



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# **Evaluación de las variables de decisión que influyen en la localización a escala regional de la infraestructura logística destinada a almacenamiento y bodegaje desde la perspectiva pública y privada**

**Henry Pompilio Martínez Martínez**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial  
Bogotá, Colombia  
2021

# **Evaluación de las variables de decisión que influyen en la localización a escala regional de la infraestructura logística destinada a almacenamiento y bodegaje desde la perspectiva pública y privada**

**Henry Pompilio Martínez Martínez**

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Magister en Ingeniería Industrial**

Director:

MSc Juan Pablo Castellon Torres

Línea de Investigación:

Gestión de Operaciones

Grupo de Investigación:

SEPRO – Sociedad, Economía, Productividad

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial

Bogotá, Colombia

2021

*A mi familia y amigos, que a pesar de las múltiples dificultades me ha acompañado en la construcción de este sueño.*

*A mis padres Luz Elena y Luis Vitencel, quienes siempre llevan mis sueños e ilusiones en sus oraciones diarias.*

*A mi hijo Gabriel Eduardo mi mejor escape que logra renovar mi energía cuando el cuerpo y la mente tienden a desfallecer.*

*Y muy especialmente a mi esposa Gladys Emilia, que con su amor paciente me impulsa en la aventura de un sueño que no termina.*

*La logística comprende los medios y arreglos que hacen funcionar los planes estratégicos regionales. La planeación estrategia regional establece el horizonte; la logística lo hace posible (el autor)*

## Agradecimientos

El autor del presente trabajo de grado desea dejar constancia de su reconocimiento y profundo agradecimiento a **Juan Pablo Castrellón Torres**, profesor de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá D.C. quien de forma desinteresada brindo grandiosos aportes a nivel de mi formación profesional como en la construcción del presente documento.

Mis más sinceros agradecimientos a todos los profesores con los que tuve la oportunidad maravillosa de compartir mi formación magistral, quienes con su calidad profesional y docente elevaron mis capacidades profesionales y personales. Así mismo agradecer al grupo de investigación “SEPRO – Sociedad, Economía, Productividad” por acogerme en sus filas; y en especial a mis compañeros de estudio “ñoñ@s” incansables que nunca dejaron de sorprenderme con sus cualidades, y con los cuales compartimos espacios diversos que se convierten en tesoros para el alma.

De igual manera, reconocer y agradecer por toda la colaboración y confianza brindada por parte del “Cluster de Logística y Transporte de Bogotá – Región”, y los expertos participantes, puesto que sin su participación el presente trabajo de grado no hubiese sido posible.

Finalmente, el autor del presente trabajo rinde un merecido homenaje al ingeniero **Patricio Gil Zapata**, investigador de la Universidad Nacional de Colombia, por mostrarme el camino de regreso a la academia.

## Resumen

### **Evaluación de las variables de decisión que influyen en la localización a escala regional de la infraestructura logística destinada a almacenamiento y bodegaje desde la perspectiva pública y privada**

Los diferentes enfoques teóricos que han abordado la relación entre la infraestructura logística y el territorio se han centrado en analizar los efectos positivos y negativos que tiene el crecimiento y expansión de la infraestructura logística a escala regional, no obstante, se ha profundizado poco en el conocimiento de las causas, o en los elementos que conforman esta relación.

El trabajo de grado trata de ahondar en el análisis de la regionalización de la infraestructura logística, desde la organización logística hacia el uso de la tierra y desde la planeación local hasta un sistema de gobernanza y planificación regional más amplio; por ello como objetivo se propone identificar y evaluar las variables de decisión que influyen en la localización a escala regional de la infraestructura logística destinada al almacenamiento y bodegaje.

Teniendo en cuenta el objetivo planteado, y siguiendo como estrategia de investigación el modelo cuantitativo, el presente trabajo realizó un acercamiento teórico a la relación entre la logística y el territorio, los modelos tradicionales de localización y su aplicación en las decisiones de localización a escala regional; a partir de esta revisión y del análisis de los modelos teóricos se identificaron, clasificaron y evaluaron las variables de decisión que influyen en la localización a escala regional de la infraestructura logística, integrando el Análisis Jerárquico Multicriterio – AHP, La consulta a expertos y el uso de los Sistemas de Información Geográfica para dar alcance a los objetivos propuestos, con lo cual se pudo

establecer que las variables más relevantes están relacionadas con la infraestructura de transporte y servicios públicos, el marco tributario y la disponibilidad de tierra.

Los resultados, fueron integrados en un estudio de caso, el cual permitió establecer la capacidad de articulación logística para los municipios que conforman la Sabana de Bogotá, gracias a ello se identificó como elementos críticos para los procesos de planificación de la logística regional la infraestructura de transporte y la disponibilidad de tierra para fines logísticos.

**Palabras clave:** Infraestructura Logística, Geografía Logística, Análisis Jerárquico Multicriterio – AHP, Sistemas de Información Geográfica, Logística y Territorio, Sabana de Bogotá

## Abstract

### **Evaluation of the decision variables that influence the regional location of the logistics infrastructure for storage and warehousing from the public and private perspective**

The different theoretical approaches that have addressed the relationship between the logistics infrastructure and the territory have focused on analyzing the positive and negative effects of the growth and expansion of the logistics infrastructure on a regional scale, however, little in-depth knowledge has been provided of the causes, or the elements that make up this relationship.

The degree work tries to delve into the analysis of the regionalization of logistics infrastructure, from logistics organization to land use and from local planning to a broader regional planning and governance system; Therefore, as an objective, it is proposed to identify and evaluate the decision variables that influence the location at a regional scale of the logistics infrastructure for storage and warehousing.

Taking into account the proposed objective, and following the quantitative model as a research strategy, the present work carried out a theoretical approach to the relationship between logistics and the territory, traditional location models and their application in location decisions on a regional scale. Based on this review and the analysis of the theoretical models, the decision variables that affect the regional location of the logistics infrastructure were identified, classified and evaluated, integrating the Hierarchical Multicriteria Analysis - AHP, Expert Consultation and use of the Systems of Geographic Information to achieve the proposed objectives, with which it was possible to establish that the most relevant variables are related to the transport infrastructure and public services, the tax framework and the availability of land.

The results were integrated into a case study, which was able to establish the articulation capacity for the municipalities that make up the Sabana de Bogotá, identifying as critical elements for the planning processes of regional logistics, transport infrastructure and availability of land for logistical purposes.

**Keywords:** Logistics Infrastructure, Logistics Geography, Multicriteria Hierarchical Analysis - AHP, Geographic Information Systems, Logistics and Territory, Sabana de Bogotá

Este Trabajo Final de maestría fue calificado en septiembre de 2021 por los siguientes evaluadores:

Christian Johannes Bruszies

Profesor Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional de Colombia

Juan David Suárez Moreno

Profesor Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional de Colombia

# Contenido

	Pág.
<b>Resumen.....</b>	<b>V</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>VII</b>
<b>Lista de figuras .....</b>	<b>XIII</b>
<b>Lista de tablas .....</b>	<b>XIV</b>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1 Identificación del problema .....	2
1.2 Objetivos.....	6
1.2.1 Objetivo General .....	6
1.2.2 Objetivos específicos.....	6
1.3 Metodología.....	7
1.3.1 Análisis multicriterio y Sistemas de información geográfica - SIG.....	9
▪ Etapa 1: Análisis jerárquico multicriterio – AHP .....	9
▪ Etapa 2: Consulta a expertos .....	11
▪ Etapa 3: Análisis caso de estudio.....	11
1.3.2 Metodología del caso de estudio .....	15
▪ Fuentes de información .....	16
▪ Desarrollo del caso de estudio .....	17
1.4 Estructura .....	17
<b>2. Estado del arte .....</b>	<b>19</b>
2.1 Planificación logística regional .....	19
2.1.1 Logística y territorio .....	19
2.1.2 De la planificación local a la regional.....	20
2.1.3 Efectos de la logística en la planificación regional .....	23
▪ La infraestructura logística y el desarrollo regional .....	24
▪ El riesgo de la especulación en la planificación .....	26
2.1.4 Infraestructura logística y uso del suelo.....	28
▪ Dirección del flujo de carga .....	30
▪ Demanda futura de tierra.....	32
2.1.5 Tendencias futuras en los requisitos logísticos de tierra.....	33
▪ Tendencias y paradigmas globales 2030.....	33
▪ Tendencias y planificación logística regional .....	39
2.2 Modelos de localización de infraestructuras logísticas .....	41
2.2.1 Planeación de la instalación de localizaciones .....	43
2.2.2 Modelos para la resolución de problemas de localización .....	44

2.3	Conclusión revisión estado del arte .....	46
<b>3.</b>	<b>Variables de decisión a escala regional .....</b>	<b>48</b>
3.1	Determinantes tradicionales en la evaluación de la ubicación .....	49
3.2	Variables para la planeación de la infraestructura logística regional.....	52
3.3	Caracterización de las variables de decisión a escala regional .....	54
3.3.1	Transporte y conectividad (T&C) .....	56
	▪ Clasificación de la red vial .....	56
	▪ Índice de suficiencia de la red vial (Índice de Engel).....	57
3.3.2	Electricidad y suministro de agua (E&SA).....	57
	▪ Cobertura de energía eléctrica.....	57
	▪ Cobertura de acueducto y alcantarillado .....	58
3.3.3	Configuración de TI y telecomunicación (TIC) .....	59
3.3.4	Dirección del flujo de carga (DFC) .....	59
3.3.5	Costo de tierra (CoT) .....	60
3.3.6	Políticas de impuestos (PI) .....	61
3.3.7	Incentivos (Inc) .....	61
3.3.8	Política de Planificación de uso del suelo (PPUS) .....	62
3.3.9	Tamaño del mercado (TM) .....	63
3.3.10	Proximidad al mercado principal (PMM) .....	63
3.3.11	Alcance del crecimiento del mercado (ACM) .....	64
<b>4.</b>	<b>Evaluación de las variables de decisión a escala regional .....</b>	<b>65</b>
4.1	Evaluación de criterios mediante un Análisis jerárquico multicriterio – AHP .....	65
4.1.1	Determinación de las preferencias.....	66
	▪ Matriz de comparaciones pareadas .....	67
	▪ Síntesis de los resultados .....	68
	▪ Determinación de la consistencia .....	69
4.1.2	Resultados del Análisis jerárquico multicriterio – AHP .....	70
	▪ Evaluación de criterios.....	70
	▪ Evaluación de variables (subcriterios).....	71
4.2	Análisis entrevistas a expertos .....	73
4.2.1	Análisis de resultados .....	74
<b>5.</b>	<b>Sabana de Bogotá, caso de estudio .....</b>	<b>79</b>
5.1	Localización y división político-administrativa .....	79
5.2	Aspectos logísticos relevantes .....	81
5.2.1	Infraestructura logística destinada almacenamiento y bodegaje .....	81
5.2.2	Dirección del flujo de carga (DFC), en la Sabana de Bogotá .....	86
	▪ Gobernanza de la dirección del flujo de carga .....	87
	▪ Relación del volumen de carga entrante y saliente .....	87
5.2.3	Transporte y conectividad (T&C), en la Sabana de Bogotá.....	88
5.2.4	Servicios Públicos (SP), en la Sabana de Bogotá.....	90
5.2.5	Disponibilidad de Tierra (DT), en la Sabana de Bogotá .....	93
5.2.6	Marco Tributario (MT), en la Sabana de Bogotá .....	98
5.2.7	Tamaño y Alcance del mercado (TAM), y Proximidad al mercado principal (PMM), en la Sabana de Bogotá .....	99
5.3	Capacidad de articulación logística regional.....	99
5.4	Conclusiones y recomendaciones del caso de estudio.....	107
5.4.1	Conclusiones .....	107
5.4.2	Recomendaciones .....	108

---

<b>6. Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>110</b>
6.1 Conclusiones .....	110
6.2 Recomendaciones .....	112
<b>A. Anexo A: Formato de Encuesta .....</b>	<b>114</b>
<b>B. Anexo B: Resultado de encuestas.....</b>	<b>116</b>
<b>C. Anexo C: Entrevista Semiestructurada, Consulta a expertos .....</b>	<b>121</b>
<b>D. Anexo D: Listado Expertos Consultados .....</b>	<b>124</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>125</b>

## Lista de figuras

	Pág.
<b>Figura 1-1:</b> Metodología de la investigación.....	8
<b>Figura 1-2:</b> Proceso para evaluar la capacidad de articulación logística regional.....	12
<b>Figura 1-3:</b> Herramienta de conversión de polígono a Raster – ArcGIS Desktop 10.7.1	13
<b>Figura 1-4:</b> Herramienta de reclasificación de Raster – ArcGIS Desktop 10.7.1 .....	14
<b>Figura 1-5:</b> Herramienta de suma ponderada– ArcGIS Desktop 10.7.1 .....	15
<b>Figura 1-6:</b> Estructura del trabajo de grado.....	18
<b>Figura 2-1:</b> Efecto de la deslocalización de la fabricación en la estructura de la cadena de suministro .....	31
<b>Figura 2-2:</b> Marco de diseño de la cadena de suministro .....	42
<b>Figura 3-1:</b> Factores que afectan los requerimientos de tierra de la actividad logística 50	50
<b>Figura 4-1:</b> Estructura de la aplicación del proceso jerárquico analítico (AHP), .....	66
<b>Figura 5-1:</b> División político-administrativa de la Sabana de Bogotá .....	81
<b>Figura 5-2:</b> Inventario y tasa de desocupación multianual.....	84
<b>Figura 5-3:</b> Precios de venta y alquiler por m <sup>2</sup> .....	85
<b>Figura 5-4:</b> Inventario vs Nueva oferta .....	86
<b>Figura 5-5:</b> Relación de la DFC para la Sabana de Bogotá, reporte multianual .....	88
<b>Figura 5-6:</b> Índice suficiencia vial para los municipios de la Sabana de Bogotá .....	90
<b>Figura 5-7:</b> Servicios Públicos (SP), en la Sabana de Bogotá.....	93
<b>Figura 5-8:</b> Usos del suelo aplicables a la logística en la Sabana de Bogotá .....	95
<b>Figura 5-9:</b> Localización de los usos del suelo aplicables a la logística y el grado de valoración de la tierra en la Sabana de Bogotá .....	96
<b>Figura 5-10:</b> Grado de valoración y usos del suelo aplicables a la logística en la Sabana de Bogotá.....	97
<b>Figura 5-11:</b> Capacidad de articulación, Transporte y conectividad (T&C) izq. Y Servicios Públicos (SP) der. ....	103
<b>Figura 5-12:</b> Capacidad de articulación, Disponibilidad de Tierra (DT), izq. Y Marco Tributario (MT) der. ....	104
<b>Figura 5-13:</b> Capacidad de articulación, Tamaño y Alcance del mercado (TAM) izq. y Proximidad al mercado principal (PMM) der. ....	105
<b>Figura 5-14:</b> Capacidad de articulación y expansión logística regional .....	106

## Lista de tablas

	Pág.
<b>Tabla 1-1:</b> Escala fundamental de comparación por pares .....	10
<b>Tabla 1-2:</b> Escala de calificación para la capacidad de articulación .....	13
<b>Tabla 2-1:</b> Retos del proceso de regionalización logística.....	22
<b>Tabla 2-2:</b> Indicadores logísticos aplicados en la planificación del uso del suelo.....	29
<b>Tabla 2-2:</b> Tendencias Globales 2030. ....	35
<b>Tabla 2-2:</b> Categorías de tendencias relacionadas con logística.....	39
<b>Tabla 2-2:</b> Tendencias Globales 2030, relacionadas con logística y planificación territorial	40
<b>Tabla 2-3:</b> Modelos cuantitativos de localización .....	45
<b>Tabla 3-1:</b> Variables aplicados en la planificación logística y el uso del suelo regional	53
<b>Tabla 3-2:</b> Elementos a considerar por variable .....	55
<b>Tabla 3-3:</b> Grado de valorización a partir de los rangos de precios nacionales por hectárea	60
<b>Tabla 4-1:</b> Resultados de la evaluación para los criterios identificados.....	70
<b>Tabla 4-2:</b> Cálculo de $n_{max}$ para el análisis de criterios.....	71
<b>Tabla 4-3:</b> Cálculo de razón de consistencia.....	71
<b>Tabla 4-4:</b> Resultados de la evaluación para las variables identificadas .....	71
<b>Tabla 4-5:</b> Cálculo de $n_{max}$ para el análisis de variables .....	73
<b>Tabla 4-6:</b> Cálculo de razón de consistencia matriz de variables .....	73
<b>Tabla 4-7:</b> Resultados entrevista a expertos .....	74
<b>Tabla 5-1:</b> Municipios de la Sabana de Bogotá.....	80
<b>Tabla 5-2:</b> Reporte multianual del mercado inmobiliario industrial en la sabana de Bogotá	83
<b>Tabla 5-3:</b> Relación de la DFC para la Sabana de Bogotá, reporte multianual.....	87
<b>Tabla 5-4:</b> Índice suficiencia vial para los municipios de la Sabana de Bogotá .....	89
<b>Tabla 5-5:</b> Servicios Públicos (SP), en la Sabana de Bogotá.....	92
<b>Tabla 5-6:</b> Usos del suelo aplicables a la logística en la Sabana de Bogotá .....	94
<b>Tabla 5-7:</b> Grado de valoración y usos del suelo aplicables a la logística en la Sabana de Bogotá	97
<b>Tabla 5-8:</b> Municipios con extensión sobre el ICA, aplicable a la industria logística....	98
<b>Tabla 5-9:</b> Municipios con extensión sobre el ICA, aplicable a la industria logística....	98
<b>Tabla 5-10:</b> Homologación evaluación aspectos logísticos y capacidad de articulación	100

# 1. Introducción

La logística juega un rol preponderante en el desarrollo económico y social de las naciones; por ello, el crecimiento y desarrollo de la infraestructura logística es una necesidad sentida que mejora las capacidades competitivas, al punto de ser considerada como un "Motor fuerte" para el crecimiento económico local (Xu & Wang, 2017).

El efecto del crecimiento logístico, tiende a centrarse en torno a las zonas urbanas que actúan como principales mercados logísticos (N Raimbault et al., 2019); donde se concentran almacenes, centros de distribución y terminales, que condicionan los flujos de la operación y la dinámica del crecimiento de la infraestructura logística (J.-P. Rodrigue & Notteboom, 2009), la cual puede extenderse hasta formar extensas redes de transporte que conectan puertos marítimos, ciudades interiores, terminales intermodales, zonas logísticas, entre otros (J. P. Rodrigue et al., 2010).

Pero el crecimiento de la infraestructura incluso desde la perspectiva de la red logística, no significa que en la práctica exista articulación regional, tal como lo señalan (Flämig & Hesse, 2011), por el contrario carecer de una visión de integración regional, incluso con las zonas suburbanas como lo señalan (Dablanc & Ross, 2012), genera efectos negativos tales como crecimiento desordenado, impactos ambientales y sociales, susceptibilidad a la especulación por demanda de tierra, riesgo por corrupción y falsa sensación de "expansión logística" (Cidell, 2011; Dablanc & Ross, 2012; Meza Cuesta, 2019; Nicolas Raimbault, 2016).

El presente documento abordó los paradigmas antes mencionados, con el propósito de identificar y evaluar las variables de decisión que influyen en la localización a escala regional de la infraestructura logística destinada al almacenamiento y bodegaje, buscando con ello aportar en el conocimiento sobre la relación que existe entre la expansión de la infraestructura logística y la planificación del territorio.

Para cumplir con el propósito planteado, el trabajo de grado se centró en un análisis cuantitativo, partiendo de una verificación teórica que buscaba analizar como diversos autores han abordado la expansión de la infraestructura logística y el territorio, así como identificar los modelos y las variables que dan respuesta al objetivo propuesto; dicho análisis es contrastado mediante la encuesta al “Cluster de Logística y Transporte de Bogotá – Región”; el cual es un actor que hace parte integral del estudio de caso.

Los resultados obtenidos de este ejercicio fueron consolidados en un análisis multicriterio, usando el Proceso Jerárquico Analítico (AHP) para establecer el nivel de importancia de las variables identificadas; posteriormente se realizó el proceso de validación de hallazgos mediante la consulta a expertos, a través de la aplicación de una entrevista semiestructurada.

El estudio de caso recoge la ponderación de las variables identificadas, y la evaluación de cada una de estas para los municipios que conforman la Sabana de Bogotá, integrando ambos resultados mediante la herramienta de geoprocésamiento de “Suma Ponderada”, disponible en la licencia de “Spatial Analyst”, del software ArcGIS Desktop 10.7.1, gracias a la cual se pudo establecer la capacidad regional de articulación y crecimiento de la infraestructura logística destinada a almacenamiento y bodegaje.

## **1.1 Identificación del problema**

Para acercarse a la planeación logística a escala regional, y vislumbrar cuáles son las variables que limitan las decisiones de localización de la infraestructura asociada, es necesario entender cómo ha variado la forma en la cual se organizan los flujos de carga a nivel local, regional y mundial; donde la transformación de la logística sobrepasa lo meramente cuantitativo, e involucra cambios estructurales y operativos, los primeros asociados a los sistemas de fabricación, y los segundos al transporte, lo cual indica una evolución de la geografía de producción y distribución (Markus Hesse & Rodrigue, 2004). Pero este análisis no debe limitarse al origen destino del movimiento de carga, de ella hacen parte análisis complejos de los modos de distribución, almacenamiento, articulación de actores, así como un sistema complejo de interdependencias de espacio/tiempo, no

obstante, como lo señalan Hesse y Rodrigue, se ignora en los análisis aspectos geográficos, urbanos o regionales actuales (Markus Hesse & Rodrigue, 2004).

Las disciplinas tradicionales que han abordado la geografía de la distribución física son la administración de empresas (economía) y las ciencias del transporte; en ellas se cubren parcialmente aspectos del espacio y la ubicación; sin embargo la geografía económica y de transporte no considera a profundidad la relación entre la logística y la relevancia geográfica de la distribución; adicionalmente buena parte de la investigación se centra en aspectos de la planificación del transporte de carga, especialmente en el contexto urbano, ya sea desde una perspectiva de ingeniería y planificación del transporte o enfatizando problemas urbanos relacionados; sin embargo la logística, como geografía, permanece relativamente inexplorada (Markus Hesse & Rodrigue, 2004).

El acercamiento de la logística y la geografía da inicio con un enfoque al transporte, y a los problemas de movilidad individual, centrándose posteriormente en los temas relacionados con comercio, fletes y puertos, siendo este último el que mayor realce y articulación ha tenido en ambas disciplinas (Hanson, 1995; Moyes, 1999; Taaffe & Gauthier, 1996).

La relación entre las implicaciones espaciales de la logística y la geografía ha sido abordada por pocos autores, la visión de las actividades mayoristas y su distribución geográfica surgen de (Getis & Vance, 1971; A. Glasmeier, 1990; A. C. McKinnon, 1983, 1988, 1998; Riemers, 1998); por su parte el análisis del comercio y consumo minorista presta poca atención a los cambios de distribución, centrandó el análisis de geografía y logística en costos de inventario y análisis de la cadena de suministro (Ralston, 2003). Debe destacarse el trabajo de (A. McKinnon, 2009), quien analiza las implicaciones geográficas de la logística, al preguntarse cuáles son los requisitos de tierra presentes y futuros de las actividades logísticas, base para los desarrollos más recientes en torno al tema, y en especial de la visión de la logística y sus implicaciones en el territorio.

Sin embargo, es necesario reconocer que la planeación y el desarrollo de la infraestructura logística especialmente en países en desarrollo se realiza de forma fortuita; tal como lo plantean (Srisawat et al., 2017), quienes además aseguran que los tomadores de decisión especifican la ubicación a partir de modelos de optimización con fuentes de datos limitadas,

puesto que ignoran aspectos como la eficiencia espacial y el potencial del territorio (Zak & Węgliński, 2014).

En el caso particular de Colombia, destaca la existencia de una infraestructura diversa que incluye (Logistic Cluster, 2020):

- Terminales logísticas: 590 aeropuertos y aeródromos de los cuales 74 son propiedad de Aerocivil (Gobierno), 14 departamentales, 9 municipales, 9 militares, 185 de fumigación y 214 privados.
- Infraestructura marítima: 183 instalaciones portuarias, 105 privadas y 78 públicas. Del total, alrededor de 6 operan carga relevante de comercio exterior.
- Infraestructura ferroviaria: Red de Ferrocarriles del Atlántico con un área de 1.493 km, Red de Ferrocarriles del Pacífico que cubre 498 Km.
- Cadena logística: cuenta con depósitos, transportistas, operadores portuarios y Sociedades de Despacho Aduanero, estos están regulados por el gobierno, actuando en todo el proceso de aduana y son obligatorios en las operaciones de comercio exterior.

Adicionalmente Colombia presenta 8 zonas de alta concentración logística en zonas urbanas, lo cual implica grandes retos en términos de deslocalización y conectividad regional (Logistic Cluster, 2020), así:

- Caribe: Ubicado en la región norte incluye las áreas metropolitanas de Cartagena, Barranquilla y Santa Marta, principal polo de puertos del país. Es una de las áreas clave para desarrollar la logística.
- Frontera Nororiental: Si bien no es un nodo vital en el comercio exterior colombiano, Maicao trae condiciones interesantes para la promoción de una zona de apoyo logístico fronterizo y zona de consolidación entre el Caribe y el comercio con Venezuela.
- Antioquia: Es una de las más relevantes, cuenta con una zona industrial altamente consolidada, con una fuerte orientación exportadora, adicionalmente allí se encuentra, Medellín considerada la segunda ciudad más importante del país.
- Cauca - Pacífico: En esta zona se incluye Buenaventura, Buga y Cali, fuertemente influenciados por el puerto de Buenaventura.

- Eje Cafetero: comprende las áreas metropolitanas de Manizales, Pereira, Armenia e Ibagué, y concentra actividades agroindustriales (especialmente cafeteras) e industriales de gran importancia para el país.
- Frontera Sur: comprende la ciudad de Ipiales, importante punto de tránsito por sus volúmenes de carga; ha sido identificada como una zona logística que articula el comercio entre Ecuador y Colombia, especialmente en el departamento de Nariño.
- Frontera Este: Frontera principal de Cúcuta con Venezuela.
- Bogotá: es la zona que contiene la mayor concentración de actividad industrial y de consumo. Bogotá cuenta con infraestructura vial primaria, así como con el primer aeropuerto del país en manejo de carga.

Con respecto al marco de política pública, Colombia estableció la “Política Nacional Logística” en el año 2008, mediante el documento CONPES 3547, donde se reconoce *“la misión y visión de la logística como apoyo importante a la productividad y por ende a la competitividad del país”* (DNP, 2008), política que fue actualizada en el CONPES 3982 del 2020; en este último se resalta la logística como *“un pilar estratégico de la competitividad del país”* (DNP, 2020); en dichos documentos se establecieron además las estrategias para consolidar un sistema logístico nacional articulado.

No obstante, y a pesar de la política nacional, “la logística” no hace parte integral de los procesos de planificación territorial, como en el caso de la Sabana de Bogotá, donde al evaluar los Planes de Ordenamiento Territorial de las 22 entidades administradoras locales que la conforman, se pudo constatar que, salvo Bogotá, Chía y Zipaquirá, y a pesar que se mencionen términos como “clúster, industria, agroindustria, transporte, entre otros similares”, la logística no es siquiera mencionada en dichos documentos, como si esta ocurriera de forma “espontánea” o “natural” asociada al desarrollo industrial local, lo cual confirma la tesis planteada por (Srisawat et al., 2017; Zak & Węgliński, 2014).

Por su parte en los planes de desarrollo formulados para el periodo 2020-2024, exceptuando a Bogotá y Cota, la logística no fue contemplada en los restantes 19 municipios; siendo esta una de las razones por las cuales existe un débil desarrollo logístico regional y la ausencia de infraestructura multimodal que integre cadenas de suministro tal como lo señala (Logistic Cluster, 2020)

En este contexto, surge la propuesta de trabajo de grado, la cual reconoce la oportunidad de ahondar en el conocimiento que existe entre la logística y la geografía, así como el beneficio que conlleva a los gobiernos locales y regionales el incluir en la planeación el análisis de limitaciones y potenciales del territorio para la ubicación de la infraestructura logística, en pro de maximizar la eficiencia espacial, entendida esta como “la disposición geográfica más adecuada de la infraestructura física, orientada a maximizar las capacidades regionales, y minimizar los impactos socioambientales” (Andrea Sarzynski, 2010).

Para la sabana de Bogotá, como caso de estudio, la logística desde la perspectiva regional puede convertirse en un eje articulador en la ordenación del territorio, de cara a la necesidad actual y futura de tierra para el desarrollo de infraestructura logística, en especial aquella relacionada con almacenamiento y bodegaje, donde este trabajo de grado espera aportar criterios de análisis que puedan ser incluidos en los procesos de planeación públicos y privados, que redunden en el crecimiento de la infraestructura logística con visión regional, logrando con ello beneficios sociales y económicos en los municipios que la componen.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

- Evaluar las variables de decisión que influyen en la localización a escala regional de la infraestructura logística destinada al almacenamiento y bodegaje desde la perspectiva pública y privada.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Identificar las variables a partir de modelos teóricos que influyen en la decisión de localización a escala regional de la infraestructura logística, aplicables a almacenamiento y bodegaje.
- Caracterizar las variables de decisión de carácter público mediante el análisis de información de fuentes oficiales y de carácter privado mediante la aplicación de encuestas a expertos.

- Determinar a partir de un análisis multicriterio (económico, social, ambiental), las variables con mayor influencia en la decisión de localización a escala regional para cada grupo evaluado.
- Realizar un análisis de correlación entre las variables públicas y privadas, de mayor influencia en la decisión de localización a escala regional, a partir de un caso de estudio. las variables públicas y privadas, de mayor influencia en la decisión de localización a escala regional, a partir de un caso de estudio.

### 1.3 Metodología

En aras de guiar el proceso investigativo que acompaña el presente trabajo de grado, es necesario primero considerar que la investigación y los diseños de investigación, requieren de planes y procedimientos que abarcan las decisiones, suposiciones, métodos y análisis de datos (J. W. Creswell, 2009); los cuales parten de la cosmovisión filosófica, que guía la investigación.

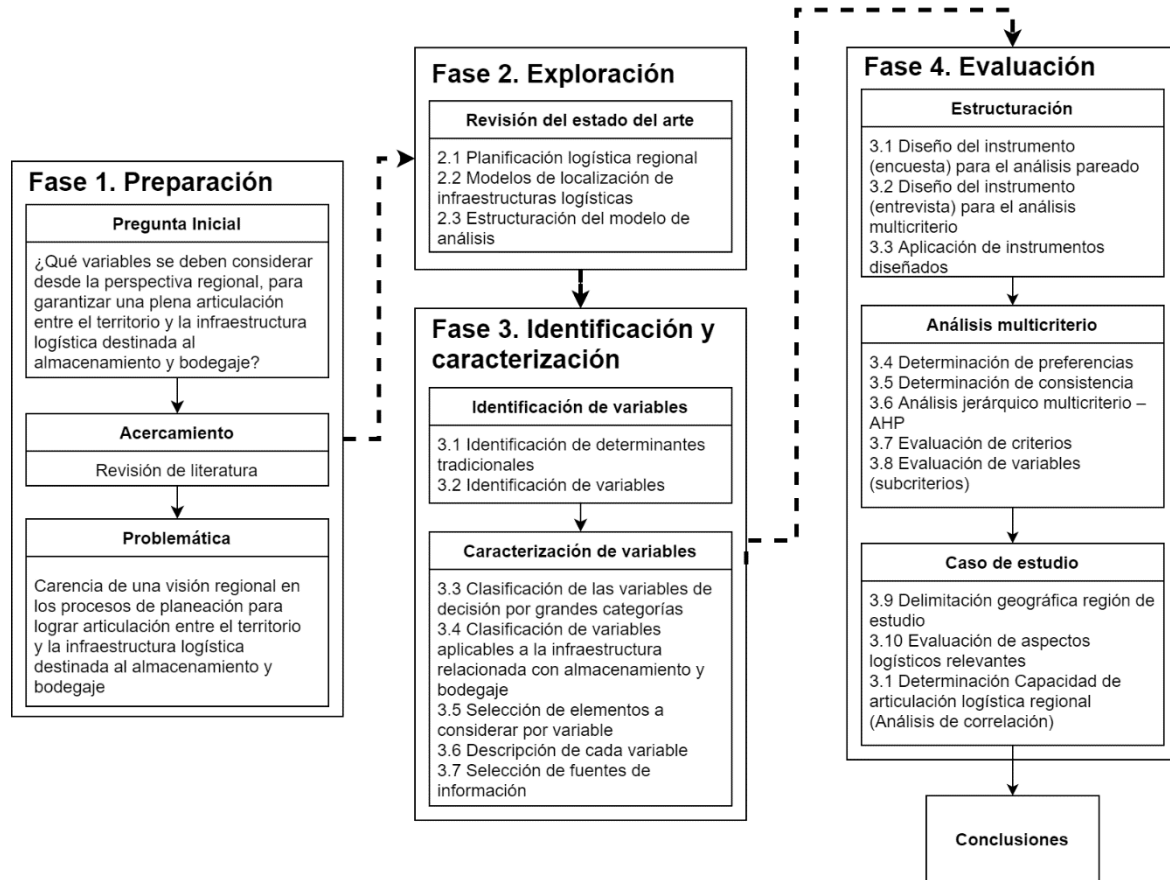
El término cosmovisión se entiende como "*un conjunto básico de creencias que guían la acción*" (Guba, 1990) citado por (J. W. Creswell, 2009), o dicho de otra manera corresponde con las "*metodologías de investigación ampliamente concebidas*" (Djamba & Neuman, 2002); la cosmovisión orienta de forma general sobre el mundo y la naturaleza de la investigación que se pretende abordar.

La metodología del trabajo de grado, parte de la cosmovisión pospositivista, descrita esta por (W. J. Creswell & Creswell, 2017), como el proceso de comenzar con una teoría, recopilar datos que respaldan o refutan la teoría y luego hacer las revisiones necesarias antes de realizar pruebas adicionales; siguiendo como estrategia de investigación, el modelo cuantitativo; logrando de esta manera identificar y evaluar la relación que existe entre las diferentes variables relacionadas con decisiones de localización a escala regional de la infraestructura logística destinada a almacenamiento y bodegaje.

En cuanto a la estructura de la metodología de investigación empleada para este trabajo, esta se fundamenta por la propuesta de (Raynound Quivy, 2014), (ver **Figura 1-1**); la cual parte de tres (3) elementos la pregunta inicial, ¿Qué variables se deben considerar desde la perspectiva regional, para garantizar una plena articulación entre el territorio y la

infraestructura logística destinada al almacenamiento y bodegaje?, el acercamiento teórico a la temática, y la identificación del problema.

**Figura 1-1:** Metodología de la investigación.



Nombre de la fuente: Modificado de (Rayrround Quivy, 2014)

Posteriormente se analiza mediante una revisión del estado del arte la relación entre la logística y el territorio, y los modelos de localización tradicional; para luego estructurar el modelo de análisis que será usado a partir de los modelos planteados por (A. McKinnon, 2009; Singh et al., 2018)

A continuación, se ahonda en la identificación tanto de las determinantes tradicionales, como en las variables específicas que deben considerarse en los procesos de planeación de la infraestructura logística regional, especialmente aquellas relacionadas con almacenamiento y bodegaje.

Las variables identificadas son caracterizadas, lo que implica definir de la forma de medir cada variable y las fuentes de información, que serán utilizadas en un análisis multicriterio; es importante señalar que el alcance del presente documento se centra únicamente en las variables que influyen en la localización a escala regional para la infraestructura logística destinada al almacenamiento y bodegaje; y dado que una misma variable puede ser contemplada desde diferentes perspectivas, el trabajo de grado priorizará los criterios a seleccionar en función de la información disponible para las labores del análisis de caso.

### **1.3.1 Análisis multicriterio y Sistemas de información geográfica - SIG**

El análisis multicriterio y su capacidad de integración a los Sistemas de información Geográfica – SIG, facilita la creación de herramientas para la toma de decisiones que permiten a los entes territoriales gestionar su territorio con fundamento técnico, en diferentes áreas del conocimiento, tales como sustentabilidad ambiental, zonificación del potencial agrícola, priorización para localización de infraestructura, entre muchas otras (Báez Díaz, 2020; Mendas & Delali, 2012; Pinzón Ospina, 2015).

El modelo planteado para el trabajo de grado aprovecha esta capacidad, integrando el Análisis jerárquico multicriterio – AHP, La consulta a expertos y el uso de los Sistemas de Información Geográfica para dar alcance a los objetivos propuestos, que buscan determinar a partir de un análisis multicriterio cuáles son las variables con mayor influencia en la decisión de localización a escala regional, y luego a partir de este resultado evaluar la correlación entre las mismas en la Sabana de Bogotá, como caso de estudio.

La propuesta planteada se desarrolla en tres (3) etapas, las cuales hacen parte de la Fase 3 de la metodología propuesta; a continuación, se detalla cada una de las etapas:

- **Etapas:**
  - Etapa 1: Análisis jerárquico multicriterio – AHP

El Análisis jerárquico multicriterio – AHP, por sus siglas en inglés, permite evaluar los factores que influyen en la resolución de un problema (Gramajo et al., 2011); dicha evaluación es construida a partir de comparaciones pareadas entre los diferentes criterios, permitiendo establecer la importancia relativa de cada uno de los criterios.

Para el presente documento, el AHP se limita a realizar una evaluación de los criterios y de las variables identificadas, mediante un análisis de preferencias, el cual permite comparar la importancia relativa de un elemento sobre otro, respecto de la propiedad, se emiten juicios de valor que se expresan de forma numérica. Estas equivalencias (juicio de valor – número), se determinan de acuerdo con la escala fundamental propuesta por Saaty, tal como se aprecia en la **Tabla 1-1**.

