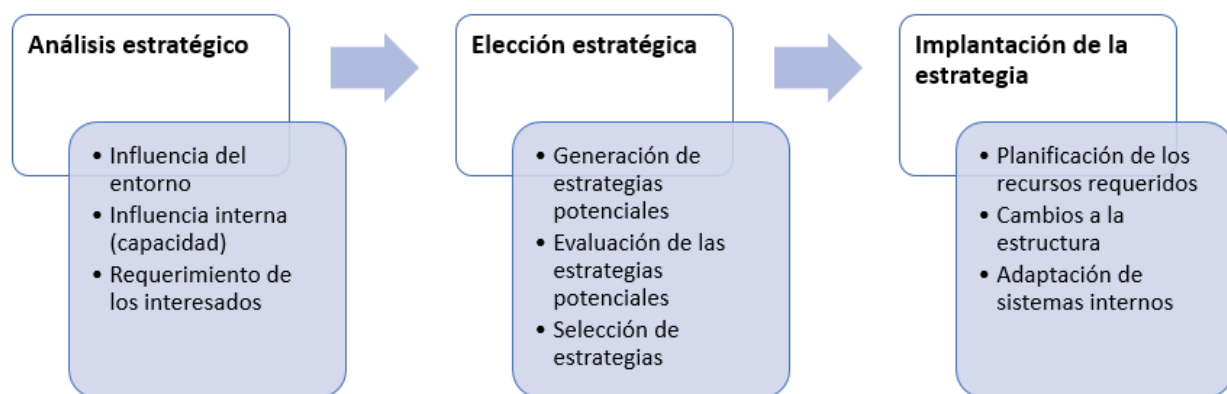


Figura 12. Gestión estratégica. Adaptado de (Rodríguez Espinoza, 2003).

El contexto estratégico se caracteriza por su naturaleza compleja, pues las decisiones que en él se toman van direccionadas a futuro, sin conocer con precisión los resultados que obtendrán, además

requieren de una visión que logre integrar los procesos e intereses funcionales y operativos, y aún más difícil, lograr su implantación.

#### ***4.4. Competitividad***

Según el Consejo Nacional de Política Económica y Social de Colombia (2006), la competitividad de una nación se define como “el grado en el que un país puede producir bienes y servicios capaces de competir exitosamente en mercados globalizados y a la vez mejorar las condiciones de ingreso y calidad de vida de su población”. Para lograr incrementarla se requiere de una adecuada interacción de la infraestructura, los recursos humanos, la ciencia y tecnología, las instituciones, el entorno macroeconómico y la productividad, factores que condicionan el desempeño de la actividad empresarial (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2006).

Un mayor nivel de competitividad le permite a un país mantenerse en los mercados externos, e idealmente, ampliar su participación en estos, lo cual lo obliga a incrementar su productividad y a mejorar su progreso técnico, es decir, a modernizar su sistema productivo. Esta condición no debe ser confundida con la devaluación de la moneda nacional, con las ventajas tributarias, con mano de obra más económica, ni ninguna otra situación similar, que si bien facilitan un incremento de la balanza comercial, no implican una mejora técnica ni productiva, ni un incremento en las habilidades comerciales de la nación (Fajnzylber, 1988).

La competitividad de un país depende de la capacidad de su industria de innovar y actualizarse constantemente, lo cual conlleva al fortalecimiento de competidores y proveedores locales, como de la misma demanda, lo que genera una presión interna por ser cada vez mejores. Ante la competitividad cada vez más globalizada y el enfoque de generación y apropiación del conocimiento, las naciones toman un papel importante, ya que su dinámica impresa en costumbres, valores, estructuras económicas e instituciones es la que hace de ciertas industrias las más competitivas de cada país, pues es imposible que todas lo sean.

La innovación se puede dar en nuevos entornos competitivos o en los ya existentes, por medio del diseño de productos, procesos de producción o formas de mercadeo, sin implicar estrictamente el uso de nuevas y revolucionarias ideas, sino que puede basarse también en la acumulación o nuevas aplicaciones de las ya existentes, y siempre debe ir apoyada en inversión en infraestructura física productiva, en visualización de la marca y en habilidades y conocimiento. Dicha innovación puede

abrir mercados totalmente nuevos o simplemente dar cabida a la organización en un campo existente pero desatendido por la industria, y entre menos rápida sea la respuesta de los competidores, mayor será la ventaja que puede tomar quien tenga la iniciativa. Para esto resulta necesaria la información derivada de los estudios de mercado o de lo invertido en investigación y desarrollo, aunque en ocasiones, es suficiente con llegar a mercados donde las compañías, sus formas de competir, sus habilidades y perspectivas son diferentes a las de los mercados acostumbrados, lo cual facilita la penetración de una compañía con visión diferente. En algunas ocasiones, las ventajas que se consiguen de forma temprana al incursionar en un mercado, como la relación con los clientes, las economías de escala o la lealtad de los canales de distribución, pueden garantizar que una empresa estancada pueda mantener su posición por unos años más (Porter, 1990).

#### ***4.5. Prospectiva***

El análisis prospectivo supone que hay varias formas de ver el futuro, representándolo como un grupo de realidades múltiples que se derivan de un estado actual, en lugar de verle como una realidad lineal y única. No hacerlo de esta manera puede implicar que las empresas latinoamericanas se mantengan en el pasado y pierdan de vista desarrollos como la innovación, la competitividad y la creatividad (Mojica, 2010). La prospectiva estratégica surge en París, Francia, en la década de los 50, inicialmente con el uso de las leyes matemáticas estadísticas con la intención de calcular la probabilidad de ocurrencia de eventos específicos, pero ha ido evolucionando con la concepción de que la realidad puede analizarse desde una visión compleja y no lineal, la incertidumbre se maneja o administra, y el futuro es múltiple, no único, y se construye en lugar de predecirse. En la prospectiva,

“los futuros existen en el mundo de lo imaginario, pero permiten analizarlos y encontrar el más conveniente para ser construido estratégicamente desde el presente. (...) Lo más importante es que estas visiones de lo posible no necesariamente deben ser continuaciones o variaciones del presente sino, en muchos casos, fenómenos que constituyen discontinuidades y rupturas de las condiciones presentes” (Mojica, 2006).

Se diferencia de previsión o pronóstico ya que éste recolecta información de sucesos pasados o de expertos para reducir los niveles de incertidumbre y así poder aseverar eventos futuros, mientras

que la prospectiva analiza el futuro desde el interés particular de lograr escenarios deseables administrando la incertidumbre de las situaciones que se presenten de por medio, dando cabida al concepto de gestión de la incertidumbre.

#### ***4.6. Análisis Estructural***

A través de esta herramienta mencionada por primera vez en Francia por el académico Wanty, se identifican las variables que constituyen la estructura de los sistemas en estudio, lo cual permite observar la dinámica con que el sistema puede contar (Godet, 1995).

El análisis se inicia con la recolección de variables según la opinión de los agentes participantes del sistema, que pueden reunirse a través de talleres colectivos o de entrevistas no guiadas con preguntas abiertas. Una vez se consideren todas las variables recolectadas, se deben definir para comprenderle objetivamente y clasificar “a priori” entre factores internos como externos, según el sistema en estudio y su contexto (Godet, 1995).

Posteriormente, se procede a ubicar las variables encontradas en el paso anterior en un tablero de doble entrada o matriz de análisis estructural, donde se pueden representar 4 escenarios así:

- Las variables internas influyen sobre sí mismas.
- Éstas influyen sobre las variables externas.
- Las variables externas influyen sobre sí mismas.
- O éstas influyen sobre las variables internas.

Cuando existe influencia se asigna el valor de 1, de lo contrario 0. Aunque pueden también asignarse valores graduales o niveles de influencia, como por ejemplo 3, 2, 1 o P para los casos de muy influyentes, medianamente, poco o potencialmente, según corresponde. Se califica bien sea por filas o columnas, asignando el valor que considera que la variable ubicada en la fila ejerce sobre la de la columna. Para ello, el grupo de análisis debe preguntarse si la variable ‘x’ influye sobre la ‘y’ o, al contrario, si se influyen a través de otra y si esa otra se encuentra entre las variables ya establecidas.

#### ***4.7. Análisis Morfológico***

Un estudio morfológico permite la exploración de futuros posibles por medio de la interacción y combinación de las partes en que se descompone un sistema. Es una de las técnicas prospectivas



más antiguas, pues fue propuesta durante la II Guerra Mundial por el investigador norteamericano F. Zwicky (Godet, 2000). Esta metodología se desarrolla en dos etapas. La primera es en la que se define el espacio morfológico, es decir, donde se establecen todas aquellas combinaciones posibles, entre las partes que componen la totalidad del sistema. Dichas partes pueden derivarse de un análisis estructural previo (Godet, 1995). Y la segunda etapa es aquella donde se fijan criterios para eliminar todas aquellas combinaciones que no resultan realistas.

Una vez cumplidas las dos etapas mencionadas, los encargados del estudio tienen un panorama sistémico que permite considerar el funcionamiento total del objeto de estudio y se está en capacidad de empezar a desarrollar estrategias y planes de acción.

#### ***4.8. Proceso analítico jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés)***

Este es un método que usa jerarquías para estructurar y solucionar problemas de decisión, considerando aspectos cuantificables y también intangibles. Sigue una serie de pasos sencillos que inician con el establecimiento de todas las opciones sobre las cuales se puede decidir, es decir, sobre todas aquellas posibles soluciones del sistema o problemática en estudio. En seguida se establecen criterios de evaluación, que permiten asignar calificaciones, recomendablemente de 1 a 9, a cada elemento sobre los demás. Para ese fin se relacionan todos en una matriz de doble entrada donde se asigna una calificación según el nivel de influencia que se considera tiene el elemento de la fila sobre los de las columnas (la diagonal principal contendrá únicamente 1). Luego se aplica este mismo paso en una matriz que va de las opciones del sistema hacia los criterios de evaluación. Tras asignarse la calificación a cada relación, se debe asignar el equivalente a la unidad dividida entre el número dado a la relación recíproca o inversa.

El proceso descrito hasta el momento permite definir vectores promedio a cada elemento evaluado y criterio de evaluación, con los cuales, en una tabla final, se califican las opciones de decisión para elegir aquella que obtenga un mayor puntaje (J. F. Pacheco & Contreras, 2008). Existen aplicaciones recientes en el campo de la logística como en el caso de Divahar & Sudhahar (2012), Vieira et al. (2017) y Chen et al. (2017).

#### ***4.9. Distribución de Pareto***

Este método ampliamente empleado en procesos de calidad permite identificar en negocios, productos o procesos, los aspectos vitales que deben recibir un tratamiento específico, dado que representan la mayoría de los efectos estudiados, ya sean positivos o negativos, a la vez que les diferencia de aquellos triviales que no tienen mayor influencia. Para su desarrollo se inicia con un listado de los elementos estudiados y sus frecuencias individuales y acumuladas de aparición dentro de un periodo de estudio, organizados de mayor a menor frecuencia en una tabla estadística. De igual forma se calculan los porcentajes que representan dichas frecuencias tanto individuales como acumuladas.

Sobre dicha tabla estadística, se seleccionan los elementos entre una clasificación A, B y C, donde los primeros son aquellos elementos más importantes del estudio que requerirán de un tratamiento determinado para medir sus efectos de mejora, y corresponden ya sea al 20% de elementos de mayor frecuencia o a aquellos que acumulen el 80% acumulado de efectos generados. Su elección depende del criterio del investigador, pues, por ejemplo, si bajo el criterio donde se selecciona el 20% de los aspectos evaluados, no se encuentra un porcentaje representativo que se aproxime al 80% de las consecuencias o efectos estudiados, es preferible seleccionar aquellos aspectos evaluados, sin importar que sean más o menos el 20% de estos que garanticen mayor proximidad al 80% de consecuencias. Los elementos restantes se reparten en el grupo B, donde se ubican aquellos de importancia media, y en el grupo C los de menor importancia (Bonet Borjas, 2004).

Las estrategias logísticas por seleccionar en este proyecto serán aquellas que hagan parte del espacio morfológico construido y que bajo alguno de los 2 criterios mencionados en el párrafo anterior, sean configuraciones clasificadas en el grupo A del Pareto que represente el espacio morfológico completo, clasificación que a su vez debe ser acorde a las frecuencias de aparición de las variables que conforman cada configuración, en los artículos científicos revisados.

#### ***4.10. Costos logísticos***

Los costos logísticos son un componente importante de los costos del comercio en general ya que una reducción en estos puede estimular directamente las exportaciones e importaciones, así como hacerlas más competitivas (Cho 2014).

Los costos logísticos han sido objeto de estudio, ya que por medio de este análisis es posible determinar las actividades logísticas que generan mayor costo, recomendando minimizar las actividades sin valor añadido con el fin de aumentar la eficiencia de las operaciones logísticas que permiten la reducción del mismo (Ongkunaruk & Piyakarn 2011).

## 5. METODOLOGÍA

A lo largo del marco teórico y de los estudios prospectivos presentados antes en la justificación, se resalta la utilidad de la prospectiva como herramienta de planeación estratégica (Godet, 2000), de ahí que se haya seleccionado la aplicación de un análisis estructural y un análisis morfológico como métodos para el establecimiento de las mejores estrategias logísticas para Colombia, con el año 2050 como horizonte de tiempo.

Tal como lo presenta Francisco J. Mojica en su artículo *Concepto y Aplicación de la Prospectiva Estratégica*, el análisis prospectivo se desarrolla en 4 momentos clave: 1) la identificación de variables, para aclarar aquellos aspectos que forman el objeto de estudio y el estado de los mismos; 2) definición de la influencia que tienen las acciones de los actores sociales, bien sea el estado, la academia, el sector productivo o el civil; 3) el establecimiento de los escenarios que se pueden presentar en el futuro, teniendo así en vista los estados posibles y los ideales; y 4) las estrategias correspondientes a los objetivos, metas y acciones que se deben perseguir para lograr los escenarios deseados (Mojica, 2006).

De esa manera, la metodología que se aplica en este estudio se fundamenta en el proceso antes descrito por F. J. Mojica, por lo cual se aplica un análisis estructural para la identificación de potenciales variables que influyen en las estrategias a diseñar, una revisión de la ejecución actual de planes en pro de la mejora de dichas variables para conocer la influencia de los actores que participan en este entorno, siendo ellos el estado y el sector privado productivo, la conformación de un espacio morfológico con las variables que resulten sobresalientes entre los expertos consultados en la revisión bibliográfica, y un proceso analítico jerárquico para seleccionar las estrategias que puede considerarse, mejorarán el desempeño actual del sistema logístico de distribución colombiano.

Ante la ausencia de expertos a quienes consultar directamente, se recurre a un análisis estructural basado en las variables mencionadas por varios autores de estudios logísticos publicados en revistas

indexadas que hacen parte de la base científica Science Direct, en lo que va de corrido del siglo XXI, que se especialicen en el aspecto de infraestructura, tanto de transporte como de tecnologías de la información y la comunicación (TIC), uno de los más relevantes en la competitividad de un país (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2006). Una vez definidas las variables de mayor presencia en los estudios revisados, se establecerán con estas los posibles caminos que lleven al mejoramiento del sistema logístico colombiano de distribución, conformando así un espacio morfológico dentro del cual se seleccionarán las estrategias, que, según un AHP, se considera que tendrán un mayor impacto en los costos logísticos y tiempos de entrega.

Acorde a la teoría sobre competitividad, entre las macro variables que la afectan se encuentra la infraestructura física de transporte y tecnologías de la información y la comunicación, por ende, el establecimiento de las estrategias objetivo de este estudio se encaminará al mejoramiento de este aspecto, mientras que las variables de respuesta serán los tiempos de disposición de los bienes y servicios y sus costos relacionados, aspectos que son influenciados por dicha infraestructura.

En ese orden de ideas, este proyecto se desarrolla en 2 etapas:

### ***Etapas I: Planes de mejoramiento de la logística nacional***

La primera etapa tiene como finalidad revisar la ejecución de los planes de desarrollo que influyen sobre la infraestructura, las telecomunicaciones y las políticas logísticas. Para ello, se tendrán en cuenta los aspectos mencionados en el Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018 correspondientes a ampliación de carreteras, puertos y aeropuertos, cobertura tecnológica, políticas de crecimiento económico sostenible, transporte multimodal y de gestión de la inversión en infraestructura.

### ***Etapas II: Selección de las mejores estrategias logísticas***

En la segunda etapa se establecen las variables que influyen en la competitividad del sector (Zheng et al. 2012) clasificadas en los aspectos de infraestructura de transporte, tecnologías de la información y comunicación empleadas en transporte, o en políticas logísticas. Hecho esto, se priorizan aquellas que mayor atención recibieron por parte de los diferentes autores considerados en la revisión bibliográfica, para conformar un espacio morfológico aceptable (O'Neal, 1970), del cual se eligen las mejores estrategias (Milačić & Miler, 1986) por medio de un proceso analítico

jerárquico (J. F. Pacheco & Contreras, 2008). La metodología completa se sintetiza en la Figura 13.

