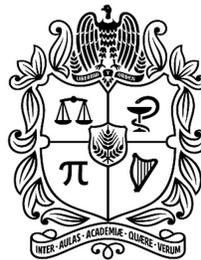


*Estrategias de coordinación en operaciones de cargue y  
descargue de mercancías en ciudad.*

JAIRO ENRIQUE PARRA HERRERA  
INGENIERO INDUSTRIAL, M.Sc.(C)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
BOGOTÁ, D.C.  
2016



*Estrategias de coordinación en operaciones de cargue y  
descargue de mercancías en ciudad.*

JAIRO ENRIQUE PARRA HERRERA  
INGENIERO INDUSTRIAL, M.Sc.(C)

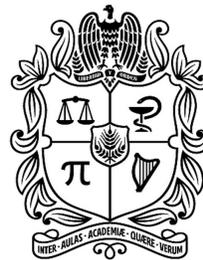
DISERTACIÓN PRESENTADA PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

DIRECTOR  
WILSON ADARME JAIMES, PH.D.

CODIRECTOR  
JESÚS GONZÁLEZ-FELIU, PH.D.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN  
LOGÍSTICA URBANA

GRUPO DE INVESTIGACIÓN  
SEPRO  
SOCIEDAD, ECONOMÍA Y PRODUCTIVIDAD



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
BOGOTÁ, D.C.  
2016



**Título en español**

Estrategias de coordinación en operaciones de cargue y descargue de mercancías en ciudad.

**Title in English**

Coordination strategies in loading and unloading operations in city

**Resumen:** Las ciudades de hoy en día presentan desafíos cada vez mayores en la operación de entrega de mercancías lo cual representa pérdidas para las compañías y perjuicios para la comunidad en general que desarrolla su rutina cotidiana en las ciudades. La distribución de mercancías en ciudad puede representar en algunos casos hasta 2/3 de la cantidad de recorridos que se desarrollan en una ciudad en la actualidad.

En este trabajo se plantea la proposición estrategias de coordinación como mecanismo resultado de la problemática existente en operaciones de logística urbana, en especial las que pueden ser categorizadas como cargue o descargue. Revisando las formulaciones realizadas para diferentes contextos, se identifican elementos existentes en cuanto a la proposición de alternativas para logística urbana.

Así mismo se identifican las condiciones, desde una perspectiva global para los diferentes actores que intervienen en la operación logística, con ello se establece la proposición de alternativas utilizando tecnologías de información como herramientas que permiten mediante su aplicación incidir de manera positiva en la medición de las variables con que se mide el desempeño logístico en un contexto de ciudad.

De igual forma se define la idea de desarrollo para un sistema de soporte a las decisiones, soportado en la información que actores públicos puedan proporcionar para la puesta en marcha del mismo. Con ello se pretende integrar así mismo la posibilidad de explorar incentivos para los actores que se involucren y promuevan el desarrollo de iniciativas logísticas para la ciudad de Bogotá.

**Abstract:** Today the cities presents increasing of challenges in the urban deliveries operations, they represent losses for the companies and damages for the community in general, that are developed in the routine of the cities. The distribution of goods in the city can in some cases represent up to 2/3 of the number of routes that are developed in a city today.

In this work has been define a proposal Coordination strategies as a result mechanism of the existent problem in urban logistics operations, especially those that can be categorized as loading or unloading. Reviewing the proposals for different contexts, the elements in the alternatives for urban logistics are identified.

Likewise, the conditions are identified, from a global perspective for the different actors involved in the urban logistic operation, thereby defining the proposition of alternatives using information technologies as tools that are could be applied of a positive way in the measurement of the Performance variables that move logistics performance in a city context.

In the same way, propose the idea of development for a decision support system is

conceptualized, supported on the information that public actors use for the implementation of the alternative. With all that is intended to integrate also the possibility of exploring incentives for the actors who are involved and promote the development of logistical initiatives for the city of Bogota.

**Palabras clave:** Logística urbana; coordinación; tecnologías de información; Estrategias de coordinación

**Keywords:** Urban logistics, coordination, information technologies, Coordination strategies.



---

---

## Dedicado a

---

---

Todos los que me han apoyado en cada paso que se me ha ocurrido dar en la vida, a mis padres porque por más que no estén de acuerdo con las acciones que tomo siempre me han respaldado y me han dado la fuerza para seguir adelante buscando metas y desafíos más grandes a superar. Para mi familia, ellos que son a quien cada una de mis metas lograda les genera una sincera sonrisa y los llena de orgullo.

Esto es para mis amigos, compañeros y profesores, aquellos que me han acompañado en el desarrollo de este trabajo, asesorando, apoyando y soportando cada acción que permitió finalizar esta etapa de mi vida. A aquellos que no veían la capacidad de seguir alcanzando metas cada vez más grandes, gracias por dudar de mí.

DEDICADO A

---

---

---

## Agradecimientos

---

---

Expreso mi más profundo agradecimiento a la Universidad Nacional de Colombia, y en especial al grupo de investigación SEPRO, con cuyos integrantes aprendía nuevas cosas todos los días. Entre risas y malestares, se forma todos los días a un gran grupo de personas con ambiciones de aportar en un mañana próximo al país.

Un agradecimiento a mi director, el profesor Wilson Adarme Jaimes quién me brindó la posibilidad conocer de primera mano la complejidad existente en las operaciones logísticas. Permitiendo participar en diferentes condiciones académicas y profesionales para la búsqueda de soluciones a nivel país.

Al profesor Jesús González - Feliu, mi co-director, quien acompañó de manera constante en el desarrollo de este trabajo, invitando a la participación en diferentes eventos académicos, los cuales abrieron mis perspectivas sobre las oportunidades que el mundo de la investigación tiene para ofrecer.

Un agradecimiento a todos esos amigos y compañeros, que me recordaban las capacidades para con que hemos sido formados, que entre risas y bromas se disfruta más lo que uno esta haciendo, y sobre todo que el tener conocimiento no nos hace grandes ante nadie, pero demostrar sencillez y humildad, nos hace estar un poco más cerca de ser seres de luz.



---

---

# Índice general

---

---

<b>Índice general</b>	<b>III</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>VII</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>IX</b>
<b>Introducción</b>	<b>XI</b>
<b>1. Teorías y enfoques</b>	<b>1</b>
1.1. Metodología . . . . .	2
1.2. Supply Chain . . . . .	3
1.3. Supply Chain Management . . . . .	4
1.4. Coordinación en Cadena de Suministro . . . . .	7
1.4.1. Mecanismos de coordinación . . . . .	9
1.5. Logística Urbana . . . . .	11
1.5.1. Desempeño logístico en contexto de ciudad . . . . .	15
1.6. Tecnologías de información en logística urbana . . . . .	17
1.6.1. Sistemas de información . . . . .	18
1.6.2. Sistema de soporte a las decisiones (DSS) . . . . .	19
1.6.3. Tecnología RFID . . . . .	20
1.6.4. Códigos de barras o QR . . . . .	21
<b>2. Caso de estudio</b>	<b>23</b>
2.1. Contexto local . . . . .	24
2.2. Necesidades identificadas . . . . .	26
2.3. Indicadores de desempeño . . . . .	28
2.3.1. Variables . . . . .	28

---

2.3.2.	Indicadores de Tiempo . . . . .	29
2.3.2.1.	Tiempo de espera . . . . .	30
2.3.2.2.	Tiempo muerto . . . . .	30
2.3.2.3.	Tiempo de operación . . . . .	30
2.3.2.4.	Tiempo de reprocesamiento . . . . .	30
2.3.2.5.	Tiempo total de operación . . . . .	31
2.3.3.	Indicadores Económicos . . . . .	31
2.3.3.1.	Costo personal involucrado en operación . . . . .	32
2.3.3.2.	Costo equipo de transporte . . . . .	32
2.3.3.3.	Costo alquiler equipo o maquinaria . . . . .	32
2.3.3.4.	Costo pólizas operacionales . . . . .	32
2.3.3.5.	Costo uso espacio físico . . . . .	32
2.3.3.6.	Pago por infracciones operativas . . . . .	32
2.3.3.7.	Costo devolución entrega no satisfactoria . . . . .	33
2.3.3.8.	Costo producto no entregado . . . . .	33
2.3.3.9.	Costo servicio vigilancia . . . . .	33
2.3.4.	Indicadores de Movilidad . . . . .	33
2.3.4.1.	Distancia recorrida . . . . .	33
2.3.4.2.	Tiempo recorrido . . . . .	34
2.3.4.3.	Velocidad promedio recorrido . . . . .	34
2.3.4.4.	Velocidad promedio en vía primaria . . . . .	34
2.3.4.5.	Velocidad promedio en vía secundaria . . . . .	34
2.3.4.6.	Vehículos ocupando u obstruyendo áreas . . . . .	35
2.3.4.7.	Señales de tránsito . . . . .	35
2.3.4.8.	Numero infracciones . . . . .	35
2.3.4.9.	Número bahías para cargue o descargue . . . . .	35
2.3.4.10.	Numero plataformas logísticas por área . . . . .	35
2.3.4.11.	Número vías acceso . . . . .	35
2.3.4.12.	Obstrucciones en vía por cargue o descargue . . . . .	36
2.3.4.13.	Obstrucción por accidentes en vía. . . . .	36
2.3.5.	Indicadores de Ambientales . . . . .	36
2.3.5.1.	Emisiones CO <sup>2</sup> . . . . .	37
2.3.5.2.	Emisiones sonoras . . . . .	37
2.3.5.3.	Generación desechos sólidos . . . . .	37
2.3.5.4.	Generación desechos líquidos . . . . .	37

---

2.3.5.5.	Contaminación visual . . . . .	37
2.3.5.6.	Vehículos eléctricos . . . . .	37
2.3.5.7.	Equipos eléctricos para manejo de carga . . . . .	38
2.3.6.	Indicadores de Tecnología . . . . .	38
2.3.6.1.	Uso etiquetas RFID . . . . .	38
2.3.6.2.	Uso códigos de barras o QR . . . . .	39
2.3.6.3.	Aplicaciones de tracking a la carga . . . . .	39
2.3.6.4.	Sistemas de información para gestión de carga . . . . .	39
2.3.6.5.	Uso dispositivos móviles de identificación carga . . . . .	39
2.3.6.6.	Seguimiento GPS al vehículo . . . . .	39
2.3.6.7.	Uso de empaques inteligentes . . . . .	39
2.3.7.	Indicadores de Infraestructura . . . . .	40
2.3.7.1.	Infraestructura disponible . . . . .	40
2.3.7.2.	Bahías de carga disponibles . . . . .	40
2.3.7.3.	Estacionamientos disponibles . . . . .	40
2.4.	Actores involucrados . . . . .	41
2.4.1.	La Alcaldía . . . . .	41
2.4.2.	Secretaría de movilidad . . . . .	42
2.4.3.	Secretaría de planeación . . . . .	42
2.4.4.	Secretaría de ambiente . . . . .	43
2.4.5.	Secretaria de desarrollo económico . . . . .	43
2.4.6.	Policía Nacional . . . . .	44
2.4.7.	Entidades que generan carga . . . . .	44
2.4.8.	Entidades receptoras de carga . . . . .	45
2.4.9.	Transportadores . . . . .	45
<b>3.</b>	<b>Iniciativas en operaciones de logística urbana</b>	<b>47</b>
3.1.	Ecologistics Parma - Italia . . . . .	48
3.2.	Distripolis Paris - Francia . . . . .	49
3.3.	Optimod Lyon - Francia . . . . .	50
3.4.	E-bike Berlin - Alemania . . . . .	52
3.5.	CARAVEL Genova - Italia . . . . .	53
3.6.	Off-Hours Delivery New York - Estados unidos . . . . .	54
3.7.	Elementos articuladores en logística urbana . . . . .	56

<b>4. Lineamientos para la articulación</b>	<b>59</b>
4.1. Contexto . . . . .	59
4.2. Propuestas . . . . .	62
4.2.1. Sistema de soporte a las decisiones . . . . .	62
4.3. Alternativa . . . . .	64
4.3.1. Definición . . . . .	64
4.3.2. Elementos . . . . .	65
4.3.3. Requerimientos . . . . .	67
4.3.3.1. Secretaría de movilidad: . . . . .	67
4.3.3.2. Secretaría de medio ambiente . . . . .	68
4.3.3.3. Secretaría de Desarrollo Económico . . . . .	68
4.3.3.4. Ministerio de Transporte . . . . .	69
4.3.3.5. Alcaldía . . . . .	69
4.3.3.6. Policía Nacional . . . . .	70
4.4. Proposición para la validación de hipótesis . . . . .	70
4.5. Limitaciones . . . . .	71
4.6. Estrategias de Coordinación . . . . .	72
4.6.1. Transporte colaborativo . . . . .	73
4.6.2. Compartir de información . . . . .	73
4.6.3. Adopción sistemas de información . . . . .	74
4.6.4. Análisis de estrategias . . . . .	74
4.6.4.1. ANNONA . . . . .	75
4.6.4.2. Comparación de ANNONA al contexto de estudio . . . . .	75
<b>Conclusiones</b>	<b>77</b>
<b>Trabajo futuro</b>	<b>79</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>81</b>

---

---

## Índice de tablas

---

---

2.1. Indicadores de tiempo. . . . .	29
2.2. Indicadores Económicos. . . . .	31
2.3. Indicadores de Movilidad. . . . .	34
2.4. Indicadores Ambientales. . . . .	36
2.5. Indicadores de uso tecnologías. . . . .	38
2.6. Indicadores de Infraestructura. . . . .	40
3.1. Iniciativas en logística urbana a nivel mundial . . . . .	47
3.2. Comparación escenario diurno nocturno. . . . .	55
3.3. Elementos articuladores en propuestas de logística urbana. . . . .	56
4.1. Problemáticas evidenciadas en el cargue y descargue para la ciudad de Bogotá. . . . .	61
4.2. Factores implícitos en el desarrollo de operaciones en logística urbana. . . . .	67



---

---

## Índice de figuras

---

---

1.1. Diagrama red cadena de suministro . . . . .	3
1.2. Tipos de flujos en cadenas de suministro . . . . .	4
1.3. Gestión en cadenas de suministro . . . . .	5
1.4. Estructura concepto de coordinación. . . . .	9
1.5. Métodos de coordinación. . . . .	11
1.6. Desafíos en logística urbana . . . . .	13
1.7. Tendencias en logística urbana . . . . .	14
1.8. Factores claves en el desempeño logístico . . . . .	15
1.9. Elementos esenciales en el mejoramiento de logística urbana . . . . .	16
1.10. Sistemas de información por tipo de decisión y nivel jerárquico . . . . .	19
2.1. Mapa ciudad de Bogotá . . . . .	25
2.2. Momentos en operación de cargue o descargue. . . . .	26
2.3. Variables involucradas en operación de cargue o descargue. . . . .	28
4.1. Distribución de tipo de establecimiento y volumen de carga. . . . .	60
4.2. Alternativas y su temporalidad . . . . .	63
4.3. Participación de la distribución de carga para 5 localidades de la ciudad de Bogotá, datos estudio Diagnostico y formulación de alternativas SDM - UNAL. . . . .	63
4.4. Elementos concepto DSS. . . . .	65



---

---

## Introducción

---

---

Las ciudades de hoy en día y especialmente las denominadas mega-ciudades del mundo, presentan desafíos que obligan a los actores involucrados en las operaciones logísticas, a prestar atención con respecto a las estrategias que les permiten afrontar los desafíos que están en constante evolución de acuerdo con las dinámicas propias que cada ciudad impone [57].

Buscando solucionar la problemática asociada a las operaciones logísticas en ciudad es que en están emergiendo diferentes alternativas en procura de atender esta situación. Por ello han emergido soluciones que integran la aplicación de medios que desde un punto de vista estratégico permitan atender las necesidades de la operación logística [62].

En Latino América se la tendencia al establecimiento de mega-ciudades, estas cuentan con una población superior a los 8 millones de habitantes en su casco urbano y para el caso de interés generan un gran número de requerimientos en viajes de mercancía habitualmente. Las mega-ciudades de latino América son Ciudad de México, Sao Pablo, Buenos Aires, Bogotá y Lima respectivamente según la cantidad de habitantes que habitan en ellas [10].

Al adentrarse en el contexto Colombiano se cuenta con el caso puntual de Bogotá, ciudad que en la actualidad cuenta con una población de 9,2 millones de habitantes aproximadamente, y que presenta diferentes retos para el desarrollo de las operaciones logísticas en su interior[10]. La ciudad de Bogotá presenta un constante requerimiento en cuanto a los flujos de mercancías que recorren la ciudad buscando sus puntos destino.

Las problemáticas definidas por cada una de las ciudades están descritas desde diferentes frentes, los cuales se deben abordar en común por parte de todos los actores involucrados. Las diferentes empresas y operadores que se involucran en el desarrollo de la operación logística al interior de la ciudad, proponen soluciones acordes a sus necesidades propias [26].

Por este motivo se encuentran diferentes proposiciones que permiten abordar la problemática global del desarrollo de la operación logística al interior de las ciudades y el impacto que esta tiene para la ciudad. De igual forma para los actores que cohabitan en las áreas del desarrollo de la operación y los habitantes de la ciudad [58].

Las condiciones para el desarrollo de la actividad logística en ciudad se encuentran

regidas a la utilización de los recursos disponibles, cada uno de estos se establecen tomando como referencia la configuración que se usó para el desarrollo y expansión de la urbe. En algunos casos se evidencia la agrupación de organizaciones que desarrollan los roles de emisor y receptor de carga en diferentes áreas de la ciudad.

Para esto algunos autores proponen estructurar condiciones que de acuerdo al nivel de participación, fortalezcan a las organizaciones de manera individual y favorezcan el desarrollo cooperativo en las organizaciones. Esto se encuentra ligado a la participación activa en la proposición y adopción de alternativas que mejoren el desarrollo de la actividad logística de la ciudad [58].

Dentro de los factores que imponen las restricciones al momento de desarrollar operaciones de logística urbana se debe tener en consideración aspectos como:

- Infraestructura
- Movilidad
- Desarrollo Económico
- Medio Ambiente
- Competitividad Logística

Cada uno de ellos representa un eje presente, el cual impone restricciones con respecto a las operaciones en ciudad. Por ello en la actualidad, se proponen alternativas que con la asociación de diferentes elementos, buscan sobrellevar estas restricciones y mitigar el impacto que las operaciones de logística urbana tienen para la ciudad.

De igual forma es necesario identificar y asumir que el desarrollo de la operación logística no es desarrollada por un reducido número de actores, debido a que todos los días la ciudad es testigo de cómo se desarrollan. Así mismo evidencia la gran cantidad de recorridos y operaciones que en algunos casos se desarrollan en horarios poco convencionales tratando de aprovechar las potencialidades que ofrece la ciudad [29].

Cada una de las operaciones que se desarrolla en la ciudad guarda diferencias de las otras, no todas las cadenas que desarrollan su operación comparten el mismo desarrollo. Por este motivo la proposición de estrategias no debe abordar un caso puntual sino que debe procurar ser flexible para que su adopción por diferentes cadenas sea lo más cómoda posible [6].

El desarrollo de la operación logística al interior de las ciudades es vista como el intercambio de flujos entre diferentes actores. Estas traen consigo incidencias en el desempeño de las actividades cotidianas de la comunidad en general, vistas en aspectos tales como afectación de la movilidad o ocupación inadecuada de espacios [56].

la proposición y adopción de alternativas deben buscar no solo mejorar el desempeño de las cadenas que se localizan y operan en la ciudad. Las alternativas deben impactar de manera positiva los efectos que la operación trae para la comunidad, mejorando las condiciones de desarrollo para las actividades de los otros [60].

Las tecnologías de información (TI's o IT), son usada como una mecanismo de integración entre actores, que busca lograr un factor de coordinación con los actores que participan en las operaciones logísticas de las ciudades. Por ello es imperante tomar en cuenta la incidencia de actores locales que regulan las restricciones que se pueden presentar en una operación de logística urbana [63].

Las tendencias en el desarrollo de proyectos sobre logística urbana giran en torno a la atención de elementos que inciden en el desarrollo de las operaciones logística, entre ellos se mencionan elementos tales como:

- Eficiencia
- Economía
- Uso de infraestructura
- Utilización de recursos

La coordinación de actores promueve el mejoramiento de aspectos claves que inciden en el desempeño de las cadenas que desarrollan su operación en un contexto urbano. Por ello es necesario identificar condiciones bajo las cuales es requerida la adopción de mecanismos que favorezcan la coordinación de actores, buscando que su adopción no conlleve a la re-estructuración de todos los procesos que se desarrollan en el estado actual [7].

Por lo anteriormente descrito es que este trabajo busca identificar las potenciales necesidades a ser atendidas proponiendo la adopción de tecnologías de información como mecanismo coordinador en procesos de logística urbana. Con ello se establecerá una medición del impacto y de qué manera su adopción incide en los medidores de desempeño para la operación logística de la ciudad.

Con ello se define como objetivo general la proposición de estrategias de coordinación mediante el uso de tecnologías de información para actores en operaciones de cargue y descargue de mercancías en la ciudad de Bogotá. Eso soportado en 4 objetivos específicos que son:

- Identificar y analizar el estado actual de los modelos de coordinación propuestos en la literatura,
- Caracterizar las relaciones de los actores de las operaciones de cargue y descargue urbano de mercancías en la ciudad de Bogotá
- Verificar el uso de tecnologías de información como mecanismo asociado para coordinar actores en operaciones de cargue y descargue de mercancías en un contexto urbano.
- Formular los lineamientos de coordinación mediante el uso tecnologías de información

Cada uno de ellos se enmarcaran en el desarrollo del documento, para ello se busca dar un adecuado desarrollo procurando que las ideas converjan hacia la atención del problema planteado y cumplir con los objetivos propuestos.

Se plantea el desarrollo del presente en la identificación de condiciones actuales, ideales y futuras sobre la operación de logística urbana para la ciudad de Bogotá. En el primer capítulo se desarrolla la identificación del estado actual en los modelos de coordinación propuestos en la literatura.

Para el segundo capítulo 2 se presenta una caracterización de las relaciones existentes entre los involucrados en las operaciones de cargue y descargue en la ciudad de Bogotá. Al adentrarse en la fase prepositiva del estudio se presenta en el capítulo 3 la aplicación de diferentes alternativas en el desarrollo de operaciones en ciudad y la integración con sus actores.

Finalmente en el capítulo 4 se presenta la formulación de los lineamientos para coordinación que aplica el uso de tecnologías de información, tomando como referencia los elementos que se relacionaron en cada uno de los capítulos anteriores y que desarrollan mediante una secuencia lógica las condiciones que de acuerdo con su adopción mejoraran el desempeño en operaciones de logística urbana.

# CAPÍTULO 1

---

---

## Teorías y enfoques

---

---

Los desafíos del mundo moderno han generado que la sociedad académica y las industrias propongan la re-definición de los conceptos sobre logística que se habían trabajado. Esto ha generado que diferentes escuelas de ingeniería que trabajan el concepto de logística alrededor del mundo empezaran a investigar sobre problemas de la vida cotidiana y sobre las brechas de investigación que cada concepto nuevo trae consigo.

En la actualidad se ha despertado especial interés por las condiciones en que se desarrollan las operaciones de logística en ciudad, esto por sus restricciones y requerimientos para poder llevar a cabo los flujos de mercancía al interior de las ciudades hoy en día. Las operaciones comprenden desde la planificación de rutas para entregas, requerimientos tecnológicos para el transporte y entrega, entre otros factores [57].

Cada ciudad del mundo posee requerimientos únicos que se asocian a su configuración como ciudad, esto ha promovido el desarrollo de estudios en ciudades como New York [29], que dan muestra de problemáticas presentes en el desarrollo de las operaciones logísticas y los factores que estas llevan consigo. Lo cual hace que se vean afectados los actores involucrados en las operaciones y la comunidad en general que habita las zonas donde se desarrollan estas actividades.

En el contexto de las ciudades latinoamericanas se presentan situaciones únicas, y diferentes a las estudiadas en algunas de las principales ciudades del mundo, las cuales desarrollan dinámicas propias de acuerdo con factores políticos, económicos, sociales y geográficos particulares en cada caso. Esto permite evidenciar que existen condiciones de estudio particulares para cada ciudad de acuerdo con sus características propias.

Motivado por las problemáticas de ciudades latinoamericanas en particular Bogotá, se plantea en el marco de la investigación una búsqueda estructurada que permita identificar los conceptos referentes a logística de ciudad que se encuentran en la literatura. Con esta búsqueda se pretende identificar herramientas que favorezcan mediante la aplicación de soluciones a las operaciones logísticas de la ciudad.

Con el desarrollo de la búsqueda se tiene como objetivo elaborar una taxonomía que presente de manera robusta el sustento teórico para la formulación de proposiciones

que se desarrollarán en capítulos posteriores de este documento. Esto soportado en conceptos de "Supply Chain Management (SCM)", Coordinación en Cadenas de Suministro, y Logística Urbana, de igual forma la aplicación de tecnologías de información (TIC's) en las mismas.

Mediante la identificación de los conceptos y su articulación, se presentan evidencias de una problemática latente en el desarrollo de actividades para logística de ciudad, en particular las asociadas al cargue y descargue de mercancías en diferentes ciudades del mundo. De esta manera se listan elementos que permiten la identificación de necesidades potenciales a ser atendidas cuando se habla del concepto de logística en ciudad.

A continuación se presenta el planteamiento metodológico sobre el cual se desarrolla esta investigación. Posterior a ello se inicia con la definición de conceptos que sustentan la investigación buscando dar relevancia a las problemáticas relevantes para el estudio. De igual forma se menciona de manera superficial los conceptos asociados a la aplicación de TIC's en procesos de cargue y descargue de mercancías al interior de la ciudad.