**Tabla 1-1:** Escala fundamental de comparación por pares

Escala numérica	Escala Verbal
1	Ambos criterios o elementos son de igual importancia
3	Débil o moderada importancia uno sobre el otro
5	Importancia esencial o fuerte de un criterio sobre el otro
7	Importancia demostrada de un criterio sobre el otro
9	Importancia absoluta de un criterio sobre el otro
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes que se emplean cuando es necesario un término medio entre las dos intensiones anteriores

Fuente: (Saaty, 2006)

A partir de lo anterior, y con la debida identificación de los criterios y variables a evaluar, se diseñó como herramienta de consulta una encuesta que permitiera obtener información para el análisis AHP; dicha encuesta tomó como población objetivo los integrantes del “Cluster de Logística y Transporte de Bogotá – Región”, el cual se define como un escenario neutral donde líderes empresariales, gobierno, entidades de apoyo y academia trabajan colaborativamente para incrementar la productividad y competitividad del sector (CCB, 2008).

La iniciativa Clúster está integrada por prestadores de servicios logísticos y de transporte que adelantan actividades económicas relacionadas con el transporte de carga por carretera, almacenamiento y depósito, actividades complementarias al transporte, entre otras (CCB, 2008).

De acuerdo con el directorio del clúster, esta se encuentra compuesto por un total de 444 miembros (CCB, 2008), los cuales fueron invitados a participar mediante correo electrónico, para el diligenciamiento de una encuesta online; las características del

instrumento se presentan a continuación; en el Anexo A, se puede consultar la encuesta aplicada y en el Anexo B, los resultados de obtenidos de la misma.

- Tamaño de población: 440
- Margen de error: 15%
- Nivel de confianza: 95%
- Tamaño de muestra: 40
- Tipo de encuesta: online
- Enlace de acceso: <https://www.onlineencuesta.com/s/2d94b27>
- Número final de participantes: 41

▪ Etapa 2: Consulta a expertos

A partir de los resultados obtenidos en la identificación y posterior evaluación de las variables identificadas, se realizó el proceso de validación de los resultados mediante la consulta a expertos; en dicho proceso, se realizaron los siguientes pasos:

- Se diseñó para la consulta a expertos una entrevista semiestructurada, que permitiera abordar tanto la importancia de las variables, como establecer sus relaciones con los componentes social, ambiental y económico; el cuerpo de la entrevista puede consultarse en el anexo C, del presente documento.
- Se realizó la selección de expertos considerando que contaran con la formación y/o experiencia sobre planes de abastecimiento, logística y territorio, relación entre logística con los componentes social, ambiental y económico; planeación territorial; el perfil y listado de los expertos consultados puede ser consultado en el anexo D.
- Se aplicaron un total de cinco (5) entrevistas semiestructuradas y se realizó el análisis de resultados.

▪ Etapa 3: Análisis caso de estudio

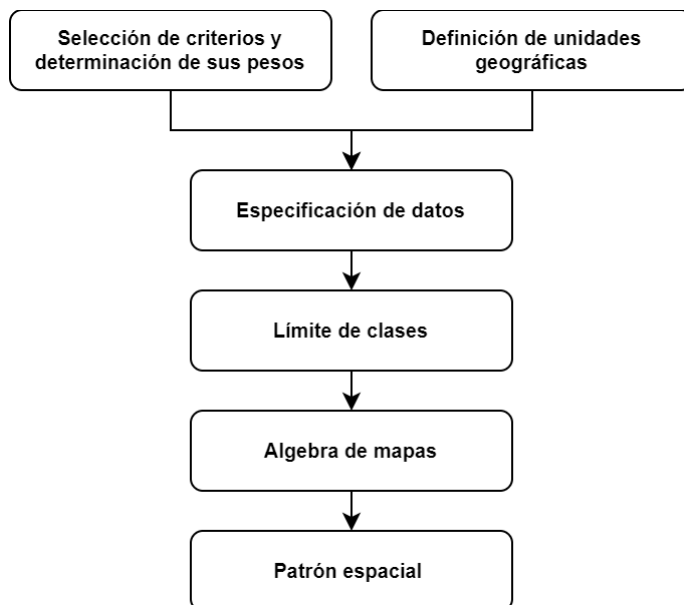
En esta etapa se recogen los resultados del Análisis jerárquico multicriterio – AHP, y junto con la caracterización de los aspectos logísticos relevantes del área de estudio, se construyen variables espaciales logísticas; las cuales son utilizadas en un análisis de correlación espacial, con el objetivo de evaluar la capacidad de articulación logística

regional de los municipios que conforman la Sabana de Bogotá, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica – SIG.

El concepto de autocorrelación espacial se deriva de la primera ley de la geografía, la cual establece que *“todo está relacionado con todo lo demás, pero las cosas cercanas están más relacionadas que las lejanas”* (Tobler, 1970), al respecto (Siabato & Guzmán-Manrique, 2019) afirman que *“si existe una relación entre los elementos del fenómeno analizado en un marco geográfico (estructura espacial), se puede identificar un patrón espacial”*.

La identificación del patrón espacial para el caso de estudio determina la capacidad de articulación logística regional; proceso que es llevado a cabo mediante el software ArcGIS Desktop 10.7.1, siguiendo el siguiente flujo de trabajo (Ver **Figura 1-2**);

**Figura 1-2:** Proceso para evaluar la capacidad de articulación logística regional



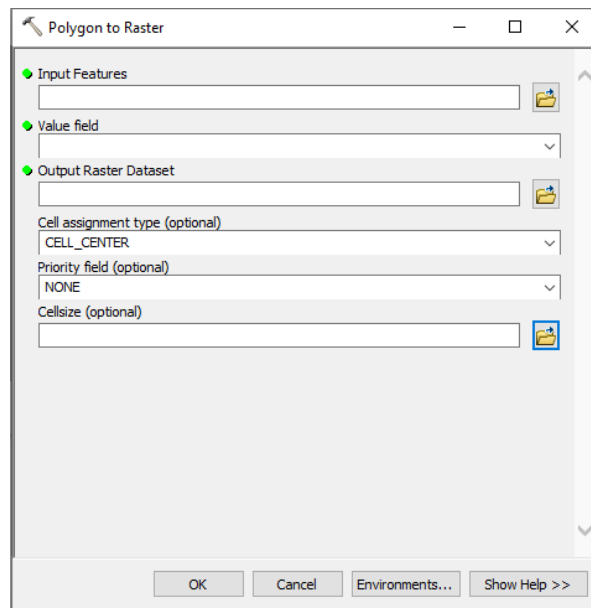
Fuente: Adaptado de (Mendas & Delali, 2012)

A continuación, se detallan las actividades presentadas en el flujo de trabajo:

- Selección de criterios y determinación de sus pesos: esta actividad recoge la identificación de variables y los resultados del Análisis AHP para las variables identificadas.

- Definición de unidades geográficas: teniendo en cuenta el caso de estudio, las unidades geográficas corresponden a los límites político-administrativos de la Sabana de Bogotá
- Especificación de datos: corresponde a la integración de las variables espaciales logísticas, con las unidades geográficas, información vectorial que posteriormente se transforma en raster que definen cada una de las variables, con las que se va a efectuar un algebra de mapas, teniendo en cuenta las ponderaciones o pesos resultantes del proceso de análisis jerárquico (ver **Figura 1-3**).

**Figura 1-3:** Herramienta de conversión de polígono a Raster – ArcGIS Desktop 10.7.1



Fuente: (Esri Inc., 2019)

- Límite de clases: Esta actividad parte de la definición de la escala de calificación para las variables logísticas tal como se presenta en la **Tabla 1-2**.

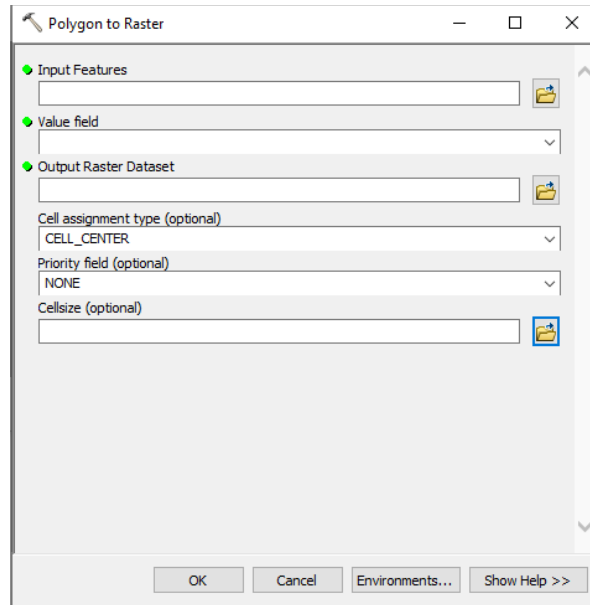
**Tabla 1-2:** Escala de calificación para la capacidad de articulación

Valor	Calificación
1	Baja capacidad de articulación y expansión logística regional
2	Moderada capacidad de articulación y expansión logística regional
3	Alta capacidad de articulación y expansión logística regional

Fuente: Elaboración propia.

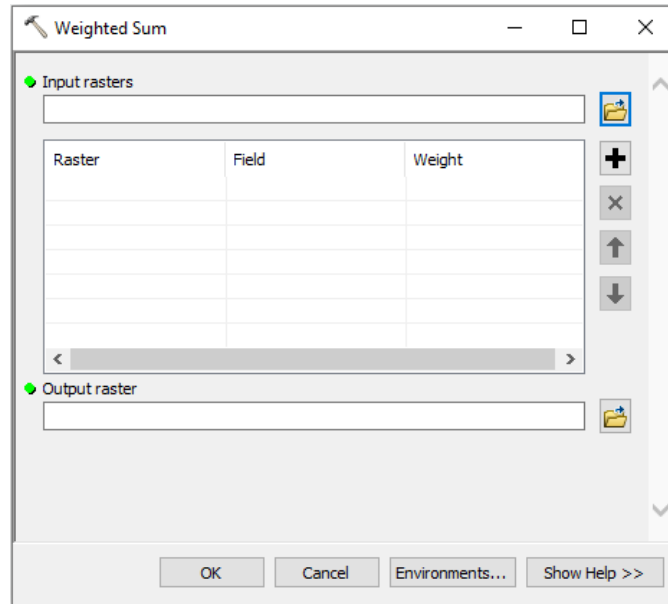
Mediante dicha escala de calificación, se realiza la homologación de las calificaciones obtenidas para cada ráster construido, mediante la herramienta de reclasificación (ver **Figura 1-4**)

**Figura 1-4:** Herramienta de reclasificación de Raster – ArcGIS Desktop 10.7.1



Fuente: (Esri Inc., 2019)

- Algebra de mapas: comprende el proceso de combinación de los ráster de las variables espaciales logísticas, para obtener el patrón espacial, utilizando la herramienta de “Suma Ponderada”, de ArcGIS Desktop 10.7.1 (Ver **Figura 1-5**), esta ofrece la posibilidad de ponderar y combinar varias entradas para crear un análisis integrado; el cual no re-escala los valores clasificados a una escala de evaluación, ya que esta es predefinida para el análisis

**Figura 1-5:** Herramienta de suma ponderada– ArcGIS Desktop 10.7.1

Fuente: (Esri Inc., 2019)

- Patrón espacial: corresponde al resultado de la evaluación de la capacidad de articulación regional de los municipios que conforman la Sabana de Bogotá

### 1.3.2 Metodología del caso de estudio

La metodología del caso de estudio hace parte del proceso para la elaboración del análisis multicriterio; sin embargo, a continuación, se detallan aspectos relevantes de esta.

Los casos de estudio pueden ser definidos como “estudios que al utilizar los procesos de investigación cuantitativa, cualitativa o mixta analizan profundamente una unidad holística para responder al planteamiento del problema, probar hipótesis y desarrollar alguna teoría” (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2008)

Por su parte la unidad o caso investigado puede ser ampliamente variopinta, ya que puede tratarse de un individuo, una pareja, una familia, un objeto, un sistema, una organización, un hecho histórico, un desastre natural, un proceso de manufactura, una comunidad, un municipio, un departamento o estado, una nación, etc; en otras palabras, la unidad o caso de estudio define el límite del análisis (Hernandez Sampieri et al., 2014).

La unidad o caso de estudio del presente trabajo de grado corresponde a la región geográfica conocida como “Sabana de Bogotá”, ubicada en el centro geográfico de Colombia, sobre la Cordillera Oriental; la cual se encuentra conformada por las provincias cundinamarquesas de Sabana Centro y Sabana de Occidente; no obstante, dada la importancia en el marco del movimiento de carga para efectos de la unidad de análisis se incluye la provincia de Soacha.

La aplicación del estudio de caso en la unidad de análisis seleccionada busca realizar un análisis de correlación entre las variables públicas y privadas, de mayor influencia en la decisión de localización a escala regional, fundamentados en el concepto de autocorrelación espacial (Tobler, 1970), descrita en el numeral anterior.

- Fuentes de información

Las fuentes de información de las cuales se nutre el caso de estudio son:

1. **Resultados del Análisis jerárquico multicriterio – AHP:** construido a partir de la encuesta aplicada a los integrantes del “Cluster de Logística y Transporte de Bogotá – Región. Con respecto a la encuesta, se debe señalar que esta cobija una población total de 440 integrantes, de los cuales el tamaño final de la muestra seleccionada con margen de error del 15% y un nivel de confianza: 95% fue de 40 encuestados.

La aplicación de la encuesta buscaba caracterizar y evaluar los criterios y variables identificadas, mediante un análisis de preferencias a través de la comparación de la importancia relativa de un elemento sobre otro; para lo cual se construyó un instrumento que diera respuesta al objetivo planteado, en el Anexo A, se puede consultar la encuesta aplicada y en el Anexo B, los resultados de obtenidos de la misma.

2. **Consulta a expertos:** la evidencia sobre la validez de los resultados obtenidos en el proceso de identificación de variables (información secundaria) y posterior evaluación de estas (AHP), se obtiene mediante las opiniones de expertos; quienes gracias a su dominio sobre las dimensiones de las variables de interés, validan las correlaciones e importancia de las mismas, así como los resultados obtenidos

mediante los instrumentos aplicados, tal como lo señala (Hernandez Sampieri et al., 2014)

Por lo anterior se preseleccionaron un total siete (7) expertos de diversas áreas temáticas, con experiencia y formación relacionada con las variables identificadas, de los cuales se aplicaron cinco (5) entrevistas semiestructuradas; el cuerpo de la entrevista puede consultarse en el anexo C, el perfil y listado de los expertos consultados puede ser consultado en el anexo D.

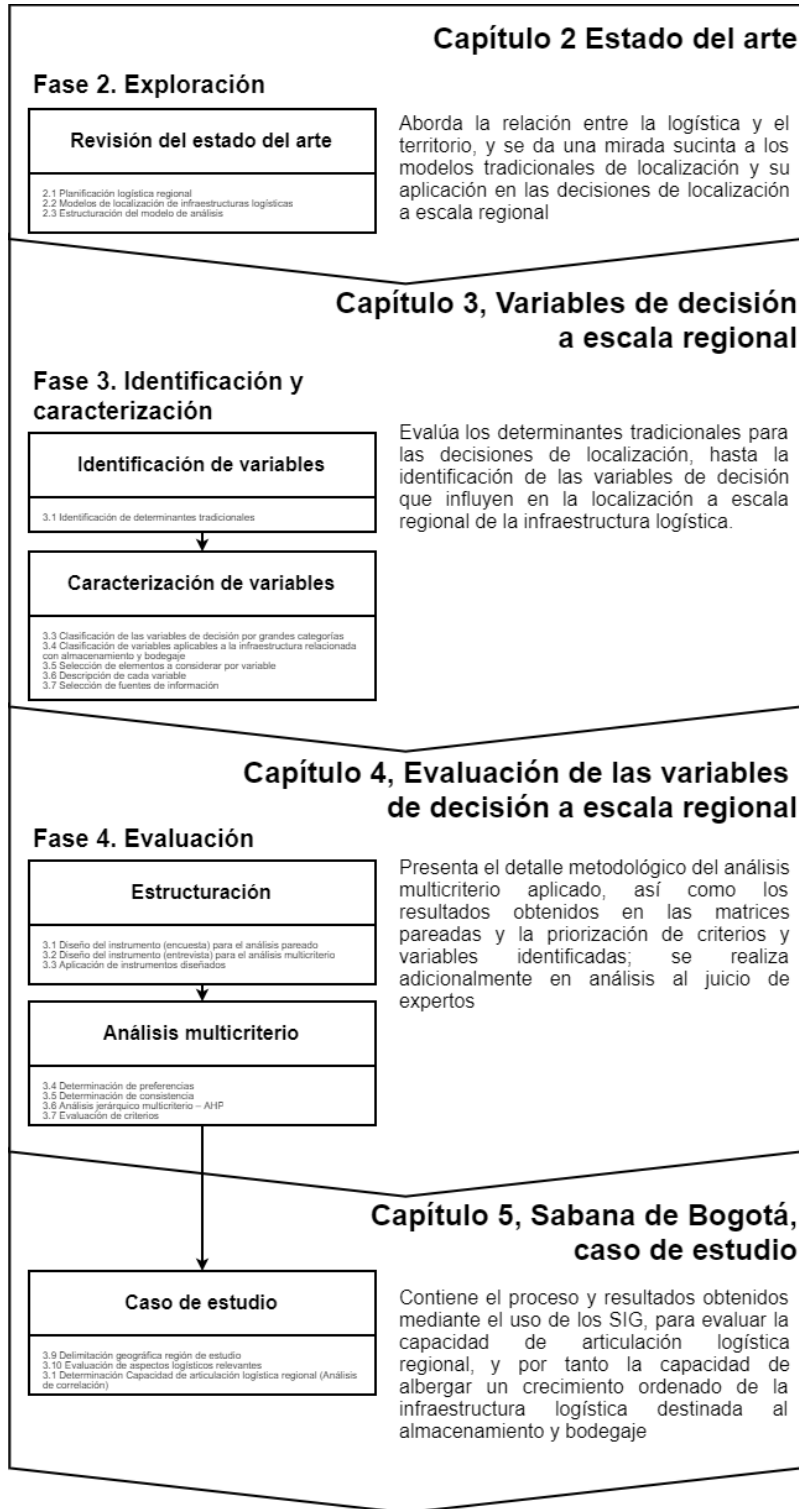
3. **Información geográfica:** de las variables espaciales logísticas resultantes del AHP, para cada una de las 21 entidades administrativas que conforman la Sabana de Bogotá
- Desarrollo del caso de estudio

La aplicación y análisis del caso de estudio sigue el procedimiento detallado en el numeral anterior.

## 1.4 Estructura

Adicional al apartado introductorio, el trabajo de grado está conformado por cuatro capítulos principales, cuya estructura central se aprecia en la **Figura 1-6**,

**Figura 1-6:** Estructura del trabajo de grado



Fuente: elaboración propia

## **2.Estado del arte**

Teniendo como punto de partida la pregunta de investigación, la revisión de literatura parte del análisis sobre la relación entre la logística y la planificación territorial, y los efectos que dicha relación puede generar sobre los territorios; posteriormente se revisa el proceso de planificación para la instalación de infraestructuras logísticas, incluyendo los modelos de resolución para problemas de localización, evaluando si estos pueden ser aplicados en los procesos de planificación a escala regional para favorecer la articulación entre el territorio y la infraestructura logística.

### **2.1 Planificación logística regional**

#### **2.1.1 Logística y territorio**

La configuración de la distribución espacial de la infraestructura logística ha ido transformándose y evolucionando con el paso del tiempo; por ello es importante recordar que la centralización espacial del inventario fue una de las principales tendencias logísticas durante al menos 30-40 años hasta la década de los 80. Sin embargo, esta tendencia sufrió una transformación a partir de la reestructuración y desarrollo de la red de autopistas, líneas ferras y demás estrategias multimodales, lo que hizo posible y económicamente justificable la construcción y operación de almacenes tal como lo presentó (A. McKinnon, 2009) permitiendo avanzar en un modelo centralizado con baja demanda de tierra.

Las tendencias del mundo globalizado generaron presión sobre el modelo, impulsando como lo sugiere (Sturge, 2008), citado por (A. McKinnon, 2009), un nuevo diseño, donde las operaciones de almacenamiento centralizado son reevaluadas tomando como elementos de decisión el tamaño económico máximo, reducir la concentración, descentralizar y optimizar la operación. Y para lograr estos nuevos objetivos (Roger Tym

& Partners, 2004), plantean que es necesario establecer cuáles son las necesidades logísticas que se quieren satisfacer con la construcción de infraestructura física.

Estas visiones buscaban dar solución a los problemas de localización basados en modelos de optimización, pero sin considerar el impacto derivado del uso de la tierra requerida para su construcción; (Sarkis, 2003), identificaba ya esta situación y planteaba que existen desafíos para la optimización multiobjetivo de las redes logísticas, y que es necesario integrar métricas ambientales en el diseño de una red y/o cadena de suministro como contribución a la meta social de alcanzar indicadores medioambientales y de sostenibilidad. (Sarkis, 2003) también señala que las cadenas logísticas se enfrentan a nuevos desafíos en el diseño de las redes de distribución y suministro, ya que es necesario que los diseños y actividades requeridos deben cumplir con las nuevas normativas medioambientales, y atender los posibles impactos ambientales de largo plazo.

McKinnon consideraba adicionalmente que las actividades logísticas dominantes de almacenamiento, transporte de carga y manejo de materiales requieren cantidades sustanciales de tierra, razón por la cual en los análisis logísticos se debería tener en cuenta las definiciones de vocación de uso del suelo, la clasificación de los usos permitidos y condicionados, y los requerimientos de la tierra relacionados con la logística y sus tendencias de crecimiento; lo cual debe articularse con las restricciones legales y gubernamentales (A. McKinnon, 2009), creando así el marco de referencia entre la logística y el territorio.

### **2.1.2 De la planificación local a la regional**

La expansión de la infraestructura logística se ha concentrado históricamente en torno a las zonas urbanas, puesto que estas representan los principales mercados logísticos (N Raimbault et al., 2019); allí se concentran almacenes, centros de distribución y terminales, que condicionan los flujos regionales, nacionales e internacionales, y su infraestructura asociada. Esta infraestructura surge como resultado de la dinámica local y se convierten en partes integrales de extensas redes de transporte, que puede incluir puertos marítimos, medio de transporte, y puertos internos también denominados puertos secos al interior de las ciudades (J.-P. Rodrigue & Notteboom, 2009); pero su crecimiento termina limitado y/o potenciado por la visión del territorio donde se desarrolla.

Muchos ejemplos a nivel mundial dan cuenta de cómo una amplia gama de instalaciones logísticas crece y conecta desde los puertos marítimos a las ciudades interiores; en estas se pueden apreciar desde centros de distribución solo conectados a la carretera, hasta entidades complejas que incluyen terminales intermodales, zonas logísticas e incluso una estructura de gobierno propia (J. P. Rodrigue et al., 2010). No obstante, la presencia de la infraestructura logística y el flujo de carga que conecta regiones distantes, no significa que en la práctica exista una articulación logística con visión regional, tal como lo señalan (Flämig & Hesse, 2011), puesto que puede existir por ejemplo centros de distribución ubicados en zonas logísticas, rodeado de otras actividades logísticas, pero que en conjunto no gestionan los flujos de carga regionales, es decir pueden existir actividades logísticas complejas sin ninguna conexión con o hacia afuera de la región donde esta se localiza.

Sin embargo, recientemente se empieza a analizar el surgimiento de metrópolis logísticas, como el emblemático caso de la región de París que vio el florecer de las metrópolis logísticas continentales (Dablanc & Frémont, 2012). Su fuerte dinámica de expansión de la logística ha sido cuidadosamente analizada (Heitz & Dablanc, 2015) y explicada por su alta fragmentación política en más de mil municipios a cargo de las regulaciones del uso de la tierra (N Raimbault et al., 2019).

En este ejemplo en particular, dan cuenta dos variables de interés especial, la política pública y el uso del suelo; en el primer caso es importante señalar que los gobiernos no son responsables exclusivos de la política pública en torno a la logística, en su formulación debe hacerse manifiesta la participación de muchas partes interesadas fuera de la esfera del gobierno (N Raimbault et al., 2019), y en línea con los trabajos de (Obeng-Odoom, 2012; Pierre, 2005), supone el surgir de un área de investigación que se propone explicar la diversidad de las relaciones entre los diversos actores involucrados en la generación de las políticas públicas relacionadas con la logística y con la visión a escala regional.

La política pública, surge entonces como un marco que determina la capacidad de coordinación de los actores, que se traduce en la forma de gobernanza de la infraestructura y su crecimiento, este concepto es una forma de analizar las estructuras y mecanismos de coordinación entre los actores públicos y privados involucrados en la gestión y el desarrollo de espacios logísticos, incluida la coordinación formal (como leyes y documentos de

planificación) y las interacciones informales basadas en sus respectivas estrategias (N Raimbault et al., 2019).

Las formas convencionales de gobernar, planificar y administrar la infraestructura logística, están estrechamente ligadas con la gobernanza de los espacios logísticos a escala metropolitana, la cual incluye la infraestructura de transporte y la el uso del suelo (Cidell, 2011; Dablanc & Ross, 2012; M Hesse, 2008); en los cuales se abordan grandes retos relacionados con el desarrollo económico y social, la sostenibilidad y la calidad de vida; desafíos que no son ajenos a los procesos de regionalización de la logística y su infraestructura, los cuales de acuerdo a (Debie & Raimbault, 2016; Witte et al., 2016), se pueden listar como se aprecia en la **Tabla 2-1**:

**Tabla 2-1:** Retos del proceso de regionalización logística

Esfera de acción	Desafíos
Desarrollo económico y social	Eficiencia de las cadenas de suministro Ubicación de empresas Empleos
Sostenibilidad	Flujos de carga generados por sitios logísticos Consumo de tierras Servicios
Calidad de vida	Generación de residuos Generación de olores Generación de Ruido Contaminación visual

Fuente: (Debie & Raimbault, 2016; Witte et al., 2016)

Se debe señalar que existen dos tendencias diferentes en la literatura sobre cómo abordar aspectos de la gobernanza de las instalaciones logísticas; la primera se centra en eficiencia de la coordinación entre nodos y corredores, abordando los desafíos de la planificación regional del uso de la tierra, para conectar la gobernanza del desarrollo logístico y la gobernanza de los puertos interiores en las regiones urbanas, prestando poca atención local y regional sistemática a los acuerdos de gobernanza urbana y regional más grandes que se ocupan de la diversidad de espacios logísticos; (Flämig & Hesse, 2011; Notteboom & Rodrigue, 2009; Witte et al., 2014, 2016, 2019).

Por otro lado, los estudios dedicados a los problemas de gobernanza del desarrollo logístico metropolitano muestran una política muy fragmentada de las zonas logísticas y el alcance limitado de la planificación espacial dedicada a las instalaciones y actividades logísticas (N Raimbault et al., 2019); donde las decisiones locales desafían la planificación regional (Flämig & Hesse, 2011), limitando las políticas de planificación regional de logística en un contexto de regulación fragmentada del uso de la tierra (N Raimbault et al., 2019), y por consiguiente una implementación pobre de las políticas de planificación regional; curiosamente es en este contexto donde se puede apreciar como las políticas logísticas locales, terminan en la "dualización" de la geografía logística, entre instalaciones logísticas urbanas densas y la expansión logística suburbana exterior (HEITZ, 2017).

### **2.1.3 Efectos de la logística en la planificación regional**

La planificación espacial dedicada a instalaciones y actividades logísticas ha surgido en muchas regiones urbanas, las decisiones locales son claves para lograr la implementación de regulaciones prácticas (M Hesse, 2008; N Raimbault et al., 2019), dichos autores desatacan el papel principal que desempeñan los municipios y las comunidades locales en la regulación de los usos logísticos del suelo, que terminan generando grandes beneficios sociales y económicos; no obstante la falta de coordinación y visión regional termina por afectar el crecimiento ordenado de la infraestructura logística, y da cabida a la especulación, en este contexto surge el creciente poder de la industria de bienes raíces logísticos, siendo esta quien define los términos de selección de ubicaciones logísticas y la definición de las características de los edificios logísticos (Cidell, 2011; Nicolas Raimbault, 2016), estimulando la falsa sensación de "expansión logística", que simplemente contempla la reubicación de las instalaciones logísticas lejos de las áreas urbanas internas a las áreas suburbanas externas sin una visión real de integración regional (Dablanc & Ross, 2012).

A continuación, se analizan algunos efectos positivos de la planificación regional, al igual que los impactos causados por la especulación de la industria de bienes raíces, y como esta termina afectando los indicadores de eficiencia logística.

- La infraestructura logística y el desarrollo regional

Las teorías económicas tradicionales generalmente asumen que el flujo de factores de producción en el espacio geográfico se completa instantáneamente. Por lo tanto, se supone que el transporte de los factores de producción no tiene costo, y es menos probable que la infraestructura logística tenga un efecto indirecto en el desarrollo de las economías regionales (Han et al., 2019). Sin embargo, la experiencia y la observación muestran que el costo de transporte de los factores de producción y los productos básicos no puede ser cero (Chen & Haynes, 2015; Song et al., 2014). Además, la infraestructura logística, incluidas las de transporte, tiene características y externalidades típicas en red (Li & Qi, 2016), y el impacto de la infraestructura logística en el crecimiento de la producción no se limita a los lugares por los que pasa la infraestructura logística, ya que su efecto también incluye otras regiones adyacentes.

Diversos estudios han concluido que existe una correlación entre prosperidad, crecimiento económico y progreso en el desarrollo de la infraestructura logística; para ello sitúan a China como un ejemplo de dicha afirmación, destacando que la infraestructura logística ha jugado un papel cada vez más importante en el desarrollo económico de este país. (Li & Qi, 2016; Perkins et al., 2005; Sun, 2018; Tong & Yu, 2018).

Este efecto positivo surge de la conjugación de varios elementos; primero se reconoce que una característica importante de la infraestructura logística es la propiedad de conectividad que conecta varios mecanismos de movimiento, el cual involucra tres aspectos (Diao et al., 2017).

- Conectividad física: donde la infraestructura de transporte permite atender la demanda de bienes y servicios de los clientes en diferentes ubicaciones (Diao et al., 2017).
- Enlaces de infraestructura logística: estos involucran tanto la infraestructura física como personal. Las conexiones de infraestructura de pasajeros mejoran la productividad económica al ampliar y profundizar el mercado laboral y, a través de las ganancias de aglomeración, promover la especialización de la industria y las relaciones de interacción cara a cara entre empresas y trabajadores profesionales en economías de servicios de alto valor (Graham, 2014).

- Redes de computadoras y tecnología de comunicación de información (TIC): la conectividad de información juega un papel importante en la promoción del desarrollo económico y la mejora de la economía (Rivera et al., 2016).

Otro elemento clave es la propiedad de correlación espacial; (S. Yang, 2010) estudió esta cualidad y encontró correlación espacial entre el crecimiento económico provincial y la logística y llegó a la conclusión de que existe una correlación espacial significativa entre el producto interno bruto (PIB) y la logística en 30 provincias en China; del mismo modo (Xueliang, 2013) evaluó la correlación espacial de la infraestructura de transporte en el crecimiento económico regional en 29 provincias chinas, concluyendo que la infraestructura de transporte tiene efectos de derrame espacial en el crecimiento económico regional y la infraestructura de transporte en otras regiones tiene principalmente efectos indirectos positivos en el crecimiento económico de una región específica.

Los beneficios de la infraestructura logística se extienden a través de las regiones (en lugar de solo beneficiar a la región de inversión), porque las actividades económicas en diferentes regiones están conectadas espacialmente, sin embargo, es necesario advertir que los beneficios esperados puedan manifestarse de manera diferente en las regiones (Arbués et al., 2015). No obstante, los investigadores han confirmado los efectos indirectos positivos de la infraestructura logística en el desarrollo económico (Bottasso et al., 2014; Cosci & Mirra, 2018; Coto-Millán et al., 2016; Hooi Lean et al., 2014); al punto de ser considerada como un "Motor fuerte" para el crecimiento económico local (Xu & Wang, 2017).

De igual manera, se puede considerar que la infraestructura logística también tiene externalidades regionales, puesto que la infraestructura logística opera como una red (Li & Qi, 2016), que integra las actividades económicas de varias regiones en un todo, reduciendo entre otros, los costos de transporte de empresas y residentes (Litman, 2010); mejora la accesibilidad y el atractivo de una determinada región, impulsando ventajas geográficas distintivas y acelerando el flujo de factores de producción (Aarhaug & Gundersen, 2017), en especial en las regiones económicamente desarrolladas; no obstante esto puede provocar la recesión económica de otras regiones y causar un efecto

indirecto negativo en el crecimiento económico de las áreas menos desarrolladas (Jiang et al., 2016).

- El riesgo de la especulación en la planificación

La dimensión espacial de la logística y en particular la ubicación de la infraestructura logística; como ya se mencionó anteriormente, está enmarcada dentro de la regulación política del desarrollo, es decir que la ubicación y consolidación de activos logísticos no ocurre sin una política pública y una gobernanza local, al menos aparente.

Sin embargo, la funcionalidad de las instalaciones logísticas se pone a prueba gracias a factores como la tecnología, la reestructuración corporativa y las dinámicas del mercado, por ello como imperativos básicos de localización se consideran las condiciones de transporte y el costo de la tierra, a los cuales se les añade como factores de ubicación importantes la zonificación del uso del suelo, los incentivos de desarrollo económico, la provisión de infraestructura de servicios y una fuerza laboral calificada (Flämig & Hesse, 2011).

En ese contexto, la logística crece, y con ella la demanda de infraestructura especializada; que da inicio al desarrollo de mercados inmobiliarios “especializados”; (Flämig & Hesse, 2011; A. McKinnon, 2009), donde los nuevos patrones geográficos y las estrategias de ubicación como resultado de la consolidación logística y la demanda de espacio cualitativo crea la necesidad de un mayor desarrollo que es ciertamente interesante para las empresas inmobiliarias; empresas que eran una subsidiaria de los mercados inmobiliarios comerciales o industriales, diferentes de los mercados minoristas u oficinas, que tras el auge de la logística, ahora buscan especializarse y aprovechar tendencias como la explosión del comercio electrónico, lo cual les ha permitido lograr una alta capitalización de mercado, haciendo que los mercados de capitales desarrollen un creciente interés en el sector inmobiliario logístico.

Bajo este marco, los intermediarios tienen un papel más importante, como las empresas de corretaje y desarrollo, los corredores intercambian sitios para encontrar clientes, o los clientes les piden que busquen ubicaciones apropiadas. Los desarrolladores compran, poseen, desarrollan y alquilan terrenos para distribución y propósitos relacionados, y también instalaciones comerciales; a esto se suma que los fondos de inversión y los

bancos se están volviendo cada vez más activos en el sector logístico, con el fin de proporcionar recursos mediante fondos de capital (Flämig & Hesse, 2011; Guy & Henneberry, 2008; A. McKinnon, 2009).

Pero ¿Qué significa la aparición de corredores, desarrolladores y fondos de inversión en el negocio de distribución para el desarrollo regional? Primero, de acuerdo con una visión institucional sobre el desarrollo inmobiliario (Guy & Hanneberry, 2008), se afecta el marco institucional que rige las condiciones para que la tierra necesaria para la infraestructura logística se convierta en una mercancía. Además, al aumentar la escala espacial, dicha mercantilización de la tierra desvía el enfoque de la planificación y las prácticas de desarrollo local; dejando de lado el acceso de transporte multimodal y servicios logísticos de calidad, para dar paso a una infraestructura dispersa cuyos requisitos están guiados al mercado únicamente, lo cual no compensa las necesidades estructurales de una red logista integral.

En tal sentido, es importante señalar que el crecimiento de los servicios logísticos implica mayor demanda de espacio, para analizar un ejemplo, los centros de distribución no cumplen una función meramente de almacenamiento, en ellos se desarrollan actividades de recepción, operaciones de recolección, actividades de valor agregado, envíos, procesamiento de devolución, gestión de información, Cross-docking, etc. (A. Strauss-Wieder, 2001); estas cualidades de los CD modernos plantean muchos conflictos en términos de planificación del uso de la tierra, provisión de infraestructura y medio ambiente.

No obstante, la capitalización de mercado y los rendimientos de las inversiones ahora se están convirtiendo en los determinantes en las decisiones de uso de la tierra, mientras que las instituciones públicas, obligadas por las necesidades ambientales, de transporte o comunitarias, están perdiendo influencia. Por lo tanto, se produce un cambio de poder en los conflictos de uso de la tierra, que probablemente ejerza una presión creciente sobre las políticas públicas para abrir la tierra para el desarrollo; que en muchos casos puede terminar en modificaciones irregulares de las políticas de uso de la tierra con fines de lucro, como el caso colombiano conocido como 'volteo de tierras', estudiado por (Meza Cuesta, 2019), el cual causó efectos legales, urbanísticos y ambientales, con implicaciones, como la reducción del suelo de vocación agrícola y de protección ambiental, inconvenientes en la red de servicios públicos, y construcción de vivienda de baja calidad.

Finalmente, se puede afirmar que el riesgo de no abordar la planificación regional de la verdadera "expansión logística", reduce su implementación a las condiciones de mercado inmobiliario, particularmente a la competencia entre los desarrolladores de tierra y los operadores de carga, que puede generar los siguientes efectos negativos.

