



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# **Mecanismo de coordinación entre actores públicos y privados del sistema de transporte de carga de Colombia**

**Francy Tatiana Moreno Duarte**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ingeniería, Departamento de ingeniería de sistemas e industrial  
Bogotá, Colombia

2017



# **Mecanismo de coordinación entre actores públicos y privados del sistema de transporte de carga de Colombia**

**Francy Tatiana Moreno Duarte**

Tesis presentada como requisito para optar al título de:  
**Magíster en Ingeniería Industrial**

Director:

Ph.D, Wilson Adarme Jaimes

Línea de Investigación:

Logística

Grupo de Investigación:

SEPRO

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de ingeniería, Departamento de ingeniería de sistemas e industrial

Bogotá, Colombia

2017



## *Dedicatoria*

*Dedico mi tesis a mis padres Jeanet y Wilson, a Ana Maria, Isabela, John y Sandra por su apoyo incondicional, por su exigencia, amor, y comprensión constante para cumplir las metas que me propongo sin importar las circunstancias.*

*A mis amigos Natalia y Pedro porque sin su generosa ayuda no habría logrado dar el último pasó para cumplir este proyecto.*

*Al grupo de investigación SEPRO por generar un espacio de aprendizaje a nivel académico y personal especialmente al profesor Wilson quien trabaja perseverantemente por el crecimiento del grupo y de sus investigadores y a mis amigos elite.*



## Resumen

El transporte de carga tiene un impacto directo en la economía de un país y en el desarrollo de las operaciones de las cadenas de suministro, en la revisión de la literatura de esta tesis se encuentra que por medio de mecanismos de coordinación se puede mejorar el desempeño general de las cadenas de suministro y del sistema de transporte. Los mecanismos de coordinación para el transporte principalmente se han desarrollado para la toma de decisiones operativas y tácticas, por esta razón en esta tesis se define un modelo para las decisiones estratégicas con el fin de aportar al vacío de la literatura encontrado, se propone un mecanismo de coordinación centralizado compartiendo información entre los actores que son parte del sistema y se evalúa por medio de la dinámica de sistemas cual es la rapidez para responder a necesidades de infraestructura, sostenibilidad, accesibilidad y Servicios logísticos y operación de transporte.

**Palabras clave: Transporte de carga, coordinación, cadena de suministro, decisiones estratégicas**

## Abstract

Freight transport has a direct impact on the economy of a country and on the development of supply chain operations. In the review of the literature of this thesis it is found that through coordination mechanisms performance can be improved of supply chains and the transport system. The coordination mechanisms for transport have mainly been developed for operational and tactical decision making, for this reason, this thesis defines a model for strategic decisions in order to contribute to the void of the literature found, a mechanism is proposed Of centralized coordination sharing information among the actors that are part of the system and is evaluated through the dynamics of systems which is the speed to respond to needs of infrastructure, sustainability, accessibility and Logistic services and transport operation.

**Keywords: Freight transport, coordination, supply chain, strategic decisions**



# Contenido

<b>Resumen .....</b>	<b>VII</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>2</b>
<b>1. Proyecto.....</b>	<b>5</b>
1.1 Antecedentes y justificación .....	5
1.2 Identificación del problema.....	7
1.3 Objetivos .....	7
1.3.1 Objetivo general.....	7
1.3.2 Objetivos específicos .....	7
1.4 Metodología .....	8
<b>2. Estado del arte.....</b>	<b>7</b>
2.1 Gestión de la cadena de suministro y logística .....	7
2.2 Coordinación .....	8
2.2.1 Mecanismos de coordinación.....	7
2.3 Logística de distribución y transporte .....	7
2.3.1 Niveles de planeación del transporte .....	6
2.3.2 Coordinación en el transporte .....	6
2.3.3 Problemáticas de tipo estratégico en el transporte de carga .....	7
<b>3. Caso de estudio.....</b>	<b>7</b>
3.1 Transporte en Colombia .....	7
3.1.1 Actores en el sistema de transporte Colombiano .....	8
3.2 Sistema de transporte cadena cárnica bovina .....	8
3.3 Descripción de la cadena .....	6
3.3.1 Actores directos .....	6
3.3.2 Actores indirectos .....	8
3.4 Problemáticas en la cadena cárnica bovina de tipo estratégico en el transporte de carga.....	8
<b>4. Mecanismo de coordinación .....</b>	<b>8</b>
4.1 Modelo conceptual .....	7
4.2 Modelo de simulación.....	8
4.3 Análisis de los resultados .....	10
<b>5. Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>12</b>
5.1 Conclusiones.....	12
5.2 Recomendaciones.....	15
<b>Anexo A: Certificados participación ponencias internacionales .....</b>	<b>16</b>

<b>Bibliografía .....</b>	<b>18</b>
---------------------------	-----------

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
Ilustración 1 Metodología .....	8
Ilustración 2 Documentos por año acerca de Coordinación en la cadena de suministro ...	8
Ilustración 3 Documentos por año acerca de Coordinación en el transporte .....	8
Ilustración 4 Documentos por año acerca de coordinación en el transporte de carga .....	8
Ilustración 5 Actores directos de la cadena productiva de carne bovina.....	6
Ilustración 6 Actores indirectos de la cadena productiva de carne bovina .....	7
Ilustración 7 Modelo de coordinación propuesto .....	8
Ilustración 8 Modelo de coordinación por medio de la programación dinámica .....	9
Ilustración 9 Resultado No 1 del modelo de coordinación por medio de la programación dinámica .....	10
Ilustración 10 Resultado No 2 del modelo de coordinación por medio de la programación dinámica .....	10
Ilustración 11 Resultado No 3 del modelo de coordinación por medio de la programación dinámica .....	11
Ilustración 12 Resultado No 4 del modelo de coordinación por medio de la programación dinámica .....	11

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 Definición Coordinación en la cadena de suministro (1982 - 2016).....	8
Tabla 2 Mecanismos de coordinación en el transporte de carga .....	6
Tabla 3 Principales actores en el transporte de carga en Colombia .....	6

## Lista de Símbolos y abreviaturas

### Subíndices

<b>Subíndice</b>	<b>Término</b>
SC	Cadena de suministro
SCM	Gestión de la cadena de suministro
CSCMP	(Council of Supply Chain Management Professionals)

---

---

# Introducción

La multiplicidad de actores en la cadena de suministro, incrementa la complejidad para la toma de decisiones, para mitigar esta complejidad se ha desarrollado la teoría de coordinación en la cadena de suministro, aproximadamente desde 1983. El desarrollo de la teoría de coordinación y su conceptualización se ha logrado por medio de diferentes estudios o investigaciones de diversas cadenas de suministros de bienes y servicios o específicamente de los procesos logísticos que debido a la globalización tienen diferentes actores incluso en diferentes partes del mundo.

Esta tesis se enfoca en la coordinación del transporte porque que se encontró en la literatura que para la planeación estratégica del transporte de carga no solo participan las entidades que están relacionadas directamente con el manejo de la carga sino que tiene un componente adicional y es la principal participación de los actores públicos cuyas decisiones impactan el desarrollo del transporte en cualquier cadena de suministro, lo que incrementa la complejidad del modelo de coordinación y que por lo tanto pocas investigaciones se han orientado por plantear modelos que involucren todos los actores tanto públicos como privados. Es por esta razón que para esta tesis se plantea el objetivo de proponer un mecanismo de coordinación entre actores públicos y privados para tomar este tipo de decisiones estratégicas en el transporte de carga.

Para dar cumplimiento al objetivo general En el capítulo 2 se realiza una revisión de la literatura acerca de la cadena de suministro, la coordinación en la cadena de suministro, mecanismos de coordinación y la coordinación en el transporte de carga. En el capítulo 3 con el objetivo de identificar los actores que son parte de las decisiones estratégicas en el transporte de carga primero se contextualiza cuáles son los principales actores en el transporte de carga en Colombia y se identifica en qué nivel de planeación participan.

Posteriormente se presenta como es la participación de los actores previamente identificados en una cadena de agropecuaria representativa de Colombia para definir las relaciones entre los actores y explicar si los actores relacionados directamente con la carga participan de alguna manera en las decisiones estratégicas. La cadena que se analiza es la cadena cárnica Bovina y se encuentra que la estructura descentralizada que se maneja actualmente no direcciona completamente las decisiones estratégicas como por ejemplo la sostenibilidad.

Con los resultados obtenidos de la caracterización teórica de la cadena cárnica bovina y a los fundamentos teóricos de coordinación en el transporte carga se plantea un modelo centralizado para la toma de decisiones estratégicas direccionados en cuatro pilares, la infraestructura, la sostenibilidad, la accesibilidad y los servicios logísticos y operación de transporte evaluando la rapidez por parte del sector público para responder a las necesidades de las cadenas de suministro por medio de la dinámica de sistemas. Se usa el software anylogic mostrando que la velocidad de respuesta incrementa lo que permite demostrar que se requieren ampliar los canales de comunicación entre las entidades privadas que movilizan la carga y las entidades públicas que toman decisiones a largo plazo para que tomen decisiones que en realidad beneficie la movilidad de la carga.

Parte de los resultados de esta investigación fueron presentados en dos congresos, en el XVIII Congreso panamericano de ingeniería de tránsito, Transporte y Logística 2014, se presentó el artículo "Coordination strategies between public and private actors in the process of transporting the beef chain" y en European Transport Conference 2014, con la ponencia "The effect of the application of the Silver-Meal method in the aggregated supply chain, analysis using a multi-agent system".



# Capítulo 1

## 1. Proyecto

### 1.1 Antecedentes y justificación

El transporte ha sido considerado como el componente vertebral de la distribución en las cadenas de suministro (Castellanos, 2009) y se puede definir como toda actividad orientada a trasladar los productos desde su punto de origen hasta su punto de destino por medio de un modo de transporte, estas actividades están condicionadas por aspectos como la calidad del servicio (seguridad, rapidez, puntualidad, información y control del transporte) y los costos e inversiones de capital, la ponderación de la importancia de estos factores permitirá el elegir modo de transporte favorable para el tipo de producto a movilizar y para la satisfacción de los clientes (Anaya, 2009), con el fin de lograr un servicio de calidad, flexible y con un mínimo coste

El sistema de transporte de carga está conformado por entidades, equipos, infraestructura, operaciones, recursos humanos, que participan en el movimiento de la carga. El sistema de transporte puede tener una ubicación fija, por ejemplo, los puertos y los ferrocarriles, mientras que otros como las compañías de camiones no están limitados operativamente a un área específica. Estos sistemas son subsistemas de sistemas más grandes, es decir un ferrocarril es un subsistema del sistema de transporte ferroviario, que a su vez, es un subsistema del sistema de transporte de la nación. Los sistemas de transporte de mercancías representan la oferta que busca satisfacer la demanda de transporte de mercancías (Holguín-Veras & Sánchez-Díaz, 2015).

El transporte es una de las actividades de la logística donde se evidencia la multiplicidad de actores en la cadena de suministro, entre los actores que se identifican son los que tienen relación directa con la carga como los oferentes de la carga, los demandantes, los operadores de transporte e intermediarios adicionalmente en el desarrollo de esta investigación se encontró que el transporte se ve influenciado por las decisiones y políticas que plantean entidades que no se relacionan con la carga pero donde sus decisiones que son a largo y mediano plazo si afectan el desarrollo del transporte.

La revisión de la literatura muestra que la multiplicidad de actores requiere modelos enfocados en la coordinación que permitan obtener un mejor desempeño en el transporte pero los modelos de coordinación que se han desarrollado principalmente se han encaminado para la toma de decisiones operacionales donde se busca coordinar dos o tres actores como los demandantes de carga, las empresas de transporte y los oferentes de carga, dejando un vacío en el desarrollo de modelos que busquen la coordinación entre actores públicos y privados porque consideran que esto eleva la complejidad del modelo, por esta razón la tesis se enfoca en proponer un modelo de coordinación para la toma de decisiones estratégicas.

Proponer un modelo de coordinación para la toma de decisiones estratégicas contando con la participación tanto de actores públicos como privados busca que las políticas y decisiones que plantean las entidades públicas respondan a las necesidades reales de los actores que efectúan la operación del transporte, además si se crean canales de comunicación efectivos se obtendrá información en tiempo real con el objetivo de tener una respuesta más rápida ante las problemáticas que se generan alrededor del transporte, permitiendo que las cadenas de suministro obtengan un buen desempeño al garantizar accesibilidad, seguridad, infraestructura y sostenibilidad.

## 1.2 Identificación del problema

El sistema de transporte carga terrestre por carretera en Colombia, involucra diferentes actores de carácter público y privado, los cuales trabajan por intereses diferentes. Siguiendo el modelo multicapas propuesto en el Proyecto E-transcol, los actores se pueden clasificar en cuatro capas, la capa del subsistema urbano territorial, subsistema de transporte, subsistema de cadena productivas y por último la capa de subsistema de servicios logísticos.

En la capa del subsistema territorial comprende la dinámica de oferta y demanda de carga por cada nodo relevante, de acuerdo con la importancia geográfica, económica y estratégica de los puntos seleccionados, bajo un enfoque territorial teniendo en cuenta las disposiciones de competitividad y ordenamiento territorial de las regiones objeto de estudio, es decir participan todas las entidades territoriales, ministerios y otras entidades privadas involucradas con el uso del suelo en Colombia, este grupo de entidades también se pueden denominar organismo de planificación y tienen una gran influencia en las decisiones respecto a la infraestructura vial, longitud de la carretera, número de zonas de carga y descarga, normas y restricciones de acceso (Behrends, Lindholm, & Woxenius, 2008)

En la capa del subsistema de transporte se clasifican todas las organizaciones relacionadas con el servicio de transporte en cualquiera de sus modalidades y las entidades que regulan los modos de transporte presentes en el país, para el caso de estudio solo se tendrán en cuenta los actores relacionados con el transporte terrestre por carretera. El subsistema de las cadenas productivas se compone por las agremiaciones generadoras de carga del país y/o productores, los ministerios o entidades públicas que regulan las mismas. En el subsistema de servicios logísticos, se evalúa la oferta de servicios logísticos para el transporte por carretera.

La primer brecha en la literatura se encuentra en la teoría de coordinación para la toma de decisiones estratégicas en el sistema de transporte de carga, puesto que se encontraron modelos de coordinación para la toma de decisiones operativas enfocados en la búsqueda

de minimizar el costo para toda la red, como por ejemplo modelos que buscan satisfacer la demanda del transporte de carga en función de los costos, modelos de equilibrio en la red de flujo de carga donde se representa por medio de una red el sistema de transporte, orientándola en las interacciones entre los expedidores, los transportistas buscando minimizar sus propios costos de operación, otros modelos buscan el denominado equilibrio del sistema (Cortés, Jara-moroni, Moreno, Ibañez, & Pineda, 2013), pero este tipo de modelos aunque mantienen un objetivo en común no evalúan ni estudian la participación de los actores de tipo público que afectan directamente la operación del transporte y que tienen relación directa con las decisiones estratégicas.

En el proceso de identificación y clasificación de actores se encontró en la literatura que las investigaciones en transporte de carga se centran en el estudio de las relaciones entre productores, transportistas y receptores, especialmente en el segundo grupo, a pesar de reconocer que existen entidades que influyen en el transporte de carga denominados organismos públicos de regulación, proveedores de infraestructura o como organismos de planificación, no los incluyen en sus estudios para disminuir la complejidad del modelo, pero para este proyecto es pertinente someter a evaluación estas entidades primero porque en la revisión de la literatura se observa cómo afectan estas entidades en el desarrollo del transporte y segundo porque el proyecto inscrito ante Colciencias es avalado por el ministerio de transporte, entidad interesada en reconocer esas relaciones entre los actores público y privados para la formulación de políticas públicas en materia de transporte.

Las brechas encontradas en la literatura se ven reflejadas en la gestión del transporte en Colombia porque a pesar de la participación de diferentes entidades no se encuentra definida una estructura coordinada para la toma de decisiones estratégicas, sino que por el contrario se encuentra que las entidades adscritas al ministerio de transporte reciben un direccionamiento por medio de políticas pero cada una de estas entidades definen como son sus planes de acción, adicionalmente se encuentra que en las decisiones estratégicas no solo debe participar las entidades adscritas al ministerios sino que existen otras entidades que proporcionan información y afectan el desarrollo estratégico del transporte de carga.

En conclusión la pregunta de investigación que se busca resolver es ¿Cuáles son las características que debe tener un mecanismo de coordinación para la toma de decisiones estratégicas entre actores públicos y privados en el sistema de transporte?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Proponer un mecanismo de coordinación entre actores públicos y privados para tomar decisiones estratégicas en el sistema de transporte que sirve a un corredor logístico colombiano

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar el sistema de transporte asociado a la cadena productiva agropecuaria más representativa de un corredor logístico colombiano, con el fin de establecer las relaciones que se originan entre los diferentes actores para la operación del sistema.
- Describir las problemáticas en la cadena que es objeto de estudio para encontrar la responsabilidad que tiene cada actor sobre cada una de ellas.
- Identificar la problemática de tipo estratégico que tiene mayor repercusión en el flujo de los productos a través del sistema y los principales actores que influyen sobre esta problemática, con el propósito de definir las variables que se deben evaluar para la toma de decisiones orientadas a mitigar esta problemática.
- Plantear un modelo de coordinación donde se representen las relaciones entre los actores seleccionados presentes en toma de decisiones estratégicas, para buscar la solución a la problemática identificada en el objetivo anterior.