## 1.1. Metodología

Dando la aproximación necesaria para el desarrollo de esta investigación, se busca dar cumplimiento a los objetivos planteado para la investigación. Usando una aproximación por capítulos, se pretende esbozar de manera clara el desarrollo que se dio para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos.

Para cumplir con la meta propuesta en el primer objetivo, se desarrolla de manera esquemática la identificación de conceptos que permiten esbozar las condiciones a considerar en logística de ciudad. Así mismo la esta identificación ejemplifica el uso de algunas tecnologías comúnmente utilizadas para procesos de identificación en carga.

Continuando, se desarrolla durante el segundo capítulo de este documento una aproximación conceptual de la problemática en que se sitúa esta investigación. En el capítulo se plantean las diferentes interacciones que pueden evidenciar en el contexto de estudio, y de igual forma se presenta una aproximación de indicadores a evaluar en un contexto experimental.

Durante el tercer capítulo, se realiza la identificación de proyectos sobre logística de ciudad, los cuales mediante una identificación de sus desarrollos y planteamientos muestran elementos potenciales a implementar en contexto deseado. Así se toman como referencia 6 casos puntuales, que recogen elementos sobresalientes y exitosos del desarrollo de estas iniciativas.

Para culminar, el cuarto capítulo contiene la propuesta de un Decision Support System (DSS), como mecanismo gestor para las operaciones de cargue y descargue que se desarrollan en ciudad. Tomando el concepto propuesto se adicionan de igual forma, estrategias de coordinación que resultan de la observación y análisis de los casos evidenciados en el capítulo previo, y así proponer un elemento acorde a la situación de interés.

Así como se describe en este apartado, se encuentra desarrollado el documento de que recoge los elementos de la investigación propuesta, procurando dar el mayor alcance a los objetivos planteados y considerando de igual forma las limitaciones que se tuvieron para su desarrollo.

## 1.2. Supply Chain

Tomando como punto de partida el concepto encontrado sobre cadenas de suministro o Supply chain (SC), este concepto se asocia como la integración entre actores que desarrollan intercambio de flujos con diferentes sentidos en un sistema[11]. Su origen se remonta desde los años 1960, y se ha transformando de acuerdo con las necesidades generadas en los sistemas que se ha aplicado, dejando de lado el concepto lineal de cadena con un origen y destino puntual[15].

Cada caso se desarrolla en diferentes circunstancias las cuales hacen que la cadena deba adaptar sus procesos de acuerdo sea la situación, esto a su vez aplica para los actores que intervienen en ella. A partir de estas situaciones se generan elementos característicos que han generado las variaciones en cuanto a la particularidad con que se nombra las cadenas de suministro que se evidencian en la literatura [14].

El concepto de cadena que se maneja en la actualidad se ha ampliado cambiando completamente el paradigma de estructura lineal y secuencial en el cual se realizan intercambios de flujos con un origen y destino fijos, por un concepto en el cual participan más actores convirtiendo en una cadena con  $n$  nodos de origen y  $m$  destinos [21].

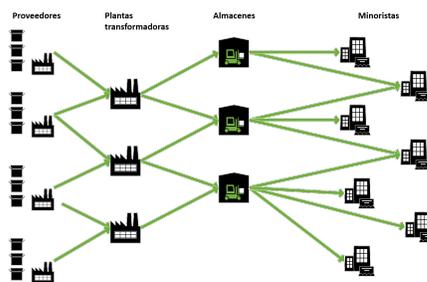


FIGURA 1.1. Diagrama red cadena de suministro

Entre eslabones en cadena de suministro se debe definir la existencia de operaciones para el intercambio de flujos [41]. Estos se transmiten entre los diferentes actores o nodos de la cadena, haciendo que esta posea una dinámica propia de acuerdo con las características que se definen para cada cadena en particular[22].

Del adecuado intercambio de flujos depende la operación en cadenas de suministro y que estas logren desarrollar su actividad comercial. La interrupción de flujos afecta directamente el desempeño global de la cadena, por esta razón algunos autores centran la atención de sus estudios hacia los flujos y su incidencia en el desempeño de las cadenas [9].

Los flujos bien sea de tipo económico, financiero o de materiales representan los cuellos de



FIGURA 1.2. Tipos de flujos en cadenas de suministro

botella en el desarrollo de la operación global en una cadena de suministro, por esta razón es necesario definir los tipos de flujos que se intercambian entre actores y de igual forma las condiciones mínimas que permitan al intercambio de flujos no tener discontinuidades o obstrucciones[39].

A continuación se presentan algunos de los conceptos identificados para definir Cadena de Suministro, dentro de estos no es pertinente considerar alguno de ellos como único y verdadero, debido a que aún se encuentra en debate el concepto sobre CS y el alcance que tiene el mismo, esto genera que el concepto se adapte dependiendo de la persona que lo adopte. los conceptos son:

- Una CS es la red de servicios y opciones de distribución que realiza las funciones como adquisición de materiales, transformación de material en productos intermedios o terminados, y la distribución de estos a los clientes. [11]
- Una CS es la alineación de las empresas que traen productos o servicios al mercado de una manera secuencial cumpliendo con las demandas del entorno [35].
- Una CS consiste en todas las etapas involucradas, directa o indirectamente, en el cumplimiento de una solicitud del cliente. La cadena de suministro no sólo incluye al fabricante y los proveedores, sino también los transportistas, almacenes, minoristas, y los propios clientes [55].

A partir estos conceptos se desarrolla la identificación de un concepto que en la actualidad y para el caso de estudio es necesario mencionar. Este concepto es la Gestión en Cadenas de Suministro la cual recoge desde un aspecto estratégico la gestión de todos los elementos e interacciones entre actores en una cadena de suministro.

### 1.3. Supply Chain Management

Al hablar de Supply Chain Management (SCM) o Gestión en Cadenas de Suministro se encuentra en la literatura que este concepto evoluciona y se adapta con el paso de los años y de acuerdo con la situación. Por esta razón se han presentado diferencias y debates entre autores por dar una definición puntual sobre este concepto en particular.

De acuerdo con la revisión de literatura realizada, se evidencia que no existe un consenso general sobre la definición exacta del concepto de gestión en cadena de suministro. Esto ha generado como resultado la aparición de nuevos conceptos que se adaptan la

gestión en cadenas de suministro al estudio de casos puntuales [34].

La adaptación del concepto sobre gestión en cadena de suministro se puede evidenciar dentro de las publicaciones sobre el tema de los últimos años. Estas adaptaciones son la respuesta a las situaciones actuales a las que los autores se enfrentan en el desarrollo de sus investigaciones, dando como resultado la proposición de nuevas definiciones sobre gestión en cadena de suministro.

Estos conceptos emergentes y particulares demuestran las condiciones en que se desarrollan las actividades de investigación en que trabajan los autores que se involucran con el concepto de logística y cadena de suministro en la actualidad. Como resultado estos conceptos se han centralizado en líneas que definen una situación exclusiva que permite interpretar con similitudes [34].

De las definiciones encontradas se puede apreciar que el concepto de gestión en cadena de suministro es visto como una herramienta o mecanismo que permite comprender las relaciones que se desarrollan en las organizaciones. Dejando interpretar las situaciones externa e internas de una organización y que demandan de los actores el intercambio de flujos para el funcionamiento de la organización [55].

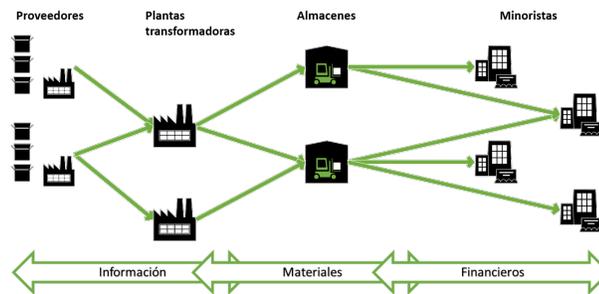


FIGURA 1.3. Gestión en cadenas de suministro

Algunos autores destacan elementos importantes los cuales permiten inducir de cierta manera una definición aproximada sobre el concepto de gestión en cadena de suministro. Estos elementos en convergencia permiten definir que la gestión en cadena de suministro es el gobierno global que permite la articulación de los actores y sus respectivos flujos, los cuales están presentes en una cadena de suministro[52].

Se evidencia a partir de la proposición dado por autores que el concepto de gestión en cadena de suministro ha cambiado, integrando diferentes enfoques los cuales afirman que este concepto se debe estructurar desde un escenario más estratégico[53], permitiendo que las decisiones cruciales para la operación de los actores involucrados en la cadena de suministro sea la adecuada.

En un factor estratégico para una cadena de suministro contar con la capacidad de tener una perspectiva transversal a lo largo del desarrollo de la cadena y de igual forma comprender con claridad las relaciones que se desarrollan entre los actores involucrados favorece al desempeño global en las cadenas de suministro[?].

Algunos autores presentan dentro de sus proposiciones que se puede evidenciar que el concepto de gestión en cadenas de suministro tiene dos tendencias fuertemente definidas [2]. Estas son plasmadas en los trabajos realizados por diferentes autores y se identifican como "transporte y logística de mercancías", y la "gestión de compras y abastecimiento" [55].

Como lo mencionan algunos autores en sus trabajos, el análisis de cómo se desarrolla el transporte y logística de mercancías entre los diferentes nodos de las cadenas, es un tema vigente dada su aplicabilidad desde diferentes puntos de vista, y a su vez desde soluciones innovadoras a los casos de estudio que están vigentes en la actualidad frente al tema de gestión en cadena de suministro. [28]

Por otra parte cuando se menciona el tema asociado a la gestión de compras y abastecimiento es pertinente evaluar el alcance de esta gestión dado que los modelos de negocio para cada empresa son diferentes. Es importante definir que aun cuando pueda existir una gestión de compras y abastecimiento, esta no tenga visibilidad mayor en la organización [50]

Tanto el transporte y logística de mercancías, como la gestión de compras y abastecimiento son elementos necesarios al hablar de gestión en cadena de suministro para una organización. De igual forma es pertinente aclarar que cada uno de estos conceptos se complementa y desarrolla en mayor medida de acuerdo con las necesidades propias de los actores que intervienen en la cadena.

Aunque es válido mencionar que para algunos autores el concepto de gestión en cadenas de suministro es tan basto que tratar de enmarcar su definición podría dejar elementos vitales por fuera del concepto al hablar de una organización en particular [49]. Por ello es que el concepto ha tenido variaciones en su nombre para adaptarse a situaciones en particular.

Las adaptaciones que se han hecho sobre el concepto de gestión en cadena de suministro han generado diferentes variaciones del concepto que están sujetas a las condiciones y desafíos que se están desarrollando en el mundo. Esto como respuesta a los efectos de las operaciones logísticas en diversas situaciones de la vida cotidiana [31].

En algunos casos estas adaptaciones se enfocan hacia la atención de problemáticas con conciencia medioambiental, evaluando diferentes elementos estratégicos y operativos de la cadena [2]. Por otra parte se evidencia el estudio de los requerimientos para el caso de las dinámicas dispuestas en el contexto de las grandes ciudades [7], por mencionar algunos casos de interés a nivel mundial.

Es necesario resaltar que en la actualidad se identifica la iniciativa de desarrollar, aplicar y adaptar nuevos conceptos y herramientas con el objetivo de mejorar la gestión en cadenas de suministro. Dado que existen innumerables brechas existentes en todos los campos asociados a este campo de estudio [12].

La mejora en el desempeño de una cadena favorece de manera transversal a los actores que intervienen en ella. Por este motivo es que se atiende desde diferentes puntos de vista cada actor con el fin de obtener beneficios globales en la cadena. Esto debe ser

representativo de alguna manera para los eslabones con que se relacionan[8].

Tomando como referencia las definiciones y aproximaciones evidenciadas sobre la gestión en cadenas de suministro, se pretende esbozar condiciones bajo las cuales es necesario empezar a contemplar las necesidades que se evidencian en las cadenas de suministro urbanas, en específico las operaciones de asociadas al concepto de logística urbana.

## 1.4. Coordinación en Cadena de Suministro

La aplicación del concepto de coordinación en cadenas de suministro es una temática que toma fuerza en los últimos años. Esto surge como una alternativa para subsanar algunos de los desafíos que se venían presentando en los diferentes contextos en que las cadenas de suministro que operaban a nivel mundial.

Procurando definir una línea guía que permita establecer los conceptos necesarios para el desarrollo de esta investigación, se desarrolla en una manera sucinta de la misma forma como se abordó el concepto de gestión en cadenas de suministro. Iniciando por determinar según la revisión de literatura realizada ¿Qué es coordinación?.

De acuerdo con la revisión de literatura una primera aproximación del término de coordinación en cadenas de suministro es la asociación de este como la integración vertical de actores. Proponiendo como una condición necesaria esta medida para que todos los eslabones de la cadena logran funcionar de manera armónica [48].

Esta percepción del concepto de coordinación cambio con el paso del tiempo, lo cual permitió esclarecer la definición con el aporte de diferentes autores. Esto como resultado enmarco el concepto de coordinación en diferentes procesos de la cadena así como el análisis y evaluación de operaciones a diferentes niveles en una organización[22].

De igual manera el concepto de coordinación en cadenas de suministro no debe ser confundido con el balanceo de procesos que faciliten el desarrollo de la operación logística entre los diferentes actores de la cadena. Si bien es una parte de lo que enmarca todo el concepto de coordinación, no es un elemento que facilite la adopción del concepto de coordinación en toda la cadenas[8].

Tomando como referencia el concepto sobre coordinación desarrollado por diferentes autores encontrados en la literatura, resaltan algunos elementos a tomar en cuenta al momento de contemplar la coordinación como un elemento clave en el desempeño de una organización. Algunas de las definiciones que con mayor relevancia en la literatura son:

- La coordinación en cadena de suministro es un mecanismo que permite el re-diseño en la toma de decisiones estratégicas, flujo de trabajo, y disposición de recursos entre los miembros de la cadena lo que permite mejorar su desempeño[14].
- Es el acuerdo entre 2 o más actores de la cadena con el fin de organizar los procesos de planificación y organización de las actividades en la cadena de acuerdo con los pronósticos de la misma[?].

- Es la articulación de las diferentes independencias que poseen los actores en la cadena con el fin de optimizar la utilización de recursos, los costos operativos y maximizar los beneficios comunes de los actores [8].
- Es la herramienta para articular diferentes niveles de la cadena como un único individuo que gobierna y regula actividades de las entidades presentes en la cadena de suministro [22].

Tomando los elementos mencionados es pertinente decir que la coordinación en cadenas de suministro debe ser vista como un mecanismo para lograr armonizar las actividades que se desarrollan en la cadena. A ello se le debe añadir la regulación y direccionamiento de los diferentes factores y flujos al interior de la cadena [22].

Al aplicar los principios de coordinación se busca mejorar el desempeño para una cadena de suministro, pero esto debe ir en concordancia con la aplicación de mecanismos. Lo cual permitan garantizar la coordinación de los actores y las situaciones en que se desarrolla la operación en cadena de suministro para que esto se pueda evidenciar [9].

Previo a la implantación de actividades para coordinación es necesario desarrollar una evaluación de aspectos como la reducción en los indicadores como el tiempo de espera, el nivel de servicio que se maneje entre eslabones, en otros elementos que inciden en el análisis del desempeño de la cadena[37].

Con la determinación de factores se busca hacer un seguimiento con el paso del tiempo, y con ello identificar factores representativos para los diferentes actores involucrados en la cadena. Esto con el fin de adecuar la estrategia que permita la adecuada coordinación de actores en una cadena de suministro [15].

Por otra parte es necesario definir las interacciones presentes en el contexto determinado con el fin de que al hablar de coordinación se pueda articular de manera adecuada la iniciativa. Dado que de acuerdo con las respuestas que demuestren las interacciones se puede definir el efecto que sobre la cadena tuvo el uso del concepto de coordinación.

Al hablar de las interacciones en una cadena de suministro, se debe de analizar a la misma como un macro proceso compuesto por diferentes intereses que convergen hacia un mismo objetivo y que se desarrollan en diversos escenarios los cuales requieren implementar coordinación en cadena de suministro [?].

Algunos elementos o mejor conocidos como mecanismos usados para lograr que los actores presentes en una cadena inicien procesos de coordinación son:

De estos mecanismos es necesario identificar sus capacidades y los elementos necesarios a tener en cuenta cuando se pretende aplicar el concepto de coordinación en una cadena de suministro. Esto genera que las condiciones propias del sistema deban estar ligadas al mecanismo a implementar con el fin de que su adopción sea adecuada [8].

De igual forma es necesario tener en cuenta que la definición de un mecanismo no garantiza la efectividad al momento de implementar coordinación, por ello es necesario involucrar un concepto que permita visualizar la manera como se desarrollará la coordinación en una cadena. Este concepto se conoce como **Esquema de coordinación** [3].



FIGURA 1.4. Estructura concepto de coordinación.

Estos esquemas de coordinación son la hoja de ruta que permite a las organizaciones conocer la manera en como los mecanismos de coordinación permitirán establecerse entre los eslabones de la cadena y hacer que sus eficiencias tengan una mejora. De igual forma permite evaluar las alternativas o opciones de mejora a futuro [3].

#### 1.4.1. Mecanismos de coordinación

Como ya se ha venido introduciendo durante el desarrollo del concepto de coordinación, es necesario hablar sobre mecanismos cuando se pretende implementar en una cadena el concepto de coordinación. Por ello se presenta a continuación de manera sucinta el concepto sobre mecanismos de coordinación y los tipos que se pueden aplicar.

Un mecanismo de coordinación es una herramienta física o virtual que permite mediante la definición de parámetros o reglas de control realizar ajustes en un sistema definido. Esto proporciona a los actores mejores condiciones al momento de desarrollar sus interacciones a lo largo de la cadena y genera mejoras en la eficiencia del sistema [20].

Cada mecanismo es único para su cadena, y se debe contemplar bajo las condiciones del sistema en el cual se piensa poner en marcha esta herramienta. Sin embargo estos mecanismos ya se encuentran descritos alrededor de 3 grupos que recogen de manera global el concepto de cada uno y la batería de elementos con los que cada uno cuenta [37].

De igual forma la adopción de mecanismos para coordinación en cadenas de suministro es un factor subjetivo para cada uno de los actores presentes en la cadena. Dado que para su adecuado funcionamiento depende de la intervención directa y constante por parte de los actores involucrados en la cadena [36].

Al implementar mecanismos de coordinación es pertinente tomar en consideración algunas variables que podrían afectar su desarrollo. Dado que no es posible implementar estos sin conocer el estado actual de las relaciones y actividades que se desarrolla entre los actores en que se aplicará el uso de algún mecanismo para coordinación.

Una aproximación que permite entender de una manera precisa los mecanismos de coordinación es: *"los mecanismos de coordinación son la combinación de un plan estructurado, estrategias y herramientas que permiten obtener una mejora en el sistema mediante la coordinación de sus actores"* [37].

Cuando se pretende implementar el concepto de coordinación en una cadena de suministro es necesario tener una aproximación precisa de la situación en que se va a poner en práctica. De esto depende la apropiación de elementos con los cuales se construye de manera precisa el mecanismo que facilitará la coordinación. [20]

Al definir la manera como se pretende abordar el caso práctico en el cual se va a aplicar el concepto de coordinación es pertinente evaluar dos factores que toman relevancia a la hora de iniciar el abordaje del problema, y estas son la variable [20]. o el método [8].

Cuando se definen los mecanismos de coordinación considerando las variables del sistema se deben considerar elementos vitales para la operación como lo son:

- Impacto medioambiental
- Factores económicos
- Costos de operacionales
- Aspectos sociales
- Flujos de mercancías

Cada uno de ellos permite visualizar una necesidad prioritaria a atender al momento de implementar los mecanismos de coordinación destinada para un grupo de actores. Esto puede ser con el fin de mitigar o mejorar las necesidades descritas de acuerdo con el objetivo de los actores [20].

Al seleccionar un mecanismo de coordinación tomando en consideración el tipo de variable que se quiere atender mediante la aplicación del concepto de coordinación, se puede incurrir en dejar de lado aspectos importantes para el desempeño global de la cadena. Esto generaría que se atendiera una problemática en específico, pero dejando de lado el objetivo global del sistema.

Las necesidades que surgen del desarrollo cotidiano en las cadenas de suministro han permitido que se definan diferentes métodos para realizar la coordinación entre actores de una cadena. Cada uno de estos métodos permitió en su momento la articulación de un mecanismo adecuado para una cadena y de igual forma puede ser adaptado para otra [3].

Dentro de los métodos que se han popularizado para la aplicación del concepto de coordinación en cadenas de suministro encontramos los elementos descritos en 4 grandes grupos como lo presenta la figura sobre los Métodos de coordinación, donde se puede apreciar los 4 grupos en que se agrupan los diferentes mecanismos existentes en la actualidad.

Estos métodos de coordinación no son excluyentes unos con otros, razón por la cual se hace claridad en repetidas ocasiones que el mecanismo de coordinación para cada cadena es único. Por ello es posible encontrar en algunas ocasiones donde se mezclen los diferentes métodos que den como resultado una configuración adecuada para el caso de interés.

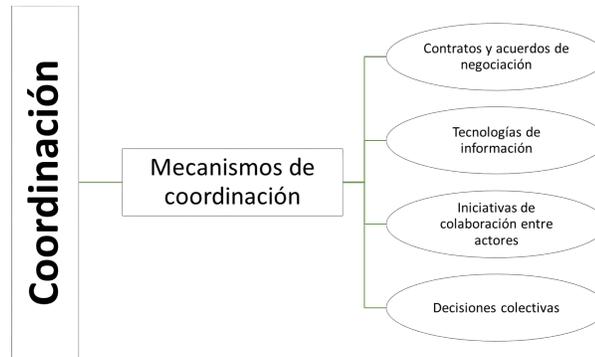


FIGURA 1.5. Métodos de coordinación.

Es necesario tomar en cuenta que actualmente las cadenas de suministro trabajan bajo unas condiciones impuestas por las dinámicas del mercado en que actúan. Algunos de estos casos se rigen bajo las condiciones de un actor que actúa como gobierno local del sistema, en otros puede ser el actor que controle las dinámicas propias del ejercicio [17].

En algunos casos este tipo de situaciones genera que la dinámica en las cadenas de suministro sea discontinua, en algunos casos con condiciones que limitan la capacidad de las operaciones para los actores. Esto genera la necesidad de lograr una adecuada coordinación para que sus medidas de desempeño no se vean afectadas [9].

Es evidente que la necesidad de aplicación del concepto de coordinación en diferentes escenarios es válida, dado las dinámicas que se desarrollan en las diferentes cadenas que operan hoy en día a nivel mundial o local. Por ello es pertinente evaluar la cohesión entre el mecanismo y la situación actual y deseada para obtener el resultado esperado de la mejor manera.

## 1.5. Logística Urbana

Dando continuidad a la articulación de conceptos que permitan entender de manera teórica el caso de estudio se presenta de una forma agregada la evolución del concepto de logística urbana, las situaciones problema que en la actualidad se manejan al hablar de este concepto y las tendencias en cuanto al desarrollo de estudios en logística urbana se está tratando a nivel mundial.

Es pertinente hacer claridad entre la diferencia que existe en logística urbana y de ciudad. Cada uno de estos términos estudiados en la actualidad poseen similitudes, pero de igual forma trabajan aspectos complementarios en algunos casos, o en otros son campos de investigación que tienen objetivos totalmente distantes.

Al hablar sobre logística de ciudad, se encuentran elementos que tratan dentro de sus estudios sobre el transporte de bienes y pasajeros al interior de las ciudades o centros urbanos. De igual forma se asume el análisis de los requerimientos físicos y tecnológicos para poder realizar los desplazamientos de flujos bien sea de personas o bienes [63].

De igual forma sus unidades de análisis se centran en desempeños globales de las ciudades, vistas como un sistema continuo en el cual desarrollan sus actividades diferentes actores con necesidades particulares. Sobre estas situaciones cotidianas se desarrollan los temas de estudio que trabaja la logística de ciudad en particular.

Si bien es cierto que se puede asociar a la logística de ciudad como una rama cuyo origen es la ingeniería de transportes, está demanda conocimientos sobre urbanismo y diseño para complementar su desarrollo. Esto surge por la complejidad y robustez que cada ciudad tiene y sobre las cuales se debe trabajar al proponer soluciones.

Sin embargo se debe dejar en claro que la diferencia de estos conceptos radica desde su aplicación, dado que existen situaciones en las cuales tanto como la logística de ciudad como la urbana se encuentran estrechamente ligadas. Tanto así que en trabajos científicos este concepto se acuña al autor y no a su contenido.

Ya entrando en detalle sobre el tema central de este apartado, se inicia formulando la pregunta que dará un esbozo sobre el tema de interés en particular, y esta es *¿Qué es logística urbana?*. La logística urbana es la agrupación de necesidades que tienen los actores que cohabitan y desarrollan sus actividades cotidianas o productivas en la ciudad.

Buscando identificar necesidades en contextos únicos y complejos nace la logística urbana como respuesta a las dinámicas en que se desarrollaban las operaciones de actores y organizaciones en las diferentes ciudades a nivel mundial. Cada una con condiciones particulares para cada caso y ofreciendo escenarios propicios para investigación [56].

El concepto de logística urbana se encuentra centralizado hacia el movimiento de bienes al interior de la ciudad, teniendo en consideración todos los requerimientos y efectos que se generan para poder ser llevados a cabo. De igual forma estudia las relaciones entre actores que desarrollan las operaciones en la ciudad [6].

Al hablar de logística urbana y desarrollar estudios sobre esta, es necesario partir de una premisa principalmente y es que *"Cada ciudad es única y maneja sus dinámicas propias"*. Esto quiere decir que sin importar el caso de éxito que pueda tener una alternativa se debe tener en cuenta diferentes factores antes replicar eso en otra ciudad.