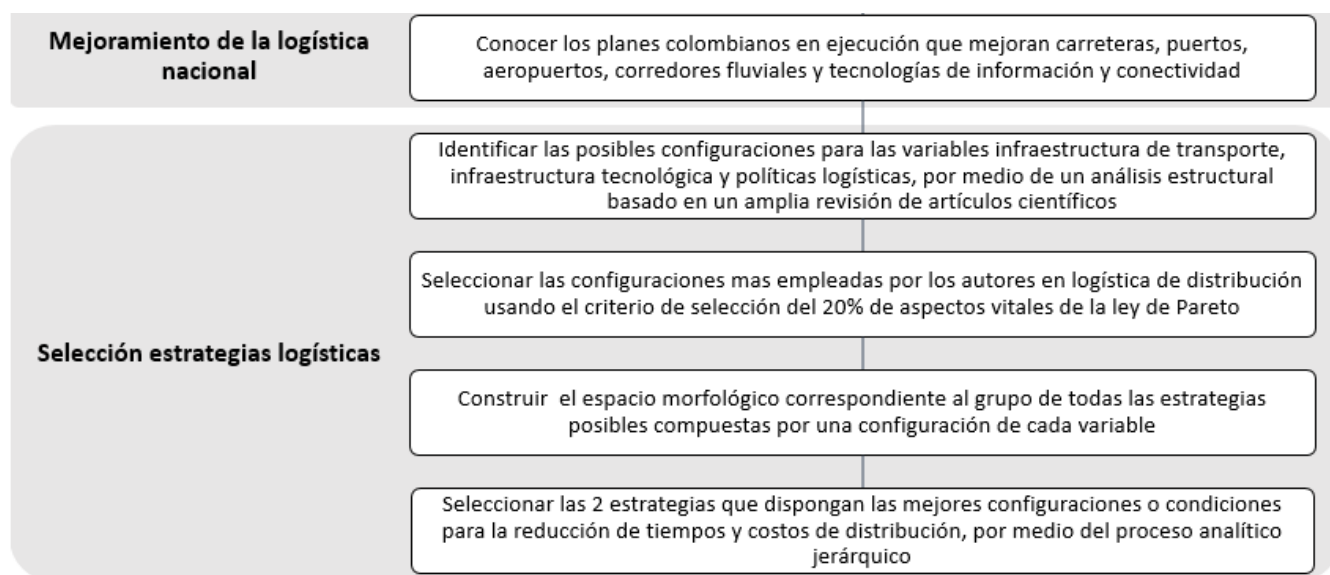


Figura 13. Proceso metodológico para el diseño de estrategias logísticas. Elaboración propia.

## 6. HIPÓTESIS

Por medio de las herramientas prospectivas, análisis estructural y espacio morfológico, se pueden conformar estrategias logísticas con las cuales guiar el proceso de desarrollo de la infraestructura física de transporte, de TIC y de las políticas públicas, para mejorar la competitividad del sector logístico de distribución en Colombia. Con la prospectiva es posible la construcción de estrategias similares a las de planes nacionales ya existentes, con lo cual se demostraría su utilidad en la planeación a largo plazo en proyectos de gran envergadura.

## 7. RESULTADOS

### 7.1. Planes de Mejoramiento de la Logística Nacional

El objetivo del Plan Nacional de Desarrollo (PND) vigente (2014 – 2018) es conseguir una Colombia en paz, equidad y más educada, cuyo desarrollo se fundamente en 5 estrategias, siendo la primera de ellas la competitividad y la infraestructura estratégica, donde una mayor integración y conectividad del territorio genera un mayor crecimiento económico y desarrollo humano. Sin

embargo, en la actualidad el país cuenta con una infraestructura obsoleta y carente de mantenimiento que le rezaga con respecto al resto de la región latinoamericana.

Dicha estrategia busca cerrar las brechas poblacionales y territoriales logrando la inclusión productiva y reduciendo los costos de transporte de productos mejorando el acceso a bienes y servicios, en especial en los territorios de menor desarrollo, por medio del aumento de la conectividad física digital para las comunicaciones, y la construcción y mantenimiento de redes viales, en especial de las terciarias, pues las regiones con mayor población y riqueza, son también las que poseen mayor cobertura y calidad de infraestructura de transporte y de tecnologías de comunicación e información. Mientras que otras regiones también con un importante potencial aún se encuentran aisladas en ambos aspectos (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

En agosto de 2015 el Departamento Nacional de Desarrollo dio a conocer los resultados de su Encuesta Nacional de Logística, hecha a 264 prestadores de servicios logísticos y a 504 usuarios de estos, con el fin de identificar las necesidades del país en este sector para definir políticas públicas a futuro e identificar el cumplimiento del plan de desarrollo vigente 2014 – 2018. Desde la perspectiva de los usuarios se identificaron como falencias del sector los altos costos de transporte, la insuficiencia de carreteras, puertos y aeropuertos, y la falta de sistemas de información, mientras que las barreras identificadas por parte de los proveedores son la escasez de zonas de carga y descarga, el mal estado de carreteras y la falta de personal capacitado para actividades logísticas. De igual forma esta encuesta identificó que el 83,8% de las entregas se hacen a tiempo y que el 92,2% de las entregas se completan, llegando a un indicador de entregas completas y a tiempo (OTIF, por sus siglas en inglés) del 77,3%, y que un 54,7% de las empresas cuentan con sistemas de trazabilidad y monitoreo de cargas.

En dicha encuesta también se evidenció que Colombia es el país de mayor gasto en logística sobre las ventas en la región, pues el 14,97% de ingresos se gastan en procesos logísticos de la siguiente manera: el 37% en transporte y distribución, 20% en almacenamientos y el 17% a compras y proveedores.

A los participantes de la encuesta se les solicitó que calificaran a las regiones del país según la facilidad que percibían en éstas para acceso a los servicios logísticos según su infraestructura, servicios logísticos y movilidad, obteniéndose como resultado que se percibe mejor competencia

en estos aspectos en la región Caribe y la peor en la región Llanos. Se muestra la clasificación por regiones en la Tabla 9 (Departamento Nacional de Planeación, 2015).

**Tabla 9 Competencia logística percibida por los clientes en las regiones de Colombia. Elaboración propia con datos de la Encuesta Nacional Logística 2015** (Departamento Nacional de Planeación, 2015).

REGIÓN	INFRAESTRUCTURA	SERVICIOS LOGÍSTICOS	MOVILIDAD
Eje cafetero y Antioquia	6,33	5,32	5,32
Centro Oriente	6,32	5,93	4,94
Pacífico	5,73	6,05	5,16
Llanos	5,13	3,84	4,72
Caribe	6,15	6,45	5,34
Centro Sur Amazonia	5,53	4,93	4,81

En ese orden de ideas y según el Informe Nacional de Competitividad más reciente, el transporte de mercancías multimodal juega un papel importante en el desempeño logístico colombiano, pues algunos tiempos y costos de distribución se ven seriamente afectados cuando los envíos se realizan de una única forma, razón por la cual se busca ejecutar el Plan Maestro de Transporte Multimodal, con la intención de integrar las redes regionales, promover la articulación de los diferentes operadores modales e incentivar el comercio exterior con menores costos logísticos. Para esto se considera necesario aumentar la regulación que existe al momento, pues no se tienen exigencias para las partes, documentación para el transporte ni requisitos para la elaboración de contratos, como también, facultar a la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) y al Instituto Nacional de Vías (INVIAS) para la estructuración, ejecución y vigilancia de proyectos de transporte multimodal, con participación privada y pública respectivamente.

Para dicho modo intermodal o multimodal, se debe habilitar el transporte por ríos a través de asociaciones público – privadas, y con la creación de la Agencia de Navegación y Puertos Fluviales acelerar proyectos de acondicionamiento como el que se desarrolla en la actualidad en el río Magdalena. También, el transporte férreo que en la actualidad moviliza el 27% de la carga nacional requiere dinamizar su uso y buscar un mayor apoyo público, para no depender únicamente de iniciativas privadas, comenzando por el tren del Pacífico y el Corredor Central. Con respecto al transporte vial, se deben desarrollar planes óptimos de transporte hacia las zonas de distribución, cargue y almacenamiento, considerando formas de acceso a las grandes ciudades, puertos y

aeropuertos, que favorezcan el crecimiento urbano ordenado, la utilización del suelo y la articulación logística. Para los centros de distribución y cargue, se deben considerar los nuevos planes de Ordenamientos Territorial (POT).

Con la intención de mejorar el desempeño logístico y de alcanzar las metas propuestas en el PND 2014 – 2018, Colombia tiene en curso proyectos como el de la cuarta generación de concesiones para la ampliación y mejora de 7.000 km de líneas viales terrestres, de los cuales 1.200 km son doble calzada, para la cual se espera una financiación de \$63,3 billones aproximadamente, que provenga un 51% de parte de la banca nacional, 25% de los fondos de pensiones y un 9% de la venta de Isagen, y la financiación restante de bonos emitidos por la banca internacional, que se espera retornen con su operación. Este proyecto de infraestructura de transporte ha sufrido retrasos pues quienes lo financian presentan trabas dada su construcción por etapas, lo cual implica no tener todos los terrenos y permisos ambientales listos desde un principio. Adicionalmente, la posibilidad de requerir una mayor inversión de la parte pública, probablemente un 0,3% del producto interno bruto (PIB) anual, implica que exista posiblemente una reestructuración de la política tributaria y en los métodos de contratación, para disminuir la probabilidad de corrupción. De igual forma se espera incrementar la vigilancia a los tiempos de expedición de permisos y licencias de construcción de infraestructura.

Para agilizar el flujo de los vehículos a través de las redes viales nacionales, se planea la implementación de peajes electrónicos que disminuyan los tiempos de espera y consecuente consumo de combustible y manejo de altas sumas de dinero por parte de los transportadores. Se esperaba que los sistemas monitoreados por el INVIAS estuvieran en funcionamiento para finales del 2016, pero esto aún no se cumple, mientras que las concesiones administradas por la ANI ni siquiera cuentan con tiempos tentativos para su inicio de operación.

Ya se cuenta con gerencias en corredores logísticos importantes como Buga – Buenaventura, Norte de Santander y el área metropolitana de Barranquilla, pero se requiere trasladar el modelo a corredores más extensos como Bogotá – Buenaventura, considerando proyectos de infraestructura vial como los de la nueva cuarta generación (4G), para coordinar los flujos de vehículos por estos corredores. De igual forma, se requiere de la implementación del decreto 946 de 2014 por medio del cual se constituyó la Unidad de Planeación de Infraestructura de Transporte, de la cual se espera que, de forma participativa con el sector privado y la academia, pueda evaluar nuevos proyectos



de infraestructura y cuidar la ejecución de los mismos, en consonancia con el Plan Maestro de Transporte Intermodal (PMTI), cuidando las fuentes de financiación y el gasto de la inversión. Medida que permita, por ejemplo, la disminución de requerimientos y condiciones que en la actualidad perjudican la inversión privada en zonas sin un adecuado ordenamiento territorial, que sirvan de plataformas logísticas.

Se espera que la terminación del programa de cuarta generación reduzca los tiempos de traslados hacia puertos, por ejemplo, se calcula que entre Bogotá y Buenaventura el recorrido que toma 16 horas se realice en 10 horas, y que el tramo Bogotá a Cartagena que representa 25 horas sea de tan solo 15 gracias a las nuevas concesiones. Esta mejora en los traslados hacia los puertos debe ser complementada con una disminución en los tiempos de espera en puertos, para que la mejora sea significativa, de lo contrario, los ahorros obtenidos se perderán en tiempos muertos. Para esto se requiere reglamentar y poner en práctica el Estatuto Aduanero y que la DIAN disponga de un sistema informático más robusto que permita establecer de forma más sencilla perfiles de riesgo adecuados y que masifique la figura del Operador Económico Autorizado (OEA), cuya normatividad se expidió en 2011 y tan solo se ha implementado en 17 empresas exportadoras. Adicionalmente, es prioritario que se agilicen las implementaciones de inspección no intrusiva, como se ha venido haciendo recientemente en algunas terminales de los puertos de Cartagena, Barranquilla, Santa Marta y Buenaventura, con la respectiva capacitación de los órganos de control que le emplearán. También se recomienda que las técnicas de inspección intrusivas se dejen de realizar en las carreteras nacionales pues implican gastos adicionales al sector productivo y les resta competitividad a las mercancías deterioradas por estos procedimientos.

Entidades como el INVIMA han agilizado los procesos de inspección de mercancías prestando atención a registros sanitarios o a homologaciones de permisos emitidos por países aliados comercialmente, pero otras, como el ICA, aseguran que sus escáneres y demás tecnologías adquiridas con el fin de agilizar los procesos de inspección, no han funcionado, entonces se requiere emplear métodos como el de perfiles de riesgo para no revisar las mercancías en su totalidad.

Se pide a los puertos que, según las condiciones definidas en los contratos comerciales, se hagan las revisiones de cargas que entran y salen del país de forma consolidada en un mismo sistema que cumpla con los tiempos estipulados, que, por lo general, son de 48 horas para desaduanar las mercancías. Adicionalmente, para estos procesos se requiere también personal capacitado que

conozca las mercancías que maneja usualmente para así saber qué trato darle sin pérdidas de tiempo, además de contar con presencia policial con el fin de evitar actos de corrupción.

Con respecto a la infraestructura portuaria se tienen previstos dragados para aumentar la profundidad de la Sociedad Portuaria de Buenaventura para dar acceso a buques Post y Neo – Panamax al tiempo que se siguen adecuando los canales de acceso de los principales puertos colombianos, en particular los de Cartagena y Barranquilla. De igual forma, el plan nacional busca garantizar la navegabilidad por el río Magdalena desde Barranquilla hasta Puerto Salgar.

Con respecto al transporte en tren, se desea activar nuevamente el funcionamiento de las líneas La Dorada – Chiquinquirá y Bogotá – Belencito, al tiempo que se construye la segunda línea que conectará a La Loma con Ciénaga.

El gobierno nacional incrementó la inversión aeroportuaria de 2014 de \$214.000 millones, a \$500.000 millones en 2018, con la intención de aumentar las regulaciones y de incorporar nuevas tecnologías aeronáuticas y radio ayudas, con la intención de modernizar al menos 17 aeropuertos de ciudades principales e intermedias, para poder ampliar sus horarios de operación y capacidades. Sin embargo, a pesar de tener la meta de modernizar 8 de esos aeropuertos para 2016, a junio de ese año tan solo se había ejecutado el 23,5% del plan, razón que evidencia la necesidad de incrementar el nivel de ejecución de esta clase de proyectos de infraestructura logística.

El buen funcionamiento de estas iniciativas del estado no debe dirigirse únicamente al sector logístico, ya que este no opera aisladamente. Por el contrario, es necesario que se logre articular con el sector productivo, para que los tiempos de entrega se disminuyan y con ellos los costos implícitos. Esto implica una mejor planeación de ambas partes y el contar con zonas de cargue y descargue adecuadas donde el productor entregue la mercancía a transportadores, y estos a su vez, a los clientes.

Esto también implica cambios desde lo regulatorio. Es el caso de la regulación por parte del estado a los costos de los fletes, basados en los costos eficientes de operación, lo cual impide en muchas ocasiones que los proveedores de servicios logísticos logren mayores eficiencias mediante la negociación con los demás actores de la cadena, pues en la actualidad esto es sancionable así las eficiencias sean justificables. Para este caso lo ideal sería quitar el control que ejerce el estado y

permitir que los costos sean establecidos por un libre comercio, reemplazando el esquema de libertad vigilada por el de precios de mercado.

También en cuestiones de regulación, deben actualizarse las restricciones para el ingreso de nuevos vehículos de transporte y carga, con mejores características de funcionamiento que favorezcan la capacidad logística y aumenten su eficiencia, dejando de lado el análisis de peso bruto para empezar a considerar la distribución de pesos en la cantidad de ejes del vehículo, para favorecer el estado de la malla vial y la seguridad en ella. Se busca ser también más estrictos con la revisión técnico – mecánica de estos vehículos de carga, para que sean amistosos con el medio ambiente (Consejo Privado de Competitividad, 2017).

A través de reformas institucionales se creó la Agencia Nacional de Infraestructura para estructurar y gestionar las concesiones y la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN) para gestionar recursos y diseñar instrumentos que faciliten la financiación a largo plazo de nuevos proyectos. Y a través de la ley de infraestructura se creó, en pro de la consolidación de la infraestructura de transporte, la Unidad Técnica de Planeación de Infraestructura de Transporte (UPIT) y la Comisión de Regulación de Infraestructura de Transporte (CRIT), que operan desde 2015 (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

Se requiere facilitar la formalización de empresas de transporte, actualizando los criterios de tal forma que los dueños de vehículos de carga puedan convertirse en prestadores del servicio. De la mano a esta medida, deben certificarse las competencias de conductores, auxiliares de logística, técnicos de embarque y tramitadores de puerto, para que con dicha formación se garantice un servicio eficiente y de calidad. Para esta última medida se pueden diseñar Programas de Formación Continua Especializada, con instituciones como el Sena, quien ofrece a empresas de diferentes sectores cursos diseñados según sus necesidades. Al mismo tiempo, se exigirá al sector privado que contrate únicamente proveedores logísticos formales que cuenten con certificaciones de calidad que garanticen el buen estado de sus envíos y agilidad en los procesos aduaneros cuando se trate de procesos de importación o exportación.