- Analizar los resultados del modelo con el propósito de establecer las características que debe tener el mecanismo de coordinación para el sistema de transporte que se encuentra en estudio y su estrategia de implementación.

## 1.4 Metodología

Esta investigación está bajo una cosmovisión pragmática busca proponer una solución a un problema que se encuentra en el mundo real, para este caso es la necesidad de una estrategia de coordinación entre actores públicos y privados en el sistema de transporte de carga para la toma de decisiones. Esta cosmovisión se enfoca en el análisis de las consecuencias originadas por diferentes acciones y la información que se buscará debe estar directamente relacionada con la pregunta de investigación. Enmarcada en esta cosmovisión se desarrolla una investigación de tipo descriptivo-explicativa-propositiva, enfocada en un método de investigación mixto (cualitativo-cuantitativo), donde el componente cualitativo es la base para desarrollar el modelo.

Para dar cumplimiento a los objetivos se plantea una investigación de carácter inductivo partiendo del análisis de los hechos para construir un modelo de coordinación teórico, para proponer un mecanismo de coordinación entre actores públicos y privados para el sistema de transporte de carga Colombiano, requiere de un estudio donde, a) se identifiquen y evalúen las condiciones bajo las cuales se desarrolla la operación del sistema y que afectan las relaciones entre los actores participes del sistema, teniendo en cuenta estas características se deben contrastar con los modelos de coordinación existentes en la literatura, para identificar las ventajas y desventajas de los mismo, de esta manera lograr proponer un mecanismo de coordinación.

Al ser una investigación inductiva, se parte del análisis del sistema de transporte que es objeto estudio, para posteriormente proponer una teoría coherente a las características encontradas en el sistema, soportada con una metodología de investigación de tipo cualitativo.

A partir de los objetivos definidos para dar alcance de esta tesis, se define el uso de dos combinaciones de herramientas metodológicas para su desarrollo. Primero se recurre a la

investigación descriptiva - explicativo, la parte descriptiva permite definir ampliamente el papel que juegan cada uno de los actores del sistema de transporte.

Con el fin de dar cumplimiento al proyecto se definen cuatro fases

I. Revisión de la literatura.

II. Caracterización del sistema de transporte de una cadena productiva agropecuaria y de la estructura para la toma de decisiones estratégicas en el transporte de carga en Colombia.

III. Diagnóstico del sistema de transporte en evaluación

IV. Formulación y validación del mecanismo de coordinación

#### **I. Revisión de la literatura**

Realizar una revisión de la literatura acerca del tema central de la tesis el cual es coordinación en la cadena de suministro y en el transporte de carga, la revisión se realiza con el objetivo de encontrar cual es el vacío en la literatura y cuales con las características que debe cumplir el modelo de coordinación que aún no han sido desarrolladas en una propuesta de investigación.

#### **II. Caracterización del sistema de transporte de una cadena productiva agropecuaria y de la estructura para la toma de decisiones estratégicas en el transporte de carga en Colombia.**

Caracterizar el sistema de transporte por medio de información secundaria con el fin de determinar cuáles son las entidades que se relacionan directamente e indirectamente con la cadena de suministro definida, para esta caracterización se sigue el modelo Multicapas aplicado en el macro proyecto del cual es parte esta tesis, para tener una visión amplia de los actores que son partes del transporte de carga y el objetivo de su participación.

#### **III. Diagnóstico de la cadena de transporte en evaluación**

La información obtenida por medio de artículos de investigación y libros es el insumo para establecer las relaciones entre los agentes, las directrices que siguen los actores para la

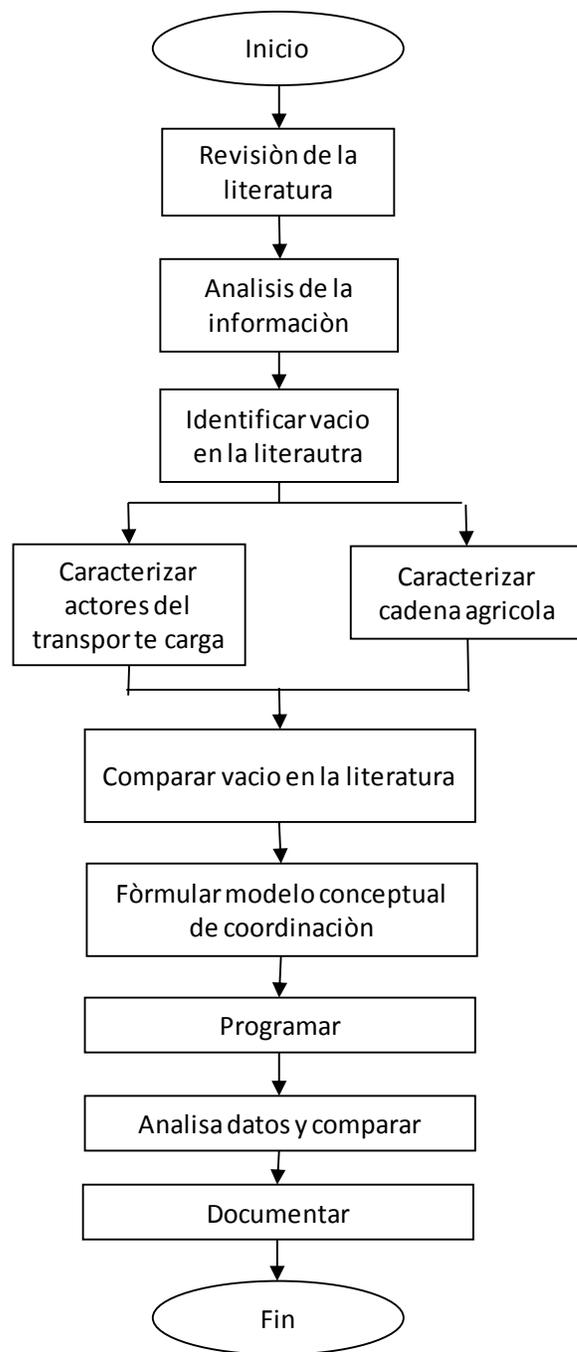
toma de decisiones, y las problemáticas de tipo estratégico que disminuye el desempeño del sistema.

#### **IV. Formulación y validación del Modelo de coordinación**

Primero se realiza la revisión de la literatura para encontrar un modelo que sea el punto de partida para la propuesta. Posteriormente se formula el modelo de acuerdo a la problemáticas encontradas donde se involucren actores públicos y privados. El modelo desarrollado se aplica en un software para evaluar la pertinencia del modelo

De acuerdo a las necesidades encontradas en la cadena de suministro elegida y a las necesidades en general que muestran las tendencias en transporte de carga se definen cuatro pilares para plantear al modelo de coordinación, y a cada pilar se asignan elementos de evaluación que varían si se mantiene una estructura centralizada o descentralizada.

Puesto que es un modelo causal se aplica la Dinámica de sistemas implementado en el software Anylogic, y se evalúa la rapidez de respuesta del sistema para atender las necesidades del sistema de transporte.



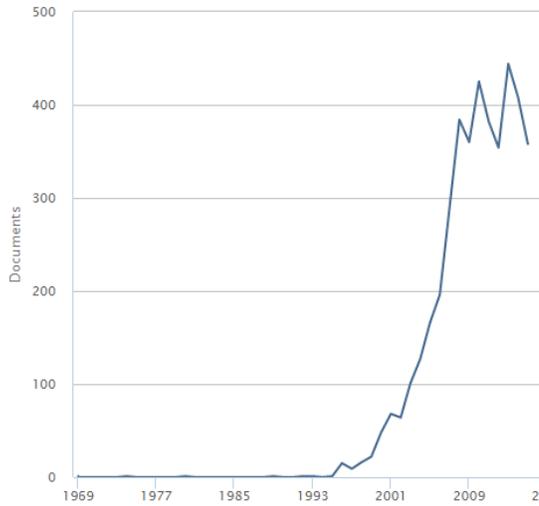
**Ilustración 1 Metodología**

# Capítulo 2

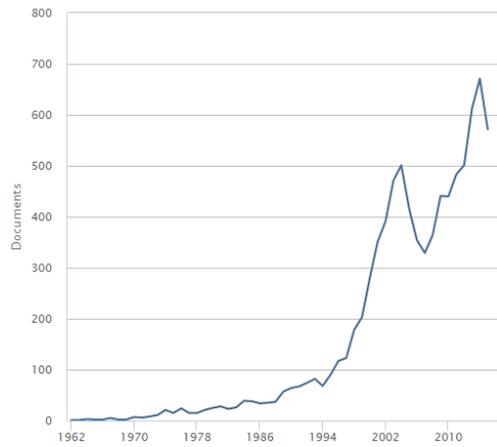
## 2.Estado del arte

Entender que es y cómo funciona el transporte de carga requiere primero de una contextualización de donde surge este proceso logístico, por esta razón en este capítulo primero se realiza un análisis acerca de la gestión de la cadena de suministro y la logística, esta base teórica permite comprender principalmente dos cosas, las razones de la multiplicidad de actores a lo largo de la cadena de suministro, específicamente en el transporte y el auge en la literatura por desarrollar modelos de coordinación a lo largo de la cadena de suministro, así mismo el vacío en la literatura por el desarrollo de modelos de coordinación para la toma de decisiones a largo plazo en el transporte de carga.

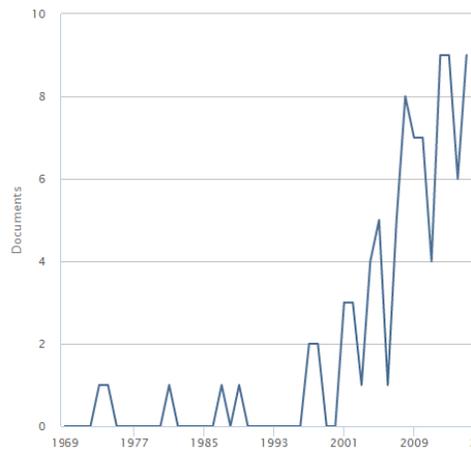
Se parte de un análisis cuantitativo acerca de coordinación en la cadena de suministro y de la coordinación en el transporte de carga por medio de la base de datos SCOPUS, con esta primer aproximación se realiza la búsqueda de información principalmente en bases de datos como Science Direct, Taylor & Francis y Emerald Group Publishing. Las principales ecuaciones de búsqueda fueron “coordination and supply chain”, “coordination and transport” y “coordination and freight transport”; para la primer ecuación se encuentra que a partir de los años 90 se inicia un incremento constante en la escritura de artículos enmarcados en esa temática y que en el año 2013 se presenta la mayor producción literaria en este tema, esto se puede apreciar en la Ilustración 2. Las otras dos ecuaciones de búsqueda evidencian la relevancia de la coordinación en el transporte para el sector académico y la necesidad por ampliar las investigaciones en el campo específico de la coordinación en el transporte de carga, evidenciando que a partir del año 2000 se muestra un crecimiento en las publicaciones en lo que se refiere a este tema pero no es constante sino cíclico presentando en el año 2015 el mayor número de publicaciones hasta ese momento.



**Ilustración 2 Documentos por año acerca de Coordinación en la cadena de suministro**



**Ilustración 3 Documentos por año acerca de Coordinación en el transporte**



**Ilustración 4 Documentos por año acerca de coordinación en el transporte de carga**

## 2.1 Gestión de la cadena de suministro y logística

La cadena de suministro está configurada por todas las empresas u organizaciones que se relacionan al buscar la satisfacción de un cliente, esto incluye al proveedor, fabricante, transportistas, almacenistas, vendedores al detalle (o al menudeo) y a los clientes, a través de ellos se efectúan flujos bidireccionales, de producto, información y dinero (Chopra & Meindl, 2008). Se considera que estos actores actúan de manera secuencial (Lazzarini, Chaddad, & Cook, 2001), al describir de esta manera la cadena de suministro (SC), se genera la percepción que en cada eslabón o en cada etapa actúa solo una organización pero en realidad el fabricante puede recibir el material de varios proveedores, y el su vez puede abastecer a diferentes distribuidores, es decir que al representar todas estas entidades no se obtendrá una cadena sino un esquema similar a las ramificaciones de un árbol, por lo tanto es difícil encontrar que una empresa participe en solo una cadena de suministro (Saalman, Wagner, & Hellingrath, 2016).

Al analizar la estructura de la SC el término que se ajusta mejor es red de suministro (Chopra & Meindl, 2008) donde se originan múltiples negocios y relaciones (Lambert & Cooper, 2000), pero este término no solo implica ampliar la perspectiva de la red y contemplar todas las entidades que hacen parte de la red (Drechsel, 2010), también cambia la percepción de las relaciones entre los actores, ya que con el término red permite identificar dos dimensiones estructurales. La estructura horizontal comprende el número de niveles de la cadena de suministro y con la estructura vertical se identifican el número de proveedores o de clientes presentes en cada nivel (Jiménez & Hernández, 2002). Estas dimensiones son únicas para cada red. Con la globalización y la complejidad de las organizaciones de la red que actúan independientemente a pesar de sus múltiples relaciones, se ha incrementado la complejidad de la red requiriendo la coordinación entre todas las entidades (Christopher, 2011)

El CSCMP (Council of Supply Chain Management Professionals) identifica que buscar esta coordinación y colaboración entre canales (proveedores, intermediarios, proveedores de servicios logísticos) es función de la Gestión de la cadena de suministro (SCM) la cual también se encarga de la planificación y gestión de todas las actividades de adquisición, compras, conversión, y la administración de todas las actividades logísticas. En esencia la SCM integra el suministro y la gestión de la demanda dentro y fuera de las empresas.

Según el CSCMP una parte de la SCM es la logística, que planifica, ejecuta y controla el funcionamiento eficiente y efectivo del flujo normal, en reversa y el almacenamiento de bienes, servicios e información relacionada, desde el punto de origen al punto de consumo, con el objetivo de satisfacer las necesidades de los clientes, es decir que la logística influye en la competitividad ya que interviene en el éxito o fracaso de la comercialización de un producto (Castellanos, 2009).

La logística incluye actividades como la gestión de entrada y salida del transporte, gestión de flotas, almacenaje, manipulación de materiales, diseño de la red logística, gestión de inventarios, planeación de la oferta y la demanda, administración de los proveedores de servicios logísticos, elaboración de pedidos, también se incluyen actividades como suministro, adquisición, planificación de la producción y la programación, embalaje, montaje y servicio al cliente, a esta serie de actividades se incluyen otras como comercialización, ventas, finanzas y tecnologías de la información. Este listado de actividades pueden ser asociadas en tres grupos, La logística de abastecimiento, la logística de producción y la logística de transporte y distribución (CSCMP, 2013).

## 2.2 Coordinación

El término coordinación puede ser usado en diferentes ámbitos como la política, la teoría de juegos, la organización de las empresas, en la anatomía, la sociología, en los sistemas, química, entre otros; en la siguiente tabla se presentaran algunas definiciones de coordinación en la cadena de suministro.

**Tabla 1 Definición Coordinación en la cadena de suministro (1982 - 2016)**

<b>Año</b>	<b>Autor (es)</b>	<b>Definición de Coordinación</b>
1982	Mulford & Rogers	Proceso mediante el cual dos o más organizaciones crean reglas para hacer frente colectivamente a su entorno como una tarea compartida (Payan & Svensson, 2010)
1987	Malone	Es la definición de un esquema que sigue un conjunto de actores relacionados para realizar la toma de decisiones y la comunicación para alcanzar unos objetivos (Chan & Chan, 2010)
1988	Buckley and Casson	La coordinación es una estrategia de mejora en la asignación de los recursos, de tal manera que un agente progresa y nadie empeora, bajo este concepto de coordinación se puede exponer la cooperación como un tipo de coordinación basada en la tolerancia mutua (Buckley & Casson, 2010)

<b>Año</b>	<b>Autor (es)</b>	<b>Definición de Coordinación</b>
1994	Malone & Crowston	Gestión de dependencias entre las actividades (Chan & Chan, 2010)
1996	Thomas & Griffin	Es un fundamento teórico para definir modelos matemáticos para la planeación estratégica y operacional en la cadena de suministro (Thomas & Griffin, 1996).
2000	Munson	Jerarquización de la cadena donde se identifica un líder que tiene un poder de negociación superior (Lejeune & Yakova, 2005)
2000	Kim	Administración de las relaciones entre las entidades de la SC y el esfuerzo conjunto de colaboración entre las mismas (Kim, 2000)
2004	Qi, Bard, & Yu.	Proceso que tiene por objetivo obtener un mecanismo para que el minorista pida la cantidad correcta de producto y se establezca el precio de venta apropiado para obtener un máximo beneficio para todos los integrantes de la cadena de suministro (Chan & Chan, 2010).
2005	Sirias & Mehra	Medio para mejorar el rendimiento de la cadena de suministro generando beneficios individuales por medio del compromiso entre las partes que se involucran a través de la cadena (Chan & Chan, 2010)
2007	Kanda & Deshmukh	Es un esfuerzo conjunto que hacen todos los miembros de una cadena de suministro para alcanzar objetivos comunes para generar beneficios en todos los miembros de la cadena, entre estos se pueden identificar la reducción de costos en inventarios, producción y transporte (Kanda & Deshmukh, 2007)
2009	Bahinipati, Kanda, & Deshmukh	Situación en la cual las empresas tanto aguas arriba como aguas abajo recurren a la cooperación o un acuerdo a largo plazo para la ejecución de sus operaciones. La coordinación implica relaciones más formales busca alcanzar objetivos y acciones que son mutuos, compatibles y comunes. Además hacen hincapié en la autoridad, que no es necesariamente centralizada (Bahinipati, Kanda, & Deshmukh, 2009).
2011	Datta & Christopher	Mecanismo para enfrentar la incertidumbre en la cadena de suministro pero que requiere ser complementada por el intercambio de información para que en realidad tener un impacto en el rendimiento de la cadena de suministro (Datta & Christopher, 2011)
2011	Almeida, Toscano, Azevedo, & Carneiro	La coordinación en las cadenas de suministro se puede obtener por medio de la planeación en la colaboración siendo este un proceso de toma de decisiones conjunta entre los socios de la cadena para obtener una estrategia que permita ampliar las soluciones para los actores de la cadena y mejorar la gestión de los conflictos entre ellos,

Año	Autor (es)	Definición de Coordinación
		entre las limitantes se encuentra la falta de voluntad para compartir información y la interferencia con la planeación de otras cadenas de suministro donde se compartan socios (Almeida, Toscano, Azevedo, & Carneiro, 2011)
2012	Ramírez & Salazar	Establecer estrategias que apuntan a tener objetivos comunes, manejar flujos de información, evaluar el desempeño de la cadena y sus actores y evidenciar beneficios palpables para todos los actores (Salazar & Ramírez, 2012).
2016	Aljazzar, Jaber, & Moussawi-Haidar	La coordinación en la gestión de la cadena de suministro se basa en la toma de decisiones centralizada y descentralizada. El objetivo de coordinación en la cadena de suministro es reducir el costo total de la cadena de suministro. En una cadena de suministro descentralizado, cada jugador intenta maximizar su propio rendimiento. La coordinación centralizada permite a los actores de la cadena de suministro trabajar en estrecha colaboración para agilizar la toma de decisiones, con el objetivo de maximizar el rendimiento de la cadena. Un resultado de la coordinación es la reducción de ineficiencias a lo largo de toda la cadena si se logra una mejor adecuación entre la oferta y la demanda puesto que se puede obtener reducción de costos y aumento de las ventas, lo que lleva a una mayor rentabilidad (Aljazzar, Jaber, & Moussawi-Haidar, 2016).

