

MODELO CONCEPTUAL PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LOS RECURSOS OPERACIONALES EN LAS EMPRESAS TRANSPORTADORAS DE CARGA TERRESTRE EN COLOMBIA

Martín Darío Arango Serna, Silvana Ruiz Moreno, Luisa Fernanda Ortiz Vásquez,
Julián Andrés Zapata Cortes
Universidad Nacional de Colombia

Recibido (17/02/16), aceptado (29/06/16).

Resumen: En este artículo se presenta un modelo conceptual para la administración de recursos en empresas prestadoras del servicio de transporte de carga terrestre en Colombia, en el cual se incluyen relaciones entre actores, actividades propias de las empresas y las variables involucradas en el proceso de transporte. En la construcción del modelo inicialmente se identificaron las variables utilizadas en modelos existentes de transporte utilizados en la administración de la cadena de suministro, se analizaron las relaciones entre dichas variables y componentes y se identificaron las actividades clave al interior en las diferentes áreas decisionales de las empresas de transporte de carga terrestre. Posteriormente, se formula el modelo conceptual, el cual fue validado por un conjunto de expertos tanto del sector transporte como académico. Finalmente, se proponen un conjunto de indicadores para controlar y mejorar el desempeño en las empresas de transporte de carga.

Palabras Clave: Cadena de suministro, Logística, Modelización conceptual, Recursos operacionales, Transporte de carga.

CONCEPTUAL MODELLING FOR THE OPERATIONAL RESOURCES MANAGEMENT AT THE ROAD FREIGHT TRANSPORTATION COMPANIES IN COLOMBIA

Abstract: This article presents a conceptual model for resource management in companies providing road freight transport companies services in Colombia, this model includes the relations between actors, business activities and the variables involved in the transport process. For the model construction, initially, the variables used in existing transport models for supply chain management were identified, the relationships between these variables and components were analyzed and the key activities within the decisional areas of road freight transport companies were identified. The conceptual model, which was validated by a group of experts from the transport and academic sectors is subsequently formulated. Finally, a set of indicators to monitor and improve performance in the freight companies are proposed.

Key words: Conceptual Modelling, Freight transport, Logistics, Operational Resources, Supply Chain.

I. INTRODUCCIÓN

En el año 2013 Colombia contaba con 2685 empresas de transporte de carga [1], las cuales movilizaron alrededor del 72% del total de la carga del país, lo que generó que para este año el 92.61% de la inversión en transporte se dirigiera al modo carretero [1]. Estos niveles de inversión y manipulación de mercancía demuestran la importancia del transporte de carga por carretera en el país, por lo cual se deben proponer métodos, herramientas y modelos que busquen mejorar el desempeño de las empresas y los demás actores involucrados. Para afrontar la toma de decisiones

enfocadas en mejorar el desempeño de las empresas de transporte, es necesario utilizar modelos que permitan incluir las condiciones reales del mercado y consideren la mayoría de variables (tanto internas como externas) que influyen en el desempeño de las empresas de transporte de carga [2].

La representación a través de herramientas descriptivas de un sistema, haciendo uso de modelos conceptuales, permite la comprensión de las variables más influyentes en el comportamiento de un sistema [2]. Los modelos conceptuales se derivan de un proceso de documentación de un problema con el propósito de

entenderlo y comunicarlo a los stakeholders, haciendo uso de textos y gráficos que resuman el modelo en sí [3]. Los modelos conceptuales pueden ser diferenciados por el estilo del lenguaje con el que se construyen, siendo este lógico, estructurado, temporal, orientado al objeto, etc., también difieren en el grado de formalidad con que se estructure en función de quienes harán uso del modelo [4].

La principal contribución del presente artículo es una propuesta original de un modelo conceptual para la administración de recursos en las empresas de transporte de carga, a través del cual dichas empresas puedan tener un punto de referencia para organizar sus procesos y actividades, buscando mejorar el uso de los recursos.

Este artículo que surge de un proyecto investigativo, se estructura a partir de una búsqueda bibliográfica en literatura científica, donde se caracterizan los diferentes modelos que se han desarrollado para representar el funcionamiento de las empresas de transporte de carga y los componentes que deben incluirse en la modelización conceptual de las mismas. Con base en los componentes y actividades críticas que se han identificado en la búsqueda bibliográfica, se propone el modelo conceptual presentado en el capítulo 2 en este artículo, el cual fue validado por un conjunto de expertos académicos y del sector transporte en Colombia, dichos expertos analizaron las relaciones entre las actividades claves identificadas en las empresas de transporte y fueron consultados sobre varias características de calidad del modelo. A partir del proceso de validación se presenta una discusión de los resultados y un conjunto de indicadores que apoyan la modelización conceptual aquí propuesta. Finalmente, se destacan las conclusiones más relevantes.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

La administración de recursos se refiere a la planificación y gestión del uso de los diferentes objetos, información, materiales o servicios necesarios para realizar las actividades propias de una empresa [5]. Para lograr una gestión adecuada de los recursos, es necesario identificar con claridad las áreas que intervienen en el uso de cada recurso, su finalidad y las herramientas de información que responden a las actividades de cada empresa [6]. En las empresas de transporte se requiere

que la administración de recursos se fundamente en un reconocimiento claro de las actividades que se realizan, los recursos y las áreas de la empresa involucradas [4]. La complejidad presentada por la cadena de suministro [7], donde el transporte puede ser subcontratado por las empresas productoras debido a que requiere una gestión especializada, ha llevado a la generación de modelos que se enfocan en realizar un envío eficiente de la mercancía. Estos modelos abarcan aspectos como la generación de rutas que minimicen los costos de transporte; la selección de los equipos necesarios para ejecutar el transporte; la selección de proveedores de servicios de transporte, etc.