Aquí juega un papel importante el nivel de seguridad que las empresas logísticas puedan proveer a sus clientes, ya que el traslado de productos a grandes distancias requiere, por ejemplo, medidas de 2 conductores por vehículo, medios de trazabilidad y monitoreo, tecnologías y prácticas de cargue,

infraestructura para la entrega de mercancías, tamaños de vehículos apropiados para las ciudades y sus impactos medioambientales. Es muy importante para el mejoramiento del desempeño del transporte de carga el incorporar tecnologías de trazabilidad y seguridad, que permitan rastrear en tiempo real las mercancías movilizadas al tiempo que comparten dicha información con los puntos de origen y destino, los entes de seguridad, el ministerio de transporte y los usuarios (Consejo Privado de Competitividad, 2017).

Se requiere entonces, un marco normativo, institucional y regulatorio convergente que genere seguridad jurídica suficiente para promover un mayor nivel de inversión privada en infraestructura y mayores niveles de crecimiento e inclusión, capaz de superar las barreras de despliegue de infraestructura territorial y de esa forma preparar a Colombia según los estándares empleados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

De esa manera se procuran actualmente mejoras al desempeño logístico, económico y competitivo de Colombia. A continuación, se desarrolla el estudio prospectivo del cual se derivan las estrategias logísticas con las que se espera mejorar aún más el posicionamiento dentro de la región latinoamericana.

## ***7.2. Diseño y selección de las estrategias logísticas a partir de herramientas prospectivas***

En adelante, se desarrolla el estudio prospectivo por medio del cual se establecen las mejores estrategias logísticas para que Colombia encuentre los métodos y herramientas capaces de mejorar su desempeño logístico, sabiendo que de este depende su crecimiento económico y la mejora competitiva en los diferentes escenarios en los que la logística de distribución de bienes y servicios influye. Con ese fin, se inicia un análisis estructural, que consiste en una búsqueda que provee suficientes estudios científicos relacionados con dicho campo, de los cuales derivar los aspectos considerados hoy en día en el campo de la logística de distribución. Esos aspectos se clasificaron según correspondían en infraestructura de transporte, tecnologías de la información y la comunicación (que favorecen el transporte) o en políticas logísticas. Fue necesario depurar varios de los aspectos considerados por los autores en sus artículos debido a la gran variedad encontrada, basados en la ley de Pareto. Una vez definidos los aspectos a emplear, se construyó el campo de los posibles conformando diferentes estrategias mezclando todos los diferentes aspectos

clasificados en cada una de las variables, es decir, tomando una posibilidad de infraestructura, con una de tecnología más una de políticas, hasta agotar todas las posibilidades. Por último, todas esas estrategias posibles se evalúan según un proceso analítico jerárquico para escoger las mejores opciones.

### ***I. Análisis Estructural***

Se realizó una búsqueda avanzada empleando las expresiones “infrastructure”, “telecommunications”, “ICT”, “policy”, “strategy” y “forecasting” siempre cruzadas con “logistics”, en la base de datos ScienceDirect, que fue seleccionada dado su amplio contenido de artículos relacionados con ingeniería, y en este caso particular, con el estudio de sistemas logísticos. Se obtuvo un total de 680 artículos que contenían estos conceptos en sus títulos, resúmenes y palabras clave. De esta búsqueda se eliminaron los artículos repetidos como producto de 2 o más de los criterios empleados y se emplearon tan solo aquellos estudios publicados en lo que va del siglo XXI, es decir, tan solo aquellos publicados del año 2000 a la actualidad.

Los artículos resultantes fueron revisados en primera instancia para comprobar que desarrollaran una temática relacionada con el flujo, transporte o distribución de bienes y servicios, infraestructura de transporte de carga, infraestructura tecnológica empleada en el transporte de carga o políticas enfocadas en estos mismos aspectos. Tras una revisión minuciosa de estos criterios se aceptó el 21,32% de los estudios encontrados inicialmente, correspondiente a 145 artículos útiles para el estudio prospectivo. En el anexo A se relacionan las referencias bibliográficas de los artículos aceptados.

En esta muestra final no se consideran temáticas relacionadas con almacenamiento, acopio o inventarios (Tsao, 2011), ni con procesos productivos o de re manufactura o manufactura inversa (N. Liu, Kim, & Hwang, 2009), pues a pesar de que hacen parte importante del amplio concepto de logística, este proyecto se centra específicamente en el campo de distribución de carga.

En una revisión más detallada de los 145 artículos aceptados, se procedió a clasificarlos según 3 variables: infraestructura de transporte, tecnologías de la información y comunicación, y políticas logísticas, según la temática que desarrollaran. Y al mismo tiempo, se identificaron sus metodologías y el objetivo de las mismas, para con esto definir una configuración posible por estudio. De esa manera se obtuvieron 68 configuraciones o estados posibles únicos, distribuidos

entre las 3 variables antes mencionadas, que pasarán a ser reducidas según la ley de Pareto para disminuir su cantidad a un número útil y significativo para conformar el espacio morfológico.

## ***II. Reducción de configuraciones a emplear***

Las 68 configuraciones derivadas de los 145 artículos revisados en el análisis estructural fueron clasificadas según las variables mencionadas de la siguiente manera: 27 en infraestructura de transporte de carga, 16 en tecnologías de la información y la comunicación para el transporte de carga, y 25 en políticas. Para reducir esta muestra a una cantidad de configuraciones significativa que permita la construcción de un espacio morfológico aceptable apoyado en la mayoría de autores consultados en la revisión bibliográfica, se aplica la ley de Pareto.

Para identificar las configuraciones más relevantes basadas en la cantidad de autores que les mencionaron, se emplea la ley de Pareto para identificar aquellos aspectos importantes que representan la mayoría de la revisión bibliográfica. Para ello, se establece la matriz estadística de la Tabla 10. En esta se relacionan todas las configuraciones posibles por variable junto a su frecuencia de aparición en los artículos aceptados, su porcentaje correspondiente, así como sus frecuencias y porcentajes acumulados. Para definir las configuraciones clase A, es decir, aquellas importantes con las cuales se construirá el espacio morfológico, se puede optar por alguna de las 2 siguientes opciones: por el 20% de las configuraciones o por el 80% de frecuencia acumulada. Para este caso resulta conveniente emplear la primera opción, pues el 20% de las configuraciones corresponde a las 13,6 más mencionadas en los estudios, mientras que si se optara por la segunda opción para llegar al 80% de frecuencia acumulada aparecerían muchas configuraciones de frecuencia 1 a la vez que se descartarían muchas otras de igual frecuencia, sin tener un criterio adicional de selección. Mientras que con el 20% de las configuraciones, se abarcan los estudios de mayor frecuencia, para lo cual se propone un ajuste al 17,6% que corresponde a 12 estados para tomar en cuenta hasta aquellos de frecuencia 3 cuyo total acumulado es del 52,7% de la muestra, como se evidencia en la Tabla 10.

**Tabla 10 Distribución de Pareto con las configuraciones obtenidas en el análisis estructural para la construcción del espacio morfológico. Elaboración propia**

Variable	Configuración	Frecuencia	% acumulado por conf.	Frecuencia acumulada	% suma acumulada	Clase
Infraestructura de transporte	Ruteo para el transporte de distribución	16	10,81%	16	10,81%	A
Políticas de transporte	Impacto de políticas de sostenibilidad sobre la distribución	10	6,76%	26	17,57%	A
Infraestructura de transporte	Ampliación de la infraestructura de transporte	8	5,41%	34	22,97%	A
Políticas de transporte	Análisis para la selección de proveedores logísticos	8	5,41%	42	28,38%	A
Infraestructura de transporte	Optimización de la cooperación en distribución	6	4,05%	48	32,43%	A
Infraestructura de transporte	Ubicación de centros de carga	6	4,05%	54	36,49%	A
Infraestructura de transporte	Determinación del tamaño de cargas	5	3,38%	59	39,86%	A
Infraestructura de transporte	Programación de cross-docking para la reducción de costos de transporte	5	3,38%	64	43,24%	A
Infraestructura de transporte	Reducción de costos y tiempos de entrega con el transporte multimodal	4	2,70%	68	45,95%	A
Infraestructura de transporte	Control de condiciones de transporte de alimentos perecederos	4	2,70%	72	48,65%	A
TIC para el transporte	TIC para aumentar la eficiencia del transporte de carga	3	2,03%	75	50,68%	A
Políticas de transporte	Optimización de los flujos de cadenas inversas	3	2,03%	78	52,70%	A
Infraestructura de transporte	Simulación para obtener las condiciones ideales de operación de un centro de distribución	2	1,35%	80	54,05%	B
Infraestructura de transporte	Evaluación de subcontratación logística	2	1,35%	82	55,41%	B
Infraestructura de transporte	Recepción de materias primas	2	1,35%	84	56,76%	B
TIC para el transporte	TIC para trazabilidad de envíos terrestres	2	1,35%	86	58,11%	B
TIC para el transporte	Sistema de control de rutas de distribución	2	1,35%	88	59,46%	B
TIC para el transporte	Radiofrecuencia para la identificación de productos	2	1,35%	90	60,81%	B
TIC para el transporte	Distribución empleando vehículos eléctricos y carriles de recarga	2	1,35%	92	62,16%	B
TIC para el transporte	TIC para la comunicación de puertos con servicios de transporte terrestre	2	1,35%	94	63,51%	B
Políticas de transporte	Impacto ambiental del transporte de carga nocturno	2	1,35%	96	64,86%	B
Políticas de transporte	Mejoramiento de la calidad e impacto ambiental del transporte de carga urbano	2	1,35%	98	66,22%	B
Políticas de transporte	Impacto de las regulaciones ambientales en la operación marítima	2	1,35%	100	67,57%	B
Infraestructura de transporte	Establecimiento de proveedores logísticos regionales aliados	1	0,68%	101	68,24%	B
Infraestructura de transporte	Optimización de la inversión en infraestructura de transporte	1	0,68%	102	68,92%	B
Infraestructura de transporte	Optimización de la cantidad de entregas	1	0,68%	103	69,59%	B
Infraestructura de transporte	Reubicación de centro de carga aéreo sin detener la operación	1	0,68%	104	70,27%	B

Infraestructura de transporte	Evaluación de zonas de cargue y descargue	1	0,68%	105	70,95%	B
Infraestructura de transporte	Simulación de transporte de carga urbana en tren	1	0,68%	106	71,62%	B
Infraestructura de transporte	Construcción de vías a partir de polímeros	1	0,68%	107	72,30%	B
Infraestructura de transporte	Distribución urbana de productos perecederos	1	0,68%	108	72,97%	B
Infraestructura de transporte	Impacto ambiental de un centro de distribución urbano	1	0,68%	109	73,65%	B
Infraestructura de transporte	Formación del personal logístico	1	0,68%	110	74,32%	B
Infraestructura de transporte	Despacho de mercancías en puertos de mares poco profundos	1	0,68%	111	75,00%	B
Infraestructura de transporte	Técnicas de optimización de transporte multiobjetivo	1	0,68%	112	75,68%	B
Infraestructura de transporte	Estrategia interventora para el alistamiento de ordenes	1	0,68%	113	76,35%	B
Infraestructura de transporte	Estrategias competitivas de un nuevo corredor interoceánico	1	0,68%	114	77,03%	B
Infraestructura de transporte	Distribución basada en agrupación de clientes	1	0,68%	115	77,70%	B
Infraestructura de transporte	Reducción de la complejidad del sistema de distribución por medio de la entropía	1	0,68%	116	78,38%	B
TIC para el transporte	Uso de tecnologías inalámbricas en el transporte multimodal	1	0,68%	117	79,05%	B
TIC para el transporte	Centros de distribución interconectados a través de internet	1	0,68%	118	79,73%	B
TIC para el transporte	Controles autónomos de procesos logísticos	1	0,68%	119	80,41%	B
TIC para el transporte	Integración de información para la seguridad de recursos en zonas alejadas	1	0,68%	120	81,08%	B
TIC para el transporte	Enfoque para optimizar el diseño de vehículos automatizados empleados en carga y descarga	1	0,68%	121	81,76%	B
TIC para el transporte	Mantenimiento electrónico a distancia de sistemas aéreo	1	0,68%	122	82,43%	B
TIC para el transporte	Ruteo apoyado en internet	1	0,68%	123	83,11%	B
TIC para el transporte	TIC para la reducción de tiempos de espera	1	0,68%	124	83,78%	B
TIC para el transporte	Programas de consolidación de entregas controlados por el cliente	1	0,68%	125	84,46%	B
TIC para el transporte	Uso de radiofrecuencia para la programación de carga de productos terminados	1	0,68%	126	85,14%	B
Políticas de transporte	Procedimientos para el manejo de sustancias peligrosas	1	0,68%	127	85,81%	B
Políticas de transporte	Evaluación del potencial de las entregas urbanas fuera de horas	1	0,68%	128	86,49%	B
Políticas de transporte	Modelación de políticas de transporte	1	0,68%	129	87,16%	C
Políticas de transporte	Simulación para optimizar normas de despacho	1	0,68%	130	87,84%	C
Políticas de transporte	Modelo para entregas divididas en varios vehículos por distribuidor	1	0,68%	131	88,51%	C
Políticas de transporte	Retrasos en el transporte fronterizo por políticas de seguridad	1	0,68%	132	89,19%	C
Políticas de transporte	Modelo para la evaluación de políticas que rigen la operación de maquinaria de carga	1	0,68%	133	89,86%	C
Políticas de transporte	Impacto ambiental de la incertidumbre en tiempos de entrega	1	0,68%	134	90,54%	C
Políticas de transporte	Recolección de materias primas para producción de biocombustibles	1	0,68%	135	91,22%	C



Políticas de transporte	Efecto de las regulaciones ambientales en el método de recolección de productos usados	1	0,68%	136	91,89%	C
Políticas de transporte	Uso de taxis para la recolección de productos usados	1	0,68%	137	92,57%	C
Políticas de transporte	Ventajas competitivas de la tercerización de la logística	1	0,68%	138	93,24%	C
Políticas de transporte	Influencia del estrés en el entorno de transporte en el desempeño de los transportadores	1	0,68%	139	93,92%	C
Políticas de transporte	Entropía para minimizar la complejidad en sistemas de distribución	1	0,68%	140	94,59%	C
Políticas de transporte	Pronóstico de precios para el mercado de transporte	1	0,68%	141	95,27%	C
Políticas de transporte	Ontología para el estudio de la logística urbana	1	0,68%	142	95,95%	C
Políticas de transporte	Modelo para el cálculo de capacidades de abastecimiento	1	0,68%	143	96,62%	C
Políticas de transporte	Envíos agregados para la reducción de emisiones y gastos energéticos	1	0,68%	144	97,30%	C
Políticas de transporte	Impacto del precio de la gasolina en el transporte de carga	1	0,68%	145	97,97%	C

De esa manera, se codifican en la Tabla 11 las configuraciones aceptadas en el proceso de selección de Pareto para un manejo sencillo de las mismas.

**Tabla 11 Codificación de las configuraciones para la construcción del espacio morfológico. Elaboración propia**

<b>Código</b>	<b>Configuración</b>	<b>Variable</b>
INF1	Ruteo para el transporte de distribución	
INF2	Ampliación de la infraestructura de transporte	
INF3	Optimización de la cooperación en distribución	
INF4	Determinación del tamaño de cargas	Infraestructura de transporte
INF5	Ubicación de centros de carga	
INF6	Programación de cross-docking para la reducción de costos de transporte	
INF7	Reducción de costos y tiempos de entrega con el transporte multimodal	
INF8	Control de condiciones de transporte de alimentos perecederos	
TIC1	TIC para aumentar la eficiencia del transporte de carga	TIC para el transporte
POL1	Análisis para la selección de proveedores logísticos	
POL2	Impacto de políticas de sostenibilidad sobre la distribución	Políticas de transporte
POL3	Logística de distribución para empresas e-commerce	

### ***III. Análisis Morfológico***

Una vez definidas las configuraciones que pueden tomar las variables del estudio prospectivo para conformar las estrategias logísticas, se construyó el espacio morfológico que contiene todas las rutas posibles que conllevarían al país, basados en la opinión de los autores de los artículos, a la condición de competitividad logística deseada. El campo de los posibles se muestra en la Tabla 12, siendo cada fila una estrategia potencial integrada por las 3 variables.

**Tabla 12 Espacio morfológico. Elaboración propia**

Opciones estratégicas	Configuración de infraestructura de transporte	Configuración de TIC para el transporte	Configuración de políticas de transporte
Opción 1	INF1	TIC1	POL1
Opción 2	INF1	TIC1	POL2
Opción 3	INF1	TIC1	POL3
Opción 4	INF2	TIC1	POL1
Opción 5	INF2	TIC1	POL2
Opción 6	INF2	TIC1	POL3
Opción 7	INF3	TIC1	POL1
Opción 8	INF3	TIC1	POL2
Opción 9	INF3	TIC1	POL3
Opción 10	INF4	TIC1	POL1
Opción 11	INF4	TIC1	POL2
Opción 12	INF4	TIC1	POL3
Opción 13	INF5	TIC1	POL1
Opción 14	INF5	TIC1	POL2
Opción 15	INF5	TIC1	POL3
Opción 16	INF6	TIC1	POL1
Opción 17	INF6	TIC1	POL2
Opción 18	INF6	TIC1	POL3
Opción 19	INF7	TIC1	POL1
Opción 20	INF7	TIC1	POL2
Opción 21	INF7	TIC1	POL3
Opción 22	INF8	TIC1	POL1
Opción 23	INF8	TIC1	POL2
Opción 24	INF8	TIC1	POL3

A continuación, se describen cada una de las configuraciones aceptadas para conformar las estrategias logísticas posibles relacionadas en la Tabla 12, para de esa manera, contar con información que permita calificar cada opción estratégica en el proceso analítico jerárquico de selección.