Teniendo en cuenta las anteriores definiciones, la coordinación se definirá como una estrategia en la gestión de las cadenas de suministro de manera estructurada con un objetivo general en común, reducir la incertidumbre en la cadena y así mejorar la eficiencia en la cadena; donde cada actor reconoce su rol, el impacto de sus decisiones para la cadena y el alcance del objetivo que mantienen en común y sus objetivos individuales, además para llegar a este estado de coordinación se requiere relaciones de cooperación y canales de comunicación efectivos que permitan el intercambio de información, de tal manera que se logre construir una cadena flexible y ágil que pueda responder a los cambios en la cadena como por ejemplo cambio en la demanda, problemas de abastecimiento que deben enfrentar los proveedores, problemas en la operación por fallas en la maquinaria, reglamentación en el uso de materias primas, insumos y materiales inmersos en las cadenas, insuficiencias en los modos y medios de transporte, eventos naturales y sociales.

### **2.2.1 Mecanismos de coordinación**

Los mecanismos de coordinación se pueden clasificar de acuerdo a la estructura conformada para la toma de decisiones, estas estructuras pueden ser de manera descentralizada permitiendo a cada actor de la cadena tomar sus propias decisiones o de forma centralizada, donde la planeación es ejercida por una organización de la SC. Además las estructuras de las cadenas de suministro se pueden clasificar según el manejo que se da a la información, si es centralizada el éxito de esta estructura se fundamenta en la veracidad de los datos que realmente presenten el panorama de la cadena para que las decisiones impacten positivamente a todos los actores presentes en la cadena (Haehling von Lanzener & Pilz-Glombik, 2002).

La estructura centralizada pueden optimizar teóricamente rendimiento de la cadena, su aplicación se fundamenta en la hipótesis o requiere un alto grado de intercambio de información completa entre los socios de la cadena de suministro, lo que se dificulta cuando las organizaciones no quieren compartir información (Jia, Deschamps, & Dupas, 2016). Las Cadenas centralizadas buscan que las decisiones determinadas por el ente encargado optimicen el rendimiento de la SC, las decisiones son tomadas de acuerdo a la información que suministran cada uno de los miembros de la cadena, principalmente está relacionada con la demanda real, y prevista en la cadena, productos en tránsito y estado de los inventarios (Alcalde, Sáiz, & Lara, 2008), la información se comparte con el fin de reducir la incertidumbre en los actores de la cadena así se logra que los pedidos se efectúen de manera coordinada; esta estructura permite eliminar el efecto látigo al manejar una información única sin distorsionarla al ser manejada por un solo ente (Alcalde et al., 2008), además se reducen los niveles de inventario y los costos de mantenimiento del mismo y lo más importante es que se logra incrementar el servicio al cliente al tener información en tiempo real se puede responder de una manera más rápida a los cambios de la demanda (Cannella, Ciancimino, Framinan, & Disney, 2010), este tipo de estructura requiere establecer relaciones de colaboración entre los actores de la cadena pero para esto es necesario que los directores de cada organización tengan la formación necesaria para establecer una buena comunicación que permita potencializar factores para maximizar la rentabilidad de cada organización y de la cadena y para instituir estrategias de gobernabilidad que permitan que eso se convierta en una realidad para la cadena.

Se ha propuesto que los modelos centralizados se resuelvan utilizando enfoques exactos basados en programación matemática como enfoques por descomposición, o métodos aproximados como heurísticas o metaheurísticas. También presentan los métodos de planificación para realizar una descomposición jerárquica de sub-problemas interdependientes. Estos enfoques son complejos de utilizar debido a la dificultad de obtener la información de todos los actores de la cadena porque no todos están dispuestos a compartir información confidencial como se mencionaba inicialmente (Jia et al., 2016).

En las cadenas descentralizadas cada organización perteneciente a la cadena actúa como una entidad independiente y económicamente separada y el líder de cada organización es el encargado de tomar las decisiones operacionales (Meixell & Gargeya, 2005), las decisiones están orientadas en maximizar los objetivos locales o individuales, por ejemplo las decisiones respecto a los niveles de inventario se toman apoyándose en su propio nivel de inventario sin tener en cuenta el estado de los inventarios de los otros miembros de la cadena, la única información que se intercambia en este tipo de cadena es la orden del pedido (Cannella et al., 2010), este tipo de cadena es aplicada porque algunos autores consideran que la cadena de suministro centralizada es poco realista. Una de las claves en la gestión de la cadena de suministro es la coordinación de las decisiones de planificación de la cadena de suministro, a continuación se presentan los mecanismos de coordinación identificados por Taghipour y Frayret (2012)

### **Planificación jerárquica con el intercambio de información**

Se enfoca en los flujos de información entre miembros de la cadena de suministro jerarquizados

#### ✓ Planificación Upstream

Los socios de la cadena planifican sus operaciones de forma independiente basados en la información de la demanda que presentan a los proveedores proveniente de los clientes.

#### ✓ Optimización centro Parcial

Es el mecanismo más similar al centralizado, donde se distribuyen subconjuntos de actividades de planificación de la cadena de suministro, con el fin de lograr una centralización parcial.

#### ✓ Intercambio de información

Se comparte información simple que permita tomar mejores decisiones, donde los problemas de decisión de los proveedores se concentran parcialmente en el fabricante,

como por ejemplo compartir pronósticos para establecer demandas dependientes y patrones que sean eficientes para los socios que requieren de esta información (Arshinder, Kanda, & Deshmukh, 2011) (Taghipour & Frayret, 2012).

### **Enfoques de descomposición**

Los Mecanismos de coordinación mediante Modelos de programación matemática buscan encontrar un óptimo por medio de métodos de optimización combinatoria, para la aplicación de este mecanismo se debe considerar que todos los parámetros y variables son deterministas como por ejemplo la aproximación mediante la relajación lagrangiana (Vila & Pascual, 2007) (Taghipour & Frayret, 2012)..

#### ✓ Descomposición lagrangiana

Las restricciones que se presentan en la planificación (por ejemplo las restricciones de la conservación del flujo entre varias unidades de negocio) se relajan y se trasladan a la función objetivo. Un vector se agrega con el objetivo de penalizar la función objetivo si estas limitaciones no están satisfechas. Un proceso iterativo se utilizar para ajustar los vectores de penalización de la relajada limitación y así converge hacia un conjunto casi óptimo de planes operacionales de la cadena de suministro, este mecanismo se puede utilizar para relajar los requerimientos de demanda así el nuevo problema se puede descomponer pasando de un problema complejo a varios problemas pequeños (Vila & Pascual, 2007)

### **Búsqueda distribuida**

Requiere formas iterativas del intercambio de información entre los socios, durante los que ajustan progresivamente su plan local inicial mediante procedimientos de búsqueda local. Tales procedimientos permiten a los socios para ajustar mutuamente sus planes de acuerdo con las limitaciones o beneficios de sus socios. Esta forma de coordinación requiere el diseño de un mecanismo de convergencia para garantizar la mejora del plan colectivo, así como, la terminación condiciones con el fin de detener la búsqueda distribuida (Taghipour & Frayret, 2012).

#### ✓ Distribución búsqueda meta-heurística

Meta-heurísticas implementadas de manera distribuida con el fin de proporcionar apoyo a la decisión de la planificación local de medios para integrar la adopción local. Ejemplo de estas meta-heurísticas son la colonia de hormigas o los algoritmos genéticos

✓ **Búsqueda distribuida con la propagación de restricciones**

Para este mecanismo la cadena de suministro se modela como un árbol. Los agentes deben decidir respecto a producir una solución alternativa a un plan de demanda de los clientes para los que han encontrado una solución, o para construir la primera solución a un plan de demanda para los que no tienen solución aún. Este procedimiento proporciona un medio para buscar en el espacio de coordinación un conjunto de planes locales que son colectivamente mejor en términos de la cadena de suministro rendimiento. La principal característica de este enfoque es que sólo se requiere el intercambio de mínima información, como los planes de demanda y oferta.

✓ **Búsqueda heurística con optimización local**

La negociación es un mecanismo de coordinación y en la cadena de suministro los socios se mantienen comunicados con el fin de desarrollar sus planes de operaciones con un mínimo intercambio de información. Algunos autores como Dudek y Stadtler (2005, 2007) proponen un esquema de planificación colaborativa de negociación basada en acciones, que puede ser usado para sincronizar los planes de operaciones entre dos socios de la cadena de suministro independientes unidos por los flujos de materiales. Los planes se generan utilizando matemática por medio de modelos de programación.

### **Inteligencia artificial**

Mecanismos sustentados en ciencias de la computación, proponen métodos de inteligencia artificial para lograr coordinación en la planificación de la cadena de suministro. La coordinación mediante sistemas multi-agentes se ha desarrollado para cadenas de suministro descentralizadas porque permite que cada actor de la cadena tome decisiones de manera independiente (Calderón & Lario, 2007), pero permitiendo una interacción entre los miembros donde cada uno se responsabiliza de las tareas de todo el sistema, es decir que entre la relación de los actores existe comunicación y colaboración (Vila & Pascual, 2007), una herramienta para este método es la inteligencia artificial por medio de las redes neuronales artificiales donde se ha logrado una simulación del comportamiento de los actores más real. (Calderón & Lario, 2007) (Taghipour & Frayret, 2012)..

Este mecanismo puede ser apropiado para la negociación automatizada como por ejemplo en la implementación de mecanismos como subastas, en la literatura se ha planteado mecanismos basados en la negociación con el apoyo de un sistema multi-agente y se centra en la colaboración de la demanda, la producción y la planificación de reaprovisionamiento, combinado con el uso de métodos de planificación estándar, tales como el método de sistema de necesidades de material (MRP) (Jia et al., 2016).

### **Economía**

#### ✓ La teoría de juegos

Se considera que la teoría de juegos puede proporcionar buenas estrategias porque la mejor decisión planteada para un actor de la cadena ha tenido en cuenta las posibles decisiones de los demás. Para la coordinación de la SC se han propuestos principalmente dos tipos de juegos los juegos cooperativos y los juegos no cooperativos es decir competitivo (Jia et al., 2016). En los juegos de cooperación, cada actor de la cadena tiene objetivos individuales, pero todos los actores pueden hacer una asociación con acuerdos vinculantes. Al final del juego, el valor creado es distribuido entre los miembros de la asociación. En el enfoque de juegos no cooperativos los socios involucrados en una negociación deben anticipar la reacción de la otra parte con el fin de aproximarse hacia un acuerdo sobre la solución (Taghipour & Frayret, 2012). (Jia et al., 2016).

#### ✓ Inventario administrado por el proveedor

Se centran en la determinación de los niveles de inventario de un solo período bajo demanda incierta con precios fijos. Por ejemplo, uno de los socios utiliza un reparto de ingresos en forma de recompra de acciones pagos y una política de devolución, con el fin de fomentar que los otros actores participen en la cadena de suministro en el proceso de coordinación. Es decir que mediante la maximización de sus beneficios, los socios contribuyen a suministrar coordinación de la cadena a través de ajustes de cantidades.

### **Coordinación basada en los precios**

#### ✓ Coordinación basada en los precios

Este tipo de mecanismo se basa en el equilibrio de la oferta y la demanda. Por ejemplo, un agente vendedor aumentará el precio de los bienes si el determinara la cantidad de mercancías se ha adquirido en el mercado durante la última ronda. Por el contrario, si no



se ha comprado, entonces el precio de las mercancías es reiteradamente disminuido hasta que se venda o se saca del mercado.

### **La negociación y la planificación**

Los contratos es el mecanismo de coordinación más representativo en las cadenas descentralizadas, y son utilizados como una estrategia para alinear los objetivos de las organizaciones que pertenecen a la cadena de suministro para obtener la eficiencia en la cadena (Li & Wang, 2007). La Coordinación en la SC mediante contratos busca coordinar especialmente al proveedor y al comprador por medio de la implementación de contratos para mejorar la relación entre los mismos, puesto que en los contratos se detallaran los parámetros respecto a las características del producto y a sus condiciones de entrega como por ejemplo, calidad, políticas de retorno, cantidad, precio o descuento por cantidad, tiempo de entrega, el objetivo de este tipo de coordinación es incrementar el beneficio de toda la SC al reducir costos por el mantenimiento de inventarios y compartir los riesgo entre los agentes que son parte de los contratos (Arshinder et al., 2011).

Toda la cadena puede ser coordinada por medio de contratos que establezcan reglas para que interactúen cada una de las organizaciones, este tipo de mecanismo se puede acoplar mejor para las cadenas con estructura descentralizada para tener un control sobre las transacciones que se realizan entre los actores de la SC y lograr un comportamiento más coherente para el desempeño de la SC (Giannoccaro & Pontrandolfo, 2004).

Un ejemplo de coordinación por contratos se puede visualizar en una cadena simple con un proveedor y un minorista que se enfrentan a una temporada de ventas con una demanda determinista donde el minorista tiene una única oportunidad para hacer la orden del pedido antes del inicio de la temporada, si la única indicación del contrato inicial es el costo fijo del producto, se debe mostrar al minorista que es necesario ordenar lo suficiente para alcanzar el máximo beneficio para toda la cadena de tal forma que entienda el impacto de sus decisiones en la SC, una posición que puede tomar el proveedor para lograr esto es por medio de contratos que incentiven al minorista a hacer pedidos por una cantidad mayor, como por ejemplo un contrato que ofrezca descuentos por hacer pedidos al por mayor o realizar contratos donde se instaure la promesa de volver a comprar el inventario sobrante, otro enfoque usado para este tipo de contratos son los contratos flexibles que permiten al minorista cambiar el pedido inicial de acuerdo a los cambios que presente la

demanda en este tipo de contratos el proveedor debe estar preparado con productos fabricados que permitan enfrentar el incremento de la demanda por lo tanto se comparte el riesgo de mantener inventarios altos entre el proveedor y el minorista (Kouvelis & Zhao, 2014).

Para obtener mejores resultados de este mecanismo se requiere desarrollar la gestión de relaciones con proveedores donde tanto los clientes como los proveedores mantengan una estrecha relación a largo plazo como socios y se han definido cinco componentes para esta gestión la coordinación, cooperación, compromiso, intercambio de información y retroalimentación (Yap & Tan, 2012).

Teniendo en cuenta que el presente trabajo de grado es parte del proyecto inscrito ante Colciencias como Estudio del sistema logístico de carga en los principales corredores de Colombia (E-transcol), con el objetivo de proponer bases técnicamente soportadas para la formulación de políticas públicas y estrategias público-privadas tendientes a facilitar el desarrollo del sistema logístico de carga en los principales corredores de Colombia. La tesis se enfocará en el transporte, una de las actividades características del proceso de distribución (Velazquez, 2012), enfocándose en la coordinación de los múltiples actores que son parte de la planeación a largo plazo del transporte de carga, debido a que es un temática que ha sido poco explorada primero por el número de actores que se deben relacionar y por el tipo de relaciones que se buscan identificar ya que se pueden dar de forma indirecta pero con un alto impacto en la operaciones de dichos actores, además por la importancia que tienen el proceso de transporte tanto para el desempeño de las cadenas de suministro como en el impacto económico que tiene el transporte de carga para un país,.