- La "lógica de utilización", busca la mayor rentabilidad por m<sup>2</sup>, aun si implica la cercanía de empresas no compatibles.
- Una baja probabilidad de participación coordinada entre operadores logísticos especializados, desarrollo de instalaciones intermodales, y poca articulación entre empresas.
- El aumento exclusivo de movimientos de camiones y furgonetas de paquetería, contribuyendo así al crecimiento del transporte de carga y aumentando los problemas de tráfico de la región, incluyendo sus impactos asociados.
- Dispersión de la infraestructura logística, bajo un modelo de red no coordinado, que disminuye su competitividad y capacidad de coordinación.
- Centra el desarrollo económico local exclusivamente en la creación de empleos, a menudo con salarios bajos.
- Oferta de capacidades "modernas", con la premisa de la tecnología, la competitividad y el conocimiento del transporte, discurso generalizado que en muchas ocasiones desconoce los requisitos específicos del producto y del cliente, la escala y la composición de la red de distribución.

#### **2.1.4 Infraestructura logística y uso del suelo**

Como se ha mencionado anteriormente, mejorar la eficiencia la logística, tiene un fuerte impacto en la dinámica regional de los sistemas industriales. Sin embargo a pesar de la relevancia del tema, la literatura relacionada ha dedicado poca atención a los impulsores logísticos del desarrollo económico a nivel regional (Carlucci et al., 2018). Los estudios que han analizado el tema de la logística y la planificación del uso del suelo para justificar la inversión en instalaciones de transporte y logística como un estimulador del crecimiento económico, utilizan la comparación absoluta entre indicadores físicos y/o econométricos, que lamentablemente limitan la interpretación dinámica de la potencialidad económica y

logística de los territorios, en la **Tabla 2-2**, se puede apreciar algunos ejemplos de indicadores usados.

**Tabla 2-2:** Indicadores logísticos aplicados en la planificación del uso del suelo.

Tipo de indicador	Indicador	Unidades de medida
Físico	Transporte terrestre	Longitud de la red ferroviaria (km) Longitud de carreteras (km) Densidad de ferrocarriles por km <sup>2</sup> Densidad de carreteras km <sup>2</sup> Área destinada a terminales intermodales
	Transporte aéreo	Número de vuelos por unidad de tiempo Número de aeropuertos Cantidad de pasajeros movilizados por unidad de tiempo Cantidad de carga movilizada por unidad de tiempo
	Transporte acuático	Número de muelles portuarios Rendimiento de carga Longitud de vías navegables
	Entrega de mensajería	Volumen de negocios de entrega de mensajería
	Internet	Número de usuarios de Internet
	Almacenamiento	Número de bodegas Área destinada a almacenamiento (m <sup>2</sup> )
Econométrico	Producto interno bruto – PIB	Valor monetario de la producción de B/S
	Capital social	Valor monetario
	Trabajo	Números de empleos directos generados por la actividad
	Costos Logísticos	Valor monetario asociados a la ejecución de los procesos logísticos

Fuente: adaptado de (Chu, 2012; Hong et al., 2011; Hooi Lean et al., 2014; Jaller et al., 2017; Qi et al., 2020; Wang et al., 2016)

No obstante, estos indicadores no consideran las particularidades específicas de cada territorio, y por tanto limitan el poder realizar un análisis dinámico, que interprete las restricciones asociadas al acceso/uso del suelo propias de las condiciones de la planificación regional, donde los actores institucionales y privados convergen en elementos comunes, por ello como elementos básicos para la planeación regional del desarrollo de la infraestructura logística (Debrie & Raimbault, 2016; Hall, 2012; Hunt, 2006; A. McKinnon, 2009), mencionan la dirección del flujo de carga y la demanda futura de uso de tierra.

- Dirección del flujo de carga

El primer elemento para considerar en la planificación del uso del suelo de cara a las necesidades de la industria logística consiste en establecer cuál es la dirección predominante del flujo de carga a nivel regional; para lo cual se deben considerar dos elementos; el primero asociado a la relación de espacio entre fabricación/almacén y el segundo, correspondiente a la gobernanza de la dirección del flujo; así:

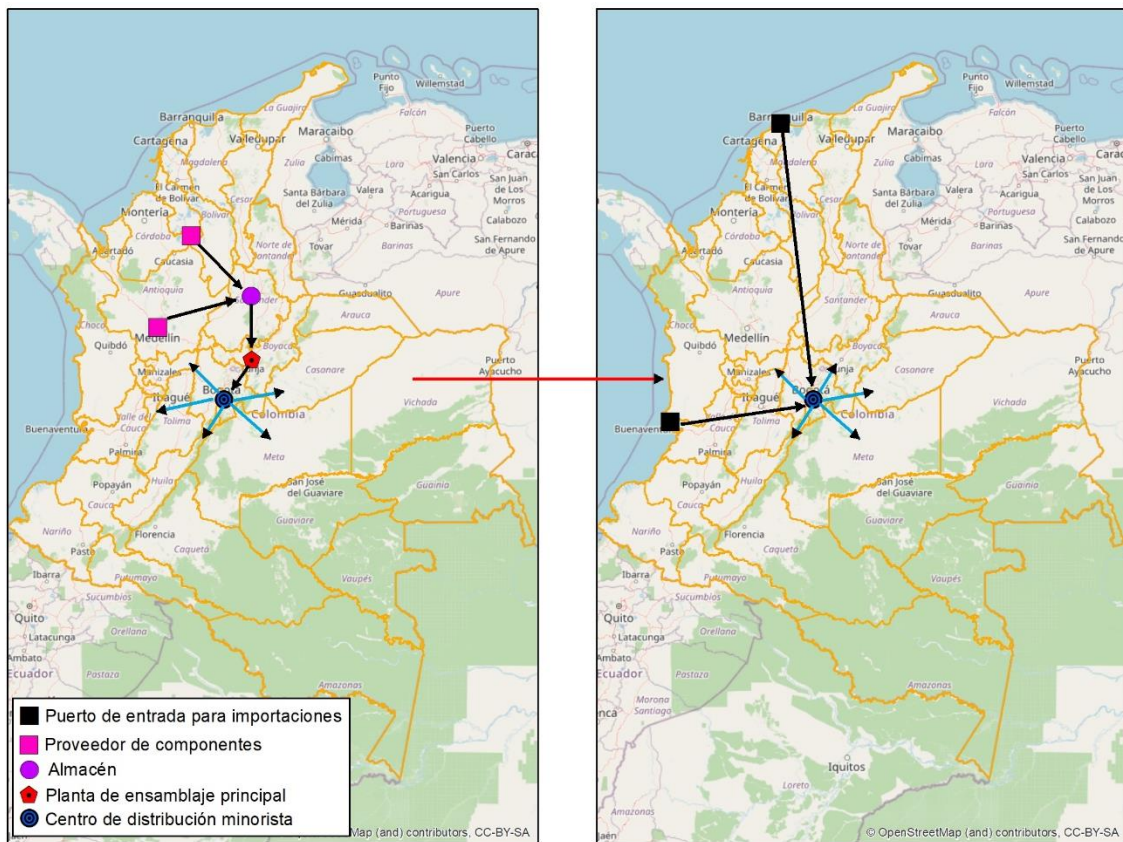
1. Deslocalización y cadena de suministro

Esta variable mide la evolución histórica entre la relación del área destinada a procesos fabriles, versus el área destinada a labores de almacenamiento; a nivel regional estos cambios pueden deberse a regulaciones en el uso del suelo y el movimiento de carga, que obligan a las industrias a desplazar sus fábricas a zonas suburbanas menos restrictivas, o la búsqueda de la cercanía a puertos para ganar competitividad; desde el punto de vista de la balanza comercial, esta variable permite establecer tendencias divergentes que pudiesen reflejar el cambio de una economía basada en la fabricación a una economía basada en servicios que depende de altos niveles de penetración de las importaciones (Hunt, 2006; A. McKinnon, 2009).

Adicionalmente, la deslocalización de la fabricación también tiene efectos considerables en la estructura de la cadena de suministro, puesto que cuando una planta de fabricación se reubica en otro país o su producción se reemplaza por importaciones, la cadena de suministro aguas arriba también se traslada y con ella los requisitos de almacenamiento relacionados; tal como se aprecia en la **Figura 2-1**

En este contexto, el ejercicio de planificación a escala regional debe considerar si el territorio se proyecta como un área predominantemente fabril, o si por el contrario es un territorio enfocado en los servicios de almacenamiento, puesto que esto afecta considerablemente el enfoque de la planificación y la proyección del uso del suelo de cara a las necesidades de infraestructura logística y servicios asociados.

**Figura 2-1:** Efecto de la deslocalización de la fabricación en la estructura de la cadena de suministro



Fuente: Adaptado de (A. McKinnon, 2009).

## 2. Gobernanza de la dirección del flujo de carga

Este elemento de juicio en la planificación, indica cual es el orden del desarrollo y la expansión logística; con dos visiones particulares, la primera aborda una dirección de "afuera hacia adentro", en este caso el desarrollo de los nodos interiores es impulsado por los nodos exteriores de la red logística; un ejemplo es el desarrollo de los puertos interiores que es impulsado por actores costeros (autoridades portuarias y operadores de terminales privadas). Por el contrario, el análisis de dirección "adentro hacia afuera" indica que las estrategias de desarrollo son impulsadas por los nodos internos; para el ejemplo analizado las estrategias de desarrollo de puertos interiores son implementadas por actores terrestres (gobiernos locales, autoridades de puertos interiores, operadores ferroviarios, por ejemplo) (Debie & Raimbault, 2016; Hall, 2012).

En este marco de planeación, establecer la dirección de las estrategias de desarrollo conlleva entender los enfoques institucionales y las complejas relaciones de gobernanza, entre un entorno urbano frecuentemente desconectado de la dinámica regional, y la articulación necesaria entre municipios, entidades y autoridades para una adecuada planificación del uso del suelo, que permita la gobernanza de la dirección del flujo de carga a través del tiempo (Debie & Raimbault, 2016; Hall, 2012).

- Demanda futura de tierra

El considerar la demanda futura de tierra para la expansión de la infraestructura logística, y en especial aquella relacionada con las labores de bodegaje, pero este análisis va más allá del mero pronóstico de la capacidad de almacenamiento que requiere una región; por ello se deben considerar otros factores que generan presión sobre los ejercicios de planificación.

El primer elemento a considerar es la agrupación de las instalaciones logísticas, si bien uno de los objetivos de la planificación regional sobre el uso del suelo es disminuir la dispersión, se debe considerar de antemano que la agrupación de instalaciones logísticas requiere de sitios dedicados, con buen acceso a las redes de transporte (Red vial, férrea, fluvial, etc.), que a su vez debe estar de acuerdo con la política de planificación aceptada, y la búsqueda de los beneficios derivados de la aglomeración, como compartir el soporte de mantenimiento para vehículos y equipos de manipulación, gestión integral de riesgos y planificación ambiental conjunta (A. McKinnon, 2009).

Ante ese escenario, la planificación regional debe incluir en su análisis los conflictos derivados por la conversión del uso del suelo, tanto en usos compatibles con la actividad logística, como aquellos restringidos y/o condicionados, tales como vivienda, servicios comerciales, venta minorista, entre otros que compiten por el acceso al suelo (A. McKinnon, 2009).

### **2.1.5 Tendencias futuras en los requisitos logísticos de tierra**

Salvo el documento desarrollado por (A. McKinnon, 2009), en la literatura no es posible identificar de forma puntual un análisis que integre los desarrollos en los próximos años relacionados con requisitos logísticos, demanda y uso de tierra, y su incidencia en la planificación regional; toda vez que los análisis se centran más en las necesidades futuras de la expansión y especialización de la infraestructura, sin involucrar elementos claves como la relación entre la planeación y el desarrollo de la infraestructura logística, o la relación entre la eficiencia espacial y el potencial del territorio (Srisawat et al., 2017; Zak & Węgliński, 2014)

Esta limitante conlleva realizar un acercamiento a las tendencias futuras en los requisitos logísticos de tierra en dos etapas; la primera identificar de forma general las tendencias y paradigmas temáticos que guiarán la acción en la década actual; y la segunda señalar aquellas más cercanas con la logística; y a partir de este resultado identificar cuales desarrollos futuros serán los de mayor influencia en la planificación logística a escala regional en las próximas décadas.

Como referentes se parte del reporte desarrollado por (Barclays, 2020), quienes identifican 150 tendencias globales a través de 6 paradigmas temáticos; a partir de dicho reporte se seleccionan aquellas relacionadas con logística, resaltando aquellas mas cercanas a los procesos de planificación logística regional, guiados por los preceptos establecidos en los informes del EBS Business School y el Supply Chain Management Institute, (PwC, 2015; Reuter, 2010b, 2010a; Ruske et al., 2009, 2011), quienes en sus proyecciones de logística y transporte para el 2030, evalúan las tendencias y soportan sus análisis mediante una encuesta Delphi.

- **Tendencias y paradigmas globales 2030**

La década del 2020 será recordada por fundar y/o acrecentar las bases de 5 referentes que sirven de marco de acción para las tendencias del 2030 (Barclays, 2020):

1. Descarbonización (tecnología limpia e infraestructura renovable):
2. Aceleración de la tecnología habilitadora (5G, IA e IoT)
3. Cambios demográficos globales (envejecimiento global y urbanización):

4. Aumento del consumidor consciente (vida saludable y economía circular):
5. Cambio hacia una sociedad inteligente (salud predictiva y ciudades inteligentes).

De acuerdo a (Barclays, 2020), el 2030 estará influenciado por 150 tendencias, que gracias a los referentes antes mencionados pueden ser agrupadas en 6 paradigmas temáticos así:

1. Tecnología e Innovación
2. Consumo, alimentos y venta minorista
3. Industria, fabricación y transporte
4. Salud y ciencia moderna
5. Energía y medio ambiente
6. Sociedad y cultura

A continuación se listan las tendencias identificadas por (Barclays, 2020), para cada paradigma temático, quienes además evalúan el top 10 (impacto vs probabilidad), las de mayor tendencia hoy, aquellas emergentes a futuro, y las consideradas clave en lo relacionado con la protección ambiental.

**Tabla 2-3:** Tendencias Globales 2030.

Paradigma	Tendencia	Top 10 (impacto vs. Probabilidad)	Mayor tendencia hoy	Tendencias emergentes	Tendencia clave ESG y sostenibilidad
Tecnología e Innovación	5G	X	X		
	Inteligencia artificial	X	X		
	Internet de las cosas	X			
	Blockchain				
	Computación de frontera				
	Computación cuántica	X			
	Tecnología educativa	X		X	
	Cyberseguridad	X		X	
	Tecnología geoespacial				
	Pagos digitales y tecnología financiera	X	X		
	Deportes electrónicos	X		X	
	Ética digital y privacidad	X			X
	Robots de servicio y entrega				X
	Reconocimiento facial				X
	Gemelo digital				
	Hogares inteligentes				
	Monetización de datos	X		X	
	Realidad aumentada				
	Asistentes virtuales				
	Tecnología vestible				
Realidad virtual					
Web oscura					
Polvo inteligente					
Criptomonedas					
Reconocimiento facial y de voz					
Consumo, alimentación y venta minorista	Envases sostenibles	X			X
	Dietas a base de plantas	X	X		
	Desechos alimentarios				X
	Consumidor consciente	X	X		
	Moda sostenible	X		X	
	Renta y economía compartida				
	Uso de la tecnología en la agricultura	X	X		
	Impuesto sobre la carne				
	Agricultura vertical				
	Proteína de insectos			X	
	Alimentos transgénicos	X			
	Carne cultivada	X			
	Marketing personalizado				
	Minorista omnicanal	X			
Experiencia al por menor					

Paradigma	Tendencia	Top 10 (impacto vs. Probabilidad)	Mayor tendencia hoy	Tendencias emergentes	Tendencia clave ESG y sostenibilidad
	Negocios digitales (Streaming)	X	X		
	Nutrición personalizada				
	Alimentos como servicio				
	Supermercados inteligentes				
	Directo al consumidor				
	Economía Halal			X	
	Etiquetado limpio y transparente en ingredientes				X
	Regulación alimentaria HFSS				
	Desintoxicación digital				X
	Cigarrillos electrónicos				
	Cannabis				
Industria, fabricación y transporte	Innovación en bebidas	X	X		
	Robótica industrial	X	X		X
	Tecnologías en baterías	X			
	Tecnologías para Fabricación/construcción	X		X	
	Impresión 3d	X		X	
	Construcción avanzada				
	Nuevos Materiales				
	Batería de combustible de hidrógeno				
	Innovación textil y de telas				X
	Drones comerciales				
	Fabricación localizada y Micro-fábricas				
	Trabajador industrial conectado				
	Tren de alta velocidad	X			
	Transporte eléctrico		X		
	Movilidad compartida	X			
	Inversión en infraestructura en el extranjero	X			
	Micromovilidad				
	Vehículos autónomos				
	Viaje supersónico				
	Hyperloop				
Salud y ciencia moderna	Viajes al espacio			X	
	Vivienda 2.0			X	
	Edificios inteligentes	X			
	Ciudades inteligentes	X	X		
	Tecnología de longevidad	X		X	
	IA en el descubrimiento de fármacos	X	X		
	Cirugía robótica	X	X		
	Medicina personalizada	X		X	
	IA en radiología				
Bioimpresión 3D					
Biología sintética					
Clonación				X	

Paradigma	Tendencia	Top 10 (impacto vs. Probabilidad)	Mayor tendencia hoy	Tendencias emergentes	Tendencia clave ESG y sostenibilidad
	Implantes de microchip				
	Almacenamiento de datos de ADN				
	Análisis de salud predictivo	X		X	
	Tecnología del sueño				
	Monitoreo remoto de pacientes				
	Reforma a la salud	X			X
	Epidemia de miopía				
	Resistencia antimicrobiana	X			X
	Epidemia de opioides	X	X		
	PAYG atención social				
	Innovación clínica				
	Turismo médico				
	Seguro personalizado	X			
	Economía del bienestar	X			X
Bebe de diseño					
Energía y medio ambiente	Energía renovable	X	X		
	Biocombustibles	X	X		
	Fracking				
	Energía nuclear				
	Captura y almacenamiento de carbono				
	Fijación de precios del carbono	X	X		
	Árboles sintéticos				
	Generación in situ				
	Contadores inteligentes				
	Red eléctrica inteligente				
	Almacenamiento de energía	X			
	Deforestación				X
	Economía oceánica	X		X	
	Degradación del suelo	X			
	Pérdida de biodiversidad				
	Contaminación del aire			X	
	Sistemas alimentarios sostenibles	X			X
	Economía circular			X	
	Gestión de residuos	X		X	
	Sustitutos del plástico				
Pobreza energética				X	
Migración climática	X			X	
Escasez de recursos naturales	X				
Agua limpia y saneamiento				X	
Sociedad y cultura	Envejecimiento de la población	X	X		
	Clase media emergente	X			
	Surgimiento económico africano			X	

Paradigma	Tendencia	Top 10 (impacto vs. Probabilidad)	Mayor tendencia hoy	Tendencias emergentes	Tendencia clave ESG y sostenibilidad
	Urbanización	X	X		
	Migración en masa				
	Empoderamiento de la mujer				X
	Economía colaborativa			X	
	Industria 4.0	X	X		
	Competencia por el talento				
	Colaboración abierta				
	Diversidad e inclusión				
	Fuerza laboral de próxima generación			X	
	Aprendizaje permanente				
	Microfinanzas	X			
	Disturbios sociales	X			
	Cambio de poder económico	X	X		
	Terrorismo cibernético	X		X	
	Nuevo superestado				
	Sistema de crédito social				
	Desigualdad social				X
	Guerra moderna				
	Desglobalización	X			
	Reforma fiscal global				
	influenciadores digitales				
	Consumidor a consumidor				
	Turismo sostenible	X		X	
	Malnutrición				X
	Obesidad				X
	Noticias falsas y desinformación				
	Protección del medio ambiente				X

Fuente: adaptado de (Barclays, 2020)

- Tendencias y planificación logística regional

Como elemento orientador para poder discriminar entre las tendencias identificadas por 2030 (Barclays, 2020), y establecer cuales están relacionadas directamente con la logística, y en segunda medida con la planificación logística regional, es valido hacer eco de la pregunta orientadora planteada por el EBS Business School y el Supply Chain Management Institute en su primer informe (Ruske et al., 2009), ¿Cómo evolucionarán las cadenas de suministro en un mundo dinámico?; para la cual se debe evaluar si las tendencias identificadas pueden ser enmarcadas en las siguientes:

**Tabla 2-4:** Categorías de tendencias relacionadas con logística

Categoría	Descripción
Sociedad, mercado y comportamiento del consumidor	Tendencias relacionadas con aspectos sociales, cambios asociados a los mercados y a los hábitos de consumo del comprador.
Redes y operación logística	Comprende desde la estructura, forma y alcance de la red logística, hasta aquellas tecnologías emergentes que impactan la eficiencia logística, dada por una mejor capacidad de operación, control y flexibilidad.
Impacto ambiental	Engloba aspectos relacionados con el impacto ambiental causado directamente con la logística.
Marco regulatorio	Tendencias relacionadas con los cambios en el marco regulatorio.

Fuente: Adaptado de (PwC, 2015; Reuter, 2010b, 2010a; Ruske et al., 2009, 2011)

Estas categorías no se encuentran desligadas unas con otras, al contrario forman relaciones que permiten construir un análisis integral; es así que (PwC, 2015; Reuter, 2010b, 2010a; Ruske et al., 2009, 2011) señala como tendencias relacionadas con cambio climático, emisiones atmosféricas, consumo energético, modos de transporte, no se limitan al Impacto ambiental, estas a su vez impulsan cambios en las regulaciones actuales y futuras, así como en los hábitos de consumo, lo cual en conjunto crea la necesidad de una cadena de suministro sostenible.

Para la planificación logística regional, y en especial aquella relacionada con infraestructura de almacenamiento y bodegaje, se identifican dos impulsores, el primero relacionado con el impacto ambiental, lo cual ha generado que el comprador muestre una mayor preferencia por los productos producidos localmente, y a pesar de contar con una cadena de suministro global, surja la creciente regionalización de las cadenas de suministro, haciendo necesaria una infraestructura técnica altamente sofisticada y una arquitectura de transporte eficiente (PwC, 2015; Reuter, 2010b, 2010a; Ruske et al., 2009, 2011).

Teniendo en cuenta estos lineamientos, a continuación, se listan las tendencias más cercanas a la logística en términos generales, así como aquellas que influenciarán los desarrollos logísticos relacionados con planificación logística regional.

**Tabla 2-5:** Tendencias Globales 2030, relacionadas con logística y planificación territorial

Paradigma	Tendencia	Logística General	Planificación logística regional
Tecnología e Innovación	5G	X	
	Inteligencia artificial	X	
	Internet de las cosas	X	
	Blockchain	X	
	Computación de frontera	X	
	Tecnología geoespacial	X	X
	Robots de servicio y entrega	X	X
Consumo, alimentación y venta minorista	Envases sostenibles	X	
	Renta y economía compartida	X	X
	Marketing personalizado	X	
	Minorista omnicanal	X	X
	Directo al consumidor	X	
Industria, fabricación y transporte	Robótica industrial	X	
	Drones comerciales	X	
	Tren de alta velocidad	X	
	Transporte eléctrico	X	
	Movilidad compartida	X	X
	Micromovilidad	X	X
	Vehículos autónomos	X	
	Viaje supersónico	X	
	Ciudades inteligentes	X	X
	Energía renovable	X	

Paradigma	Tendencia	Logística General	Planificación logística regional
Energía y medio ambiente	Biocombustibles	X	
	Economía circular	X	X
	Gestión de residuos	X	X
Sociedad y cultura	Urbanización	X	X
	Economía colaborativa	X	
	Industria 4.0	X	
	Desglobalización	X	X
	Consumidor a consumidor	X	
	Protección del medio ambiente	X	X

Fuente: adaptado de (Barclays, 2020), a partir de (PwC, 2015; Reuter, 2010b, 2010a; Ruske et al., 2009, 2011).

Para concluir este apartado se debe señalar que desde la logística se generan soluciones a estos nuevos dinamismos, dentro de los cuales se destacan la adaptación de los sistemas logísticos al cambio climático, incluyendo la adopción de modos de transporte más sostenible, la reestructuración de la cadena de suministro en torno a la circularidad y con ella la gestión de residuos y la logística inversa, el aprovechamiento de las tecnologías emergentes en el almacenamiento, la seguridad física y digital de las redes de suministro y transporte, etc. sin embargo en dichas tendencias y soluciones no es evidente el proceso de planificación e integración a escala regional, de allí la necesidad de ahondar en la identificación de las variables de decisión en esta escala de trabajo, aportando así tanto a la cadena de suministro global como aquellas de alcance regional como lo sugieren (A. McKinnon, 2009; Singh et al., 2018)

## 2.2 Modelos de localización de infraestructuras logísticas

Dado que el objetivo del trabajo de grado es entre otros evaluar las variables de decisión que influyen en la localización a escala regional, no solo se debe entender la relación entre logística y planificación territorial; también es necesario realizar un acercamiento a los modelos de localización, para ello se toma como referente el diseño de la cadena de suministro (SCD), por sus siglas en inglés, propuesto por (Ivanov et al., 2019), adaptado de (Chopra & Meindl, 2013) como marco de referencia en el proceso de planificación para

la ubicación de instalaciones, ya que su diseño y concepción tienen en cuenta elementos tales como planeación en redes, análisis sistémico, coordinación de actores, entre otros, (Georgia Tech, 2015) los cuales se consideran cercanos a la visión de planificación logística regional.

De acuerdo con (Ivanov et al., 2019), en el marco propuesto por (Chopra & Meindl, 2013) (ver **Figura 2-2**), existen unas tareas de decisión necesarias para poder configurar e implementar la cadena de suministro, las cuales están agrupadas en diferentes fases, siendo la “Fase 1”, la que aborda la relación entre regiones/mercados de abastecimiento o suministro, y su relación con los objetivos de largo plazo; esta región puede ser vista desde diferentes escalas y desde la perspectiva local a la global; de igual manera en esta fase se contempla la creación de listas de regiones geográficas potenciales, y sugerencias para la instalación de enlaces de transporte entre las regiones.

**Figura 2-2:** Marco de diseño de la cadena de suministro



Fuente: (Ivanov et al., 2019), adaptado de (Chopra & Meindl, 2013)

En la “Fase 2”, las regiones son analizadas de forma individual, listando ubicaciones específicas, en las que se puede crear una instalación, dando como resultado una breve lista de candidatos para ubicaciones (con instalaciones existentes o con instalaciones futuras) que se han seleccionado por su rentabilidad. En la “Fase 3” se realiza la selección final de las ubicaciones considerando múltiples criterios, yendo más allá de la minimización de costos.

En tal sentido, Adarme, W. y Arango, M. (2010), en (Rojas Lopez & Botero Botero, 2010) señalan que “La evaluación de alternativas de localización o relocalización hacen parte del componente estratégico organizacional, que busca definir mejores prácticas logísticas a partir de ubicaciones óptimas. La definición de la ubicación de centros de acopio y puntos crossdocking bajo consideraciones geográficas, económicas, de acceso, de capacidades y de demanda, entre otras, permiten un mejor desempeño de las actividades de suministro, almacenamiento y distribución.”.

Sin embargo, aunque la decisión de localización sea de carácter “estratégico”, y en su consideración sea necesario incluir aspectos geográficos, en la práctica tanto en el proceso de planeación, como en los modelos para la resolución de problemas de localización que veremos a continuación, la visión de alcance regional es si acaso mencionada, pero no aplicada como lo sugieren (Ivanov et al., 2019).

### **2.2.1 Planeación de la instalación de localizaciones**

Definir o seleccionar la localización de una facilidad logística (Infraestructura), corresponde a un proceso de planificación, que parte de entender qué es una localización, la cual es definida por (Hugos, 2018) como *“el emplazamiento geográfico de las instalaciones pertenecientes a una cadena de suministro. Además, incluye las decisiones relativas a cuáles actividades deben ser desarrolladas en cada instalación. Los procesos de negociación a nivel de responsabilidad frente a eficiencia permiten decidir entre centralizar las actividades en pocas instalaciones con el fin de ganar economías de escala y eficiencia, o descentralizar las actividades en varias instalaciones próximas a los clientes y proveedores con el fin de incrementar el grado de responsabilidad de las operaciones”*

El proceso de definir el “emplazamiento geográfico” alberga como lo menciona, Adarme, W. y Arango, M., elementos estratégicos de planificación, los cuales evolucionaron en el tiempo, pasando de un análisis para una única instalación a múltiples instalaciones, y más recientemente a localizaciones dinámicas, donde el objetivo era localizar una bodega con el fin de maximizar las ganancias durante un horizonte de tiempo determinado; sin embargo, la decisión de localización corresponde a un proceso ordenado y jerárquico, que incluyen elementos en la planeación como la localización, diseño, configuración, análisis de necesidades, requerimientos de operación, operación y manejo. Sin embargo, en estos elementos señalados no se aprecian las consideraciones geográficas relacionadas con la visión regional que sugieren (Ivanov et al., 2019).

### **2.2.2 Modelos para la resolución de problemas de localización**

La planeación para la selección de las localizaciones, finalmente se decanta mediante la aplicación de herramientas que guían la toma de decisiones con base en los objetivos y restricciones propuestos; cuyas combinaciones permiten clasificar los problemas de localización según su naturaleza, tal como lo plantea (Ghiani et al., 2004), basado en el “Horizonte de tiempo”, la “Tipología de las instalaciones”, el “Flujo de materiales”, la “Interacción entre las instalaciones”, el “Flujo de material dominante”, la “Divisibilidad de la demanda”, la “Influencia del transporte”, entre otras acepciones

Estas herramientas, corresponden a los modelos diseñados para la resolución de los problemas de localización, los cuales se pueden clasificar de acuerdo con su principal característica en métodos cuantitativos y cualitativos, cuya diferencia radica en que, mientras que los métodos cuantitativos seleccionan la mejor localización con base en la optimización de un objetivo matemático que describe montos cuantificables del problema; los métodos cualitativos son influenciados por opiniones subjetivas y personales, por lo que no siempre ofrecen como resultado una selección de localización óptima basada en objetivos cuantificables (Ghiani et al., 2004).

A continuación, en la **Tabla 2-6** se presentan los principales métodos cuantitativos utilizados para resolver problemas de localización de instalaciones de acuerdo con (Fatriani, 2015; Ghiani et al., 2004; Melo et al., 2009).

**Tabla 2-6:** Modelos cuantitativos de localización

Método	Definición
Modelo del Centro de Gravedad	Modelo estático de localización, utilizado para ubicar una planta, bodega, almacén o punto de servicio. El objetivo es minimizar la suma del volumen de mercancía en un punto, multiplicada por la tarifa de transporte para enviar al punto y por la distancia hacia el punto, esto generará el costo total de transporte. Para establecer la ubicación, normalmente se establecen las coordenadas para cada sitio existente (proveedores, plantas o mercados) y a partir del procedimiento, se obtienen las coordenadas de la instalación a ubicar, de forma que el costo sea mínimo.
Modelo de la P-mediana	Este problema de localización utiliza como criterio de efectividad la distancia total a recorrer entre las instalaciones y los centros de demanda. El objetivo del problema puede ser definido como: encontrar la localización de P instalaciones de forma que se minimice la distancia recorrida, asociada con la demanda ponderada, entre los puntos de demanda y las instalaciones
Modelo de cobertura	Es un modelo orientado hacia la selección de localizaciones que minimicen la distancia promedio que debe ser recorrida para llegar a la instalación. La clave en este modelo es el nivel de "cobertura", en donde una demanda es cubierta si puede ser servida en un tiempo específico
Modelo de localización de un eslabón y un único producto	Modelo de representación de una cadena de suministro con un eslabón y un único producto, en donde todas las instalaciones presentan iguales características
Modelo de localización de múltiples eslabones y múltiples productos	Es un modelo de localización en donde instalaciones homogéneas deben ser localizadas, y la diferencia con el anterior caso es que los productos entrantes y salientes son relevantes y los flujos de material no son homogéneos. Los costos de transporte se consideran lineales, y cada instalación cuenta con un costo fijo y un costo marginal que afectan su costo de operación. La demanda se asume como no divisible

(Fatriani, 2015; Ghiani et al., 2004; Melo et al., 2009).

Como se ha visto hasta este punto, el proceso de planificación para las decisiones de localización es integral, puesto que hace parte de un marco de referencia que guía el proceso, no obstante, la decisión final se toma considerando los costos asociados que incluyen el transporte (desde las instalaciones hasta los clientes) y la operación de la

instalación (producción y almacenamiento) (Bouchery et al., 2017), así mismo como lo señalan a (Kayikci, 2010; Owen & Daskin, 1998; Zak & Węgliński, 2014), citados por (Srisawat et al., 2017), el debate sobre la necesidad creciente de nueva infraestructura logística se ha enfocado en su ubicación espacial como argumento principal para la toma de decisiones; no obstante en la actualidad el diseño y gestión de las cadenas de suministro y redes de distribución, independientemente de su arquitectura, configuración, estructura y función, debe abordar planteamientos multiobjetivo; tal como lo definen (Bouchery et al., 2017; Ivanov et al., 2019; Miemczyk & Luzzini, 2019) incluyendo la visión regional tanto en la perspectiva privada, como desde la planificación pública en el ordenamiento territorial y del uso del suelo.

## **2.3 Conclusión revisión estado del arte**

A partir de la revisión de literatura, podemos afirmar que en los procesos de planeación regional, se debe considerar la visión de la logística, entendiendo que esta conduce al desarrollo económico a través de la infraestructura misma al reducir los tiempos y costos, aumentar las oportunidades de empleo y atraer la inversión directa como lo sugieren (Vickerman, 2018; Zhao et al., 2017), pero que en estas consideraciones se deben tener en cuenta las propiedades de conectividad y correlación espacial, propios de la infraestructura logística y su operación; así mismo en los procesos de planificación regional logística, es necesario incluir la regulación de los usos logísticos del suelo señalados por (M Hesse, 2008; N Raimbault et al., 2019), los cuales van más allá de la definición tradicional de suelos industriales.

El no abordar la planificación de la infraestructura logística, abona el terreno para el crecimiento y desarrollo bajo un modelo especulativo, que no gestiona la competitividad y que tiende a agotar las capacidades logísticas locales y regionales.

Sin embargo, de cara al objetivo de la investigación es necesario ampliar el análisis de la regionalización de la infraestructura logística, desde la organización logística hacia el uso de la tierra y desde la planeación local hasta un sistema de gobernanza y planificación regional más amplio, sustentando así como lo afirman (Flämig & Hesse, 2011; Obeng-Odoom, 2012; Pierre, 2005; N Raimbault et al., 2019), la apertura de una nueva área de investigación, que aborda temas diversos y complejos como lo es la articulación entre la

planificación territorial, el uso suelo, las estrategias de regionalización, el marco de política pública, las necesidades de tierra para el crecimiento logístico, la visión integral de región, el crecimiento del mercado y demás variables que se buscan identificar en el alcance del presente documento.

### **3. Variables de decisión a escala regional**

De acuerdo con el análisis realizado en torno a la planificación para el desarrollo y expansión de la infraestructura logística, ya sea a nivel local o con perspectiva regional, se puede afirmar que la decisión de hacia dónde gestionar el crecimiento y ubicación de la infraestructura requerida en el territorio, plantea una serie de riesgos e incertidumbres para los tomadores de decisión.

En el caso de la perspectiva pública, la decisión incluye un proceso de armonización, y negociación, entre aspectos relacionados con la planificación integral del territorio, el uso del suelo, la calidad de vida, la dinamización económica y laboral, el impacto ambiental entre otros.

Desde el punto de vista privado, la decisión pasa inevitablemente por un análisis económico y de costo de oportunidad, si bien la inversión privada en infraestructura logística supone como se mencionó anteriormente, una correlación entre prosperidad, crecimiento económico y progreso; este es un efecto indirecto deseado desde lo público, pero no es el objetivo central del tomador de decisión privado.

En este contexto, tanto la visión pública como privada buscan dar respuesta a las siguientes interrogantes a fin de tomar la mejor decisión (Osanloo & Ataei, 2003):

- ¿Cuáles son las características o variables que deben tenerse en cuenta?
- ¿Cuáles son las técnicas más utilizadas en el proceso de evaluación y selección?
- ¿Qué problemas surgen del proceso de selección y posterior ubicación?
- ¿Cuáles son los principales errores que se pueden cometer?

Dado lo anterior, y en el marco del alcance para el presente documento, el cual centra su análisis en la infraestructura destinada a almacenamiento y bodegaje, a continuación, se

aborda el interrogante asociado a la identificación de las variables que influyen en la localización de la infraestructura logística y cómo estas se interrelacionan para crear los factores determinantes en la planificación regional.

### **3.1 Determinantes tradicionales en la evaluación de la ubicación**

Estudios han identificado de forma general, algunos determinantes utilizados para evaluar la elección de ubicación por parte de empresas; especialmente multinacionales, los resultados destacan la relevancia de los siguientes (Hong, 2007; Oum & Park, 2004).

- Ubicación geográfica
- Enlaces de transporte y accesibilidad al mercado
- Tamaño del mercado y potencial de crecimiento de la región
- Puertos, aeropuertos e instalaciones de transporte intermodal
- Mano de obra y otros costos de insumos
- Mano de obra calificada
- Calidad y relación laborales
- Política de inmigración flexible
- Disponibilidad de tierra y precio
- Incentivos de impuestos corporativos
- Disponibilidad de zonas de libre comercio
- Infraestructura de comercio electrónico / tecnología información
- Proveedores de servicios logísticos modernos y costos
- Sector competitivo de servicios financieros
- Impuestos sobre la renta personal para empleados extranjeros
- Estabilidad política.