#### ***IV. Selección de las mejores estrategias logísticas***

Para cumplir el objetivo del proyecto de establecer estrategias logísticas para Colombia, que consideren los aspectos de infraestructura de transporte, tecnologías de la información y la comunicación, y políticas logísticas, en pro de la reducción de los tiempos y costos de distribución de bienes y servicios en el país, con el fin de mejorar la competitividad del sector colombiano con

respecto al resto de países de la región latinoamericana y del Caribe, se realizó un proceso analítico jerárquico, pero antes de eso, se realiza una caracterización de cada una de las 12 configuraciones que conforman las estrategias a evaluar, para de esa forma, contar con información que permita asignar calificaciones objetivas a cada una de ellas en función de su aporte a la mejora de los tiempos y costos de distribución.

#### *Ruteo para el transporte de distribución:*

Esta es una configuración que influye altamente sobre los costos del transporte de distribución y también sobre los tiempos de entrega, pues cuando se habla de enrutamiento de vehículos para la recepción y entrega de bienes y servicios, en todos los estudios revisados, se busca encontrar la programación ideal de vehículos y las rutas más eficientes para poder entregar en el menor tiempo posible y con los costos fijos y variables del transporte estrictamente necesarios. Este es siempre el objetivo de la temática a pesar de las múltiples variaciones que hoy en día se consideran en ella, como lo es el caso de la incertidumbre en los tiempos de recepción y entrega, la simultaneidad de los mismos, la incompatibilidad entre los bienes transportados (Hu, Sheu, Zhao, & Lu, 2015), vehículos heterogéneos, es decir, con diferentes características, que cubran requerimientos específicos de la demanda (Avci & Topaloglu, 2016), flexibilidad en los días de entrega (J. Pacheco, García, & Álvarez, 2014), enrutamiento con diferentes tipos de envío, como lo son directo, con *cross-docking* o según el método compartido “milk run” (Hosseini, Shirazi, & Karimi, 2014), empleo de nuevas tecnologías de la información y comunicación que permiten considerar la recogida y entrega de nuevas demandas sin programar y modificar las rutas considerando los niveles de tráfico vehicular (Liao & Hu, 2011) y la distribución con depósitos intermedios, especialmente empleada en logística urbana, con la intención de disminuir las afecciones ambientales y sociales (Soysal, Bloemhof-Ruwaard, & Bektaş, 2015).

#### *Ampliación de la infraestructura de transporte:*

En la sección anterior donde se analizaban las clasificaciones mundiales en innovación, competitividad y desempeño logístico, fue siempre claro que el desarrollo de infraestructura de transporte influye significativamente en estos. A pesar de representar un foco difícil de decisión para los países ya que implica importantes inversiones públicas (Meersman & Nazemzadeh, 2017) y tomar en consideración aspectos sociales, económicos, tecnológicos, ecológicos y políticos

(Nazarko & Kuźmicz, 2017), la ampliación de puertos, aeropuertos, vías férreas y carreteras, considerando su calidad, extensión, distribución y capacidad, con operadores logísticos suficientes y especializados, que otorguen a los países la capacidad de incursionar de forma competitiva en mercados internacionales (Bensassi, Márquez-Ramos, Martínez-Zarzoso, & Suárez-Burguet, 2015) con productos elaborados con costos marginales menores, dada la disminución de costos de transporte (Anas et al., 2015). Lo anterior, además de favorecer la economía de los países, tiene una influencia positiva sobre los tiempos de distribución de mercancías y sobre sus costos implícitos.

#### *Optimización de la cooperación en distribución:*

La cooperación en la distribución permite la optimización real de las cadenas mediante la integración horizontal de entidades logísticas, de tal forma que se encarguen del transporte reduciendo el cruce de rutas (Wang et al., 2017), mejorando de esa manera la utilización de recursos físicos en un 55% aproximadamente y logrando un ahorro medio del 20% en costos de distribución (Scavarda, Seok, & Nof, 2017). Sin embargo, los tiempos de espera se convierten en un factor crucial (Leitner, Meizer, Prochazka, & Sihn, 2011), que bien administrados pueden reducir los tiempos de entrega, pero que, de lo contrario, implicarían mayores tiempos de recogida. Permite que las empresas se dediquen a producir mientras que terceras partes especializadas en logística, se dedican parcial o totalmente a las actividades de transporte (Xu, Liu, & Chen, 2017), lo cual favorece también la reducción de costos y tiempos de respuesta. Y adicionalmente, favorece la integración de tecnologías de identificación como la radiofrecuencia, en un marco de TIC que aproveche la inteligencia artificial, para mejorar los niveles de tiempo, lugar, precio y calidad (Dias, Calado, Osório, & Morgado, 2009).

#### *Determinación del tamaño de cargas:*

Este es un aspecto importante en el transporte de carga y distribución, pues del tamaño de envío dependen los modos de transporte empleados, su capacidad, heterogeneidad, las dimensiones de las mercancías y por ende los costos logísticos (Piendl, Liedtke, & Matteis, 2017). En esta actividad es indispensable también la identificación de requerimientos por parte de las mercancías para garantizar las condiciones de carga que protejan sus características, pues en industrias específicas, como lo es el caso de la química, este tipo de cuidados especiales pueden elevar los costos de

distribución incluso a un 20% del precio de venta de los productos (Sha & Srinivasan, 2016). Para el cálculo preciso del tamaño de envío, se propone en la actualidad el uso de algoritmos de programación que consideren los diferentes aspectos de forma, resistencia, orientación y compatibilidad, para planear cargas eficientes que potencialicen el rendimiento de las cadenas de suministro (Zheng, Chien, & Gen, 2015) y de las rutas de distribución. En los estudios relacionados con esta configuración, no se demuestra que influya de alguna manera sobre los tiempos de distribución.

#### *Ubicación de centros de carga:*

En la constante búsqueda de la permanencia empresarial en los mercados, resulta indispensable la competitividad en mercados extranjeros, en lo cual intervienen muchos nodos logísticos como centros de distribución, puertos de contenedores, aeropuertos y centros de transbordo, cuya ubicación es indispensable para el control de costos y la confiabilidad del servicio (Chen et al., 2017). Estos nodos también se emplean de forma local para maximizar las conexiones entre secciones interurbanas y urbanas. La selección de las ubicaciones de estos nodos, debe considerar las características del trabajo a realizar, las regulaciones ambientales y políticas regionales que rigen sobre el área de interés (Gogas & Nathanail, 2017), el tamaño del mercado, la capacidad que requerirá el nodo, la configuración de la red de distribución, las condiciones naturales, la conveniencia del transporte (S. Liu, Chan, & Chung, 2011), las economías de aglomeración, los incentivos gubernamentales, y las carreteras, vías férreas y vías navegables. Estos últimos aspectos de infraestructura influyen especialmente en los operadores logísticos nuevos y de pequeña robustez (Hong, 2007).

Este aspecto implica grandes inversiones que favorecen la competitividad y el crecimiento económico, y a la larga facilitan el control de costos de distribución, aunque no siempre su reducción, y con respecto a los tiempos de distribución, se generan tiempos de cargue y descargue, como de almacenamientos de transición.

#### *Programación de cross-docking para la reducción de costos de transporte:*

El *cross-docking* es una estrategia logística relativamente nueva que busca generar economía en el transporte de distribución, disminuyendo los tiempos de entrega y los almacenamientos. Esto se da a través de una plataforma llamada *cross-dock* que recibe el ingreso de múltiples mercancías

provenientes de diferentes proveedores, con la intención de ser descargadas, organizadas y consolidadas según nuevos grupos de carga concernientes a los destinos, y nuevamente cargadas en otros vehículos, quizá con diferentes características que los de entrada, que se encargarán de realizar la entrega a los clientes o consumidores. Los objetivos de los estudios relacionados con esta temática, por lo general, son disminuir la cantidad de operaciones y el tiempo de almacenaje de las mercancías en el *cross-dock*, disminuir la cantidad de reembalajes que se pueden requerir y capacitar el transporte por medio de una correcta distribución de la carga (Serrano, Moral, Delorme, & Dolgui, 2016). Este es un aspecto que puede influenciar positiva o negativamente los costos y tiempos de distribución.

Se dice que puede también influir negativamente ya que, si bien es una actividad que puede optimizar el desempeño de las cadenas de abastecimiento, en algunos casos no es conveniente pues puede resultar mejor el envío directo de proveedor a cliente (Cóccola, Méndez, & Dondo, 2015). De ahí, que algunas industrias en la actualidad se rijan por estrategias híbridas de envíos directos, almacenajes de largo plazo y *cross-docking* (Dondo, Méndez, & Cerdá, 2011).

Es una configuración que tiene relación especial con el ruteo, aspecto antes analizado, pues el considerar los tiempos de recogida, salida de la plataforma *cross-dock* y de entrega, así como las características de los vehículos a emplear según las cargas a transportar, influyen en términos de tiempos, calidad y costos de compra, transporte y almacenamiento (Ahmadizar et al. 2015; Dondo & Cerdá 2013).

#### *Reducción de costos y tiempos de entrega con el transporte multimodal:*

En las etapas anteriores se demostró que el transporte de carga en Colombia se da especialmente por medio vehicular y que la intención del plan de desarrollo vigente es potenciar la conexión de este medio con el férreo y fluvial. De igual forma, en la revisión bibliográfica desarrollada se identificó que por medio de programación multimodal del transporte se pueden reducir los costos de distribución, los tiempos de entrega y los impactos ambientales, lo cual puede representar una maximización de las utilidades.

El transporte multimodal implica que se revisen las políticas y regulaciones regionales en busca de potenciar el uso de la infraestructura existente o de generar infraestructura adicional, pues según estudios realizados en la materia, cuando se emplean los medios fluviales, marítimos y férreos en

distancias mayores de 300 km resulta más económico el transporte que por carretera, al tiempo que se generan menos emisiones de gases contaminantes al medio ambiente (Larranaga, Arellana, & Senna, 2017). Sin embargo, para poder realizar un transporte eficiente repartido entre los diferentes medios, se requiere de una infraestructura compatible compuesta de centros productivos, de distribución, puertos, aeropuertos, depósitos intermedios y puntos de enlace (X. Liu, Bai, & Chen, 2017), capacitados con tecnologías de transbordo y de manejo de cargas funcionales según las características de los medios empleados (Truschkin & Elbert, 2013), y con agrupaciones logísticas especializadas (Larranaga et al., 2017).

#### *Control de condiciones de transporte de alimentos perecederos:*

Esta configuración se enfoca en minimizar las pérdidas de frutas y verduras tras su cosecha y garantizar que los productos perecederos lleguen con buena calidad al consumidor final. Con esa intención se emplean lectores de radiofrecuencia (Vergara, Ramírez, & Llobet, 2008) y sensores de medición de condiciones ambientales como temperatura, humedad y concentración de gases, que describen el estado de los productos durante su transporte y almacenamiento, y permiten, por medio de internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés), obtener reportes en tiempo real de dichas condiciones para que, empleando los criterios de valor presente, se pueda proyectar la probabilidad de cumplir con las condiciones de perecebilidad requeridas por el cliente (Bogataj, Bogataj, & Hudoklin, 2017). Sin embargo, existe una brecha en el conocimiento actual para desarrollar modelos de estimación de dichas condiciones de vida útil (Badia-Melis, Carthy, & Uysal, 2016). De esa manera, esta es una configuración con baja influencia en la reducción de los tiempos de entrega y que, con respecto a los costos, puede incrementarlos debido a la inversión que implica las tecnologías empleadas.

#### *TIC para aumentar la eficiencia del transporte de carga:*

En la actualidad existen sistemas de comunicación móvil, de soporte a las decisiones, de identificación automática de vehículos y equipos, y de intercambio electrónico de datos, que agilizan los procesos administrativos y operacionales del transporte, generando eficiencias que se traducen en ahorros de tiempo y de costos (pues no se gastan recursos en actividades que no generan valor). Por ejemplo, según estudios, se considera que un 2,4% de los kilómetros planeados de distribución resultan innecesarios y se podrían evitar, así como también se pueden agilizar los



tiempos de cargue y descargue si los encargados de dichos procesos estuvieran listos en los centros de distribución al llegar las mercancías, se pueden ahorrar tiempos en la toma de decisiones, se automatizan procesos manuales que implica un ahorro aproximado del 30% en los procesos administrativos y se pueden vigilar los estados de equipos y vehículos para prevenir fallas imprevistas o evitar mantenimientos inoportunos. Adicionalmente esta mejora en la eficiencia facilita un mejor aprovechamiento de la capacidad de transporte disponible, lo cual incrementa los ingresos de los operadores y disminuye sus costos variables de operación. Sin embargo, el aprovechamiento de estas herramientas tecnológicas depende completamente de la adaptación en las prácticas laborales, pues los artefactos como tal no generan eficiencias (Sternberg, Prockl, & Holmström, 2014).

A pesar de la flexibilidad que produce sobre la operación, la adaptación a mercados más grandes, la sincronía con los demás participantes de la cadena y la automatización de actividades, aun muchos operadores, en especial los pequeños, continúan empleando sistemas y procesos tradicionales, y tan solo aquellos que controlan una gran porción de las mercancías transportadas adoptan las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (Davies, Mason, & Lalwani, 2007). De igual manera, a pesar del avance en el desarrollo de TIC, hacen falta sistemas que favorezcan la integración flexible y rápida para la interoperabilidad entre empresas o sucursales de una misma, pues al momento, esto sigue generando barreras en el flujo continuo de información (Witthaut, Stone, Miemczyk, & Hellingrath, 2006).

#### *Análisis para la selección de proveedores logísticos:*

Es una estrategia ampliamente estudiada por las empresas en busca de obtener ventajas competitivas, pues teniendo un proveedor de servicios logísticos que se encargue del abastecimiento de materias primas, almacenamientos y distribución de productos terminados, las empresas pueden dedicarse a su actividad económica. Generalmente los aspectos evaluados al seleccionar un proveedor logístico son la calidad del servicio que ofrecen, el costo total de la operación, la puntualidad en las entregas y las habilidades técnicas para adaptarse a requerimientos potenciales (Divahar & Sudhahar, 2012), y usualmente se busca la minimización de costos en actividades logísticas y de tiempos de entregas mientras la productividad de la empresa aumenta (Koptak, Džubáková, Vasilienė-Vasiliauskienė, & Vasiliauskas, 2017). Al igual que en toda

relación comercial, se recomienda el establecimiento de contratos que detallen los compromisos de las partes, para evitar el oportunismo logístico (Huo, Fu, Zhao, & Zhu, 2016).

De esa manera, esta es una configuración que influye en los costos y tiempos de actividades de distribución cuando las empresas nacionales tercericen sus actividades logísticas.

*Impacto de políticas de sostenibilidad sobre la distribución:*

En busca de reducir los impactos negativos de la distribución de bienes y servicios, los estados crean regulaciones que afectan las actividades logísticas. Una forma de hacerlo es imponiendo ventanas de tiempo en las cuales se debe realizar la distribución de mercancías en las zonas comerciales, horarios usualmente nocturnos, durante los cuales el impacto ambiental se incrementa por la cantidad de emisiones, y el desgaste de frenos y llantas, al igual que la presión social, pero impacta a un número menor de personas. En las horas fuera de la ventana en que se permite la distribución, el impacto ambiental y social disminuye ante la presencia de más personas. Esto afecta los costos de operación ya que se reducen los tiempos de operación logística, por lo que los recorridos se acortan y la distribución de cargas cambia. Para el establecimiento de estas ventanas influyen las formas físicas de las áreas urbanas, el clima, las velocidades de conducción, los motores empleados, los kilómetros a recorrer y las cargas a distribuir, lo que hace especial cada ventana acorde a la ciudad, pues condiciona la generación de emisiones y la capacidad del entorno de eliminarlas (Quak & de Koster, 2007).

Otra estrategia para amortiguar el impacto industrial sobre el medio ambiente es la recolección de productos al final de su vida útil con la intención de disminuir la utilización de materias primas nuevas. Esto implica el uso de la logística inversa, que requiere de nuevas inversiones, pero que acorde a muchos estudios recientes, puede representar importantes ganancias a las industrias que hagan un buen uso de esta (Sugiyama, Honma, & Mishima, 2016). Sin embargo, este es un tema cubierto por una configuración puntual que se describe a continuación por ser una tendencia con gran presencia en la literatura reciente.