El desempeño de las empresas depende de la capacidad para identificar los requerimientos de los clientes, gestionar los procesos para satisfacer estas necesidades y dar uso adecuado a los recursos [8] y [9]. Slats et al. [8] presentan un modelo del funcionamiento de la cadena de suministro, identificando las actividades que deben realizarse a nivel estratégico, táctico y operativo para lograr una cadena coordinada. En cuanto al transporte, Slats et al. [8] identificaron actividades como la localización de los centros de almacenamiento y/o envío, la selección de vehículos, la asignación de rutas, la selección de sistemas de información para comunicarse con los clientes e incluso la predicción de la demanda. Autores como Chen et al. [10], Goksal et al. [11], Gulczynski et al. [12] y Bektaş & Laporte [13] han presentado modelos independientes que buscan responder a las necesidades de envío de productos, minimizando costo y optimizando el uso de los recursos, incluso la minimización de impactos sociales o ambientales.

Otros autores como Afshin et al. [14] y Bhattacharya et al. [15] han propuesto modelos de cadena de suministro que contemplan las variables que influyen el transporte en la cadena y mencionan recursos y actividades, que aunque no se incluyen en los modelos, deben ser consideradas en la toma de decisiones. Cardoso et al. [16] realizan un modelo de cadena de suministro que incluye la posibilidad de facilitar la logística inversa a través de una gestión eficiente del transporte y la información. La Tabla I presenta las variables y recursos incluidos en los modelos conceptuales de transporte de carga encontrados en la literatura especializada.

Tabla I. Variables identificadas en el transporte de carga

Variable	Autores
Tamaño de Vehículo	GokSal et al (2013) [11], Baublys y Smičius (2002) [17], Janic (2007) [18].
Costo/Tiempo de cargue y descargue	GokSal et al. (2013) [11], Afshin et al. (2012) [14], Baublys y Smičius (2002) [17]
Demanda	Chen et al. (2014) [10], GokSal et al. (2013) [11], Gulczynski et al. (2014) [12], Bektaş y Laporte (2011) [13], Bhattacharya et al. (2014) [15], Janic (2007) [18]
Ubicación puntos de destino	Chen et al. (2014) [10], GokSal et al. (2013) [11], Gulczynski et al. (2014) [12], Bhattacharya et al. [15], Bektaş y Laporte [13], Moncayo-Martínez y Zhang (2011) [19], Zachariadis et al. (2015) [20]
Número de vehículos	Chen et al. (2014) [10], Bektaş y Laporte (2011) [13], Baublys y Smičius (2002) [17], Janic (2007) [18]
Tiempo de entrega	Bektaş y Laporte (2011) [13], Afshin et al. (2012) [14], Janic (2007) [18], Moncayo-Martínez y Zhang (2011) [19]
Costo Ambiental	Bektaş y Laporte (2011). [13], Janic (2007) [18]
Costo por Ruta	Chen et al. (2014) [10], GokSal et al. (2013) [11], Baublys y Smičius (2002) [17]
Costos de vehículo vacío	Bektaş y Laporte (2011) [13]
Costo Recurso Humano	Bektaş y Laporte (2011) [13]

Fuente: Elaboración propia.

1.1. METODOLOGÍA

Desde el proceso de revisión de metodologías para la construcción de modelos conceptuales, se identifican varias actividades generales que van desde la revisión bibliográfica, el análisis de la relación entre componentes, la formulación del modelo, hasta la validación del mismo, pero también es necesario adicionar el seguimiento y control a dicho modelo. Para esto se identifican un conjunto de indicadores que permiten controlar y mejorar la operación de transporte de carga.

La Figura 1 representa un esquema base del proceso para la construcción del modelo conceptual propuesto en este artículo, donde la fase de revisión bibliográfica tiene como objeto realizar un diagnóstico de los factores considerados en la estructuración de modelos para el transporte en la cadena de suministro, ya sean matemáticos o conceptuales, lo cual es el insumo para pasar a la

fase 2 y fase 3, donde se relacionan los componentes identificados en modelos encontrados en la revisión bibliográfica y las actividades que son críticas para el funcionamiento logístico de las empresas de transporte respectivamente. Posteriormente se realiza la formulación del modelo propuesto, el cual requiere validación para asegurar la correcta estructuración y calidad del mismo. Finalmente es necesario que el modelo permita hacer seguimiento a la operación de las empresas de transporte a través de indicadores [21]. A continuación se describen cada una de estas fases.



Figura 1. Metodología para el modelo conceptual

Fuente: Adaptación propia a partir de [2] y [22].

Fase 1: En esta fase se realiza una revisión bibliográfica en la literatura científica especializada sobre de modelos conceptuales en la administración de la cadena de suministro, específicamente para empresas de transporte de carga terrestre. A través de la búsqueda de documentos oficiales, de investigaciones académicas y de reportes de agremiaciones de transporte, se identifican los actores, recomendaciones de mejora, recursos que deben gestionarse, indicadores y metodologías para la medición del desempeño logístico en las empresas de transporte de carga por carretera en Colombia.

Fase 2: A partir de la identificación de las actividades, actores y recursos en las empresas de transporte de carga, se analiza la configuración de dichas empresas, su relación con los actores y se identifican los flujos de mercancía e información necesarios para la realización de las operaciones de transporte de carga.

Fase 3: En esta etapa se analizan las actividades críticas que la empresa de transporte debe realizar para tomar decisiones sobre su operación.

Fase 4: En esta etapa se realiza la formulación del modelo conceptual para la administración de los recursos operacionales en las empresas transportadoras de carga terrestre en Colombia, el cual se basa en las actividades, actores y flujos de información identificados en las fases 1 a 3.

Fase 5: En esta etapa se realiza la validación del modelo, el cual se realiza a partir de la evaluación por parte de expertos del sector transporte, los cuales deben indicar en qué medida el modelo resuelve el problema de administrar eficientemente los recursos operacionales en las empresas de transporte de carga.