## **2.3 Logística de distribución y transporte**

El proceso de distribución bajo un enfoque clásico se puede definir como el movimiento del producto desde el lugar de fabricación al cliente con el menor costo posible, pero cuando se tienen en cuenta factores como el tipo de producto, la localización del mercado y el comportamiento de la demanda, se encuentra que se requiere analizar y evaluar si los

productos necesitan ser almacenados en uno o más centros de distribución y si se deben movilizar a través de uno o más modos de transporte (transporte terrestre Férreo, transporte terrestre por carretera, transporte aéreo y el transporte fluvial y marítimo). En la evaluación de las actividades de distribución muchas empresas se centran en el precio más bajo para mover un producto de una etapa de la cadena de distribución a otro, pero es necesario analizar que los costos se deben integrar con otros objetivos, tales como inventarios más bajos, tiempos de respuesta más rápidos y el servicio al cliente (Jacobs, Berry, Whybark, & Vollman, 2011).

Debido al impacto financiero que tiene el transporte sobre una organización y en general a través de la cadena de suministro, es un área donde se pueden encontrar ventajas comerciales y asimismo competitivas (Castellanos, 2009) si se toman las decisiones adecuadas respecto al modo de transporte, el tamaño del envío y la definición y programación de las rutas (Ballou, 2004). Para realizar esta planeación se debe entender el transporte como un sistema.

El sistema de transporte es considerado como pieza fundamental para el desarrollo de la economía de un territorio, el objetivo de este sistema es garantizar la movilidad sostenible de transporte de mercancías, el mantenimiento y el desarrollo dinámico de la economía del país, ha sido definido como un conjunto de instalaciones fijas, entidades de flujo y un sistema de control que permite que las mercancías superen el espacio geográfico o se trasladen las mercancía de un punto A hacia un punto B de manera oportuna donde se efectúan interacciones entre instalaciones y entidades sociales (Papacostas & Prevedouros, 2001).

Respecto al análisis de los elementos que interactúan en el sistema no se ha encontrado un modelo que logre evaluar la integración de todos (Sivilevičius, 2011) debido al gran número entidades que son parte de un sistema de transporte (Baublys & Smičius, 2011). Desde esta perspectiva un sistema de transporte no solo se puede considerar como la relación entre el expedidor de la mercancías y quien la transporta, sino como un sistemas compuesto por tres partes integrales, en el 2001 fueron definidas de la siguiente manera: primero identifican el conjunto de elementos de transporte que son tangibles conformado por los vehículos, equipos tecnológicos, infraestructura para los medios de transporte y/o terminales o instalaciones fijas, segmentos de carretera, entre otros; la segunda parte está conformada por las entidades que están en la planeación y organización del transporte,



desembarque de la carga y movimiento de la carga y en la tercera parte comprende todas las actividades de formulación de políticas, estrategias y garantías legislativas en el transporte (Papacostas & Prevedouros, 2001).

En año 2011 se presenta otra segmentación de los participantes donde también distinguen tres grandes grupos, el primero se denomina expedidores de carga los cuales pueden ser productores y distribuidores, sus intereses principales en el sistema es que les cumplan con los tiempos de entrega, tener una trazabilidad e información oportuna acerca de sus mercancías, y no tener pérdidas por daños en el producto en el proceso de transporte, el segundo grupo es denominado transportistas e involucran administradores de los ferrocarriles, de las líneas navieras, empresas de transporte por carretera automotor, empresas prestadoras de servicios como contenedores intermodales que pueden ser de carácter público y privado; y el tercer y último grupo son las entidades del gobierno quienes planean, construyen y operan instalaciones como las ferroviarias, carreteras y puertos, además de ejercer control en el transporte de algunos productos y deben establecer restricciones a las empresas de transporte respecto a los precios que establecen por la prestación de sus servicios (Farahani, Rezapour, Kardar, & Daneshzand, 2011).

### **2.3.1 Niveles de planeación del transporte**

El sistema de transporte contempla organizaciones complejas e implican muchos componentes tales como recursos humanos y materiales, conexiones complejas, equilibrios entre variables de decisión y políticas de gestión que afectan directa o indirectamente a todas las entidades del sistema. Con el objetivo de reducir esta complejidad, se ha establecido una clasificación de los problemas de transporte con tres niveles de planeación: estratégica, táctica y operativa (Robusté, 2005) (Crainic, Dell'Olmo, Ricciardi, & Sgalambro, 2015).

La planeación estratégica involucra decisiones a largo plazo que requieren un alto nivel de gestión y requiere una inversión a largo plazo. Por medio de las decisiones estratégicas se desarrollan las políticas generales y se estructuran las estrategias funcionales del sistema. Las decisiones estratégicas engloban todos los cambios físicos o de desarrollo en toda la red, como la localización de las instalaciones principales (por ejemplo, centros y terminales) distribución geográfica de los centros productivos y de los almacenes de

distribución, diseño de los centros y de los modos de transporte, implementación de tecnologías de la información y comunicación La planeación estratégica se lleva a cabo en los sistemas de transporte internacional, nacional y regional (Robusté, 2005), buscando alcanzar la competitividad del sistema.

La planeación táctica requiere inversión a mediano plazo, estructurando la asignación de los recursos y la gestión de ellos de tal manera que permita mejorar el rendimiento del sistema. Ejemplos de las decisiones que se toman es este nivel de planeación son el diseño de las redes de servicios, horarios de servicio, las flotas de reposicionamiento y el enrutamiento de tráfico. La mayoría de las empresas transportadoras son quienes toman las decisiones en este nivel (Robusté, 2005). Para las empresas de transporte se presenta de manera clara su objetivo el cual es, alcanzar el mínimo coste presentando un servicio caracterizado por utilizar eficientemente los vehículos y la mano de obra y lograr un funcionamiento eficaz de la flota de transporte para ofrecer la mayor rapidez y fiabilidad de la entregas, generar la máxima seguridad en el tráfico y en los productos que se transportan y realizar sus operaciones dentro de la legislación vigente del país (Mora, 2010).

La planeación operativa es de corto plazo, se trata de decisiones urgentes que deben tomar la administración local o despachadores. Las decisiones en este nivel no necesitan grandes inversiones. Ejemplos del tipo de decisiones que se toman a nivel operativo son el ajuste de los horarios de los servicios, los equipos, las actividades de mantenimiento, el enrutamiento y el envío de los vehículos (Robusté, 2005) .

La multiplicidad de actores del sistema de transporte y la falta de información de sus interacciones dificulta modelar matemáticamente la forma de interactuar (Akiva, Meersman, Van De Voorde, & Moshe, 2013), por lo tanto los estudios primordialmente se enfocan en las relaciones entre los productores y los transportistas, es decir se centran en la planeación operativa y un poco táctica del sistema de transporte, dejando de lado la participación y el impacto que tienen los organismos públicos en el sistema, quienes tienen implicaciones directas en la planeación del sistema a nivel estratégico.

La primer conclusión que se puede puntualizar es que se debe reconocer que las empresas de transporte a pesar de cumplir un importante papel dentro del sistema de transporte, no son los únicos actores que deben alcanzar los mejores resultados para su negocio, sino que se debe buscar el beneficio para todos los agentes del sistema teniendo en cuenta los

objetivos de cada uno, en la literatura se encontró que es necesario un mecanismo de coordinación de los intereses de todos los agentes, y que este mecanismo debe garantizar que las decisiones para el desarrollo del sistema de transporte sean convenientes para todos los actores, de tal manera que se logre el funcionamiento óptimo de todos los elementos del sistema (Baublys & Smičius, 2011). En resumen en la literatura se encuentra que uno de los problemas del sistema de transporte es la coordinación de todos los actores para la toma de decisiones, incluso considerando a los organismos públicos (otros autores los definen como organismos del gobierno).

Dada la importancia que representa el sistema de transporte para el desarrollo de una región, los organismos de gobierno buscan establecer un conjunto de normas de conducta, los procesos y los medios para hacer cumplir las normas que buscan el orden social, económico y para la toma de decisiones colectivas que tengan el fin de lograr la cohesión social (procesos de planificación pública). Las actividades de interés público que estas entidades realizan son la promoción, regulación e inversión. La promoción se refiere a intentos del gobierno para desalentar o alentar situaciones sin recurrir a determinantes legales, como por ejemplo campañas publicitarias para disminuir el flujo de vehículos en horas pico. La regulación comprende a las acciones que toma el gobierno para reglamentar el servicio que se ofrece al cliente, entre estas acciones están las normas de emisión de contaminantes por parte de los automóviles, límite de velocidad en las vías, regulación de las tarifas para el transporte por camiones, entre otros. Y por último esta la Inversión que consiste en el apoyo financiero o financiación pública de diferentes sistemas o servicios, entre estas acciones buscan garantizar un nivel global de accesibilidad por medio del suministro de carreteras de propiedad pública, o la participación de aeropuertos, puertos, entre otros (Papacostas & Prevedouros, 2001).

Al analizar las acciones que pueden tomar este tipo de entidades, se concluye que son principalmente de tipo estratégico, es decir que si el mecanismo de coordinación que se busca plantear por medio de esta tesis requiere involucrar actores tanto públicos y privados, el modelo de coordinación se debe enfocar para la toma de decisiones estratégicas puesto que en la literatura se ha encontrado que pesar que existen autores que reconocen que es necesaria la coordinación entre los actores públicos y privados, los mecanismos no se desarrollan teniendo en cuenta todos los actores para simplificar los modelos (Akiva et al., 2013).



### 2.3.2 Coordinación en el transporte

La coordinación en el transporte se fundamenta en la teoría desarrollada para la coordinación en la cadena de suministro porque como se puede apreciar en el siguiente cuadro el objetivo en común de los modelos estudiados es buscar la eficiencia y bienestar para los actores involucrados en la operación de transporte, por medio de diferentes mecanismos que se proponen de acuerdo al nivel de planeación donde los actores involucrados tienen participación.

**Tabla 2 Mecanismos de coordinación en el transporte de carga**

AUTOR	DESCRIPCIÓN	MECANISMO	NIVEL DE PLANEACIÓN
(Ankersmit, Rezaei, & Tavasszy, 2014)	Modelo de coordinación para mejorar su eficiencia en el transporte terrestre interno del aeropuerto por medio de la colaboración horizontal	Estructura parcialmente centralizada dado que la colaboración horizontal implica la ejecución de todas las actividades asociadas a una recogida y envíos de carga de múltiples orígenes a varios orígenes aunque participen dos o más empresas pero planeando	Planeación operativa
(Agrell, Lundin, & Norrman, 2016)	Análisis de costos al aplicar al aplicar coordinación por contratos con los transportistas evaluando tres escenarios, contratación directa con los expedidores de la carga, coordinación con el comprador con precio único, coordinación con cooperativas de transporte donde se comparten los ingresos.	Estructura descentralizada, mecanismo de coordinación por contratos, y se concluye que la gobernanza cooperativa puede contribuir a la mejora de la prestación de servicios, la reducción de los precios de los servicios, la mejora de los excedentes del consumidor y la mejora de los beneficios para los transportistas en equilibrio.	Planeación operativa
(Fischer & Gehring, 2005)	Coordinación de transbordos de vehículos en un puerto marítimo, asignando áreas temporales de estacionamiento para el almacenamiento temporal, asignando un agente adicional llamado agente coordinador quien es el responsable de combinar los sub planes locales de cada operador presente en el puerto convirtiéndolo en un plan general equilibrando la demanda de los conductores	Modelo multi-agente mixto porque los operadores seleccionan cual será el plan de arribo de su mercancía pero existe un agente que centraliza la información de cada operador para realizar una mejor asignación de los conductores para reducir los costos y de las áreas de estacionamiento	Planeación Táctica

AUTOR	DESCRIPCIÓN	MECANISMO	NIVEL DE PLANEACIÓN
(Jia et al., 2016)	Relación entre un fabricante y un operador de transporte. El fabricante busca satisfacer las demandas de varios clientes con una la capacidad de producción y almacenamiento de producto terminado limitada. El operador de transporte gestiona una flota de camiones que tienen que recoger los productos de los fabricantes y entregarlos a los clientes. Cada socio está a cargo de la planificación de sus propias actividades tratando de maximizar su beneficio, teniendo en cuenta las limitaciones de los demás, de acuerdo a los planes intercambiados durante la negociación.	Decisiones descentralizadas - Un protocolo de negociación basado en "Compensación", el cual se considera un mecanismo de incentivos utilizado por el operador de transporte para convencer a los fabricantes a aceptar un plan de recogida; y "criterio de aceptación", la medición del desempeño del modelo son las respuestas económicas (es decir, el beneficio). Se demostró que en la mayoría de los casos, el beneficio del operador de transporte se puede aumentar sin afectar a la ganancia del fabricante.	Planeación Táctica
(Di Febraro, Sacco, & Saeednia, 2016)	Para el transporte intermodal de mercancías se busca proponer un modelo Programación de envíos, definiendo ruta, modo de transporte y tiempos bajo la hipótesis que los actores acuerdan coordinar sus operaciones con otros compartiendo la información necesaria.	Decisiones descentralizadas con cooperación parcial por medio del intercambio de información entre los actores (cantidad limitada) Utilizando un coordinador de comunicaciones de red (NCC), para garantizar el intercambio de información en tiempo real La programación se descompone, en un esquema jerárquico, en sub-problemas. Cada uno de estos sub-problemas es modelado por separado y representa las operaciones de un solo actor. En este tipo de modelado no es posible garantizar el logro de un " óptimo global " Los sub-problemas se acoplaron usando el NCC y se utiliza el método de relajación de Lagrange.	Planeación táctica
(Sun & Schonfeld, 2016)	Modelo para la llegada de vehículos correlacionados en el transporte intermodal para reducir el riesgo de atrasos generando interrupciones en el servicio	Modelo de sincronización de llegadas y salidas en centros de transferencia de mercancía buscando ahorro de tiempo, reducción de costos de acuerdo a la información histórica, pero los beneficios de este modelo puede cambiar cuando se presentan eventos aleatorios	Planeación táctica

AUTOR	DESCRIPCIÓN	MECANISMO	NIVEL DE PLANEACIÓN
		que las variables de holgura no pueden normalizar en este caso los vehículos quedarán por fuera del programa pre-optimizado	
(Björklund & Gustafsson, 2015)	Modelo teórico que busca desarrollar una distribución coordinada entre los municipios de Suecia para reducir el impacto ambiental generado por el transporte de carga	Modelo teórico – estructura descentralizada compartiendo información, capacitación y desarrollando cooperación. La fuente de los datos son encuestas y artículos científicos. Los resultados mostraron la necesidad de una mayor colaboración entre los actores para que el transporte de mercancías en las ciudades suecas fuera más eficiente, por lo tanto tomaron medidas como la implementación un centro de distribución coordinada (CDC) y el concepto del centro de consolidación urbana (UCC). Como una estrategia de codistribución para que todos los proveedores ofrezcan sus productos y se facilite el cambio entre los modos general (por ejemplo, a los vehículos más pequeños o mediante el uso de fuentes alternativas de energía) que se utiliza en distribución municipal.	Planeación estratégica
(Holguín-Veras & Sánchez-Díaz, 2015)	Estrategia para la gestión de la demanda de carga para el desarrollo de políticas y gestión del transporte encaminadas a reducir la congestión y el impacto ambiental, realizando entregas fuera de horas habituales de trabajo, consolidando carga para el receptor y fomentando en los receptores solicitar solo la carga necesaria.	Estructura descentralizada pero los receptores de carga son los que tienen el poder de como influir en cómo y cuándo se deben realizar las entregas. Además se encuentra que para contar con una participación exitosa de los receptores de carga se requiere el acompañamiento de una política pública con incentivos y fijación de precios. El modelo se evalúa por medio una micro-simulación (BMS) permitiendo simular el tráfico de acuerdo a datos de entrada estandarizados para la ciudad donde se realizó el estudio	Planeación estratégica

### **2.3.3 Problemáticas de tipo estratégico en el transporte de carga**

Las diferentes investigaciones en planeación estratégica del transporte de carga han demostrado que incluso los antiguos miembros de la Unión Europea (OMS), han obtenido buenos datos sobre el tráfico de mercancías pero la planificación se limita al lograr la optimización del tráfico, y se han enfocado para hacer frente al problema y dirigir el desarrollo en base a las malas experiencias lo que los ha llevado a no presentar una propuesta consistente sobre la planeación a un nivel estratégico. Otro problema que se ha identificado es la falta de cooperación entre los departamentos de la ciudad. Cooperación con el sector privado que se encuentra interesado, a partir de lo anterior se ha propuesto que la planeación estrategia del transporte debería enfocarse en los siguientes factores (Holguín-Veras & Sánchez-Díaz, 2015):

#### **Accesibilidad**

El crecimiento económico de los diferentes países llevará al crecimiento de producción de bienes, al crecimiento de consumo tanto en las zonas urbanas como rurales, por lo tanto estas zonas deben contar con los elementos necesarios que permitan el desarrollo de actividades logísticas con el objetivo de ser un soporte para las grandes y pequeñas empresas que mueven mercancías, los planes de accesibilidad se deben realizar teniendo en cuenta que la exigencia de la accesibilidad continuará aumentando.

#### **Transporte**

Respecto al transporte es necesario planear acerca de los medios y modos de transporte de mercancías buscando la eficiencia en términos de costos y tiempo, actualmente el transporte por carretera es reconocido porque permite un alto movimiento de carga y porque es soporte para el transporte intermodal permitiendo la conexión de instalaciones logísticas.

#### **Tráfico**

El crecimiento de los flujos de tráfico es un problema creciente y la falta de vías de tráfico es un desafío común, además la falta de espacio de carga para los negocios se ha convertido en un desafío, generando problemas para las operaciones de entrega y

obstaculizando el flujo de tráfico, los peatones, los ciclistas para los negocios de las principales ciudades.