Por otro lado está la regulación energética, que busca que los prestadores de servicios de transporte empleen nuevas estrategias para lograr mayores eficiencias (Llorca & Jamsb, 2017), lo cual, también representa grandes inversiones o implica hacer uso de configuraciones antes analizadas, como la distribución conjunta con otros proveedores de transporte, el uso de centros de cross-

docking (Ji et al., 2014) y una adecuada programación de rutas de abastecimiento (Yang, Tang, Yu, & Pei, 2013).

Ninguna de las regulaciones recién mencionadas reduce los tiempos de distribución directamente, por el contrario, algunas de ellas los alarga.

#### *Logística de distribución para empresas e-commerce:*

La relación de empresas comerciales con proveedores logísticos permite el acceso de los primeros a redes estratégicas de relaciones con servicios logísticos complementarios, que le permite a las empresas e-commerce acceder a mercados más grandes de forma eficiente y a un costo operativo menor que si se encargaran propiamente de su distribución (Muffatto & Payaro, 2004). Al tiempo que la empresa que vende a través de internet, puede aprovechar su flexibilidad para simplificar procesos, mejorar su productividad, incrementar su eficiencia y llegar a mercados más amplios y distantes, con una comunicación directa con sus clientes (Rabinovich, Knemeyer, & Mayer, 2007).

#### ***Proceso de selección de las estrategias logísticas con ayuda del método AHP***

Acorde a la anterior caracterización de las configuraciones que conforman las estrategias, se realiza un cruce entre cada una, primero, teniendo en cuenta su influencia en el mejoramiento de los tiempos de distribución o eficiencia del sistema logístico (ver Tabla 13), y después, según su efecto sobre los costos logísticos causados (ver Tabla 14). Ambas tablas contienen las calificaciones que se dan a la influencia que tienen las estrategias ubicadas como filas sobre las mismas que se encuentran como columnas (razón por la cual la diagonal principal posee únicamente números 1) según la variable de respuesta considerada en cada una, al tiempo que las relaciones recíprocas o inversas, es decir, aquellas cuya influencia ya se ha calificado en una primera dirección, se califican dividiendo 1 entre su calificación directa. Para ejemplificarlo se toma el 3,00 ubicado en la calificación correspondiente a la influencia de la Opción 1 sobre la Opción 2, que se puede evidenciar en la Tabla 13, cuando se habla de la relación recíproca de Opción 2 hacia Opción 1, la calificación corresponde a  $1,00/3,00$ . De igual forma se lleva a cabo todo este proceso hasta completar ambas tablas, asignando puntuaciones desde 1 hasta 9, donde 1 es muy poco influyente y 9 demasiado influyente.

Seguidamente se totalizan las columnas para poder en el siguiente paso normalizar las puntuaciones otorgadas a cada relación.

**Tabla 13. Calificación de las estrategias considerando su relevancia en tiempos de distribución con respecto a las demás. Elaboración propia**

VARIABLE DE RESPUESTA: TIEMPOS DE ENTREGA																								
	OP. 1	OP. 2	OP. 3	OP. 4	OP. 5	OP. 6	OP. 7	OP. 8	OP. 9	OP. 10	OP. 11	OP. 12	OP. 13	OP. 14	OP. 15	OP. 16	OP. 17	OP. 18	OP. 19	OP. 20	OP. 21	OP. 22	OP. 23	OP. 24
<b>OP. 1</b>	1,00	3,00	3,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,33	0,33	0,33	7,00	7,00	7,00
<b>OP. 2</b>	0,33	1,00	3,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,33	0,33	0,33	7,00	7,00	7,00
<b>OP. 3</b>	0,33	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,33	0,33	0,33	7,00	7,00	7,00
<b>OP. 4</b>	3,00	3,00	3,00	1,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,00	3,00	3,00	9,00	9,00	9,00
<b>OP. 5</b>	3,00	3,00	3,00	0,33	1,00	0,33	3,00	3,00	3,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,00	3,00	3,00	9,00	9,00	9,00
<b>OP. 6</b>	3,00	3,00	3,00	0,33	3,00	1,00	3,00	3,00	3,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,00	3,00	3,00	9,00	9,00	9,00
<b>OP. 7</b>	3,00	3,00	3,00	0,33	0,33	0,33	1,00	3,00	3,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,33	0,33	0,33	7,00	7,00	7,00
<b>OP. 8</b>	3,00	3,00	3,00	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,33	0,33	0,33	7,00	7,00	7,00
<b>OP. 9</b>	3,00	3,00	3,00	0,33	0,33	0,33	0,33	3,00	1,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,33	0,33	0,33	7,00	7,00	7,00
<b>OP. 10</b>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	1,00	3,00	3,00	1,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	0,20	0,20	0,20	5,00	5,00	5,00
<b>OP. 11</b>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,33	1,00	0,33	0,33	1,00	0,33	3,00	3,00	3,00	0,20	0,20	0,20	5,00	5,00	5,00
<b>OP. 12</b>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,33	3,00	1,00	0,33	3,00	1,00	3,00	3,00	3,00	0,20	0,20	0,20	5,00	5,00	5,00
<b>OP. 13</b>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	1,00	3,00	3,00	1,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	0,20	0,20	0,20	5,00	5,00	5,00
<b>OP. 14</b>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,33	1,00	0,33	0,33	1,00	0,33	3,00	3,00	3,00	0,20	0,20	0,20	5,00	5,00	5,00
<b>OP. 15</b>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,33	3,00	1,00	0,33	3,00	1,00	3,00	3,00	3,00	0,20	0,20	0,20	5,00	5,00	5,00
<b>OP. 16</b>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	3,00	3,00	0,20	0,20	0,20	7,00	7,00	7,00
<b>OP. 17</b>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33	0,20	0,20	0,20	7,00	7,00	7,00
<b>OP. 18</b>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	3,00	1,00	0,20	0,20	0,20	7,00	7,00	7,00
<b>OP. 19</b>	3,00	3,00	3,00	0,33	0,33	0,33	3,00	3,00	3,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	1,00	3,00	3,00	9,00	9,00	9,00
<b>OP. 20</b>	3,00	3,00	3,00	0,33	0,33	0,33	3,00	3,00	3,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,33	1,00	0,33	9,00	9,00	9,00
<b>OP. 21</b>	3,00	3,00	3,00	0,33	0,33	0,33	3,00	3,00	3,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,33	3,00	1,00	9,00	9,00	9,00
<b>OP. 22</b>	0,14	0,14	0,14	0,11	0,11	0,11	0,14	0,14	0,14	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,14	0,14	0,14	0,11	0,11	0,11	1,00	3,00	3,00
<b>OP. 23</b>	0,14	0,14	0,14	0,11	0,11	0,11	0,14	0,14	0,14	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,14	0,14	0,14	0,11	0,11	0,11	0,33	1,00	0,33
<b>OP. 24</b>	0,14	0,14	0,14	0,11	0,11	0,11	0,14	0,14	0,14	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,14	0,14	0,14	0,11	0,11	0,11	0,33	3,00	1,00
<b>SUMA</b>	<b>30,90</b>	<b>33,56</b>	<b>36,23</b>	<b>6,80</b>	<b>12,13</b>	<b>9,47</b>	<b>22,90</b>	<b>28,23</b>	<b>25,56</b>	<b>64,93</b>	<b>75,60</b>	<b>70,27</b>	<b>64,93</b>	<b>75,60</b>	<b>70,27</b>	<b>80,10</b>	<b>85,43</b>	<b>82,76</b>	<b>14,80</b>	<b>20,13</b>	<b>17,47</b>	<b>148,67</b>	<b>154,00</b>	<b>151,33</b>

**Tabla 14. Calificación de las estrategias considerando su relevancia en costos logísticos de distribución con respecto a las demás. Elaboración propia**

VARIABLE DE RESPUESTA: COSTOS DE DISTRIBUCIÓN																								
	OP. 1	OP. 2	OP. 3	OP. 4	OP. 5	OP. 6	OP. 7	OP. 8	OP. 9	OP. 10	OP. 11	OP. 12	OP. 13	OP. 14	OP. 15	OP. 16	OP. 17	OP. 18	OP. 19	OP. 20	OP. 21	OP. 22	OP. 23	OP. 24
<b>OP. 1</b>	1,00	5,00	3,00	0,14	0,14	0,14	0,33	0,33	0,33	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,00	3,00	3,00	0,14	0,14	0,14	5,00	5,00	5,00
<b>OP. 2</b>	0,20	1,00	0,20	0,14	0,14	0,14	0,33	0,33	0,33	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,00	3,00	3,00	0,14	0,14	0,14	5,00	5,00	5,00
<b>OP. 3</b>	0,33	5,00	1,00	0,14	0,14	0,14	0,33	0,33	0,33	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,00	3,00	3,00	0,14	0,14	0,14	5,00	5,00	5,00
<b>OP. 4</b>	7,00	7,00	7,00	1,00	3,00	3,00	5,00	5,00	5,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	0,33	0,33	0,33	9,00	9,00	9,00
<b>OP. 5</b>	7,00	7,00	7,00	0,33	1,00	0,33	5,00	5,00	5,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	0,33	0,33	0,33	9,00	9,00	9,00
<b>OP. 6</b>	7,00	7,00	7,00	0,33	3,00	1,00	5,00	5,00	5,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	0,33	0,33	0,33	9,00	9,00	9,00
<b>OP. 7</b>	3,00	3,00	3,00	0,20	0,20	0,20	1,00	3,00	3,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	5,00	5,00	5,00	0,20	0,20	0,20	7,00	7,00	7,00
<b>OP. 8</b>	3,00	3,00	3,00	0,20	0,20	0,20	0,33	1,00	0,33	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	5,00	5,00	5,00	0,20	0,20	0,20	7,00	7,00	7,00
<b>OP. 9</b>	3,00	3,00	3,00	0,20	0,20	0,20	0,33	3,00	1,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	5,00	5,00	5,00	0,20	0,20	0,20	7,00	7,00	7,00
<b>OP. 10</b>	0,20	0,20	0,20	0,11	0,11	0,11	0,14	0,14	0,14	1,00	3,00	3,00	5,00	5,00	5,00	3,00	3,00	3,00	0,14	0,14	0,14	5,00	5,00	5,00
<b>OP. 11</b>	0,20	0,20	0,20	0,11	0,11	0,11	0,14	0,14	0,14	0,33	1,00	0,33	5,00	5,00	5,00	3,00	3,00	3,00	0,14	0,14	0,14	5,00	5,00	5,00
<b>OP. 12</b>	0,20	0,20	0,20	0,11	0,11	0,11	0,14	0,14	0,14	0,33	3,00	1,00	5,00	5,00	5,00	3,00	3,00	3,00	0,14	0,14	0,14	5,00	5,00	5,00
<b>OP. 13</b>	0,20	0,20	0,20	0,11	0,11	0,11	0,14	0,14	0,14	0,20	0,20	0,20	1,00	3,00	3,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	5,00	5,00	5,00
<b>OP. 14</b>	0,20	0,20	0,20	0,11	0,11	0,11	0,14	0,14	0,14	0,20	0,20	0,20	0,33	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	5,00	5,00	5,00
<b>OP. 15</b>	0,20	0,20	0,20	0,11	0,11	0,11	0,14	0,14	0,14	0,20	0,20	0,20	0,33	3,00	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	5,00	5,00	5,00
<b>OP. 16</b>	0,33	0,33	0,33	0,11	0,11	0,11	0,20	0,20	0,20	0,33	0,33	0,33	3,00	3,00	3,00	1,00	3,00	3,00	0,20	0,20	0,20	5,00	5,00	5,00
<b>OP. 17</b>	0,33	0,33	0,33	0,11	0,11	0,11	0,20	0,20	0,20	0,33	0,33	0,33	3,00	3,00	3,00	0,33	1,00	0,33	0,20	0,20	0,20	5,00	5,00	5,00
<b>OP. 18</b>	0,33	0,33	0,33	0,11	0,11	0,11	0,20	0,20	0,20	0,33	0,33	0,33	3,00	3,00	3,00	0,33	3,00	1,00	0,20	0,20	0,20	5,00	5,00	5,00
<b>OP. 19</b>	7,00	7,00	7,00	3,00	3,00	3,00	5,00	5,00	5,00	7,00	7,00	7,00	3,00	3,00	3,00	5,00	5,00	5,00	1,00	3,00	3,00	9,00	9,00	9,00
<b>OP. 20</b>	7,00	7,00	7,00	3,00	3,00	3,00	5,00	5,00	5,00	7,00	7,00	7,00	3,00	3,00	3,00	5,00	5,00	5,00	0,33	1,00	0,33	9,00	9,00	9,00
<b>OP. 21</b>	7,00	7,00	7,00	3,00	3,00	3,00	5,00	5,00	5,00	7,00	7,00	7,00	3,00	3,00	3,00	5,00	5,00	5,00	0,33	3,00	1,00	9,00	9,00	9,00
<b>OP. 22</b>	0,20	0,20	0,20	0,11	0,11	0,11	0,14	0,14	0,14	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,11	0,11	0,11	1,00	3,00	3,00
<b>OP. 23</b>	0,20	0,20	0,20	0,11	0,11	0,11	0,14	0,14	0,14	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,11	0,11	0,11	0,33	1,00	0,33
<b>OP. 24</b>	0,20	0,20	0,20	0,11	0,11	0,11	0,14	0,14	0,14	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,11	0,11	0,11	0,33	3,00	1,00
<b>SUMA</b>	<b>55,33</b>	<b>64,80</b>	<b>58,00</b>	<b>13,03</b>	<b>18,36</b>	<b>15,70</b>	<b>34,55</b>	<b>39,89</b>	<b>37,22</b>	<b>87,87</b>	<b>93,20</b>	<b>90,53</b>	<b>98,27</b>	<b>103,60</b>	<b>100,93</b>	<b>78,27</b>	<b>83,60</b>	<b>80,93</b>	<b>6,06</b>	<b>11,39</b>	<b>8,72</b>	<b>136,67</b>	<b>142,00</b>	<b>139,33</b>

A continuación, se normalizan las tablas 13 y 14 dividiendo cada una de las calificaciones asignadas en ellas, entre los totales de sus columnas. Dicho proceso se evidencia en las Tablas 15 y 16, en las cuales también se calcula el vector promedio de cada estrategia, correspondiente al promedio de las calificaciones de cada fila y que se emplea más adelante en su selección.

**Tabla 15. Calificaciones normalizadas de las estrategias con respecto a su influencia sobre los tiempos de distribución. Elaboración propia**

	OP. 1	OP. 2	OP. 3	OP. 4	OP. 5	OP. 6	OP. 7	OP. 8	OP. 9	OP. 10	OP. 11	OP. 12	OP. 13	OP. 14	OP. 15	OP. 16	OP. 17	OP. 18	OP. 19	OP. 20	OP. 21	OP. 22	OP. 23	OP. 24	Vector promedio
<b>OP. 1</b>	0,03	0,09	0,08	0,05	0,03	0,04	0,01	0,01	0,01	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05	0,05	<b>0,05</b>
<b>OP. 2</b>	0,01	0,03	0,08	0,05	0,03	0,04	0,01	0,01	0,01	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05	0,05	<b>0,05</b>
<b>OP. 3</b>	0,01	0,01	0,03	0,05	0,03	0,04	0,01	0,01	0,01	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05	0,05	<b>0,04</b>
<b>OP. 4</b>	0,10	0,09	0,08	0,15	0,25	0,32	0,13	0,11	0,12	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,20	0,15	0,17	0,06	0,06	0,06	<b>0,11</b>
<b>OP. 5</b>	0,10	0,09	0,08	0,05	0,08	0,04	0,13	0,11	0,12	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,20	0,15	0,17	0,06	0,06	0,06	<b>0,09</b>
<b>OP. 6</b>	0,10	0,09	0,08	0,05	0,25	0,11	0,13	0,11	0,12	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,20	0,15	0,17	0,06	0,06	0,06	<b>0,10</b>
<b>OP. 7</b>	0,10	0,09	0,08	0,05	0,03	0,04	0,04	0,11	0,12	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05	0,05	<b>0,06</b>
<b>OP. 8</b>	0,10	0,09	0,08	0,05	0,03	0,04	0,01	0,04	0,01	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05	0,05	<b>0,05</b>
<b>OP. 9</b>	0,10	0,09	0,08	0,05	0,03	0,04	0,01	0,11	0,04	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05	0,05	<b>0,06</b>
<b>OP. 10</b>	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,04	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	<b>0,02</b>
<b>OP. 11</b>	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,04	0,04	0,04	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	<b>0,02</b>
<b>OP. 12</b>	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,04	0,01	0,04	0,04	0,04	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	<b>0,02</b>
<b>OP. 13</b>	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,04	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	<b>0,02</b>
<b>OP. 14</b>	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,04	0,04	0,04	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	<b>0,02</b>
<b>OP. 15</b>	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,04	0,01	0,04	0,04	0,04	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	<b>0,02</b>
<b>OP. 16</b>	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,04	0,04	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	<b>0,02</b>
<b>OP. 17</b>	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	<b>0,01</b>
<b>OP. 18</b>	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	<b>0,02</b>
<b>OP. 19</b>	0,10	0,09	0,08	0,05	0,03	0,04	0,13	0,11	0,12	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,07	0,15	0,17	0,06	0,06	0,06	<b>0,08</b>
<b>OP. 20</b>	0,10	0,09	0,08	0,05	0,03	0,04	0,13	0,11	0,12	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,02	0,05	0,02	0,06	0,06	0,06	<b>0,07</b>
<b>OP. 21</b>	0,10	0,09	0,08	0,05	0,03	0,04	0,13	0,11	0,12	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,02	0,15	0,06	0,06	0,06	0,06	<b>0,07</b>
<b>OP. 22</b>	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	<b>0,01</b>
<b>OP. 23</b>	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	<b>0,00</b>
<b>OP. 24</b>	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	<b>0,01</b>