Así mismo es necesario contemplar a los actores que intervienen de manera directa o indirecta en las situaciones de estudio. Dado que cada uno de los actores actúa de forma particular en relación a las condiciones que se presenten durante el desarrollo de su operación y las interacciones que desarrolle durante las mismas [58].

El concepto de logística urbana es un tema aplicado y en auge a nivel mundial dada su aplicabilidad en diferentes situaciones, y como se abarcan los problemas en casos puntuales. Esto teniendo en cuenta las dinámicas propias que imponen tanto los actores como el contexto en que se desarrollan las actividades [58].

En los contextos que se trabaja logística urbana a nivel mundial comparten una particularidad primordial a considerar previa cuando se implementan alternativas. Este aspecto es la variabilidad en el desarrollo de las operaciones logísticas en una ciudad, dado que para cada día surge una condición inesperada [59].

Es por esta variabilidad que presentan las operaciones logísticas en ciudad que es necesario contar con elementos como resiliencia en las operaciones, o tiempos de espera más largos que permitan a las organizaciones o actores ajustar su situación de una manera que permita desarrollar la operación deseada sin mayo contratiempo [17].



FIGURA 1.6. Desafíos en logística urbana

Las condiciones en que se desarrollan las operaciones de logística urbana reúnen diferentes elementos que generan para algunos actores situaciones incómodas para el desarrollo de sus operaciones. Por este motivo la logística urbana se centra la atención en factores como lo muestra la figura sobre los Desafíos en logística urbana, en ella se recogen algunos de los principales temas de estudio.

Si se mencionan condiciones en auge al hablar de logística urbana se haya la distribución de productos con diferentes características. Esto visto como la diferencia entre realizar la entrega de un artículo comprado en línea al abastecimiento de un punto minorista ubicado en el centro de la ciudad [61].

Visto desde un enfoque netamente estratégico la logística urbana se interesa en analizar las dinámicas asociadas a los flujos de mercancías e información al interior de las ciudades. Esto bajo una serie de restricciones preestablecidas por los gobiernos locales o las establecidas por la configuración como se desarrolló la ciudad [?]

Algunas de las restricciones impuestas por la configuración de las ciudades invitan a reevaluar los procesos de distribución que se desarrollan en ellas. Mediante la proposición de alternativas con un de bajo costo, gran impacto para la comunidad y con un alcance mayor en corto tiempo que favorezcan el desarrollo de operaciones logísticas [29].

En consecuencia con ello se evalúan de igual forma aspectos operativos de cómo se transporta de entre nodos la mercancía, mirando condiciones bajo las cuales se desarrolla este tipo de actividades, desde el arribo al punto de entrega, los espacios y medios con que se cuenta para realizar operaciones de cargue y descargue entre otros [6].

Dado que las condiciones en que se define la entrega de mercancías para todos los tipos de comercio varían acordes a las características de los establecimientos y el tipo de producto. Es necesario identificar cuáles son estas condiciones que rigen las entregas y como poder abordarlas con el propósito de mejorar la operación logística [29].

Algunos de los estudios que han tomado fuerza y marcado tendencias en cuanto al tema de logística urbana a nivel mundial se han sido realizados en países como Estados Unidos, Francia, Italia entre otros. Cabe resaltar iniciativas como las entregas nocturnas (off hours delivery) que han tomado gran importancia hoy en día [64].

De igual forma la adopción de iniciativas como las entregas nocturnas requieren de la colaboración por parte de los actores involucrados en las operaciones, los gobiernos locales y en algunos casos de incentivos. Así se involucra a los actores con mayor compromiso siempre y cuando los resultados sean beneficiosos para todos [33].

A continuación se listan algunas de las nuevas tendencias en logística urbana que se están trabajando a nivel mundial, permitiendo identificar oportunidades y necesidades a ser atendidas para un contexto determinado. Para ello es preciso identificar en que parte de la operación en logística urbana se piensa trabajar y después articularlo con las cadenas productiva.

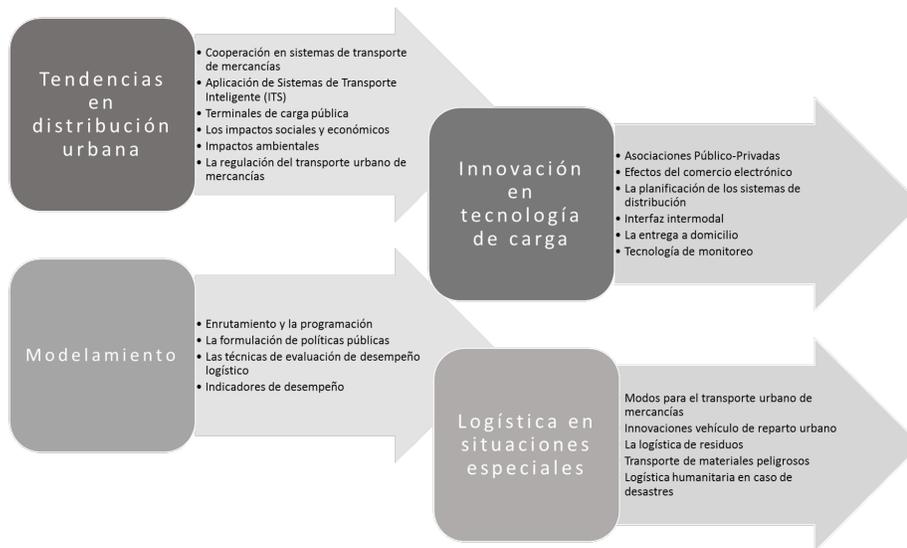


FIGURA 1.7. Tendencias en logística urbana

Cada una de las tendencias que se encuentra en vigencia al hablar de logística urbana representa una problemática en los contextos que diferentes actores intervienen todos los días. Por ello es que se encuentran nuevas ideas con el fin de solucionar estos desafíos vigentes en diferentes ciudades del mundo.

Pero para evaluar el efecto de las iniciativas es necesario determinar el punto de partida con que se define una operación logística en ciudad. Con ello es posible determinar las variables, parámetros y medidas de desempeño con que se puede evaluar una situación existente frente a la que resulta con la complementación de alternativas.

### 1.5.1. Desempeño logístico en contexto de ciudad

La proposición de alternativas que permitan desarrollar operaciones logísticas en ciudad de manera eficiente es un factor decisivo en las investigaciones de hoy en día. Pero es necesario partir de la definición sobre cuáles son las operaciones de logística y que factores son relevantes al momento de medir la eficiencia del desarrollo de estas operaciones.

Al hablar de operación logística urbana es necesario partir de tres operaciones globales que se desarrollan en cadenas de suministro, estas operaciones son el despacho, transporte y recepción. De ellas derivan operaciones y elementos particulares que se adoptan de acuerdo a cada caso [24].

Para ello es necesario definir que cada operación es particular, y no es posible comparar de manera semejante las operaciones que se desarrollan para una cadena de suministro en específico. Por este motivo se desarrolla una evaluación del estado actual y una futura, posterior a la adopción de alternativas [29].

Un factor indiscutible al hablar del desempeño logístico de cualquier cadena en el contexto de ciudad es el factor económico. Esto en algunos casos no es visto como un factor monetario sino como la manera de cuantificar algunos aspectos que son perceptibles para las organizaciones o actores de una forma más fácil [54].



FIGURA 1.8. Factores claves en el desempeño logístico

Estos factores evaluados en el desempeño logísticos en cadenas de suministro que operan en ciudad, dependen en algunos casos de las capacidades y tecnológicas propias de los actores. En otros casos son derivados de la operación conjunta entre 2 o más actores que desarrollan la actividad logística en un mismo espacio.

Por otra parte es necesario asumir que la mejora en estos elementos no va exclusivamente en los actores que desarrollan la operación logística. Contar con la participación de entes locales facilita y promueve el desarrollo de iniciativas que promuevan la eficiencia logística, vinculando cada vez más actores de diferente índole [29].

Sin dejar de lado que las iniciativas siempre beneficiaran a las empresas que estén dispuestas a ponerlas en practica, dada los requerimientos que posean en sus operación logística actual. De esa manera no será vista como una imposición de entidades reguladores, sino como una medicación que favorece a los actores presentes en el sistema [?].

Dado el contexto de desempeño logístico es evidente la necesidad de adoptar el concepto de coordinación previo a la implantación de alternativas. Así es posible construir de manera colectiva estrategias que favorezcan la operación logística de diferentes actores a la vez, sin llegar a perjudicar la operación de ningún actor.

Si bien el objetivo de la logística urbana no debe describirse como la mejora del transporte de bienes entre diferentes puntos. Existen autores que evidencian como la mejora en los factores de desempeño en lo operación logística en ciudad, proponiendo elementos que de forma articulada pueden incidir en el desempeño de los sistemas [23].

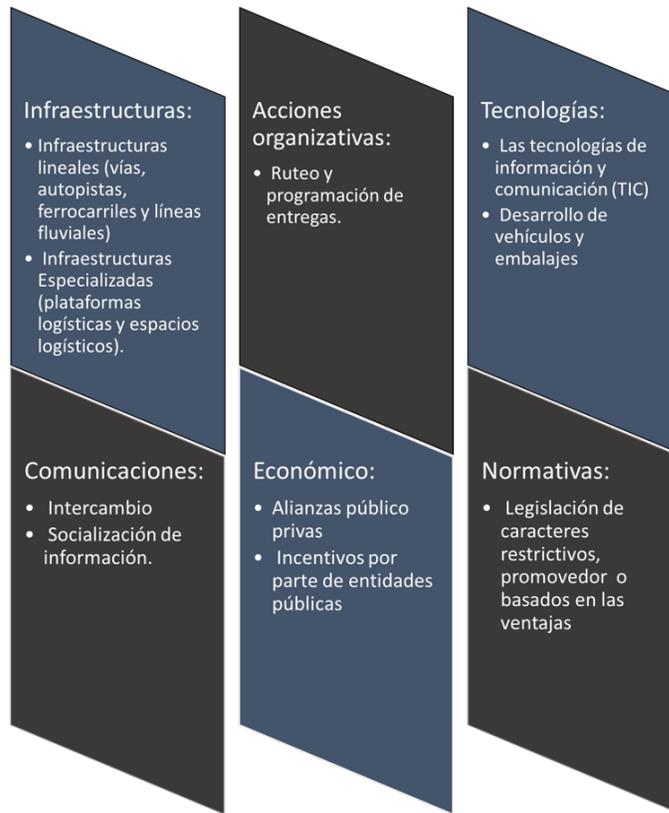


FIGURA 1.9. Elementos esenciales en el mejoramiento de logística urbana

La adopción de elementos como las tecnologías de información y comunicación (TIC), han estado en auge dada su versatilidad y facilidad de adopción en diferentes situaciones. Estas ofrecen de acuerdo con los requerimientos específicos que posea un actor, alternativas que pueden facilitar la operación logística de acuerdo a con cada caso [?].

Por ello es que continuando con el desarrollo de la presentación conceptual que permita identificar los elementos para el desarrollo de este trabajo, se presentaran algunos elementos concernientes con las tecnologías de información y su aplicación. De esta manera culminara la descripción teórica de elementos que permitirán desarrollar el trabajo propuesto.

## 1.6. Tecnologías de información en logística urbana

En procesos logísticos asociados a la carga se integraron las tecnologías de información desde principios de los años 2000, esto como mecanismo para lograr articular las operaciones logísticas existentes en el desarrollo cotidiano en cadenas de suministro, permitiendo mejorar las mediciones dadas por los indicadores de desempeño establecidos para las cadenas [19].

La adopción de tecnologías se realiza en las diferentes cadenas mediante la identificación de necesidades. Permitiendo articular de manera coordinada el desarrollo de las mismas, pero manteniendo un enfoque sistemático de la cadena que permite tener un punto de vista global y centralizado en el desempeño de la cadena [46].

Cuando se mencionan las tecnologías de información se asume desarrollos soportados en computadora que permitan controlar todo el sistema que es objeto de estudio. Pero estas tecnologías no se componen únicamente de software, cuentan a su vez con hardware especialmente diseñado para facilitar el desarrollo de las operaciones logísticas.

Algunas soluciones consisten en la integración de productos como sistemas ERP, o modelos VMI, por mencionar algunas que se pueden encontrar disponibles en el mercado. Esto da muestra de lo expresado por diferentes autores que realzan la importancia que tienen para las operaciones de logística urbana, que se desarrollen tecnologías blandas [57].

Cuando se busca adoptar una tecnología de información el objetivo general es mejorar el desarrollo y desempeño de las operaciones en que se ha decidido utilizarlas como alternativa. En general las organizaciones identifican actividades u operaciones en las que el uso de nuevas alternativas permitan obtener un impacto positivo en el desempeño global de las cadenas [16].

Si bien el desarrollo de las operaciones en logística urbana con tecnologías de información no garantizan un óptimo en cuanto al desempeño de la actividad, dado que existe la posibilidad de un fallo humano. Sin embargo es de resaltar la versatilidad que poseen para adaptarse y operar en diferentes contextos, marcando precedentes en el desempeño de las cadenas [4].

De acuerdo con la revisión desarrollada se identifica elementos comprendidos como tecnologías de información, las cuales en la actualidad ofrecen soluciones a los problemas que se tienen en las operaciones de logística en ciudad. Estos conforman parte de las alternativas que pueden resultar como medidas para mejorar la coordinación entre actores.

Dando continuidad a la presentación de elementos que permiten dar una articulación al concepto de coordinación al desarrollo de actividades logísticas en cadenas de suministro, particularmente en operaciones asociadas a logística urbana se presenta elementos sobresalientes entre las técnicas usadas hoy en día.

### 1.6.1. Sistemas de información

Los sistemas de información son herramientas que se diseñaron con el fin de sistematizar y facilitar el desarrollo de diferentes actividades, que en algunos casos conlleva a la toma de decisiones. Su uso es evidente en diferentes niveles jerárquicos de las organizaciones o aun de las mismas cadenas soportando el desarrollo de las actividades [27].

En la actualidad existen sistemas de información para todos los componentes presentes en una cadena de suministro, y su característica modular permite a diferentes casas de desarrollo ofrecer alternativas en corto tiempo. Dando la oportunidad de adaptar los sistemas a las condiciones y restricciones específicas de cada organización.

Un sistema de información están diseñados para conservar y garantizar que los diferentes flujos de información que posee una organización o intercambian actores en una cadena de suministro. Esto se soporta en que la distorsión en el flujo de información representa pérdidas económicas para los diferentes actores que desarrollan sus actividades soportados en dicha información [40].

El desempeño en las cadenas de suministro puede ser condicionado a las condiciones del flujo de información sobre el cual se soporta el desarrollo de sus operaciones. Por ello es necesario considerar que los sistemas de información se deben integrar de manera transversal en una cadena de suministro, recogiendo elementos de los diferentes actores que intervienen en ellas [38].

La interpretación de información generada en el desarrollo de las actividades logísticas para una o más cadenas de suministro se puede dar en diferentes niveles de decisión. Esto permite a los actores encargados de tomar decisiones, que utilicen la información para plantear y analizar las decisiones que se implementaran en los horizontes de tiempo que sean definidos [1].

De acuerdo con las necesidades que existen en las organizaciones se definen diferentes sistemas de información que recogen elementos de decisión que se adaptan de acuerdo con la situación. Existen categorías que recogen elementos de los sistemas que permiten diseñar la alternativa adecuada para cada situación, entre ellas sobresalen las siguientes opciones:

- Sistema de soporte a las decisiones (DSS)
- Sistema de automatización para oficina (OAS)
- Sistema para el procesamiento de transacciones (TPS)
- Sistemas de información ejecutiva (EIS)
- Sistema de información gerencial (MIS)
- Sistema de gestión de conocimiento (KMS)

Estos sistemas comprenden dentro de su concepto diferentes herramientas que se seleccionan acorde a la problemática que se pretende intervenir, demostrando así las capacidades

con que fue contemplado cada sistema. Existe registro de diferentes casos en que se han usado alguno de estos sistemas, permitiendo identificar elementos similares para el caso deseado.



FIGURA 1.10. Sistemas de información por tipo de decisión y nivel jerárquico

Para el caso particular de actividades en logística urbana se encuentra la adopción de sistemas que permiten el soporte a las decisiones como herramientas articuladoras en el desarrollo de estas actividades. Esto por su capacidad de articular diferentes elementos correspondientes tanto al desarrollo de la actividad, como las condiciones impuestas por el entorno en que esta actividad se desarrolla [18].

La integración de herramientas como los sistemas de soporte a las decisiones colabora en la formulación de un marco conceptual robusto que permite fortalecer el desarrollo de las actividades de logística urbana. Con ello las tecnologías de información demuestran su potencial de colaborar en la mejora del desempeño de las actividades asociadas a la logística urbana [25].

### 1.6.2. Sistema de soporte a las decisiones (DSS)

Los Sistema de soporte a las decisiones (DSS), son sistemas que permiten mediante el ingreso de datos definir planteamientos acordes a los datos ingresados y las restricciones establecidas en un entorno definido. Estos sistemas permiten de acuerdo a la situación en que se utilice, y las salidas programadas generar alternativas que sean acordes a la situación de interés.

Este tipo de sistemas representan una herramienta robusta que permite a diferentes actores con voluntad de participar, desarrollar sus actividades cotidianas con ajustes propuestos por el sistema. Así es posible mejorar el desempeño de todos los actores al visualizar con ayuda del sistema, como un único entorno que opera de manera conjunta [47].

Su aplicación se ha dado en diferentes contextos, asumiendo que los sistemas de soporte a las decisiones son construidos para atender las necesidades específicas de un contexto. Pero diseñados bajo un mismo concepto que recoge de manera sustancial aspectos determinados por el entorno, y elementos puntuales de la operación que se desarrolla cada día.

En contexto de operaciones en ciudad la aplicación de sistemas para el soporte de decisiones ha contribuido a la mejora del desarrollo puntual de actividades en contextos varios. Asumiendo el rol de medio integrador entre diferentes actores de una operación, estos sistemas son desarrollados para proporcionar la información que requiera cada situación o actor [13].

En algunos casos su viabilidad se da gracias a la participación de entidades participativas, más no involucradas en el desarrollo de las actividades logísticas. Así mismo los sistemas de soporte a las decisiones son una herramienta en auge al considerarse como alternativa en la proposición de alternativas con bajo impacto en la modificación de actividades [57].

Las condiciones de análisis se elaboran a partir de la participación colectiva por parte los diferentes actores y en concordancia con su participación directa en las actividades. Así es posible contar con una versión verídica de las condiciones en que se desarrolla la operación y no incluir en el sistema restricciones definidas únicamente por actores pasivos de la operación[18].

### 1.6.3. Tecnología RFID

La tecnología de etiquetas RFID o identificación por radio frecuencia (Radio-frequency identification) es una tecnología que permite como su nombre lo indica identificar elementos por radio frecuencia. Consiste en adherir una etiqueta RFID a un objeto cuya información este especificada en la memoria interna, permitiendo obtener datos contenidos en ella.

Algunas etiquetas RFID permiten realizar el intercambio de información a través de su paso por portales o campos configurados para realizar una edición sobre la información contenida en memoria. Para algunos otros casos retorna parte de la información contenida en la memoria de acuerdo con el requerimiento que le realice el sistema.

Su aplicación es identificable a simple vista en diferentes elementos presentes en las actividades cotidianas que se realizan, demostrando la versatilidad de esta tecnología en diferentes casos. La capacidad de identificar elementos a distancia sobresale como una de las aplicaciones en cadena de suministro, permitiendo conocer aspectos de la carga sin necesidad de inspeccionar[9].

Su uso en gestión de almacenes y flujo de mercancía sobresale dadas las situaciones en que se manejan grandes flujos y todos poseen características heterogéneas las cuales deben ser identificadas. Con la ayuda de RFID es posible caracterizar los flujos sin mayor esfuerzo, permitiendo reducir tiempos de procesamiento y eliminando actividades de verificación existentes en los procesos [?].

En casos donde es necesario realizar despachos y entregas de manera eficiente y efectiva la identificación RFID permite seleccionar los diferentes elementos que componen una entrega en específico. La versatilidad de estas etiquetas permiten identificarlos productos embalados a diferentes niveles mediante el uso de lectores [49].

#### 1.6.4. Códigos de barras o QR

Los códigos de barras son elementos impresos o adheridos sobre objetos o embalajes que permiten recolectar información primaria de los mismos mediante su lectura usando dispositivos móviles. Los códigos de barras se estandarizan de acuerdo a las características del producto permitiendo que su identificación se pueda realizar aún de manera visual.

Al igual que las etiquetas RFID se han convertido en elementos de identificación con gran índice de aplicabilidad para los diferentes contextos donde la palabra logística es utilizada. Si bien no cuenta con las mismas características que una etiqueta RFID, los códigos de barra permiten almacenar gran cantidad de información concerniente a las características propias del producto [21].

A diferencia de las etiquetas RFID los códigos de barra poseen la particularidad de poder ser leídos e interpretados de manera más sencilla y versátil. Esto asociado a eficiencias por reducción de tiempos en procesamientos de información y análisis de caso, en casos particulares su interpretación se puede realizar de manera visual o con ayuda de equipos como teléfonos celulares [49].

Vistos como herramientas de para realizar seguimiento a carga, la potencialidad que tiene el uso de etiquetas RFID o los códigos de barras es significativo por su versatilidad frente a situaciones particulares que se pueden presentar. Aun bien su simple uso no garantiza mejoras, esto debe ser articulado de manera estructurada con un sistema de información que procese los datos [44].



---

---

### Caso de estudio

---

---

En el mundo se puede encontrar que en cada ciudad se presentan situaciones desafiantes en cuanto a la eficiencia de su operación logística. Estas situaciones se ven representadas en restricciones operativas bajo las cuales es necesario tomar decisiones e implementar herramientas que permitan mejorar la eficiencia de los sistemas logísticos que se desarrollan en cada ciudad.

La búsqueda de alternativas que permitan mejorar la eficiencia en operaciones logísticas de una ciudad debe partir con la definición de premisas que permitan contextualizar la problemática particular de cada ciudad. Así es posible establecer mediante el análisis de restricciones y definición de capacidades propias del sistema, alternativas estén acordes a lo que demanda para su operación actual el sistema.

En diferentes puntos geográficos del mundo es posible localizar ciudades con características únicas, reveladas para a quienes desarrollan sus actividades en ellas. Para algunos casos se encuentran similitudes con las características presentes en otras ciudades dentro del mismo continente o en otros, pero ciudad cada una es única y o se puede asumir igualdad entre ellas.

De igual forma existen alternativas de mejora que se han implementado en diferentes ciudades, pero no es factible decir que aplicar las misma alternativa garantizara mejoras para una ciudad en específico. Esto debido a las condiciones propias de cada ciudad incide en el resultado que se espera al replicar las alternativas definidas para otro contexto.

Al iniciar con la proposición de alternativas, es necesario identificar elementos particulares de la operación habitual que se desarrollan en una ciudad, con ello se recogen elementos previos que permiten analizar el contexto en que se desarrollan las operaciones logísticas. Con la información se puede definir premisas sobre el cómo se desarrollan este tipo de operaciones logísticas.

Partiendo de las características propias de la ciudad es posible se puede esbozar un marco de referencia en el cual se identifican las variables de interés y problemáticas específicas para las operaciones logísticas. De esta manera es posible identificar y esboza posibles alternativas a implementar de acuerdo con los requerimientos e intereses de los

actores.

Con la identificación de factores como las condiciones impuestas por el gobierno local, los actores involucrados y el rol que desarrollan en las operaciones logísticas. De esta manera es posible establecer un esquema de interacciones que represente la situación de estudio, para identificar posibles focos a los cuales intervenir con cierta prioridad.

La participación de actores en la construcción de las alternativas que inciden en la operación logística de la ciudad y de igual forma en el desempeño logístico de la ciudad. Así es posible establecer vinculación por parte de estos actores para el desarrollo e incentivo para aplicación de alternativas propuestas en su contexto habitual.

Es primordial que con la participación de los actores con el fin de definir las necesidades intrínsecas presentes en las operaciones logísticas de ciudad. Con ello es posible enfocar los esfuerzos en la atención de estas problemáticas orientadas intentando ser abarcadas en su totalidad con los elementos que componen la proposición de alternativas.

Para el actual caso de investigación se realiza la definición del contexto para la ciudad de Bogotá, en el cual se mencionan necesidades identificadas en el desarrollo de operaciones para el cargue o descargue de mercancías. Así mismo los actores que involucrados de manera directa o indirecta en las actividades logísticas previamente mencionadas.

Con la identificación mencionada se establecen medidores de desempeño que permitan establecer el estado actual de cómo se desarrollan estas operaciones en la ciudad. Una vez establecido el estado actual, se plantean escenarios que mediante la adopción del concepto de coordinación a las operaciones de cargue y descargue puedan establecer soluciones que sean aplicables a la realidad del caso de estudio.

## 2.1. Contexto local

Al hablar de operación logística en ciudad es necesario iniciar presentando el contexto en que se plantea el caso de estudio, para de esta manera poder entender las posibles alternativas para este caso. Ante la condición del caso de estudio seleccionado se presentara la ciudad de Bogotá, algunas de sus elementos sobresalientes y sus principales características al hablar de operaciones logísticas.

La ciudad de Bogotá, es el centro económico y productivo del país, lo que la convierte de igual forma en capital de Colombia. Esta es una ciudad que se ha desarrollado a partir de la integración con diferentes poblados aledaños que hoy hacen parte de la ciudad, y actualmente cuenta con una población que ronda los 10 millones de habitantes [10].

Es posible encontrar en su población personas que habitan en poblaciones circundantes a la ciudad y desarrollan sus actividades laborales en el casco urbano de Bogotá. En igual medida existe habitantes de la ciudad que se desplazan hacia las poblaciones cercanas para ir a sus respectivos trabajos, en cualquier caso estos desplazamientos se generan unicamente en vehículos motorizados.