### **Impactos**

Utilizar los diferentes medios y modos de transporte impactan factores externos como el medio ambiente existen entidades que hacen controles en este tema pero es necesario desarrollar un plan estratégico que permita mitigar y prevenir este impacto para obtener una operación del transporte sostenible, la OMS ha reconocido este problema por medio de las emisiones porque reduce la calidad del aire, por otra parte se tiene el impacto social porque la congestión es un problema cada vez mayor, tanto por los vehículos particulares, sino también conectado al transporte de mercancías y esta problemática está relacionada con el desarrollo de infraestructura.

# Capítulo 3

## 3.Caso de estudio

La revisión de la literatura evidencia que no se ha investigado continuamente respecto a la coordinación entre actores en la planeación estratégica en el transporte de carga esto se puede atribuir a que se tienen un componente adicional y son las entidades públicas las cuales dadas sus características particulares incrementan la complejidad de cualquier modelo teórico o matemático que se desee proponer, además porque cada País tiene una estructura diferente para realizar la planeación estratégica del transporte por lo tanto es difícil proponer un modelo de que sea extrapolable en otros países, es por esta razón que para el desarrollo de esta tesis es necesario primero conocer como es la estructura que se maneja y los características y responsabilidad de cada uno de estos actores que son claves en el momento de tomar decisiones estratégicas y los retos que deben asumir para realizar una planeación a largo plazo que se acorde a las necesidades de la economía y del comercio.

### 3.1 Transporte en Colombia

En Colombia el movimiento de carga al interior del país se realiza principalmente por carretera y su desempeño influye directamente en el desarrollo económico del país. Según la información proporcionada por el Ministerio de transporte durante el año 2006 por medio del transporte por carretera se movilizaron 155.196.000 toneladas y durante el año 2009 se movilizaron 173.558.000 toneladas, presentando un crecimiento del 11%. A pesar de la importancia el transporte de carga por carretera se enfrenta a diferentes problemáticas como la insuficiencia de infraestructura vial, deterioro del parque automotor, incrementos en los costos logísticos originados por la falta de coordinación y desinformación de las empresas respecto a los tiempos muertos, cargue, descargue y documentación causando demora y costos innecesarios, adicionalmente presenta un alto porcentaje de viajes

vacíos, definidos por el ministerio de transporte como viajes sin carga de retorno, o viajes cuyo destino de operación inicial no son generadores de carga, este tipo de viajes incrementan los costos al no utilizar totalmente la capacidad disponible para movilizar la carga, además este es un sector caracterizado por la informalidad (Mora, 2010) (Ministerio de Transporte Colombia & Oficina Asesoría de Planeación, 2011)

### **3.1.1 Actores en el sistema de transporte Colombiano**

El CONPES 3589 establece que el sistema de transporte está conformado por la infraestructura y el servicio que se presta a través de ella, requiriendo un modelo empresarial, un equipamiento y un recurso humano que soporten la actividad; es necesario lograr la coordinación de estos elementos bajo un marco de facilitación, seguridad y coordinación para lograr establecer e implementar políticas que busquen la competitividad de los productos tanto en el mercado nacional como internacional. De esta manera el concepto de cadena productiva del transporte se amplía y se determina que debe estar formada por socios logísticos y comerciales, los cuales establecen relaciones económicas que buscan generar beneficio para todos los eslabones de la cadena de tal manera que se alcance el desarrollo económico y social, por medio de los principios de alianza estratégica, colaboración y mentalidad empresarial (Departamento Nacional de planeación, 2009).

Por lo anterior, se considera que el subsistema de transporte se compone por entidades públicas y privadas. En el primer grupo se encuentran las autoridades públicas que trabajan por intereses específicos existentes en una comunidad, y otro tipo de entidades públicas que actúan como administradoras de los proyectos y de los bienes públicos que hacen parte del sistema de transporte, de tal manera que atiendan las demandas sociales, y así influir en la percepción de los ciudadanos y de los actores privados acerca del manejo que se le da a la problemática. Una de las políticas que pueden plantear las entidades públicas autoritarias es La integración física, lo cual compromete la presencia de infraestructura – terminales e intercambiadores modales e intermodales, los cuales generalmente son administrados, vigilados y controlados por otras entidades públicas – de tal forma que los actores públicos efectúen transferencias de carga de un medio de transporte a otro de forma ágil, eficiente y segura (Navas, 2008).



Tabla 3 Principales actores en el transporte de carga en Colombia

Tipo de Decisiones	ACTORES	PARTICIPACION	INFORMACION QUE SUMINISTRAN	INFORMACION QUE DEMANDAN
Estratégicas	El ministerio de transporte de Colombia	formular la regulación técnica y económica en materia de tránsito y transporte para todos los modos de transporte	Calidad de la infraestructura global Calidad de las carreteras Calidad de la infraestructura ferroviaria. Calidad del comercio y la infraestructura de transporte. Número de compañías de transporte marítimo. Matriz origen – destino y análisis. Tiempos empleados en realizar las operaciones de transporte, tanto los pactados como los ejecutados. Información obtenida por medio del sistema de información de costos eficientes para el transporte automotor de carga (SICE-TAC), Registro nacional de despacho de carga – RNDC y el sistema de información para la regulación del transporte de carga por carretera (SIRTCC).	Información de las entidades territoriales, sociedades portuarias, empresas de transporte de carga por carretera, empresas que administran la infraestructura férrea para generar indicadores. Registro de información en el SICE-TAC para el cálculo de los costos de transporte y el RNDC para monitorear el manifiesto de carga registrando la actividad transportadora de carga terrestre por carretera , estos sistemas de información pueden ser alimentados por alguno de los siguientes actores: conductor, propietario de vehículo, empresa de transporte, el RNDC también cuenta con información suministrada por entidades que se encargan de realizar el control operativo y administrativo como la superintendencia de puertos y transporte, policía nacional, la DIAN y la unidad de Análisis Financiero. Diligenciamiento del Registro nacional automotor (RNA) para obtener información correspondiente a los vehículos como por ejemplo marca, línea, configuración, peso vacío, capacidad, serie, tipo de combustible, entre otra y el registro nacional de remolques (RNR). El SIRTCC se actualiza por medio información suministrada por entidades como INVIAS, INCO Y otras fuentes de información que indican el comportamiento de las variables que conforman la estructura de costos de la operación del transporte terrestre automotor de carga.
Estratégicas	Comisiones regionales de competitividad	Concertación entre los actores públicos (Alcaldes, gobernadores, representantes, Diputados) y privados	Memorias del trabajo realizado en las comisiones regionales de competitividad y los	Requerimientos puntuales para el desarrollo territorial que permita incrementar la

Tipo de Decisiones	ACTORES	PARTICIPACION	INFORMACION QUE SUMINISTRAN	INFORMACION QUE DEMANDAN
		(empresarios, agremiaciones cámara de comercio, academia, consumidores) para la formulación de políticas que busquen articular las prioridades regionales para alcanzar la productividad y competitividad para las diferentes apuestas productivas del país y de servicios (Logística y de transporte)	encuentros con otras regiones.	competitividad del sector privado
Estratégicas	DNP	Diseñar y asegurar una adecuada programación del presupuesto de las diferentes fuentes de recursos de inversión con base en las prioridades del gobierno y objetivos de desarrollo del país	Plan nacional de desarrollo actual y versiones anteriores.	Indicadores del ministerio de transporte, INVIAS y ANI
Estratégicas	MinCIT	Formula, adopta, dirige y coordina las políticas generales en materia de desarrollo económico relacionadas con la adopción de mejores prácticas en logística y transporte, entre las que se incluyen la facilitación del comercio y la logística, mediante la promoción de servicios asociados al transporte	Comercio transfronterizo. Movimiento de contenedores	
Estratégicas	FITAC	Coordina las iniciativas de los agentes logísticos en comercio internacional. Adelanta estudios que aportan conocimiento práctico de la actividad comercial, la evaluación de la situación del comercio exterior y su relación con el sector logístico.	La competencia y calidad de los servicios logísticos. La capacidad de rastreo y seguimiento de envíos. Proporciona guías al Estado para la formulación de las políticas logísticas más convenientes para el país.	
Tácticas	Alcaldías y gobernaciones	Planeación y ejecución de proyectos	Manejo de los permisos de construcción	Ley del ordenamiento territorial Planes de desarrollo
Tácticas	INVIAS	Entidad adscrita al Mintransporte su función es de gestión de acuerdo a los lineamientos del ministerio, debe ejecutar las políticas, estrategias, planes, programas y proyectos de la infraestructura no concesionada de la Red vial de carreteras primaria y terciaria, férrea, fluvial y de la infraestructura marítima	Calidad de la infraestructura global Calidad de las carreteras Kilómetros doble calzadas construidos Mantenimiento de la red terciaria Kilómetros de mantenimiento rutinario Estado señalización Calidad de la infraestructura ferroviaria y plan de mantenimiento Calidad de la infraestructura del transporte aéreo	Políticas definidas por el ministerio de transporte y del departamento nacional de planeación.

Tipo de Decisiones	ACTORES	PARTICIPACION	INFORMACION QUE SUMINISTRAN	INFORMACION QUE DEMANDAN
Tácticas	Aerocivil	Entidad adscrita al Mintransporte y junto con esta entidad deben definir las políticas Desarrollo y planes generales de aeronáutica civil y transporte aéreo, propendiendo por el desarrollo aeronáutico y aeroportuario del país, garantizando el uso seguro del espacio aéreo colombiano, por medio del trabajo de personal idóneo y capacitado. Además trabaja con el Ministerio de Relaciones Exteriores para establecer relaciones con autoridades aeronáuticas de otros países y con organismos internacionales de aviación civil.	Calidad de la infraestructura del transporte aéreo Información sobre el control de tránsito Investigación aplicada Estadísticas sobre seguridad aérea Estadísticas operacionales: Información sobre origen y destino de viajes, toneladas movilizadas, kilómetros recorridos y tráfico de los aeropuertos	Políticas definidas por el ministerio de transporte y el ministerio de relaciones exteriores
Tácticas	Agencia nacional de infraestructura	Gestionar y evaluar proyectos de concesiones y otras formas de asociación público privada APP para la explotación de infraestructura pública con el fin de generar competitividad y servicio de calidad.	Calidad de la infraestructura global Calidad de las carreteras Calidad de la infraestructura ferroviaria. Información sobre proyectos que se encuentran en formulación y ejecución. Resultado análisis de viabilidad técnica, económica, financiera y legal de los proyectos de concesión.	Políticas definidas por el ministerio de transporte.  Información suministrada por INVIAS y por la AEROCIVIL para elaborar todos los documentos, actos y convenios necesarios para la estructuración, adjudicación y/o contratación de proyectos de concesión o APP
Tácticas	Superintendencia de Puertos y transporte	Debe vigilar, inspeccionar y controlar la prestación del servicio público de transporte marítimo, fluvial, terrestre, férreo y aéreo en el país, en cuanto a lo que calidad de infraestructura y prestación del servicio se refiere.	Procedimiento y resultado del número supervisiones en puertos, concesiones, sociedades portuarias, operadores portuarias, empresas de transporte fluvial y marítimo, terminales de transporte automotor, aeropuertos, aerolínea	Políticas definidas por el ministerio de transporte
Operativa	Policía Nacional	Proporcionar seguridad en el desarrollo de sus actividades económicas	Procedimientos para garantizar la seguridad a los productos que se comercializan por medio del transporte automotor.	Información de cada de uno de los vehículos que transitan con carga
Tácticas	Agencia Nacional de Seguridad Vial	Entidad regulatoria cuya misión es prevenir y reducir los accidentes de tránsito. Debe coordinar los organismos y entidades públicas y privadas que trabajan promoviendo la seguridad vial e implementa el plan de acción de la	Dirigir el diseño del plan nacional de seguridad vial. Evaluar en materia de seguridad los proyectos normativos que lo requieran. Direccionar la investigación en materia de accidentalidad vial.	Coordinar con el ministerio de transporte y el ministerio de relaciones iniciativas en seguridad vial a organismos multilaterales. Informar a la superintendencia de puertos y transporte si algún organismo de tránsito u organismo de apoyo están incurriendo

Tipo de Decisiones	ACTORES	PARTICIPACION	INFORMACION QUE SUMINISTRAN	INFORMACION QUE DEMANDAN
		seguridad vial del Gobierno	Formular iniciativas regulatorias relativas al tránsito	en malas prácticas y deben ser suspendidos
Tácticas	DIMAR	Dirección, coordinación y control de las actividades marítimas	Procedimientos para hacer los trámites que establece esta organización. Ejecución de presupuesto Estadísticas marítimas Normatividad marítima Planeación	Políticas del gobierno respecto al transporte marítimo
Tácticas	INCO	Trabaja por lograr el desarrollo integrado de la infraestructura de transporte del país por medio de la vinculación del capital privado.	Estado de los proyectos en ejecución	Calidad de la infraestructura global Calidad de las carreteras
Tácticas y Operativas	Aeropuertos públicos y privados	Plataformas que permiten realizar el despeje y aterrizaje de los aviones de manera programada y coordinada	Forma de operación, e identificar debilidades y fortalezas	Calidad de la infraestructura del transporte aéreo
Operativas	Colfecar	Busca la racionalización de los costos en que incurre la industria del transporte y promover el mejoramiento y modernización de la infraestructura vial y de la seguridad en las carreteras	Pueden proporcionar información acerca de datos acerca de tiempos de viaje, estado de las Vías y como afectan las condiciones del vehículo y de la mercancía, tiempos de cargue y descargue, mercancía que requieren condiciones especiales de cargue y descargue, calidad de la Información suministrada por las empresas respecto a las condiciones necesarias para el transporte de los productos en estudio y Seguridad vial	Calidad de la infraestructura global Calidad de las carreteras Reglamentación de la operación del transporte de carga
Operativas	Operadores de transporte	proveedor de servicios especializados para el transporte y distribución de mercancías a lo largo de la cadena de suministros		
Operativas	Zonas Francas	áreas donde se desarrollan actividades industriales de bienes y servicios o actividades comerciales, bajo una reglamentación especial en materia tributaria, aduanera y de comercio exterior	Reglamentación Beneficios de hacer uso de esta infraestructura	
Operativas	Agentes Aduaneros	Representan a los generadores de carga ante la autoridad aduanera, son responsables de la exactitud y veracidad de la información contenida en los documentos que suscriban. Su papel es fundamental para evitar retrasos en el tránsito y transporte de mercancías, desde y hacia el país	Eficiencia de las aduanas y la gestión de los espacios de frontera. La capacidad de rastreo y seguimiento de envíos	

Operativas	Agente de carga internacional	Coordinar y organizar embarques, consolidar carga de exportación o des-consolidar carga de importación y emitir o recibir del exterior los documentos de transporte	Principales problemáticas que afectan directamente la operación de estas organizaciones y que deben ser escaladas a las entidades públicas pertinente para buscar su solución	Requerimientos y normatividad para el transporte de los productos que requieren ser movilizados por medio de los diferentes modos de transporte usados en el país. Calidad de la infraestructura global Calidad de las carreteras Calidad de la infraestructura ferroviaria. Compañías de transporte marítimo Reglamentación de los diferentes modos de transporte
Operativas	Agentes marítimos	persona natural o jurídica, representante en Colombia del propietario armador extranjero de un buque que llega a cualquiera de los puertos nacionales		
Operativas	Agentes de transporte multimodal	Coordinar los servicios contratados por su cliente o armador para la asistencia de todas las necesidades del buque en el puerto y en las fases terrestres del transporte marítimo		

Al interrelacionar los actores oferentes y demandantes de los diferentes modos de transporte de carga se puede apreciar que los actores están involucrados en decisiones de tipo estratégico, táctico y operativo. La decisiones de tipo estratégico están bajo la responsabilidad del Ministerio de transporte, entidad identificada como el ente rector y orientador de este subsistema, tiene bajo su responsabilidad la planificación y formulación de políticas (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2007), planes, programas, proyectos y regulación económica en materia de transporte, tránsito e infraestructura de los diferentes modos de transporte, así como la regulación técnica en materia de transporte y tránsito de los modos anteriormente citados (CINTEL, 2010), entre las políticas que están a cargo de esta entidad se pueden orientar en buscar la infraestructura de transporte con la finalidad de asegurar la intermodalidad, multimodalidad, su articulación e integración (Ministerio de transporte, 2014); promover el desarrollo de la infraestructura de transporte, que sea coherente con el Plan Nacional de Desarrollo (Congreso de la república, 2011); Fijar la política tarifaria y los criterios que regulan las relaciones económicas entre los actores del servicio público de transporte terrestre automotor de carga (Ministerio de transporte, 2011); además establecer la reglamentación del sistema de transporte como por ejemplo, reglamentar el ingreso de vehículos al servicio particular y público de transporte terrestre automotor de carga (Ministerio de transporte, 2008) (Ministerio de Transporte, 2013); determinar los lineamientos para el desarrollo de las relaciones comerciales y de servicio entre el remitente y/o generador, la empresa de servicio público de transporte terrestre automotor de carga y el propietario del vehículo (Ministerio de

transporte, 2008), define las condiciones para el proceso de reposición de vehículos de servicio público de transporte terrestre automotor de carga (Ministerio de transporte, 2005).