**Tabla 16. Calificaciones normalizadas de las estrategias con respecto a su influencia sobre los costos logísticos de distribución. Elaboración propia**

	OP. 1	OP. 2	OP. 3	OP. 4	OP. 5	OP. 6	OP. 7	OP. 8	OP. 9	OP. 10	OP. 11	OP. 12	OP. 13	OP. 14	OP. 15	OP. 16	OP. 17	OP. 18	OP. 19	OP. 20	OP. 21	OP. 22	OP. 23	OP. 24	Vector promedio
<b>OP. 1</b>	0,02	0,08	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,02	0,01	0,02	0,04	0,04	0,04	<b>0,03</b>
<b>OP. 2</b>	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,02	0,01	0,02	0,04	0,04	0,04	<b>0,03</b>
<b>OP. 3</b>	0,01	0,08	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,02	0,01	0,02	0,04	0,04	0,04	<b>0,03</b>
<b>OP. 4</b>	0,13	0,11	0,12	0,08	0,16	0,19	0,14	0,13	0,13	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,11	0,11	0,11	0,06	0,03	0,04	0,07	0,06	0,06	<b>0,10</b>
<b>OP. 5</b>	0,13	0,11	0,12	0,03	0,05	0,02	0,14	0,13	0,13	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,11	0,11	0,11	0,06	0,03	0,04	0,07	0,06	0,06	<b>0,09</b>
<b>OP. 6</b>	0,13	0,11	0,12	0,03	0,16	0,06	0,14	0,13	0,13	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,11	0,11	0,11	0,06	0,03	0,04	0,07	0,06	0,06	<b>0,09</b>
<b>OP. 7</b>	0,05	0,05	0,05	0,02	0,01	0,01	0,03	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,03	0,02	0,02	0,05	0,05	0,05	<b>0,05</b>
<b>OP. 8</b>	0,05	0,05	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,03	0,02	0,02	0,05	0,05	0,05	<b>0,05</b>
<b>OP. 9</b>	0,05	0,05	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,08	0,03	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,03	0,02	0,02	0,05	0,05	0,05	<b>0,05</b>
<b>OP. 10</b>	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,03	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,02	0,01	0,02	0,04	0,04	0,04	<b>0,02</b>
<b>OP. 11</b>	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,02	0,01	0,02	0,04	0,04	0,04	<b>0,02</b>
<b>OP. 12</b>	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,02	0,01	0,02	0,04	0,04	0,04	<b>0,02</b>
<b>OP. 13</b>	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,06	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	<b>0,02</b>
<b>OP. 14</b>	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	<b>0,01</b>
<b>OP. 15</b>	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,06	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	<b>0,01</b>
<b>OP. 16</b>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,01	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	<b>0,02</b>
<b>OP. 17</b>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,00	0,01	0,00	0,03	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	<b>0,01</b>
<b>OP. 18</b>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,00	0,04	0,01	0,03	0,02	0,02	0,04	0,04	0,04	<b>0,02</b>
<b>OP. 19</b>	0,13	0,11	0,12	0,23	0,16	0,19	0,14	0,13	0,13	0,08	0,08	0,08	0,03	0,03	0,03	0,06	0,06	0,06	0,17	0,26	0,34	0,07	0,06	0,06	<b>0,12</b>
<b>OP. 20</b>	0,13	0,11	0,12	0,23	0,16	0,19	0,14	0,13	0,13	0,08	0,08	0,08	0,03	0,03	0,03	0,06	0,06	0,06	0,06	0,09	0,04	0,07	0,06	0,06	<b>0,09</b>
<b>OP. 21</b>	0,13	0,11	0,12	0,23	0,16	0,19	0,14	0,13	0,13	0,08	0,08	0,08	0,03	0,03	0,03	0,06	0,06	0,06	0,06	0,26	0,11	0,07	0,06	0,06	<b>0,10</b>
<b>OP. 22</b>	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	<b>0,01</b>
<b>OP. 23</b>	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	<b>0,00</b>
<b>OP. 24</b>	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	<b>0,01</b>

Se realiza el mismo proceso de calificación cruzada y normalización para las variables de respuesta: tiempos y costos logísticos de distribución. Este se puede evidenciar en las Tablas 17 y 18.



**Tabla 17. Calificación cruzada de las variables de respuesta. Elaboración propia**

<b>COMPARATIVO ENTRE VARIABLES DE RESPUESTA</b>		
	<b>TIEMPOS DE ENTREGA</b>	<b>COSTOS DE DISTRIBUCIÓN</b>
<b>TIEMPOS DE ENTREGA</b>	1,00	0,50
<b>COSTOS DE DISTRIBUCIÓN</b>	2,00	1,00
<b>SUMA</b>	<b>3,00</b>	<b>1,50</b>

**Tabla 18. Normalización de las variables de respuesta. Elaboración propia**

	<b>TIEMPOS DE ENTREGA</b>	<b>COSTOS DE DISTRIBUCIÓN</b>	<b>VECTOR PROMEDIO</b>
<b>TIEMPOS DE ENTREGA</b>	0,33	0,33	<b>0,33</b>
<b>COSTOS DE DISTRIBUCIÓN</b>	0,67	0,67	<b>0,67</b>

Finalmente, se calcula el puntaje total de cada estrategia sumando los productos de los vectores promedio de tiempo y costo, por el respectivo vector promedio de las variables de respuesta. De esa manera se obtienen los resultados relacionados en la Tabla 19.

**Tabla 19. Calificación de las estrategias que conforman el espacio morfológico. Elaboración propia**

<b>Opciones</b>	<b>Tiempos de entrega</b>	<b>Costos de distribución</b>	<b>Total</b>
<b>OP. 1</b>	0,05	0,03	<b>0,04</b>
<b>OP. 2</b>	0,05	0,03	<b>0,03</b>
<b>OP. 3</b>	0,04	0,03	<b>0,03</b>
<b>OP. 4</b>	0,11	0,10	<b>0,10</b>
<b>OP. 5</b>	0,09	0,09	<b>0,09</b>
<b>OP. 6</b>	0,10	0,09	<b>0,09</b>
<b>OP. 7</b>	0,06	0,05	<b>0,05</b>
<b>OP. 8</b>	0,05	0,05	<b>0,05</b>
<b>OP. 9</b>	0,06	0,05	<b>0,05</b>
<b>OP. 10</b>	0,02	0,02	<b>0,02</b>
<b>OP. 11</b>	0,02	0,02	<b>0,02</b>
<b>OP. 12</b>	0,02	0,02	<b>0,02</b>
<b>OP. 13</b>	0,02	0,02	<b>0,02</b>
<b>OP. 14</b>	0,02	0,01	<b>0,01</b>
<b>OP. 15</b>	0,02	0,01	<b>0,02</b>
<b>OP. 16</b>	0,02	0,02	<b>0,02</b>
<b>OP. 17</b>	0,01	0,01	<b>0,01</b>

<b>OP. 18</b>	0,02	0,02	<b>0,02</b>
<b>OP. 19</b>	0,08	0,12	<b>0,10</b>
<b>OP. 20</b>	0,07	0,09	<b>0,08</b>
<b>OP. 21</b>	0,07	0,10	<b>0,09</b>
<b>OP. 22</b>	0,01	0,01	<b>0,01</b>
<b>OP. 23</b>	0,00	0,00	<b>0,00</b>
<b>OP. 24</b>	0,01	0,01	<b>0,01</b>
<b>PONDERACIÓN</b>	0,33	0,67	

De esta manera, se logra el objetivo de identificar las estrategias que mejor pueden influir en el incremento de la competitividad del sector logístico colombiano de distribución, siendo estas las de mejor calificación obtenida en el AHP: las estrategias 19 y 4. Éstas recomiendan que la infraestructura de transporte debe ser ampliada en los siguientes 30 años, como también que se deben emplear en mayor medida los diferentes medios de transporte de mercancías, siendo estos los terrestres, fluviales, marítimos y aéreos. Ambas se respaldan en el uso de tecnologías de la información y la comunicación para mejorar el flujo de información desde el cliente y entre los eslabones de la cadena productiva, y empleando adecuados modelos de selección de proveedores logísticos, cuando se busca, ya sea una integración horizontal de los servicios logísticos, o la tercerización de los mismos.

Para evaluar si las diferencias entre las calificaciones obtenidas en el AHP son significativas, se realiza una Prueba de Análisis de Varianza de un Factor (ANOVA) (ver Anexo B), que da como resultado una no significancia en los valores obtenidos, pero sí resalta que hay un grupo de 6 estrategias, las de mayor calificación, que se diferencia de los demás grupos. Ante esto, se debe prestar atención también a las estrategias 5, 6, 20 y 21, que al igual que las 2 de mayor calificación, resaltan la necesidad de la ampliación de infraestructura y el uso de transporte multimodal, pero ahora encaminados a ofrecer mejores respuestas a la creciente tendencia del *e-commerce* y a prestar mayor atención a las nuevas regulaciones ambientales.

Por último, cabe resaltar que el ejercicio prospectivo conformó otras estrategias que incluían variables y configuraciones muy bien respaldadas por los autores consultados, que pueden resultar de gran utilidad en el mejoramiento de la competitividad nacional del sector estudiado, por lo que son recomendadas para su desarrollo en futuras investigaciones.

## **8. CONCLUSIONES**

Se realizó el diseño de las estrategias logística empleando las herramientas prospectivas de análisis estructural y espacio morfológico, para mejorar la competitividad del sector logístico de distribución colombiano, y su selección se logró con ayuda de un proceso analítico jerárquico.

Con lo anterior fue posible establecer veinticuatro (24) estrategias potenciales que están acordes a los requerimientos del entorno sectorial tanto del país como de Latinoamérica y el Caribe.

Dos estrategias se destacaron por su alta calificación. La primera, consistente en emplear de manera integral los medios de transporte multimodal, tecnologías de la información y una adecuada selección de proveedores de servicios logísticos, cuando se requiera una tercerización total o parcial de estos, o cuando se desee la integración horizontal de operadores en pro de la optimización de sus recursos. Por otro lado, la segunda estrategia resalta la necesidad de ampliar la infraestructura física de transporte, como vías terrestres, fluviales, puertos, aeropuertos y zonas de *cross-docking*.

Sin embargo, acorde al grupo de estrategias de mayor calificación que fue diferenciado en la prueba estadística ANOVA, también se debe prestar atención a aquellas configuraciones relacionadas con: 1) destinar mayor capacidad logística a los negocios de e-commerce, pues es una forma de comercio actual en constante crecimiento que demanda eficientes servicios de distribución, y 2) a la implementación de nuevas políticas de sostenibilidad ambiental, con la intención de idear actividades de distribución que tengan un impacto menos negativo sobre el medio ambiente.

Estos resultados fueron consecuentes con el Plan Nacional de Desarrollo colombiano, lo cual demuestra que las herramientas prospectivas son útiles para el planteamiento de estrategias que mejoren la competitividad de un país en vía de desarrollo como Colombia.

## **9. LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN Y RECOMENDACIONES**

En el sector logístico colombiano de distribución de bienes y servicios, deben realizarse estudios que generen nuevos modelos de integración de operadores logísticos, con los cuales se agrupen sus recursos físicos de transporte y TIC en busca de disminuir la cantidad de rutas repetidas y la subutilización de los recursos disponibles, lo cual, según la revisión realizada, puede llegar a un ahorro del 20% de los costos de distribución. Sin embargo, esta integración debe ser analizada junto a nuevos modelos de ruteo, actividades de *cross-docking* y ubicación de los centros de

reabastecimiento, y modos de transporte físico, teniendo en cuenta la extensión y características geográficas de Colombia, con el fin de mejorar simultáneamente los tiempos de entrega.

Por otro lado, debe abordarse el diseño de modelos de distribución que consideren las nuevas regulaciones ambientales que se encuentran en auge con la intención de disminuir los impactos ambientales. De esa manera, se deben diseñar estrategias para la entrega de bienes y servicios que consideren el tamaño de las ciudades, el tipo de zonas, ya sean industriales, comerciales o habitacionales, los horarios de mayor circulación peatonal y de tráfico, y las ventanas horarias permitidas para hacer las entregas, como también los vehículos a emplear y su consumo de combustible y de llantas según los modos de conducción. En el mismo campo y también con gran potencial para la formulación de nuevas líneas de investigación, se presenta la logística inversa con la necesidad de modelos aplicados en el territorio nacional para la recolección de materiales ya utilizados en productos desechados que puedan reutilizarse en nuevos productos y así, disminuir la demanda y extracción de materias primas nuevas.

Resulta interesante para el campo de la logística estratégica, evaluar los impactos sociales que acarrearán las adecuaciones de la infraestructura de transporte y de TIC que se están llevando a cabo según los planes de desarrollo vigentes, en busca de verificar si en efecto mejoran la calidad de vida de los habitantes del país, condición que debe darse ante la mejora competitiva del sector productivo.

Siendo la prospectiva tecnológica una de las ramas más estudiadas de la prospectiva, es de gran utilidad, idear nuevas herramientas de trazabilidad y seguimiento de cargas, de identificación de mercancías, de escáner no intrusivos, y de cargue y descargue de mercancías, de manera que se puedan conectar con sistemas de información y con los medios de transporte empleados en el país a través de IoT.

Adicionalmente, las estrategias seleccionadas en este proyecto requieren que se evalúen las redes de transporte multimodal más eficientes y la ampliación de la infraestructura de transporte que se ajuste mejor a la geografía terrestre, fluvial y aérea del territorio colombiano.

Finalmente, en concordancia con las recomendaciones anteriores las líneas de investigación que podrían derivarse de este proyecto de investigación son: prospectiva estratégica para el transporte multimodal, prospectiva estratégica para infraestructura y TIC, e integración logística.

## ANEXO A – Listado de artículos empleados

Artículo	Año del artículo	Revista de publicación
Feasibility Analysis of Establishing Logistics Clusters in Lithuania	2017	Procedia Engineering
The contribution of transport infrastructure to economic activity The case of Belgium	2017	Case Studies on Transport Policy
Using Structural Equations Modeling to explore perceived urban freight deliveries parking issues	2017	Transportation Research Part A Policy and Practi
A cyberGIS approach to uncertainty and sensitivity analysis in biomass supply chain optimization	2017	Applied Energy
Introduction to the STEEPVL Analysis of the New Silk Road Initiative	2017	Procedia Engineering
Ports regions and manufacturing systems Automobile manufacturing in Kyushu Japan	2017	Case Studies on Transport Policy
Semi automated map creation for fast deployment of AGV fleets in modern logistics	2017	Robotics and Autonomous Systems
A logit model for shipment size choice with latent classes Empirical findings for Germany	2017	Transportation Research Part A Policy and Practice
Investigating the potential for off hour deliveries in the city of Rome Retailers perceptions and stated reactions	2017	Transportation Research Part A
Assessment of Transport Specialists Competencies in Transport Logistics Companies	2017	Procedia Engineering
Evaluation of Urban Consolidation Centers A Methodological Framework	2017	Procedia Engineering
An AHP based framework for logistics operations in distribution centres	2017	International Journal of Production Economics
Cooperation and profit allocation in two echelon logistics joint distribution network optimization	2017	Applied Soft Computing
Work Standards in Selected Third Party Logistics Operations MTM LOGISTICS Case Study	2017	Procedia Engineering
Dynamic charging while driving systems for freight delivery services with electric vehicles Traffic and energy modelling	2017	Transportation Research
The constrained collaboration algorithm for intelligent resource distribution in supply networks	2017	Computers Industrial Engineering
An interventionist strategy for warehouse order picking Evidence from two case studies	2017	International Journal of Production Economics
A customized genetic algorithm for solving multi period cross dock truck scheduling problems	2017	Measurement
Optimisation of partial collaborative transportation scheduling in supply chain management with 3PL using ACO	2017	Expert Systems with Applications
Mitigating risks of perishable products in the cyber physical systems based on the extended MRP model	2017	International Journal of Production Economic
A forecasting approach for truckload spot market pricing	2017	Transportation Research Part A Policy and Practice.htm
Contested port hinterlands An empirical survey on Adriatic seaports	2017	Case Studies on Transport Policy