Fase 6: A partir de la identificación de las actividades críticas que se realizan en cada área decisional se sugieren un conjunto de indicadores de desempeño que deben considerar las empresas para hacer un seguimiento permanente de la operación.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se presentan los resultados y las actividades realizadas en cada una de las fases de la metodología presentada anteriormente. A partir del seguimiento exhaustivo de la metodología, se logra obtener un modelo conceptual para la administración de los recursos operacionales en las empresas transportadoras de carga terrestre en Colombia, el cual fue validado por expertos del sector transporte y

por académicos, los cuales resaltan la relevancia del modelo en un sector con alto potencial de mejora en Colombia. Los resultados en cada una de las fases de la metodología son:

Fase 1: Como resultado de la búsqueda en literatura científica se encuentran autores como [6], que presentan cómo desde las empresas se deben gerenciar los recursos para alcanzar los objetivos de la empresa. Los componentes que deben ser tenidos en cuentas son analizados por otros autores como [14], [23], [24], [25], entre otros, quienes identifican los componentes que tienen influencia sobre la cadena de suministro y que las empresas de transporte deben considerar, entre ellos se encuentran: tamaño de vehículo, costo o tiempo de cargue y descargue, demanda de productos a transportar, ubicación de puntos de destino, número de vehículos, tiempo de entrega, costos ambientales, costo asociado a cada ruta, costos de vehículo vacío, costo de recursos humanos. Se identifican como actores relevantes externos a las empresas de transporte, los clientes, el estado, el ambiente y la sociedad [18], [26], [27].

Fase 2: En esta fase se identificaron los recursos y los flujos de información entre clientes, proveedores, sociedad, ambiente y gobierno con la empresa [28], así como las variables a incluir en el modelo tales como tamaño del vehículo, el costo y/o tiempo de cargue y descargue, demanda, ubicación de los puntos de destino, número de vehículos para realizar las entregas, tiempo de entrega, costos ambientales, costos por ruta, de transporte de vehículos vacíos, recursos humanos, etc., [10], [13], [15], [20].

Fase 3: A partir de los resultados de las fases anteriores se identificaron las siguientes áreas de actuación:

- Gerencia: esta área se encarga de definir las políticas organizacionales y velar por el cumplimiento de las mismas. Debe ser un vínculo entre las fuentes de información externas a la empresa y las demás áreas. Dirige el funcionamiento de la empresa [29].
- Área administrativa: en esta área se encuentra el servicio al cliente, ventas, compras, contabilidad y Recursos Humanos.
- Área Logística: es allí donde se toman las decisiones sobre despacho, rutas y vehículos a usar y debe conocer las restricciones en la operación y coordinar el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos.
- Área de análisis: esta área no se encuentra en la mayoría de las empresas de transporte; sin embargo su principal función es proponer estrategias que le

permitan a las empresas a responder de forma rápida a los requerimientos.

importantes que deben realizarse en cada una de las áreas de actuación identificadas, para mejorar la operación de las empresas de transporte y la administración de los recursos.

En la Figura. 2 se presentan las actividades más

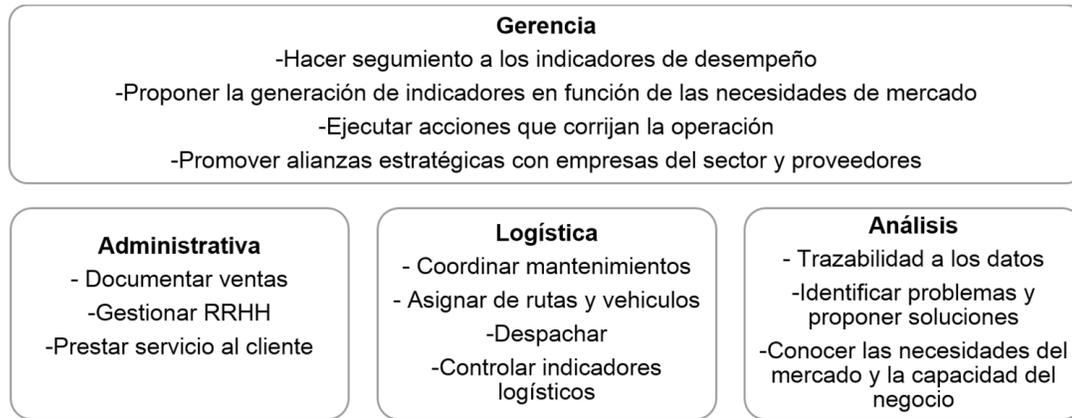


Figura. 2. Actividades clave a considerar para gestionar los recursos en una empresa de transporte

Fuente: Elaboración propia a partir de [17], [23], [30], [32].

Fase 4: En esta fase se formula el modelo conceptual para la administración de los recursos operacionales en las empresas transportadoras de carga terrestre en Colombia, el cual incluye las actividades áreas y actividades, los flujos de información y recursos entre actores identificados en las etapas anteriores. En el apartado 2.1 se presenta el modelo conceptual presentado en este artículo.

Fase 5: En esta etapa se evalúa la calidad del modelo propuesto a través de un conjunto de entrevistas con personas pertenecientes a empresas de transporte de carga, así como la consulta con expertos académicos en el área. Para esta validación se seleccionaron 15 expertos del sector transporte, 7 de ellos de la academia

que hayan tenido contacto con el sector mediante investigaciones realizadas previamente. Los 8 expertos restantes corresponden a empresarios y personas adscritas a empresas de transporte terrestre de carga en Colombia.

Cada uno de los expertos realizó un análisis del modelo conceptual presentado en la Figura. 3, sobre el cual realizaron sugerencias sobre las relaciones, flujos, áreas identificadas y demás elementos del modelo. Además de esto fueron consultados sobre la calidad del modelo en términos de: facilidad para obtener la información, variables y restricciones consideradas, propósito del modelo y utilidad del modelo conceptual, lo anterior según lo planteado en [33] y [34], tal y como se aprecia en la Tabla II.

Tabla II. Evaluación del modelo por expertos académicos.