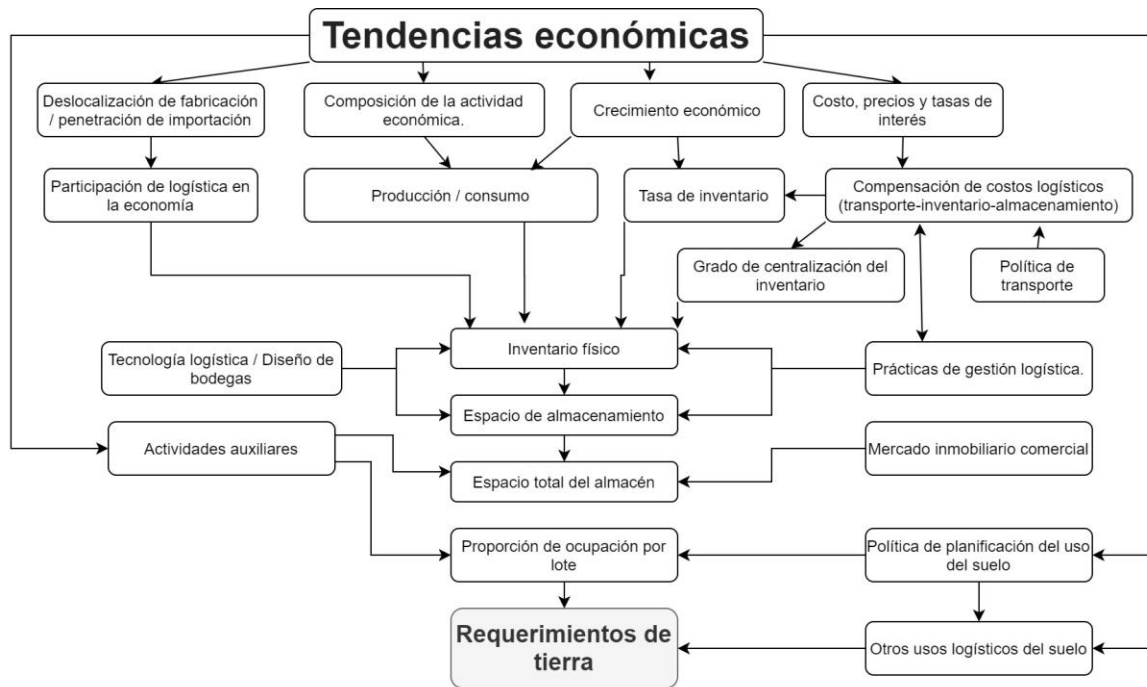
De acuerdo a lo presentado por (Hong, 2007; Oum & Park, 2004), los resultados muestran que la ubicación geográfica, los enlaces de transporte, la accesibilidad al mercado, el tamaño del mercado y el crecimiento potencial de la región se clasificaron entre los factores más importantes que las empresas multinacionales tuvieron en cuenta al decidir la ubicación de los centros de logística y distribución; no obstante estos son analizados desde una perspectiva determinística, con aplicación restringida en áreas logísticas con algún

grado de desarrollo, y en entornos principalmente urbanos; sin evaluar las consideraciones regionales de la decisión de localización.

El análisis tradicional para la definición de la ubicación para el desarrollo de infraestructura logística, no aborda problemáticas socioambientales complejas, como los conflictos derivados de la demanda de tierra para infraestructura logística, la demanda de recursos naturales, el suministro de servicios públicos, la conflictividad social, entre otros; para poder involucrar estos aspectos es necesario tener una visión integral del territorio; y para ello debe recurrirse a visiones de escala regional en la planificación de las redes logísticas, como las planteadas por (A. McKinnon, 2009; Psaraftis, 2019; Sarkis, 2003).

Es de resaltar el trabajo de (A. McKinnon, 2009), quien no sólo identifica los principales factores que pueden influir en los procesos de planeación relacionados con el uso y demanda de suelo para la infraestructura logística, sino que establece cómo estos se relacionan entre sí, con especial atención a los relacionados con las actividades de almacenamiento y bodegaje, tal como se aprecia en la **Figura 3-1**.

**Figura 3-1:** Factores que afectan los requerimientos de tierra de la actividad logística



Fuente: Adaptado de (A. McKinnon, 2009).

De acuerdo al modelo propuesto por (A. McKinnon, 2009), los principales determinantes en un contexto regional son las tendencias económicas, que afectan la tasa y la composición del crecimiento económico, los costos relativos de los insumos logísticos clave, como combustible, mano de obra, capital y espacio, y la transferencia de la producción y la actividad relacionada de la cadena de suministro a otros países. Estos determinarán en gran medida la cantidad de inventario físico que requiere almacenamiento y manipulación.

McKinnon, destaca que la cantidad total de inventario en la economía es en parte una función de su distribución geográfica. Cuanto mayor sea el grado de centralización, menor será la cantidad de inventario requerida para mantener un nivel determinado de disponibilidad del producto. Este grado de centralización estará influenciado por la variación de los costos relativos de los insumos logísticos y la evolución de las prácticas de gestión en este campo (A. McKinnon, 2009).

Es probable que la cantidad de espacio requerido para acomodar una cantidad dada de inventario físico se reduzca a medida que los avances en la tecnología del almacén aumenten la altura promedio de los sistemas de estanterías y, en general, mejoren la utilización del espacio. Sin embargo, una contracción de la huella de almacenamiento en 2D puede compensarse con un aumento en el rango de otras actividades realizadas dentro y alrededor de los almacenes que consumirán tierra, un ejemplo claro es como una tasa acelerada de rendimiento del producto aumentará la densidad del tráfico y creará la necesidad de más espacio de estacionamiento y maniobras de camiones en el sitio (A. McKinnon, 2009).

Los retos ambientales en la expansión logística también son considerados por McKinnon, al plantear que el fortalecimiento del flujo de productos de desecho que retrocede a lo largo de la cadena de suministro para clasificar y reciclar también requerirá más espacio de almacenamiento externo e interno, en otras palabras el reverdecer de la cadena de suministro también genera presión sobre la demanda de tierra (A. McKinnon, 2009).

El almacenamiento corresponde al uso de la tierra logística dominante, no obstante la cantidad de tierra demandada por esta actividad, debe complementarse con los requisitos de otras actividades logísticas como el manejo de mercancías, el transbordo intermodal,

el almacenamiento al aire libre y el estacionamiento de vehículos; en tal sentido la demanda general de tierras relacionadas con la logística tiende al aumento, e implica una redistribución espacial de la infraestructura en torno a la planificación logística regional (A. McKinnon, 2009).

Finalmente, McKinnon también ilustra cómo la intervención política en los ámbitos del transporte y la planificación del uso del suelo puede ejercer una influencia. En la práctica, y como se mencionó anteriormente, el gobierno central y local desempeñan un papel mucho más relevante en la configuración del patrón de uso de la tierra relacionado con la logística; en ese sentido se puede afirmar que la cantidad de tierra requerida y su distribución geográfica son sensibles a una amplia gama de políticas gubernamentales, y así la planificación debería reflejar el papel dominante o al menos relevante de la logística en la vida de las regiones (A. McKinnon, 2009).

### **3.2 Variables para la planeación de la infraestructura logística regional**

Las tendencias actuales generan desafíos logísticos en el marco de un mercado dinámico, donde se pone a prueba la capacidad de las organizaciones para atender requerimientos asociados con el ciclo de vida de producto, tiempo de entrega, nivel de servicio, entre otros, tal como lo señala (Mishra et al., 2011). Ante este panorama, las organizaciones públicas y privadas enfrentan un reto complejo, optimizar las cadenas de suministro, con un enfoque territorial e impacto regional.

Ante este panorama, la decisión de localización de la infraestructura de almacenamiento se ha convertido en una decisión estratégica para la alta dirección en el contexto privado, y de articulación de actores en el público; por lo anterior tomando como punto de partida el modelo (A. McKinnon, 2009), y la revisión de criterios de ubicación de un almacén para una cadena de suministro global por (Singh et al., 2018), se logró identificar los 3 grandes factores y 9 variables principales que deben considerarse en la visión pública y privada para la selección de la instalación de un almacén, aplicables en un contexto regional; así:

- Conectividad y servicios públicos (CSP): esta categoría se refiere a las instalaciones de infraestructura tales como enlaces desarrollados a través de

carreteras, cercanía a estaciones de ferrocarril, aeropuertos o puertos marítimos, disponibilidad de electricidad, suministro de agua y medios de comunicación.

- Políticas públicas (PP): esta categoría trata los criterios relativos a los factores controlados por el gobierno. Incluye variables tales como políticas tributarias y garantías legales, incentivos y costo de la tierra.
- Mercado (MC): se consideran criterios relacionados con el mercado en esta categoría. Incluye variables como el tamaño actual del mercado, la proximidad al mercado desde el almacén y el alcance futuro para la expansión del mercado.

**Tabla 3-1:** Variables aplicados en la planificación logística y el uso del suelo regional

Categoría	Variable	Descripción	Referencias
Conectividad y servicios públicos (CSP)	Transporte y conectividad (T&C)	Incluye instalaciones de transporte, y la cercanía a nodos de intercambio	(A. McKinnon, 2009; Turğut et al., 2011; Wu & Radbone, 2005; J. Yang & Lee, 1997)
	Electricidad y suministro de agua (E&SA)	Se refiere a la facilidad y disponibilidad del suministro de agua y electricidad en el área en evaluación	(Ashrafzadeh et al., 2012; Chan, 2003; Rothenberg et al., 2005; Turğut et al., 2011; Zhu et al., 2008)
	Configuración de TI y telecomunicación (TIC)	La comunicación es esencial para el funcionamiento de un almacén y, por lo tanto, es muy importante tener una configuración de telecomunicaciones adecuada alrededor de la ubicación del almacén.	(Ashrafzadeh et al., 2012; Turğut et al., 2011)
	Dirección del flujo de carga (DFC)	Se refiere al análisis de deslocalización, dirección y gobernanza del flujo de carga.	(A. McKinnon, 2009)
Políticas públicas (PP)	Costo de tierra (CoT)	Se refiere tanto al costo por m <sup>2</sup> de adquisición de la tierra, como a la existencia de un mercado inmobiliario comercial.	(Ashrafzadeh et al., 2012; Demirel et al., 2010; A. K. Glasmeier & Kibler, 1996; A.

Categoría	Variable	Descripción	Referencias
			McKinnon, 2009; Sivitanidou, 1996; Turğut et al., 2011)
	Políticas de impuestos (PI)	Contempla la carga tributaria esperada, tanto a nivel local, como nacional	(Demirel et al., 2010; A. McKinnon, 2009; J. Yang & Lee, 1997)
	Incentivos (Inc)	Evalúa los incentivos locales para atraer inversiones de las empresas.	(Demirel et al., 2010)
	Política de Planificación de uso del suelo (PPUS)	Involucra las condiciones de ordenamiento territorial y restricciones al uso del suelo	(A. McKinnon, 2009)
Mercado (MC)	Tamaño del mercado (TM)	Se refiere al tamaño del mercado presente en el área cercana a la región objeto de análisis	(Vlachopoulou et al., 2001)
	Proximidad al mercado principal (PMM)	Evalúa las capacidades competitivas regionales que permiten reducir el costo logístico y a proporcionar un mejor servicio en términos de tiempo y flexibilidad.	(Ashrafzadeh et al., 2012; Demirel et al., 2010; Huifeng & Aigong, 2008; Turğut et al., 2011)
	Alcance del crecimiento del mercado (ACM)	Corresponde al crecimiento potencial del mercado, al igual que la capacidad de articulación para la generación de una economía de escala.	(Polèse & Shearmur, 2004; Shearmur et al., 2018; Shearmur & Alvergne, 2002; Wu & Radbone, 2005)

Fuente: adaptado de (A. McKinnon, 2009; Singh et al., 2018)

### 3.3 Caracterización de las variables de decisión a escala regional

Una vez identificados los elementos básicos para la planeación regional del desarrollo de la infraestructura logística propuestos (Debie & Raimbault, 2016; Hall, 2012; Hunt, 2006; A. McKinnon, 2009); así como las variables que les recogen en los modelos teóricos de (A.

McKinnon, 2009; Singh et al., 2018), especialmente relacionadas con infraestructura logística destinada a almacenamiento y bodegaje, es necesario caracterizar dichas variables.

Sin embargo, es de resaltar que una misma variable puede ser considerada desde diferentes perspectivas, y con diferentes enfoques en función de la visión, potencialidades, limitantes y particularidades propias de cada región, por ello y dado el alcance del trabajo de grado, y en especial el caso de estudio, la caracterización de las variables se enfocará en los siguientes elementos (ver **Tabla 3-2**).

**Tabla 3-2:** Elementos a considerar por variable

Variable	Descripción
Transporte y conectividad (T&C)	Red Nacional de Carreteras Área de influencia
Electricidad y suministro de agua (E&SA)	Porcentaje de cobertura energía, acueducto y alcantarillado
Configuración de TI y telecomunicación (TIC)	Porcentaje de penetración de internet
Dirección del flujo de carga (DFC)	Registro Nacional de Despacho de Carga
Costo de tierra (CoT)	Avalúos catastrales integral para zonas rurales
Políticas de impuestos (PI)	Impuesto al comercio
Incentivos (Inc)	Incentivos tributarios, zonas francas
Política de Planificación de uso del suelo (PPUS)	Uso del suelo logístico
Tamaño del mercado (TM)	Cadenas productivas
Proximidad al mercado principal (PMM)	Distancia al mercado objetivo
Alcance del crecimiento del mercado (ACM)	Oportunidad de participación en el mercado

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta lo anterior, la caracterización de las variables en función de los elementos establecidos se realizará a partir de las fuentes oficiales para Colombia, toda vez que son estas las que establecen el marco normativo para el ordenamiento del territorio; a continuación se presenta la definición de los elementos seleccionados.

### 3.3.1 Transporte y conectividad (T&C)

- Clasificación de la red vial

La Red Nacional de Carreteras es la red vial de Colombia regulada por el Ministerio de Transporte colombiano mediante el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS) y sus direcciones territoriales, según Decreto 1731 de 2001 (Presidencia de la República de Colombia, 2001).

Dicha red vial, puede ser administrada por el estado o delegadas a empresas privadas mediante concesión; en este caso es la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), quien es responsable de planear, coordinar, estructurar, contratar, ejecutar, administrar y evaluar proyectos de concesiones y otras formas de Asociación Público Privada - APP, para el diseño, construcción, mantenimiento, operación, administración y/o explotación de la infraestructura pública de transporte en todos sus modos (MINTRANSPORTE, 2011).

El sistema se compone de 3 grandes categorías, red primaria, red secundaria y red terciaria, las cuales son definidas en el “Manual de Diseño Geométrico de Carreteras” (INVIAS, 2008) así:

- Red Primaria: Son aquellas troncales, transversales y accesos a capitales de Departamento que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de éste con los demás países. Este tipo de carreteras pueden ser de calzadas divididas; y deben funcionar pavimentadas.
- Red Secundaria: Son aquellas vías que unen las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera Primaria.; estas pueden funcionar pavimentadas o en afirmado
- Red Terciaria: Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Esta categoría debe funcionar en afirmado; no obstante, en caso de pavimentarse deberán cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las vías Secundarias.

Para el caso de estudio se evaluará el Índice de suficiencia de la red vial (Índice de Engel) para cada unidad territorial.

- Índice de suficiencia de la red vial (Índice de Engel)

Este indicador representa la capacidad que tiene la red vial de cada territorio para garantizar los servicios de transporte, considerando la población y la superficie de cada unidad territorial analizada (SEPLAN, 2013).

$$I_e = \frac{KmV}{\sqrt{S \cdot PT}} * 100$$

Donde

- $I_e$  = Índice de Engel.
- **KmV** = Longitud en kilómetros de las carreteras de la red primaria en el ente territorial.
- **S** = Kilómetros cuadrados de superficie del ente territorial.
- **PT** = Número de habitantes de la región

Mientras más bajo sea el valor del índice, menor es la capacidad de la infraestructura vial, lo que también puede interpretarse como zonas con redes viales relativamente saturadas y, al contrario, los valores más altos indican la posibilidad de una mayor capacidad para garantizar la circulación y el intercambio de bienes y personas, de acuerdo con la población y la superficie involucradas; los rangos propuestos para calificación son (SEPLAN, 2013):

- $I_e < 30$ ; zonas con infraestructura saturada, deficiencia de la red vial
- $\geq 30$   $I_e < 50$ ; zonas con infraestructura vial relativamente saturada, moderada eficiencia vial.
- $I_e \geq 50$ ; zonas sin saturación en la infraestructura vial, alta eficiencia de la red vial.

En la medida que se incrementa la red primaria nacional logra una mayor cobertura de superficie territorial y un mayor acceso de la población a mercados.

### 3.3.2 Electricidad y suministro de agua (E&SA)

- Cobertura de energía eléctrica

Para la determinación del ICEE (índice de cobertura de energía eléctrica) se estima con relación a las viviendas con servicio (usuarios del sistema de energía) vs número de viviendas

$$ICEE_{ti} = \frac{Usuarios_{t,i}}{Viviendas_{t,i}} \times 100$$

Donde:

- **t** = periodo de tiempo
- **i** = Ubicación Departamento, municipio
- **Vivienda:** Para esta metodología, una vivienda es un inmueble con uso residencial (UPME, 2018).
- **Usuario:** Para esta metodología, un usuario corresponde a las viviendas clasificadas en el sector residencial, que tienen la infraestructura eléctrica disponible, independiente de su condición comercial, de la cantidad de horas de servicio o si el servicio se presta a través del Sistema Interconectado Nacional – SIN o mediante soluciones aisladas – ZNI (UPME, 2018).

El resultado para el 2018 arroja un ICEE del 96,44% para el territorio nacional.(UPME, 2018)

- Cobertura de acueducto y alcantarillado

La cobertura del servicio público de acueducto y alcantarillado esta expresada como la relación entre predios residenciales que tienen acceso al servicio y el total de predios residenciales (urbanos y rurales) centros poblados y vivienda dispersa expresada en porcentaje.(Superservicios & Departamento Nacional de Planeación, 2018)

$$Cobertura\ del\ servicio = \frac{\sum \text{predios residenciales con servicio}}{\sum \text{Total de predios residenciales}} \times 100$$

Para el año 2018 la cobertura nacional para el servicio público de acueducto fue de 76% y de 67,2% para alcantarillado en todo Colombia.(Superservicios & Departamento Nacional de Planeación, 2018)

### 3.3.3 Configuración de TI y telecomunicación (TIC)

El acceso a Internet es el servicio cuyo objeto es facilitar los medios físicos que incluyan todas las funcionalidades y recursos de red nacionales y/o internacionales necesarios para permitir a un usuario interconectarse a la red Internet y aprovechar sus recursos y servicios.

Como variables para su medición se contemplan: Suscriptores a Internet fijo, Abonados a Internet móvil, Ingresos por servicios de Acceso a Internet móvil, Tráfico de Internet móvil, Nivel de Banda, Tecnología utilizada para la prestación del servicio de acceso a Internet, Velocidades ofertadas por los proveedores de redes y servicios; e Índice de población del DANE.

No obstante, como indicador principal se contempla el porcentaje de penetración de internet, el cual se define como “la relación entre el número de abonados suscritos mediante una cuenta de pospago o prepago, y el índice de población del DANE”:

$$\% \text{ Penetración de Internet} = \frac{\sum \text{Abonados Internet banda ancha}}{\text{Índice de población DANE}} \times 100$$

### 3.3.4 Dirección del flujo de carga (DFC)

La dirección del flujo de carga se establece combinando dos criterios, el primero evalúa la fuente de la planeación regional en términos de política pública, la cual dirección la visión de la gobernanza, y el segundo establece la relación de espacio entre fabricación/almacén.

Para el primer criterio se toma como referente el marco de política pública existente, y para el segundo se evalúa la relación del volumen de carga entrante y saliente de la región, así:

$$\text{DFC} = \frac{\text{Volumen de entrada}}{\text{Volumen de salida}}$$

- **0,9 ≥ DFC ≤ 1,1:** La región tiende al equilibrio entre el sistema fabril y el de servicios, no hay dirección dominante.
- **DFC > 1,10:** La región tiende al dominio del volumen de entrada, mayor presencia del sector de servicios y distribución, bajo nivel fabril.

- **DFC < 0.9:** La región tiende al dominio del volumen de salida, mayor presencia del sector industrial y fabril.

Para el análisis del caso de estudio se utilizara como referente el registro Nacional de Despacho de Carga (RNDC), el cual es un sistema de información que permite recibir, validar y transmitir la información generada en las operaciones del Servicio Público de Transporte de Carga por Carretera (MINTRANSPORTE, 2020).

### 3.3.5 Costo de tierra (CoT)

El costo de la tierra se establece a partir del mapa de avalúos catastrales integrales por hectárea para zonas rurales (UPRA, 2017); este se encuentra expresado en SMMLV (Salario Mínimo Mensual Legal Vigente); dicho avalúo fue a partir de la relación aritmética entre el avalúo total catastral del predio y su correspondiente área en hectáreas, por lo tanto, el avalúo integral catastral unitario incluye el avalúo de la tierra y el avalúo de las posibles construcciones existente en el predio. Todos los avalúos fueron traídos a la misma fecha con una tasa de nivelación calculada por la UPRA (UPRA, 2017); es importante aclarar que el valor evaluado por la UPRA, no considera el valor comercial, por lo cual para efectos del presente documento se plantea un grado de valorización comercial de la tierra a partir de los precios identificados por la UPRA (ver **Tabla 3-3**).

**Tabla 3-3:** Grado de valorización a partir de los rangos de precios nacionales por hectárea

Número	Precio en millones por ha	Grado de valorización
1	Menor de 1	Bajo
2	Mayor a 1 hasta 2,3	
3	Mayor a 2.3 hasta 4.8	
4	Mayor a 4.8 hasta 10	
7	Mayor a 10 hasta 22.1	Moderado
8	Mayor a 22.1 hasta 58.4	
9	Mayor a 58.4	Alto

Fuente: Adaptado de (UPRA, 2020)

No obstante, los costos establecidos por la UPRA no incluyen precios para las zonas urbanas, y redes viales, por lo cual, en el caso de estudio, y dada las particularidades de dichas zonas, se consideran de igual manera con un grado de valorización comercial alto.

### **3.3.6 Políticas de impuestos (PI)**

Para la planificación a escala regional de la infraestructura logística, es necesario contar con un marco tributario especial, que permita una tributación unificada por regiones, no obstante, al no contar con dicha alternativa, es necesario entonces considerar los tributos locales establecidos en el “Estatuto Tributario Nacional” así:

- ICA: también conocido como Impuesto de Industria y Comercio es una obligación municipal que se genera a partir de la ejecución de labores de industria, comercio o servicios generados en Bogotá o cualquier ciudad del país donde aplique, en las que directa o indirectamente se desarrollan de manera continua o eventual, con o sin establecimiento comercial.(SIIGO, 2021)
- Impuesto predial: se aplica sobre las propiedades o posesiones inmobiliarias existentes en una ciudad del territorio nacional. El pago de este impuesto se calcula a partir del valor de la propiedad dependiendo de su ubicación, el número de pisos, la superficie de construcción y el tipo de inmueble, por mencionar algunos de los factores que se tienen en cuenta.
- Registro: Se cobra sobre documentos o contratos que deben registrarse ante la Cámara de Comercio y en las oficinas del Estado a nivel departamental.(Pontificia Universidad Javeriana, 2021).

Adicionalmente existen otros tributos como impuesto sobre vehículos automotores, de delineación urbana, de azar y espectáculos, al consumo de cerveza, licores y cigarrillos y tabaco, sobretasa a la gasolina; no obstante, estos últimos no se consideran en la planificación regional logística.

### **3.3.7 Incentivos (Inc)**

Como incentivos útiles para lograr extensión de la infraestructura logística con visión regional, son aquellos que pueden ser diferenciables entre regiones, si bien en Colombia no existen en el marco normativo dichos incentivos, existen las extensiones locales al

“Impuesto de Industria y Comercio”, las cuales buscan atraer inversión privada a los municipios, que genere industria y empleo locales.

De forma paralela se encuentran las zonas francas, las cuales se definen como áreas geográficas ubicadas dentro de las fronteras de un país en donde se desarrollan actividades económicas bajo un tratamiento preferencial en materia de impuestos, aduanas y comercio exterior (Ramos & Rodriguez, 2011); estas zonas francas ofrecen los siguientes beneficios (PROCOLOMBIA, 2016).

- Tarifa única del impuesto sobre la renta del 20%. (la tarifa actual en el Territorio Aduanero Nacional es del 32% para 2020, 31% para 2021)
- No se causan ni pagan tributos aduaneros (IVA y arancel) en las mercancías que se introduzcan a la Zona Franca.
- Posibilidad de exportación desde Zona Franca a terceros países.
- Las mercancías de origen extranjero introducidas a la zona franca podrán permanecer en ellas indefinidamente.
- Exención de IVA para las materias primas, partes, insumos y bienes terminados que se vendan desde el territorio aduanero nacional a usuarios industriales de bienes o de servicios de Zona Franca o entre estos.

Las zonas francas y las extensiones locales son un motor que jalona el crecimiento logístico y atrae inversión en la región.

### **3.3.8 Política de Planificación de uso del suelo (PPUS)**

El ordenamiento territorial es entendido como el proceso de planificación y gestión de las entidades territoriales para facilitar el desarrollo institucional, el fortalecimiento de la identidad cultural y el desarrollo territorial, entendido este como desarrollo económicamente competitivo, socialmente justo, ambiental y fiscalmente sostenible, regionalmente armónico, culturalmente pertinente, atendiendo a la diversidad cultural y físico-geográfica de Colombia (Congreso de la República de Colombia, 2011)

A partir del ordenamiento territorial se reglamenta de manera específica los usos del suelo, en las áreas urbanas, de expansión y rurales, estableciendo adicionalmente las actividades

principales, complementarias y restringidas (Congreso de la República de Colombia, 2011); que para el caso de una verdadera integración regional logística no basta con la mera definición de “Suelo de uso industrial”, o “Suelo de uso mixto”, puesto que es necesario contar con una definición y delimitación clara sobre el “Suelo de uso logístico”, evitando ambivalencias normativas.

Para el presente documento, se evalúa tanto el POT municipal, como el Plan de Desarrollo Municipal, señalando que en análisis más profundos se deban considerar elementos de planeación de orden superior como los Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuenca.

### **3.3.9 Tamaño del mercado (TM)**

Uno de los elementos a considerar en la planificación logística a escala regional, es si esta se especializará en un único mercado objetivo, o si por el contrario buscará potencial las capacidades del territorio, para el caso del presente documento se aborda desde la segunda visión, por ello se considera como variable el número total de cadenas productivas que pueden convergen en la región, en la búsqueda de sinergias particulares.

Las cadenas productivas son el conjunto de actividades que se articulan técnica y económicamente desde el inicio de la producción y elaboración de un producto agropecuario, hasta su comercialización final (MINTRANSPORTE & COLCIENCIAS, 2014); La Cadena puede ser conformada de común acuerdo, a nivel nacional, a nivel de una zona o región productora, por los productores, empresarios, gremios y organizaciones más representativos, tanto de la producción agrícola, pecuaria, forestal, acuícola, pesquera, como de la transformación, la comercialización, la distribución, y de los proveedores de servicios e insumos .

### **3.3.10 Proximidad al mercado principal (PMM)**

Una vez identificado el mercado objetivo a ser atendido, es necesario establecer las capacidades competitivas regionales que permiten reducir el costo logístico y proporcionar un mejor servicio en términos de tiempo, donde la distancia al mercado principal es un factor determinante.

Desde el punto de vista regional, y tomando como punto de referencia las cadenas productivas, el mercado principal estará determinado por la distancia a las grandes urbes, las cuales fungen como el principal nodo de consumo, a la vez que actúan como eje articulador de la planificación regional, dada su capacidad de actuar como eje articulador.

### **3.3.11 Alcance del crecimiento del mercado (ACM)**

Teniendo en cuenta que esta variable considera la capacidad de articulación para la generación de una economía de escala, el objetivo de esta se centra en evaluar la existencia de oportunidades de articulación, tales como planes regionales, programas asociativos territoriales, así como la existencia de un marco institucional y normativo que permita la articulación de cara al mercado objetivo.

## **4. Evaluación de las variables de decisión a escala regional**

En este apartado se realizará la evaluación de las variables identificadas, y la evaluación del caso de estudio; para la evaluación de las variables se realizarán dos procedimientos, el primero contempla un análisis pareado siguiendo el Proceso Jerárquico Analítico (AHP) por sus siglas en inglés, el cual permitirá establecer los criterios y subcriterios más importantes de las variables identificadas.

El segundo procedimiento evaluará cada variable a la luz de las consideraciones ambientales, sociales y económicas que pudiesen tenerse en cuenta en ejercicio de planificación regional; dicha evaluación se apoya en entrevistas a expertos, las cuales adicionalmente buscan convalidar la identificación de las variables identificadas en los modelos teóricos.

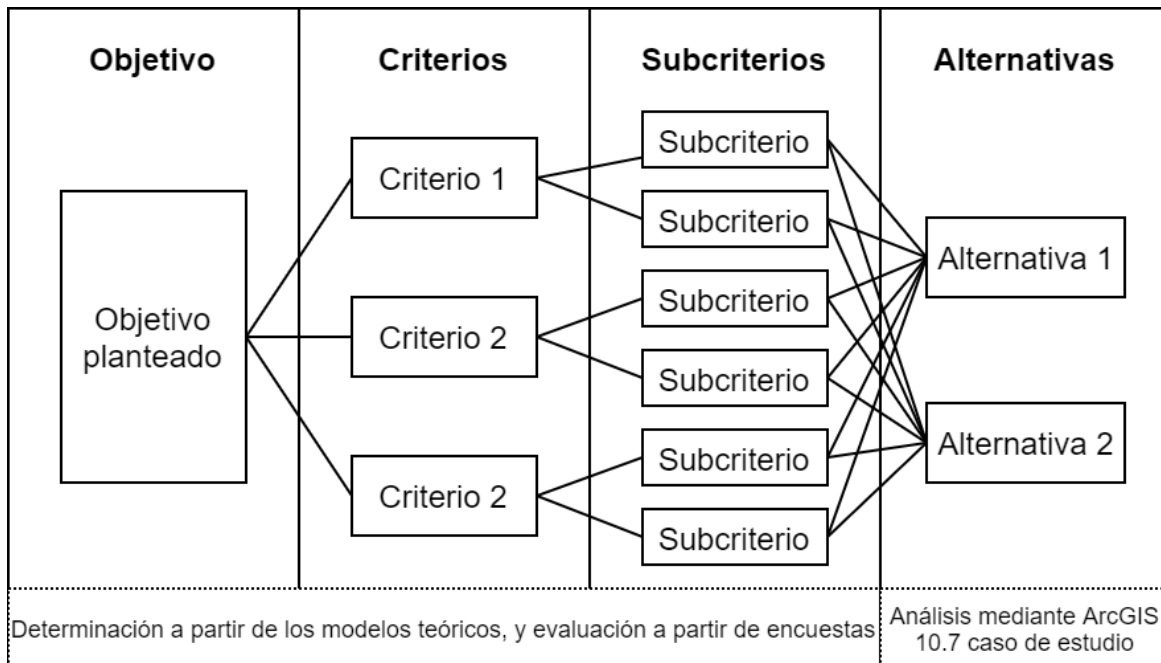
Por último, con las variables identificadas y caracterizadas se realizará la evaluación de la capacidad de articulación logística regional que tiene la Sabana de Bogotá como caso de estudio.

### **4.1 Evaluación de criterios mediante un Análisis jerárquico multicriterio – AHP**

Las técnicas de análisis multicriterio permiten trabajar con varios criterios simultáneamente, usualmente en conflicto entre sí; para el presente documento se ha seleccionado el Proceso Jerárquico Analítico (AHP), el cual es un método propuesto por Thomas Saaty. Este es una herramienta para decisiones multicriterio que permite evaluar los factores que influyen en la resolución de un problema (Gramajo et al., 2011).

El método AHP permite realizar comparaciones pareadas entre los diferentes criterios, sin embargo, el método también provee una forma de valorar alternativas, las cual permiten realizar juicios absolutos; en la **Figura 4-1** se aprecia los pasos requeridos para su ejecución:

**Figura 4-1:** Estructura de la aplicación del proceso jerárquico analítico (AHP),



Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta el alcance del documento, y el desarrollo metodológico del mismo, las fases de objetivo y definición de criterios y subcriterios se abordaron en los apartados anteriores; con respecto al análisis pareado y evaluación de los mismos se llevó a cabo una encuesta al “Cluster de Logística y Transporte de Bogotá – Región”; cuyo detalle se presentará a continuación; no obstante con respecto a la evaluación de alternativas esta se abordará en el apartado del análisis del caso de estudio.

#### 4.1.1 Determinación de las preferencias

A través de la encuesta aplicada al “Cluster de Logística y Transporte de Bogotá – Región”, se solicitó a cada participante la evaluación de las variables en función del grado de preferencia establecido por Saaty; no obstante, dado el número tan amplio de variables

identificadas, así como de sus propiedades intrínsecas, para la encuesta se tuvo en cuenta los siguientes preceptos:

- Dado que la Dirección del Flujo de Carga (DFC), es una variable que orienta el tipo de gobernanza en la región, se considera como transversal al proceso de planificación, por lo cual no se incluye en la evaluación pareada.
  - Electricidad y suministro de agua (E&SA) y Configuración de TI y telecomunicaciones (TIC), fue evaluada como una única variable llamada Servicios Públicos (SP)
  - Dado que no existe un marco normativo asociado a Políticas de impuestos (PI) e Incentivos (Inc) con visión regional, estas variables se consolidaron en una única variable llamada Marco Tributario (MT)
  - Tomando en cuenta la visión del presente documento, el cual aborda la planificación del territorio y la expansión de la infraestructura logística con una perspectiva amplia frente a las capacidades del territorio, con un enfoque en cadenas productivas; se evaluó de forma conjunta el Tamaño del mercado (TM) y el Alcance del crecimiento del mercado (ACM), mediante la variable Tamaño y Alcance del mercado (TAM)
  - Teniendo en cuenta el riesgo derivado de la especulación y su impacto en la expansión ordenada de la infraestructura logística, se evaluó la variable Disponibilidad de Tierra (DT), la cual conjuga el Costo de la tierra (CoT), y la Política de Planificación de uso del suelo (PPUS)
- Matriz de comparaciones pareadas

Esta es una matriz cuadrada que contiene comparaciones pareadas de alternativas o criterios; donde  $A$  es una matriz  $n \times n$ , donde  $n \in \mathbb{Z}^+$ . Sea  $a_{ij}$  el elemento  $(i,j)$  de  $A$ , para  $i = 1,2,3,\dots,n$ , y  $j = 1,2,3,\dots,n$ . Decimos que  $A$  es una matriz de comparaciones pareadas de  $n$  alternativas, si  $a_{ij}$  es la medida de la preferencia de la alternativa en la fila  $i$  cuando se le compara con la alternativa  $j$ . cuando  $i = j$ , el valor  $a_{ij}$  será igual a 1, pues se está comparando consigo misma.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Para la estructuración de la matriz, el Proceso Analítico Jerárquico se basa en 4 axiomas;

- Axioma 1, referido a la condición de juicios recíprocos: si A es una matriz de comparaciones pareadas se cumple que  $a_{ij} = 1/a_{ji}$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

La comparación de las diferentes alternativas respecto al criterio del nivel inferior de la estructura jerárquica, como la comparación de los diferentes criterios de un mismo nivel jerárquico dan lugar a una matriz cuadrada denominada matriz de decisión. Esta matriz cumple con las siguientes propiedades

- Axioma 2, Reciprocidad: si  $a_{ij} = X$ ; entonces  $a_{ji} = \frac{1}{X}$
  - Axioma 3, Homogeneidad: si i y j son igualmente importantes,  $a_{ij} = a_{ji} = 1$ , además,  $a_{ii} = 1$ , para todo i.
  - Axioma 4, Consistencia: la matriz no debe contener contradicciones en la valoración realizada.
- Síntesis de los resultados

Para obtener las prioridades a partir de los juicios dados en las encuestas realizadas, primero se obtiene la media geométrica para cada par evaluado, obteniendo así la matriz A, el segundo paso es obtener la matriz normalizada, para ello se suman los valores de cada columna y se divide cada casillero de la columna por el sumatorio de esta.

$$A = \begin{bmatrix} C1 & C2 & \dots & CM \\ 1 & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{m1} & \vdots & \dots & 1 \\ \hline \sum C1 & \sum C2 & \dots & \sum CM \end{bmatrix}$$

$$N = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sum C1} & \frac{a_{12}}{\sum C2} & \dots & \frac{a_{1n}}{\sum Cm} \\ \frac{a_{21}}{\sum C1} & \frac{1}{\sum C2} & \dots & \frac{a_{2n}}{\sum Cm} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{a_{n1}}{\sum C1} & \frac{a_{n2}}{\sum C2} & \dots & \frac{1}{\sum Cm} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \dots & n_{1m} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & n_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ n_{m1} & n_{m1} & \dots & n_{mm} \end{bmatrix}$$

Una vez establecido el cálculo que permitió generar la matriz normalizada, se obtiene la prioridad relativa de cada uno de los elementos comparados, promediando cada una de las filas de la matriz normalizada, como se muestra a continuación

$$N = \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \dots & n_{1m} \\ n_{21} & n_{22} & \dots & n_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ n_{m1} & n_{m1} & \dots & n_{mm} \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} (n_{11} + n_{12} + \dots + n_{1m})/m = p_1 \\ (n_{21} + n_{22} + \dots + n_{2m})/m = p_2 \\ \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots = \dots \\ (n_{m1} + n_{m2} + \dots + n_{mm})/m = p_m \end{array}$$

Donde, total de elementos a comparar, la forma corresponde a los promedios y finalmente corresponde a las prioridades.