Por su condición de capital y ubicación geográfica, la ciudad de Bogotá se ha convertido en punto central para la convergencia de materiales, alcanzando el 60% de la carga que se moviliza al en el país. Esto representa parte de la mercancía que tiene como destino centros empresariales o comerciales que se encuentran en la ciudad o en sus alrededores.

Las condiciones en que se ha desarrollado la ciudad de Bogotá no ha generado ninguna diferenciación de zonas, esto como resultado presenta una mezcla de actividades económicas en un mismo espacio geográfico. De esta manera encontramos convergencia de carga heterogénea en un mismo espacio pero con diferentes requerimientos de acuerdo con el caso.

En la ciudad sin embargo se han definido micro zonas, en las cuales es posible encontrar mayor concentración de actividades económicas, en algunas de estas zonas se han adaptado elementos como infraestructura para poder realizar de manera adecuada la operación logística que les concierne de acuerdo con sus intereses propios.



FIGURA 2.1. Mapa ciudad de Bogotá .

La complejidad que maneja cada espacio en la ciudad ofrece un sin fin en cuanto a oportunidades de investigación, pero de acuerdo con los interés planteados en la formulación de este trabajo se pretende esbozar de una manera estratégica. Mediante la aplicación de

tecnologías blandas se esbozan las alternativas acordes a situaciones identificadas.

## 2.2. Necesidades identificadas

Las operaciones de logística en ciudad que se realizan a diario para el contexto en la ciudad de Bogotá varían acorde a las condiciones que se presentan en los entornos donde se realizara la operación. Por ello a continuación se listan algunas de las necesidades presentes en el contexto planteado para las operaciones de cargue y descargue.

Al hablar de problemáticas o necesidades en operaciones de cargue o descargue se debe entender que estas consisten fundamentalmente de 4 momentos. Cada uno de ellos se desarrolla de manera continua o discontinua dependiendo el caso, de igual forma su duración varia acorde a las condiciones del sistema en el cual se desarrollará la operación.

Al mencionar operaciones de cargue o descargue la manera más sencilla de entenderlo es con un modelo de colas, donde se tienen  $n$  servidores para atender a todos los actores que ingresan al sistema. De igual forma las condiciones de permanecía en cola dependen de las relaciones que se manejen entre los dos actores que intercambian mercancías.



FIGURA 2.2. Momentos en operación de cargue o descargue.

El arribo del vehículo de carga es el primer momento en que se considera la operación de cargue o descargue, este momento de arribo varia acorde a condiciones como la programación de recibo, el estado previo del camión o factores de tránsito en la ciudad, entre otros. Cuando se habla en operaciones de cargue o descargue es necesario teniendo en cuenta los requerimientos de la carga.

Cuando se menciona la espera que un vehículo debe realizar para ingresar al sistema e iniciar la operación de cargue o descargue es necesario contemplar variables de las cuales depende esta espera. El tiempo varía acorde a la situación, al estado del sistema o a los acuerdos establecidos en algunos casos entre actores que realizan la operación o sus representantes directos.

El ingreso al sistema es el factor más subjetivo en la operación de cargue o descargue. Este depende de las condiciones en infraestructura con el cual se cuenta para realizar estas operaciones, de igual forma es factible asumir que este momento de la operación puede ser instantáneo de acuerdo con las condiciones en que se va a desarrollar la operación.

En caso del cargue o descargue, se involucran diferentes actores, elementos y situa-

ciones que en conjunto determinan la eficiencia en el desarrollo de la mismas. Los protocolos para ingreso o salida de mercancía, uso de espacios o requerimiento de tecnologías que permitan el desarrollo de la actividad, son de requerimientos más comunes en estas operaciones.

Así como se menciona anteriormente, los elementos, necesidades o requerimientos que demanda cada operación pueden variar de una a otra acorde con la situación en que se realice. Por ello a continuación se realiza una breve descripción de estos factores que inciden de una manera directa en las operaciones de cargue o descargue:

- **Tiempo:** Cuando se habla de este factor, se evidencia que para los actores es su elemento más representativo. Esto se debe a la facilidad que tienen los actores para monetizar sus demoras en tiempo de ejecución;
- **Infraestructura:** Los requerimientos de infraestructura varía acorde con la operación que se quiera realizar, el tipo de producto, su cantidad y demás características a considerar en la operación, su problemática sobresale por la evidente realización es espacios no aptos para el cargue o descargue;
- **Económico:** Si bien la eficiencia de una actividad se representa en el beneficio económico obtenido, este factor es fundamental para algunos actores involucrados en la operación logística, dado que se presentan situaciones inesperadas que reducen el margen de ganancia;
- **Impacto ambiental:** Ha tomado fuerza acorde a los efectos que consigo trae el desarrollo de operación logística en ciudad, evaluando elementos como el ruido, emisiones y desechos por mencionar algunos elementos;
- **Capital humano:** El desarrollo de operaciones logísticas siempre está sujeto a problemas en su desarrollo por causa de un error, por ello es pertinente contar con personal calificado que realice las operaciones y pueda responder ante imprevistos;
- **Tecnologías:** Estas son herramientas que acorde con el uso que se le dé, puede favorecer o entorpecer el desarrollo de la operación logística, por ello es pertinente identificar su alcance en cuanto a uso para cada situación en que se pretendan involucrar.

Es por cuenta de estos elementos y algunos otros que varían de acuerdo con la actividad productiva que se esté realizando, que surgen las iniciativas de cambio o mejor conocidas como alternativas para el mejoramiento del desarrollo en operaciones de logística en ciudad. Para algunos casos se centran las alternativas a la atención de un único elemento.

A continuación se desarrolla un marco de referencia para la construcción y medición de indicadores que permiten esbozar el estado actual del desempeño logístico para una ciudad como lo es Bogotá. De igual forma es necesario identificar los actores que pueden alimentar estas mediciones dados sus respectivos perfiles y participación en estas actividades.

## 2.3. Indicadores de desempeño

Al iniciar con el diseño de indicadores es prudente comprender la magnitud del sistema que se pretende evaluar con los mismos, para que así sea factible recolectar información que sea válida para el análisis que se desea realizar. Para el caso de estudio que se plantea en esta investigación se centrara el esfuerzo en operaciones de cargue o descargue en general.

Para las condiciones de ciudad que se tienen hoy en día, se presentan innumerables casos cuando se habla de operaciones asociadas al cargue o descargue de mercancías. Por esta razón es que se pretende generar una colección de indicadores que sea modular para todos los casos que se puedan presentar, para ello la persona debe decidir cuáles son de su interés.

Una condición que no se debe omitir al momento de realizar estudios sobre indicadores en el desempeño de operaciones en logística urbana, es que estos tienen componentes tanto cuantitativos, como cualitativos [12]. Por este motivo es necesario contar con la participación de actores que participen en el desarrollo de las operaciones.

### 2.3.1. Variables

Es fundamental hacer una definición previa del tipo y características de las variables que pueden ser recolectadas en este tipo de estudios, así es posible evaluar para cada caso la manera pertinente en que se realizará la recolección de datos. Algunas variables a medir en los estudios de logística urbana se encuentran acorde con los intereses de actores.

Inicialmente se debe partir de la dualidad entre variables cuantitativas y cualitativas que los indicadores propuestos pueden recolectar. De igual forma estos datos recolectados serán tomados mediante observación directa, indirecta, o por apreciación empírica de los actores que realizan las operaciones de cargue o descargue, así se contara con una visión real y participativa de los actores.

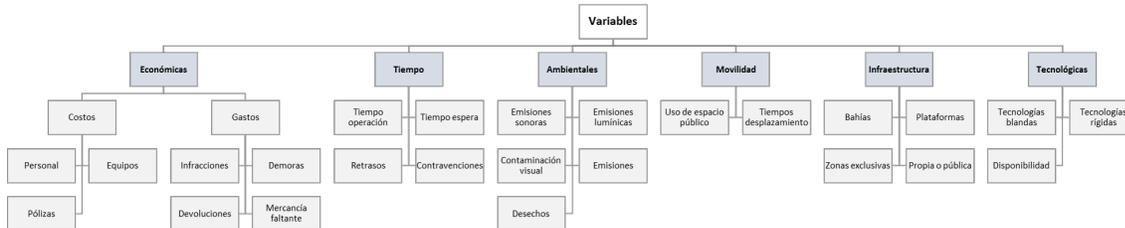


FIGURA 2.3. Variables involucradas en operación de cargue o descargue.

En la figura se puede apreciar algunas de las variables con mayor relevancia en el estudio de operaciones en logística urbana. Algunas de ellas comparten componentes en común, y como se mencionó anteriormente su medición es cualitativa y depende del criterio de los actores.

Algunas mediciones de estas variables dependen exclusivamente de la intervención por parte de actores con la capacidad de realizar la evaluación adecuada de estas variables. En algunos casos estos actores son entidades de control que tienen sus equipos prestos a la evaluación de situaciones como las que se presentan en el contexto del cargue o descargue de mercancías en su ciudad.

A continuación se desagregara la batería de indicadores definida a partir de las 6 ejes planteados, las cuales son:

- Tiempo
- Economía
- Ambiental
- Infraestructura
- Movilidad
- Tecnologías

En cada una de estas variables eje se define su respectiva lista de indicadores con el objetivo, método de medición y modo de alimentación. Así se define una herramienta robusta que puede ser usada para diferentes situaciones posibles en las cuales se podrá uso a los indicadores.

Es prudente mencionar que el de herramientas como lo son los indicadores no garantizan la mejora, solo son un mecanismo para entender el desarrollo de las operaciones actuales. Posterior a la evaluación del estado actual se definen las medidas de cambio o alternativas para mejorar la situación actual que posee el sistema, y poder obtener cambios acordes a la situación deseada.

### 2.3.2. Indicadores de Tiempo

La medición del tiempo y sus variantes son factores fundamentales dentro de la evaluación del desempeño logístico para una ciudad. Por ello es que la descomposición de actividades permite evaluar de manera independiente en un sistema las problemáticas existentes.

Al hablar del caso particular en operaciones de cargue o descargue se encuentra diferentes actividades que acumulan tiempos, estos pueden ser operativos, de espera o muertos, y son acordes a la carga y el sistema en que se realiza la operación. A continuación se desarrolla la exposición de indicadores para las operaciones de cargue o descargue..

<b>Indicadores de tiempo</b>
Tiempo total de operación
Tiempo de espera
Tiempo muerto
Tiempo de operación
Tiempo de reprocesamiento

TABLA 2.1. Indicadores de tiempo.

Al analizar el tiempo de operación para operaciones de cargue o descargue se comparte el mismo concepto de operación, compuesto por un ingreso al sistema, presentación de documentación, flujo de mercancías (ingreso o salida), comprobación y salida.

Esto se puede traducir en 4 tipos de tiempo, tiempos de espera, muerto, operación y reprocesamiento, estos tiempos varían acorde con el procesamiento que se le da a cada operación de cargue de acuerdo con las condiciones establecidas para los diferentes actores

### 2.3.2.1. Tiempo de espera

Los tiempos de espera consisten en el tiempo que debe el flujo de carga esperar o entrar a cola siempre y cuando esté listo para iniciar el cargue o descargue. Para realizar la estimación sobre el tiempo de espera se define de la siguiente manera:

$$Tiempo\ espera\ (te) = \sum_{p=1}^k t\ espera_p \quad (2.1)$$

### 2.3.2.2. Tiempo muerto

Los tiempos de muertos, son fracciones de tiempo en que por acciones del transportador, el receptor o despachado de carga no se efectúa ninguna actividad, generando a su vez tiempos de espera mayores a los actores que se encuentran en cola. Su aparición es discontinua durante el desarrollo de las actividades y se define de la siguiente manera:

$$Tiempo\ muerto\ (tm) = \sum_{q=1}^l t\ muerto_q \quad (2.2)$$

### 2.3.2.3. Tiempo de operación

El tiempo de operación representa el momento en que se inicia la actividad de cargue o descargue, este se puede realizar de manera continua o discontinua acorde con las condiciones y capacidades del sistema en que se interactúa. La evaluación de este indicador puede ser asociado a su vez por el tiempo de procesamiento para una única pieza, para el análisis del caso de interés se planteó de la siguiente manera:

$$Tiempo\ operación\ (to) = \sum_{r=1}^m t\ operación_r \quad (2.3)$$

### 2.3.2.4. Tiempo de reprocesamiento

El tiempo de reprocesamiento aparece posterior al termino del cargue o descargue, está sujeto a los resultados de la verificación previa a la terminación de estas actividades. Su aparición depende de la eficiencia que se tenga en el desarrollo de las actividades, sin embargo su aparición se da en mayor medida por errores humanos. Se estima este indicador

así:

$$Tiempo reprocesamiento (tr) = \sum_{s=1}^n t \text{ reprocesamiento}_s \quad (2.4)$$

### 2.3.2.5. Tiempo total de operación

El tiempo total de operación representa el total de tiempos destinados al desarrollo de la operación, cargue o descargue, sin importar si son operativos o no. Su medición se realiza en términos de tiempo, y se sugiere realizar la medición de Para el caso del tiempo total de operación se define la medición de este indicador así:

$$Tiempo total = te + to + tm + tr \quad (2.5)$$

Para algunas condiciones existen procesos en que se interrumpe la operación por factores laborales, este tiempo no debe ser considerado en el cálculo dado que es generado por las restricciones propias de la organización y no incide en el desempeño de la cadena.

### 2.3.3. Indicadores Económicos

Estos indicadores económicos representan el factor más interesante para los diferentes actores, evidencian de manera clara para los interesados las problemáticas presentes en el desarrollo de la operación logística en términos reales para ellos. En algunos casos poniendo en evidencia las problemáticas reales de las operaciones que se desarrollan.

La descripción de estos indicadores se realiza de manera global, pero su medición se debe realizar por parte de cada actor con el fin de identificar el estado de la operación desde una óptica propia. En algunos casos indicadores que aplican para un actor son asumidos por su colaborador, esto se presenta de acuerdo con los acuerdos de negociación establecidos por ellos.

<b>Indicadores económicos</b>
Costo personal involucrado en operación
Costo alquiler equipo o maquinaria
Costo pólizas operacionales
Costo uso espacio físico
Pago por infracciones operativas
Costo devolución entrega no satisfactoria
Costo producto no entregado
Costos operacionales servicios públicos
Costo servicio vigilancia

TABLA 2.2. Indicadores Económicos.

### **2.3.3.1. Costo personal involucrado en operación**

El costo del personal involucrado en la operación se debe tener en cuenta desde dos ópticas antes de iniciar su estimación, la primera es el cálculo independiente del personal asociado a la operación por actor, y la segunda es el acuerdo de desarrollo de la actividad para la definición del número de personas involucradas.

### **2.3.3.2. Costo equipo de transporte**

Este costo es asociado a los gastos por parte del desplazamiento de un punto a otro de la carga, en la gran mayoría de casos este costo se asume como el pago del flete a la empresa transportadora. Para otros casos es la acumulación de costos operativos del vehículo y su respectivo operario.

### **2.3.3.3. Costo alquiler equipo o maquinaria**

El costo de alquiler o uso de maquinaria se asocia a la depreciación y desgaste que puede tener el equipo al usarlo para desarrollar alguna operación. Su estimación no es muy precisa y se asocia particularmente a las tablas de precios definidas por las empresas que alquilan la maquinaria por prestación de servicios.

### **2.3.3.4. Costo pólizas operacionales**

El costo de pólizas operacionales hace parte de los requerimientos mínimos por parte de una empresa para realizar la operación y proteger a sus empleados e intereses propios. El costo asociado por póliza varía acorde a las características del producto, las condiciones en que se realiza y la cobertura ofrecida para con los empleados.

### **2.3.3.5. Costo uso espacio físico**

El costo por concepto de espacio físico se condiciona al alquiler de espacios públicos o privados destinados a realizar las operaciones de cargue o descargue en ellos. Su costo se estima de acuerdo con el tipo de espacio, el área disponible y las condiciones con que cuenta para realizar la actividad. Su cálculo es subjetivo y está establecido por los propietarios, algunos factores de mercado y regulación emitida por entidades de control a su vez.

### **2.3.3.6. Pago por infracciones operativas**

El pago por infracciones operativas se asume cuando por cuenta de realizar una operación de cargue o descargue de acuerdo con el protocolo establecido por alguno de los actores se incurre en una falta penal. Esto no indica que el costo deba ser asumido en el todas las situaciones dado que también ocurren por concepto de errores humanos.

### **2.3.3.7. Costo devolución entrega no satisfactoria**

El costo por devolución de una entrega no satisfactoria es un caso particular cuando una entrega no puede ser realizada, este se deriva por condiciones asociadas al producto, las cuales pueden derivar desde el despacho realizado hasta problemas con el transporte. En este caso se evalúa la responsabilidad de las partes involucradas con el fin de evaluar quien debe responder por este costo.

### **2.3.3.8. Costo producto no entregado**

El costo por producto no entregado es un caso que deriva por condiciones asociadas al desempeño del transportador, restricciones de la empresa receptora o a las condiciones del producto. En este caso existen mecanismos que permiten responder a los perjudicados por las entregas no realizadas o posibles retrasos en las mismas.

### **2.3.3.9. Costo servicio vigilancia**

Al hablar de operaciones como lo son el cargue o descargue, se encuentra con un índice de asaltos proporcional al valor de la mercancía transportada, de igual forma estas actividades se realizan en el exterior de las instalaciones físicas de las organizaciones, por tal motivo es necesario incurrir a los servicios de vigilancia que se soporten en el acompañamiento brindado por parte de la policía nacional.

## **2.3.4. Indicadores de Movilidad**

Estos indicadores corresponden en mayor medida a las entidades de control o gubernamentales de una zona, sin embargo su registro permite a las empresas tomar decisiones estratégicas sobre la operación. De igual forma para las entidades gubernamentales permite identificar zonas focales a intervenir con planes de acción que beneficien a la comunidad.

Los indicadores de movilidad no representan la realidad global de la situación, son más una colección de mediciones que permiten inferir sobre el estado de la ciudad. Esto dado las dinámicas impuestas por las rutinas de los actores que desarrollan sus actividades diarias en medio del desarrollo de operaciones logísticas en la ciudad.

### **2.3.4.1. Distancia recorrida**

La distancia establecida entre el nodo de origen y el destino, teniendo en cuenta la red vial con que se cuenta para poder realizar el desplazamiento, este dato puede ser tomado por parte del odómetro existente en el vehículo y contrastado con el registro realizado con GPS, si se cuenta con él. La distancia permite estimar algunos aspectos como el desgaste del vehículo y el consumo energético del mismo.

<b>Indicadores de Movilidad</b>
Distancia recorrida
Velocidad promedio recorrido
Velocidad promedio en vía primaria
Velocidad promedio en vía secundaria
Vehículos ocupando u obstruyendo áreas
Señales de tránsito
Numero infracciones
Numero bahías para cargue o descargue
Numero plataformas logísticas por área
Numero vías acceso al área deseada
Obstrucciones en vía por cargue o descargue
Obstrucción por accidentes en vía
Operaciones realizadas fuera del perímetro

TABLA 2.3. Indicadores de Movilidad.

#### 2.3.4.2. Tiempo recorrido

El cálculo de tiempo de recorrido permite identificar entre nodos los tiempos dedicados para su desplazamiento, consumos energéticos y variaciones con respecto al uso de rutas. De igual forma permite hacer la planificación del desplazamiento cuando la entrega se debe realizar con cita, y las ventanas de despacho y entrega son ajustadas.

#### 2.3.4.3. Velocidad promedio recorrido

La velocidad promedio de recorrido permite estimar la duración de diferentes escenarios en recorridos similares. De igual forma ayuda a decidir el número de vehículos a utilizar para entregas, descartando la capacidad como factor decisor y usando la velocidad promedio como variable decisora en cuento al cálculo de requerimientos a realizar.

#### 2.3.4.4. Velocidad promedio en vía primaria

La velocidad promedio en vía primaria permite estimar nuevos recorridos que utilicen este tipo de vías, así facilita la decisión cuando no se puede contar con un reporte en tiempo real sobre la movilidad de una zonas. Este se estima fraccionando el recorrido estimado y analizando las variaciones de tiempo entre nodos secundarios y su respectiva distancia.

#### 2.3.4.5. Velocidad promedio en vía secundaria

La velocidad promedio en vía secundaria permite explorar recorridos que utilicen este tipo de vías, permitiendo proponer alternativas de ruta en casos donde las vías primarias no sean eficientes. Este se estima fraccionando el recorrido estimado y analizando las variaciones de tiempo entre nodos secundarios y su respectiva distancia, adicional se debe contemplar la regulación de velocidad permitida en estas zonas como la máxima permisible.

#### **2.3.4.6. Vehículos ocupando u obstruyendo áreas**

Los vehículos obstruyendo accesos a áreas de cargue y descargue implican el desplazamiento forzado a espacios no adecuados y lejanos a las organizaciones. En gran número de casos se cuenta con mecanismos y señalizaciones para evitar este tipo de situaciones, sin embargo se presentan casos de este tipo.

#### **2.3.4.7. Señales de tránsito**

La disposición de información en zona con señales de tránsito permite a los actores identificar las restricciones que posee el entorno en que se realizará la operación de cargue o descargue. Estas deben encontrarse dispuestas en el exterior e interior de las empresas si es el caso, de su visibilidad depende el desarrollo y seguridad en el desarrollo de las actividades.

#### **2.3.4.8. Numero infracciones**

El número de infracciones en una zona permite identificar problemáticas y necesidades en una zona, de ellas derivan requerimientos en infraestructura, adopción de zonas, planeación urbana y campañas de capacitación. Las infracciones no solo pueden ser por aspecto de movilidad, sino que cuentan con incidencia en otros aspectos.

#### **2.3.4.9. Número bahías para cargue o descargue**

El número de bahías destinadas al cargue y descargue representan un indicador de avance en infraestructura para ciertas zonas de la ciudad. Su implementación requiere de intervención en infraestructura, sin embargo existe para zonas con restricciones establecidas muy fuertes alternativas como bahías en vía o zonas de entrega próxima.

#### **2.3.4.10. Numero plataformas logísticas por área**

Las plataformas logísticas sirven como centros de acopio y puntos crossdocking, su implementación es lenta y en el contexto de estudio se ubican en la periferia de la ciudad o poblaciones circundantes. Su desarrollo requiere de una gran inversión y participación de los actores que se verían beneficiados, en igual medida participación de las entidades de gobierno local.

#### **2.3.4.11. Número vías acceso**

El número de vías de acceso al nodo destino permite identificar de acuerdo con la densidad de empresas que operen en la zona y la velocidad promedio de las vías que conectan a estos puntos. Permitiendo identificar necesidades de configuración en cuanto al flujo de red vial existente permitiendo adecuar nuevas vías de acceso o mejorar la movilidad.

### 2.3.4.12. Obstrucciones en vía por cargue o descargue

Es necesario tener en cuenta que existen un gran número de cadenas que operan en simultaneo y pueden desarrollar operaciones de cargue o descargue en las mismas zonas de interés. Algunas como se comentó anteriormente desarrollan esta actividad en vías, llegando a obstruir de manera transitoria el paso de vehículos por el desarrollo del cargue o descargue.

### 2.3.4.13. Obstrucción por accidentes en vía.

Los accidentes son esporádicos en la mayor parte de los casos siempre y cuando la red vial se encuentre configurada de una manera adecuada. Los accidentes en vía pueden representar dificultades en zona por estacionamientos mal ubicados o operaciones en vía que afectan la maniobrabilidad de los vehículos.

Como es posible evidenciar, la captura de información en algunos de los indicadores planteados dentro de este eje estás sujetos a periodos extensos de tiempo para ser representativos. De igual forma están condicionados a la objetividad del evaluador y su posición de referencia frente a la operación de cargue o descargue que se está evaluando.

## 2.3.5. Indicadores de Ambientales

Estos surgen como una necesidad de entender el efecto que consigo lleva el desarrollo de las actividades logísticas de ciudad al planeta y la sociedad. Por ello se identifican factores que irrumpen y afectan a los actores involucrados de manera activa o no en las operaciones de cargue o descargue, así se identifican como atenderlas.

La generación de elementos que alteran o afectan tanto a los ecosistemas como a la población en general provienen de elementos como los automotores, las instalaciones, o aun así el mismo producto que se está entregando o despachando. Por ello es pertinente asumir de entrada los posibles modos emisores de estas alteraciones, para así entrar a intervenirlos.

<b>Indicadores ambientales</b>
Emisiones CO <sup>2</sup>
Emisiones sonoras
Generación desechos sólidos
Generación desechos líquidos
Contaminación visual
Vehículos eléctricos
Equipos eléctricos para manejo de carga

TABLA 2.4. Indicadores Ambientales.

#### **2.3.5.1. Emisiones CO<sup>2</sup>**

Son las emisiones más comunes producidas por los vehículos a combustión de derivados de petróleo, en la actualidad existe una lucha contra su producción y efectos es significativa. Existen equipos que mediante la instalación en su equipo de escape estima la cantidad emisiones generadas, o mediante el cálculo asociado a la velocidad promedio y el recorrido realizado se puede usar tasas de producción validadas por otros estudios.

#### **2.3.5.2. Emisiones sonoras**

Es asociada al desarrollo de las actividades de cargue y descargue, a los automotores que transportan la mercancía y los equipos que se usan. Su medición puede ser realizada con ayuda de sonómetros de acuerdo con la validación que se pretenda realizar, sea fuente de emisión o efecto en el entorno donde se realiza la actividad.

#### **2.3.5.3. Generación desechos sólidos**

La generación de desechos solios corresponde a material que sirve como embalaje durante el transporte de la mercancía, en sus puntos despacho o destino se generan residuos sólidos a causa del uso de estos embalajes. De igual forma producto maltratado durante el transporte o cargue resulta como material sólido, el cual se puede estimar mediante unidades de volumen.