Factor Evaluado
Facilidad para obtener la información requerida por el modelo, en las empresas o desde fuentes externas.
Se consideran los actores que intervienen en el sistema de transporte terrestre de carga por carretera.
Las relaciones y flujos entre los diferentes actores presentados en el modelo corresponden con el sistema de transporte terrestre de carga por carretera.
La descripción de los actores, flujos y relaciones que componen el modelo es clara.
El modelo conceptual resalta los elementos que afectan el desempeño de las empresas de transporte de carga.
El modelo resuelve la necesidad de comprender las variables exógenas que afectan las empresas de transporte terrestre de carga.
El modelo facilita la toma de decisiones en cuanto a la administración de los recursos en las diferentes áreas decisionales.
El modelo indica a las empresas las restricciones exógenas que influyen en su funcionamiento

Fuente: Elaboración propia a partir de [33] y [34]

El resultado del proceso de validación es el modelo tal y como se muestra en la fig. 3, el cual incluye las recomendaciones sobre flujos entre actores externos y las áreas decisionales de la empresa de transporte, los componentes de los flujos entre las áreas decisionales y los indicadores propuestos para la medición del desempeño.

Fase 6: Durante el proceso de modelamiento se determinaron un conjunto de indicadores de gestión que deben tenerse en cuenta para evaluar el uso de los recursos y la eficiencia operacional de las empresas transportadoras de carga. A partir de las actividades clave señaladas en la Figura. 2 se seleccionan los indicadores que deben ser analizados por parte de las empresas de transporte de carga, para medir el desempeño de cada una de estas actividades. El resultado de esta fase es el

conjunto de indicadores seleccionados para el monitoreo del modelo conceptual propuesto en este artículo, lo cual es presentado más adelante en el numeral 2.2.

2.1 DESCRIPCIÓN DEL MODELO

El modelo conceptual para las empresas de transporte propuesto en este artículo representa la relación de los diferentes componentes de la operación transporte, el cual es el resultado del proceso metodológico descrito anteriormente y contempla los aportes de expertos transportadores y académicos sugeridos en el proceso de validación del mismo. El modelo es presentado en la Figura. 3, en el que se pueden observar los flujos de información (líneas punteadas) y los flujos de materiales, equipos y mercancía (líneas continuas).

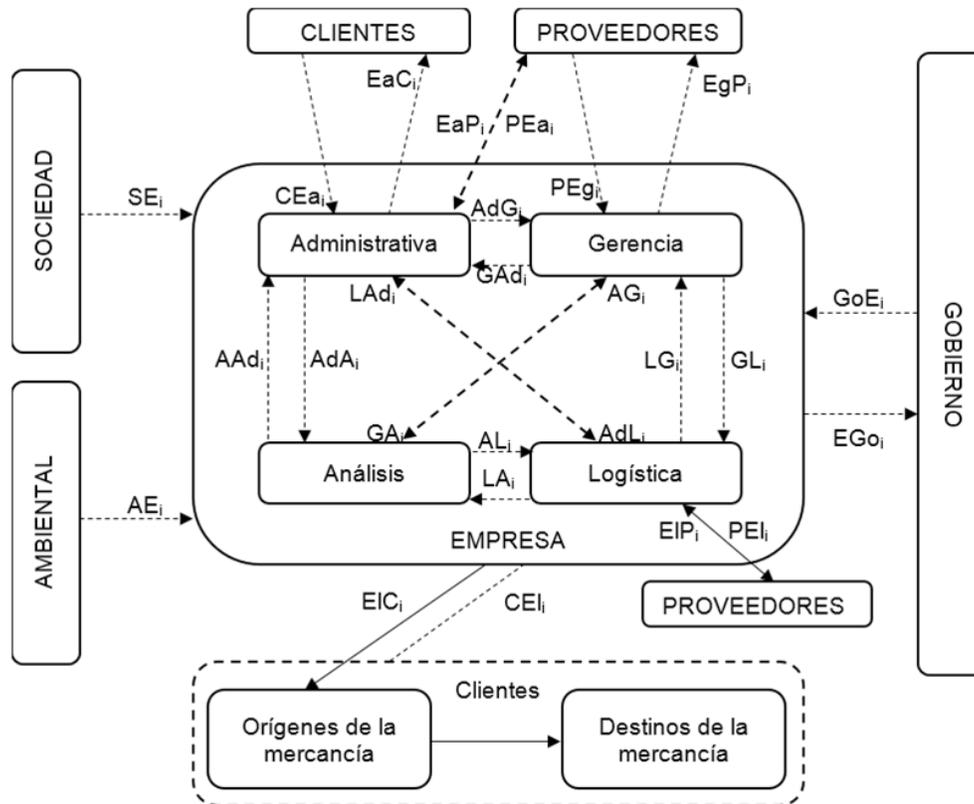


Figura.3. Modelo conceptual para las empresas de transporte de carga en Colombia
Fuente: Elaboración propia.

En el modelo conceptual presentado la Figura.3, los flujos se identifican por las siglas de los actores involucrados, iniciando con la sigla de quien brinda la información y finalizando con la de quien lo recibe. El subíndice hace alusión a cada componente del flujo, es decir, al dato o información que debe contenerse en cada flujo. En la Tabla III se aprecian los componentes que consideran los flujos. El principal flujo de equipos,

materiales y mercancía ocurre en el área logística, la cual coordina los despachos de los vehículos hacia los clientes, tanto a los puntos de origen de la carga como a los puntos de destino. Este flujo también ocurre hacia los proveedores de las empresas transportadoras ya que estos proporcionan los insumos para el funcionamiento de los equipos y los servicios de mantenimiento a la empresa.