- Determinación de la consistencia

Tras determinar las prioridades de los elementos, se debe asegurar que los resultados obtenidos sean válidos para tomar decisiones. Estos resultados se derivan de los juicios de valor emitidos en las comparaciones, los cuales pueden ser consistentes o no. Hay que tener en cuenta que la consistencia perfecta es muy difícil de obtener y es de esperar un cierto grado de inconsistencia al establecer las comparaciones. En una matriz que sea totalmente consistente se debe cumplir que

$$a_{ij} = \frac{a_{ik}}{a_{jk}}, \text{ para } i, j \text{ y } k = 1, 2, 3 \dots n.$$

la razón de consistencia (RC) se calcula como el cociente entre el índice de consistencia de A y el índice de consistencia aleatorio.

$$RC = \frac{IC}{ICA},$$

Donde el índice de consistencia de A se calcula como sigue:

$$CI = \frac{n_{\max} - n}{n-1},$$

El índice de consistencia aleatoria (ICA) se calcula como sigue:

$$ICA = \frac{1.98(n-2)}{n},$$

El RC no debe superar el 0,10 puesto que esto señala la existencia en las contradicciones en la valoración realizada:

- $RC \leq 0.1$ , Consistencia razonable
- $RC > 0.1$ , Inconsistencia

#### 4.1.2 Resultados del Análisis jerárquico multicriterio – AHP

- Evaluación de criterios

Luego de obtener los valores las medias geométricas de las evaluaciones pareadas se construyó la matriz para los criterios identificados, Mercado (MC), Conectividad y servicios públicos (CSP) y Políticas públicas (PP), los resultados finales, incluyendo la matriz normalizada y el peso de cada criterio se presenta en la **Tabla 4-1**

**Tabla 4-1:** Resultados de la evaluación para los criterios identificados

Criterio	Mc	CSP	PP	Matriz normalizada			Vector promedio
Mercado (MC)	1,00	0,76	1,39	0,33	0,33	0,34	0,33
Conectividad y servicios públicos (CSP)	1,31	1,00	1,72	0,43	0,43	0,42	0,43
Políticas públicas (PP)	0,72	0,58	1,00	0,24	0,25	0,24	0,24
Suma	3,03	2,35	4,11				

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con estos resultados el criterio más importante para la planeación de la infraestructura logística regional es la conectividad y los servicios públicos (CSP), que recoge tanto la infraestructura de transporte, la cobertura de energía, agua y telecomunicaciones.

En segundo lugar, encontramos el Mercado (MC), criterio que incluye el tamaño, proximidad y alcance de este; lo cual refleja la visión privada que se enfoca en el principio de oportunidad.

En tercer lugar, se encuentra las Políticas públicas (PP); lo cual sugiere que en el consciente colectivo de la visión privada sobre el crecimiento de la infraestructura logística a escala regional, no es clara la relación entre el uso del suelo, el costo de la tierra, el marco tributario; dado que estas variables son más afines a la visión pública del territorio.

Los resultados obtenidos fueron validados a partir de la evaluación de la razón de consistencia, así:

**Tabla 4-2:** Cálculo de  $n_{max}$  para el análisis de criterios

Criterio	Matriz n * Vector promedio	$n_{max}$
Mercado (MC)	0,994	3,0004
Conectividad y servicios públicos (CSP)	1,277	
Políticas públicas (PP)	0,729	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4-3:** Cálculo de razón de consistencia

Factor	Resultado
índice de consistencia (CI)	0,000209449
Índice de consistencia aleatoria (ICA)	0,66
razón de consistencia (RC)	0,000317346

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el análisis de consistencia, se puede afirmar que la evaluación de los criterios hecha presenta una consistencia razonable.

- Evaluación de variables (subcriterios)

Tomando los resultados de la encuesta aplicada para la evaluación pareada de las variables identificadas, primero se obtuvo la media geométrica de las evaluaciones hechas por los encuestados, y a partir de esta se construyó la matriz de evaluación, la matriz normalizada y el peso de cada variable, tal como se aprecia en la **Tabla 4-4**.

**Tabla 4-4:** Resultados de la evaluación para las variables identificadas

Variables	T&C	SP	DT	MT	TAM	PMM	Matriz normalizada						Vector promedio
Transporte y conectividad (T&C)	1,00	1,85	1,69	1,40	1,45	2,10	0,25	0,28	0,27	0,23	0,20	0,27	0,25
Servicios Públicos (SP)	0,54	1,00	0,76	1,05	1,09	1,65	0,13	0,15	0,12	0,18	0,15	0,21	0,16

Variables	T&C	SP	DT	MT	TAM	PMM	Matriz normalizada						Vector promedio
Disponibilidad de Tierra (DT)	0,59	1,31	1,00	1,01	1,16	1,00	0,15	0,20	0,16	0,17	0,16	0,13	0,16
Marco Tributario (MT)	0,71	0,95	0,99	1,00	1,45	1,19	0,18	0,14	0,16	0,17	0,20	0,15	0,17
Tamaño y Alcance del mercado (TAM)	0,69	0,92	0,86	0,69	1,00	0,94	0,17	0,14	0,14	0,11	0,14	0,12	0,14
Proximidad al mercado principal (PMM)	0,48	0,61	1,00	0,84	1,07	1,00	0,12	0,09	0,16	0,14	0,15	0,13	0,13
Suma	4,01	6,63	6,30	5,99	7,22	7,89							

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos, la variable más importante corresponde al Transporte y conectividad (T&C), la cual incluye toda la red de transporte y servicios asociados; sugiriendo que, para lograr una verdadera integración a escala regional de la infraestructura logística, los sistemas multimodales son un elemento clave en la planificación a escala regional.

En segundo lugar, encontramos el Marco Tributario (MT), que incluye tanto la política tributaria, como los incentivos que buscan atraer la inversión a los territorios, no obstante, es importante señalar que, si esta variable se considera desde la perspectiva de los criterios, su nivel de importancia se diluye entre las políticas públicas en la visión privada.

En tercer lugar, se encuentran los Servicios Públicos (SP), mediante los cuales no sólo se garantiza la operación de la infraestructura destinada a almacenamiento y bodegaje, sino su articulación en las actuales tendencias en comercio electrónico, interoperabilidad, comunicación en tiempo real, etc, los cuales están relacionados con la infraestructura de telecomunicaciones.

En cuarto lugar, encontramos la disponibilidad de Tierra (DT), que asocia la planificación del uso del suelo, y el costo de la tierra; siendo coincidente a lo que ocurre con el marco tributario, como variables la visión privada señala que estas tienen un alto impacto en las decisiones de localización a escala regional; sin embargo, la relación en el marco de las políticas públicas, y los procesos de planificación territorial no es clara desde la perspectiva

privada, la cual al ser vista como criterio, considera que es menos importante que el mercado.

En quinto y sexto lugar se encuentran las variables relacionadas con el mercado, estas son el tamaño, alcance y cercanía al mercado; finalmente los resultados obtenidos fueron validados a partir de la evaluación de la razón de consistencia, así:

**Tabla 4-5:** Cálculo de  $n_{max}$  para el análisis de variables

Criterio	Matriz n * Vector promedio	$n_{max}$
Transporte y conectividad (T&C)	1,516	6,062
Servicios Públicos (SP)	0,953	
Disponibilidad de Tierra (DT)	0,970	
Marco Tributario (MT)	1,007	
Tamaño y Alcance del mercado (TAM)	0,828	
Proximidad al mercado principal (PMM)	0,789	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4-6:** Cálculo de razón de consistencia matriz de variables

Factor	Resultado
índice de consistencia (CI)	0,01246507
Índice de consistencia aleatoria (ICA)	1,32
razón de consistencia (RC)	0,00944323

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el análisis de consistencia, se puede afirmar que la evaluación de los criterios hecha presenta una consistencia razonable.

## 4.2 Análisis entrevistas a expertos

Luego de realizar la identificación y evaluación de las variables identificadas, se realizó el proceso de validación de los resultados, mediante la consulta a expertos; toda vez que este es un método que permite validar la fiabilidad de los resultados obtenidos en la investigación, que se define como “una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en éste, y que pueden

dar información, evidencia, juicios y valoraciones” (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008), los resultados obtenidos se presentan a continuación.

### 4.2.1 Análisis de resultados

Para el análisis de resultados se realizó la misma agrupación de variables que la propuesta en el análisis multicriterio, con el objetivo de convalidar de forma eficiente los resultados obtenidos (Ver **Tabla 4-7**)

**Tabla 4-7:** Resultados entrevista a expertos

Variable	Juicio de Expertos
Transporte y conectividad (T&C)	<p>Los expertos coinciden en que esta variable, engloba elementos sensibles para la planificación logística, destacando que es a través de la red de transporte y los sistemas de movilidad como se logra articular los diferentes nodos de las cadenas de suministro.</p> <p><i>“No puede existir articulación regional logística, sin una red de transporte madura y eficiente”</i></p> <p>No obstante, señalan que, al planificar el transporte a escala regional, este no puede solo considerar solo el modo, sino todos los servicios asociados que también influyen en las capacidades logísticas regionales, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parqueaderos</li> <li>• Hoteles y restaurantes</li> <li>• Talleres y servitecas</li> <li>• Estaciones de servicio</li> <li>• Servicios de emergencia y seguridad</li> </ul> <p><i>“El transporte regional no se puede enfocar solo en la carga, debe considerar las personas que lo hacen posible”</i></p> <p>Finalmente, a juicio de los expertos, en los procesos de planeación que establecen la visión frente al crecimiento, operación y manejo de la infraestructura vial local o regional, indican que la logística no es un actor</p>

Variable	Juicio de Expertos
	<p>importante, si bien se mencionan indicadores asociados a la carga, o al número de pasajeros, la planificación se aborda desde otras visiones técnicas, que no necesariamente mejoran la capacidad competitiva y la articulación logística regional.</p>
<p>Servicios Públicos (SP)</p>	<p>Es de resaltar que los expertos señalan la importancia de considerar de forma individual, los servicios de agua y energía de forma independiente de las tecnologías de la información y la comunicación.</p> <p>En el primer caso, los servicios de agua, energía, acueducto y alcantarillado afectan el desarrollo y consolidación de algunas cadenas de suministro, que para su operación demanden características específicas que la región no pueda o no ofrecer, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fases y niveles de tensión</li> <li>• Trámites de conexión</li> <li>• Calidad del agua</li> <li>• Trámites para captación y vertimiento</li> </ul> <p>Por su parte, las tecnologías de información y comunicación impactan la capacidad de coordinación de las cadenas de suministro; sin cobertura de servicios de internet, telefonía móvil, o similares, la capacidad de coordinar los actores y agentes que hacen posible las redes logísticas decae; lo cual también afecta la gobernanza logística.</p> <p><i>“La cobertura de internet y datos de calidad, garantiza la capacidad competitiva de los actores más débiles de la cadena”</i></p> <p><i>“El acceso a las tecnologías de la comunicación, brinda oportunidades para conectar entre actores de la cadena, mejorando sinergias y reduciendo ineficiencias”</i></p> <p>Por último, los expertos señalan que, en términos de planificación de la logística regional, la cobertura no es suficiente, se deben ahondar en temas como el costo, tipos de tecnología y la formación para la apropiación y el uso.</p>

Variable	Juicio de Expertos
Disponibilidad de Tierra (DT)	<p>Con respecto a las políticas de planificación del uso del suelo, los expertos coinciden que la logística no hace parte de la discusión social, académica, institucional ni política sobre el ordenamiento del territorio.</p> <p>Señalando adicionalmente, que los documentos de ordenamiento territorial no guardan coherencia, creando el fenómeno de “colcha de retazos”, lo cual va en contravía de la visión regional.</p> <p>Por su parte, el costo de la tierra a juicio de los expertos es una de las mayores limitantes al crecimiento logístico, no solo por la competencia por el acceso a la tierra de calidad, sino por este está directamente relacionado con la especulación.</p> <p><i>“Los proyectos logísticos, son proyectos inmobiliarios, en los cuales el cliente debe adaptarse a las condiciones del vendedor”</i></p> <p>En conclusión, los expertos puntualizan que existe una relación entre las políticas de uso del suelo, y la especulación, fenómeno que puede ser prevenido si realmente se considerara la logística en los procesos de ordenamiento territorial, y más si fuese con una visión regional, caso contrario la especulación aparece siendo casi irreversible el impacto causado sobre el aparato productivo regional.</p>
Marco Tributario (MT)	<p>Al consultar a los expertos sobre esta variable, resaltan tres elementos relevantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No existe un marco jurídico que permita plantear un esquema de tributación regional, crearlo requiere un cambio normativo, pero su impacto positivo podría ser un aliciente para su creación.</li> <li>• Los incentivos tributarios se enfocan principalmente en atraer inversión, no en lograr articulación, replantear la visión de los incentivos hacia lo regional es una alternativa que impulsaría la formalización y fomentaría formas asociativas formales, sin ir en detrimento de la llegada de capitales externos al territorio.</li> <li>• Los incentivos y los impuestos regionales pueden ser planteados acordes a la visión regional, favoreciendo las potencialidades que el territorio tiene para ofrecer, incluyendo trade-offs ambientales.</li> </ul>

Variable	Juicio de Expertos
Tamaño y Alcance del mercado (TAM), Proximidad al mercado principal (PMM)	<p>Desde el punto de vista de los expertos, aunque estas variables se analicen de forma independiente, en conjunto deben estar en capacidad de atender desde lo regional la siguiente relación:</p> <p style="text-align: center;">Crecimiento Vs Expansión Vs Cobertura del mercado</p> <p>Entender esta relación en la visión regional, guía los siguientes elementos claves de la planeación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo del flujo de carga</li> <li>• Manejo del flujo comercial</li> <li>• Manejo del flujo de información</li> <li>• Identificación de elementos claves para el ordenamiento productivo</li> <li>• Identificación de actores locales, regionales y suprarregionales.</li> </ul> <p>Todos elementos conjugados guían la estrategia de mercado de la logística regional, y permite armonizar los demás elementos de la planificación</p>

Fuente: Elaboración propia

Luego de las entrevistas a los expertos, se pudo establecer que, en el marco de la planificación de la logística a escala regional, no es posible definir un modelo “único”, ya que la forma en que se evalúan e integran las variables dependerá de la visión prospectiva sobre el territorio, sin embargo, contar con la identificación de las variables que se relacionan con la logística y el ordenamiento territorial es un paso significativo para fortalecer los procesos de planificación con visión regional. Por ello, los expertos señalan algunos elementos adicionales que podrían enriquecer ejercicios académicos futuros:

- Medidas de desempeño logístico regional, incluyendo sociales, ambientales y económicas
- Análisis de Circularidad
- Marco normativo
- Centralización y descentralización de la infraestructura logística

- Logística regional y su relación con la logística urbana.
- Logística regional y su articulación con logística de última milla
- Ineficiencias del uso del suelo y la infraestructura logística
- Gobernanza de la logística regional

## **5. Sabana de Bogotá, caso de estudio**

La Ciudad de Bogotá D.C. ha venido siendo el motor de una serie de procesos de planificación territorial tales como el proyecto Ciudad-Región (Quintero Arias et al., 2008), la creación de la Región administrativa y de Planeación Especial denominada RAPE – Región Central (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. et al., 2014), o más recientemente la creación de la Región Metropolitana Bogotá – Cundinamarca (Congreso de la República de Colombia, 2020), que involucran entidades administrativas locales, regionales; autoridades ambientales, entidades del orden local, regional y nacional, y un gran número de actores sociales interesados. Paralelo a ello se han formulado planes que involucran una visión logística regional como el Plan Regional de Competitividad Bogotá y Cundinamarca 2010 – 2019 (CCB, 2010), o el Plan de Abastecimiento Alimentario 2019 – 2030 de la Región Central (RAP-E, 2019), entre otros que buscan articular la logística en los procesos de planificación regional.

Sin embargo, en la práctica no es evidente si dicha articulación logística esté ocurriendo; por ello el objetivo central del caso de estudio es evaluar la capacidad de articulación logística regional de los municipios que conforman la Sabana de Bogotá, excluyendo el Distrito Capital, con miras a establecer si es posible una gobernanza del desarrollo logístico regional, y con ello la expansión ordenada de la infraestructura logística destinada a almacenamiento y bodegaje, o si su alcance está limitado por las decisiones locales, limitando las políticas de planificación regional.

### **5.1 Localización y división político-administrativa**

La Sabana de Bogotá está ubicada en el centro geográfico de Colombia, sobre la Cordillera Oriental, en la parte sur del altiplano cundiboyacense, la altiplanicie más extensa de los Andes colombianos, con una altura en promedio de 2.600 msnm.

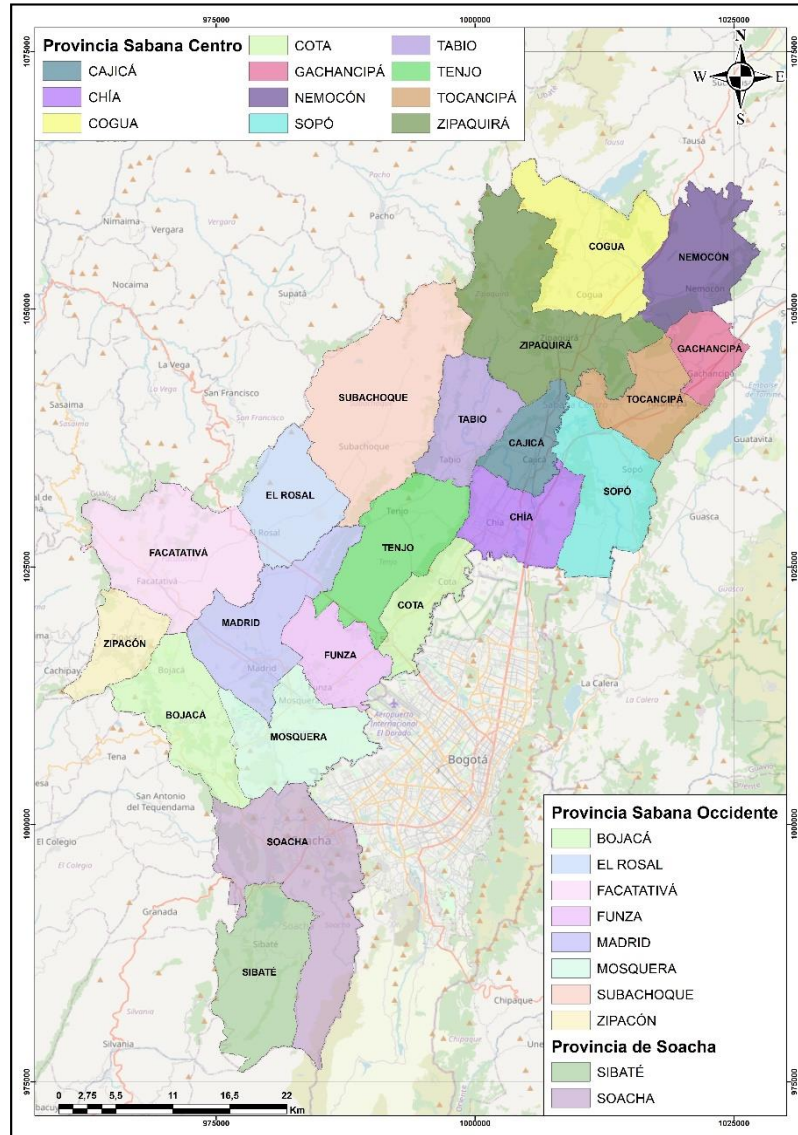
Es importante señalar que la Sabana de Bogotá, se encuentra conformada por las provincias cundinamarquesas de Sabana Centro y Sabana de Occidente, además de la zona urbana del Distrito Capital de Bogotá; no obstante, dada la importancia en el marco del movimiento de carga para efectos del caso de estudio se incluye la provincia de Soacha; dando un total de 21 entidades administrativas locales sobre las cuales se llevará a cabo el análisis propuesto; en la **Tabla 5-1** se presenta los municipios que la conforman:

**Tabla 5-1:** Municipios de la Sabana de Bogotá

Provincia	Municipio	Extensión (km <sup>2</sup> )
Sabana Centro	Cajicá	51,3
	Chía	80,2
	Cogua	132,9
	Cota	53,7
	Gachancipá	43,1
	Nemocón	98,4
	Sopó	111,1
	Tabio	75,2
	Tenjo	114,2
	Tocancipá	73,2
	Zipaquirá	194,8
Sabana Occidente	Bojacá	102,3
	El Rosal	87,2
	Facatativá	158,0
	Funza	67,8
	Madrid	119,6
	Mosquera	105,9
	Subachoque	209,2
	Zipacón	54,3
Soacha	Soacha	187,4
	Sibaté	122,1
Total		2241,9

Fuente: (DANE, 2018)

**Figura 5-1:** División político-administrativa de la Sabana de Bogotá



Fuente: Elaboración propia a partir de (DANE, 2018)

## 5.2 Aspectos logísticos relevantes

### 5.2.1 Infraestructura logística destinada almacenamiento y bodegaje

Como se ha mencionado en diferentes apartados del presente documento, el no abordar las decisiones de localización de la infraestructura logística a escala regional, desde una visión de planeación del territorio genera serios impactos sobre el aparato productivo

regional, el crecimiento económico, impactos ambientales, entre otros, siendo los de mayor consideración la especulación sobre el acceso a la tierra y el falso crecimiento de la infraestructura logística a manos del mercado inmobiliario; por ello, el poder identificar dichos impactos se convierte en una herramienta para diagnosticar el estado de la planificación regional y su armonía con las políticas públicas locales.

Teniendo en cuenta que el presente documento, se enfoca en la infraestructura logística destinada al almacenamiento y bodegaje, se verificaron datos sobre el mercado inmobiliario industrial especializado en este nicho; para ello se recurrió a los reportes trimestrales especializados sobre este nicho específico que genera la firma “Colliers International Colombia”, la cual se especializa en la prestación de servicios inmobiliarios corporativos.

Dichos reportes, cobijan datos desde el primer trimestre del 2014, hasta el primer trimestre del 2021; donde se recoge información relacionada con parques Industriales clase A+, A, B, y Zonas francas (ZF), (Colliers International Colombia, 2021) así:

- Inventario: Corresponde a la suma del área rentable de las bodegas que se encuentran al interior de los parques industriales monitoreados.
- Disponibilidad: Corresponde a las áreas rentables no ocupadas de las bodegas que se encuentran al interior de los parques industriales monitoreados
- Precios de venta mínimo, máximo y promedio por m<sup>2</sup>.
- Precios de renta, mínimo, máximo y promedio por m<sup>2</sup>.
- Nueva oferta: Corresponde a la suma del área rentable ofertada en proyectos en fase de construcción o sobre plano

En la **Tabla 5-2** se presenta los valores consolidados por año, señalando que la relación de precios mínimos y máximos de venta solo cobija hasta el año 2018; en adelante se encuentra reporte exclusivamente de precios promedios; con respecto a Nueva oferta, solo se cuentan con datos hasta el año 2019.

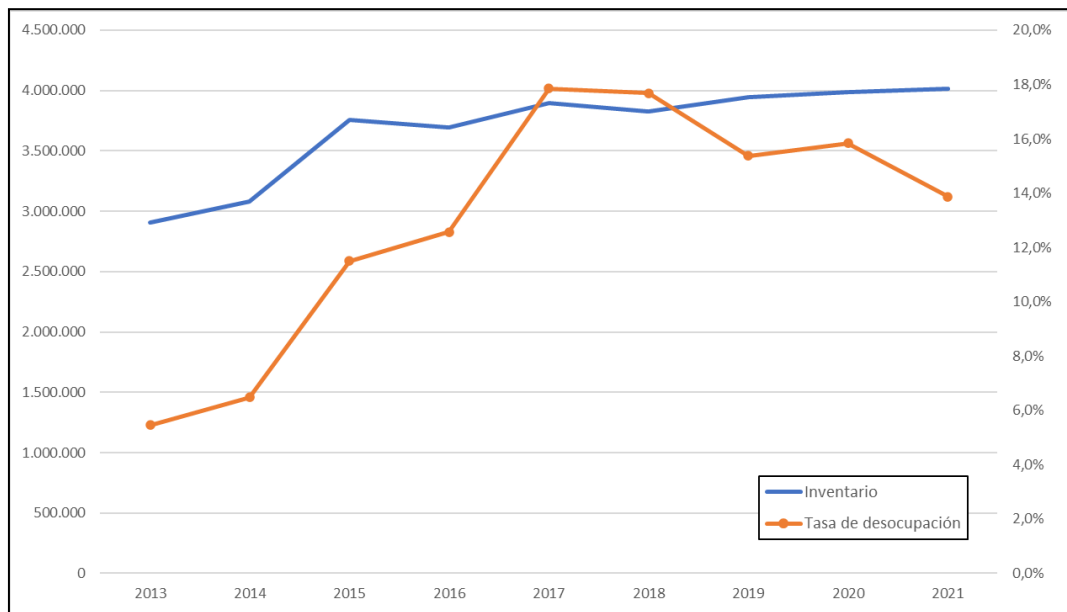
**Tabla 5-2:** Reporte multianual del mercado inmobiliario industrial en la sabana de Bogotá

Año	Inventario m <sup>2</sup>	Disponibilidad		Precios de venta COP / m <sup>2</sup>			Precios de renta COP / m <sup>2</sup>			Nueva oferta m <sup>2</sup>	
		m <sup>2</sup>	%	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	En construcción	En planos
2013	2.909.735	158.874	5,5%	\$ 1.455.120	\$ 1.859.740	\$ 2.306.670	\$ 10.310	\$ 14.100	\$ 17.570	408.192	1.429.237
2014	3.084.297	199.829	6,5%	\$ 1.760.200	\$ 1.915.710	\$ 2.030.020	\$ 11.510	\$ 15.000	\$ 17.220	432.365	1.196.173
2015	3.760.166	432.489	11,5%	\$ 1.646.670	\$ 1.985.280	\$ 2.432.100	\$ 11.260	\$ 15.240	\$ 19.880	254.574	1.796.083
2016	3.692.057	464.280	12,6%	\$ 1.495.560	\$ 2.026.000	\$ 2.505.100	\$ 11.350	\$ 15.070	\$ 19.600	139.241	1.215.793
2017	3.898.469	696.143	17,9%	\$ 1.414.490	\$ 2.002.330	\$ 2.552.700	\$ 8.720	\$ 14.260	\$ 19.570	148.488	2.819.710
2018	3.827.912	677.017	17,7%	\$ 1.699.075	\$ 2.136.600	\$ 2.319.113	\$ 9.970	\$ 12.930	\$ 18.320	47.966	2.775.020
2019	3.943.190	606.373	15,4%	N/A	\$ 2.015.120	N/A	\$ 9.620	\$ 14.600	\$ 18.980	173.218	2.990.187
2020	3.986.359	631.563	15,8%	N/A	\$ 1.904.150	N/A	\$ 8.720	\$ 14.740	\$ 18.700	N/A	N/A
2021	4.011.655	556.526	13,9%	N/A	\$ 1.893.700	N/A	\$ 9.620	\$ 15.220	\$ 22.120	N/A	N/A

Fuente: Adaptado de (Colliers International Colombia, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021)

De acuerdo con los reportes del mercado inmobiliario industrial, la infraestructura logística destinada al almacenamiento y bodegaje tuvo un crecimiento acumulado del 37,8%, pasando de 2.909.735 m<sup>2</sup> en el año 2013 a 4.011.655 m<sup>2</sup> para el año 2021, por su parte el crecimiento promedio anual en términos de inventario fue del 4%, con un índice de desocupación o tasa de disponibilidad promedio del 13%, dicha tasa de desocupación alcanzó un pico del 18% en los parques industriales monitoreados para el año de 2017; como se aprecia en la **Figura 5-2**:

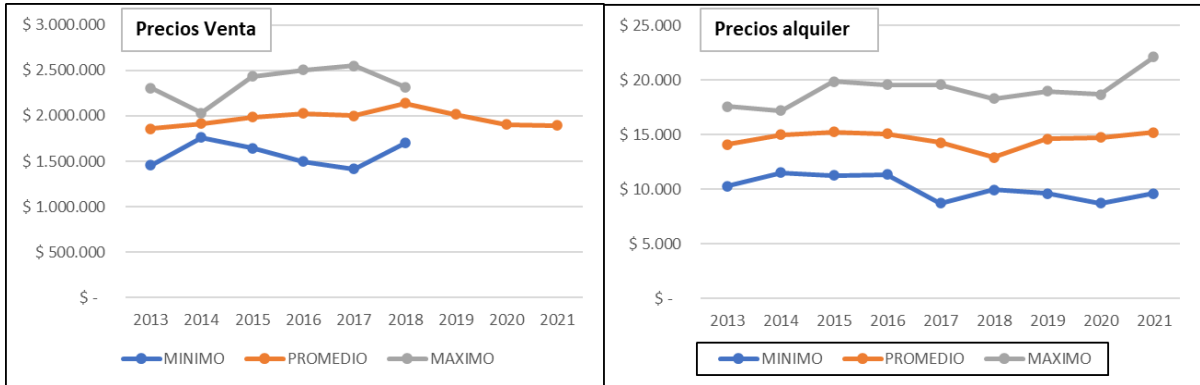
**Figura 5-2:** Inventario y tasa de desocupación multianual



Fuente: Elaborado a partir de (Colliers International Colombia, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021)

Con respecto a los precios de venta y alquiler por m<sup>2</sup>, estas han presentado variaciones muy bajas a lo largo del periodo evaluado, observando para venta una baja en el precio promedio a partir del año 2018; mientras que para arriendo desde el mismo año a tendido al alza, tal como se aprecia en la **Figura 5-3**.

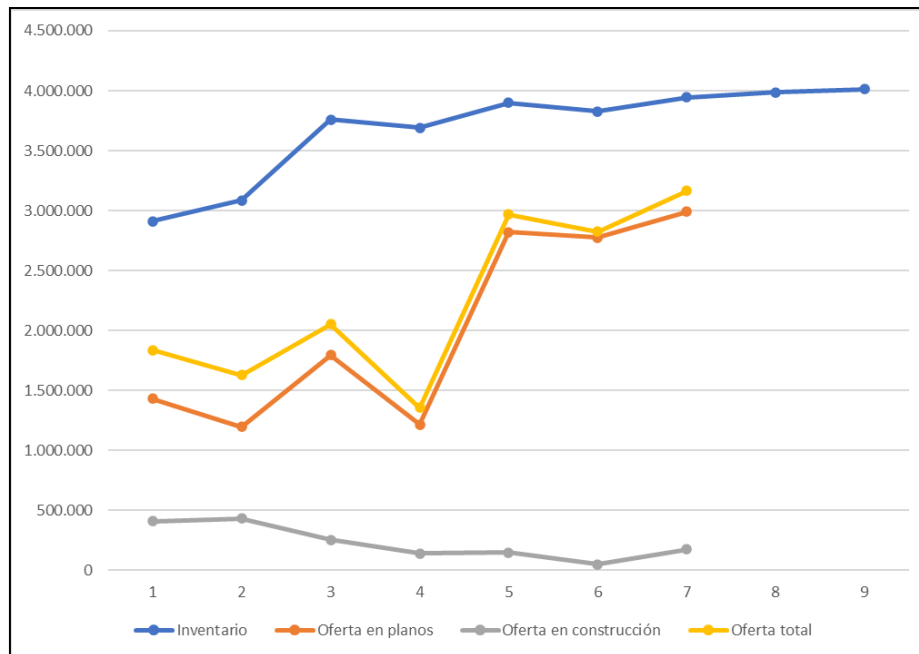
**Figura 5-3:** Precios de venta y alquiler por m2



Fuente: Elaborado a partir de (Colliers International Colombia, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021)

Hasta este punto los indicadores evaluados señalan un crecimiento moderado de la infraestructura logística, no obstante, al evaluar el crecimiento del inventario en relación con la nueva oferta tanto de proyectos en construcción como en planos, se observa un crecimiento de la oferta promedio anual del 59%, pasando de 1.837.429 m<sup>2</sup> en el año 2013 a 3.163.405 m<sup>2</sup>, lo cual dista mucho del crecimiento real del inventario que solo logra un promedio anual del 4%; para el 2019 fecha del último reporte, el inventario tuvo un descenso del -1%, mientras que la oferta alcanzó a representar el 80% del inventario real; la cual se ha mantenido al alza con algunos disensos marcados en el 2014 y 2016. XXX

Por su lado, la nueva oferta en construcción presentó una tendencia a la baja, con una oferta acumulada para el periodo 2013 a 2019 de 1.604.044 m<sup>2</sup>, de los cuales solo se materializaron en inventario a 2021, 1.101.920 m<sup>2</sup>, que representa el 70% de la oferta; es decir que al menos 502.124 m<sup>2</sup>, no se convirtieron en inventario real (ver **Figura 5-4**).

**Figura 5-4:** Inventario vs Nueva oferta

Fuente: Elaborado a partir de (Colliers International Colombia, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021)

Como se puede apreciar en estos resultados, existe una fuerte presión de parte de la oferta inmobiliaria industrial, la cual no responde ni al crecimiento real de la infraestructura logística, ni a la absorción neta de infraestructura en fase de construcción por parte del sector logístico; sin embargo, la oferta especialmente en planos aumenta de forma progresiva cada año, generando especulación sobre el acceso a tierra para el uso logístico, e impactando el aparato productivo regional.

Estos resultados confirman la hipótesis que existe una especulación sobre el crecimiento de la infraestructura logística en la sabana de Bogotá, la cual responde al enfoque del mercado inmobiliario, impactando los procesos de planeación regional, así como la capacidad de articulación del territorio.

### 5.2.2 Dirección del flujo de carga (DFC), en la Sabana de Bogotá

Como se mencionó anteriormente la DFC es una variable transversal, que permite establecer el orden del desarrollo de la expansión logística, donde se conjuga la visión de

planeación, ya sea "afuera hacia adentro", o "adentro hacia afuera", y la relación entre los volúmenes de carga entrante y saliente de la región, por ello a continuación evaluaremos ambos aspectos para la Sabana de Bogotá

- Gobernanza de la dirección del flujo de carga

La planeación con visión regional en la Sabana de Bogotá está fuertemente ligada al Distrito Capital de Bogotá, el cual al contar con una población de 7.743.955 habitantes (DNP, 2021), se convierte en el principal mercado a ser atendido por los municipios de la Sabana.

Sin embargo, en términos de política pública, es Bogotá quien direcciona los planes y programas regionales que tienen relación directa o indirecta con la logística regional, es decir, es el nodo interior el que gestiona la gobernanza de la dirección del flujo de carga, por lo cual podemos afirmar que en la sabana de Bogotá la planeación del crecimiento en la infraestructura logística regional presenta una gobernanza de "adentro hacia afuera".

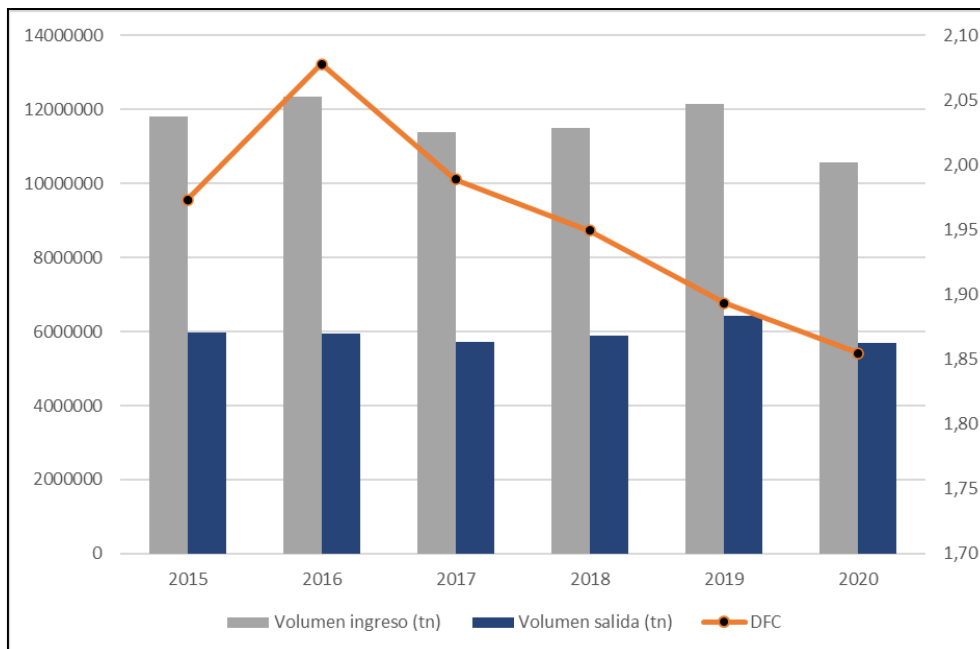
- Relación del volumen de carga entrante y saliente

Para evaluar el DFC, se consultó el histórico anual del volumen de carga disponible en el registro Nacional de Despacho de Carga (RNDC), (MINTRANSPORTE, 2020), desde el año 2015 al 2020, en la **Tabla 5-3**, se puede ver el consolidado por año, así como el resultado por año de la DFC.

**Tabla 5-3:** Relación de la DFC para la Sabana de Bogotá, reporte multianual

Año	Volumen total (tn)	Volumen ingreso (tn)	Volumen salida (tn)	Representatividad	DFC
2015	92947600	11800073	5980812	19%	1,97
2016	103080950	12331095	5934195	18%	2,08
2017	107287000	11385101	5725044	16%	1,99
2018	112445580	11496798	5897446	15%	1,95
2019	118303259	12148466	6416282	16%	1,89
2020	108693044	10557508	5692552	15%	1,85

Fuente: Elaborado a partir (MINTRANSPORTE, 2020)

**Figura 5-5:** Relación de la DFC para la Sabana de Bogotá, reporte multianual

Fuente: Elaborado a partir (MINTRANSPORTE, 2020)

De acuerdo con este resultado, en la sabana de Bogotá, la DFC tiende al dominio del volumen de entrada, lo cual implica una mayor presencia del sector de servicios y distribución, generando presión sobre el recurso suelo, al requerir mayor volumen de área para labores de almacenamiento y bodegaje.