#### **2.3.5.4. Generación desechos líquidos**

Estos desechos se producen particularmente en tres casos, producidos por el automotor en falla, por el sistema de refrigeración existente en un vehículo de carga refrigerada, o por la carga en mal estado. Para los tres casos se realiza la medición en unidades de volumen aun cuando, la mayor parte de los casos estos se pierden durante los desplazamientos entre nodos o la manipulación de carga.

#### **2.3.5.5. Contaminación visual**

Se asocia con vehículos sobre dimensionados en su carga, o el uso de publicidad excesiva tanto en los vehículos como en su carga. De igual forma existen transportadores que instalan en sus vehículos artefactos luminosos que generan molestia en el entorno, aun cuando la operación es en horario diurno.

#### **2.3.5.6. Vehículos eléctricos**

El uso de vehículos eléctricos se mide en relación al cambio de flotilla realizado por este tipo de vehículos, y de igual forma la cantidad de recorridos que se desarrollan con el uso de estos vehículos. La tasa representa la cantidad de vehículos eléctricos de carga en una ciudad por la población total de vehículos de carga en una misma categoría.

### 2.3.5.7. Equipos eléctricos para manejo de carga

Su auge no es tan amplio como el de los vehículos eléctricos o híbridos, sin embargo el reemplazar equipos como los montacargas, grúas, entre otros tipos de equipos es más complejo, dado los costos de adquisición y manutención de los mismos. Sin embargo algunas iniciativas ya contemplan su uso y la sustitución de los equipos a combustión.

En la mayoría de los casos para la medición de emisiones es requerido contar con el equipo para tomar el registro, algunos de ellos pueden ser adaptados para estar de manera constante llevando la medición. Sin embargo se debe considerar la posible obtención de distorsión en las mediciones por concepto del entorno en que se realiza la misma.

### 2.3.6. Indicadores de Tecnología

Está en auge la adopción de tecnologías que permitan de cierta manera realizar las actividades de un ser humano de una forma más cómoda, segura y eficiente, por mencionar algunos aspectos. De ellas se pueden encontrar diferentes presentaciones, cada una con un objetivo específico, y un diseño que permite el desarrollo del mismo de una manera adecuada.

En algunos casos, las tecnologías que aportan de manera significativa al desarrollo de una actividad, son intangibles y se encuentran reposando en un computador. Por otra parte existen las que se adhieren al producto y lo acompañan en situaciones hasta el consumidor final, por ello es fundamental identificar a cual se le realizará el estudio.

Indicadores de uso tecnologías
Uso etiquetas RFID
Uso códigos de barras o QR
Aplicaciones de tracking a la carga
Sistemas de información para gestión de carga
Uso dispositivos móviles de identificación carga
Seguimiento GPS al vehículo
Uso de empaques inteligentes

TABLA 2.5. Indicadores de uso tecnologías.

En la actualidad se desarrollan nuevas herramientas tecnológicas que permiten la identificación de carga mediante mecanismos inmersos en ella, los cuales no demandan el contacto directo con la misma. Esto permite la idea de realizar cargas mixtas y poder identificar la carga correspondiente sin mayor problema al momento de su cargue o descargue particularmente.

#### 2.3.6.1. Uso etiquetas RFID

El uso de etiquetas RFID se estandariza de acuerdo con el SKU que se maneja en cada caso, su registro se realiza mediante el uso de portales que captan la información de los mismos a su paso. En este ítem es viable identificar si lo usan, y cuál es la cobertura en productos que tiene adoptado esta etiqueta en su embalaje.

### **2.3.6.2. Uso códigos de barras o QR**

Los códigos de barras permiten mediante la identificación con pistolas verificar información del producto, de igual forma estos pueden ser cifrados para que su lectura sea exclusiva o abiertos para que sean posibles de leer hasta con un Smartphone. Su implementación al igual que el de las etiquetas ya se encuentra a totalidad por parte de las empresas, aun cuando existen pequeños productores que solo implementan esta medida como herramienta de promoción para sus productos

### **2.3.6.3. Aplicaciones de tracking a la carga**

El seguimiento a la carga se puede realizar de manera escalonada de acuerdo con el esquema de embalaje el producto que se maneja y el detalle sobre el mismo que se quiere mantener. Su registro se asocia en la mayoría de casos al uso de etiquetas RFID y el registro por un trazado de portales, aunque en algunos casos se incorporan sensores al embalaje de acuerdo con las características del producto.

### **2.3.6.4. Sistemas de información para gestión de carga**

El uso de sistemas de información en gestión de carga, se asocia a los establecidos con aquellos que son usados para la gestión de almacenes y ruteo de vehículos. Estos sistemas para la gestión de carga trascienden a la adecuación de espacio y requerimientos para poder efectuar una operación de cargue o descargue, permitiendo a los actores desarrollar las actividades de manera eficiente. Se evalúa de acuerdo con su implementación.

### **2.3.6.5. Uso dispositivos móviles de identificación carga**

El uso de dispositivos móviles como Smartphone se encuentra en auge promoviendo a pequeños grupos de desarrolladores la proposición de herramientas a bajo costo para pequeñas y medianas empresas. Estas consisten en la descarga e instalación que permite controlar el proceso de cargue o descargue desde un dispositivo móvil.

### **2.3.6.6. Seguimiento GPS al vehículo**

El seguimiento GPS en vehículos permite el registro de datos que procesan al interior de las empresas con el fin de tomar decisiones sobre la operación. Dentro de este registro existe el asesoramiento por parte de instituciones de seguridad que registran en tiempo real los movimientos de los vehículos. Esto permite realizar un control en tiempo real de cómo se desarrolla la actividad y evaluar algunos de sus indicadores.

### **2.3.6.7. Uso de empaques inteligentes**

El auge en el uso de empaque inteligentes permite a productos perecederos conservar por más tiempo parte de sus propiedades físicas, adaptándose de acuerdo con la situación en el que se encuentre. Su costo es significativo pero permite garantizar propiedades de la carga que se ven afectadas en su manipulación y transporte.

### 2.3.7. Indicadores de Infraestructura

La Infraestructura es el medio que permite el desarrollo de actividades en espacios condicionados, pero en algunos casos se encuentran situaciones en las que grandes volúmenes de operaciones para el cargue o descargue se desarrollan en lugares sin infraestructura adecuada. Por ello es necesario la identificación de las condiciones en que se desarrollan las actividades logísticas.

Dado que la modificación en infraestructura es el elemento con más representativo y con mayor impacto, su viabilidad en la mayoría de casos. En esto es cuando la intervención y adopción de nuevas iniciativas permiten aprovechar el recurso disponible para mejorar la operación y no entrar a alterar las condiciones ya definidas en el entorno.

Indicadores de Infraestructura.
Infraestructura disponible
Bahías de carga disponibles
Estacionamientos disponibles

TABLA 2.6. Indicadores de Infraestructura.

Al hablar de infraestructura se marca la diferencia con el componente de movilidad dado que la infraestructura cuenta como las herramientas propias del actor para desarrollar operaciones de cargue o descargue. Mientras que en movilidad se evalúan las condiciones de realizar estas operaciones en un entorno determinado.

#### 2.3.7.1. Infraestructura disponible

Este indicador evalúa la capacidad de desarrollar las operaciones de cargue o descargue al interior de sus instalaciones, contando con bahías de carga, equipos, parqueaderos y demás elementos mínimos para iniciar el descargue. Particularmente este aspecto lo cumplen grandes empresas, más las medianas y pequeñas no.

#### 2.3.7.2. Bahías de carga disponibles

Las bahías de carga se desarrollan acordes a los flujos de entrada o salida que tendrá la organización, aun cuando se realice un gran número de intercambio de flujos es prudente tener en cuenta la capacidad de los vehículos. Estas bahías podrían llegar a ser de uso mixto siempre y cuando la empresa esté dispuesta con participar en iniciativas de colaboración con empresas cercanas.

#### 2.3.7.3. Estacionamientos disponibles

Los estacionamientos en organizaciones son reducidos razón por la cual los vehículos que no se encuentran en las bahías de carga deben esperar fuera de las empresas hasta que puedan ingresar a operación. Su uso en algunos casos es restringido dado que usan estos espacios como reserva de materiales, o área de maniobra para vehículos sobredimensionados a las bahías diseñadas.

Aun cuando los medios para el transporte de carga han sufrido cambios significativos en su configuración, permitiendo que se adapten a las limitaciones de infraestructura presentes en algunos contextos, es fundamental analizar su efecto sobre el estado actual de la misma. Dado que esto puede desencadenar una problemática mayor a futuro.

## 2.4. Actores involucrados

Los actores que participan en operaciones de cargue u descargue en una ciudad son todos aquellos que participan activamente o desde una perspectiva pasiva analizando el desarrollo de estas operaciones. En la mayoría de los casos estos actores no se encuentran presentes en el desarrollo de las operaciones, pero si se ven afectados por los efectos de estas.

Los roles que toman estos actores varían de acuerdo con sus intereses o objetivos misionales, por ello es prudente identificar la posición que tienen frente al desarrollo de estas actividades. En igual forma varían particularmente los entes de control acordes a intereses mayores propuestos por los dirigentes de turno, dejando de lado iniciativas en algunas ocasiones.

Si bien es complejo definir las relaciones de poder que se desarrollan entre todos los actores que participan para el caso de estudio, es necesario identificar relaciones establecidas de manera directa. Así es posible conocer las situaciones para en que se puede poner en práctica las alternativas a definir, y sus probables reacciones ante las mismas.

A continuación se listan algunos de los actores más representativos para el caso de estudio en que se centra esta investigación. Sin embargo es importante definir que para diferentes situaciones no están presentes los mismos actores o el rol que desarrollan no es el mismo que se describe, algunos de ellos en ciertos contextos no existen.

### 2.4.1. La Alcaldía

La Alcaldía Mayor de Bogotá es el ente rector de gobierno en la ciudad de Bogotá. Su estructura se soporta sobre 13 ejes fundamentales que abarcan las características específicas de la ciudad. Estos ejes se representan en diferentes secretarías que las encargadas de atender situaciones específicas, y ellas son:

- Secretaría de Hacienda
- Secretaría de Planeación
- Secretaría de Desarrollo Económico
- Secretaría de Educación
- Secretaría de Salud
- Secretaría de Integración Social
- Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte
- Secretaría de Ambiente
- Secretaría de Movilidad
- Secretaría de Hábitat
- Secretaría de Seguridad

Cada una de ellas como entidades de control local, representan intereses propios acordes con sus objetivos misionales y el direccionamiento dado por la Alcaldía. De

igual forma responden y actúan frente a otras dependencias sobre sus condiciones con el fin de hacer la ciudad un espacio armónico en el cual se puedan desarrollar diferentes actividades cotidianas.

En oportunidades se evidencia que no existe por parte de la alcaldía proposición de direccionamientos, razón por la cual alguna secretaria integra y coacciona con las otras secretarías para poder desarrollar proyectos en beneficio de la comunidad o ciudad. Sin embargo es evidente la desintegración de estas por su rol de entidades independientes, lo que dificulta su articulación.

De esta manera es que la Alcaldía, es una pieza clave en la proposición de alternativas debido a su incidencia como ente gobernante en la ciudad, control sobre los entes a su mando. Sus capacidades de promover iniciativas, socializar oportunidades y beneficios, la convierten en un aliado necesario para el desarrollo de cualquier iniciativa.

### **2.4.2. Secretaría de movilidad**

La Secretaría de Movilidad es un organismo que posee al igual que sus homólogos autonomía administrativa y financiera. Este tiene por objeto orientar y liderar la formulación de las políticas del sistema de movilidad para atender los requerimientos en cuanto a sistemas de movilización para pasajeros o en el caso del transporte de carga en la zona urbana.

En el caso de discutir iniciativas correspondientes al cargue o descargue de mercancías se debe contar con la participación de esta entidad dado que esta dentro de sus competencias apoyar todos los proyectos que asocien este tipo de temáticas. De igual forma esta entidad tiene las competencias necesarias para el desarrollo de políticas y normativas que el gobierno distrital proponga sobre el tema.

### **2.4.3. Secretaría de planeación**

Esta secretaria es la encargada de diseñar y liderar los procesos del plan territorial, económico, social y ambiental, de la ciudad. Se soporta en la articulación de políticas públicas definidas para la ciudad con el fin de lograr la meta de proporcionar bienestar a los ciudadanos, de esta manera permitir lograr una mejora habitabilidad para ellos.

Dentro de sus funciones misionales resalta la búsqueda de mecanismos para la toma de decisiones, el diseño y planeación integral de alternativas. Estas las desarrolla mediante la articulación y desarrollo de políticas públicas que tengan una visión de mediano y largo plazo con el fin de establecer un proceso de mejora constante, construida con colaboración de la ciudadanía.

Dentro de sus objetivos estratégicos a 2020 se evidencia que la secretaria busca liderar y coordinar el proceso de formulación, seguimiento y evaluación de instrumentos para planeación. Definiendo rutas de acción que permitan la adopción de medidas la toma de decisiones en diferentes situaciones concernientes para la Administración Distrital.

Mediante la recolección y análisis de información pertinente, clara y oportuna con

participación de la ciudadanía y empresas de la ciudad, se plantea la formulación de alternativas. Así se realiza con ayuda de la ciudadanía, seguimiento y evaluación de alternativas que favorezcan a la población, esto como un proceso misional de la secretaria.

#### **2.4.4. Secretaría de ambiente**

Esta entidad se define a sí misma como la autoridad que promueve, orienta y regula la sustentabilidad ambiental para la ciudad de Bogotá, como garantía presente y futura del bienestar de la población; y como requisito indispensable para la conservación y uso de bienes, servicios ecosistémicos y valores sobre la biodiversidad presente en la ciudad.

De igual forma es la entidad que contribuye a la ciudad para que se adapte a los efectos del cambio climático y se ordene alrededor del agua, mediante la expedición de decretos que representan su direccionamiento como entidad promotora del componente ambiental al interior de la ciudad. Esto promoviendo la participación ciudadana y la gestión coordinada con otras entidades públicas y privadas.

La secretaria participa activamente en la formulación de política ambiental para la ciudad, mediante el diseño de planes, programas y proyectos de desarrollo medio ambiental. Mediante la asesoría en definición de los planes para el desarrollo ambiental de empresas o ciudad, de manera que se asegure la armonía y coherencia de las políticas y acciones adoptadas por el Distrito.

Así mismo la secretaria ejerce como autoridad ambiental representante de la ciudad, mediante la vigilancia, formulación y orientación de políticas, planes y programas tendientes a la investigación, conservación, mejoramiento, promoción, valoración y uso sostenible de los recursos naturales y servicios ambientales en la Ciudad.

#### **2.4.5. Secretaria de desarrollo económico**

La Secretaría de Desarrollo Económico, es la encargada de definir instrumentos que permiten el control para planes, programas y proyectos, que favorezcan a sus grupos de interés. Buscando generar una mejora en las condiciones de capacidad productiva, la generación de empleo y la competitividad de Bogotá, esto lo tiene establecido dentro de su plan misional.

De igual forma, la secretaria se encarga dentro de formular, implementar y evaluar políticas orientadas a fortalecer la productividad y competitividad de las empresas, la generación de empleo y el suministro de alimentos en la ciudad. Esto lo realiza mediante la prestación de servicios para el desarrollo empresarial, financiamiento, trabajo decente y ciencia tecnología e innovación.

La secretaria de igual forma agrupa las entidades productivas como empresas, comerciantes y oferentes de servicios que intervienen en el desarrollo de las actividades logísticas de la ciudad. Por ello es que la secretaria es un puente entre los diferentes actores que desarrollan actividad logística en la ciudad y los promotores de ideas.

### 2.4.6. Policía Nacional

La Policía Nacional es un cuerpo armado permanente de naturaleza civil, a cargo de la Nación, cuyo fin primordial es el mantenimiento de las condiciones necesarias para el ejercicio de los derechos y libertades públicas, y para asegurar que los habitantes convivan en paz. Dentro de sus objetivos se encuentra contribuir con la convivencia y seguridad ciudadana, soportado en el trabajo cercano con la comunidad.

Su cuerpo uniformado acompaña de manera atenta el desarrollo de las actividades cotidianas de la ciudadanía, de esta manera procuran ser un ente que garantice la armonía entre los ciudadanos. De igual forma prestan acompañamiento al desarrollo de ciertas actividades tanto para ciudadanos del común, como empresarios y sus respectivas empresas.

### 2.4.7. Entidades que generan carga

Las entidades que generan carga son empresas o gremio que en el desarrollo de su actividad productiva requieren despachar mercancía desde sus instalaciones hacia un nodo destino que puede ser clientes, proveedores o alguna otra instalación de la empresa. En algunos casos estas empresas transportan su carga, y en otros contratan para realizar estos procesos.

El requerimiento de distribución que generan estas empresas es incesante dado que entre ellos se pueden encontrar insumos, materias primas o productos terminados. Los cuales representan para la empresa ingresos económicos que se encuentran asociados por unidad o volumen de carga despachado.

Este tipo de empresas son aquellos actores que desencadenan el flujo de material entre diferentes nodos, incurriendo en el desarrollo de operaciones como el cargue de mercancías en los vehículos que despachan hacia sus clientes. Su problemática se evidencia al momento de no contar con instalaciones capaces de soportar las actividades de cargue en ellas.

De igual forma su participación en el sistema es fundamental cuando se plantea el desarrollo de iniciativas, ya que desde ellos inicia el flujo de material hacia los otros actores que intervienen en las diferentes cadenas. Pero este envío de flujos se encuentra sujeto a las capacidades de sus receptores imponiendo restricciones al desarrollo de sus operación.

Dadas estas situaciones se evidencia que algunas empresas cambian su modo de operación para realizar los despachos en horas de la noche. Esto aun cuando se aplica en diferentes partes del mundo es poco convencional para las empresas de la región, por ello es prudente contemplar como beneficiarias de subsidios e incentivos tributarios, así como de políticas de seguridad.

Puede darse el caso también, que las empresas generadoras de carga despachen hacia el final de la tarde, y la mercancía quede en poder del transportador o distribuidor hasta horas de la noche, lo cual puede llegar a aumentar los tiempos muertos o no productivos de las empresas transportadoras.

### 2.4.8. Entidades receptoras de carga

Las entidades que reciben la carga son conocidas también como demandantes de carga, son particularmente para el caso de estudio empresas o comerciantes que requieren un suministro constante de mercancías y despliegan sus recursos para cumplir con este aprovisionamiento al interior de la ciudad.

Los Receptores de Carga juegan un papel fundamental en el análisis de las condiciones en que se desarrollara las operaciones de [29]. Así se podrá estimar contar con el trabajo participativo de diferentes actores que desarrollan sus actividades de recepción en paralelo dependiendo del contexto en que se encuentren.

Este tipo de actores pueden ser vistos como los cuellos de botella en un sistema, dado que dependiendo las condiciones que impongan para el desarrollo de la operación se establecen algunas medidas de desempeño del mismo. Es decir que se pueden evidenciar demoras producidas por el proceso de descargue para el caso particular en los receptores de carga.

En igual medida los protocolos de ingreso para la mercancía varían entre los actores receptores de carga haciendo que se generen procesamientos adicionales dependiendo el caso. Aquí es donde el desarrollo de iniciativas que promuevan las tecnologías de información como mecanismo que permita facilitar el desarrollo de las actividades correspondientes a la recepción de carga.

### 2.4.9. Transportadores

Los transportadores son actores particularmente vistos como una asociación de empresas dedicadas al transporte de carga por carretera, o empresarios independientes con uno o dos camiones, dedicados al transporte de mercancías desde el nodo emisor de carga, hasta el receptor o demandante de carga. Así mismo los transportadores pueden hacer parte de las empresas.

El transportador debe garantizar que los productos entregados o puestos en el vehículo deben coincidir en sus características originales, cumpliendo requerimientos en cuanto a los tiempos de entrega, la calidad del servicio, la conservación del estado óptimo de la mercancía, etc.

Dado que los transportadores son el medio de conexión entre nodos permitiendo el flujo de materiales entre ellos, es pertinente contar con su participación para la evaluación del sistema. Ellos poseen la capacidad de identificar problemáticas existentes en las dos situaciones de interés para la investigación.

De igual forma el registro de los datos generados en el desarrollo de su actividad, permite realizar la medición de desempeño para la ciudad. Permitiendo identificar focos que requieren de acompañamiento y participación articulada con entidades de gobierno, para su atención y mejora.



## CAPÍTULO 3

---

---

### Iniciativas en operaciones de logística urbana

---

---

Las iniciativas de mejora para operaciones de logística urbana se encuentran en auge dada la existencia de problemáticas en cada ciudad a nivel mundial. Por este motivo en el desarrollo de este capítulo se mostrara parte de las iniciativas que tienen mayor relevancia para el caso de estudio.

Los elementos que contienen cada una de las alternativas que se presentaran permiten identificar los elementos que de manera articulada constituyeron alternativas en diferentes contextos. Esto se desarrolla haciendo énfasis en las potencialidades del uso de herramientas como lo son los sistemas de información para estos casos.

En el contexto europeo se evidencia una significativa atención sobre las problemáticas existentes en diferentes ciudades del continente, en especial las asociadas a logística urbana. Dentro de sus alternativas sobresale un especial interés hacia la evaluación y reducción del impacto ambiental generado por las operaciones de logística urbana.

Proyecto	País	Año
Truck parking management TELLUS Rotterdam	Holanda	2004
Cargo tram in Amsterdam	Holanda	2007
E-bike Berlin	Alemania	2008
Urban freight delivery plan MIMOSA Bologna	Italia	2009
Off-Hours Delivery New York	Estados Unidos	2010
Freight policy development ELAN Ljubljana	Eslovenia	2010
Optimod Lyon	Francia	2011
Ecologistics Parma	Italia	2012
Distripolis Paris	Francia	2012
CARAVEL Genova	Italia	2012
Overnight deliveries in Barcelona	España	2012
Energy-efficient urban freight in Helmond	Holanda	2013
Urban freight for waterways in Ghent	Belgica	2015

TABLA 3.1. Iniciativas en logística urbana a nivel mundial

Buscando elementos que permitan identificar las tendencias en el desarrollo de operaciones logísticas en ciudad, se realizó la identificación de 13 proyectos con relevancia en el desarrollo de estas operaciones. Posterior a ellos usando el criterio de selección propuesto por M. Browne, donde se evalúan las alternativas acordes con el caso de interés y se selecciona los más atractivos [5].

Se seleccionaron 6 casos a nivel mundial, los cuales recogen elementos asociados a logística de ciudad y operaciones de cargue o descargue de mercancías. Cada uno posee sus alternativas, estas recogen diferentes elementos que concuerdan con las condiciones existentes para el caso de interés en la ciudad de Bogotá.

- Ecologistics Parma
- Distripolis Paris
- Optimod Lyon
- E-bike Berlin
- Off-Hours Delivery New York
- CARAVEL Genova

Estos casos de estudio han sido apoyados por parte de instituciones gubernamentales o académicas las cuales ven en la atención de problemáticas como las que se evidencia en las operaciones de logística urbana, oportunidades de mejora para los habitantes de sus ciudades. Estos factores pueden ser vistos desde el punto de vista económico, social, o medioambiental

Otros organismos hacen seguimiento a estas alternativas como parte de sus iniciativas para la cooperación y fortalecimiento, socializando sus experiencias y conclusiones frente al desarrollo de las alternativas. Con esto permiten a los interesados en aplicar para sus casos propios estas iniciativas teniendo en cuenta los desarrollos previos y enriqueciendo su desarrollo.

Gran parte de la información existente sobre estas alternativas se encuentra documentada en los respectivos sitios web o documentados en bases abiertas de organizaciones dedicadas a la promoción de proyectos sobre movilidad. Un ejemplo de ello es ELTIS, un observatorio de movilidad que promueve la difusión de iniciativas desarrolladas en su página web ([www.eltis.org](http://www.eltis.org)).

### **3.1. Ecologistics Parma - Italia**

Ecologistics consiste en una alternativa para el servicio de entregas en ciudad, principalmente para el tramo de última milla. La iniciativa inicio desde el año 2004 cuando se planteó la necesidad de reducir el impacto de las entregas que se realizaban en el centro de la ciudad, es conocida por ser la primera iniciativa para las ciudades europeas.

El concepto en que se soporta y desarrolla la iniciativa consiste en la localización, diseño y operación de centros urbanos para la consolidación de carga. Continúa la operación con el alistamiento de vehículos adaptados para realizar la distribución en zonas de la ciudad, en que un camión convencional generaba un mayor impacto.

El objetivo de Ecologistics es incrementar la competitividad de las empresas involucradas en el proyecto y minimizar la cantidad de camiones que ingresaban al centro de la ciudad. Esta alternativa fue diseñada para soportar su operación con la instalación de plataformas logísticas y el uso de vehículos amigables con el medio ambiente.

Para su desarrollo se contó con la participación del gobierno local y asociaciones de comerciantes, esto se estableció mediante la firma de un acuerdo entre los dos actores. Posterior a la firma se inició operación del piloto en el año 2005 para la ciudad de Parma, Italia, donde se iniciaron las entregas en el centro de la ciudad usando camiones adaptados para estas condiciones.

La iniciativa contempló en su plan de acción estableció para la operación por parte de los camiones, una serie de reglas acordes a su capacidad y tecnología propia de la máquina. Ante una posible situación que se podría presentar con los transportadores tradicionales al implementar nuevas condiciones, la entidad de gobierno local estableció elementos de participación.

En el nuevo escenario que se planteó para la distribución de mercancías en la ciudad, los transportadores podrían optar por dos alternativas con el fin de cumplir e incluirse en el desarrollo de este piloto. La primera condición era certificar, adaptar y cumplir con las condiciones para obtener un permiso especial y poder operar, o hacer uso de la plataforma propuesta.