Tabla III. Flujos identificados en el modelo para las empresas de transporte de carga

Flujo	Componente (i)
CEa	1. Tiempo entrega esperado. 2. Volumen/Toneladas. 3. Tipo de carga. 4. Valor de la carga
EaC	1. Precios. 2. Facturación. 3. Servicio al cliente – Pos Venta
PEa	1. Precios por producto/servicio. 2. Cuentas de cobro
EaP	1. Pagos
PEg	1. Portafolio de servicios
EgP	1. Alianzas Estratégicas
AdG	1. Informes de compras y pagos. 2. Estado de los clientes
GAd	1. Directrices de funcionamiento
LG	1. Indicadores logísticos
GL	1. Normatividad para despachos. 2. Directrices de funcionamiento
AL	1. Posible comportamiento de la demanda. 2. Sugerencias para el mantenimiento. 3. Posibles acciones para mejorar indicadores logísticos
LA	1. Satisfacción de clientes. 2. Capacidad de despachos. 3. Tiempo real de entrega. 4. Mantenimiento de los equipos 5. Incidentes que se han presentado y su afectación en tiempos de operación.
AdA	1. Información de clientes (Flujo CEa). 2. Datos RRHH
AAAd	1. Análisis RRHH (Incapacidades; ausentismo)
LAd	1. Tiempo de entrega real. 2. Formatos de entrega. 3. Inconformidades Cliente
AdL	1. Requisiciones de clientes. 2. Personal disponible
GA	1. Restricciones viales. 2. Eventualidades en orden público. 3. Estrategias del negocio
AG	1. Pronósticos. 2. Mediciones. 3. Propuestas de soluciones. 4. Indicadores
EIP	1. Requerimiento en mantenimientos. 2. Equipos para ser atendidos. 3. Nivel de satisfacción servicio
PEI	1. Equipos atendidos
EIC	1. Mercancía de los puntos de origen al final. 2. Ordenes de entrega. 3. Formulario de satisfacción
CEI	1. Orden de entrega. 2. Nivel de satisfacción
AE	1. Restricciones en emisión de gases. 2. Costos ambientales
SE	1. Restricciones de movilidad
GoE	1. Restricciones viales. 2. Impuestos. 3. Precios del combustible. 4. Incentivos
EGo	1. Sugerencias para implementar políticas y leyes. 2. Estado real del sistema (vías, parque automotor, condiciones de la operación)

Fuente: Elaboración propia.

Los clientes interactúan con el área administrativa de la Empresa (CEa) brindando información sobre el tiempo de entrega requerido para la mercancía, el volumen a transportar, el tipo de carga, el valor de la carga y de requerimientos especiales. El área administrativa debe estar preparada a responder de forma rápida a los clientes (EaC) con información sobre precios y calidad del servicio que los clientes soliciten. Además se requiere un proceso ágil desde el área administrativa, en aspectos como facturación y generación del requerimiento del servicio y demás información enviada al área logística (AdL), con la que debe tener constante comunicación para obtener información sobre el tiempo de entrega

real, precios, calidad del servicio e inconformidades (LAd).

Los proveedores reciben los requerimientos de servicio y materiales desde el área administrativa (EaP), a partir de las necesidades manifestadas por el área logística (EIP). Desde la empresa se debe responder a las cuentas de cobro y demás documentación enviada por los proveedores (PEa). Desde la gerencia se debe facilitar un canal constante de comunicación con los proveedores, donde se envíen las necesidades de la empresa (EgP) y se reciban las propuestas e información sobre servicios de los proveedores (PEg). El área logística interactúa con los clientes al enviar la mercancía a los puntos de destino

(EIC) y recibe en retroalimentación la percepción de la calidad de servicio del cliente (CEI).

Los actores tienen una influencia directa en el desempeño de la empresa. Por parte de la sociedad (SE) se pueden presentar eventos que alteren el transporte de mercancías, como es el caso de protestas, eventos sociales, etc. Desde lo ambiental, se deben considerar las restricciones en cuanto a la emisión de Gases Efecto Invernadero (GEI) y demás contaminantes, así como los costos ambientales (AmE). Con el Gobierno se debe buscar establecer una comunicación bidireccional para estar actualizado sobre las restricciones de movilidad, impuestos, precios de combustible, incentivos para el transporte de carga, etc. (GoE) y se debe retroalimentar sugerencias para la implementación de políticas para el sector, informar sobre el estado real del sistema logístico y entregar información requerida en los manifiestos de carga (EGO).

Este modelo fue aprobado por los expertos que participaron en el proceso de validación, los cuales argumentaron sobre la relevancia del mismo para el sector en Colombia, ya que permite formalizar una hoja de ruta para la estructuración de las empresas transporte de carga, con mayor influencia en las empresas pequeñas que desconocen muchos procesos administrativos y de manejo de información entre áreas internas y con los actores externos de las empresas. Uno de los grandes aportes de los expertos fue la retroalimentación dada sobre el modelo, mediante la cual se logró clarificar y establecer algunas relaciones entre las áreas de las empresas y fortalecer la importancia de proponer

un modelo que sugiera un mecanismo de control y seguimiento mediante indicadores para los procesos internos y el desempeño de las empresas de transporte de carga Colombianas. El conjunto de indicadores es presentado en el siguiente apartado.

2.2 INDICADORES PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO EN LAS EMPRESAS DE TRANSPORTE DE CARGA

Los indicadores que se proponen en el presente artículo, responden a las necesidades de mejora en las empresas de transporte de Colombia, identificadas por el proyecto E-transcol [35] y se obtienen a partir del análisis de indicadores logísticos especializados para transporte identificados en la literatura científica. Autores como Azfar [36] identifican indicadores en función del tiempo de envío, el costo de transporte, la satisfacción del cliente y el costo ambiental como medidas de desempeño del transporte en la cadena de suministro. Bhagwat & Sharma [37] reconocen la importancia de hacer seguimiento a indicadores como el tiempo de cumplimiento de una orden, cumplimiento con las fechas de entrega, efectividad de las rutas (comparación del tiempo estimado con el real) y el costo asociado al transporte. En la tabla IV se presenta el conjunto de indicadores cuidadosamente seleccionados para el seguimiento del modelo conceptual propuesto y que buscan monitorear y controlar la operación y el desempeño de las empresas de transporte de carga en Colombia.