Además el Ministerio de Transporte cuenta con entidades adscritas para la toma de decisiones tácticas y operacionales, como la Superintendencia de Puertos y Transporte quien es la encargada de realizar la vigilancia, el control y seguimiento a la actividad (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2007), junto con el ministerio de transporte han realizado actividades como definir el estatuto nacional de navegación (Ministerio de obras publicas y transporte , 1988) y su reglamentación (Ministerio de transporte , 1997); han reglamentado la prestación del servicio ferroviario. Otras entidades destacadas que pertenecen a este grupo de apoyo son la DIAN, el INVIMA, el ICA y la Policía Antinarcoóticos quienes intervienen en los procesos de inspección y control de mercancías (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2007).

Es importante destacar que el principal objetivo del Ministerio de Transporte es desarrollar políticas encaminadas para potencializar los diferentes modos de transporte en Colombia de tal manera que sea más eficiente y rentable el movimiento de carga al interior del país, el ministerio cuenta con entidades adscritas como el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), la Agencia Nacional de Infraestructuras (ANI), la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (AEROCIVIL) y el instituto nacional de concesiones (INCO), los cuales en términos generales lo que realizan es formular proyectos avalados por el ministerio de mediano y largo plazo que busquen mejorar el desarrollo del transporte en el país desde las perspectiva de cada uno y suministran la información recolectada por medio de sus actividades para la evaluación y análisis del ministerio de transporte (CINTEL, 2010).

Adicionalmente a las entidades mencionadas anteriormente, este subsistema cuenta con la participación de otras organizaciones como la DIMAR y los aeropuertos quienes decisiones operacionales para el sistema de transporte donde determinan la reglamentación para garantizar la seguridad de la carga y tienen la facultad de determinar rutas y establecer los itinerarios de los medios de transporte que intervienen. El ministerio de transporte con la DIMAR han regulado las garantías que se deben proporcionar para los trámites de solicitudes y cumplimiento de las obligaciones de los contratos de las

concesiones portuarias, concesión para embarcaderos, homologaciones y autorizaciones temporales en áreas marítimas y fluviales (Ministerio de transporte, 2010), Reglamentan las garantías para actividades portuarias en áreas marítimas y fluviales (Ministerio de Transporte, 2013).

Los actores privados tienen principalmente la función de suministrar información a las entidades públicas pertinentes respecto a sus operaciones, información necesaria para tomar decisiones estratégicas y operativas, por ejemplo tiempos de viaje, estado de las vías, demanda de servicios logísticos, debilidades y fortalezas de las empresas de transporte terrestre automotor, entre otros, además deben comunicar todo tipo de inconformidad en el área logística que afecta el desarrollo de sus operaciones.

### **3.2 Sistema de transporte cadena cárnica bovina**

La cadena de carne bovina se entiende desde el concepto de cadena alimentaria como “el conjunto de actividades y actores que intervienen y se relacionan técnica y económicamente desde la actividad agrícola primaria hasta la oferta al consumidor final.” (Secretaría de Cooperación técnica del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2005). Los eslabones que conforman la cadena de carne antes de llegar al consumidor final se describen en la Ilustración 5. En el primer eslabón de productores primarios existen fincas ganaderas de baja, media y alta adopción tecnológica, en el segundo eslabón, se realiza el comercio de ganado entre actores intermediarios en subastas, en colocadores mayoristas, y con comisionistas y aplicadores o se pasa el ganado en pie directamente a las plantas de sacrificio que son de carácter público o privado, en el cuarto eslabón se realiza el transporte de carne en canal, deshuesada y subproductos a carnicerías especializadas, colocadores mayoristas y la grande y pequeña industria donde se generan los procesados cárnicos. Finalmente los distribuidores minoristas como los expendios tradicionales, los supermercados de cadena y los restaurantes y casinos se encargan de hacer llegar la carne a los consumidores finales. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2009)



### 3.3 Descripción de la cadena

La cadena productiva del transporte de carne bovina se encuentra conformada por actores directamente involucrados con el proceso como se muestra en la Ilustración 5, y otros actores indirectos de carácter público y privado que intervienen en forma paralela desde diferentes aspectos.

#### 3.3.1 Actores directos

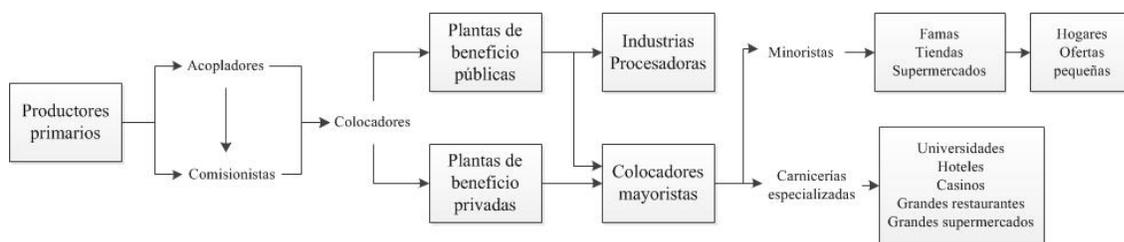


Ilustración 5 Actores directos de la cadena productiva de carne bovina

#### Los productores primarios o ganaderos y comerciantes de ganado en pie.

Desarrollan la operación en fincas que se encuentran distribuidas en gran parte del territorio nacional con diferentes niveles de adopción tecnológica en el manejo del sistema productivo. Los comercializadores de ganado en pie comercian en subastas donde se negocian en mayor medida el ganado flaco, y los acopladores, comisionistas o colocadores quienes compran generalmente el ganado gordo al productor primario e inician el proceso de distribución al mayorista. El objetivo de los comisionistas es vincular el acoplador con el productor, lo que le permite obtener una comisión según el valor de la transacción de la compraventa. Los acopladores se encargan de reunir lotes de ganados que proceden de diferentes fincas con el fin de lograr un tamaño económico de transporte para ofrecer el ganado en pie a los colocadores o llevarlos a ferias. Los colocadores generalmente participan en las ferias, donde comercian con los comisionistas o acopladores lotes de ganado, después venden los animales o la carne en canal tanto a distribuidores mayoristas, supermercados y detallistas, como a distribuidores minoristas. Las subastas son organizaciones donde participan compradores de ganado flaco

comoproductores o intermediarios y vendedores que por lo general son ganadores cebadores, donde se subastan lotes de ganado por medio de un sistema de remate. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2009) (Ministerio de agricultura y desarrollo rural & DANE, 2012)

### **Las plantas de beneficio y desposte**

Pueden ser de carácter público o privado lo que influye en el nivel tecnológico de cada uno de ellos, en Colombia la mayoría de ellas son públicas de carácter municipal, cumplen la función del sacrificio del ganado para separar las partes comestibles es decir entre carne en canal, vísceras (despojos) y lo que no es comestible como pieles, sebo y otros productos, además desarrollan las labores de higienización y procesos términos a los productos comestibles. La capacidad instalada de las plantas de beneficio determina el volumen de sacrificios. Su producto es suministrado a algunos colocadores (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2009) (Ministerio de agricultura y desarrollo rural & DANE, 2012)

### **La industria procesadora de alimentos**

Son todas aquellas empresas que producen embutidos y comida rápida se pueden considerar como un oligopolio, se bastecen de un gran proveedor o tienen sucursales para abastecerse a sí mismas (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2009) (Ministerio de agricultura y desarrollo rural & DANE, 2012).

### **Distribuidores mayoristas**

Son diferentes actores como las carnicerías especializadas, y colocadores mayoristas. Las carnicerías especializadas tienen dos campos de acción, uno es orientar su operación a la obtención de productos procesados y la otra es ser los principales proveedores de universidades, hoteles, casinos y grandes restaurantes, cuentan con infraestructura adecuada para manejar grandes volúmenes de carne como cuartos fríos, salas de deshuese y preparación de cortes, para realizar la operación de distribución de sus productos a los supermercados cuentan con vehículos con aislamiento térmico. Los colocadores son los actores más distinguidos en la comercialización al por mayor, su operación se centra en adquirir ganado en pie de forma directa de los productores y comisionistas, o negociar ganado en ferias; después suministran carne en canal a los

minoristas y/o carnicerías especializadas (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2009) (Ministerio de agricultura y desarrollo rural & DANE, 2012)

### **Distribuidores minoristas de Carne**

Como se mencionó anteriormente la cadena de carne bovina en Colombia abastece totalmente la demanda del país por lo tanto alrededor del 75% de la producción nacional es consumida por los hogares colombianos, este eslabón de la cadena se conforma por famas, tienda y supermercados que compran al menudeo o al por mayor para distribuir al consumidor final. Las famas atienden principalmente a los hogares y clientes pequeños que están cercanos, tienden a adquirir cortes y no la carne en canal para ahorrar en costos de mano de obra especializada que se requiere para hacer la limpieza y el deshuese. Los supermercados se caracterizan por tener un alto capital que les permite adquirir carne en canal e invertir en procedimiento de alta calidad para transformarla (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2009) (Ministerio de agricultura y desarrollo rural & DANE, 2012)

### **Consumidores Finales:**

Este grupo se compone por los pequeños restaurantes y hogares quienes adquieren la carne en famas y supermercados, el producto debe continuar la cadena en frío si no se desea consumir inmediatamente se ha realizado la compra (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2009) (Ministerio de agricultura y desarrollo rural & DANE, 2012).

### **3.3.2 Actores indirectos**

Son las entidades de carácter público que ejercen Inspección, Vigilancia y Control – IVC sobre la cadena y además determinan los requisitos para el manejo del producto en los diferentes eslabones, como el Ministerio de Transporte, el Ministerio de Protección Social, el Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos – INVIMA, las entidades territoriales, las alcaldías y las gobernaciones. También las entidades de carácter privado llamadas agremiaciones que trabajan para el bienestar de toda la cadena como la Asociación Nacional de Industriales - ANDI y la Federación Colombiana de Ganaderos – FEDEGÁN. El Instituto Colombiano de

Desarrollo Rural es una organización pública que también interviene en el fortalecimiento de la cadena.

Las funciones de estas entidades relacionadas con la cadena productiva principalmente con el transporte en el interior del país se muestran en la Tabla 1, donde también se aclara el campo de acción que tienen sobre el proceso.

Actor	Funciones	Comercio de ganado en pie	Sacrificio	Comercio de carne en canal y procesada
Ministerio de Transporte	Registrar y autorizar transportadores y vehículos. IVC en transporte de animales en pie. Establecer condiciones físicas y sanitarias para vehículos de transporte de carne en canal			
ICA	Requisitos sanitarios e IVC para transporte de animales en pie.			
Ministerio de protección social	Reglamentación y requisitos generales para funcionamiento de plantas de beneficio de régimen especial y para transporte de productos cármicos			
INVIMA	IVC de plantas de beneficio y de transporte de carne en canal. Aprobación de plantas del PRPBA**			
Entidades Territoriales	IVC a través de la autorización sanitaria de los vehículos para el transporte de carne en canal y procesada.			
Alcaldes y Gobernadores	Presentar, evaluar factibilidad y ejecutar los PRPBA.			
Agremiaciones Privadas (ANDI, FEDEGÁN) e Instituciones públicas (INCODER)	Establecer planes para el bienestar de la cadena			

Ilustración 6 Actores indirectos de la cadena productiva de carne bovina

### ANDI

Esta organización cuenta con un área transversal gerencia logística, transporte e infraestructura, la cual debe promover la competitividad de las diferentes unidades

productivas del país, impulsando mejores niveles de servicios e infraestructura de calidad, servicios de transporte de carga eficientes, lo que permitirá ser más eficiente el transporte tanto del ganado en pie como de la carne en canal, al disminuir costos de operación y de mantenimiento de las empresas de transporte.

### **FEDEGÁN**

Es considerado como el gremio nacional de los ganaderos, quienes tienen cuatro funciones principales, la primera es representar el gremio antes las entidades públicas y privadas, la segunda es analizar la realidad del sector, por medio de la información disponible y las políticas del sector ganadero, además debe recaudar y administrar la parafiscalidad ganadera, por último debe prestar servicios para alcanzar bienestar en el ganadero articulando diferentes recursos como fondo nacional ganadero y el fondo de estabilización de precios (FEDEGAN, 2010)

### **INCODER**

Por medio de la coordinación entre los actores públicos y privados se busca desarrollar políticas para generar acceso físico para todos los sectores productivos a las poblaciones rurales en busca del desarrollo socioeconómico del país, actúan como asesores en la identificación, preparación y ejecución de proyectos de infraestructura.

Adicionalmente, Las mesas departamentales son mesas de trabajo que integran a diferentes actores. Están conformadas por el “gobernador o su delegado, por un representante de la autoridad ambiental competente, un representante de los alcaldes y un representante del sector privado interesado además podrán estar invitados representantes o delegados de los ministerios de agricultura y desarrollo rural, de la protección social, de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, del departamento nacional de planeación y otros” (Ministerio de la protección social, 2008).

## **3.4 Problemáticas en la cadena cárnica bovina de tipo estratégico en el transporte de carga**

Los mecanismos de coordinación revisados y la caracterización de la cadena cárnica permiten definir las siguientes problemáticas

## Accesibilidad

De acuerdo a la matriz origen destino emitida por el ministerio de transporte en el año 2013 de las 476 toneladas de carne que se movilizaron a través del país el 26% se movilizaba con destino Bogotá, y de las 124 toneladas que demandaba la capital del país el 31% provienen de Cartagena y el 12% de Barranquilla es decir que el 44% de este producto, con estos volúmenes Bogotá se consolida como uno de los puntos urbanos que presentan una alta demanda en este producto pero que aun así no está preparado para garantizar un rápido acceso a la ciudad ni un tránsito continuo. Actualmente la ciudad cuenta con tres principales vías de acceso la Calle 13, la utopista norte y la utopista Medellín, durante los años 2013 y 2014 la calle 13 presentó una saturación porque además de prestar el servicio para el tránsito de peatones se eliminó la restricción para vehículos de carga lo que incrementó el número de vehículos a transitar por esta vía presentando un incremento del 77%, es decir pasando de 1.446 a 2.556 vehículos entre febrero y junio del año 2014, cuando se presenta este tipo de saturaciones la carga es la principalmente afectada.

En el caso de la cadena cárnica Bovina al transitar con el ganado en pie por largos periodos de tiempo se impacta la calidad de la carne porque se puede presentar, disminución del peso entre el 1.5% y el 9% deshidratación del ganado y golpes o hematomas que finalmente terminan en pérdidas para el vendedor y el transportador, para el caso en el cual la carne se transporta en canal requiere mayor exigencia de los sistemas de refrigeración de los vehículos de carga que transporta este tipo de mercancía, frente a esta problemática se requiere que se realice una distribución planeada de las vías de acceso a los puntos urbanos demandantes de este tipo de carga para reducir la congestión y de sistemas de información que permitan controlar en tiempo real cómo se comporta el flujo vehicular para tomar decisiones rápidamente que mejorando la accesibilidad.

Para resolver este tipo de problemas de actores que deben participar son el ministerio de transporte, la secretaria de movilidad, la cámara de infraestructura y la alcaldía de la localidad donde se encuentran los problemas de movilidad, este primer grupo de entidades son quienes finalmente deben decidir si se debe realizar inversión en infraestructura para mejorar la accesibilidad o si se deben implementar medidas regulatorias que permitan mejorar la distribución de la carga por las principales vías del país, por otra parte deben actuar las entidades como el INVIMA, INCODER y las agremiaciones quienes son los que

deben presentar la información detallada real sobre las dificultades que se están presentando para el transporte de este tipo de mercancía.

### **Transporte**

En el campo regulatorio se encuentra que no existe una claridad frente a la reglamentación que deben cumplir para transportar tanto el ganado en pie como la carne en canal para las nuevas entidades naturales y jurídicas que iniciaran las operaciones de transporte en este tipo de productos, se encontraron varias normas pero no se sabe en realidad cuales son las vigentes por lo tanto no hay una información unificada para las entidades regulatorias como la policía ni para los manipuladores de la carga. Durante el año 2015 el INVIMA emitió una cartilla donde se sintetiza la normatividad con la cual deben cumplir las plantas de beneficio pero para la operación del transporte no existe un documento que ofrezca esta claridad por lo tanto en algunas ocasiones las condiciones de inocuidad no son las adecuadas para realizar el transporte del ganado no son las adecuadas y transitan vehículos sin sistemas de bebederos, sin pisos antideslizantes, sin mecanismos para separar físicamente cada animal, o sin sistemas apropiados para el manejo de los desechos de los animales.

En este tipo de problemáticas debe participar principalmente el INVIMA quien debe lograr unificar la normatividad tanto para los centros de sacrificio como para actores que prestan el servicio de transporte, además debe ser la entidad que debe encortar los mejores canales de comunicación para dar a conocer esta normatividad a todos los actores especialmente a las entidades de control como la policía nacional y para las agremiaciones quienes también deben promocionar y comunicar esta normatividad.

### **Servicios Logísticos**

No se encontró un mecanismo de coordinación o una entidad que trabaje solo por garantizar los servicios logísticos necesarios para que todas las cadenas de suministro tengan un buen desempeño como por ejemplos centros de acopio, desarrollo del transporte intermodal, centros de mantenimiento de los vehículos o servicios direccionados específicamente para las personas quienes transportan la carne o los animales.