Los camiones que participaban en el piloto poseían como restricción de peso 3.5 Toneladas, de las cuales solo el 70 % podría ser usado realmente. Adicional a ello para realizar el seguimiento se propuso el uso de tracking para obtener información del desempeño de la actividad acorde con las medidas tomadas y las tecnologías en uso.

Como conclusión del estudio Ecologistics generó el desarrollo de un Sistema Inteligente de transporte (ITS), con el cual registra y analiza los datos registrados por las operaciones. De esta manera el Sistema Inteligente de transporte proporciona para los interesados información en tiempo real de las condiciones operativas para la distribución.

## **3.2. Distripolis Paris - Francia**

En La ciudad de París se desarrolló una iniciativa privada para el manejo de carga en la ciudad, esto fue propuesto por parte del grupo SNCF-Geodis. Inicialmente la iniciativa contemplaba en su área de influencia la ciudad de París y pequeños poblados circundantes a ella, para posteriormente ser implementado en diferentes ciudades del país europeo.

Distripolis nace como una adición al portafolio de servicios del grupo SNCF-Geodis, cuya presencia en Francia es reconocida por ser el operador de trenes. La iniciativa pretendía en un principio replicar el desarrollo realizado en Distripolis París para a las principales ciudades del país, proporcionando una alternativa novedosa y segura a los despachos que se realizan para la ciudad.

Descrito en la propuesta de desarrollo se planteó la construcción de una plataforma logística especialidad con servicios acordes a las necesidades de la ciudad, esta fue

llamada París Bercy. Concentrada cerca de la ciudad, y de los principales centros de distritos comerciales que posee la ciudad de París, atendiendo la necesidad de estos distritos.

La particularidad con que se enfrentaba el desarrollo de esta iniciativa consiste en realizar el suministro para los distritos, teniendo en cuenta los patrones de abastecimientos propios para las diferentes zonas y clientes. Asistiendo de manera eficiente y con metas establecidas por el grupo SNCF-Geodis, como lo es la reducción impacto ambiental por concepto del desarrollo de las entregas.

En un principio el proyecto planteo la utilización de tecnología EURO 5 para los camiones que realizaban la distribución, y en fases posteriores utilizar EURO 6, finalizando con el cambio total a vehículos eléctricos. Con ellos el proyecto pretendía cumplir su meta de reducir el número de emisiones generadas por el desarrollo de las actividades logísticas.

En concordancia con su mentalidad de protección del medio ambiente, el proyecto Distripolis implemento en las 5 ciudades que ocupó a 2015, plataformas logísticas en ciudad llamadas "Bleu". Estos puntos ubicados en medio de las ciudades fueron diseñados con el fin de proporcionar plataformas logísticas amigables con el medio ambiente.

En el portafolio de servicios que ofrece la compañía sobresale el uso de tecnologías como soporte al seguimiento y manejo de la carga. Marcando diferencia y logrando adueñarse del 20 % de la carga que se movía en el segundo año de operación que se realizaba en París, demostrando condiciones eficientes para el desarrollo de operaciones logísticas.

Proponiendo soluciones que representan en el caso de algunos actores, la reducción de hasta el 5 % correspondiente al recorrido trazado para entregar la carga. Esto mediante la definición de marcadores geográficos e integración con los sistemas de información con el fin de reducir tiempos en el desarrollo de las operaciones, los cuales repercuten en el nivel de servicio del sistema.

La plataforma informática desarrollada para la operación de Distripolis cuenta con diferentes módulos, entre ellos sobresale un sistema de ayuda al conductor del vehículo durante la entrega. Permitiendo realizar modificaciones en el trazado preestablecido, análisis del recorrido, tiempos de operación, y demás variables asociadas en la evaluación del desempeño de la operación.

El modelo implementado por Distripolis aún se encuentra en continua evolución para diferentes ciudades de Francia, acogido por sus innovadoras propuestas de ejecución y objetivos sociales. Este tipo de modelos presentan un auge significativo en cuanto a la solución de problemas en logística urbana para los diferentes contextos a nivel mundial.

### **3.3. Optimod Lyon - Francia**

Esta plataforma de información desarrollada para la ciudad de Lyon y sus poblados circundantes los cuales conforman el Gran Lyon, proporciona información con respecto a diferentes aspectos de la ciudad. Desarrollada como un sistema de información sobre

tránsito, proporciona de acuerdo al perfil y requerimiento de cada interesado información del estado de la ciudad.

Desarrollada a finales de 2011, Optimod'Lyon consistía en una alternativa que se soporta sobre la recolección de datos GPS proporcionados por diferentes fuentes. Particularmente los medios de transporte públicos proporcionaban en un principio cerca del 80 % de los datos que la plataforma interpretaba para emitir su boletines de información sobre la ciudad.

Articulando posteriormente al transporte de carga y personas del común, la iniciativa propone en su portafolio de servicios informar en tiempo real las condiciones de movilidad en la región del Gran Lyon. En igual medida proporcionan reporte de las condiciones ambientales de las diferentes zonas de la ciudad donde existe una mayor concentración de personas.

En cuanto al transporte de carga, la plataforma proporcionan un módulo dedicado para optimizar las rutas de entrega que desarrollan en ciudad. Esto lo realiza soportado en registros históricos de movilidad en las zonas que realiza la entrega o recepción de carga, demandando en contra medida la participación activa en el proyecto y un aporte económico por el uso de la misma.

Optimod planteo su objetivo misional orientado hacia proporcionar una herramienta que permita a la ciudadanía dejar de lado el uso de los carros y volcarse al uso del transporte público. En la actualidad proporciona a los ciudadanos mediante el uso de aplicaciones móviles información sobre las condiciones de movilidad y alternativas de transporte en tiempo real.

La plataforma resalta su éxito en la región sobre 4 aspectos principales que la destacan frente a diferentes alternativas existentes en Francia. Estos aspectos componen los 4 ejes principales de servicio que ofrece Optimo'Lyon y son:

- Plataforma web que recoge y procesa datos en tiempo real de todos los medios de transporte presentes en la ciudad.
- Primer servicio GPS para toma de decisión sobre el transporte intermodal disponible para uso en smartphones
- Rastreo y seguimiento para vehículos de carga que realizan entregas en el casco urbano
- Modulo de optimización para rutas de entregas soportado en la información histórica de las mismas.

Su iniciativa vincula ya la participación de las más grandes universidades en la región, esto con el fin de proponer alternativas con visión prospectiva acorde con los requerimientos de la región. En igual medida la iniciativa pretende replicar de manera paulatina los desarrollos realizados en ciudades de la región Rhône Alpes.

### 3.4. E-bike Berlin - Alemania

Es una alternativa de cambio dirigida hacia la migración entre el uso de vehículos motorizados por bicicletas convencionales o eléctricas para realizar las entregas en áreas saturadas de comercios y difícil acceso para los camiones. Si bien no es la única alternativa existente con respecto al uso de bicicletas para realizar entregas a nivel mundial, el caso de E-bike es una muestra significativa de la oportunidad al usar este tipo de iniciativas.

En una iniciativa por mejorar las condiciones ambientales de ciertas zonas en Berlín, una empresa de mensajería en cooperación con las entidades de gobierno local proponen el cambio de vehículos para desarrollar las entregas en ciudad. Para ello desarrollan el armazón que permite cargar hasta 250 kilogramos de carga sobre la estructura de una bicicleta, a la cual adaptan un motor eléctrico para facilitar el transporte de la carga.

Iniciando en 2008 el desarrollo de este proyecto abrió la oportunidad para que diferentes ciudades a nivel mundial empezarán a adoptar políticas sobre el transporte de carga con una visión ambiental. Así mismo buscar alternativas innovadoras en cuanto al desarrollo de tecnologías que permitan abordar las restricciones impuestas en el desarrollo de actividades logísticas en ciudad.

El equipo que desarrolló la idea y puso en marcha para las entregas de mensajería en Berlín, optó por seleccionar bicicletas a causa de las restricciones existentes en el centro de la ciudad las cuales dificultaban la operación por parte de camiones. Dado que por aspectos como el ancho de las vías dificultaban la capacidad para maniobrar de los camiones, generando tiempos de desplazamiento más largos por los cambios de ruta que se debían efectuar.

De igual forma las bicicletas eléctricas que usaban al comienzo de la iniciativa se veían restringidas a la autonomía de 40 km por cada carga completa de la batería que efectuaran, y condicionado a la topografía existente en la zona. Para ello desarrollaron micro plataformas que funcionan como centros de consolidación para la carga que se despachaba o recoge en las zonas, y eran alimentadas por vehículos con mayor capacidad.

Posteriormente se definió un perímetro de cobertura aproximado a 80km en el cual contaba con 2 centros de recarga para las bicicletas, y que eran recargados por energía producida de manera limpia. Esto como parte de las iniciativas que motivaron el desarrollo del proyecto, la cual es reducir efectos ambientales como el ruido, producción de CO<sup>2</sup>, nitrógeno entre otros derivados de la operación logística, teniendo áreas limpias de estos efectos.

La compañía que desarrolló esta iniciativa fue requerida como acompañamiento para replicar este modelo en países como Holanda, Estados Unidos e Italia entre otros, demostrando el interés que existe en países desarrollados por aplicar nuevas ideas a los problemas cotidianos de la logística en sus ciudades. De igual forma se sigue ampliando las capacidades de operación en E-bikes Berlin permitiendo generar un cambio con mayor alcance para la ciudad.

### 3.5. CARAVEL Genova - Italia

CARAVEL es una iniciativa desarrollada en el marco de CIVITAS, propuesta establecida y financiada por la unión europea con el fin de mejorar las condiciones de habitabilidad y movilidad de las ciudades europeas. Principalmente buscan cumplir con lo establecido en el protocolo de Kyoto, y así aportar para la conservación del medio ambiente.

CARAVEL se desarrolló en paralelo para 4 ciudades del continente europeo, teniendo presencia en Italia, Alemania, Polonia y España. Se seleccionaron ciudades dispuestas a implementar los cambios propuestos con las iniciativas y con condiciones propicias para evaluar el impacto que trae consigo la adopción de las mismas para la mejora de condiciones en ciudad.

La iniciativa consiste en integrar tecnologías de información con el fin de minimizar los efectos que trae consigo el transporte general, en particular el de carga. Tomando como objeto de estudio áreas específicas de la ciudad con el fin de evaluar la medida de cambio en ellas tomando como referencia la movilidad, el medio ambiente y la comunidad.

Se seleccionó el caso particular de la iniciativa aplicada para Genova por las condiciones propias en que se desarrolló el proyecto y las características que se observaron en el desarrollo de la misma. Dado que Genova es una ciudad con un gran índice de desarrollo por sus condiciones de comercio e industria atraídos por su posición geográfica.

En esta ciudad se inició desde principios siglo una renovación de los vehículos que circulan en la ciudad, esto como una muestra por diferenciar su puerto y a la ciudad dando una imagen de compromiso con las metas a cambiar por cuenta del cambio climático. Así fue que inició el contacto con los actores logísticos que ya hubieran realizado la actualización de tecnologías.

Estableciendo la comparación con las demás ciudades, se puso en marcha un sistema de información que proporcionara alternativas a los vehículos que desarrollaban sus operaciones en ciudad. Con ello ofrecían mejoras en eficiencias de tiempos, desplazamientos y consumo energético, vistos como variables que inciden de manera directa en los efectos de la operación logística.

En colaboración con la empresa de mensajería Merci se realizaron las mediciones del desempeño e impacto a la ciudad por el desarrollo de la actividad. Adicional a ello se buscaron alternativas en conjunto con los medios de transporte públicos con el fin de reducir el posible efecto que se tenía entre estos actores al desarrollar cada uno su operación habitual.

Como resultado del proyecto se pudo evidenciar que a integrar en la iniciativa diferentes actores presentes en el desarrollo de las actividades se puede obtener mejores resultados. De igual forma se plantean modelos de colaboración entre actores en búsqueda de obtener un bienestar común, sin afectar de manera drástica la forma en que opera cada actor.

### 3.6. Off-Hours Delivery New York - Estados Unidos

Contemplado como uno de los referentes en cuanto se habla de iniciativas en logística urbana, el proyecto de entregas nocturnas para Manhattan contempló el desarrollo de una iniciativa con gran impacto y revolucionaría para la época. Iniciando a principios del siglo XXI, las entregas nocturnas fueron la iniciativa con mayor impacto y conflictos para su desarrollo.

Iniciando la ejecución de las entregas nocturnas hacia mediados del año 2011, el proyecto tardó cerca de 7 años para poder llevar a cabo la primera prueba de entregas nocturnas. Tomando como punto de referencia para el estudio la zona de Manhattan, la cual recogía en su época gran parte de los problemas contemplados en el marco de logística urbana.

Aprovechando las condiciones geográficas de la isla se enmarcó el caso de estudio sobre el cual se realizó una identificación de las condiciones y problemas que se presentaban en el desarrollo de operaciones logísticas. Apreciando a simple vista algunos de estos en un día cotidiano y otros vistos desde la perspectiva de los actores se encontraron los siguientes elementos:

- La infraestructura disponible no es apta para desarrollar las operaciones durante el día
- Velocidades de desplazamiento promedio mínimas
- Largos desplazamientos entre la zona de estacionamiento y los puntos de entrega
- Ocupación por parte del comercio de los corredores peatonales imposibilitando el acceso de carga
- Tiempos promedio de operación superiores a los registrados en otros puntos
- Desarrollo de operaciones en vía y obstrucción del carril de circulación
- Gran número de infracciones por el desarrollo de las operaciones
- Altos costos de operación para los actores por actividades innecesarias
- Incumplimiento en las entregas por falta de disponibilidad para realizar la entrega

Algunos de estos y otros más son los factores que se encontraban presentes en las operaciones desarrolladas en Manhattan previo a la introducción de las entregas en horario nocturno. Sin embargo el estudio se centró en una población de locales específicos, el grupo de hoteles, restaurantes y comercio alimentos (HORECA), buscando contar con su participación para obtener resultados de manera significativa [29].

El acercamiento con este tipo de establecimientos fue complejo dadas las condiciones de carga y estándares que tenían definidos para el desarrollo de sus actividades. Adicionando la condición de los gastos adicionales en los cuales deberían incurrir si se sumaban a esta iniciativa para desarrollarla, convirtiéndola para ellos en un problema más esta actividad.

Frente a las condiciones de abstinencia a participar, el proyecto recibió apoyo por parte de la alcaldía quien propondría dar incentivos económicos a empresas interesadas en participar. Estos beneficios consistían en apoyo económico por concepto de 2000 USD por participar y reducción en impuestos con la ciudad, así compensan parte del costo por participar [30].

Posterior al desarrollo de la medida se obtuvieron resultados que sorprenden a cualquier opositor de la medida, dado que en condiciones de operación nocturna el panorama que se tiene para realizar las operaciones es totalmente diferente facilitando el desarrollo de la misma. Si se mira la comparación de situaciones problema identificadas en los escenarios:

<b>Operación diurna</b>	<b>Operación nocturna</b>
La infraestructura no disponible	Disponibilidad en Infraestructura
Velocidades promedio mínimas	Velocidades superiores a la media
Largos distancias para entregas	Entregas frente a los establecimientos
Ocupación corredores peatonales	Corredores libres
Tiempos promedio de operación significativos	Tiempos operación minimos
Desarrollo de operaciones en vía	Sin operaciones en vía
Gran número de infracciones	Sin registro de infracciones
Altos costos de operación para los actores	Reducción en costos de operación
Incumplimiento en las entregas	Totalidad de las entregas efectuadas

TABLA 3.2. Comparación escenario diurno nocturno.

Resultados que muestran el cambio que tiene la adopción de medidas como esta se reflejan en cifras como que en un 120% incrementa la velocidad de los automotores al realizar la operación en horario nocturno. Algunos otros datos dan muestra de beneficios como la reducción de hasta un 60% en los tiempos de operación en cuanto cargue o descargue [32].

Aun cuando el cambio de horarios para las entregas es el estandarte que identifica esta iniciativa, resaltan a la vista de los interesados algunos elementos que marcaron significativamente el desarrollo de la misma. Como ejemplo es posible evidenciar la coordinación entre algunos actores los cuales confiaban y delegaban todo el proceso de entrega a un solo actor.

El registro puntual del desarrollo de las entregas era posible seguirlo en línea visualizando las notificaciones generadas al cumplir el protocolo de entrega definido. Permitiendo a los actores tener la seguridad sobre el desarrollo de sus actividades sin tener que estar presentes en el desarrollo de las mismas, dando una muestra de la capacidad que puede tener estas iniciativas con participación de ambas partes.

Otro aspecto que resalta el profesor José Holguin Veras, director y cabeza de este proyecto, es el impacto ambiental que trajo consigo el cambio de horario para las entregas. Visto como la reducción en aspectos como la generación de CO<sup>2</sup>, el ruido y la contaminación visual que traía consigo el desarrollo de las entregas durante horario diurno [64].

En países como España, el Reino Unido, Chile, Brasil y Colombia empiezan a desarrollar

sus pilotos tomando como referencia lo desarrollado en Manhattan. Si bien es primordial entender que las condiciones existentes en el ejemplo original no serán las mismas, es interesante ver los resultados que obtendrán al desarrollar esta adaptación a sus contextos.

### 3.7. Elementos articuladores en logística urbana

Tomando como referencia los casos identificados a nivel mundial, es posible identificar elementos en común que fueron usados y articulados para el desarrollo de las iniciativas. Por ello se define y explican desde una perspectiva asociada al caso de estudio propuesto la manera en que estas pueden ser utilizadas.

Algunos de estos elementos van de la mano con participación por parte de actores en la formulación, acompañamiento y desarrollo de las mismas. Por ello es necesario determinar de manera clara el alcance que deben tener para con el desarrollo de diferentes iniciativas que posean un impacto para la comunidad.

Entre los casos evidenciados se extrajeron 9 elementos en común considerados como exitosos y atractivos en las alternativas para cambiar el desarrollo de actividades logísticas. Así se procederá a identificar patrones de acompañamiento entre estos elementos con el fin de incluirlos en la construcción de estrategias para coordinación en logística urbana.

	Ecologistics	Distripolis	Optimod	E-bike	Off-Hours	CARAVEL
Participación actores de la operación	X	X	X	X	X	X
Participación actores de Gobierno			X		X	X
Participación Academia		X	X		X	X
Intensivos para los Participantes					X	X
Uso de sistemas de Información	X	X	X	X		X
Uso tecnologías Limpias	X	X		X		X
Trabajo de construcción cooperativo		X	X		X	
Cambio tecnologías	X	X		X		X
Uso de información cooperativa		X	X		X	X

TABLA 3.3. Elementos articuladores en propuestas de logística urbana.

---

Dado el alcance y recursos disponibles para cada proyecto es apreciable encontrar diferencias entre la cobertura que se le dio a los diferentes aspectos mencionados. Esto bien puede ser justificado desde una perspectiva por la cual el actor líder del proyecto desarrollo la iniciativa, aun cuando en la mayor parte de los casos, fueron los participantes quienes se beneficiaron de la medida.

El acompañamiento por parte de la academia es sobresaliente en la ejecución de estas alternativas, dando un soporte teórico a las medidas que se implementaron. Así es atractivo para diferentes actores participar, más si puede verse intimidados por la participación de las entidades que controlan o supervisan en la ciudad los aspectos problema.

Aun cuando existen en la actualidad diferentes iniciativas asociadas a la problemáticas presentes en operaciones de logística urbana, estas dan una muestra representativa de como diferentes elementos articulados pueden dar soporte al desarrollo de las mismas. Todo esto teniendo como pilar fundamental el bienestar de la comunidad sobre intereses propios de cualquier actor.



---

---

## Lineamientos para la articulación

---

---

Partiendo de contextualizar las actividades y relaciones existentes durante el desarrollo en operaciones de cargue y descargue, evidenciadas en la fase de aproximación directa al problema de estudio. Se construye durante el desarrollo de este capítulo los lineamientos que harán parte de las estrategias con que se concluye el desarrollo de esta investigación.

Usando los elementos descritos en el documento, donde se plantea un marco conceptual para la construcción de los lineamientos, se establecen ejes temáticos con los cuales es posible articular el concepto de coordinación para las estrategias resultantes del trabajo en curso. De esta manera es posible desarrollar un proceso inductivo para la definición de las estrategias

Estos lineamientos se definirán acorde con los resultados teóricos que se pueden obtener con la aplicación de los indicadores planteados en el desarrollo de este trabajo. Si bien no es posible dar muestra de los efectos que tendría el uso de la estrategia en un contexto real, se plantea una idea que muestra el esperado alcance al poner en práctica estos elementos en un contexto real.

Así mismo se presenta de manera detallada algunos de los elementos que si bien pueden ser atendidos dentro de las estrategias que se definen al final del capítulo, requieren de una atención mayor para los estudios venideros. Con ello se da una vista previa a los trabajos futuros que pueden surgir como sugerencia para abordar posterior a este trabajo.

### 4.1. Contexto

La ciudad de Bogotá, capital del país y corazón de la economía nacional se comprende a partir de diferentes elementos económicos, sociales y culturales, los cuales definen parte de las condiciones en que se desarrollan las actividades cotidianas de sus ciudadanos. Así mismo se definen patrones que enmarcan el desarrollo de las actividades económicas en la ciudad.

Si bien tiene definidos algunos centros de comercio o industriales, al interior de la

ciudad no existe una demarcación puntual sobre este tipo de zonas, razón por la cual se evidencia desproporciones en los niveles de carga que ingresan en una misma zona geográfica. Esto genera a su vez complicaciones para el desarrollo de las entregas o recogida de la carga.

Algunos de ellos se pueden encontrar centros productivos en el perímetro de la ciudad, existen algunas otras grandes empresas que se constituyeron y crecieron en el corazón de la ciudad. Generando en algunos casos la promoción de estas zonas que en un principio eran residenciales, a tomar una perspectiva industrial o comercial en la configuración de un área residencial.

Empresas que iniciaron en la casa familiar y ahora ocupan toda la manzana de un barrio, es uno de los muchos casos que se pueden ver en la ciudad de Bogotá. Estas situaciones se presentaron históricamente por la facilidad de integrar industria en los hogares familiares, y al presentar oportunidades de expansión era más factible añadir a las zonas donde ya eran locales, y no migrar de estos sitios.

Aun cuando las entidades de gobierno ya han iniciado procesos de renovación urbana para la ciudad, el retraso en este tipo de situaciones es evidente y sobresale a simple vista. Muestra de ello son por ejemplo, las vías de acceso, las tecnologías de suministro para el flujo eléctrico o las mismas fachadas de casas, que aparecen entre edificios de hasta 6 pisos en una zona residencial tradicional.

Si bien han aparecido aglomeraciones dedicadas exclusivamente al comercio, se ubican en vías principales y a sus instalaciones posteriores o trastiendas cuentan con grandes almacenes que aglomeran el inventario de uno o más puntos comerciales de la zona. Con ello se generan nodos de distribución que abastecen a la zona en que se encuentran o próximas.

Algunas empresas se han ubicado en zonas industriales históricas ubicadas en el centro-occidente, en el occidente, o sur de la ciudad. Si bien no recogen sino el 40% de las empresas que operan en la ciudad demuestran que son un gran punto de concentración para la carga, así mismo algunas empresas se han ubicado sobre vías primarias de la ciudad.

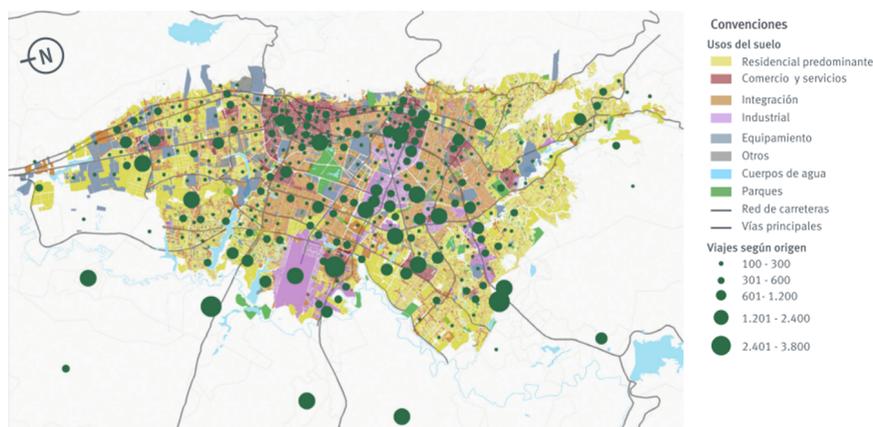


FIGURA 4.1. Distribución de tipo de establecimiento y volumen de carga.

Si bien no hay grandes intercambios de flujos entre las empresas ubicadas en un área próxima, algunos de los flujos que ingresan a estas zonas provienen de otras empresas ubicadas en la ciudad, o son provenientes de las empresas ubicadas en las periferias de la ciudad o de otros puntos del país, sea generada la carga en esos lugares o provenientes de los puertos.

Estas situaciones se pueden constatar en el estudio de carga desarrollado para la ciudad en 2015, donde muestran que cerca al 50 % de la carga que se genera en la ciudad, tiene como destino algún punto localizado en la misma ciudad. Como bien es de resaltar que cerca del 20 % de la carga que se mueve en la ciudad proviene de otros lugares del país, teniendo como destino final la ciudad de Bogotá [51].

Dar una apreciación clara de cómo operan estos flujos en la ciudad es complejo dado el mismo dinamismo impuesto en ella, y por los actores que intervienen en todas las operaciones que da con ella. Por ello es posible identificar elementos que constituyen la problemática que se recoge con respecto a las operaciones de entregas o despacho de carga en la ciudad.