Tabla IV. Indicadores identificados para las empresas de transporte de carga

Área	Actividad Clave	Indicador propuesto
Gerencia	Seguimiento a los indicadores	·Periodicidad de seguimiento a indicadores
Área Administrativa	Gestionar RRHH	·Porcentaje de personal capacitado
	Prestar servicio al cliente	·Porcentaje de clientes satisfechos
		·Número de quejas presentadas sobre los servicios prestados
		·Porcentaje de clientes que contratan nuevamente el servicio
Logística	Coordinar mantenimientos	·Mantenimientos realizados
	Asignar de rutas y vehículos	·Costo de combustible
		·Tiempo real de transporte
		·Velocidad promedio
		·Factor de carga promedio
	Despachar	·Tiempo de procesamiento de pedido
·Tiempo consolidación / desconsolidación		
Controlar indicadores logísticos	·Cumplimiento en el tiempo de entrega	
Análisis	Hacer trazabilidad a los datos	·Uso de TIC
	Identificar problemas y soluciones	·Accidentalidad

Fuente: Elaboración propia a partir de [35], [38], [39]

Estos indicadores son clasificados de acuerdo a las áreas clave identificadas en el modelo y para su implementación se requiere un proceso de captura y administración de la información, el cual debe soportarse con el uso de tecnologías de la información y las comunicaciones TIC, que permitan obtener una

información relevante, veraz y oportuna. Algunas de las herramientas TIC que pueden ser utilizadas para la captura de la información para el monitoreo del modelo y por ende para la mejora del desempeño en las empresas de transporte de carga en Colombia son presentadas en la Figura. 4.

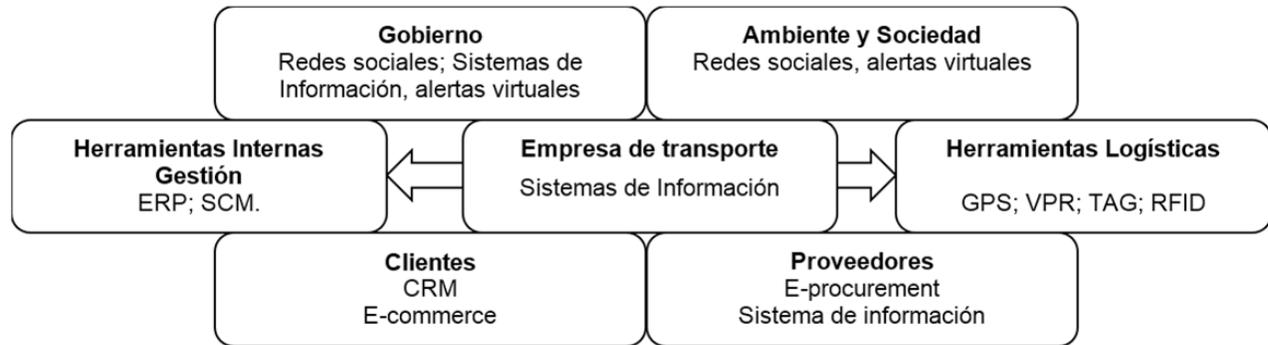


Figura. 4. Herramientas para la implementación del modelo en las empresas de transporte

Fuente: Elaboración propia a partir de [40] y [41].

III. CONCLUSIONES

En este artículo se presentó un modelo conceptual para la administración de los recursos operacionales en las empresas de transporte de carga terrestre en Colombia, en el cual se incluyen los actores, actividades y flujos de información y materiales clave, permitiendo identificar los aspectos más relevantes que influyen en la operación de dichas empresas. Este modelo es una propuesta inédita para las empresas de transporte de carga en Colombia, ya que en la revisión bibliográfica realizada no fue posible encontrar un modelo similar. Este modelo, según lo argumentan los expertos que participaron en el proceso de validación, es un insumo importante para la estructuración de las empresas de transporte en el país, el cual tiene mayor impacto en empresas pequeñas que no cuentan con capacidades y procesos administrativos claramente definidos.

El modelo propuesto no solo incluye las relaciones entre las partes y componentes del modelo, sino que presenta un conjunto de indicadores que permiten monitorear el modelo y evaluar el desempeño de las empresas de transporte de carga en el país. La inclusión de este conjunto de indicadores es importante ya que da un soporte al modelo conceptual, lo cual le permite trascender a la implementación del mismo, mediante el seguimiento y monitoreo del aseguramiento de su aplicación.

Para la formulación del modelo conceptual propuesto se analizaron diferentes metodologías de construcción de este tipo de modelos, siendo necesario definir una

metodología propia, la cual presenta una característica sistémica ya que incluye múltiples aspectos y relaciones entre las partes internas y externas que influyen en el desempeño de las empresas de carga en Colombia. Esta metodología como tal es uno de los resultados del artículo, ya que es específica para el entorno Colombiano e incluye elementos adicionales a las presentadas en la literatura científica, como es el caso de definir una etapa para establecer el conjunto de indicadores que permitan el monitoreo del modelo y del desempeño de las empresas de transporte.

IV. REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Transporte., (2013). Anuario Transporte en Cifras 2013. En: <https://www.mintransporte.gov.co/documentos.php?id=15>. (Marzo de 2015)
- [2] Hernández J.E., Mula J., y Ferriols F.J., (2008). A reference model for conceptual modelling of production planning processes. En: *Production Planning & Control*, 19(8), pp. 725–734. doi: 10.1080/09537280802476128
- [3] Siau K., (2004). Informational and Computational Equivalence in Comparing Information Modeling Methods. En: *Journal of Database Management (JDM)*, 15(1), pp. 73–86. doi: 10.4018/jdm.2004010103
- [4] Bravo J.J., Orejuela J.P., & Osorio J.C., (2007). Administración de recursos de distribución: indicadores para la priorización en transporte. En: *Estudios*