En el caso de la cadena cárnica bovina uno de los servicios básicos que puede mejorar el desempeño de la cadena es la oferta de puntos de sacrificio y se encontró que existe una

concentración de los puntos de sacrificio en las zonas de consumo pero no en las zonas de producción lo que incrementa el costo del transporte, puesto que el transporte de ganado en pie es más costoso que el de la carne en canal, adicionalmente no se presenta una integración entre las plantas de sacrificio y productores y/o distribuidores lo que también incrementa los costos de la cadena por que se requieren de intermediarios. Pero se debe tener en cuenta que aparte del impacto en costo que se tiene en la cadena también implica un uso inadecuado de los vehículos porque se ha llegado a la cifra que en lugar de llevar 14 cabezas de ganado se podrían transportar 40 animales cuando la carne se encuentra en canal en un vehículo de carga, afectando la sustentabilidad de la cadena.

Para la problemática anteriormente mencionada las entidades como agremiaciones son quienes deben comunicar cómo se comporta en realidad la dinámica comercial para que entidades como el INCODER, alcaldías, gobernaciones y ministerios de protección social busquen fuentes de financiación para construir los centros de acopio o de sacrificio suficientes y en lugares estratégicos que permitan construir una cadena más rentable para todos los actores.

# Capítulo 4

## 4.Mecanismo de coordinación

Los mecanismos de coordinación encontrados en la literatura y los actores identificados en el sistema de transporte permiten establecer que un mecanismo de coordinación para la toma de decisiones estratégicas para el transporte de carga no puede buscar alcanzar objetivos individuales sino que debe buscar un bien común por esta razón se propone un mecanismo centralizado basado en la información compartida por todos los actores para tomar decisiones con información real. Además las problemáticas encontradas en la cadena cárnica bovina demuestran que se encuentran interrelacionadas, por ejemplo al presentar deficiencias en la infraestructura se afectará la accesibilidad y esta a su vez afectará el tránsito de los bienes, pero donde finalmente las entidades que toman las decisiones finales no son quienes se beneficiaran directamente o quienes son participes del proceso de transporte sino que se trata de entidades ajenas a la operación que buscan el beneficio de un tercero para el cual prestan sus servicios, por lo tanto se define que este mecanismo se debe modelar bajo un paradigma que permita establecer relaciones causales y que sea dinámico donde las variables cambien continuamente, por este motivo se elige la dinámica de sistemas para modelar el mecanismo de coordinación propuesto.

## 4.1 Modelo conceptual

Los actores públicos más representativos identificados como participes en la toma de decisiones estratégicas en el transporte de carga en Colombia actualmente están estructurados bajo una organización descentralizada donde el Ministerio de transporte es quien define las políticas que deben seguir sus entidades adscritas, pero estas entidades son totalmente autónomas de definir como cumplir con sus objetivos. Las entidades adscritas oficialmente son el INVIAS, la aeronáutica civil, la agencia nacional de la infraestructura, la superintendencia de puertos, cormagdalena, policía nacional de Colombia y agencia nacional de seguridad vial, al investigar cada una de las funciones se encuentra que no existe una entidad que se trabaje con el objetivo de garantizar los servicios logísticos adecuados para la carga, los vehículo y las personas que son parte del transporte de carga. Adicionalmente no se observa como el ministerio se relaciona con entidades las entidades administrativas de las regiones como las alcaldías y las gobernaciones.

Respecto a las entidades suministradoras de información para que el ministerio plantee sus políticas no se visualiza una participación de los stakeholders quienes finalmente son los que conocen las debilidades y fortalezas del sistema de transporte de carga en el país, este grupo se identifican en esta tesis como los actores que están directamente relacionados en la cadena como agremiaciones, demandantes de carga y oferentes de carga. Por otra parte a pesar que este proyecto surge de la participación de entidades educativas no se encuentra formalmente definida la relación colaborativa con la entidad ni como las alcaldías y gobernaciones deben actuar como entidades garantes del cumplimiento de las decisiones tomadas.

Al plantear los objetivos de esta tesis se esperaba que al analizar solo una cadena de suministro era suficiente para plantear el modelo de coordinación pero las decisiones estratégicas para un sistema de transporte deben beneficiar a todas las cadenas o a la mayoría puesto que deben buscar el bien común, por lo tanto el modelo planteado no solo está enfocado para la cadena cárnico bovina como se esperaba al iniciar la investigación sino es modelo con un enfoque globalizado.

Partiendo de los factores mencionados anteriormente el modelo que se propone es centralizado donde se cree una nueva entidad quien sea la que se encargue de centralizar

todas las decisiones estratégicas alrededor del transporte y la logística del país, direccionado sus políticas en cuatro ejes: infraestructura, accesibilidad, sostenibilidad y servicios logísticos y operación del transporte

A continuación se presenta el modelo gráficamente

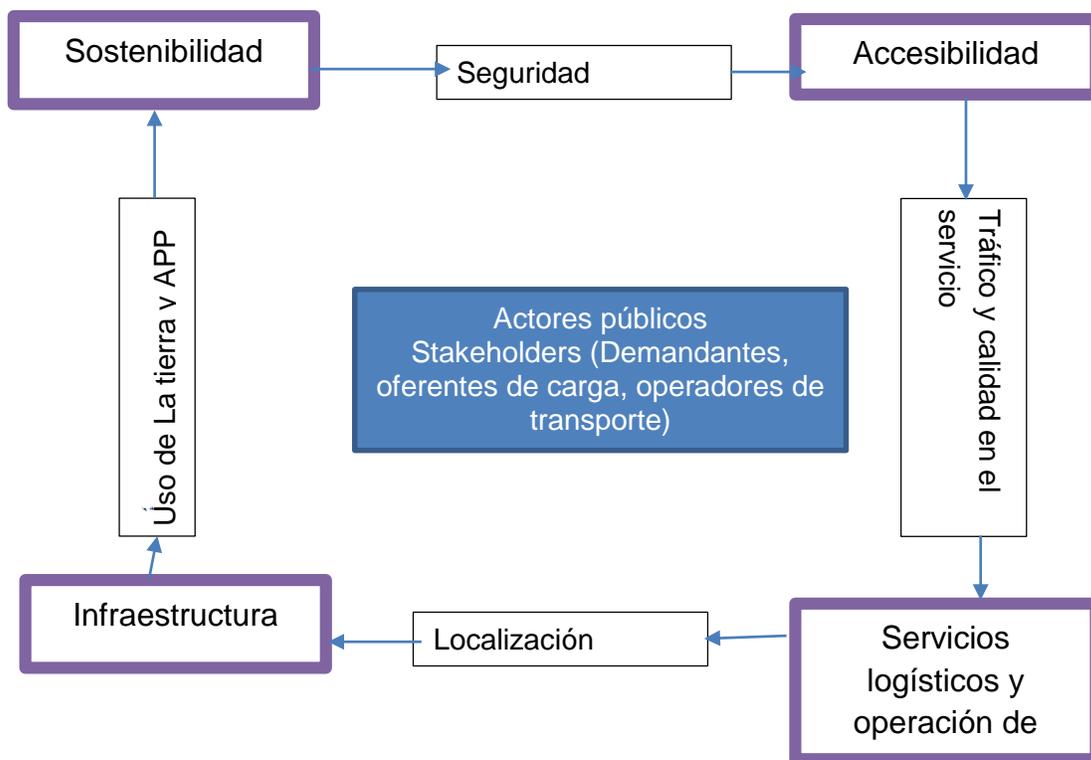


Ilustración 7 Modelo de coordinación propuesto

El modelo programado mediante la dinámica de sistemas tendrá como objetivo evaluar el tiempo de respuesta ante las necesidades del transporte de carga.

Y los factores que se avalúan para medir esta velocidad son los siguientes:

**Infraestructura**

- Información del estado de las vías
- Evaluación prospectiva de los volúmenes de carga y número de viajes para validar si es necesario la construcción de nuevas vías
- Evaluar condiciones necesarias para desarrollar el transporte intermodal y multimodal

- Garantizar que las vías en buen estado se mantengan independientemente si el capital proviene de una asociación público privada o de carácter público
- Señalización completa
- Definir espacios físicos y de tiempo para realizar cargue y descargue de tal forma que no se obstruya el flujo vehicular

### **Sostenibilidad**

- Desarrollo de canales de comunicación para intercambiar información entre todos los actores de las cadenas
- Reducción de los viajes vacíos o vehículos con el 70% de espacio libre
- Capacitación para el manejo o manipulación adecuada de la carga dependiendo sus características físicas
- Reglamentación clara y publicada para el adecuado transporte de cada uno de los productos
- Participación constante del sector académico para analizar información.
- Controlar la huella de carbono de los productos y de las empresas de transporte
- Promover el uso de energías renovables
- Programas de mantenimientos de los vehículos para disminuir el impacto ambiental
- Evaluación de los volúmenes de carga que se movilizan por medio terrestre y evaluar otras alternativas de transporte

### **Accesibilidad**

- Control del tráfico por medio de un sistema de información (tiempo real) y generar restricciones de tráfico si es necesario
- Seguridad de la carga, vehículos y personas
- Programación de rutas inter empresas
- Capacitación para los demandantes de carga en el tema de entornamiento previo de la llegada de sus productos para disminuir el uso del espacio público para parqueo de vehículos de carga

### **Servicios logísticos y operación de transporte**

- Distribución de los puntos de acopio (Sacrificio)
- Servicios de consolidación y desconsolidación de carga
- Coordinación de transportistas dedicados a grandes volúmenes de carga o cargas pequeñas.
- Servicios de mantenimiento de los vehículos garantizando la seguridad y el flujo de la carga
- Servicios a las personas como restaurantes y hoteles

## 4.2 Modelo de simulación

El modelo de simulación se realiza con en el software Anylogic y se elige como método de simulación la dinámica de sistemas porque se busca representar un modelo causal por medio de datos empíricos formulando políticas que pueden variar de acuerdo a la estructura que se define para la toma de decisiones a largo plazo en este caso enfocados en el transporte de carga.

En el modelo se representa como se puede incrementar la rapidez de respuesta a la demanda de las cadenas de suministro manejando información compartida y centralizada, esta demanda representa las necesidades de las cadenas de suministros, esta rapidez o velocidad es impactada principalmente de acuerdo a la capacidad del sistema de transporte para transportar la carga, y la capacidad para distribuir la carga, estas capacidades varían de acuerdo a las forma en la cual se toman las decisiones respecto a accesibilidad, infraestructura, sostenibilidad y servicios logísticos evaluando los factores que fueron mencionados en la descripción conceptual del modelo.

La rapidez de atención tiene como input la carga demanda a movilizar y la salida se representa como la demanda satisfecha, la tasa se calcula como la suma de capacidad para transportar la carga más la capacidad para distribuir la carga.

A continuación se presenta como se definen las relaciones



### 4.3 Análisis de los resultados

En dos de las corridas del modelo, la simulación muestra que a partir del cuarto periodo la rapidez para responder a la demanda es mayor a la demanda generada, esto puede explicar porque las decisiones que se están modelando tiene un impacto a largo plazo y por este motivo a pesar que las decisiones se tomen a partir del tiempo presente de acuerdo a las necesidades reales del sistema de transporte el impacto de estas decisiones no se reflejaran inmediatamente, pero una vez el modelo de estabiliza se logra construir un modelo preventivo y no reactivo ante las necesidades del sistema.

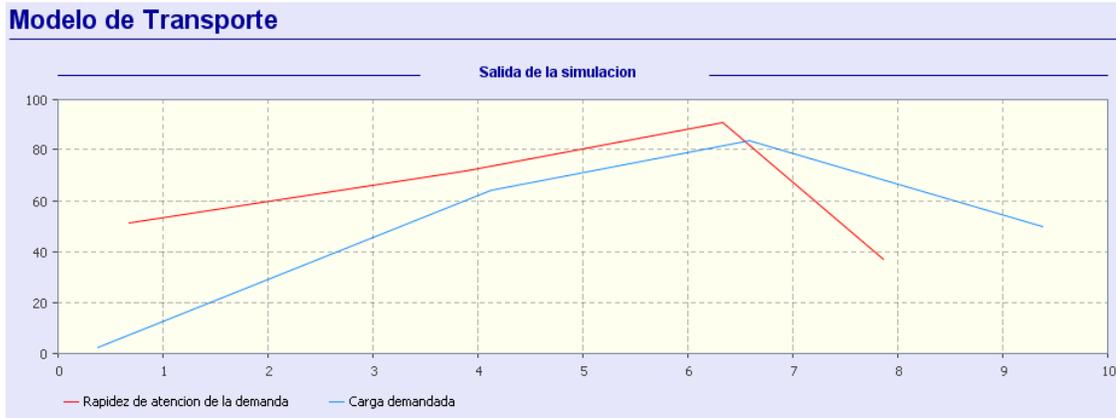


Ilustración 9 Resultado No 1 del modelo de coordinación por medio de la programación dinámica



Ilustración 10 Resultado No 2 del modelo de coordinación por medio de la programación dinámica

En otras dos recorridas se muestra que la velocidad para responder a las necesidades de las cadenas es superior a la demanda generada y se comporta reactiva es decir que cuando incrementa la demanda incrementa la velocidad de reacción y i disminuye la velocidad de respuesta tiene el mismo comportamiento.



**Ilustración 11 Resultado No 3 del modelo de coordinación por medio de la programación dinámica**



**Ilustración 12 Resultado No 4 del modelo de coordinación por medio de la programación dinámica**

# 5. Conclusiones y recomendaciones

## 5.1 Conclusiones

En el documento se relaciona la información necesaria para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos específicos planteados para alcanzar el objetivo general el cual consiste en Proponer un mecanismo de coordinación entre actores públicos y privados para tomar decisiones estratégicas en el sistema de transporte que sirve a un corredor logístico colombiano, entendiendo corredor logístico como un espacio territorial conformado por tramos y nodos que sirven a diferentes cadenas de suministro para realizar la movilización de bienes y elementos para prestar servicios, por lo tanto demanda inversión en infraestructura para suministrar los servicios apropiados para la carga que transita a través de estos espacios.

Se caracterizó la cadena de suministro cárnica bovina porque al analizar la matriz origen destino 2013 suministrada por el ministerio de transporte se encontró que era una de las cadenas agrícolas representativas para el país y para el corredor logístico Cartagena - Bogotá, el cual fue uno de los corredores logísticos reconocidos en el proyecto de investigación E-transcol por el volumen de carga que transita a través de este corredor y por el número de viajes. En la caracterización se definieron cuáles eran los actores que tenían una relación directa con la carga y cuáles eran los principales actores indirectos que influían de alguna manera en el transporte de este tipo de producto aunque nunca se encontraran en contacto directo con el producto puesto que su campo de acción principalmente es regulatorio impactando aspectos económicos y de calidad en la cadena de suministro. Respecto a la relación entre los actores identificados tanto públicos como privados no se encontraron canales de comunicación que permitan transmitir las necesidades del sector a las entidades públicas en tiempo real para que se tomen las medidas pertinentes. Solo se encontró una agremiación representativa del sector pero que se ha especializado principalmente en buscar la apertura económica para estos productos sin tener en cuenta las limitantes que se pueden presentar para la movilización del producto.

Por otra parte la multiplicidad de actores no solo se evidencia en el proceso de transporte sino también en el proceso de comercialización puesto que han definido figuras que actúan como intermediarios para promocionar el ganado o la carne en canal en ferias a esta figura acuden los pequeños ganaderos que no tienen una alta capacidad de negociación, pero estas figuras solo tienen una participación comercial desde la visión logística también podrían actuar como unas entidades que permitieran consolidar la carga para disminuir el número de vehículos que transportan ganado en pie.

El segundo y tercer objetivo están orientados en identificar las problemáticas propias de la cadena y las problemáticas de tipo estratégico en el transporte del producto, con la caracterización se percibe una cadena organizada desde la parte comercial pero con deficiencias en la proyección de un desarrollo logístico que permita garantizar la sostenibilidad y calidad de la cadena por este motivo los principales problemas de la cadena se identifican antes de tener la carne en canal porque el ganado presenta deshidratación, o se pierde carne por golpes que sufre el ganado al ser transportado, pero estas problemáticas están directamente relacionadas con las desalineaciones en el proceso de la toma de decisiones estratégicas en el transporte de carga para esta cadena, porque no se han desarrollado puntos de acopio ubicados estratégicamente para disminuir el tiempo en el cual debe ser expuesto el ganado al ser movilizado, y en los espacios donde se habían establecido puntos de acopio o de sacrificio no se establecieron políticas que promovieran el mantenimiento de estos lugares y se han perdido por falta de inversión; adicionalmente se encontró que los problemas de accesibilidad no solo se presentan en los puntos rurales oferentes de carga sino también en los demandantes de carga como la ciudad de Bogotá porque se presentan congestiones por falta de inversión en infraestructura y por una inadecuada planeación en la distribución de la ciudad.

Uno de los objetivos que fortalecieron la formación académica en el desarrollo de la tesis fue el tercer objetivo donde se esperaba encontrar una única problemática de tipo estratégico que afectará el flujo de los productos para visualizar la participación tanto de los actores relacionados directamente con la carga como la de los actores denominados indirectos para plantear el mecanismo de coordinación y se encontró que para plantear un modelo de coordinación para la toma de decisiones estratégicas si se podría partir de los problemas para la cadena cárnica bovina porque en varios casos pueden ser compartidos con otras cadenas de productos perecederos, pero no era posible definir solo un problema

estratégico para el modelo de coordinación porque se terminaría realizando un modelo enfocado para la toma de decisiones de tipo táctico u operativas, por lo tanto se reevaluó el objetivo del modelo de coordinación y se conceptualizaron de forma general las problemáticas de tipo estratégico que se originan de la caracterización realizada, por esta razón no fue suficiente solo mapear los actores indirectos de la cadena de cárnica bovina sino identificar los principales actores públicos que son parte de la toma de decisiones estratégicas del país y las problemáticas que generar actuando bajo la estructura actual. Por otra parte, tampoco fue posible identificar solo una problemática que impactará el flujo de los productos a través del sistema de transporte porque se encontró una relación causal entre dichas problemáticas por lo tanto se plantea que es necesario que las decisiones estrategias se enfoquen en cuatro ejes denominados, infraestructura, accesibilidad, sostenibilidad y servicios logísticos y la operación de transporte.