### 5.2.3 Transporte y conectividad (T&C), en la Sabana de Bogotá

Para evaluar el transporte y conectividad en las entidades administrativas objeto de análisis se tomaron como base de información para las variables del cálculo del índice de Engels las siguientes fuentes:

- Red Vial Nacional (INVIAS, 2021)
- Mapa Vial año 2017 para Cundinamarca (Gobernación de Cundinamarca, 2018)
- Fichas de Caracterización Territorial (DNP, 2021)
- Marco Geoestadístico nacional (DANE, 2018)

En la **Tabla 5-4**, se presenta el resultado obtenido luego del análisis de las variables; de allí se resalta que todos los municipios de la sabana de Bogotá presentan deficiencia de la red vial, lo cual es una limitante a la expansión logística regional, toda vez que esta variable es considerada la más importante en este proceso de planificación e integración.

**Tabla 5-4:** Índice suficiencia vial para los municipios de la Sabana de Bogotá

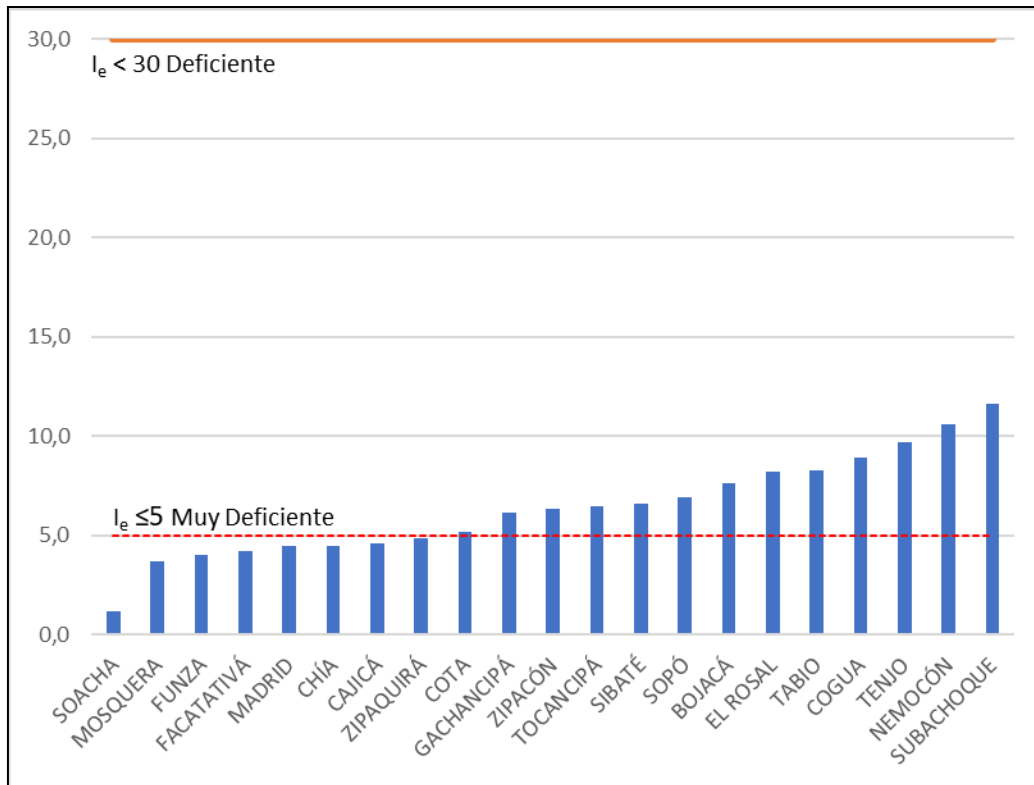
Municipio	Kilómetros vía	Área km <sup>2</sup>	Población	Índice Engels
Bojacá	81,0	102,3	11092	7,6
Cajicá	100,5	51,3	92967	4,6
Cogua	160,4	132,9	24434	8,9
Cota	72,8	53,7	36992	5,2
Facatativá	209,6	158,0	155978	4,2
Funza	106,8	67,8	105086	4,0
Gachancipá	56,0	43,1	19376	6,1
Madrid	174,2	119,6	127138	4,5
Nemocón	126,8	98,4	14532	10,6
Sopó	124,7	111,1	28999	7,0
Subachoque	217,7	209,2	16743	11,6
Tabio	111,6	75,2	24206	8,3
Tenjo	160,4	114,2	24096	9,7
Tocancipá	118,0	73,2	45714	6,4
Zipacón	33,2	54,3	5022	6,4
Zipaquirá	260,7	194,8	146352	4,9
Soacha	137,5	187,4	753548	1,2
Chía	155,4	80,2	149570	4,5
El Rosal	120,9	87,2	24768	8,2
Mosquera	148,0	105,9	150665	3,7
Sibaté	140,2	122,1	36658	6,6

Fuente: Elaborado a partir (DANE, 2018; DNP, 2021; Gobernación de Cundinamarca, 2018; INVIAS, 2021)

En la **Figura 5-6** se aprecia la distancia que existe entre el índice obtenido por cada entidad territorial y el límite requerido para considerar que alcanzan una eficiencia moderada ( $le > 30$ ); por su parte, al considerar zonas muy deficientes cuyo  $le \leq 5$ ; encontramos que el 43% de la Sabana de Bogotá, donde se localizan los municipios de Soacha, Mosquera,

Funza, Facatativá, Madrid, Chía, Cajicá y Zipaquirá, que a su vez representan el 84% de la población de esta región, la capacidad que tiene la red vial es muy deficiente, con una infraestructura muy saturada que no tiene capacidad de garantizar los servicios de transporte la circulación y el intercambio de bienes y personas, y un muy bajo acceso de la población al mercado.

**Figura 5-6:** Índice suficiencia vial para los municipios de la Sabana de Bogotá



Fuente: Elaborado a partir (DANE, 2018; DNP, 2021; Gobernación de Cundinamarca, 2018; INVIAS, 2021)

### 5.2.4 Servicios Públicos (SP), en la Sabana de Bogotá

La variable de servicios públicos corresponde a la integración de los datos consolidados en las Fichas de Caracterización Territorial de cada Municipio de la Sabana (DNP, 2021), para las siguientes variables:

- Cobertura de energía eléctrica (UPME, 2018)
- % Penetración de Internet (MINTIC, 2019)
- Cobertura de acueducto y alcantarillado (Superservicios & Departamento Nacional de Planeación, 2018)

Teniendo en cuenta que las tres variables son consideradas de igual importancia para la localización a escala regional de la infraestructura logística destinada al almacenamiento y bodegaje, la estimación de la variable Servicios públicos será como sigue a continuación

$$SP = \sqrt[3]{\% CEE * \% CAA * \% PI}$$

Donde

- **SP** = Nivel de cobertura de servicios públicos del municipio
- **% CEE** = Porcentaje de cobertura de energía eléctrica
- **% CAA** = Porcentaje de cobertura de acueducto y alcantarillado
- **% PI** = Porcentaje de penetración de banda ancha

Mientras más bajo sea el nivel de cobertura, menor capacidad para atender requerimientos especializados como coordinación de actores y agentes de la cadena, atención de fases y niveles de tensión en la industria, suministro y manejo de agua para procesos industriales, etc.; los rangos propuestos para calificación son:

- **SP < 25**; municipio con nivel deficiente de cobertura e integración de servicios públicos
- **≥ 30 SP < 50**; Municipio con moderada cobertura de cobertura e integración de servicios públicos
- **SP ≥ 50**; municipio con alta cobertura e integración de servicios públicos

A medida que se aumenta la cobertura de los tres servicios públicos evaluados, se garantiza integración de estos al aparato productivo del municipio evaluado; en la **Tabla 5-5** se presentan los resultados de la caracterización de esta variable para los municipios de la sabana de Bogotá.

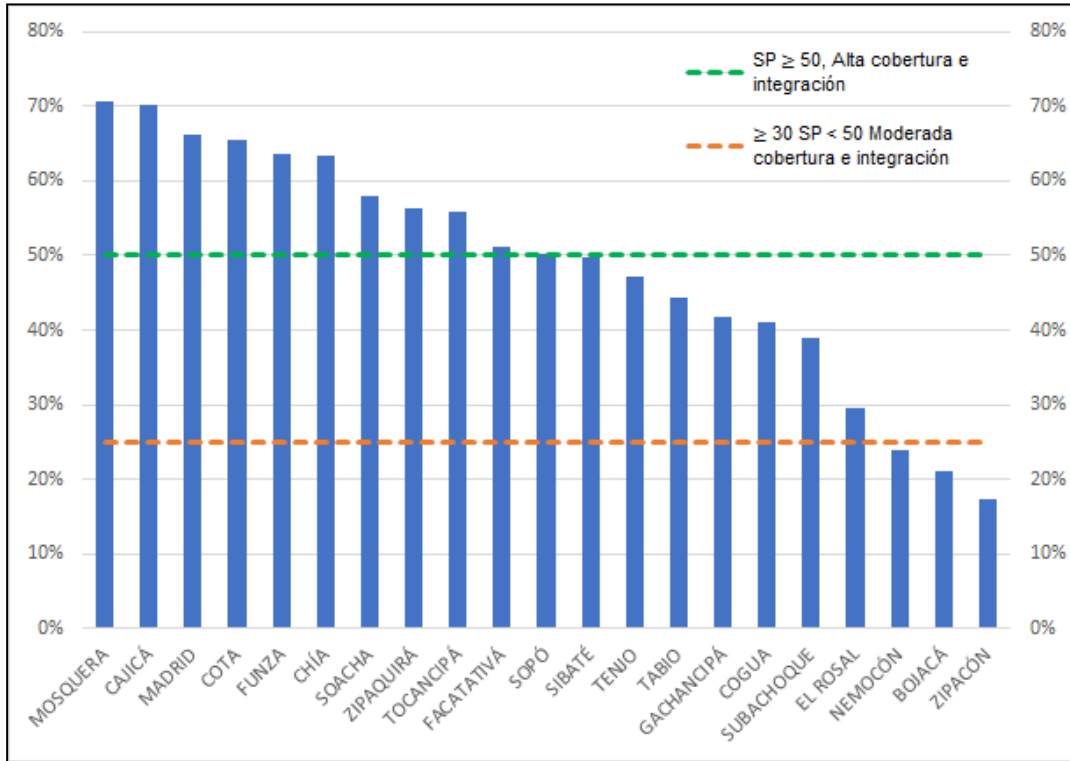
**Tabla 5-5:** Servicios Públicos (SP), en la Sabana de Bogotá

Municipio	Cobertura Energía Eléctrica	Cobertura Acueducto	Penetración Banda Ancha	Cobertura Servicios públicos
Bojacá	99%	94%	1%	21%
Cajicá	100%	100%	35%	70%
Cogua	99%	94%	7%	41%
Cota	100%	97%	29%	65%
Facatativá	99%	98%	14%	51%
Funza	99%	99%	26%	64%
Gachancipá	100%	97%	8%	42%
Madrid	100%	99%	29%	66%
Nemocón	99%	98%	1%	24%
Sopó	100%	98%	13%	50%
Subachoque	100%	95%	6%	39%
Tabio	99%	96%	9%	44%
Tenjo	100%	98%	11%	47%
Tocancipá	100%	99%	18%	56%
Zipacón	99%	86%	1%	17%
Zipaquirá	99%	98%	18%	56%
Soacha	100%	94%	21%	58%
Chía	100%	99%	26%	63%
El Rosal	100%	96%	3%	30%
Mosquera	99%	99%	36%	71%
Sibaté	100%	99%	13%	50%

Fuente: Elaborado a partir (DNP, 2021)

De acuerdo a estos resultados, solo 11% del territorio de la Sabana de Bogotá presenta deficiente cobertura e integración de servicios públicos, en esta área se localizan los municipios de Nemocón, Bojacá y Zipacón; el 30% presenta una moderada cobertura e integración de servicios públicos en los municipios de Tenjo, Tabio, Gachancipá, Cogua, Subachoque y El Rosal; el restante 59% goza de una cobertura e integración alta de los servicios públicos, lo cual favorece de forma considerable la visión regional logística.

**Figura 5-7:** Servicios Públicos (SP), en la Sabana de Bogotá



Fuente: Elaborado a partir (DNP, 2021)

### 5.2.5 Disponibilidad de Tierra (DT), en la Sabana de Bogotá

La disponibilidad de tierra (DT), considera dos elementos, el primero relacionado con la Política de Planificación de Uso del Suelo (PPUS), y el segundo el Costo de la tierra (CoT); para la primera variable se evaluó la definición del uso del suelo establecida en los instrumentos de ordenamiento territorial de los municipios de la Sabana de Bogotá; y para el segundo criterio se evalúa la localización de dichas zonas en relación con el grado de avalúo comercial propuesto.

En la **Tabla 5-6** se presenta la identificación de usos del suelo, que pueden ser utilizados para abastecer la demanda de tierra para el desarrollo de infraestructura logística destinada a almacenamiento y bodegaje.

**Tabla 5-6:** Usos del suelo aplicables a la logística en la Sabana de Bogotá

Municipio	Zonas de Actividad Industrial	Zonas Viales de Servicios	Total
Madrid	471,9	595,9	1067,8
Tocancipá	951,8	37,1	988,9
Cota	446,3	279,4	725,6
Sopó	647,6	1,1	648,7
Tenjo	358,4	246,8	605,2
Mosquera	290,7	195,6	486,4
Sibaté	384,9	74,5	459,5
Cajicá	220,6	1,3	221,9
Facatativá	195,9	19,6	215,5
El Rosal	0,0	183,5	183,5
Cogua	74,7	69,3	143,9
Chía	0,0	116,5	116,5
Gachancipá	74,2	0,0	74,2
Funza	35,6	5,4	41,0
Nemocón	0,0	31,6	31,6
Subachoque	27,7	1,2	28,9
Soacha	25,2	0,0	25,2
Zipaquirá	0,8	0,0	0,8
Bojacá	0,0	0,0	0,0
Total	4206,2	1858,7	6064,9

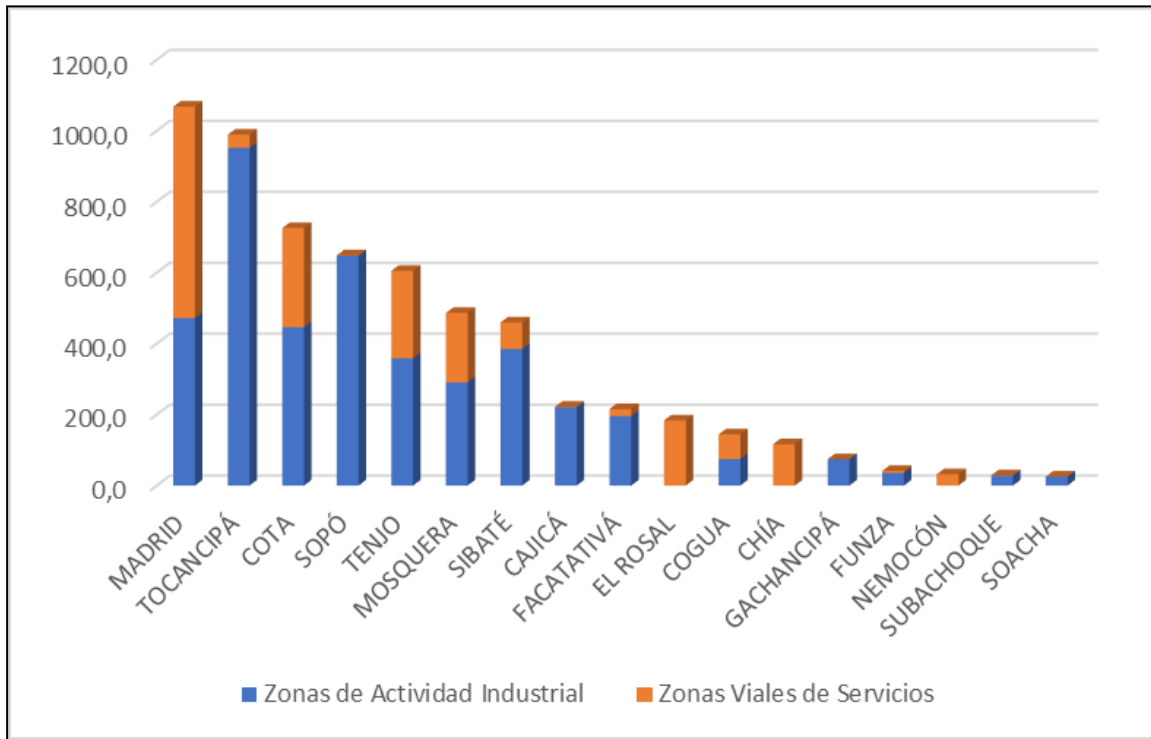
Fuente: Elaborado a partir (Gobernación de Cundinamarca, 2007)

De acuerdo con estos resultados, ningún municipio de la Sabana de Bogotá considera una definición específica para el “Suelo de uso logístico”, las más cercanas corresponden a las Zonas de Actividad Industrial y Zonas Viales de Servicios; las cuales incluirían tanto las zonas de reserva vial y servidumbres, como las áreas destinadas al uso comercial, o de transformación de materias primas o a la elaboración, ensamblaje y manufactura de productos (Gobernación de Cundinamarca, 2007).

En total se encuentran delimitadas 4206,2 hectáreas como “Zonas de Actividad Industrial”, en 15 de los 21 municipios evaluados, salvo Bojacá, Chía, El Rosal, Nemocón, Tabio y

Zipacón que no establecen suelos industriales en su territorio; por su parte Zonas Viales de Servicios, alcanzan 1858,7 hectáreas, distribuidas en 16 municipios, exceptuando Gachancipá, Soacha, Zipaquirá, Tabio, Zipacón; de esta evaluación destacan Tabio y Zipacón, los cuales no consideran ninguna de estas categorías para el uso del suelo.

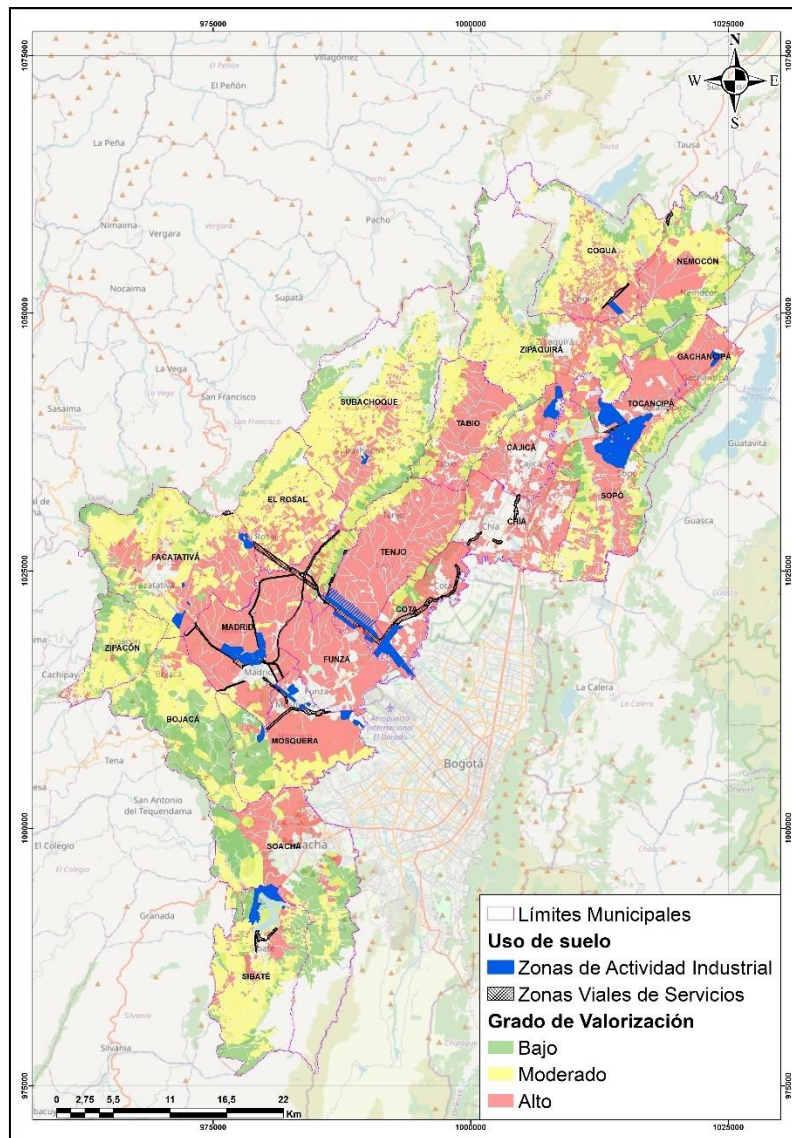
**Figura 5-8:** Usos del suelo aplicables a la logística en la Sabana de Bogotá



Fuente: Elaborado a partir (Gobernación de Cundinamarca, 2007)

Estos usos de suelo propuestos por cada entidad territorial se presentan de forma dispersa a lo largo del área de estudio; solo en los municipios de Sopo y Tocancipá, y Tenjo y Cota se aprecia suelo de uso industrial cercano entre sí; en la **Figura 5-9**, se puede apreciar la localización de dichos usos del suelo, así como la localización de los grados de valoración de la tierra.

**Figura 5-9:** Localización de los usos del suelo aplicables a la logística y el grado de valoración de la tierra en la Sabana de Bogotá



Fuente: Elaborado a partir (Gobernación de Cundinamarca, 2007; UPRA, 2020, 2017)

En la **Tabla 5-7** se presenta el resultado de evaluar el grado de valoración de la tierra y los usos del suelo aplicables a la logística.

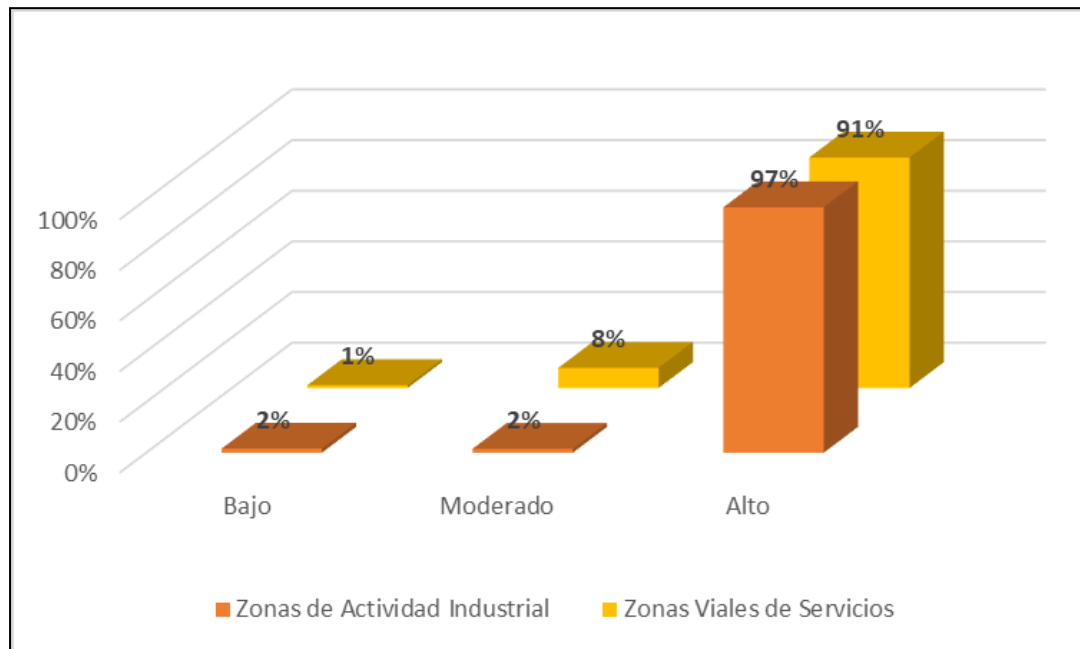
**Tabla 5-7:** Grado de valoración y usos del suelo aplicables a la logística en la Sabana de Bogotá

Uso del suelo	Grado de valoración			Total
	Bajo	Moderado	Alto	
Zonas de Actividad Industrial	66,3	63,4	4082,8	4212,5
Zonas Viales de Servicios	19,9	147,2	1691,7	1858,8
Total, general	86,2	210,6	3902,4	6071,3

Fuente: Elaborado a partir (Gobernación de Cundinamarca, 2007; UPRA, 2020, 2017)

De acuerdo con estos resultados, el 97% del área delimitada como Zonas de Actividad Industrial, se localiza en áreas de alta valoración, lo cual implica una limitante al acceso a tierra para el crecimiento de la infraestructura logística destinada a almacenamiento y bodegaje; con un remanente del 4% que se localiza en zonas de baja y moderada valoración; por su parte las Zonas Viales de Servicios, presentan un comportamiento similar, con el 91% de las áreas delimitadas para dicho uso en zonas de alta valoración, 8% en zonas de valoración moderada, y un 1% en zonas de baja valoración.

**Figura 5-10:** Grado de valoración y usos del suelo aplicables a la logística en la Sabana de Bogotá



Fuente: Elaborado a partir (Gobernación de Cundinamarca, 2007; UPRA, 2020, 2017)

### 5.2.6 Marco Tributario (MT), en la Sabana de Bogotá

Para esta variable se contemplaron los incentivos tributarios municipales, así como la presencia de zonas francas al interior de cada ente territorial; en la **Tabla 5-8**, se aprecia el listado de municipios que cuentan con una extensión sobre el impuesto de industria y comercio, aplicable a la industria de la logística.

**Tabla 5-8:** Municipios con extensión sobre el ICA, aplicable a la industria logística

Municipio	Fuente
Mosquera	(Concejo Municipal de Mosquera, 2020)
Cajicá	(Concejo Municipal de Cajica, 2014)
Madrid	(Concejo Municipal de Madrid, 2016)
Funza	(Concejo Municipal de Funza, 2017)
Zipaquirá	(Concejo Municipal de Zipaquirá, 2017)
Tocancipá	(Alcaldía de Tocancipá, 2018)
Sopó	(Concejo Municipal de Sopó, 2020)
Sibaté	(Concejo Municipal de Sibaté, 2013)
Tenjo	(Concejo Municipal de Tenjo, 2013)
Tabio	(Concejo Municipal de Tabio, 2015)
Gachancipá	(Concejo Municipal de Gachancipá, 2016)
El Rosal	(Concejo Municipal El Rosario, 2016)
Nemocón	(Concejo Municipal de Nemocón, 2016)

De igual manera se evaluó la presencia de zonas francas, las cuales pueden ser incluidas en los procesos de planificación de la logística con visión regional, dados los beneficios tributarios de los cuales gozan; a continuación, se listan las zonas francas identificadas en la Sabana de Bogotá.

**Tabla 5-9:** Municipios con extensión sobre el ICA, aplicable a la industria logística

Municipio	Zona franca
Cajicá	Productos Familia Cajicá SA
Chía	Clínica de Marly Jorge Cavelier Gaviria
Cota	Intexzona SA

	Zona Franca Metropolitana SAS
Facatativá	BIO D SA
Funza	Pepsico Alimentos LTDA
Gachancipá	EXXENTA Zona Franca Gachancipá
	Protisa Colombia SA
Mosquera	Occidente
Soacha	Vidrio Andino
	Diacor Soacha Zona Franca SAS
Sopó	Cerámica San Lorenzo Industrial de Colombia
Tocancipá	Tocancipá
	FEMSA

Fuente: (PROCOLOMBIA, 2016)

Los municipios de Bojacá, Cogua, Subachoque y Zipacón no cuentan ni con incentivos tributarios ni con zonas francas declaradas.

### 5.2.7 Tamaño y Alcance del mercado (TAM), y Proximidad al mercado principal (PMM), en la Sabana de Bogotá

Dadas las particularidades del caso de estudio, el cual se enfoca en evaluar la capacidad de articulación logística regional de los municipios que conforman la Sabana de Bogotá, y considerando que como región el objetivo común es satisfacer la demanda de Bogotá D.C. como mercado natural, se establece que todos los municipios apuestan por el mismo mercado, entendido este como las cadenas productivas que alimentan los procesos productivos de la ciudad, mientras se aprovecha la ventaja competitiva de la proximidad al mercado objetivo.

## 5.3 Capacidad de articulación logística regional

El ejercicio de evaluación de la capacidad de articulación regional de los municipios que conforman la Sabana de Bogotá, parte del Análisis jerárquico multicriterio – AHP, mediante el cual se estableció el nivel de importancia de las variables identificadas que influyen en

las decisiones de localización a escala regional, sin embargo en el presente trabajo de grado el objetivo no se centra en establecer la mejor alternativa, sino en definir la capacidad regional de articulación y crecimiento de la infraestructura logística destinada a almacenamiento y bodegaje; la cual se construye mediante la identificación del patrón espacial de las variables evaluadas.

Este proceso es desarrollado mediante el uso de las propiedades de los Sistemas de Información Geográfica, por medio de las herramientas de análisis espacial que ofrece el software ArcGIS Desktop 10.7.1. A través de dichas herramientas se construye el patrón espacial, recogiendo por un lado las “jerarquías analíticas” construidas en el análisis AHP; las cuales posteriormente son transformadas en variables espaciales logísticas, gracias a las cuales se construye el álgebra de mapas, que integra la correlación de las variables en una suma ponderada, dando respuesta a los objetivos planteados con el caso de estudio.

Teniendo en cuenta la escala calificación para la capacidad de articulación definida en el apartado metodológico, así como los resultados de la evaluación de los aspectos logísticos relevantes, a continuación, se presenta la homologación de estos en virtud de la escala definida, para poder realizar el álgebra de mapas.

**Tabla 5-10:** Homologación evaluación aspectos logísticos y capacidad de articulación

Variable	Indicador	Rangos	Homologación
Transporte y conectividad (T&C)	Índice de suficiencia de la red vial (Índice de Engel)	$I_e < 30$ ; zonas con infraestructura saturada, deficiencia de la red vial	1. Baja capacidad de articulación
		$\geq 30 I_e < 50$ ; zonas con infraestructura vial relativamente saturada, moderada eficiencia vial.	2. Moderada capacidad de articulación
		$I_e \geq 50$ ; zonas sin saturación en la infraestructura vial, alta eficiencia de la red vial	3. Alta capacidad de articulación
Servicios Públicos (SP)	Nivel de cobertura e integración de	$SP < 25$ ; municipio con nivel deficiente de cobertura e integración de públicos	1. Baja capacidad de articulación

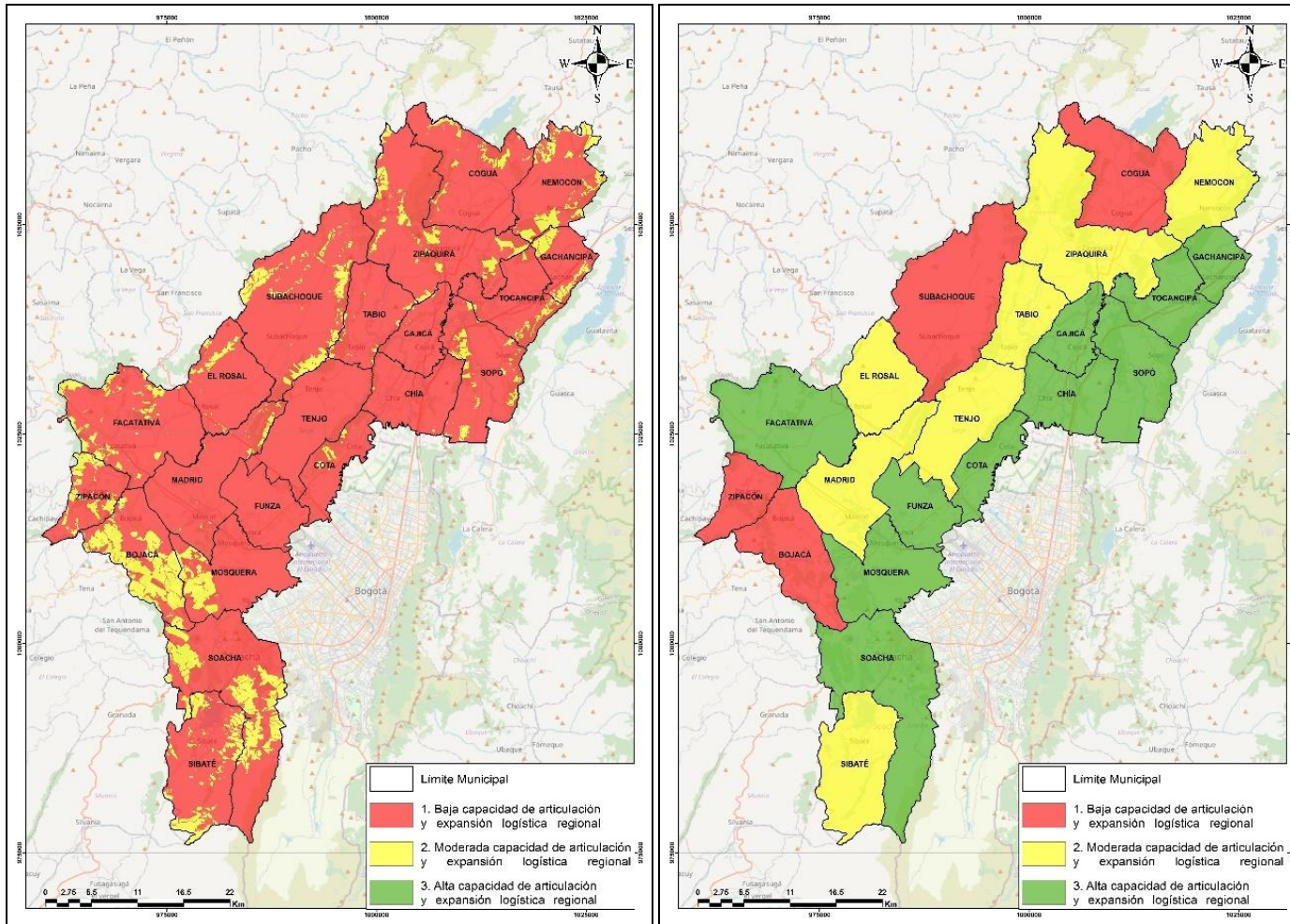
Variable	Indicador	Rangos	Homologación
	servicios públicos	$\geq 30$ SP < 50; Municipio con moderada cobertura de cobertura e integración de servicios públicos	2. Moderada capacidad de articulación
		SP $\geq 50$ ; municipio con alta cobertura e integración de servicios públicos	3. Alta capacidad de articulación
Disponibilidad de Tierra (DT)	Definición del uso del suelo y costo de acceso a la tierra	Usos del suelo no compatibles	1. Baja capacidad de articulación
		Usos del suelo compatibles, en zonas de alta valoración	1. Baja capacidad de articulación
		Usos del suelo compatibles, en zonas de moderada y baja valoración	2. Moderada capacidad de articulación
		Uso del suelo logístico	3. Alta capacidad de articulación
Marco Tributario (MT)	Incentivos tributarios y zonas francas	No existencia de zonas francas ni incentivos tributarios	1. Baja capacidad de articulación
		Existencia exclusiva de zonas francas	2. Moderada capacidad de articulación
		Existencia exclusiva de incentivos tributarios	2. Moderada capacidad de articulación
		Existencia de zonas francas e incentivos tributarios	3. Alta capacidad de articulación
Tamaño y Alcance del mercado (TAM)	Número de cadenas productivas	Todos los municipios apuestan por el mismo mercado, entendido este como las cadenas productivas que alimentan	3. Alta capacidad de articulación
Proximidad al mercado principal (PMM)	Cercanía al mercado principal objetivo	los procesos productivos de la ciudad, mientras se aprovecha la ventaja competitiva de la proximidad al mercado objetivo.	3. Alta capacidad de articulación

Fuente: Elaboración propia.

De la **Figura 5-11** a la **Figura 5-13**, se presenta el resultado de la homologación para las variables evaluadas.

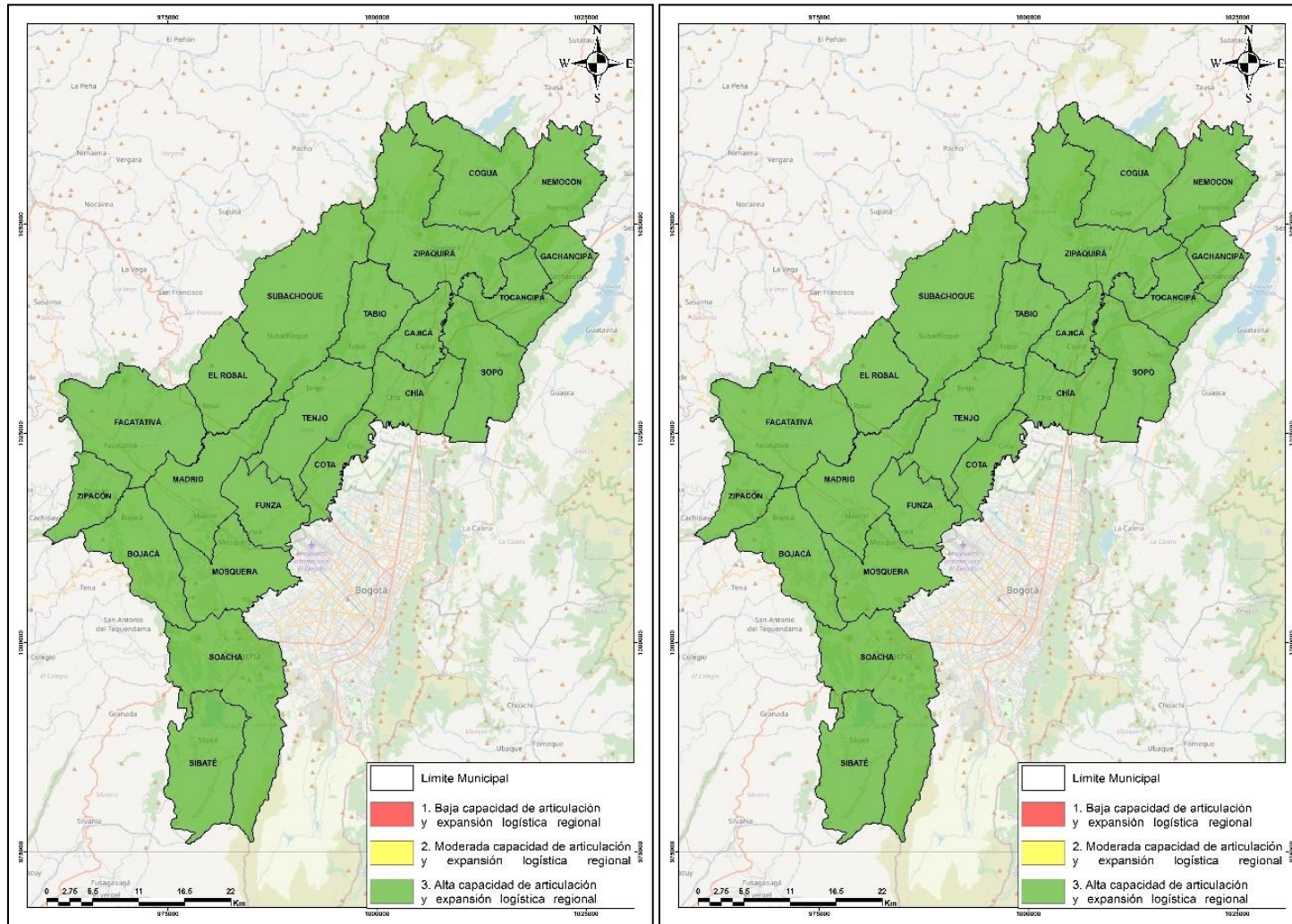


Figura 5-12: Capacidad de articulación, Disponibilidad de Tierra (DT), izq. Y Marco Tributario (MT) der.