- Gerenciales, 23(102), pp. 101–118. doi: 10.1016/S0123-5923(07)70004-9
- [5] McCloy K., (1995). Resource Management Information Systems. Londres. Taylor & Francis. 12-15 p.
- [6] Su Y., y Yang C., (2010)., Why are enterprise resource planning systems indispensable to supply chain management? En: European Journal of Operational Research, 203(1), pp. 81–94. doi: 10.1016/j.ejor.2009.07.003
- [7] Melo M.T., Nickel S., y Saldanha-da-Gama F., (2009). Facility location and supply chain management – A review. En: European Journal of Operational Research, 196(2), pp. 401–412. doi: 10.1016/j.ejor.2008.05.007
- [8] Slats P.A., Bhola B., Evers J.J.M., y Dijkhuizen G., (1995). Logistic chain modelling. En: European Journal of Operational Research, 87(1), pp. 1–20. doi: 10.1016/0377-2217(94)00354-F
- [9] Kassmann D., y Allgor R., (2006). Supply chain design, management and optimization. En: Computer Aided Chemical Engineering, 21, pp. 101–106. doi: 10.1016/S1570-7946(06)80031-3
- [10] Chen Q., Li K., y Liu Z., (2014). Model and algorithm for an unpaired pickup and delivery vehicle routing problem with split loads. En: Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 69, pp. 218–235. doi: 10.1016/j.tre.2014.06.010
- [11] Goksal F.P., Karaoglan I., y Altiparmak F., (2013). A hybrid discrete particle swarm optimization for vehicle routing problem with simultaneous pickup and delivery. En: Computers & Industrial Engineering, 65(1), pp. 39–53. doi: 10.1016/j.cie.2012.01.005
- [12] Gulczynski D., Golden B., y Wasil E., (2010). The split delivery vehicle routing problem with minimum delivery amounts. En: Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 46(5), pp. 612–626. doi: 10.1016/j.tre.2009.12.007
- [13] Bektaş T., y Laporte G., (2011)., The Pollution-Routing Problem. En: Transportation Research Part B: Methodological, 45(8), pp. 1232–1250. doi:10.1016/j.trb.2011.02.004
- [14] Afshin S., Gallear D., y Askariyazad M.H., (2012). Decision support for build-to-order supply chain management through multiobjective optimization. En: International Journal of Production Economics, 135(1), pp. 24–36. doi: 10.1016/j.ijpe.2010.11.016
- [15] Bhattacharya A., Kumar S.A., Tiwari, M.K., y Talluri S., (2014). An intermodal freight transport system for optimal supply chain logistics. En: Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 38, pp. 73–84. doi: 10.1016/j.trc.2013.10.012
- [16] Cardoso S.R., Barbosa-Póvoa A.P.F.D., y Relvas S., (2013). Design and planning of supply chains with integration of reverse logistics activities under demand uncertainty. En: European Journal of Operational Research, 226(3), pp. 436–451. doi: 10.1016/j.ejor.2012.11.035
- [17] Baublys A., y Smičius A., (2002). Models of freight transport system development. En: Transport, 17(6), pp. 205–218. doi: 10.3846/1648-4142.2009.24.283-287
- [18] Janic M., (2007). Modelling the full costs of an intermodal and road freight transport network. En: Transportation Research Part D: Transport and Environment, 12(1), pp. 33–44. doi: 10.1016/j.trd.2006.10.004
- [19] Moncayo-Martínez L.A., y Zhang D.Z., (2011). Multi-objective ant colony optimisation: A meta-heuristic approach to supply chain design. En: International Journal of Production Economics, 131(1), pp. 407–420. doi: 10.1016/j.ijpe.2010.11.026
- [20] Zachariadis E.E., Tarantilis C.D., y Kiranoudis C.T., (2015). The load-dependent vehicle routing problem and its pick-up and delivery extension. En: Transportation Research Part B: Methodological, 71, pp. 158–181. doi: 10.1016/j.trb.2014.11.004
- [21] Woxenius J., (2012). Directness as a key performance indicator for freight transport chains. En: Research in Transportation Economics, 36(1), pp. 63–72. doi: 10.1016/j.retrec.2012.03.007
- [22] Thai V.V., (2013)., Logistics service quality: conceptual model and empirical evidence. International Journal of Logistics Research and Applications, 16(2), pp. 114–131. doi:10.1080/13675567.2013.804907
- [23] Bowersox D., Closs D., y Cooper M., (2012). Supply Chain Logistics Management. (4th ed.). McGraw-Hill. 192-246 p.
- [24] Chavez J., y Torres R., (2012). Supply Chain