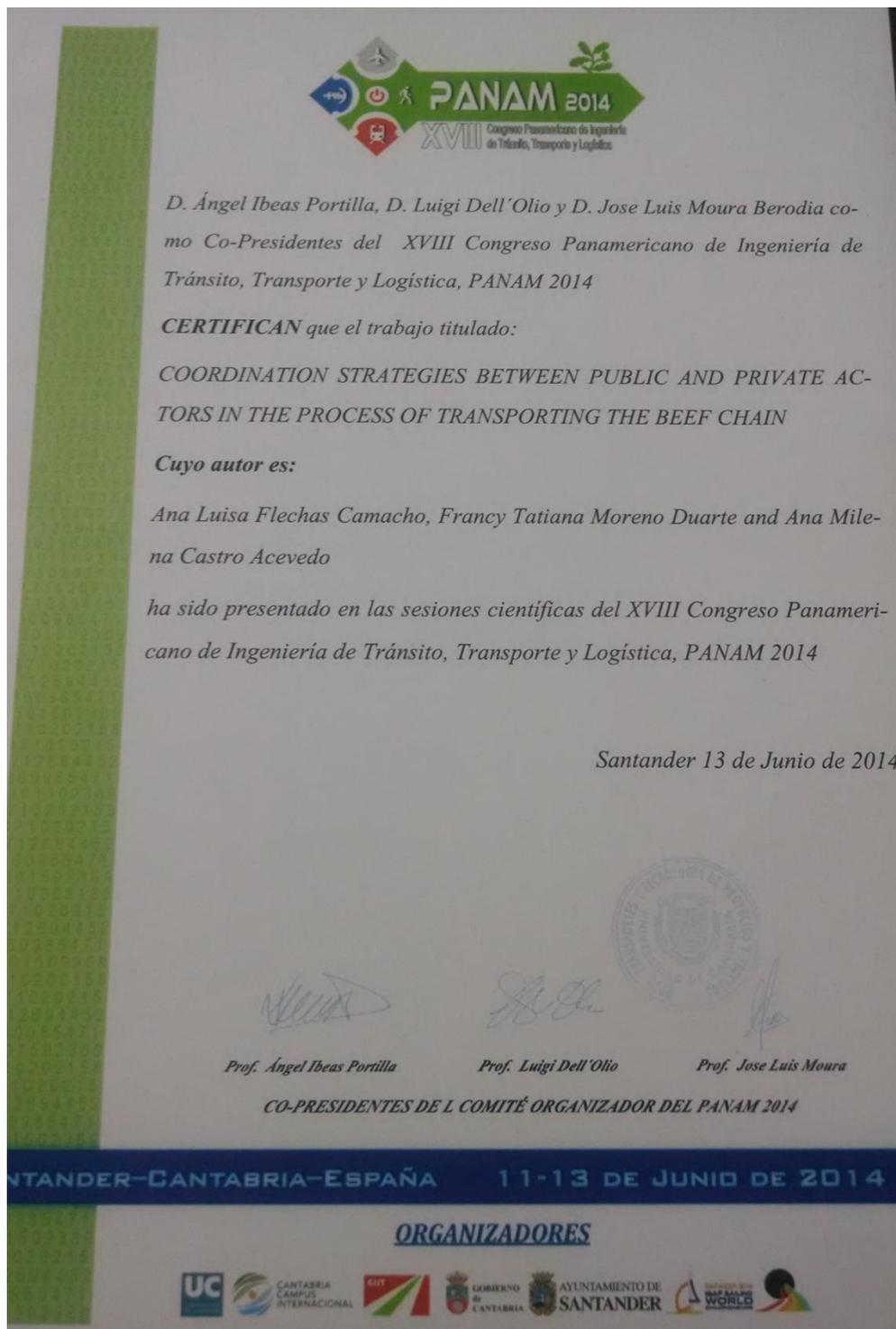
En el planteamiento del mecanismo de coordinación se realiza en base los cuatro ejes mencionados anteriormente porque estos 4 ejes logran representar la interrelación entre los actores públicos y privados, para cada uno de los ejes se plantean factores que son los que finalmente miden el comportamiento de los actores actuando bajo una estructura centralizada o descentralizada y compartiendo información y sin compartirla contando incluso con la participación de los stakeholders y de entidades del sector académico, los factores se pueden evaluar entre un rango entre 0 y 100 y su desempeño finalmente impactará el comportamiento del sistema para responder a las necesidades de las cadenas productivas. La representación del modelo se realiza por medio de la dinámica de sistemas porque se buscaba representar un modelo causal por medio de datos empíricos que permitiera interpretar como se comporta un sistema al tener variaciones en los comportamientos de los actores del sistema.

Los resultado obtenidos del modelo simulado por medio de la dinámica de sistemas muestra principalmente dos escenarios al compartir información bajo una estructura centralizada, el primer escenario muestra una mayor velocidad de respuesta a las necesidades de la cadena de forma reactiva y el segundo escenario muestra que la velocidad de respuesta no incrementa inmediatamente se aplica esta estructura sino unos periodos de tiempo después lo que es explicable dado que se están evaluando decisiones a largo plazo pero llega un punto donde el sistema se convierte predictivo ante las necesidades de las cadenas.

## **5.2 Recomendaciones**

En futuras investigaciones que se realicen alrededor de esta temática se recomienda investigar sobre relaciones de poder y la influencia sobre estos modelos de coordinación cuando se involucran entidades de carácter público, además se recomienda consultar sobre métodos de validación de modelos teóricos que permitan evaluar de forma crítica los modelos que se encuentran en la literatura.

## Anexo A: Certificados participación ponencias internacionales





## Association for European Transport

Training for Transportation Professionals  
Forrester House, Doctors Lane  
Henley in Arden  
B95 5AW  
UK  
Tel: +44 (0) 1564 793 552  
Fax: +44 (0)1564 793 983  
e-mail: [info@aetransport.org](mailto:info@aetransport.org)  
web-site: [www.aetransport.org](http://www.aetransport.org)

Mateo Pachon Rincon  
Universidad Nacional de Colombia  
Carrera 45 No 26-85  
Bogotá D.C. – Colombia  
[mpachonri@unal.edu.co](mailto:mpachonri@unal.edu.co)

8 October 2014

Dear Mateo Pachon Rincon,

### **European Transport Conference: 29 September – 1 October 2014**

I am writing to confirm that you participated as a speaker at the above conference held at the Goethe University, Frankfurt, Germany. The additional contributors to your paper were Francys Tatiana Moreno Duarte Jorge Eduardo Ortiz Triviño.

The Conference contained more than 200 presentations and was attended by in excess of 450 delegates. Your contribution was well-received and appreciated.

I hope we can welcome you to the 43<sup>rd</sup> Conference, to be held from 28 - 30 September 2015 in Frankfurt, Germany.

Yours sincerely,

**Sabrina Winter**  
Contract Manager AET European Transport Conference 2014  
One behalf of the AET Board

## Bibliografía

- Agrell, P. J., Lundin, J., & Norrman, A. (2016). Horizontal Carrier Coordination through Cooperative Governance Structures. *International Journal of Production Economics*. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.10.025>
- Akiva, B., Meersman, H., Van De Voorde, E., & Moshe, E. (2013). *Freight Transport Modelling* (Vol. 34). Emerald Group. <https://doi.org/10.1080/01441647.2014.916762>
- Alcalde, R., Sáiz, L., & Lara, A. (2008). Nuevas claves y propuestas para que los agentes gestionen eficientemente la cadena de suministro, 1779–1798.
- Aljazzar, S., Jaber, M., & Moussawi-Haidar, L. (2016). Coordination of a three-level supply chain (supplier–manufacturer–retailer) with permissible delay in payments.
- Almeida, R., Toscano, C., Azevedo, A., & Carneiro, L. (2011). Collaborative planning approach for non- hierarchical networks environments, (Ice), 1–8.
- Anaya, J. (2009). *El transporte de mercancías – Enfoque logístico de la distribución*.
- Ankersmit, S., Rezaei, J., & Tavasszy, L. (2014). The potential of horizontal collaboration in airport ground freight services. *Journal of Air Transport Management*, 40, 169–181. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2014.07.005>
- Arshinder, K., Kanda, A., & Deshmukh, S. G. (2011). *Supply Chain Coordination under Uncertainty*. *International Journal of Production Economics* (Vol. 115). <https://doi.org/10.1007/978-3-642-19257-9>
- Bahinipati, B., Kanda, A., & Deshmukh, S. G. (2009). Coordinated supply management: review, insights, and limitations. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 12(6), 407–422. <https://doi.org/10.1080/13675560802476382>
- Ballou, R. (2004). *Logística, Administración de la cadena de suministro* (Quinta).
- Baublys, A., & Smičius, A. (2011). Models of freight transport system development, (November 2014), 37–41. <https://doi.org/10.1080/16483840.2002.10414045>

- Behrends, S., Lindholm, M., & Woxenius, J. (2008). The Impact of Urban Freight Transport: A Definition of Sustainability from an Actor's Perspective.
- Björklund, M., & Gustafsson, S. (2015). Toward sustainability with the coordinated freight distribution of municipal goods. *Journal of Cleaner Production*, 98, 194–204. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.043>
- Buckley, P., & Casson, M. (2010). THE MULTINATIONAL ENTERPRISE REVISITED 2010 - A theory of cooperation in international business.
- Calderón, J. L., & Lario, F. C. (2007). Simulación de cadenas de suministro: Nuevas aplicaciones y áreas de desarrollo. *Informacion Tecnologica*, 18(1), 137–146. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642007000100018>
- Cannella, S., Ciancimino, E., Framinan, J. M., & Disney, S. M. (2010). Los cuatro arquetipos de cadenas de suministro The Four Supply Chain Archetypes. *Universia Business Review*.
- Castellanos, A. (2009). *Manual de gestión logística del transporte distribución de mercancías*.
- Chan, H. K., & Chan, F. T. S. (2010). A review of coordination studies in the context of supply chain dynamics. *International Journal of Production Research*, 48(10), 2793–2819. <https://doi.org/10.1080/00207540902791843>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación. Principios de administración de operaciones* (Tercera). Pearson. Retrieved from [http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=jVlwSsVHUfAC&oi=fnd&pg=PA411&q=Administraci+on+de+la+cadena+de+suministro&ots=Foz5eV8q7F&sig=Uupwtu\\_1cwed7Ch\\_-FdxKhgRivE](http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=jVlwSsVHUfAC&oi=fnd&pg=PA411&q=Administraci+on+de+la+cadena+de+suministro&ots=Foz5eV8q7F&sig=Uupwtu_1cwed7Ch_-FdxKhgRivE)
- Christopher, M. (2011). *Logistics & Supply chain management* (Fourth).
- Cortés, C. E., Jara-moroni, P., Moreno, E., Ibañez, U. A., & Pineda, C. (2013). Modelo de equilibrio estocástico para asignación conjunta de transporte público y privado.
- Crainic, T. G., Dell'Olmo, P., Ricciardi, N., & Sgalambro, A. (2015). Modeling dry-port-based freight distribution planning. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 55, 518–534. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2015.03.026>
- Datta, P. P., & Christopher, M. G. (2011). Information sharing and coordination mechanisms for managing uncertainty in supply chains: a simulation study. *International Journal of Production Research*, 49(3), 765–803. <https://doi.org/10.1080/00207540903460216>
- Departamento Nacional de planeación. (2009). Conpes 3589.

- Di Febraro, A., Sacco, N., & Saeednia, M. (2016). An agent-based framework for cooperative planning of intermodal freight transport chains. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 64, 72–85. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2015.12.014>
- Drechsel, J. (2010). Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems. Springer, (0075-8442), 167. Retrieved from <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-642-00331-8.pdf>
- Farahani, R. Z., Rezapour, S., Kardar, L., & Daneshzand, F. (2011). Logistics Operations and Management. *Logistics Operations and Management*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385202-1.00008-6>
- Fischer, T., & Gehring, H. (2005). Planning vehicle transshipment in a seaport automobile terminal using a multi-agent system. *European Journal of Operational Research*, 166(3), 726–740. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.03.042>
- Giannoccaro, I., & Pontrandolfo, P. (2004). Supply chain coordination by revenue sharing contracts. *International Journal of Production Economics*, 89(2), 131–139. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(03\)00047-1](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(03)00047-1)
- Haehling von Lanzanauer, C., & Pilz-Glombik, K. (2002). Coordinating supply chain decisions: an optimization model. *OR Spectrum*, 24(1), 59–78. <https://doi.org/10.1007/s291-002-8200-3>
- Holguín-Veras, J., & Sánchez-Díaz, I. (2015). Freight Demand Management and the Potential of Receiver-Led Consolidation programs. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(3), 6205–6216. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.04.031>
- Jacobs, R., Berry, W., Whybark, C., & Vollman, T. (2011). *Manufacturing planning and control for supply chain management*.
- Jia, Z.-Z., Deschamps, J.-C., & Dupas, R. (2016). A negotiation protocol to improve planning coordination in transport-driven supply chains. *Journal of Manufacturing Systems*, 38, 13–26. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2015.10.003>
- Jiménez, J. E., & Hernández, S. (2002). MARCO CONCEPTUAL DE LA CADENA DE SUMINISTRO: un nuevo enfoque logístico, (215).
- Kanda, A. A., & Deshmukh, S. G. (2007). Coordination in supply chains: an evaluation using fuzzy logic. *Production Planning & Control*, 18(5), 420–435. <https://doi.org/10.1080/09537280701430994>
- Kim, B. (2000). Coordinating an innovation in supply chain management. *European Journal of Operational Research*, 123(3), 568–584. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00113-7](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00113-7)
- Kouvelis, P., & Zhao, W. (2014). Supply Chain Contract Design under Financial Constraints and Bankruptcy Costs. *Investment Management and Financial Innovations*, 5(4), 7–24. <https://doi.org/10.1287/xxxx.0000.0000>

- Lambert, D. M., & Cooper, M. C. (2000). Issues in Supply Chain Management. *Industrial Marketing Management*, 29(1), 65–83. [https://doi.org/10.1016/S0019-8501\(99\)00113-3](https://doi.org/10.1016/S0019-8501(99)00113-3)
- Lazzarini, S., Chaddad, F., & Cook, M. (2001). Integrating supply chain and network analyses: the study of netchains. *Chain and Network Science*. Retrieved from <http://wageningenacademic.metapress.com/index/33550414t42t0q06.pdf>
- Lejeune, M., & Yakova, N. (2005). On characterizing the 4 C's in supply chain management. *Journal of Operations Management*, 23(1), 81–100. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2004.09.004>
- Li, X., & Wang, Q. (2007). Coordination mechanisms of supply chain systems. *European Journal of Operational Research*, 179(1), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.06.023>
- Meixell, M. J., & Gargeya, V. (2005). Global supply chain design: A literature review and critique, 41, 531–550.
- Ministerio de Transporte Colombia, & Oficina Asesoría de Planeación. (2011). Diagnóstico del transporte, 2011, 112.
- Mora, L. A. (2010). *Gestión Logística Integral*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Navas, A. (2008). Políticas de transporte público urbano: Lecciones desde la experiencia de transantiago.
- Papacostas, C. S., & Prevedouros, P. D. (2001). Transportation Engineering and Planning. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-947X\(2001\)127:3\(268\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-947X(2001)127:3(268))
- Payan, J. M., & Svensson, G. (2010). Co-operation, coordination, and specific assets in inter-organisational relationships.
- Robusté, F. (2005). Logística del transporte. Retrieved from [https://books.google.com/books?id=U2j7vXvS\\_rcC&pgis=1](https://books.google.com/books?id=U2j7vXvS_rcC&pgis=1)
- Saalmann, P., Wagner, C., & Hellingrath, B. (2016). Decision Support for a Spare Parts Supply Chain Coordination Problem: Designing a Tactical Collaborative Planning Concept.
- Salazar, F., & Ramírez, L. (2012). Estado Actual de la Configuración de la Cadena productiva de Pasifloras en Colombia, (August), 1–10. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4153.7764>
- Sivilevičius, H. (2011). Modelling the interaction of transport system elements. *Transport*, 26(1), 20–34. <https://doi.org/10.3846/16484142.2011.560366>

- Sun, Y., & Schonfeld, P. (2016). Holding decisions for correlated vehicle arrivals at intermodal freight transfer terminals. *Transportation Research Part B: Methodological*, 90, 218–240. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2016.05.003>
- Taghipour, A., & Frayret, J.-M. (2012). Dynamic mutual adjustment search for supply chain operations planning co.
- Thomas, D. J., & Griffin, P. M. (1996). Coordinated supply chain management. *European Journal of Operational Research*.
- Velazquez, E. (2012). *Canales de distribución y logística*.
- Vila, I. R., & Pascual, R. C. (2007). Estado del arte de la planificación colaborativa en la cadena de suministro : Contexto determinista e incierto, (3), 91–121.
- Yap, L. L., & Tan, C. L. (2012). The Effect of Service Supply Chain Management Practices on the Public Healthcare Organizational Performance. *International Journal of Business and Social Science*, 3(16), 216–224.