Fuente: Elaboración propia.

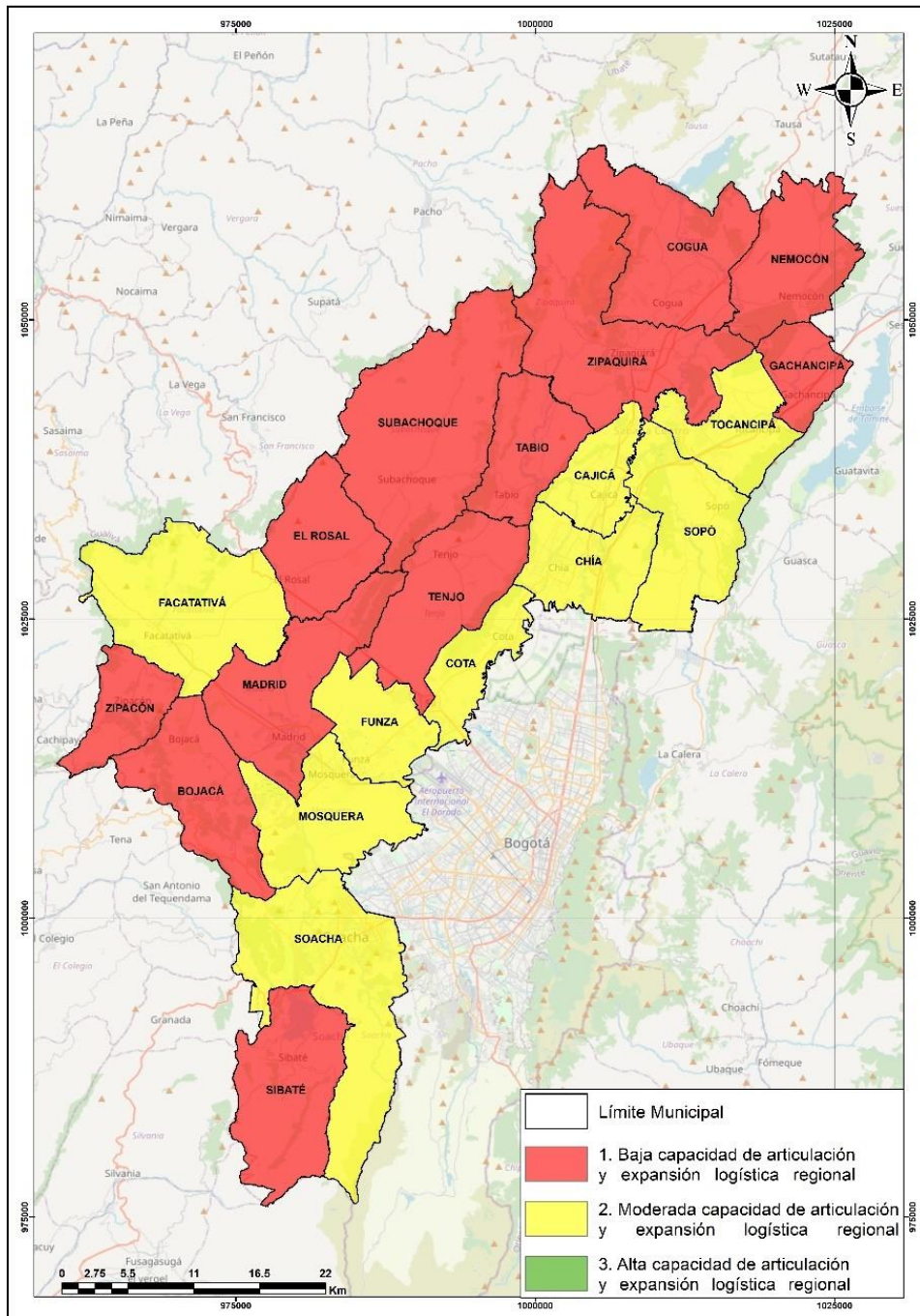
**Figura 5-13:** Capacidad de articulación, Tamaño y Alcance del mercado (TAM) izq. y Proximidad al mercado principal (PMM) der.



Fuente: Elaboración propia.

Una vez homologados los resultados de cada variable, se realiza la integración de estas para finalizar la evaluación de la capacidad de articulación logística regional de los municipios de la sabana de Bogotá; en la **Figura 5-14**, se aprecia el resultado obtenido.

**Figura 5-14:** Capacidad de articulación y expansión logística regional



Fuente: Elaboración propia.

## 5.4 Conclusiones y recomendaciones del caso de estudio

### 5.4.1 Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos, la Sabana de Bogotá, cuenta con una capacidad moderada a baja de articulación de la logística regional; convirtiéndose en una barrera para la expansión ordenada de la infraestructura logística destinada a almacenamiento y bodegaje.

En ese sentido, se debe resaltar que la ciudad de Bogotá, enmarcada en una estrategia de gobernanza de “adentro hacia afuera”, ha creado diferentes planes, y programas que involucran entidades administrativas locales, regionales; autoridades ambientales, entidades del orden local, regional y nacional, y un gran número de actores sociales interesados, los cuales directa o indirectamente participan de la logística regional; sin embargo, la aplicación de dichas políticas a nivel de las entidades territoriales evaluadas se encuentra limitado, afectando la capacidad de lograr los objetivos propuestos por el Distrito Capital.

Adicionalmente, el no poder lograr la articulación de la logística regional, aumenta la presión tanto en la ciudad como mercado objetivo, como en los municipios que conforman la Sabana de Bogotá; siendo las variables de transporte y conectividad (T&C) y Disponibilidad de tierra (DT), las más críticas de atender:

En el caso de disponibilidad de tierra (DT), la mayor presión viene de la necesidad de espacio para la construcción de infraestructura logística especializada, entre ellas la relacionada con almacenamiento y bodegaje, necesidad que cuenta con una oferta limitada a zonas de alta valoración, dispersa a lo largo de la región, con poca conectividad y articulación, dando cabida a la especulación con los proyectos logísticos.

Por su parte transporte y conectividad (T&C), se considera la variable más crítica en el caso de estudio, la cual es deficiente para toda la Región de Bogotá, es decir que no tiene la capacidad siquiera para soportar las necesidades de movilización de productos y personas al interior de cada municipio, lo cual implica que las vías de la región se

encuentran sobresaturadas, afectando con ellos las capacidades productivas y de articulación con una visión regional.

### **5.4.2 Recomendaciones**

El primer elemento que debe considerar la Sabana de Bogotá, corresponde a los análisis relacionados con la dirección del flujo de carga; si bien se identifica una gobernanza de “adentro hacia afuera”, la visión que propone Bogotá D.C. para la región no contempla en sus análisis esta variable; por lo cual es necesario redefinir la gobernanza del flujo de carga para la sabana, incluyendo un análisis entre el volumen de carga entrante a la región y la logística urbana, incluyendo la logística de última milla para la ciudad, considerando elementos tales como la demanda de tierra para la infraestructura destinada a almacenamiento y bodegaje tanto en los municipios de la Sabana, como al interior de la ciudad, la expansión ordenada de dicha infraestructura, los fenómenos de deslocalización, la especulación inmobiliaria, etc.

Este análisis de la gobernanza regional debe incluir una discusión a fondo y transparente tanto con las entidades territoriales, como con los diferentes actores involucrados sobre los impactos negativos en sus territorios; tales como presión sobre la infraestructura de transporte la cual ya es deficiente, impactos ambientales (emisiones atmosféricas, ruido, vertimientos, generación de residuos sólidos), aumento en el costo de la tierra, especulación, etc. para los cuales se debe plantear una estrategia de atención regional, y no solo limitarse a trasladar el impacto de la ciudad a la región, ya que esto va en detrimento de las metas planteadas por la ciudad, afectado el aparato productivo regional.

El segundo punto que deben abordar los municipios de la Sabana de Bogotá es el proceso de reordenamiento territorial, el cual debe eliminar la falta de coherencia entre unidades territoriales logrando una visión integral con alcance regional; dicho proceso debe identificar elementos claves para lograr un ordenamiento productivo, que aproveche las potencialidades del territorio; para lo cual es necesario incluir la logística como elemento de análisis tanto en la reglamentación de los usos del suelo, en las áreas urbanas, de expansión y rurales, como en la definición de las estrategias de articulación regional, y el crecimiento ordenado de la infraestructura logística y los servicios asociados.

El tercer elemento que deben considerar tanto los municipios de la Sabana de Bogotá, como la ciudad de Bogotá D.C. es el mercado objetivo, aclarando si los municipios tenderán a fungir como plataformas logísticas entre el volumen de carga que entra a la región y la logística urbana y la logística de última milla al interior de la ciudad, o si estos guiarán sus esfuerzos por atender las diferentes cadenas productivas que convergen en la región; estos dos enfoques no son mutuamente excluyentes, pero si condicionan el tipo de infraestructura logística requerida para la región, especialmente aquella destinada a almacenamiento y bodegaje, al igual que dan lineamiento sobre los procesos de ordenamiento productivo, gobernanza logística, demanda de mano de obra especializada, límites y limitantes al crecimiento y expansión de la infraestructura logística, entre otros.

## 6. Conclusiones y recomendaciones

### 6.1 Conclusiones

Existe una relación entre la infraestructura logística y el territorio, la cual cuando es considerada en los procesos de planificación territorial, conduce al desarrollo económico y fortalece las capacidades productivas regionales; caso contrario abona el terreno para el crecimiento y desarrollo bajo un modelo especulativo, que no gestiona la competitividad y que tiende a agotar las capacidades logísticas locales y regionales.

Gracias a la revisión de los diferentes modelos y enfoques teóricos que abordan la logística y el territorio, se pudieron identificar once variables que influyen en la decisión de localización a escala regional de la infraestructura logística, aplicables a almacenamiento y bodegaje; las cuales se agrupan en 3 categorías, así:

- Conectividad y servicios públicos (CSP), la cual engloba las variables de Transporte y conectividad (T&C), Electricidad y suministro de agua (E&SA), Configuración de TI y telecomunicación (TIC) y la Dirección del flujo de carga (DFC)
- Políticas públicas (PP): esta categoría incluye Costo de tierra (CoT), Políticas de impuestos (PI), Incentivos (Inc) y Política de Planificación de uso del suelo (PPUS)
- Mercado (MC): esta última categoría cobija las variables de Tamaño del mercado (TM), Proximidad al mercado principal (PMM) y Alcance del crecimiento del mercado (ACM)

La identificación de las variables que se relacionan con la logística y el ordenamiento territorial es un paso significativo para fortalecer los procesos de planificación con visión regional.

En el marco de la planificación de la infraestructura logística a escala regional, no es posible definir un modelo “único”, que integre las variables identificadas, ya que la forma en que se evalúan e integral las variables dependerá de la visión prospectiva sobre el territorio, de igual manera una misma variable puede ser considerada desde diferentes perspectivas, y con diferentes enfoques en función de la visión, potencialidades, limitantes y particularidades propias de cada región.

La caracterización de las variables que influyen en la decisión de localización a escala regional de la infraestructura logística, aplicables a almacenamiento y bodegaje no es un proceso lineal y estático; por lo cual, el primer paso para lograr este objetivo se enfoca en establecer los determinantes o elementos clave mediante los cuales se medirá o evaluará cada variable, así como las fuentes de información que permitirán realizar dichas evaluaciones.

En el marco del trabajo grado, y gracias al análisis multicriterio aplicado se pudo establecer el grado de influencia que tiene cada variable en la decisión de localización a escala regional; a continuación, se lista cada una según su nivel de importancia.

- Transporte y conectividad (T&C), la cual incluye la red de transporte y servicios asociados
- Marco Tributario (MT), que incluye tanto la política tributaria, como los incentivos
- Servicios Públicos (SP), que cobijan servicios de agua y alcantarillado, energía eléctrica, y telecomunicaciones
- Disponibilidad de Tierra (DT), que asocia la planificación del uso del suelo, y el costo de la tierra;
- Tamaño y Alcance del mercado (TAM)
- Proximidad al mercado principal (PMM)

Este resultado fue validado mediante la consulta a expertos; quienes señalan algunos elementos adicionales a las variables identificadas que podrían enriquecer ejercicios académicos futuros:

- Medidas de desempeño logístico regional, incluyendo sociales, ambientales y económicas
- Análisis de Circularidad
- Marco normativo
- Centralización y descentralización de la infraestructura logística
- Logística regional y su relación con la logística urbana.
- Logística regional y su articulación con logística de última milla
- Ineficiencias del uso del suelo y la infraestructura logística
- Gobernanza de la logística regional

## 6.2 Recomendaciones


Si bien no es posible definir un modelo “único” para realizar los procesos de planificación de la infraestructura logística a escala regional, es necesario ahondar en la identificación de medidas de desempeño logístico regional, tal como lo sugiere el juicio de expertos, las cuales pueden ser utilizadas como determinantes de las variables identificadas, sirviendo como referentes para ejercicios académicos futuros.

Tomando como referente la afirmación de (Flämig & Hesse, 2011; Obeng-Odoom, 2012; Pierre, 2005; N Raimbault et al., 2019), que señala la apertura de una nueva área de investigación, que aborda temas diversos y complejos entorno a la geografía logística, tales como las variables identificadas y evaluadas en el presente documento, es necesario ahondar en dichos temas, con el objetivo de crear herramientas que permitan a los tomadores de decisión involucrados con la planificación regional, incluir en sus análisis la logística en su contexto más amplio, así como aquellos aspectos relacionados con la localización y expansión de la infraestructura logística y sus implicaciones en el territorio.


Es necesario realizar más estudios de caso que permitan convalidar los resultados hallados en el presente trabajo, por lo cual se recomienda por un lado ampliar el ejercicio realizado para la Sabana de Bogotá a toda la región de la Región Central (RAP-E) dada su importancia estratégica para el centro del país, así mismo replicar el ejercicio en otras regiones de Colombia de tal suerte que se permita evaluar la capacidad de articulación logística del país, como complemento a los análisis existentes sobre el potencial logístico.

Sobre las variables identificadas se debe ahondar en el conocimiento de estas, en aspectos como el grado de correlación que pueden tener con métricas relacionadas con articulación, eficiencia y expansión logística regional; de forma adicional se recomienda avanzar en la construcción de una escala de valoración mas allá de la que propone el Análisis jerárquico multicriterio – AHP, a través de un benchmarking de estas medidas para casos internacionales, dando una mejor perspectiva de la forma de valorar las variables identificadas.

# A. Anexo A: Formato de Encuesta



**Evaluación de las variables de decisión que influyen en la localización a escala regional de la infraestructura logística destinada a almacenamiento y bodegaje desde la perspectiva pública y privada**



Encuesta de validación de expertos
0 %

**Página 1**

A continuación encontrará una pregunta relacionada con variables logísticas aplicables a la planificación del uso del suelo a escala regional, desde su punto de vista experto evalúe el nivel de importancia comparativa entre variables, eligiendo 1, cuando considere que estas son igualmente importantes, hasta 9 cuando la importancia sea extrema de una variable con relación a la otra, Ejemplos:

Variables de igual importancia  
 Var. A <-----> Var. B  
 [9---7---5---3---1---3---5---7---9]  
 [0---0---0---0---●---0---0---0---0]

Variable C mucho más importante que Variable D  
 Var. D <-----> Var. C  
 [9---7---5---3---1---3---5---7---9]  
 [0---0---0---0---0---0---●---0---0]

Variable E extremadamente más importante que Variable F  
 Var. E <-----> Var. F  
 [9---7---5---3---1---3---5---7---9]  
 [●---0---0---0---0---0---0---0---0]


**Actualmente se usted se encuentra participando en el proceso de planificación para determinar la localización física de una infraestructura destinada a almacenamiento y bodegaje, comparativamente para usted ¿Qué variable guardaría mayor importancia en cada caso? \* ⓘ**

	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Mercado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Políticas públicas
Conectividad y servicios públicos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Políticas públicas
Mercado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Conectividad y servicios públicos

(cambiar)

Encuesta de validación de expertos

50 %

Actualmente se usted se encuentra participando en el proceso de planificación para determinar la localización física de una infraestructura destinada a almacenamiento y bodegaje, comparativamente para usted ¿Qué variable guardaría mayor importancia en cada caso? \* 

9 7 5 3 1 3 5 7 9

**Infraestructura:** (Transporte y conectividad (T&C), Cercanía a Fabricas/Productores (CFP) y Cercanía a Distribuidores/Clientes (CDP))

**Servicios Públicos:** (Electricidad y suministro de agua (E&WS) y Configuración de TI y telecomunicación (ITS))

**Marco Tributario:** (Políticas de impuestos (TP) e Incentivos (Inc))

**Infraestructura:** (Transporte y conectividad (T&C), Cercanía a Fabricas/Productores (CFP) y Cercanía a Distribuidores/Clientes (CDP))

**Infraestructura:** (Transporte y conectividad (T&C), Cercanía a Fabricas/Productores (CFP) y Cercanía a Distribuidores/Clientes (CDP))

**Servicios Públicos:** (Electricidad y suministro de agua (E&WS) y Configuración de TI y telecomunicación (ITS))

**Mercado:** (Tamaño del mercado (MS) y Alcance del crecimiento del mercado (SMG))

**Servicios Públicos:** (Electricidad y suministro de agua (E&WS) y Configuración de TI y telecomunicación (ITS))

**Disponibilidad de Tierra:** (Costo de tierra (CoL) y Política de Planificación de uso del suelo (LuPP))

**Marco Tributario:** (Políticas de impuestos (TP) e Incentivos (Inc))

**Servicios Públicos:** (Electricidad y suministro de agua (E&WS) y Configuración de TI y telecomunicación (ITS))

**Infraestructura:** (Transporte y conectividad (T&C), Cercanía a Fabricas/Productores (CFP) y Cercanía a Distribuidores/Clientes (CDP))

**Disponibilidad de Tierra:** (Costo de tierra (CoL) y Política de Planificación de uso del suelo (LuPP))

**Infraestructura:** (Transporte y conectividad (T&C), Cercanía a Fabricas/Productores (CFP) y Cercanía a Distribuidores/Clientes (CDP))

**Disponibilidad de Tierra:** (Costo de tierra (CoL) y Política de Planificación de uso del suelo (LuPP))

**Disponibilidad de Tierra:** (Costo de tierra (CoL) + Política de Planificación de uso del suelo (LuPP))

**Marco Tributario:** (Políticas de impuestos (TP) e Incentivos (Inc))

**Mercado:** (Tamaño del mercado (MS) y Alcance del crecimiento del mercado (SMG))

**Mercado:** (Tamaño del mercado (MS) y Alcance del crecimiento del mercado (SMG))

**Distancia:** (Proximidad al mercado principal (PMM))

**Disponibilidad de Tierra:** (Costo de tierra (CoL) + Política de Planificación de uso del suelo (LuPP))

**Distancia:** (Proximidad al mercado principal (PMM))

**Mercado:** (Tamaño del mercado (MS) y Alcance del crecimiento del mercado (SMG))

**Distancia:** (Proximidad al mercado principal (PMM))

**Distancia:** (Proximidad al mercado principal (PMM))

**Distancia:** (Proximidad al mercado principal (PMM))

**Servicios Públicos:** (Electricidad y suministro de agua (E&WS) y Configuración de TI y telecomunicación (ITS))

**Marco Tributario:** (Políticas de impuestos (TP) e Incentivos (Inc))

**Marco Tributario:** (Políticas de impuestos (TP) e Incentivos (Inc))

**Mercado:** (Tamaño del mercado (MS) y Alcance del crecimiento del mercado (SMG))

Ant. Listo

## B. Anexo B: Resultado de encuestas

_ID respuesta	Resume-Code	Start	Fecha y hora	Pregunta 1.			Pregunta 2														
				MC	MC	CSP	T&C	T&C	T&C	T&C	T&C	SP	SP	SP	SP	DT	DT	DT	TAM	TAM	MT
				(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
CSP	PP	PP	SP	DT	MT	TAM	PMM	DT	MT	TAM	PMM	TAM	MT	PMM	MT	PMM	MT	PMM			
(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)	(9)			
80114821	11bef17	05.02.2021 11:36	06.02.2021 05:53	5	3	7	3	5	1	8	8	6	5	7	7	3	5	3	6	7	7
80120472	066b10d	05.02.2021 14:52	05.02.2021 14:55	4	7	2	7	4	6	1	8	8	7	4	4	4	5	7	2	2	2
80120695	5c88567	05.02.2021 14:57	05.02.2021 15:08	2	7	8	2	2	3	8	5	8	8	9	8	8	8	9	8	9	5
80134198	e2fba41	06.02.2021 09:25	06.02.2021 09:35	4	3	1	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	3	4	5
80183300	41706d3	08.02.2021 08:36	08.02.2021 08:47	7	3	2	3	6	5	3	2	5	3	2	8	7	7	2	3	7	6
80192349	6b506d1	08.02.2021 12:06	08.02.2021 12:17	5	5	5	6	5	5	7	4	5	5	5	4	3	6	3	6	5	4
80199602	1728a1b	08.02.2021 15:30	08.02.2021 15:39	5	5	5	4	3	2	6	2	6	3	1	1	4	5	2	6	4	5
80246675	1f32f58	09.02.2021 20:13	09.02.2021 20:35	7	4	4	3	4	4	5	6	7	6	6	7	4	3	7	7	6	7
80476261	c0c8d71	16.02.2021 11:10	16.02.2021 11:30	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	5	3	4	4	5	3	3	4
80477300	603185f	16.02.2021 11:34	16.02.2021 11:39	8	9	9	1	2	2	8	1	2	9	8	8	8	5	8	8	8	8
80477322	bafdd60	16.02.2021 11:34	16.02.2021 11:41	8	8	8	4	4	5	6	5	9	7	8	7	5	5	5	5	5	5
80477469	74cc83f	16.02.2021 11:37	16.02.2021 11:44	3	2	5	4	3	3	3	3	6	5	7	6	7	2	6	7	6	3
80477587	5b14bed	16.02.2021 11:41	16.02.2021 11:47	8	9	8	2	8	8	3	3	8	8	8	3	3	8	3	5	3	3
80478252	7b10333	16.02.2021 11:46	16.02.2021 11:58	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
80479868	e0f1b1d	16.02.2021 12:29	16.02.2021 12:36	2	2	2	4	6	6	6	6	7	6	6	7	6	6	6	4	4	4

_ID respuesta	Resume-Code	Start	Fecha y hora	Pregunta 1.			Pregunta 2														
				MC (1) CSP (9)	MC (1) PP (9)	CSP (1) PP (9)	T&C (1) SP (9)	T&C (1) DT (9)	T&C (1) MT (9)	T&C (1) TAM (9)	T&C (1) PMM (9)	SP (1) DT (9)	SP (1) MT (9)	SP (1) TAM (9)	SP (1) PMM (9)	DT (1) TAM (9)	DT (1) MT (9)	DT (1) PMM (9)	TAM (1) MT (9)	TAM (1) PMM (9)	MT (1) PMM (9)
				80480125	b0fb25e	16.02.2021 12:35	16.02.2021 12:41	8	3	4	1	3	3	3	2	7	6	7	8	7	3
80480135	e4eed20	16.02.2021 12:33	16.02.2021 12:41	3	1	3	2	4	3	3	3	4	2	3	2	2	4	7	4	7	4
80482552	b194158	16.02.2021 13:37	16.02.2021 13:42	5	3	3	3	3	3	7	7	5	3	7	7	7	3	8	7	7	5
80486040	520b03e	16.02.2021 15:13	16.02.2021 15:18	5	5	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
80486997	71fed29	16.02.2021 15:37	16.02.2021 15:52	5	2	1	5	6	4	3	2	5	5	3	3	3	5	3	3	7	3
80490444	029fafc	16.02.2021 15:59	16.02.2021 16:10	4	1	3	6	5	4	4	4	5	4	3	3	3	4	3	4	4	5
80490797	193052f	16.02.2021 21:42	16.02.2021 22:06	5	3	3	5	5	4	5	3	5	2	4	3	4	4	4	6	4	5
80500893	9eff5ea	17.02.2021 05:34	17.02.2021 05:42	9	7	5	5	5	8	1	5	5	5	2	3	1	5	5	2	2	5
80512352	2141b48	17.02.2021 07:09	17.02.2021 09:42	2	2	2	2	7	4	7	2	7	5	7	4	3	6	3	3	3	2
80515007	c0f4217	17.02.2021 10:16	17.02.2021 10:44	8	8	2	9	1	1	2	1	1	5	2	1	8	9	9	1	1	8
80524016	7bb314f	17.02.2021 14:26	17.02.2021 14:35	9	1	1	5	5	9	5	5	5	5	5	2	2	5	3	2	5	2
80527731	22acf42	17.02.2021 16:22	17.02.2021 16:30	5	5	5	5	5	4	6	5	5	5	4	5	5	5	6	5	6	6
80529610	96a154e	17.02.2021 18:39	17.02.2021 18:45	7	3	3	3	7	7	4	3	7	7	3	3	3	3	5	1	3	7
80530591	bc541ec	17.02.2021 20:04	18.02.2021 08:07	2	4	7	3	7	5	6	4	5	8	5	5	4	5	3	4	2	7
80567612	3797ff5	18.02.2021 13:31	18.02.2021 13:40	1	4	4	2	3	7	3	6	6	7	7	8	7	6	2	5	3	5
80605614	1219e1b	19.02.2021 10:46	19.02.2021 10:50	6	8	9	1	9	9	1	1	9	1	1	1	1	1	1	1	9	9
81807511	ab96d69	23.03.2021 10:19	23.03.2021 10:22	9	9	7	9	9	8	9	9	7	9	9	9	8	9	9	9	9	9
81807758	dc94beb	23.03.2021 10:22	23.03.2021 10:34	5	2	2	5	4	3	4	5	3	4	5	5	7	5	7	5	6	5
81809971	5edb1d9	23.03.2021 11:14	23.03.2021 11:28	8	8	2	4	4	7	6	7	5	6	6	3	6	4	7	5	7	8
81810786	a5b34f4	23.03.2021 11:39	23.03.2021 11:51	9	9	9	9	1	9	1	1	1	9	9	1	9	9	9	5	1	1
81813210	d6995a8	23.03.2021 12:56	23.03.2021 12:59	8	5	2	3	3	3	2	2	3	6	3	3	3	4	3	3	4	6
81818776	636a8b4	23.03.2021 11:40	23.03.2021 16:10	8	7	7	2	2	7	2	2	7	2	2	2	7	7	7	2	2	7
81848841	a65b7ce	24.03.2021 09:31	24.03.2021 11:10	5	3	3	6	3	3	7	5	7	4	7	3	7	7	7	6	5	7
81873875	f16f3a8	24.03.2021 18:46	24.03.2021 18:54	3	2	3	5	2	3	6	4	3	3	5	3	6	3	6	6	6	5
82705686	f18bed0	16.04.2021 13:52	16.04.2021 13:57	7	3	3	7	3	4	3	3	2	2	3	4	7	8	4	3	3	5

_ID respuesta	Resume-Code	Start	Fecha y hora	Pregunta 1.			Pregunta 2														
				MC (1) CSP (9)	MC (1) PP (9)	CSP (1) PP (9)	T&C (1) SP (9)	T&C (1) DT (9)	T&C (1) MT (9)	T&C (1) TAM (9)	T&C (1) PMM (9)	SP (1) DT (9)	SP (1) MT (9)	SP (1) TAM (9)	SP (1) PMM (9)	DT (1) TAM (9)	DT (1) MT (9)	DT (1) PMM (9)	TAM (1) MT (9)	TAM (1) PMM (9)	MT (1) PMM (9)
83813091	2a3e98b	19.05.2021 20:18	19.05.2021 20:30	4	6	6	5	5	6	4	4	6	4	4	3	3	5	3	4	4	5

Pregunta 1: Actualmente se usted se encuentra participando en el proceso de planificación para determinar la localización física de una infraestructura destinada a almacenamiento y bodegaje, comparativamente para usted ¿Qué variable guardaría mayor importancia en cada caso?

- MC (1) - CSP (9): Mercado (1) - Conectividad y servicios públicos (9)
- MC (1) - PP (9): Mercado (1) - Políticas públicas (9)
- CSP (1) - PP (9): Conectividad y servicios públicos (1) - Políticas públicas (9)

Pregunta 2: Actualmente se usted se encuentra participando en el proceso de planificación para determinar la localización física de una infraestructura destinada a almacenamiento y bodegaje, comparativamente para usted ¿Qué variable guardaría mayor importancia en cada caso?

- T&C(1) SP (9): Infraestructura: (Transporte y conectividad (T&C),Cercanía a Fabricas/Productores (CFP) y Cercanía a Distribuidores/Clientes (CDP)) (1) - Servicios Públicos: (Electricidad y suministro de agua (E&WS) y Configuración de TI y telecomunicación (ITS)) (9)
- T&C(1) DT (9): Infraestructura: (Transporte y conectividad (T&C),Cercanía a Fabricas/Productores (CFP) y Cercanía a Distribuidores/Clientes (CDP)) (1) - Disponibilidad de Tierra: (Costo de tierra (CoL) + Política de Planificación de uso del suelo (LuPP)) (9)
- T&C(1) MT (9): Infraestructura: (Transporte y conectividad (T&C),Cercanía a Fabricas/Productores (CFP) y Cercanía a Distribuidores/Clientes (CDP)) (1) - Marco Tributario: (Políticas de impuestos (TP) e Incentivos (Inc)) (9)
- T&C(1) TAM (9): Infraestructura: (Transporte y conectividad (T&C),Cercanía a Fabricas/Productores (CFP) y Cercanía a Distribuidores/Clientes (CDP)) (1) - Mercado: (Tamaño del mercado (MS) y Alcance del crecimiento del mercado (SMG)) (9)

- T&C(1) PMM (9): Infraestructura: (Transporte y conectividad (T&C),Cercanía a Fabricas/Productores (CFP) y Cercanía a Distribuidores/Clientes (CDP)) (1) - Distancia: (Proximidad al mercado principal (PMM)) (9)
- SP(1) DT (9): Servicios Públicos: (Electricidad y suministro de agua (E&WS) y Configuración de TI y telecomunicación (ITS)) (1) - Disponibilidad de Tierra: (Costo de tierra (CoL) + Política de Planificación de uso del suelo (LuPP)) (9)
- SP(1) MT (9): Servicios Públicos: (Electricidad y suministro de agua (E&WS) y Configuración de TI y telecomunicación (ITS)) (1) - Marco Tributario: (Políticas de impuestos (TP) e Incentivos (Inc)) (9)
- SP(1) TAM (9): Servicios Públicos: (Electricidad y suministro de agua (E&WS) y Configuración de TI y telecomunicación (ITS)) (1) - Mercado: (Tamaño del mercado (MS) y Alcance del crecimiento del mercado (SMG)) (9)
- SP(1) PMM (9): Servicios Públicos: (Electricidad y suministro de agua (E&WS) y Configuración de TI y telecomunicación (ITS)) (1) - Distancia: (Proximidad al mercado principal (PMM)) (9)
- DT(1) TAM (9): Disponibilidad de Tierra: (Costo de tierra (CoL) y Política de Planificación de uso del suelo (LuPP)) (1) - Mercado: (Tamaño del mercado (MS) y Alcance del crecimiento del mercado (SMG)) (9)
- DT(1) MT (9): Disponibilidad de Tierra: (Costo de tierra (CoL) y Política de Planificación de uso del suelo (LuPP)) (1) - Marco Tributario: (Políticas de impuestos (TP) e Incentivos (Inc)) (9)
- DT(1) PMM (9): Disponibilidad de Tierra: (Costo de tierra (CoL) y Política de Planificación de uso del suelo (LuPP)) (1) - Distancia: (Proximidad al mercado principal (PMM)) (9)
- TAM(1) MT (9): Marco Tributario: (Políticas de impuestos (TP) e Incentivos (Inc)) (1) - Mercado: (Tamaño del mercado (MS) y Alcance del crecimiento del mercado (SMG)) (9)
- TAM(1) PMM (9): Marco Tributario: (Políticas de impuestos (TP) e Incentivos (Inc)) (1) - Distancia: (Proximidad al mercado principal (PMM)) (9)

- MT(1) PMM (9): Mercado: (Tamaño del mercado (MS) y Alcance del crecimiento del mercado (SMG)) (1) - Distancia: (Proximidad al mercado principal (PMM)) (9)

## C. Anexo C: Entrevista Semiestructurada, Consulta a expertos

**Objetivo:** Validar la importancia de las variables identificadas, aplicables en el proceso de planificación para desarrollo de la infraestructura a escala regional.

1. El crecimiento de la infraestructura logística es una necesidad creciente; no obstante lograr un crecimiento ordenado y articulado parece el gran reto; porque se enfrentan barreras asociadas a la demanda y especulación sobre el costo de la tierra, restricciones ambientales, tendencias globales relacionadas con crecimiento poblacional, competencia por el uso del suelo, cambio climático, etc. Dicho lo anterior, ¿Cuáles considera usted son las principales barreras al crecimiento de la infraestructura logística a escala regional?; ¿Qué variables deben considerarse para los procesos de planificación?
2. El crecimiento, articulación y dinamismo de la infraestructura logística esta mediado en buena parte por la red de transporte, por ello de los elementos relacionados con infraestructura de transporte ¿Cuáles considera fundamentales a la hora de realizar una planificación a escala regional?
3. Teniendo en cuenta las actuales tendencias en comercio electrónico, interoperabilidad, comunicación en tiempo real, etc. De los elementos relacionados con infraestructura de telecomunicaciones, ¿Cuáles considera fundamentales a la hora de realizar una planificación a escala regional de la infraestructura logística?
4. ¿Cuál es el nivel de impacto e importancia tanto en el proceso de planificación como en el de integración a escala regional, que tienen los servicios públicos, tales como suministro de energía y agua, y telecomunicación?

5. Dado que el crecimiento planificado de la infraestructura logística a escala regional supone un fortalecimiento a las capacidades productivas de la región, ¿Cómo pueden integrarse en el proceso de planificación los elementos relacionados con tamaño y crecimiento del mercado?
6. La planificación y crecimiento de la infraestructura logística debe ceñirse a la política de planificación de uso del suelo en el territorio, sin embargo, en la práctica no existe coherencia en torno al uso del suelo entre entidades territoriales y divisiones administrativas, lo cual va en contravía de lograr una infraestructura ordenada y articulada; que a su vez genera efectos sobre movilidad, impacto ambiental, baja productividad, etc; dicho lo anterior, ¿Cómo se podría mejorar la integración de las entidades territoriales y divisiones administrativas, para fortalecer las capacidades logísticas regionales y con ello el crecimiento de la infraestructura asociada? ¿Mediante qué elementos o variables mínimos deberíamos considerar en la planificación del territorio, que le den espacio a la logística?
7. Los municipios de la sabana de Bogotá buscan fortalecer sus capacidades productivas y logísticas, enfocados en buena parte en atender el mercado que ofrece la ciudad de Bogotá; no obstante, no es claro cómo se articulan estos planes municipales incluso en el proyecto “Bogotá Región”, que en principio guarda un enfoque territorial y regional; por lo anterior ¿Qué elementos de planificación deberían considerar los municipios de la sabana, y demás entes territoriales, para armonizar sus procesos de planificación y lograr dar respuesta a las necesidades crecientes de infraestructura logística, de cara a fortalecerse como la principal región logística del país?
8. Una estrategia muy útil para atraer inversión en los territorios consiste en la formulación de políticas asociadas a impuestos e incentivos; gracias a lo cual se puede ver como proyectos industriales, fabriles, almacenes, plataformas logísticas, etc. crecen y se desarrollan, de allí que los municipios recurran a estos para dinamizar sus economías locales; no obstante los incentivos son particulares dado el marco normativo, en tal sentido ¿Considera usted si estos pueden convertirse en

una barrera a la integración logística regional?. ¿Podría existir alguna alternativa para su formulación que “oblique” a los inversionistas a buscar la integralidad?