- Management (Gestión de la cadena de suministro) (2nd ed.). Santiago de Chile. RIL Ediciones. 25-70 p.
- [25] Campana G., (2014). Sistemas Integrados de Recursos Empresariales (ERP) Factores para una implementación exitosa. En: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/38483/Documento_completo.pdf?sequence=1 (Marzo de 2015)
- [26] Sambracos E., y Ramfou I., (2013). Freight Transport Time Savings and Organizational Performance: A Systemic Approach. En: *International Journal of Economic Sciences & Applied Research*, 6(1), pp. 19–40. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10419/114581>
- [27] Demir E., Bektaş T., y Laporte G., (2014). A review of recent research on green road freight transportation. En: *European Journal of Operational Research*, 237(3), pp. 775–793. doi: 10.1016/j.ejor.2013.12.033
- [28] Universidad Nacional de Colombia., (2015). “Documento E-Transcol #2. Definición del Sistema Logístico Nacional,” Sin publicar.
- [29] Hesse M., y Rodrigue J.P., (2004). The transport geography of Logistics and Freight Distribution. *Journal of Transport Geography*, 12(3), pp. 171–184. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2003.12.004
- [30] Ballou R., (2004). *Logística: administración de la cadena de suministro* (5th ed.). México. Prentice-Hall International. 1-50 p.
- [31] Asadi S., (2011). 12 - Logistics System: Information and Communication Technology. London. Elsevier. In R. Z. Farahani, S. Rezapour, & L. Kardar (Eds.), *Logistics Operations and Management* 221–245 p. En: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123852021000128>
- [32] Liu S., Leat M., Moizer J., Megicks P., y Kasturiratne D., (2013). A decision-focused knowledge management framework to support collaborative decision making for lean supply chain management. En: *International Journal of Production Research*, 51(7), pp. 2123–2137. doi:10.1080/00207543.2012.709646.
- [33] Liu J., Yu Y., Zhang L., y Nie C., (2011). An Overview of Conceptual Model for Simulation and Its Validation. En: *Procedia Engineering*, 24, pp. 152–158. doi: 10.1016/j.proeng.2011.11.2618
- [34] Moody D., (2005). Theoretical and practical issues in evaluating the quality of conceptual models: current state and future directions. En: *Data & Knowledge Engineering*, 55(3), 243–276. doi: 10.1016/j.datak.2004.12.005
- [35] Universidad Nacional de Colombia., (2015). Documento E-TRANSCOL #7. Definición de un sistema de indicadores para el monitoreo del Sistema Logístico Nacional. Sin Publicar
- [36] Azfar K.R.W., Khan N., y Gabriel H.F., (2014). Performance Measurement: A Conceptual Framework for Supply Chain Practices. En: *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 150, pp. 803–812. doi: 10.1016/j.sbspro.2014.09.089
- [37] Bhagwat R., y Sharma M.K., (2007). Performance measurement of supply chain management: A balanced scorecard approach. En: *Computers & Industrial Engineering*, 53(1), pp. 43–62. doi: 10.1016/j.cie.2007.04.001
- [38] Shah Y.R., (2012). Diagnosing Transportation. Developing Key performance Indicators to Asses Urban transport Systems. En: <http://tram.mcgill.ca/Teaching/srp/documents/Yousaf.pdf> (Marzo de 2015)
- [39] Banco Mundial., (2014). The Logistics Performance Index and Its Indicators. En: <http://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/Trade/LPI2014.pdf> (Marzo de 2015)
- [40] Mashrur A., Chowdhury., y Sadek A.W., (2003). *Fundamentals of Intelligent Transportation Systems Planning*. En: http://books.google.com.co/books/about/Fundamentals_of_Intelligent_Transportati.html?id=Zut3O7jViiUC&redir_esc=y (Marzo de 2015)
- [41] Popovič A., Hackney R., Coelho P.S., y Jaklič J., (2014). How information-sharing values influence the use of information systems: An investigation in the business intelligence systems context. En: *The Journal of Strategic Information Systems*, 23(4), pp. 270–283. doi: 10.1016/j.jsis.2014.08.003

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Nacional de Colombia y el Departamento Administrativo para la Ciencia Tecnología e Innovación – COLCIENCIAS,

quienes a través de la convocatoria 617 de 2013, financiaron el desarrollo del proyecto de investigación “Herramientas de ingeniería para optimización de los recursos en el sistema de transporte de carga colombiano”.

Los autores agradecen al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación - COLCIENCIAS

y al Ministerio de Transporte por apoyar la investigación “Estudio del sistema logístico de carga en los principales corredores de Colombia - E-TRANSCOL” a través de la Convocatoria 603 de 2012 e identificado con el código 111860337707 de Colciencias, proyecto que ha suministrado la información para el desarrollo del presente trabajo.

RESUMEN BIOGRÁFICO DE AUTORES



Martín Darío Arango Serna. Graduado como Ingeniero Industrial en 1991 en la Universidad Autónoma Latinoamericana, Especialista en Finanzas, Formulación y Evaluación de Proyectos en 1993 por la Universidad de Antioquia, Especialista en Docencia Universitaria en 2007 por la Universidad Politécnica de Valencia (España), Magister en Ingeniería de Sistemas en 1997 por la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, Doctor Ingeniero Industrial en 2001 por la Universidad Politécnica de Valencia (España). Profesor Titular en Dedicación Exclusiva adscrito al Departamento de Ingeniería de la Organización, Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia. Investigador Senior según clasificación Colciencias 2015. Director del Grupo de I+D+i Logística Industrial- Organizacional “GICO”, grupo A1. Los temas de trabajo en los cuales se desempeña el profesor Arango –Serna están relacionados con procesos logísticos en la cadena de suministros, Investigación de operaciones, diseños de plantas, técnicas de optimización industrial-Organizacionales, entre otras. Es autor de varios artículos publicados en revistas especializadas, y libros académicos y de investigación en las áreas de interés mencionadas.



Silvana Ruiz Moreno. Graduada como Ingeniera Industrial en 2014, Estudiante de Maestría en Ingeniería Industrial en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Actualmente se desempeña como investigadora en el grupo de I+D+I Logística Industrial-Organizacional “GICO” de la Universidad Nacional de Colombia. Fue joven investigador en la convocatoria 617 de 2013 con el proyecto Herramientas de ingeniería para optimización de los recursos en el sistema de transporte de carga colombiano, participó en el proyecto de investigación del Estudio del sistema logístico de carga en los principales corredores de Colombia - E-TRANSCOL, los temas en los que se desenvuelve están relacionados con, planeación estratégica, administración de la cadena de suministro.



Luisa Fernanda Ortiz Vásquez. Graduada como Ingeniera Industrial en 2013, en la Universidad Industrial de Santander, Estudiante de Maestría en Ingeniería Industrial en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Actualmente se desempeña como investigadora en el grupo de I+D+I Logística Industrial-Organizacional “GICO” de la Universidad Nacional de Colombia. Fue joven investigador en la convocatoria 617 de 2013 con el proyecto Herramientas de ingeniería para optimización de los recursos en el sistema de transporte de carga colombiano, los temas en los que se desenvuelve están relacionados con procesos logísticos en la cadena de suministros.



Julián Andrés Zapata Cortes. Graduado como Ingeniero Químico en 2006, como Magister en Ingeniería Administrativa en 2011 y como Doctor en Ingeniería en 2017 en la Universidad Nacional de Colombia. Actualmente se desempeña como investigador en el grupo de I+D+I Logística Industrial-Organizacional “GICO” de la Universidad Nacional de Colombia. Investigador Junior según clasificación Colciencias 2015. Los temas en los que se desenvuelve son en la optimización de redes de transporte e inventario, tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la cadena de suministro y a la administración de procesos empresariales, entre otros. Es autor de varios artículos publicados en revistas especializadas, y libros académicos y de investigación en las áreas de interés mencionadas.