Encouraging intermodality A stated preference analysis of freight mode choice in Rio Grande do Sul	2017	Transportation Research Part A Policy and Practice
ICT adoption in multimodal transport sites Investigating institutional related influences in international seaports terminals	2017	Transportation Research Part A Policy and Practice
An intermodal transportation geospatial network modeling for containerized soybean shipping	2017	Journal of Ocean Engineering and Science
Transshipment hub selection from a shipper s and freight forwarder s perspective	2017	Expert Systems with Applications
Energy efficiency and rebound effect in European road freight transport	2017	Transportation Research Part A Policy and Practice
Minimization of disruption related return flows in the supply chain	2017	International Journal of Production Economics
Grain supply chain network design and logistics planning for reducing post harvest loss	2016	Biosystems Engineering
Harvest logistics in agricultural systems with multiple independent producers and no on farm storage	2016	Computers Industrial Engineering
Data challenges in dynamic large-scale resource allocation in remote regions	2016	Safety Science
Integrating multimodal transport into forest delivered biofuel supply chain design	2016	Renewable Energy
Freight Demand Management and the Potential of Receiver Led Consolidation programs	2016	Transportation Research Part A Policy and Practice
Fleet sizing in chemical supply chains using agent based simulation	2016	Computers Chemical Engineering
Data estimation methods for predicting temperatures of fruit in refrigerated containers	2016	Biosystems Engineering
Curbing opportunism in logistics outsourcing relationships The role of relational norms and contract	2016	International Journal of Production Economic
Cross docking Operation Scheduling Truck Arrivals Shop Floor Activities and Truck Departures	2016	IFAC PapersOnLine
Reverse logistics in Malaysia The Contingent role of institutional pressure	2016	International Journal of Production Economics
A hybrid metaheuristic algorithm for heterogeneous vehicle routing problem with simultaneous pickup and delivery	2016	Expert Systems with Applications
Quantitative Analysis of Material Flow of Used Mobile Phones in Japan	2016	Procedia CIRP
Temperature sensors based on the temperature memory effect in shape memory alloys to check minor over heating	2016	Sensors and Actuators A Physical
The Combination Truck Routing Problem A Survey	2016	Procedia Engineering
Combining statistical learning with metaheuristics for the Multi Depot Vehicle Routing Problem with market segmentation	2016	Computers Industrial Engineering
Optimal recharging strategies for electric vehicle fleets with duration constraints	2016	Transportation Research Part C Emerging Technologies
A negotiation protocol to improve planning coordination in transport driven supply chains	2016	Journal of Manufacturing Systems.htm
Carbon capped Distribution Planning A JIT Perspective	2016	Computers Industrial Engineering

An integrative approach in measuring hub port supply chain performance Potential contributions of a logistics and transport data exchange platform	2016	Case Studies on Transport Policy
Relations between stress potential of work features and occupational commitment of transport workers in the context of optimization of logistics strat	2016	IFAC-PapersOnLine
Physical assets and service sharing for IoT enabled Supply Hub in Industrial Park SHIP	2015	International Journal of Production Economics
Relocating a Multiple Tenants Logistics Center Lesson Learned from an Air Cargo Terminal Relocation Project	2015	Procedia Manufacturing
Applying Input output Model to Estimate the Broader Economic Benefits of Cipularang Tollroad Investment to Bandung District	2015	Procedia Engineering
City logistics for perishable products The case of the Parma s Food Hub	2015	Case Studies on Transport Policy
Urban Freight Distribution The impact of delivery time on sustainability	2015	IFAC PapersOnLine
Multi-dimensional Reverse Channel Decision under Different Collection Strategies	2015	IFAC PapersOnLine
A knowledge based logistics operations planning system for mitigating risk in warehouse order fulfillment	2015	International Journal of Production Eco
Composite goal methods for transportation network optimization	2015	Expert Systems with Applications Transportation Research Part C Emerging Technologies
A dynamic closed loop vehicle routing problem with uncertainty and incompatible goods	2015	Emerging Technologies
Two level vehicle routing with cross docking in a three-echelon supply chain A genetic algorithm approach	2015	Applied Mathematical Modelling
A crowdsourcing solution to collect e commerce reverse flows in metropolitan areas	2015	IFAC PapersOnLine
A branch and price approach to evaluate the role of cross docking operations in consolidated supply chains	2015	Computers Chemical Engineering
A MILP based column generation strategy for managing large scale maritime distribution problems	2015	Computers Chemical Engineering
Multi objective multi population biased random key genetic algorithm for the 3 D container loading problem	2015	Computers Industrial Engineering
The time dependent two echelon capacitated vehicle routing problem with environmental considerations	2015	International Journal of Production Economic
Fuzzy multi objective programming algorithm for vehicle routing problems with backhauls	2015	Expert Systems with Applications
Offshore Service Vessel activity forecast and regulatory modeling in the U S Gulf of Mexico 2012 2017	2015	Marine Policy.htm
Relationship between logistics infrastructure and trade Evidence from Spanish regional exports	2015	Transportation Research Part A Policy and Practice
Impact of fuel price and emissions on inventory policies	2015	Applied Mathematical Modelling
Modelling food logistics networks with emission considerations The case of an international beef supply chain	2014	International Journal of Production
Problems of the Development of the Infrastructure of the Far East Russia	2014	IERI Procedia

Logistics network planning for offshore air transport of oil rig crews	2014	Computers Industrial Engineering
The efficiency potential of ICT in haulier operations	2014	Computers in Industry
Simultaneous control of vehicle routing and inventory for dynamic inbound supply chain	2014	Computers in Industry
Supply chain dynamics and the cross-border effect The U S Mexican border s case	2014	Computers Industrial Engineering
Choosing an optimal return rate and a reverse logistics policy from the solution of a constrained LQG problem	2014	IFAC Proceedings Volumes
Impact of transportation lead time variability on the economic and environmental performance of inventory systems	2014	International Journal of Product
Layout analysis affecting strategic decisions in artificial container terminals	2014	Computers Industrial Engineering
Enhancing variable neighborhood search by adding memory Application to a real logistic problem	2014	Knowledge Based Systems
Cross docking and milk run logistics in a consolidation network A hybrid of harmony search and simulated annealing approach	2014	Journal of Manufacturing
Supply Chain Strategies for the International Interoceanic Mazatlan Houston Logistic Corridor	2014	Journal of Applied Research and Technology
Quasi linear stochastic programming model based on expectation and variance and its application in transportation problem	2014	Applied Mathematical Mo
Combined demand and capacity sharing with best matching decisions in enterprise collaboration	2014	International Journal of Production Economics
Evolutionary Game Analysis of Coopetition Relationship between Regional Logistics Nodes	2014	Journal of Applied Research and Technology
Constructing sustainable supply chain under double environmental medium regulations	2014	International Journal of Production Economics
Conceptual Design of an Off-site Industrialization Process for FRP based Transport Infrastructure Components	2013	Procedia CIRP
Critical factors in e business adoption Evidence from Australian transport and logistics companies	2013	International Journal of Production Economics
Stochastic models for the coordinated production and shipment problem in a supply chain	2013	Computers Industrial Engineering
Minimizing Carbon Emissions through Vehicle Routing and Scheduling in the Shuttle Service of Picking up and Delivering Customers to the Airport	2013	Acta Automatica Sinica
The reduction of greenhouse gas emissions from freight transport by pooling supply chains	2013	International Journal of Production Economics
The logistics of supplying single vs multi crop cellulosic feedstocks to a biorefinery in southeast North Dakota	2013	Applied Energy
A sweep heuristic based formulation for the vehicle routing problem with cross docking	2013	Computers Chemical Engineering
A hybrid discrete particle swarm optimization for vehicle routing problem with simultaneous pickup and delivery	2013	Computers Industrial Engineering
In transit services and hybrid shipment control The use of smart goods in transportation networks	2013	Transportation Research Part C Emerging Technologies



Local search techniques for a routing packing problem	2013	Computers Industrial Engineering
Horizontal transshipment technologies as enablers of combined transport Impact of transport policies on the modal split	2013	Transportation Research P
Estimating the performance of intelligent transport systems wireless services for multimodal logistics applications	2012	Expert Systems with Application
Analysis of urban freight by rail using event based simulation	2012	Simulation Modelling Practice and Theory
Modeling concept for the infrastructure of autonomous logistic processes	2012	CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology
Selection of Reverse Logistics Provider Using AHP	2012	Procedia Engineering
Intelligent transport systems in multimodal logistics A case of role and contribution through wireless vehicular networks in a sea port location	2012	International Journal of Production Economics
Cost assessment of environmental regulation and options for marine operators	2012	Transportation Research Part C Emerging Technologies
Generic balanced scorecard framework for third party logistics service provider	2012	International Journal of Production Economics
Strategic logistics outsourcing An integrated QFD and fuzzy AHP approach	2012	Expert Systems with Applications
The impact of third party logistics providers capabilities on exporters performance	2012	International Journal of Production Economics
GenCLOn An ontology for city logistics	2012	Expert Systems with Applications.htm
The private and social cost efficiency of port hinterland container distribution through a regional logistics system	2012	Transportation Research Part
A method to evaluate the routing policy with two minimal paths within time threshold	2012	Expert Systems with Applications
Dare to care Shipment consolidation reduces not only costs but also environmental damage	2012	International Journal of Production Economics
A recovery model for combinational disruptions in logistics delivery Considering the real-world participators	2012	International Journal of Production Economics
Assessing the impact of cost optimization based on infrastructure modelling on CO2 emissions	2011	International Journal of Production Economics
A Neuro Dynamic Programming approach to synthesize optimal dispatching rules in logistics	2011	IFAC Proceedings Volumes
Coordination of split deliveries in one warehouse multi retailer distribution systems	2011	Computers Industrial Engineering
The Impact of Transportation Network on the Supplier Selection	2011	IFAC Proceedings Volumes
A Statistical Analysis for Micro Simulation of Udc Operativity	2011	Procedia Engineering
A study of distribution center location based on the rough sets and interactive multi objective fuzzy decision theory	2011	Robotics and Computer Integrated Manufacturing
The impacts of congestion on time definitive urban freight distribution networks CO2 emission levels Results from a case study in Portland Oregon	2011	Transportation Research Part C: Emerging Technologies

A simulation modeling and analysis for RFID enabled mixed product loading strategy for outbound logistics A case study	2011	Computers Industrial Engineering
The multi echelon vehicle routing problem with cross docking in supply chain management	2011	Computers Chemical Engineering
An efficient hybrid genetic algorithm for the multi product multi period inventory routing problem	2011	International Journal of Production Economics
An object oriented evaluation framework for dynamic vehicle routing problems under real time information	2011	Expert Systems with Applications
A multi agent platform for auction based allocation of loads in transportation logistics	2011	Expert Systems with Applications
Research on the Management System of enterprises using Modern Logistics Supply Chain Theory	2011	Procedia Engineering
The use of outsourcing logistics activities The case of turkey	2011	Transportation Research Part C Emerging Technologies
Structural concepts for horizontal cooperation to increase efficiency in logistics	2011	CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology
Tracking a moving object via a sensor network with a partial information broadcasting scheme	2011	Information Sciences
Unintended environmental impacts of nighttime freight logistics activities	2010	Transportation Research Part A Policy and Practice
Unintended impacts of increased truck loads on pavement supply chain emissions	2010	Transportation Research Part A Policy and Practice
easyABMS A domain expert oriented methodology for agent based modeling and simulation	2010	Simulation Modelling Practice and Theory
Analytical Network Process for logistics management A case study in a small electronic appliances manufacturer	2010	Computers Industrial Engineering
Determining a logistics provider s flexibility capability	2010	International Journal of Production Economics
Forecasting the carbon footprint of road freight transport in 2020	2010	International Journal of Production Economics.htm
Genetic algorithm dynamic performance evaluation for RFID reverse logistic management	2010	Expert Systems with Applications
Perceptions of industrial risk and emergency management procedures in Hazmat Logistics A qualitative mental model approach	2009	Safety Science
eMaintenance Information logistics for maintenance support	2009	Robotics and Computer Integrated Manufacturing
Facilitating multimodal logistics and enabling information systems connectivity through wireless vehicular networks	2009	International Journal of Production
RFID together with multi agent systems to control global value chains	2009	Annual Reviews in Control
Entropy Based Optimization of Decentralized Supply Chain Networks	2008	IFAC Proceedings Volumes
Prediction Method for Regional Logistics	2008	Tsinghua Science Technology.htm
Reducing power consumption via a discontinuous operation of temperature modulated micro hotplate gas sensors Application to the logistics chain of fruits	2008	Sensors and Actuators B: Chemical

Assessing the impact of ICT on UK general haulage companies	2007	International Journal of Production Economics
Lead time reduction through ICT application in the footwear industry A case study	2007	International Journal of Production Economics
Goods transport in large European cities Difficult to organize difficult to modernize	2007	Transportation Research Part A Policy and Practice
Exploring retailer's sensitivity to local sustainability policies	2007	Journal of Operations Management
A hybrid fuzzy optimization approach to customer grouping based logistics distribution operations	2007	Applied Mathematical Modelling
Transport and the location of foreign logistics firms The Chinese experience	2007	Transportation Research Part A Policy and Practice
Why do Internet commerce firms incorporate logistics service providers in their distribution channels The role of transaction costs and network strength	2007	Journal of Operations Management
ICT AS AN ENABLER TO THE 5 DAY CAR A CENTRAL CHALLENGE TO THE ILIPT PROJECT	2006	IFAC Proceedings Volumes
Airfield simulation with optimization via decomposition	2004	Mathematical and Computer Modelling
Implementation of e procurement and e fulfillment processes A comparison of cases in the motorcycle industry	2004	International Journal of Production Economics
Logistics for worldwide crude oil transportation using discrete event simulation and optimal control	2004	Computers Chemical Engineering
Branch and bound parallelization strategies applied to a depot location and container fleet management problem	2000	Parallel Computing

---

## ANEXO B – Prueba ANOVA

El método de Tukey se utilizó en ANOVA para hacer comparaciones múltiples entre las calificaciones asignadas en el AHP. En la Tabla de resultados las estrategias 4, 5, 6, 19, 20 y 21 mostraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) con relación al resto de calificaciones. Sin embargo, una diferencia no significativa se obtuvo entre ellas ( $p > 0,05$ ), lo que representa que las seis estrategias tienen el mismo potencial para el desarrollo de la competitividad del sector logístico de distribución del país.

### Resultado

HSD Tukey

Estrategia	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
23	24	,004885				
24	24	,005651				
22	24	,006431				
14	24	,014091	,014091			
17	24	,014502	,014502			
15	24	,015803	,015803			
18	24	,015832	,015832			
16	24	,017206	,017206			
13	24	,017611	,017611			
11	24	,018916	,018916			
12	24	,020709	,020709			
10	24	,022603	,022603	,022603		
2	24		,033385	,033385	,033385	
3	24		,034528	,034528	,034528	
1	24		,037975	,037975	,037975	
8	24			,047487	,047487	
9	24				,050719	

7	24				,054234	
20	24					<b>,084355</b>
5	24					<b>,086896</b>
21	24					<b>,093281</b>
6	24					<b>,094357</b>
4	24					<b>,103596</b>
19	24					<b>,104947</b>
<b>Sig.</b>		,689	,127	,085	,351	,376

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acemoglu, D., Johnson, S., & Robinson, J. A. (2005). Los orígenes coloniales del desarrollo comparativo: una investigación empírica. *Revista de Economía Institucional*, 7, 17–67.
- Ahmadizar, F., Zeynivand, M., & Arkat, J. (2015). Two-level vehicle routing with cross-docking in a three-echelon supply chain: A genetic algorithm approach. *Applied Mathematical Modelling*, 39(22), 7065–7081. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apm.2015.03.005>
- Anas, R., Tamin, O. Z., & Wibowo, S. S. (2015). Applying Input-output Model to Estimate the Broader Economic Benefits of Cipularang Tollroad Investment to Bandung District. *Procedia Engineering*, 125, 489–497. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.11.042>
- Arvis, J., Mustra, M., Panzer, J., Ojala, L., & Naula, T. (2016). *Connecting to Compete: Trade Logistics in the Global Economy*. World Bank. Retrieved from <http://lpi.worldbank.org/international/global>
- Avci, M., & Topaloglu, S. (2016). A hybrid metaheuristic algorithm for heterogeneous vehicle routing problem with simultaneous pickup and delivery. *Expert Systems with Applications*, 53, 160–171. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.01.038>
- Badia-Melis, R., Carthy, U. M., & Uysal, I. (2016). Data estimation methods for predicting temperatures of fruit in refrigerated containers. *Biosystems Engineering*, 151, 261–272. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2016.09.009>
- Balbi, E. R. (2014). *Construyendo el futuro*. (Red Escenarios y Estregeia en América Latina, Ed.) (Gustavo Ca). Buenos Aires: Red Escenarios y Estregeia en América Latina.
- Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson Educación.
- Barbero, J. A. (2011). *Infrastructure in the Comprehensive Development of Latin America*.
- Bensassi, S., Márquez-Ramos, L., Martínez-Zarzoso, I., & Suárez-Burguet, C. (2015). Relationship between logistics infrastructure and trade: Evidence from Spanish regional exports. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 72, 47–61. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tra.2014.11.007>
- Bertolini, M., Bottani, E., Rizzi, A., & Bevilacqua, M. (2007). Lead time reduction through {ICT} application in the footwear industry: A case study. *International Journal of Production Economics*, 110(1–2), 198–212. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.02.016>
- Bogataj, D., Bogataj, M., & Hudoklin, D. (2017). Mitigating risks of perishable products in the cyber-physical systems based on the extended (MRP) model. *International Journal of Production Economics*, 193, 51–62. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.06.028>
- Bonet Borjas, C. M. (2004). *Ley de pareto aplicada a la fiabilidad*.
- Caicedo, J. M. (2008). Infraestructura y crecimiento. *Dossier*, 17, 55–57.
- Caplice, C., & Phadnis, S. (2013). *Strategic Issues Facing Transportation, Volume 1: Scenario Planning for Freight Transportation Infrastructure Investment* (Vol. 1).
- Chen, G., Cheung, W., Chu, S.-C., & Xu, L. (2017). Transshipment hub selection from a shipper's and freight forwarder's perspective. *Expert Systems with Applications*, 83, 396–404. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.04.044>