Algunas de ellas han sido validadas en campo durante el desarrollo de los proyectos desarrollados por el grupo de investigación **SEPRO** (Sociedad, economía y productividad) de la Universidad Nacional, sobre los cuales se soporta y fundamenta el propósito del desarrollo de este trabajo. A continuación se listan elementos asociados a la problemática del cargue y descargue en la ciudad de Bogotá.

Eje	Problemática
Infraestructura	Infraestructura especializada inexistente
	Limitada infraestructura dedicada para C/D
	Inexistencia zonas demarcadas para C/D
Comunicación	Información sobre actividades exclusivas
	Protocolos únicos para el desarrollo de operaciones
	Conflictos en la planificación de operaciones
Tecnologías	Equipos integrados unicamente a los actores
	Control de carga por personal presente
	Sistemas de información cerrados
Movilidad	Velocidades de desplazamiento reducidas
	Ocupación en vía no permitida
	Desarrollo operaciones en vía
	Falta de demarcación en áreas
Medioambiente	Generación de emisiones y desechos
	No existe el uso de vehículos eléctricos
Seguridad	Circuitos de vigilancia cerrados
	Falta acompañamiento policial

TABLA 4.1. Problemáticas evidenciadas en el cargue y descargue para la ciudad de Bogotá.

Si bien esto es una pequeña muestra de las condiciones en que operan los actores generadores y demandantes de carga en la ciudad de Bogotá, pueden existir diferentes elementos que sean propios de una situación particular. De ahí nace la complejidad para establecer parámetros de control para todas las operaciones de cargue o descargue que se desarrollan en la ciudad.

De esto derivan elementos que permiten visualizar acciones a tomar, en cuanto a proposición de alternativas que vayan de la mano con los intereses de administraciones o empresas en particular. A continuación se presenta la concepción conceptual de una alternativa que permita la integración de soluciones al momento que se realicen operaciones de cargue o descargue en la ciudad de Bogotá.

## 4.2. Propuestas

Dentro del proyecto de *"Diagnóstico y formulación de alternativas de gestión de las operaciones logísticas asociadas al cargue y descargue de mercancías en 10 zonas de Bogotá"*, surgieron algunas alternativas que acorde con los requerimientos del proyecto propusieron iniciativas de cambio para la ciudad, buscando proporcionar opciones que fueran posibles de materializar a futuro.

Estas iniciativas iban acordes con ejes identificados por el grupo de investigación SEPRO, como lo son la competitividad logística, infraestructura, prestación de servicios a la carga por mencionar algunos de ellos. A continuación se muestran las iniciativas resultado de dicho proyecto, de las cuales algunas ya se han puesto en marcha.

- Cargue y descargue nocturno
- Uso y designación de infraestructura para operaciones de cargue y descargue
- Programación de arribos
- Cursos de formación y capacitación
- Plataformas logísticas
- Sistema de soporte a las decisiones

Al ser un producto requerido por la secretaria de movilidad en una administración pasada, el accionar de estas iniciativas se llevo hasta una fase inicial, o se delego a demás entidades del gobierno local de la ciudad para poder realizar su desarrollo o adopción de acuerdo con el fin de la propia entidad. De igual forma es prudente mencionar que la definición de temporalidad para la cual se definieron estas alternativas varia de acuerdo con el alcance que se le quiera dar.

Buscando exponer las condiciones de temporalidad en que se sugirió realizar la disposición y aplicación de las alternativas se define el gráfico mostrado a continuación, el cual muestra de manera esquemática las condiciones de cómo se es posible desarrollar las alternativas. Para cada uno de los casos se definió de acuerdo con las obligaciones contractuales que tenia el proyecto el nivel de idea, o pre-factibilidad que se le podría dar a la propuesta.

### 4.2.1. Sistema de soporte a las decisiones

Como se menciono entre las opciones resultantes del abanico de alternativas entregadas a la SDM, surgió la idea de proponer un sistema para el soporte a las decisiones que a



FIGURA 4.2. Alternativas y su temporalidad

futuro favoreciera de acuerdo con los módulos que se quisieran implementar, y que fueran factibles de desarrollar en concordancia con la información disponible y la integración de las entidades que contarán con la misma.

Particularmente esta alternativa sobresale al considerar el concepto primario de coordinación, dado que las demás ideas que surgen como resultado del proyecto son de carácter físico y de aplicación con participación de actores individuales que ajustan el proyecto a las necesidades e intereses propios que poseen. Si bien el DSS requiere de un mayor nivel de integración, las condiciones propias de Bogotá restringían el avance y desarrollo del mismo.

Si bien dentro de la administración que controlaba la SDM se consideraba la integración de un **Sistema inteligente de transporte**, que favoreciera los aspectos generales de movilidad en la ciudad, este no consideraba elementos asociados a la carga y sus derivados. En concordancia con el distrito anuncia la entrega del SIT a diciembre de 2015, obteniendo una poderosa herramienta para la captación superficial de datos.

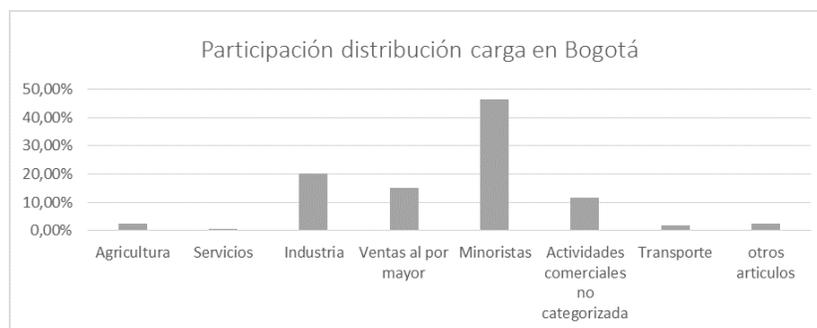


FIGURA 4.3. Participación de la distribución de carga para 5 localidades de la ciudad de Bogotá, datos estudio Diagnostico y formulación de alternativas SDM - UNAL.

La identificación de estos elementos permitió reforzar la iniciativa de proposición orientada a los servicios de carga, que si bien no compone el desarrollo del DSS, proporciona una idea de la capacidad modular y la facilidad que puede tener el mismo acorde con las

condiciones propias de los actores interesados. De igual forma con la orientación de esta propuesta procurando ser un elemento que pueda ser explotado a futuro.

### 4.3. Alternativa

Partiendo de los elementos identificados y teniendo en cuenta las características evidenciadas en las actividades desarrolladas en campo, se propone el desarrollo de un sistema para el soporte a las decisiones. Con esto se busca plantear una herramienta robusta que favorezca a la ciudad en el desarrollo cotidiano de las actividades asociadas al cargue o descargue.

Integrando elementos evidenciados en las condiciones presenten en la literatura, informes de alternativas desarrolladas y los acercamientos que se desarrollaron a partir de la formulación del proyecto de tesis en curso. Se define un marco guía para el desarrollo posterior del sistema para soporte a las decisiones que ha sido pensado para el contexto de operación logística en Bogotá.

Esto se plantea soportado en elementos propios del desarrollo de la operación logística vistos para la ciudad de Bogotá, en donde es perceptible la falta de articulación existe entre actores para el desarrollo de operaciones en un mismo punto. Procurando alterar las condiciones de este panorama se seleccionan elementos a partir de los cuales se puede construir la propuesta de sistema.

#### 4.3.1. Definición

Como se menciona en el primer capítulo de este documentos, los sistemas para el soporte a las decisiones, son mecanismos lógicos que mediante el ingreso de datos proporciona elementos que ayudan a la toma de decisiones en situaciones puntuales. De esta manera construyen posibles casos en que se puede desarrollar una actividad de la mejor manera posible [18].

Si bien el desarrollo y puesta en marcha no garantiza, ni aseguran un óptimo para el desarrollo puntual de una operación, brindan elementos para desarrollar de mejor manera la actividad u operación en cuestión. Esto buscando de igual manera que no se puntualice en el desarrollo de una actividad con un beneficio único, sino de desarrollar una armonía que favorezca el desarrollo de muchas actividades [26].

Teniendo en cuenta los elementos anteriormente mencionados se define la propuesta de diseño y desarrollo de un sistema para el soporte a las decisiones en la ciudad de Bogotá. Este será soportado sobre la información que puedan proporcionar los actores que participan y desarrollan, sus operaciones logísticas y económicas en la ciudad.

Con el fin de hacer que la iniciativa posea característica única, se invita a entidades de gobierno local, a proporcionar, revisar, consolidar y articular la información que de manera propia recogen asociada sobre las operaciones de logística urbana. Así es posible invitar a participar actores inmersos en el desarrollo de las operaciones logísticas y contar con su punto de vista [45].

Haciendo uso de las características anteriormente mencionados se definen una estructura base sobre el cual se dará sustento al sistema que se desea plantear. Estos elementos hacen parte directa de las características que se deben tener en cuenta durante los momentos previos, en ejecución y posterior al desarrollo de actividades como el cargue o descargue.



FIGURA 4.4. Elementos concepto DSS.

Aun cuando a simple vista pueden ser percibidos como un aspecto netamente operacional, se soportan desde las decisiones estratégicas que se plantean previo al desarrollo de operaciones logísticas. Con ello se busca obtener las mismas directrices estratégicas, pero con una perspectiva de participación articulada con actores y elementos que están involucrados en la operación logística [45].

A continuación se desarrolla la justificación de por qué fueron seleccionados estos elementos como guía para la concepción de el sistema, así mismo se identifica elementos concernientes a los requerimientos de datos que se pueden tener. Con ello ir hilando algunos elementos correspondientes a la aplicación del concepto de coordinación soportado en tecnologías de información.

#### 4.3.2. Elementos

Como se mencionó anteriormente existen elementos que vistos de manera global hacen parte conjunta de los conceptos embebidos en las actividades de cargue o descargue. Cada uno de ellos es una representación en los niveles de decisión que pueden existir en la planificación de una actividad (estratégico, táctico y operativo), dado una perspectiva particular para el caso de interés.

Así mismo es prudente mencionar que estos elementos recogen la opinión de los actores con que se pudo conversar sobre las problemáticas que identificaban durante el desarrollo de sus actividades logísticas. Es llamativo ver las apreciaciones similares que pueden tener actores que realizan sus operaciones con características similares, pero problemáticas en común.

Tomando a consideración los elementos anteriormente mencionados se realiza una descripción y desglose de los términos seleccionados como elementos fundamentales para la concepción del sistema para el soporte a las decisiones. Estos elementos son pilares dentro de la idea desarrollada como alternativa de mejora en las operaciones logísticas.

- **Tiempos de operación:** Vistos como la variable de incidencia directa en el costo de desarrollo para una operación de cargue o descargue. De su concepción depende completamente la eficiencia que puede tener un actor durante en un periodo de tiempo por concepto del desarrollo de las actividades logísticas.

Comprende el aspecto operativo al hablar del desarrollo en operaciones de logística urbana, y muestra la incidencia de su alteración en el desempeño de todo el sistema propuesto para uno o más actores. Por ello es que su relevancia es significativa, y aún más cuando la intención es hacer disminuir este valor lo máximo posible.

- **Características de la carga:** Contempla desde los aspectos físicos exteriores de la carga, hasta el contenido de la misma, tomando estos elementos idea la manera de actuar para realizar los movimientos de flujo. Así mismo identifica restricciones y capacidades necesarias para poder movilizar la carga, bien sea en un sentido de ingreso o salida.

Este elemento comprende el aspecto táctico de la operación dado el análisis previo que se debe tener antes de realizar la operación, en busca de reducir las posibilidades de cometer errores que repercutan a posterior en el desarrollo de la actividad logística generando un impacto negativo en las variables de control.

- **Requerimientos de operación:** Asumen desde la posición superior el control y determinación de acciones previas al desarrollo de la operación logística. Debe considerar cualquier aspecto que repercuta en el desarrollo de la operación afectando su desempeño o impidiendo su ejecución.

Asume el rol de elemento estratégico por la importancia y oportunidad de control que asume sobre los otros elementos, posee la visión global de la situación y debe plantear escenarios en los momentos previos, durante y posterior al desarrollo de la operación.

Cada uno de estos elementos permite visualizar de manera separada y conjunta, aspectos que llevan al desarrollo de ideas que permitan generar y alimentar concepto del sistema para el soporte a las decisiones que se plantea inicialmente. De igual forma abre una puerta a la discusión sobre las diferentes variables a tener en cuenta.

Tomado como referencia la definición dada para los elementos que soportan la concepción del sistema para el soporte a las decisiones se identifican requerimientos y sus respectivos responsables. Esto con el fin de definir el cuadro guía que servirá como insumo para la validación del sistema posterior a su desarrollo.

### 4.3.3. Requerimientos

Al momento de alimentar un concepto, como la proposición de un sistema para el soporte a las decisiones, es necesario identificar las salidas que se desean tener del mismo. Así desarrollar un proceso de ingeniería inversa con el fin de identificar los métodos y entradas que debe poseer el sistema para generar las salidas deseadas.

Motivados por el interés de obtener las entradas que permitan alimentar las salidas esperadas se define acorde con los actores potenciales identificados para su participación en el contexto para la ciudad de Bogotá. Así se definen de manera inicial elementos con los cuales estos actores pueden aportar información que alimente el sistema.

Siglas	Significado
TM	Medidas de tráfico
INF	Infraestructura
CM	Medios de Coordinación
COO	Coordinación
LOS	Servicios Logísticos
SR	Restricciones
PEA	Planificación de la actividad económica
TEC	Tecnologías
EXT	Externalidades (seguridad, costos, contaminación, etc ...)
LSC	Logística y Costos Sociales

TABLA 4.2. Factores implícitos en el desarrollo de operaciones en logística urbana.

Tomando en consideración la búsqueda de factores que alimenten a futuro el sistema de soporte a las decisiones, se definen una serie de elementos que recogen de manera global los posibles datos que un actor puede aportar al sistema. De esta manera se recoge parte de la interacción que se logró obtener con los diferentes actores de gobierno en el desarrollo de la actividad.

Así mismo es posible dar roles a estos actores en mira de la participación que tendrán acorde con el perfil en que se pueden ver involucrados. De esta manera es más visible las características sobre la información que demandan acorde a su misión, y que pueden estar captando información referente al caso de interés, la cual no posee un tratamiento adicional, permitiendo identificar oportunidades de desarrollo conjunto.

#### 4.3.3.1. Secretaría de movilidad:

La secretaría de movilidad lidera el seguimiento que se desarrolla de manera precisa en los siguientes factores y sobre esos dominios

- **TM:** Define normativa para el tráfico a nivel de distrito, y la legislación que afecta el tráfico y transporte;

- **INF:** El estado de la infraestructura vial afecta las condiciones que permiten a los ciudadanos un tránsito rápido y seguro dentro de la ciudad;
- **CM:** Regula los medios de transporte que se pueden movilizar dentro de la ciudad o en regiones específicas de la misma;
- **COO:** Proporciona coordinación necesaria en el transporte de carga que va hacia la ciudad, que genera un mayor flujo de tráfico, no incida en las necesidades generales de movilidad para los habitantes de la ciudad;
- **PEA:** Evalúa la concentración del tráfico de mercancías común en puntos específicos de la ciudad;
- **TEC:** Implementar tecnologías o investigaciones que afecten o puedan proporcionar a los usuarios una mejor movilidad.

#### 4.3.3.2. Secretaría de medio ambiente

La secretaría de ambiente vigila y promueve el seguimiento sobre los factores ambientales en la ciudad, que pueden ser afectados por la operación logística de la siguiente forma.

- **INF:** Dar apoyo al desarrollo de la planificación urbana, mejorando las condiciones de movilidad para los ciudadanos que deben llevar a cabo sus actividades;
- **EXT:** Proteger el entorno, afectados por el desarrollo de operaciones, proporcionando herramientas para la reducción del efecto producido. ;
- **LSC:** Evaluar costos esperados, horas de trabajo perdidas o los pedidos retrasados, pueden generar malestar en zonas residenciales, afectando a los habitantes de estas áreas.

#### 4.3.3.3. Secretaría de Desarrollo Económico

La secretaría promueve y desarrolla estrategias de seguimiento y mejora de las actividades logísticas de la siguiente manera

- **CM:** El ingreso recibido por el transporte de mercancías, se ve afectados por las características de los vehículos y/o operación,
- **COO:** La falta de coordinación en el transporte genera un exceso de costos, en comparación con las empresas que realizan la misma coordinación acorde al volumen de carga y pedidos realizados.
- **LOS:** Existen empresas dedicadas a la prestación de servicios logísticos, que ofertan dentro de su portafolio un gran número de servicios asociados a la carga y sus derivados.
- **PEA:** La aglomeración por características económicas para las actividades de la ciudad, permitiendo establecer nodos demandantes y generadores de carga de acuerdo al caso.

- **EXT:** Indicadores de factores externos como robo a productores, costos por pérdida en la capacidad de producción o que afectan económicamente a las empresas en términos de ventas.
- **LSC:** Los costos de operación para la logística, y la madurez del producto, caen en la empresa productora del cliente.

#### 4.3.3.4. Ministerio de Transporte

El ministerio gobierna sobre los aspectos de transporte e infraestructura a nivel nacional. Afectando la operación logística en alguno de los siguientes aspectos

- **TM:** El ministerio está a cargo de dirigir, plantear y emitir medidas y reglas sobre el uso de la carretera, que deben cumplirse con medidas locales.
- **INF:** El Ministerio de Transporte es responsable de ejecutar proyectos para las obras de carretera, mar, río, ferrocarril y aire en toda la infraestructura del país, incluidas las obras locales.
- **CM:** Ministerio por el estado de las carreteras, define los requerimientos que poseen los modos de transporte para el manejo de mercancías.
- **SR:** El ministerio es responsable de emitir reglas asociadas al tránsito, condicionales bajo ciertas circunstancias que permiten una mayor movilidad para los ciudadanos.
- **PEA:** Como representante del gobierno nacional, poseen interés de promover técnicas para mejorar la forma de manejo local para la carga.
- **TEC:** El uso de la tecnología permite al ministerio compartir la información que le podría mejorar las condiciones en que operan los actores involucrados, y el adecuado uso y gestión de la infraestructura.
- **EXT:** Las decisiones de esta entidad se reflejan en temas de seguridad nacional, contaminación, entre otros.
- **LSC:** Los costos logísticos reflejan las condiciones de ciudades, y país que forman parte de la planificación que tenemos sobre la infraestructura vial del país que está a cargo de esta entidad.

#### 4.3.3.5. Alcaldía

Lidera el desarrollo de todas las medidas tomadas sobre operación logística. Delegando en sus entidades la ejecución de las mismas.

- **INF:** Dentro de las funciones y el presupuesto de la ciudad esta asegurar un buen estado de las carreteras en sus perímetro urbano y definir las necesidades de en diferentes zonas del territorio.
- **SR:** Se deben incluir dentro de las regulaciones del distrito la participación ciudadana con el fin de atender los problemas que afectan a la ciudad.
- **LSC:** Deben gestionar el presupuesto que se designan para los proyecto de movilidad, transporte, oportunidades, etc.

#### 4.3.3.6. Policía Nacional

Proporciona apoyo e imparte justicia acorde con lo determinado en los códigos establecidos para la entidad.

- **COO:** La policía nacional tiene la capacidad y el deber de garantizar el orden público mediante métodos respaldados en la ley los cuales permitan promover el buen uso del espacio público.
- **SR:** La policía nacional debe hacer cumplir las reglas especiales hechas en todo el Distrito Capital.
- **EXT:** La Policía Nacional debe garantizar el uso y cumplimiento adecuados de las normas de contaminación y seguridad en todo Bogotá

Al definir algunos valores cruzados entre las entidades, es necesario identificar nodos de interés que sean representativos de diferentes entidades, con el fin de establecer los requisitos de datos que abordan los problemas identificados. Por lo tanto, la ciudad promueve una identificación de problemas, asociados a los posibles datos que entregaran en su participación.

La recolección de datos para desarrollar el proceso para la toma de decisiones, requiere de aspectos como la estimación de flujos asociados a carga (matrices origen / destino), y se pueden definir mapas de calor para identificar las acciones prioritarias para abordar áreas, así como una caracterización primaria para los flujos de datos que ingresan y salen sobre diferentes áreas.

### 4.4. Proposición para la validación de hipótesis

Considerando la magnitud que posee las condiciones de cargue y descargue en la ciudad, que para ciertos sectores es una problemática necesaria para el desarrollo de las actividades diarias de la ciudad, requiere de ser atendida y buscar opciones de mejora. Acorde con ello se identificaron elementos contenidos dentro de la identificación del caso de estudio para los diferentes actores.

Esto se realizó de manera secuencial acorde con los acercamientos que se pudieron mantener durante el desarrollo de los proyectos asignados al grupo de investigación SEPRO, del cual se pudieron rescatar elementos valiosos desde diferentes perspectivas, como lo son operacionales, con los transportadores, estratégicas, con algunas entidades de gobierno y académicas, con referentes internacionales interesados en el tema

A continuación se listan algunos de los acercamientos que se tuvieron mediante proyectos desarrollados con el grupo de investigación SEPRO, en los cuales se realizó contacto con actores propios de las operaciones de cargue y descargue:

- **DIAGNÓSTICO Y FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS DE GESTIÓN DE LAS OPERACIONES LOGÍSTICAS ASOCIADAS AL CARGUE Y DESCARGUE DE MERCANCÍAS EN 10 ZONAS DE BOGOTÁ - (Secretaria Distrital de Movilidad - Bogotá)**

- PRESTACIÓN DE SERVICIOS PARA LA REALIZACIÓN DE UNA INVESTIGACIÓN QUE ANALICE LA OPERATIVIDAD DE LOS REQUISITOS TÉCNICOS DE HOMOLOGACIÓN DE VEHÍCULOS DE CARGA Y PASAJEROS. - (Ministerio de Transporte)
- DESARROLLO DE UNA CONSULTORÍA PARA DISEÑAR E IMPLEMENTAR UN PILOTO DE CARGUE Y DESCARGUE NOCTURNO EN EMPRESAS DE DOS UNIDADES DE PLANEAMIENTO ZONAL (UPZ) BOGOTÁ. - (Invest in Bogotá).

Procurando conocer de primera mano la opinión de academia y entidades con vocación a atender las iniciativas propuestas de cambio con miras a solucionar problemas cotidianos se consulto con la *Unidad de Coordinación Público Privada para el Mejoramiento de la Logística de Bogotá Región*. Abiertamente los integrantes de la Unidad estuvieron abiertos a colaborar con la información que fuese necesaria.

Mediante una serie de reuniones con la gerencia se depuro la colección de indicadores y elementos identificados como problemática asociada a la evaluación del desempeño en operaciones de cargue y descargue, tanto como a su coordinación. La aproximación que se desarrolló con la Unidad permitió validar y refinar la descripción de ciudad planteada.

Teniendo en consideración el papel transversal que juega la unidad, con diferentes entidades, y los proyectos que desarrolla en mira al mejoramiento de la logística en Bogotá, se consideró pertinente su participación para la validación de estas condiciones. Así mismo podrían aportar la perspectiva de privados, tanto como de entidades públicas a la propuesta.

De igual forma a partir de las discusiones sostenidas con la unidad, se encontró concordancia entre los proyectos planteados a futuro para la ciudad, siendo esta la abanderada en el desarrollo de las mismas. Reiterando la colaboración recibida por parte de la gerencia, se identificaron elementos vistos como oportunidades, las cuales son descritas en las estrategias propuestas, esto teniendo en consideración las dinámicas propias de la ciudad.

Así mismo se realizaron consultas independientes con transportadores sobre las situaciones de cargue o descargue en diferentes contextos y condiciones, de la cuales sobresale dificultades o nulidad en la recepción de información. Esta es asumida como el conjunto de diferentes aspectos que conciernen a cada uno de los actores de la ciudad.

## 4.5. Limitaciones

El desarrollo de un sistema para soporte a las decisiones requiere de un gran esfuerzo articulado como se ha resaltado en el desarrollo de este documento, sin decir que sea un trabajo fácil y con resultados a corto plazo. Por ello su puesta en práctica no es un trabajo que se deba tener presupuestado a corto plazo y soportado únicamente en datos existentes.

Si bien no está contemplado en el alcance de la propuesta el desarrollo de la idea para un sistema de soporte a las decisiones permite dar visión del alcance que puede tener

una iniciativa de este nivel en una ciudad como Bogotá. Así mismo el trabajo de vincular activamente a los actores no inicia con plan de acción y su definición de actividades, sino del incentivo de las entidades que gobiernan.

De igual forma es necesario establecer mecanismos que permitan garantizar el uso que se dará a la información que se proporcione por parte de los actores que hagan parte de la iniciativa. Así es posible incentivar los diferentes actores a proporcionar la información que poseen y desarrollar elementos que enriquezcan el desarrollo de esta iniciativa.

Por ello se deja como punto de partida el marco conceptual de articulación con actores públicos, los cuales son el atractivo para vincular a los diferentes actores privados que existen en el desarrollo de actividades logísticas. Así empieza el proceso de articulación entre actores públicos y privados que sirva como motor para el desarrollo de sistema para soporte a las decisiones.

Teniendo en cuenta lo evidenciado en las interacciones desarrolladas con diferentes actores, y el contexto en que se desarrollan las operaciones de logística urbana en la ciudad. Por ello se sugiere que articulen una red entre actores con actividades en común los otros, de esta manera es posible establecer un sistema modular que se expanda a media que incrementa la cantidad de actores.

La estimación económica de esta propuesta es difícil, por no decir irresponsable de estimar dado el alto número de variables involucradas, esto hace que asumir escenarios de viabilidad, o factibilidad sin tener en consideración las condiciones existentes, lo cual se considera inválido. Por ello se deja a criterio y validación conceptual de la comunidad académica este trabajo.