9. La falta de coordinación y visión regional termina por afectar el crecimiento ordenado de la infraestructura logística, y da cabida a un motor “perverso” del crecimiento que es la especulación sobre la tierra, la cual genera una falsa sensación de "expansión logística", impacta el costo de la tierra, llegando incluso a generar irregularidades en las políticas de uso de la tierra con fines de lucro. ¿Cómo se puede superar este fenómeno, para pasar de un simple proceso de reubicación de instalaciones logísticas lejos de las áreas urbanas, a un proceso real de crecimiento e integración regional de la infraestructura logística?
  
10. ¿Qué beneficios puede generar en el corto, mediano y largo plazo realizar una planificación integral, que permita el crecimiento de la infraestructura logística a escala regional?

## D. Anexo D: Listado Expertos Consultados

Nombre	Perfil	Medio de entrevista
Ing. Patricio Gil Zapata, Investigador, Universidad Nacional de Colombia	Ingeniero Agrícola de la Universidad Nacional de Colombia, Coordinador del Centro de Investigación y Extensión Rural – CIER, UNAL, experto en abastecimiento, administración de operaciones agrícolas y agropecuarias, transferencia de tecnología y estructuración de alianzas.	Videoconferencia celebrada el 28 de abril de 2021
Carlos Eduardo Moreno Mantilla, Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia	Ingeniero Industrial de la Universidad Industrial de Santander, Especialista en Ingeniería Ambiental, Ph D En Política Ambiental y Procesos Democráticos de la State University Of New York.	Videoconferencia celebrada el 29 de abril de 2021
Jorge Eduardo Aya Rodríguez, Profesional Especializado en RAPE Región Central	Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Colombia, especialista en Administración, M.Sc en Ingeniería – Transporte	Videoconferencia celebrada el 29 de abril de 2021
John Fredy Bayona Bayona, Consultor independiente	Ingeniero agrónomo de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), MsC(c) en Geografía, experto en temas de producción agraria, consultor en gestión de la innovación, para el territorio.	Videoconferencia celebrada el 03 de mayo de 2021
Manuela Sáenz Valencia, directora Eco Market Solutions Bys Sas	Mentor empresarial y miembro ejecutivo de Clúster en Cámara de Comercio de Bogotá, Especialista en Gerencia Ágil de Proyectos Bachelor's of science Business Administration The American University USA, Especialista en Negociación, Associate of Science Newbury, College,	Llamada telefónica, realizada el 07 de mayo de 2021

# Bibliografía

- A. Strauss-Wieder, I. (2001). *Warehousing and Distribution Center Context. NJPTA Brownfield Economic Redevelopment Project*.  
[https://www.njtpa.org/NJTPA/media/Documents/Archive/Planning/Freight Planning/Final\\_Report\\_warehousing.pdf](https://www.njtpa.org/NJTPA/media/Documents/Archive/Planning/Freight%20Planning/Final_Report_warehousing.pdf)
- Aarhaug, J., & Gundersen, F. (2017). Infrastructure investments to promote sustainable regions. *Transportation Research Procedia*.  
<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.07.019>
- Alcaldía de Tocancipá. (2018). *Decreto 105 de 2018; Por medio del cual se expide el estatuto de rentas del municipio de Tocancipá, Cundinamarca*.
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., Gobernación de Cundinamarca, Gobernación del Meta, Gobernación de Boyacá, & Gobernación del Tolima. (2014, September 6). *Convenio 1676 del 2014; Por medio del cual se constituye la Región administrativa y de Planeación Especial denominada RAPE – Región Central, entre Bogotá D.C. y los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Meta y Tolima*.  
<https://regioncentralrape.gov.co/wp-content/uploads/2019/11/CONVENIO-1676-DE-2014.pdf>
- Andrea Sarzynski, and A. L. (2010). Spatial Efficiency and Regional Prosperity: A Literature Review and Policy Discussion. *George Washington Institute of Public Policy (GWIPP)*.
- Arbués, P., Baños, J. F., & Mayor, M. (2015). The spatial productivity of transportation infrastructure. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 75, 166–177.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.03.010>
- Ashrafzadeh, M., Rafiei, F., Isfahani, N., & Zare, Z. (2012). Application of fuzzy TOPSIS method for the selection of Warehouse Location: A Case Study. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*.
- Báez Diaz, S. A. (2020). *Modelo multicriterio (AHP) para la priorización predial en*

- procesos de reconversión productiva en el páramo de Chingaza* [Universidad Santo Tomás].  
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33178/2021sergiodiaz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barclays. (2020). *2030 Thematic Roadmap: 150 Trends*.  
<https://www.investmentbank.barclays.com/>
- Bottasso, A., Conti, M., Ferrari, C., & Tei, A. (2014). Ports and regional development: A spatial analysis on a panel of European regions. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2014.04.006>
- Bouchery, Y., Corbett, C. J., Fransoo, J. C., & Tan, T. (2017). *Sustainable Supply Chains: A Research-Based Textbook on Operations and Strategy* (Y. Bouchery, C. J. Corbett, J. C. Fransoo, & T. Tan (eds.); 1st ed.). Springer International Publishing.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-29791-0>
- Carlucci, F., Cirà, A., Ioppolo, G., Massari, S., & Siviero, L. (2018). Logistics and land use planning: An application of the ACIT indicator in European port regions. *Land Use Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.03.036>
- CCB, C. de C. de B. (2008). *Cluster de Logística y Transporte de Bogotá - Región*.  
<https://www.ccb.org.co/Clusters/Cluster-de-Logistica-y-Transporte/Sobre-el-Cluster/Quienes-somos>
- CCB, C. de C. de B. (2010). *Plan Regional de Competitividad Bogotá y Cundinamarca 2010-2019*.
- Chan, F. T. S. (2003). Performance measurement in a supply chain. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. <https://doi.org/10.1007/s001700300063>
- Chen, Z., & Haynes, K. E. (2015). Spatial impact of transportation infrastructure: A spatial econometric CGE approach. In *Regional Science Matters: Studies Dedicated to Walter Isard*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-07305-7\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-319-07305-7_10)
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). Administración de la cadena de suministro. In *Estrategia, planeación y operación*.
- Chu, Z. (2012). Logistics and economic growth: A panel data approach. *Annals of Regional Science*. <https://doi.org/10.1007/s00168-010-0434-0>
- Cidell, J. (2011). Distribution Centers among the Rooftops: The Global Logistics Network Meets the Suburban Spatial Imaginary. *International Journal of Urban and Regional Research*. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2427.2010.00973.x>
- Colliers International Colombia. (2014). *Reporte Mercado Industrial Bogotá 2014 Q1 a*

Q4.

Colliers International Colombia. (2015). *Reporte Mercado Industrial Bogotá 2015 Q1 a Q4.*

Colliers International Colombia. (2016). *Reporte Mercado Industrial Bogotá 2016 Q1 a Q4.*

Colliers International Colombia. (2017). *Reporte Mercado Industrial Bogotá 2017 Q1 a Q4.*

Colliers International Colombia. (2018). *Reporte Mercado Industrial Bogotá 2018 Q1 a Q4.*

Colliers International Colombia. (2019). *Reporte Mercado Industrial Bogotá 2019 Q1 a Q4.*

Colliers International Colombia. (2020). *Reporte Mercado Industrial Bogotá 2020 Q1 a Q4.*

Colliers International Colombia. (2021). *Reporte Mercado Industrial Bogotá 2021 Q1.*

Concejo Municipal de Cajica. (2014). *Acuerdo 15 de 2014; Por el cual se expide el regimen tributario y de rentas del municipio de Cajicá* (p. 85).

Concejo Municipal de Funza. (2017). *Acuerdo 21 de 2017, Por medio del cual se expide el estatuto de rentas del municipio de Funza, Cundinamarca.*

Concejo Municipal de Gachancipá. (2016). *Acuerdo 033 del 2016, Por el cual se expide el estatuto tributario municipal o cuerpo jurídico de las normas sustanciales y procedimentales de los tributos municipales y se dictan otras disposiciones de carácter tributario.*

Concejo Municipal de Madrid. (2016). *Acuerdo 018 de 2016; Por medio del cual se expide el estatuto de rentas del municipio de Madrid, Cundinamarca.*

Concejo Municipal de Mosquera. (2020). *Acuerdo 28 de 2020, Por medio del cual se expide el estatuto de rentas del municipio de Mosquera, Cundinamarca* (p. 212).  
[https://mosqueracundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/mosqueracundinamarca/content/files/001188/59358\\_acuerdo-28-de-2020-estatuto-de-rentas.pdf](https://mosqueracundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/mosqueracundinamarca/content/files/001188/59358_acuerdo-28-de-2020-estatuto-de-rentas.pdf)

Concejo Municipal de Nemocón. (2016). *Acuerdo 021 del 2016, Por el cual se expide el Estatuto Tributario Municipal o Cuerpo Jurídico de las Normas Sustanciales y Procedimentales de los Tributos Municipales.*

Concejo Municipal de Sibaté. (2013). *Acuerdo 24 del 2013, Por el cual se adoptan las normas sustanciales y procedimentales aplicables a los tributos de propiedad del*

- municipio de Sibaté* (p. 68).
- Concejo Municipal de Sopó. (2020). *Acuerdo Municipal 022 de 2020; Por medio del cual se establece el régimen tributario municipal de Sopó*.
- Concejo Municipal de Tabio. (2015). *Acuerdo 17 de 2015, Por el cual se expide el estatuto tributario municipal o cuerpo jurídico de las normas sustanciales y procedimentales de los tributos municipales y se dictan otras disposiciones de carácter tributario* (p. 215).
- Concejo Municipal de Tenjo. (2013). *Por el cual se compilan las normas vigentes en materia tributaria aplicables en el municipio de Tenjo*.
- Concejo Municipal de Zipaquirá. (2017). *Acuerdo 18 del 1 de Diciembre de 2017, Por el cual se compila, actualiza y establece el estatuto tributario del municipio de Zipaquirá, Cundinamarca*.
- Concejo Municipal El Rosario. (2016). *Acuerdo 19 de 2016, Estatuto Tributario* (p. 194).
- Congreso de la República de Colombia. (2011). *Ley 1454 de 2011, Por la cual se dictan normas orgánicas sobre ordenamiento territorial y se modifican otras disposiciones* (p. 15).  
<http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Leyes/Documents/ley145428062011.pdf>
- Congreso de la República de Colombia. (2020). *Acto Legislativo 02 de 2020; Por el cual se modifica el artículo 325 de la Constitución Política de Colombia y se dictan otras disposiciones* (p. 3).  
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=136410>
- Cosci, S., & Mirra, L. (2018). A spatial analysis of growth and convergence in Italian provinces: the role of road infrastructure. *Regional Studies*.  
<https://doi.org/10.1080/00343404.2017.1334117>
- Coto-Millán, P., Fernández, X. L., Pesquera, M. Á., & Agüeros, M. (2016). Impact of Logistics on Technical Efficiency of World Production (2007–2012). *Networks and Spatial Economics*, 16(4), 981–995. <https://doi.org/10.1007/s11067-015-9306-6>
- Creswell, J. W. (2009). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (Third Edit). SAGE Publications.  
<https://books.google.com.co/books?id=bttwENORfhgC>
- Creswell, W. J., & Creswell, J. D. (2017). Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Dablanc, L., & Frémont, A. (2012). The Paris region: Operating and planning freight at

- multiple scales in a European city. In *Cities Regions and Flows*.  
<https://doi.org/10.4324/9780203106143>
- Dablanc, L., & Ross, C. (2012). Atlanta: A mega logistics center in the Piedmont Atlantic Megaregion (PAM). *Journal of Transport Geography*.  
<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.05.001>
- DANE, D. A. N. de E. (2018). *Resolución 2222 de 2018; Por la cual se establece el Marco Geoestadístico Nacional (MGN) en cumplimiento del parágrafo 1 del artículo 160 de la Ley 1753 de 2015 y el numeral 9 del artículo 2.2.3.1.7 del Decreto 1743 de 2016.* (p. 2). [https://geoportal.dane.gov.co/descargas/descarga\\_mgn/Resolucion\\_MGN.pdf](https://geoportal.dane.gov.co/descargas/descarga_mgn/Resolucion_MGN.pdf)
- Debie, J., & Raimbault, N. (2016). The port-city relationships in two European inland ports: A geographical perspective on urban governance. *Cities*.  
<https://doi.org/10.1016/j.cities.2015.10.004>
- Demirel, T., Demirel, N. Ç., & Kahraman, C. (2010). Multi-criteria warehouse location selection using Choquet integral. *Expert Systems with Applications*.  
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.11.022>
- Diao, M., Zhu, Y., & Zhu, J. (2017). Intra-city access to inter-city transport nodes: The implications of high-speed-rail station locations for the urban development of Chinese cities. *Urban Studies*. <https://doi.org/10.1177/0042098016646686>
- Djamba, Y. K., & Neuman, W. L. (2002). Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches. *Teaching Sociology*. <https://doi.org/10.2307/3211488>
- DNP, D. N. de P. (2008). Documento Conpes 3547, Política Nacional Logística. In *Documento CONPES 3582*.  
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Economicos/3547.pdf>
- DNP, D. N. de P. (2020). Documento Conpes 3982, Política Nacional Logística. In *Documento CONPES 3582*.  
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Economicos/3982.pdf>
- DNP, D. N. de P. (2021). *TerriData: DNP*. <https://terridata.dnp.gov.co/index-app.html#/diccionario>
- Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez De Contenido Y Juicio De Expertos: Una Aproximación a Su Utilización. *Avances En Medición*, 6.
- Esri Inc. (2019). *ArcGIS Desktop 10.7.1* (10.7.1.11595).
- Fatriani, M. D. (2015). Estado del arte sobre métodos y técnicas de localización y distribución aplicadas en instalaciones de manufactura y servicios. *Keefektifan*

- Penerapan Pendekatan Keterampilan Proses Dalam Pembelajaran IPA Terhadap Minat Belajar Siswa Kelas IV SD Negeri Golo Yogyakarta, 16(2).*
- Flämig, H., & Hesse, M. (2011). Placing dryports. Port regionalization as a planning challenge - The case of Hamburg, Germany, and the Süderelbe. *Research in Transportation Economics*. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2011.08.005>
- Georgia Tech, S. C. and L. I. (2015). *The Evolution of SCL*. <https://www.scl.gatech.edu/about/scl/history>
- Getis, A., & Vance, J. E. (1971). The Merchant's World: The Geography of Wholesaling. *Economic Geography*. <https://doi.org/10.2307/142828>
- Ghiani, G., Guerriero, F., Laporte, G., & Musmanno, R. (2004). Tabu search heuristics for the arc routing problem with intermediate facilities under capacity and length restrictions. *Journal of Mathematical Modelling and Algorithms*. <https://doi.org/10.1023/B:JMMA.0000038618.37710.f8>
- Glasmeier, A. (1990). The Role of Merchant Wholesalers in Industrial Agglomeration Formation. *Annals of the Association of American Geographers*. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1990.tb00304.x>
- Glasmeier, A. K., & Kibler, J. (1996). Power shift: The rising control of distributors and retailers in the supply chain for manufactured goods. *Urban Geography*. <https://doi.org/10.2747/0272-3638.17.8.740>
- Gobernación de Cundinamarca. (2007). *Mapa de usos propuestos del suelo*. <https://mapasyestadisticas-cundinamarca-map.opendata.arcgis.com/datasets/cundinamarca-map::uso-propuesto-del-suelo/about>
- Gobernación de Cundinamarca. (2018, September 4). *Mapa Vial de Cundinamarca, 2017*. <https://mapasyestadisticas-cundinamarca-map.opendata.arcgis.com/documents/cundinamarca-map::mapa-vial-2017/about>
- Graham, D. J. (2014). *Causal Influence for Ex-post Evaluation of Transport Interventions*. <https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.1787/5jrw2z02frjk-en>
- Gramajo, S., Karanik, M., Pinto, N., Cabrera, D., & Alurralde, M. (2011). *Modelo de Apoyo para la Toma de Decisiones en QoS*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/18626>
- Guba, E. G. (1990). The alternative paradigm dialog. In *The paradigm dialog*.
- Guy, S., & Hanneberry, J. (2008). Development and Developers: Perspectives on Property. In S. Guy & J. Hanneberry (Eds.), *Development and Developers: Perspectives on Property* (pp. i–xii). John Wiley & Sons, Ltd.

- <https://doi.org/10.1002/9780470757192.fmatter>
- Guy, S., & Henneberry, J. (2008). Conclusions: Interpreting Development. In *Development and Developers: Perspectives on Property* (pp. 285–302). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470757192.ch15>
- Hall, P. V. (2012). Connecting, disconnecting and reconnecting: Port logistics and Vancouver's Fraser River. In *Espace Géographique*. <https://doi.org/10.3917/eg.413.0223>
- Han, F., Wang, D., & Li, B. (2019). Spillover effects of ports and logistics development on economic power: Evidence from the Chinese BTH regions. *Sustainability (Switzerland)*. <https://doi.org/10.3390/su11164316>
- Hanson, S. (1995). *The Geography of Urban Transportation* (T. G. Press (ed.); 2nd Editio).
- HEITZ, A. (2017). *La Métropole Logistique : Structure métropolitaine et enjeux d'aménagement La dualisation des espaces logistiques métropolitains* [UPE, Université Paris-Est ; IFSTTAR - Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux]. <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01757687>
- Heitz, A., & Dablanc, L. (2015). Logistics spatial patterns in Paris rise of Paris basin as logistics megaregion. *Transportation Research Record*. <https://doi.org/10.3141/2477-09>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2008). El matrimonio cuantitativo cualitativo: el paradigma mixto. *6º Congreso de Investigación En Sexología*.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista, M. del P. (2014). Metodología de la Investigación (6ta edición). In *Mc Graw Hill*.
- Hesse, M. (2008). The city as a terminal: The urban context of logistics and freight transport. *The City as a Terminal: The Urban Context of Logistics and Freight Transport*, 1–207.
- Hesse, Markus, & Rodrigue, J. P. (2004). The transport geography of logistics and freight distribution. *Journal of Transport Geography*, 12(3), 171–184. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.12.004>
- Hong, J. (2007). Transport and the location of foreign logistics firms: The Chinese experience. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2006.11.004>

- Hong, J., Chu, Z., & Wang, Q. (2011). Transport infrastructure and regional economic growth: Evidence from China. *Transportation*. <https://doi.org/10.1007/s11116-011-9349-6>
- Hooi Lean, H., Huang, W., & Hong, J. (2014). Logistics and economic development: Experience from China. *Transport Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.01.003>
- Hugos, M. (2018). Essentials of Supply Chain Management. In *Essentials of Supply Chain Management*. <https://doi.org/10.1002/9781119464495>
- Huifeng, J., & Aigong, X. (2008). The method of warehouse location selection based on gis and remote sensing images. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Vol. XXXVII. Part B2. Beijing 2008.
- Hunt, T. (2006). Warehouse of the World: Out of Town Depots Are an Ugly Blight on the Landscape and Will Destroy Our Civic Life. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/commentisfree/2006/jul/12/comment.communities>
- INVIAS, I. N. de V. (2008). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*. <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/985-manual-de-diseno-geometrico>
- INVIAS, I. N. de V. (2021). *Mapa Red Vial Nacional, (SHP)*. <https://www.invias.gov.co/index.php/red-vial-nacional>
- Ivanov, D., Tsipoulanidis, A., & Schönberger, J. (2019). *Global Supply Chain and Operations Management* (2nd ed. 20). Springer. <https://econpapers.repec.org/RePEc:spr:sptbec:978-3-319-94313-8>
- Jaller, M., Pineda, L., & Phong, D. (2017). Spatial analysis of warehouses and distribution centers in Southern California. *Transportation Research Record*. <https://doi.org/10.3141/2610-06>
- Jiang, X., Zhang, L., Xiong, C., & Wang, R. (2016). Transportation and Regional Economic Development: Analysis of Spatial Spillovers in China Provincial Regions. *Networks and Spatial Economics*. <https://doi.org/10.1007/s11067-015-9298-2>
- Kayikci, Y. (2010). A conceptual model for intermodal freight logistics centre location decisions. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.04.039>
- Li, K. X., & Qi, G. (2016). Transport Connectivity and Regional Development in China. *International Logistics and Trade*, 14, 142–155.

- [http://dept.inha.ac.kr/user/jri/download/01\\_JILT Vol. 14, No. 2 - Li and Qi.pdf](http://dept.inha.ac.kr/user/jri/download/01_JILT%20Vol.%2014,%20No.%202%20-%20Li%20and%20Qi.pdf)
- Litman, T. (2010). Evaluating Transportation Economic Development Impacts. In *Efficiency-Equity-Clarity*. Logistic Cluster. (2020). *Logistics Capacity Assessments (LCAs)*.
- McKinnon, A. (2009). The present and future land requirements of logistical activities. *Land Use Policy*, 26(SUPPL. 1), S293–S301.  
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.08.014>
- McKinnon, A. C. (1983). The development of warehousing in England. *Geoforum*.  
[https://doi.org/10.1016/0016-7185\(83\)90036-2](https://doi.org/10.1016/0016-7185(83)90036-2)
- McKinnon, A. C. (1988). Physical Distribution. In J. N. Marshall (Ed.), *Services and Uneven Development* (pp. 133–160). Oxford University Press.
- McKinnon, A. C. (1998). Logistical Restructuring, Freight Traffic Growth and the Environment. In D. Banister (Ed.), *Transport policy and the environment* (pp. 97–113). E. & F. N. Spon.
- Melo, M. T., Nickel, S., & Saldanha-da-Gama, F. (2009). Facility location and supply chain management - A review. *European Journal of Operational Research*, 196(2), 401–412. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.05.007>
- Mendas, A., & Delali, A. (2012). *Support system based on GIS and weighted sum method for drawing up of land suitability map for agriculture. Application to durum wheat cultivation in the area of Mleta (Algeria)*.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3862141>
- Meza Cuesta, J. E. (2019). El ‘volteo de tierras’: modificaciones irregulares a los planes de ordenamiento territorial en Cundinamarca, Colombia. *Revista Ciudades, Estados Y Política*, 6, 35–42. <https://doi.org/https://doi.org/10.15446/cep.v6n1.83984>
- Miemczyk, J., & Luzzini, D. (2019). Achieving triple bottom line sustainability in supply chains: The role of environmental, social and risk assessment practices. *International Journal of Operations and Production Management*. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-06-2017-0334>
- MINTIC, M. de T. de la I. y las C. (2019). *Banda Ancha*.  
<https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-propertyvalue-47270.html>
- MINTRANSPORTE, M. de T. (2011). *Decreto 4165 de 2011, Por el cual se cambia la Naturaleza Jurídica, cambia de denominación y se fijan otras disposiciones del Instituto Nacional de Concesiones - INCO* (p. 13).

- <https://www.ani.gov.co/sites/default/files/dec416503112011.pdf>
- MINTRANSPORTE, M. de T. (2020, November 17). *Registro Nacional de Despachos de Carga por Carretera - RNDC*.  
[https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/305/registro\\_nacional\\_de\\_despachos\\_de\\_carga\\_por\\_carretera\\_rndc/](https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/305/registro_nacional_de_despachos_de_carga_por_carretera_rndc/)
- MINTRANSPORTE, M. de T., & COLCIENCIAS, D. A. de C. y T. e I. (2014). Selección de un corredor logístico característico del Sistema Logístico Nacional. In M. D. Arango Serna (Ed.), *Estudio del Sistema Logístico del transporte de Carga en los Principales corredores de Colombia E-TRANSCOL* (1st ed., p. 91).
- Mishra, N., Kumar, V., Kumar, N., Kumar, M., & Tiwari, M. K. (2011). Addressing lot sizing and warehousing scheduling problem in manufacturing environment. *Expert Systems with Applications*. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.03.062>
- Moyes, T. (1999). *Modern Transport Geography* (2nd ed.); B. Hoyle, R. Knowles (Eds.); Wiley, Chichester, 1998, 374 pages, ISBN 0 471 97777 2 (19.99 pounds). *Journal of Transport Geography*. [https://doi.org/10.1016/s0966-6923\(99\)00008-3](https://doi.org/10.1016/s0966-6923(99)00008-3)
- Notteboom, T., & Rodrigue, J.-P. (2009). *Economic Cycles and the Organizational and Geographical Attributes of Global Value Chains: Is the Pendulum Changing Direction*. 10–12.
- Obeng-Odoom, F. (2012). On the origin, meaning, and evaluation of urban governance. *Norsk Geografisk Tidsskrift*. <https://doi.org/10.1080/00291951.2012.707989>
- Osanloo, M., & Ataei, M. (2003). Factors affecting the selection of site for arrangement of pit rock-dumps. *Journal of Mining Science*.  
<https://doi.org/10.1023/B:JOMI.0000008460.62695.44>
- Oum, T. H., & Park, J. H. (2004). Multinational firms' location preference for regional distribution centers: Focus on the Northeast Asian region. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. [https://doi.org/10.1016/S1366-5545\(03\)00036-X](https://doi.org/10.1016/S1366-5545(03)00036-X)
- Owen, S. H., & Daskin, M. S. (1998). Strategic facility location: A review. *European Journal of Operational Research*. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(98\)00186-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(98)00186-6)
- Perkins, P., Fedderke, J., & Luiz, J. (2005). An analysis of economic infrastructure investment in South Africa. *South African Journal of Economics*.  
<https://doi.org/10.1111/j.1813-6982.2005.00014.x>
- Pierre, J. (2005). Comparative urban governance: Uncovering complex causalities. *Urban Affairs Review*. <https://doi.org/10.1177/1078087404273442>

- Pinzón Ospina, E. (2015). *Determinación de zonas aptas para la construcción de colegios distritales en la localidad de suba, partiendo de métodos de análisis multicriterio y herramientas SIG*. [Universidad Militar Nueva Granad].  
[https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6305/Análisis\\_multicriterio\\_colegios\\_distritales\\_Suba\\_Esteban\\_Pinzon.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6305/Análisis_multicriterio_colegios_distritales_Suba_Esteban_Pinzon.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Polèse, M., & Shearmur, R. (2004). Is distance really dead? Comparing industrial location patterns over time in Canada. *International Regional Science Review*.  
<https://doi.org/10.1177/0160017604267637>
- Pontificia Universidad Javeriana. (2021). *Observatorio Fiscal*.
- Presidencia de la República de Colombia. (2001). *Decreto 1735 del 2001, "por el cual se fija la Red Nacional de Carreteras a cargo de la Nación Instituto Nacional de Vías y se adopta el Plan de Expansión de la Red Nacional de Carreteras y se dictan otras disposiciones"* (p. 21). <https://www.invias.gov.co/index.php/normativa/decretos/43-decreto-1735-de-2001>
- PROCOLOMBIA. (2016). *Directorio de Zonas Francas*. [https://procolombia.co/directorio-zonas-francas?\\_\\_cf\\_chl\\_jschl\\_tk\\_\\_=390e89b100c795be6b0ccf28c22e8b940b73c076-1622860651-0-AeeqgelqFC\\_83LGkPIhgFdniVCigIMKqnDsp1M2\\_MLWmLGZ6Sc0FZ7br0eXaM9xLsTaGBz1mMUWen\\_6zADz6PprCJ1z0JicLzOPVsaMr5nyj66Yhu2-WKVjua2l3n1CYIH420](https://procolombia.co/directorio-zonas-francas?__cf_chl_jschl_tk__=390e89b100c795be6b0ccf28c22e8b940b73c076-1622860651-0-AeeqgelqFC_83LGkPIhgFdniVCigIMKqnDsp1M2_MLWmLGZ6Sc0FZ7br0eXaM9xLsTaGBz1mMUWen_6zADz6PprCJ1z0JicLzOPVsaMr5nyj66Yhu2-WKVjua2l3n1CYIH420)
- Psaraffis, H. N. (2019). Sustainable shipping: A cross-disciplinary view. In *Sustainable Shipping: A Cross-Disciplinary View*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-04330-8>
- PwC. (2015). Transportation and Logistics 2030-Volume 5: Winning the talent race. *Transportation & Logistics 2030*, 5.
- Qi, G., Shi, W., Lin, K. C., Yuen, K. F., & Xiao, Y. (2020). Spatial spillover effects of logistics infrastructure on regional development: Evidence from China. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*.  
<https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.02.022>
- Quintero Arias, O. F., Jolly, J.-F., & Leal del Castillo, G. E. (2008). *Ciudad - región y el proyecto regional : una mirada sobre la reconfiguración territorial en Colombia* (1st ed.). Pontificia Universidad Javeriana.  
<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/209>

- Raimbault, N, Heitz, A., & Dablanc, L. (2019). Urban planning policies for logistics facilities. A comparison between US metropolitan areas and the Paris region. *Urban Logistics*, 82–108.
- Raimbault, Nicolas. (2016). Ancrer le capital dans les flux logistiques : la financiarisation de l'immobilier logistique. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*.  
<https://doi.org/10.3917/reru.161.0131>
- Ralston, B. (2003). Logistics. In H. Miller & S.-L. Shaw (Eds.), *Geographic Information Systems for Transportation: Principles and Applications* (pp. 380–400). Oxford University Press.
- Ramos, J., & Rodriguez, K. (2011). Zonas francas en Colombia: beneficios tributarios en el impuesto de renta. *Borradores de Economía*, 657, 2–18.
- RAP-E, R. C. (2019). *Plan de abastecimiento 2019-2030 de la Región Central*.  
<https://regioncentralrape.gov.co/plan-de-abastecimiento-de-la-region-central/>
- Rayrround Quivy, L. V. C. (2014). Manual de investigación en ciencias sociales. *Igarss 2014*.
- Reuter, J. (2010a). Transportation & Logistics 2030 - Transport infrastructure. *Transportation*, 1.
- Reuter, J. (2010b). Transportation & Logistics 2030 V1 - Energy-constrained. *Transportation*, 1.
- Riemers, C. (1998). Functional relations in distribution channels and location patterns of the Dutch wholesale sector. *Geografiska Annaler, Series B: Human Geography*.  
<https://doi.org/10.1111/j.0435-3684.1998.00031.x>
- Rivera, L., Gligor, D., & Sheffi, Y. (2016). The benefits of logistics clustering. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*.  
<https://doi.org/10.1108/IJPDLM-10-2014-0243>
- Rodrigue, J.-P., & Notteboom, T. (2009). The terminalization of supply chains: reassessing the role of terminals in port/hinterland logistical relationships. *Maritime Policy & Management*, 36(2), 165–183. <https://doi.org/10.1080/03088830902861086>
- Rodrigue, J. P., Debie, J., Fremont, A., & Gouvernal, E. (2010). Functions and actors of inland ports: European and North American dynamics. *Journal of Transport Geography*. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.03.008>
- Roger Tym & Partners, K. S. and C. C. (2004). *Industrial and Warehousing Land Demand in London*. Greater London Authority.
- Rojas Lopez, M. D., & Botero Botero, S. (2010). *Innovación y sostenibilidad: avances en*

- ingeniería de la organización*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas.
- Rothenberg, S., Schenck, B., & Maxwell, J. (2005). Lessons from benchmarking environmental performance at automobile assembly plants. *Benchmarking: An International Journal*. <https://doi.org/10.1108/14635770510582871>
- Ruske, K.-D., Kauschke, D. P., Reuter, J., & Montgomery, D. E. (2009). Transportation & Logistics 2030 - Volume 1 : How will supply chains evolve in an energy-constrained, low carbon world ? In *PwC UK* (Vol. 1).
- Ruske, K.-D., Kauschke, P., Basu, G., Reuter, J., & Montgomery, D. E. (2011). Transportation & Logistics 2030 Volume 4: Securing the supply chain. In *PricewaterhouseCoopers* (Vol. 4).
- Saaty, T. L. (2006). The analytic network process. In *International Series in Operations Research and Management Science* (Vol. 95, pp. 1–26). Springer New York LLC. [https://doi.org/10.1007/0-387-33987-6\\_1](https://doi.org/10.1007/0-387-33987-6_1)
- Sarkis, J. (2003). A strategic decision framework for green supply chain management. *Journal of Cleaner Production*. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00062-8)
- SEPLAN, S. T. de P. y C. E. (2013). *Manual de Indicadores Regionales*. <https://acchonduras.files.wordpress.com/2014/07/manual-de-indicadores-regionales-2014-seplan-pfa.pdf>
- Shearmur, R., & Alvergne, C. (2002). Intrametropolitan patterns of high-order business service location: A comparative study of seventeen sectors in Ile-de-France. *Urban Studies*. <https://doi.org/10.1080/00420980220135536>
- Shearmur, R., Polèse, M., Desjardins, P., & Johnson, M. (2018). *2002 Shearmur and Polese The Periphery in the Knowledge Economy*.
- Siabato, W., & Guzmán-Manrique, J. (2019). La autocorrelación espacial y el desarrollo de la geografía cuantitativa. In *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* (Vol. 28, Issue 1). <https://doi.org/10.15446/rcdg.v28n1.76919>
- SIIGO. (2021). *calendario tributario*.
- Singh, R. K., Chaudhary, N., & Saxena, N. (2018). Selection of warehouse location for a global supply chain: A case study. *IIMB Management Review*. <https://doi.org/10.1016/j.iimb.2018.08.009>
- Sivitanidou, R. (1996). Warehouse and distribution facilities and community attributes: An empirical study. *Environment and Planning A*. <https://doi.org/10.1068/a281261>

- Song, M., Wang, S., & Fisher, R. (2014). Transportation, iceberg costs and the adjustment of industrial structure in China. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2014.08.005>
- Srisawat, P., Kronprasert, N., & Arunotayanun, K. (2017). Development of Decision Support System for Evaluating Spatial Efficiency of Regional Transport Logistics. *Transportation Research Procedia*, 25, 4832–4851. <https://doi.org/10.1016/J.TRPRO.2017.05.493>
- Sturge, K. (2008). Logistics Property Today. *King Sturge*. <https://www.yumpu.com/en/document/read/3960067/logistics-property-today-king-sturge>
- Sun, H. (2018). Foreign investment and economic development in China: 1979-1996. In *Foreign Investment and Economic Development in China: 1979-1996*. <https://doi.org/10.4324/9780429452468>
- Superservicios, & Departamento Nacional de Planeación. (2018). *Estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado*.
- Taafe, E. J., & Gauthier, H. (1996). *Geography of transportation*.
- Tobler, W. R. (1970). A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, 46. <https://doi.org/10.2307/143141>
- Tong, T., & Yu, T. E. (2018). Transportation and economic growth in China: A heterogeneous panel cointegration and causality analysis. *Journal of Transport Geography*. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.10.016>
- Turğut, B. T., Taş, G., Herekoğlu, A., Tozan, H., & Vayvay, O. (2011). A fuzzy AHP based decision support system for disaster center location selection and a case study for Istanbul. *Disaster Prevention and Management*. <https://doi.org/10.1108/09653561111178943>
- UPME. (2018). *Metodología y resultados de la estimación del índice de cobertura de energía eléctrica*.
- UPRA. (2020). *mercado de tierras*.
- UPRA, U. de P. A. R. (2017). *Avalúos Catastrales Integrales 2017*. Mercado de Tierras Rurales. [http://geoservicios.upra.gov.co/arcgis/rest/services/mercado\\_tierras\\_rurales/avaluos\\_catastrales\\_integrales\\_2017/MapServer](http://geoservicios.upra.gov.co/arcgis/rest/services/mercado_tierras_rurales/avaluos_catastrales_integrales_2017/MapServer)
- Vickerman, R. (2018). Can high-speed rail have a transformative effect on the economy? *Transport Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.03.008>

- Vlachopoulou, M., Silleos, G., & Manthou, V. (2001). Geographic information systems in warehouse site selection decisions. *International Journal of Production Economics*.  
[https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(00\)00119-5](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(00)00119-5)
- Wang, Y., Ning, L., Li, J., & Prevezer, M. (2016). Foreign Direct Investment Spillovers and the Geography of Innovation in Chinese Regions: The Role of Regional Industrial Specialization and Diversity. *Regional Studies*.  
<https://doi.org/10.1080/00343404.2014.933800>
- Witte, P., Wiegmans, B., Braun, C., & Spit, T. (2016). Weakest link or strongest node? Comparing governance strategies for inland ports in transnational European corridors. *Research in Transportation Business and Management*.  
<https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2016.03.003>
- Witte, P., Wiegmans, B., & Ng, A. K. Y. (2019). A critical review on the evolution and development of inland port research. *Journal of Transport Geography*.  
<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.11.001>
- Witte, P., Wiegmans, B., van Oort, F., & Spit, T. (2014). Governing inland ports: A multi-dimensional approach to addressing inland port-city challenges in European transport corridors. *Journal of Transport Geography*.  
<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.02.011>
- Wu, J., & Radbone, I. (2005). Global integration and the intra-urban determinants of foreign direct investment in Shanghai. *Cities*.  
<https://doi.org/10.1016/j.cities.2005.05.005>
- Xu, X., & Wang, Y. (2017). Study on spatial spillover effects of logistics industry development for economic growth in the Yangtze River delta city cluster based on spatial durbin model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. <https://doi.org/10.3390/ijerph14121508>
- Xueliang, Z. (2013). Has transport infrastructure promoted regional Economic growth?- with an analysis of the spatial spillover effects of transport infrastructure. *Social Sciences in China*. <https://doi.org/10.1080/02529203.2013.787222>
- Yang, J., & Lee, H. (1997). An AHP decision model for facility location selection. *Facilities*.  
<https://doi.org/10.1108/02632779710178785>
- Yang, S. (2010). An application of spatial - panel analysis - provincial economic growth and logistics in china. *Annals of the University of Petrosani : Economics*.  
<https://doi.org/10.3968/j.css.1923669720100603.010>

- Zak, J., & Węgliński, S. (2014). The selection of the logistics center location based on MCDM/A methodology. *Transportation Research Procedia*.  
<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.10.034>
- Zhao, J., Yu, Y., Wang, X., & Kan, X. (2017). Economic impacts of accessibility gains: Case study of the Yangtze River Delta. *Habitat International*.  
<https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2017.05.005>
- Zhu, Q., Sarkis, J., & Lai, K. hung. (2008). Green supply chain management implications for “closing the loop.” *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2006.06.003>