- Cóccola, M., Méndez, C. A., & Dondo, R. G. (2015). A branch-and-price approach to evaluate the role of cross-docking operations in consolidated supply chains. *Computers & Chemical Engineering*, 80, 15–29. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2015.04.039>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2006). *Conpes 3439: Institucionalidad y principios rectores de política para la competitividad y productividad*. Bogotá, D.C.
- Consejo Privado de Competitividad. (2017). *Informe nacional de competitividad 2016-2017*. Retrieved from <http://www.compitem.com.co/site/informe-nacional-de-competitividad-2015-2016-2/>
- Davies, I., Mason, R., & Lalwani, C. (2007). Assessing the impact of (ICT) on (UK) general haulage companies. *International Journal of Production Economics*, 106(1), 12–27. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.04.007>
- Departamento Nacional de Planeación. (2014). *Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018*.
- Departamento Nacional de Planeación. (2015). *Encuesta Nacional de Logística 2015*. Retrieved from <https://onl.dnp.gov.co/es/Publicaciones/Documents/Encuesta Nacional Logística 2015 – Libro de resultados.pdf>
- Dias, J. C. Q., Calado, J. M. F., Osório, A. L., & Morgado, L. F. (2009). (RFID) together with multi-agent systems to control global value chains. *Annual Reviews in Control*, 33(2), 185–195. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2009.03.005>
- Divahar, S. R., & Sudhahar, C. (2012). Selection of Reverse Logistics Provider Using AHP. *Procedia Engineering*, 38, 2005–2008. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.06.242>
- Dondo, R., & Cerdá, J. (2013). A sweep-heuristic based formulation for the vehicle routing problem with cross-docking. *Computers & Chemical Engineering*, 48, 293–311. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2012.09.016>
- Dondo, R., Méndez, C. A., & Cerdá, J. (2011). The multi-echelon vehicle routing problem with cross docking in supply chain management. *Computers & Chemical Engineering*, 35(12), 3002–3024. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2011.03.028>
- Fajnzylber, F. (1988). Competitividad internacional: evolución y lecciones. In Naciones Unidas (Ed.), *Libro de la Cepal* (36th ed., p. 48). Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Gani, A. (2017). The Logistics Performance Effect in International Trade. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 33(4), 279–288. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2017.12.012>
- Godet, M. (1995). *De la anticipación a la acción: Manual de prospectiva y estrategia*. Méxi: ALFAOMEGA. Retrieved from <https://books.google.es/books?id=08PNPAAACAAJ>
- Godet, M. (2000). *La caja de herramientas de la prospectiva estratégica*. GERPA. Retrieved from <http://books.google.es/books?id=fHnNtgAACAAJ>
- Gogas, M. A., & Nathanail, E. (2017). Evaluation of Urban Consolidation Centers: A Methodological Framework. *Procedia Engineering*, 178, 461–471. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.089>
- Gracht, H. von der, Mauksch, S., Markmann, C., & Münnich, M. (2010). Competitiveness Monitor: an integrated Foresight Platform for the German Leading-edge Cluster in

- Logistics. *European Foresight Platform*, (203), 1–4.
- Holguín-Veras, J., & Sánchez-Díaz, I. (2016). Freight Demand Management and the Potential of Receiver-Led Consolidation programs. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *84*, 109–130. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.06.013>
- Hong, J. (2007). Transport and the location of foreign logistics firms: The Chinese experience. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *41*(6), 597–609. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tra.2006.11.004>
- Hosseini, S. D., Shirazi, M. A., & Karimi, B. (2014). Cross-docking and milk run logistics in a consolidation network: A hybrid of harmony search and simulated annealing approach. *Journal of Manufacturing Systems*, *33*(4), 567–577. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2014.05.004>
- Hu, Z.-H., Sheu, J.-B., Zhao, L., & Lu, C.-C. (2015). A dynamic closed-loop vehicle routing problem with uncertainty and incompatible goods. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, *55*, 273–297. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trc.2015.01.010>
- Huo, B., Fu, D., Zhao, X., & Zhu, J. (2016). Curbing opportunism in logistics outsourcing relationships: The role of relational norms and contract. *International Journal of Production Economics*, *182*, 293–303. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.07.005>
- Ittmann, H. W., & King, D. (2010). *The State of Logistics – an overview of logistics in South Africa*. Retrieved from [www.conference.csir.co.za](http://www.conference.csir.co.za)
- ITU. (2016). *Measuring the Information Society Report 2016*. International Telecommunication Union. Retrieved from [http://home.izum.si/cobiss/OZ/2003\\_3/Html/clanek\\_08.html](http://home.izum.si/cobiss/OZ/2003_3/Html/clanek_08.html)
- Ji, G., Gunasekaran, A., & Yang, G. (2014). Constructing sustainable supply chain under double environmental medium regulations. *International Journal of Production Economics*, *147*, Part, 211–219. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.04.012>
- Kain, R., & Verma, A. (2018). Logistics Management in Supply Chain – An Overview. *Materials Today: Proceedings*, *5*(2, Part 1), 3811–3816. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.634>
- Keller, J., Markmann, C., & von der Gracht, H. a. (2014). Foresight support systems to facilitate regional innovations: A conceptualization case for a German logistics cluster. *Technological Forecasting and Social Change*, *97*, 15–28. <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.12.031>
- Koptak, M., Džubáková, M., Vasilienė-Vasiliauskienė, V., & Vasiliauskas, A. V. (2017). Work Standards in Selected Third Party Logistics Operations: MTM-LOGISTICS Case Study. *Procedia Engineering*, *187*, 160–166. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.428>
- Larranaga, A. M., Arellana, J., & Senna, L. A. (2017). Encouraging intermodality: A stated preference analysis of freight mode choice in Rio Grande do Sul. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *102*, 202–211. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.10.028>
- Leitner, R., Meizer, F., Prochazka, M., & Sihn, W. (2011). Structural concepts for horizontal cooperation to increase efficiency in logistics. *{CIRP} Journal of Manufacturing Science and Technology*, *4*(3), 332–337. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2011.01.009>
- Liao, T.-Y., & Hu, T.-Y. (2011). An object-oriented evaluation framework for dynamic vehicle



- routing problems under real-time information. *Expert Systems with Applications*, 38(10), 12548–12558. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.04.041>
- Liu, N., Kim, Y., & Hwang, H. (2009). An optimal operating policy for the production system with rework. *Computers & Industrial Engineering*, 56(3), 874–887. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cie.2008.09.013>
- Liu, S., Chan, F. T. S., & Chung, S. H. (2011). A study of distribution center location based on the rough sets and interactive multi-objective fuzzy decision theory. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 27(2), 426–433. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rcim.2010.09.003>
- Liu, X., Bai, Y., & Chen, J. (2017). An intermodal transportation geospatial network modeling for containerized soybean shipping. *Journal of Ocean Engineering and Science*, 2(2), 143–153. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.joes.2017.05.001>
- Llorca, M., & Jamasb, T. (2017). Energy efficiency and rebound effect in European road freight transport. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 101, 98–110. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.05.002>
- Meersman, H., & Nazemzadeh, M. (2017). The contribution of transport infrastructure to economic activity: The case of Belgium. *Case Studies on Transport Policy*, 5(2), 316–324. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cstp.2017.03.009>
- Meixell, M. J., & Gargeya, V. B. (2005). Global supply chain design: A literature review and critique. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 41(6), 531–550. <http://doi.org/10.1016/j.tre.2005.06.003>
- Mera Rodríguez, C. W. (2012). Concepto, aplicación y modelo de prospectiva estratégica en la administración de las organizaciones. *Revista Estrategia Organizacional*, 25–30.
- Milačić, V. R., & Miler, a. (1986). Artificial intelligence—morphological approach as a new technological forecasting technique. *International Journal of Production Research*. <http://doi.org/10.1080/00207548608919812>
- Mojica, F. J. (2006). Concepto y aplicación de la prospectiva estratégica. *Revista Med*, 14, 122–131.
- Mojica, F. J. (2010). The future of the future: Strategic foresight in Latin America. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(9), 1559–1565. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2010.07.008>
- Mondragon, A. E. C., Lalwani, C. S., Mondragon, E. S. C., Mondragon, C. E. C., & Pawar, K. S. (2012). Intelligent transport systems in multimodal logistics: A case of role and contribution through wireless vehicular networks in a sea port location. *International Journal of Production Economics*, 137(1), 165–175. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.11.006>
- Muffatto, M., & Payaro, A. (2004). Implementation of e-procurement and e-fulfillment processes: A comparison of cases in the motorcycle industry. *International Journal of Production Economics*, 89(3), 339–351. [http://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(02\)00301-8](http://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0925-5273(02)00301-8)
- Nazarko, J., & Kuźmierz, K. A. (2017). Introduction to the (STEEPVL) Analysis of the New Silk Road Initiative. *Procedia Engineering*, 182, 497–503. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.143>

- Neeraja, B., Mehta, M., & Chandani, A. (2014). Supply Chain and Logistics for the Present Day Business. *Procedia Economics and Finance*, 11, 665–675. [http://doi.org/https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00232-9](http://doi.org/https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00232-9)
- Niu, Y.-F., Lam, W. H. K., & Gao, Z. (2014). An efficient algorithm for evaluating logistics network reliability subject to distribution cost. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 67, 175–189. <http://doi.org/10.1016/j.tre.2014.04.009>
- North, D. C., Thomas, R. P., & Lacasta, J. F. (1980). *El nacimiento del mundo occidental: una nueva historia económica: (900-1700)*. Siglo XXI. Retrieved from <http://books.google.com.co/books?id=HOs4pwAACAAJ>
- O’Neal, C. (1970). Morphological analysis: an integrative approach. *Business Horizons (Indiana University)*. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Morphological+Analysis+An+integrative+approach#9>
- Pacheco, J. F., & Contreras, E. (2008). *Manual para la evaluación multicriterio para programas y proyectos*.
- Pacheco, J., García, I., & Álvarez, A. (2014). Enhancing variable neighborhood search by adding memory: Application to a real logistic problem. *Knowledge-Based Systems*, 62, 28–37. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.knosys.2014.02.014>
- Piendl, R., Liedtke, G., & Matteis, T. (2017). A logit model for shipment size choice with latent classes – Empirical findings for Germany. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 102, 188–201. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.08.023>
- Porter, M. E. (1990). The competitive advantage of nations. *Harvard Business Review*, Marzo-Ab, 21.
- Quak, H. J., & de Koster, M. B. M. (2007). Exploring retailers’ sensitivity to local sustainability policies. *Journal of Operations Management*, 25(6), 1103–1122. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.020>
- Rabinovich, E., Knemeyer, A. M., & Mayer, C. M. (2007). Why do Internet commerce firms incorporate logistics service providers in their distribution channels?: The role of transaction costs and network strength. *Journal of Operations Management*, 25(3), 661–681. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.05.012>
- Rodríguez Espinoza, M. (2003). Logística: aspectos estratégicos. In M. Christopher (Ed.), *Logística: Aspectos Estratégicos*. (p. 327). México: Editorial Limusa.
- Rozas, P., Bonifaz, J. L., & Gustavo, G.-G. (2012). *El financiamiento de la infraestructura. Propuestas para el desarrollo sostenible de una política sectorial*.
- Rueda Velasco, F. J., Gonzalez Rodríguez, L. J., López Bello, C. A., Agudelo, I., & Kalenatic, D. ed (Eds.). (2013). *Logística focalizada: una respuesta ante ambientes de asimetría, incertidumbre y volatilidad*. Chía: Chía : Universidad de La Sabana.
- Saura, I. G. I. L. (2008). Tecnologías de la información y la comunicación en la gestión logística.
- Scapolo, F., Geyer, A., Boden, M., Döry, T., & Ducatel, K. (2003). *The Future of Manufacturing in Europe 2015-2020 The Challenge for Sustainability Europe 2015-2020. TECHNICAL REPORT SERIES*.

- Scavarda, M., Seok, H., & Nof, S. Y. (2017). The constrained-collaboration algorithm for intelligent resource distribution in supply networks. *Computers & Industrial Engineering*. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.05.015>
- Schwab, K. (2017). *The Global Competitiveness Report 2016 - 2017*.
- Serrano, C., Moral, J., Delorme, X., & Dolgui, A. (2016). Cross-docking Operation Scheduling: Truck Arrivals, Shop-Floor Activities and Truck Departures. *IFAC-PapersOnLine*, 49(12), 1353–1358. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.751>
- Sha, M., & Srinivasan, R. (2016). Fleet sizing in chemical supply chains using agent-based simulation. *Computers & Chemical Engineering*, 84, 180–198. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2015.08.015>
- Shepherd, B. (2016). Infrastructure, trade facilitation, and network connectivity in Sub-Saharan Africa. *Journal of African Trade*, 3(1), 1–22. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.joat.2017.05.001>
- Soysal, M., Bloemhof-Ruwaard, J. M., & Bektaş, T. (2015). The time-dependent two-echelon capacitated vehicle routing problem with environmental considerations. *International Journal of Production Economics*, 164, 366–378. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.11.016>
- Speranza, M. G. (2018). Trends in transportation and logistics. *European Journal of Operational Research*, 264(3), 830–836. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.08.032>
- Sternberg, H., Prockl, G., & Holmström, J. (2014). The efficiency potential of (ICT) in haulier operations. *Computers in Industry*, 65(8), 1161–1168. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compind.2014.07.002>
- Sugiyama, K., Honma, O., & Mishima, N. (2016). Quantitative Analysis of Material Flow of Used Mobile Phones in Japan. *Procedia {CIRP}*, 40, 79–84. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.060>
- Truschkin, E., & Elbert, R. (2013). Horizontal transshipment technologies as enablers of combined transport: Impact of transport policies on the modal split. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 49, 91–109. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tra.2013.01.024>
- Tsao, Y.-C. (2011). Replenishment policies considering trade credit and logistics risk. *Scientia Iranica*, 18(3), 753–758. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scient.2011.05.022>
- Vanegas Cárdenas, A. del P. (2011). *Impacto de la logística en la macroeconomía latinoamericana (Argentina, Brasil, Colombia, y Perú)*. (A. M. Perdomo Sánchez, J. A. dir Jarrin, D. C. dir Pirachicán Mayorga, & A. del P. Vanegas Cárdenas, Eds.). Tesis, Chía.
- Vergara, A., Ramírez, J. L., & Llobet, E. (2008). Reducing power consumption via a discontinuous operation of temperature-modulated micro-hotplate gas sensors: Application to the logistics chain of fruit. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 129(1), 311–318. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.snb.2007.08.029>
- Vieira, J. G. V., Toso, M. R., da Silva, J. E. A. R., & Ribeiro, P. C. C. (2017). An AHP-based framework for logistics operations in distribution centres. *International Journal of Production Economics*, 187, 246–259. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.03.001>
- Wang, Y., Ma, X., Liu, M., Gong, K., Liu, Y., Xu, M., & Wang, Y. (2017). Cooperation and profit allocation in two-echelon logistics joint distribution network optimization. *Applied Soft*

- Computing*, 56, 143–157. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.asoc.2017.02.025>
- WIPO. (2017). *The global innovation index 2017: Innovation Feeding the World*. Retrieved from <http://www.wipo.int/publications/es/details.jsp?id=4193>
- Witthaut, M., Stone, G., Miemczyk, J., & Hellingrath, B. (2006). ICT as an enabler to the 5-day car: A central challenge to the ILIPT project. *{IFAC} Proceedings Volumes*, 39(3), 285–290. <http://doi.org/https://doi.org/10.3182/20060517-3-FR-2903.00157>
- World Bank. (2010). *Doing Business 2011*. Washington, DC. Retrieved from [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)
- Xu, S., Liu, Y., & Chen, M. (2017). Optimisation of partial collaborative transportation scheduling in supply chain management with 3PL using (ACO). *Expert Systems with Applications*, 71, 173–191. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.11.016>
- Yang, P.-Y., Tang, J.-F., Yu, Y., & Pei, J.-X. (2013). Minimizing Carbon Emissions through Vehicle Routing and Scheduling in the Shuttle Service of Picking up and Delivering Customers to the Airport. *Acta Automatica Sinica*, 39(4), 424–432. [http://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1874-1029\(13\)60042-7](http://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1874-1029(13)60042-7)
- Zeng, T., Hu, D., & Huang, G. (2013). The Transportation Mode Distribution of Multimodal Transportation in Automotive Logistics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 96(Cictp), 405–417. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.048>
- Zheng, J.-N., Chien, C.-F., & Gen, M. (2015). Multi-objective multi-population biased random-key genetic algorithm for the 3-D container loading problem. *Computers & Industrial Engineering*, 89, 80–87. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cie.2014.07.012>