## 4.6. Estrategias de Coordinación

En el contexto de las operaciones que se dan en la ciudad de Bogotá se han mostrado elementos que dan muestra de la problemática asociada a la falta de coordinación en el desarrollo de operaciones como el cargue o descargue. Por este motivo recogiendo los elementos presentados a lo largo del documento se proponen 3 estrategias que permiten desarrollar el concepto de coordinación.

Con ello se pretende proponer elementos acordes a las necesidades existentes en el contexto local, identificados en los proyectos de investigación que se han desarrollado por parte de la Universidad Nacional. Si bien algunos han sido desarrollados en ciertas empresas su difusión hacia todos los actores no se ha desarrollado, ni implementado de la misma manera.

Estas estrategias surgen de la interacción que se obtuvo con diferentes empresas que desarrollaban sus operaciones de cargue y descargue en la ciudad de Bogotá. Así mismo teniendo en cuenta la participación e interacción desarrollada con interesados de la logística, en particular aquella que trabaja problemas de ciudad, como lo es la logística urbana.

### 4.6.1. Transporte colaborativo

Parte de la agrupación y coordinación de un grupo definido por actores con el fin de aprovechar la capacidad máxima de los vehículos, homogeneizando la carga que transporta e identificando su procedencia o destino mediante el uso de etiquetas RFID o códigos de barra. Así es posible identificar la carga al momento de ser entregada en su destino.

Usando esta método de transporte colaborativo se reduce teóricamente el impacto ambiental que trae consigo el proceso de distribución, tomando en consideración la reducción en el uso de vehículos y usando la capacidad optima estimada para el vehículo. Esta condición es sujeta a la información proporcionada en la ficha técnica del vehículo y por topografía de la ciudad.

Si bien es una alternativa para pequeños y medianos actores ubicados en un área definida, es posible expandir la alternativa a grandes compañías que posean focos de interés específicos. Así es factible contar con una participación dinámica de los actores que operan en las zonas determinadas, proponiendo nuevos modelos propios para cada caso.

De igual forma el desarrollo de esta estrategia procura atender problemas globales, disminuyendo el requerimiento de tecnologías, como el de infraestructura, e incidir en la reducción de tiempos. Todo lo mencionado se desarrolla mediante la articulación participativa de los diferentes actores, motivados por incentivos de parte del gobierno local para adoptar las estrategias.

### 4.6.2. Compartir de información

Las actividades de cargue y descargue en gran parte de la ciudad ocupan infraestructura exterior de las instalaciones donde se ubican los actores, en estas operaciones invaden el espacio determinado para los demás actores del sector. Resultado de ello se evidencia en problemas de movilidad, conflictos en el desarrollo de las operaciones por otros actores en simultaneo, entre otros.

El cohesionar los diferentes participantes en actividades logísticas de una zona, permite compartir información sobre el desarrollo de las operaciones, buscando generar una planificación adecuada del uso de recursos. Así se reducen la cantidad inconvenientes por conflicto en el uso de recursos por parte de los actores existentes en el área de interés.

Esta iniciativa debe ser soportada sobre la firma de acuerdos, o contratos de confidencialidad con el fin de garantizar el buen uso de la información proporcionada. Esto como una medida que garantice la seguridad de las actividades que se realizarán de acuerdo con la información proporcionada, la cual debe ser alimentada con una frecuencia determinada.

Esta iniciativa obtiene una mayor robustez cuando se involucra un actor que valida las condiciones establecidas entre los actores, promoviendo el desarrollo de las actividades.

En el mejor de los casos este actor puede ser una unidad de gobierno que supervisa y promueve el uso de estas iniciativas en contextos con problemáticas similares.

### 4.6.3. Adopción sistemas de información

Contemplada como la estrategia más compleja dado el nivel de participación y elementos que requiere, se debe contemplar como una proposición que venga desde la integración de varios actores o motivación del gobierno local. Su alcance depende de la articulación por parte de los diferentes actores y por la motivación de adoptar este tipo de herramientas.

Si bien para el contexto definido para la ciudad de Bogotá, un sistema para el soporte a las decisiones permite integrar desde diferentes niveles herramientas que favorezcan el desarrollo de operación logística. Esto va estrechamente ligado con la oferta de alternativas que se adhieran al sistema, y en concordancia con las capacidades operativas y requerimientos propios de cada actor.

El sistemas de información debe ser alimentados con datos propios de cada actor, que sean acordes a las operaciones y requerimientos propios. Así se puede mediante el procesamiento por medio de motores lógicos definidos usando las restricciones definidas conjuntamente, proporcionar alternativas que sean acordes a las situaciones planteadas para la ejecución.

Su proceso de desarrollo y aplicación se puede soportar mediante la integración de otras alternativas conjuntas, o propias de un actor. Así mismo se propone establecer áreas de cobertura para su uso, que sean expansivas y localizadas en focos críticos dela ciudad, permitiendo dar una expansión que derive en la adición con otro punto focal intervenido.

### 4.6.4. Análisis de estrategias

Retomando los elementos propuestos como estrategias y haciendo la conexión con las diferentes alternativas vistas en el capítulo 3, se realizo una búsqueda sobre un DSS puesto en marcha, que cumpliera con las condiciones identificadas en la propuesta. De esta manera fue viable limitar el alcance de la propuesta conociendo de primera mano la restricciones y diferentes opiniones de actores locales.

Acorde a ello se encontró como referente el proyecto ANONNA (Aide à la décision pour le développement de schémas logistiques urbains durables), el cual es un surge en el marco de la convocatoria a proyectos de Smart cities en Francia. Dado su desarrollo y características particulares del mismo, se considera como referente para evaluar los beneficios de estas herramientas.

A continuación se describe de manera sucinta la aproximación que se tuvo con este proyecto y el acompañamiento brindado por la cabeza líder del mismo, que a su vez contribuyo como co-director de este trabajo, el doctor Jesús Gonzalez-Feliu profesor del École des mines de Saint Étienne.

#### 4.6.4.1. ANNONA

El proyecto ANNONA, cuya interpretación al español es visto como un sistema de soporte a las decisiones para el desarrollo de operación logística urbana sostenible. Este proyecto inició a finales de 2013, y es promovido por la Agencia Nacional de la Investigación, reconocido a nivel europeo por su relevancia hacia el desarrollo de problemas en ciudad del siglo XXI.

Su fundamento parte de la definición del transporte de mercancías en ciudad como un "Mal necesario", uno que capta la atención de grandes investigadores a nivel mundial y principalmente en Europa, por las condiciones de sus ciudades. Este sistema se estructura en estudios realizados sobre las buenas prácticas de la logística urbana, y las características a tener en cuenta para su ejecución.

El proyecto ha mostrado durante su desarrollo que el diseño de soluciones para logística urbana es un ejercicio complejo por parte de la influencia política, la viabilidad y evaluación económica, los beneficios ambientales y sociales que surgen acorde con los diferentes escenarios posibles. La búsqueda de una aproximación a la realidad hace difícil de considerar todos los factores posibles.

Así mismo considerando los intereses del proyecto, vistos como la adecuación de los espacios urbanos con vocación hacia la logística, una que tenga en cuenta las condiciones medio ambientales, los servicios y usuarios que co-accionan todos los días. Por ello consideran como fundamental el reunir información que permita la toma de decisiones con un enfoque "solución".

Actualmente se encuentra en fase para la estructuración de módulos que constituirán un simulador de escenarios para evaluar estrategias orientadas a la distribución de mercancías a través de una interfaz basada en SIG. Como lo indica el nombre del proyecto, este simulador es una herramienta que facilita el proceso de análisis y toma de decisiones colectivas en procesos de logística de ciudad.

El proyecto ANNONA cuenta con intervención en su desarrollo por parte de una universidad colombiana, y espera hacer su presentación definitiva para inicio de pruebas a finales de 2017. Su propuesta esta siendo estudiada por parte de ciudades con una mayor dimensión que Saint Étienne para replicar su uso en las mismas.

#### 4.6.4.2. Comparación de ANNONA al contexto de estudio

Como bien se menciona anteriormente las condiciones en que se aplica este sistema es en comparación con el contexto de estudio contenido en este trabajo es considerable, no solo en tamaño, sino en las dinámicas que consigo las acompañan. Actualmente en colaboración con la cabeza del proyecto se pudo realizar comparación de los módulos que se encuentran propuestos y en fase de desarrollo para la puesta en marcha de este sistema.

Si bien se ha mencionado de manera reiterada en este documento, las condiciones de aplicabilidad que puede tener la propuesta son significativas en comparación con otros mecanismos. Algunos casos muestran que el retraso para desarrollar y poner en marcha de estos sistemas va de la mano con las condiciones propias de las ciudades y sus entes de

control, tanto así como con la activa participación de los actores.

Las condiciones propias del proyecto ANNONA representan un presupuesto de 550.000 euro, según reporte de la agencia nacional de investigación francesa. Así mismo la extensión representa un 20% del área urbana en Bogotá, y cuenta con total apoyo por parte de *Saint Étienne métropole*, quien hace la función de alcaldía y demás secretarías de control para el contexto de Bogotá.

El desarrollo histórico y la atención por las operaciones de logística en ciudad que muestra ciudades e iniciativas como esta dan un panorama favorable frente a la proposición de iniciativas con vocación a romper esquemas e innovar con alternativas que salgan del concepto de inversión en infraestructura física. La adopción de tecnologías blandas muestra oportunidades de mejora a futuro.

---

---

## Conclusiones

---

---

Al hablar de logística urbana aparecen diferentes oportunidades de investigación teniendo en cuenta las perspectivas en que se mueve las tendencias emergentes para la logística de hoy en día. Por ello y como resultado de este estudio se enmarcan elementos que resultaron del trabajo realizado con el fin de cumplir con los objetivos propuestos para el mismo.

- Las condiciones propias en que se desarrolla el cargue o descargue no dependen en gran parte de las capacidades propias de los actores, sino de las restricciones impuestas por el entorno. Lo cual genera dificultades que se evidencian en demoras durante el desarrollo de la operación o generación de efectos colaterales para el entorno;
- La aplicación de medidas asociadas al control e imposición de restricciones para desarrollar actividades como el cargue o descargue entorpecen el desarrollo de las misma, dificultando su ejecución y promoviendo el desarrollo de prácticas inadecuadas que inciden de manera directa en el entorno donde se realizan;
- La complejidad de las ciudades latinoamericanas permiten evidenciar el requerimiento frente a la atención de problemáticas asociadas a logísticas urbana donde la inversión en desarrollo de infraestructura física no garantiza mejoras en el sistema, abriendo la oportunidad a tecnologías emergentes con un bajo o mínimo factor de intervención física;
- La adopción de herramientas como lo son las tecnologías de información requieren un proceso gradual para su desarrollo y puesta en marcha, por condiciones asociadas al rechazo por parte de los actores quienes justifican que la captación y procesamientos de los datos resultados de su operación pueden afectarlos si actores de control los intervienen;
- La conciencia en cuanto al desarrollo de operación logística se enmarca en la actualidad hacia dos variantes donde las tecnologías de información toman una participación importante, vista desde la capacidad de respuesta ante situaciones no contempladas en la hoja de ruta para el desarrollo de la operación, y los efectos ambientales que trae consigo las operaciones de logística urbana.

Tomando como referencia lo planteado en la formulación del proyecto de investigación se concluye el mismo con la proposición de 3 estrategias para coordinación en operaciones de cargue y descargue mediante el uso de tecnologías de información. Con ello se da

cumplimiento a los objetivos específicos planteados en la propuesta desarrollado de la siguiente forma:

- Se identificó y analizó el estado actual de los modelos de coordinación propuestos en la literatura,
- Se caracterizaron los actores participantes en operaciones de cargue y descargue urbano de mercancías en la ciudad de Bogotá
- Mediante el análisis de propuestas sobre logística urbana se verificó el uso de tecnologías de información como mecanismo asociado para coordinar actores. Se propuso lineamientos de coordinación mediante el uso tecnologías de información

---

---

## Trabajo futuro

---

---

A continuación se listan parte de los trabajos futuros que surgen del desarrollo de investigación, y algunos otros evidenciados durante el proceso que se realizó para el desarrollo de la investigación.

- Implementar sistemas de información a nivel de piloto con pequeños y medianos actores de zonas con restricciones operativas.
- Diseño de herramientas que faciliten los procesos de cargue y descargue en condiciones con recursos limitados
- Desarrollo de procesos como el cargue y descargue en vía para horarios nocturnos
- Evaluación ambiental del desarrollo de operaciones logísticas en ciudad con procesos compartidos entre actores
- Evaluación del cambio de tecnología para la reducción de emisiones en operaciones de logística urbana
- Análisis del cambio a vehículos eléctricos para el desarrollo de entregas cercanas a nodos de convergencia de material
- Alternativas de evacuación, atención y aprovisionamiento de ciudades en situaciones de desastres



---

---

## Bibliografía

---

---

- [1] Zainah Abdullah and Rosidah Musa, *The Effect of Trust and Information Sharing on Relationship Commitment in Supply Chain Management*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* **130** (2014), 266–272.
- [2] Payman Ahi and Cory Searcy, *A comparative literature analysis of definitions for green and sustainable supply chain management*, *Journal of Cleaner Production* **52** (2013), 329–341.
- [3] Martin Albrecht, *Supply Chain Coordination Mechanisms*, *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, vol. 628, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2010.
- [4] Jabir Ali and Sushil Kumar, *Information and communication technologies (ICTs) and farmers' decision-making across the agricultural supply chain*, *International Journal of Information Management* **31** (2011), no. 2, 149–159.
- [5] Julian Allen, Michael Browne, Allan Woodburn, and Jacques Leonardi, *A Review of Urban Consolidation Centres in the Supply Chain Based on a Case Study Approach*, **15** (4) (2015), no. 39, 100–111.
- [6] Christian Ambrosini, Jesús González-Feliu, and Florence Toilier, *A design methodology for scenario-Analysis in urban freight modelling*, *European Transport - Trasporti Europei* (2013).
- [7] Nilesh Anand, Hans Quak, Ron van Duin, and Lori Tavasszy, *City Logistics Modeling Efforts: Trends and Gaps - A Review*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* **39** (2012), 101–115.
- [8] Arshinder, Arun Kanda, and S. G. Deshmukh, *Supply chain coordination: Perspectives, empirical studies and research directions*, *International Journal of Production Economics* **115** (2008), no. 2, 316–335.
- [9] Kaur Arshinder, Arun Kanda, and S G Deshmukh, *Supply Chain Coordination under Uncertainty*, 2011.
- [10] Banco Interamericano de Desarrollo (BID), *Megaciudades e infraestructura en América Latina*, (2014).
- [11] Christian Bechet and Jayanth Jayaram, *Supply chain management: a strategic perspective*, 1997, pp. 15–34.

- 
- [12] Yann Bouchery, Asma Ghaffari, and Zied Jemai, *Key Performance Indicators for Sustainable Distribution Supply Chains : Set Building Methodology and Application*, (2010).
- [13] Marcus Brandenburg, Kannan Govindan, Joseph Sarkis, and Stefan Seuring, *Quantitative models for sustainable supply chain management: Developments and directions*, *European Journal of Operational Research* **233** (2014), no. 2, 299–312.
- [14] Lisa Bromley, *IRC 2005 Creating value through the supply chain*, *Polymer Testing* **24** (2005), no. 3, 404.
- [15] Satyaveer S. Chauhan and Jean-Marie Proth, *Analysis of a supply chain partnership with revenue sharing*, *International Journal of Production Economics* **97** (2005), no. 1, 44–51.
- [16] Antonio Comi and Luca Rosati, *CLASS: A City Logistics Analysis and Simulation Support System*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* **87** (2013), 321–337.
- [17] Laetitia Dablanc, Jesús González-Feliu, Virginie Augereau, Jacques Leonardi, Tommaso Simmeone, Luis Cerd, Laetitia Dablanc, Jesus Gonzalez-feliu, and Virginie Augereau, *SUGAR Sustainable Urban Goods Logistics Achieved by Regional and Local Policies City Logistics Best Practices: A Handbook for Authorities*, (2011).
- [18] Barbara Dinter, *Success factors for information logistics strategy - An empirical investigation*, *Decision Support Systems* **54** (2013), no. 3, 1207–1218.
- [19] P. Fiala, *Information sharing in supply chains*, *Omega* **33** (2005), no. 5, 419–423.
- [20] Brian Fugate, Funda Sahin, and John T Jt Mentzer, *Supply chain management coordination mechanisms*, *Journal of Business Logistics* **27** (2006), no. 2, 129–161.
- [21] Gianpaolo Ghiani and Gilbert Laporte, *Introduction to Logistics Systems Planning and Control*, 2004.
- [22] Ilaria Giannoccaro and Pierpaolo Pontrandolfo, *Supply chain coordination by revenue sharing contracts*, *International Journal of Production Economics* **89** (2004), no. 2, 131–139.
- [23] Jesus Gonzalez-Feliu, *Models and Methods for the City Logistics: The Two-Echelon Capacitated Vehicle Routing Problem*.
- [24] Jesús González-Feliu, Christian Ambrosini, and Jean-Louis Routhier, *New trends on urban goods movement modelling: proximity delivery versus shopping trips*, *European Transport - Trasporti Europei* (2012).
- [25] Jesús González-Feliu, Miguel Gastón Cedillo-campo, and Jorge Luis García-alcaraz, *An emission model as an alternative to O-D matrix in urban goods transport modelling* *Un modelo de emisión como una alternativa a la generación de matrices O-D para modelar el transporte urbano de carga*, **81** (2014), no. 187, 249–256.
- [26] Jesús González-Feliu and Josep-Maria Salanova, *Defining and Evaluating Collaborative Urban Freight Transportation Systems*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* **39** (2012), 172–183.

- 
- [27] F Haghghat, *The Impact of Information Technology on Coordination Mechanisms of Supply Chain*, **3** (2008), no. Supple 2, 74–81.
- [28] Markus Hesse and Jean Paul Rodrigue, *The transport geography of logistics and freight distribution*, *Journal of Transport Geography* **12** (2004), no. 3, 171–184.
- [29] J Holguín-Veras, Cara Wang, and Michael Browne, *The New York City Off-hour Delivery Project: Lessons for City Logistics*, *Procedia-Social and ...* **125** (2014), 36–48.
- [30] José Holguín-Veras, Felipe Aros-Vera, and Michael Browne, *Agent interactions and the response of supply chains to pricing and incentives*, *Economics of Transportation* **4** (2015), no. 3, 147–155.
- [31] Dewan Md Zahurul Islam, J. Fabian Meier, Paulus T. Aditjandra, Thomas H. Zunder, and Giuseppe Pace, *Logistics and supply chain management*, *Research in Transportation Economics* **41** (2013), no. 1, 3–16.
- [32] Miguel Jaller, Iván Sánchez-Díaz, and José Holguín-Veras, *Identifying Freight Intermediaries: Implications for Modeling of Freight Trip Generation Miguel*, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* **2478** (2015), 48–56.
- [33] Miguel Jaller, Xiaokun (Cara) Wang, and Jose Holguin-Veras, *Large urban freight traffic generators: Opportunities for city logistics initiatives*, *The Journal of Transport and Land Use* **8** (2015), no. 1, 51.
- [34] Assey Mbang Janvier-James, *A New Introduction to Supply Chains and Supply Chain Management: Definitions and Theories Perspective*, *International Business Research* **5** (2011), no. 1, 194–207.
- [35] Douglas M Lambert, *Supply Chain Management*, **8** (2001), no. 1, 13–36.
- [36] Sijie Li, Zhanbei Zhu, and Lihua Huang, *Supply chain coordination and decision making under consignment contract with revenue sharing*, *International Journal of Production Economics* **120** (2009), no. 1, 88–99.
- [37] Xiuhui Li and Qinan Wang, *Coordination mechanisms of supply chain systems*, *European Journal of Operational Research* **179** (2007), no. 1, 1–16.
- [38] Zahra Lotfi, Muriati Mukhtar, Shahnorbanun Sahran, and Ali Taei Zadeh, *Information Sharing in Supply Chain Management*, *Procedia Technology* **11** (2013), no. Iceei, 298–304.
- [39] Rhonda R. Lummus, Dennis W. Krumwiede, and Robert J. Vokurka, *The relationship of logistics to supply chain management: developing a common industry definition*, *Industrial Management & Data Systems* **101** (2001), no. 8, 426–432.
- [40] Nikolaos Madenas, Ashutosh Tiwari, Christopher J. Turner, and James Woodward, *Information flow in supply chain management: A review across the product lifecycle*, *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology* **7** (2014), no. 4, 335–346.

- 
- [41] Joëlle Morana, *Les décisions tactiques et opérationnelles d ' une mutualisation d ' un système de distribution : le cas du groupe NMPP Les décisions tactiques et opérationnelles d ' une mutualisation d ' un système de distribution : le cas du groupe NMPP*, (2010), 1–17.
- [42] ———, *Sustainable Urban Logistics: Concepts, Methods and Information Systems*, (2014), 21–36.
- [43] E.W.T. Ngai, Kee-Hung Lai, and T.C.E. Cheng, *Logistics information systems: The Hong Kong experience*, *International Journal of Production Economics* **113** (2008), no. 1, 223–234.
- [44] Katarzyna Nowicka, *Smart City logistics on cloud computing model*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* **151** (2014), 266–281.
- [45] Jairo Enrique Parra Herrera, Laura Vanessa Palacios Argüello, Jesus Gonzalez-Feliu, Wilson Adarme Jaimes, J. Ali, S. Kumar, R. Bozzo, A. Conca, F. Marangon, A. Comi, L. Rosati, A. Comi, L. Rosati, F. P. Deflorio, J. Gonzalez-Feliu, G. Perboli, R. Tadei, Y. Ding, B. Dinter, L. Faure, P. Burlat, G. Marquès, J. Gonzalez-Feliu, J. Morana, J. M. Salanova Grau, T. Y. Ma, J. Gonzalez-Feliu, J. L. Routhier, O. Guyon, N. Absi, D. Feillet, T. Garaix, D. Ivanov, B. Sokolov, J. Kaeschel, Z. Lotfi, M. Mukhtar, S. Sahran, A. T. Zadeh, J. V. Pereira, D. Prajogo, J. Olhager, F. Sahin, E. P. Robinson, J. Zhang, and J. Chen, *Decision Support System Design Requirements, Information Management, and Urban Logistics Efficiency*., *Handbook of Research on Information Management for Effective Logistics and Supply Chains*, vol. 31, IGI Global, 2017, pp. 223–238.
- [46] Jorge Verissimo Pereira, *The new supply chain's frontier: Information management*, *International Journal of Information Management* **29** (2009), no. 5, 372–379.
- [47] Pietro Romano, *Co-ordination and integration mechanisms to manage logistics processes across supply networks*, *Journal of Purchasing and Supply Management* **9** (2003), no. 3, 119–134.
- [48] Funda Sahin and E. Powell Robinson, *Information sharing and coordination in make-to-order supply chains*, *Journal of Operations Management* **23** (2005), no. 6, 579–598.
- [49] Aijaz a. Shaikh and Heikki Karjaluo, *Making the most of information technology & systems usage: A literature review, framework and future research agenda*, *Computers in Human Behavior* **49** (2015), 541–566.
- [50] Hartmut Stadtler and Christoph Kilger, *BOOK —Supply Chain Management and Advanced Planning*, 2005.
- [51] Steer Davies y Gleave Limited, *Actualización y ajuste de la matriz origen destino del transporte de carga en la ciudad de Bogotá D.C.*, (2015).
- [52] James R. Stock and Stefanie L. Boyer, *Developing a consensus definition of supply chain management: a qualitative study*, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* **39** (2009), no. 8, 690–711.
- [53] Inda Sukati, Abu Bakar Hamid, Rohaizat Baharun, and Rosman Md Yusoff, *The Study of Supply Chain Management Strategy and Practices on Supply Chain Performance*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* **40** (2012), 225–233.

- 
- [54] Dai Tamagawa, Eiichi Taniguchi, and Tadashi Yamada, *Evaluating city logistics measures using a multi-agent model*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* **2** (2010), no. 3, 6002–6012.
- [55] Keah Choon Tan, *A framework of supply chain management literature*, *European Journal of Purchasing & Supply Management* **7** (2001), no. 1, 39–48.
- [56] Eiichi Taniguchi, *Concepts of City Logistics for Sustainable and Liveable Cities*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* **151** (2014), 310–317.
- [57] Eiichi Taniguchi, Russell G. Thompson, and Tadashi Yamada, *Emerging Techniques for Enhancing the Practical Application of City Logistics Models*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* **39** (2012), 3–18.
- [58] ———, *Recent Trends and Innovations in Modelling City Logistics*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* **125** (2014), 4–14.
- [59] Joel S.E. Teo, Eiichi Taniguchi, and Ali Gul Qureshi, *Evaluating City Logistics Measure in E-Commerce with Multiagent Systems*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* **39** (2012), 349–359.
- [60] Tariq van Rooijen and Hans Quak, *City Logistics in the European CIVITAS Initiative*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* **125** (2014), 312–325.
- [61] Johan Visser, Toshinori Nemoto, and Michael Browne, *Home Delivery and the Impacts on Urban Freight Transport: A Review*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* **125** (2014), 15–27.
- [62] Ornkamon Wangapisit, Eiichi Taniguchi, Joel S.E. Teo, and Ali Gul Qureshi, *Multi-agent Systems Modelling for Evaluating Joint Delivery Systems*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* **125** (2014), 472–483.
- [63] Jarosław Witkowski and Maja Kiba-Janiak, *The Role of Local Governments in the Development of City Logistics*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* **125** (2014), 373–385.
- [64] Kun Xie, Urban Engineering, Kaan Ozbay, Urban Engineering, Hong Yang, Postdoctoral Associate, Urban Engineering, and William H Hart, *Modeling the Safety Impacts of Off-Hour Delivery Programs in Urban Areas*, (2015), no. 2478, 1–18.