

Implementación de una plataforma tecnológica para la vinculación de actores de transporte de carga terrestre alcanzando eficiencia energética y ambiental en Colombia

Implementation of a technological platform for linking land cargo transportation actors achieving energy and environmental efficiency in Colombia

Branda Vanessa Molina Medina 

Universidad del Atlántico, Colombia

José Manuel Tovar Andrade 

Universidad del Atlántico, Colombia

Guillermo Eliecer Valencia Ochoa 

Universidad del Atlántico, Colombia

Correspondencia: brandamolina@mail.uniatlantico.edu.co, jmaueltovar@uniatlantico.edu.co, guillermoevalencia@mail.uniatlantico.edu.co

Resumen. Las plataformas tecnológicas mediante el uso de herramientas digitales y datos en tiempo real permiten optimizar las operaciones del sector transporte de carga terrestre, reducir el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero; posibilitando un transporte más eficiente y sostenible en el país. La metodología implementada en el cumplimiento de los objetivos se relacionó con la preparación del *software* para el proceso de instalación, el desarrollo e integración de la plataforma tecnológica, la realización de guía de formación y capacitación para el uso de la tecnología, el plan de descarga e instalación de la plataforma en los vehículos (Instalaciones del prototipo *software* en los vehículos de carga terrestres), y la parametrización del sistema con pruebas de validación. El estudio se desarrolló sobre varios tipos de vehículos de transporte terrestre de carga pesada, camiones rígidos, tractocamiones, los vehículos cerrados tipo furgones; impactando en esta fase piloto el 0.1% del parque automotor existente en Colombia. Con potenciales de ahorro de energía sin cambios tecnológicos del 20%, los cuales se deben exclusivamente a los hábitos operacionales y la cultura energética de los operadores. La plataforma tecnológica propuesta en este proyecto es transversal a los tipos de vehículos de transporte de carga pesada más comunes en Colombia.

Palabras clave: Plataforma, carga terrestre, eficiencia energética y ambiental.

Abstract. Technological platforms, through the use of digital tools and real-time data, make it possible to optimize operations in the land cargo transportation sector, reduce energy consumption and greenhouse gas emissions; which enables more efficient and sustainable transportation in the country. The methodology implemented in meeting the objectives was related to the preparation of the software for the installation process, the development and integration of the technological platform, the creation of a training guide for the use of the technology, the download plan and installation of the platform in the vehicles (installations of the software prototype in land cargo vehicles), and the parameterization of the system with validation tests. The study was developed on various types of heavy-duty land transport vehicles, rigid trucks, tractor-trailers, and closed van-type vehicles; impacting in this pilot phase 0.1% of the existing vehicle fleet in Colombia. With potential energy savings without technological changes of 20%, which are due exclusively to the operational habits and energy culture of the operators. The technological platform proposed in this project is transversal to the most common types of heavy load transport vehicles in Colombia.

Keywords: Platform, ground cargo, energy and environmental efficiency.

Recibido: 19/10/2023 Aceptado: 12/03/2024



1. INTRODUCCIÓN

En Colombia existe fragmentación en la información relacionada con los actores del sector transporte, no existe un marketplace que integre a todos los actores. No se permite una contratación digital directa que permita generar trazabilidad desde la contratación del servicio de transporte hasta el pago de los servicios de transporte de carga terrestre.

Cada actor cubre su necesidad por separado, sin generar ninguna reputación de sus operaciones, desde los horarios y tiempos de cargue, prácticas deshonestas o prácticas ineficientes en la operatividad, de igual manera no se realizan registros de los hábitos de pagos por estos servicios. Vulnerando los acuerdos y la dificultad de la escogencia de clientes y proveedores, no existen mecanismos para facilitar los cobros por incumplimientos, la falta de herramientas de control y seguimiento a los conductores.

Resaltando que los conductores de carga aprenden por transferencia de conocimiento empírico, lo cual no permite generar retroalimentación de buenas y malas prácticas de conducción, adicionalmente los parques automotores cuentan con equipos con variedad de años en los modelos y con tecnologías no amigables con el medio ambiente.

En Colombia, el sistema de transporte de carga y logística requiere implementar el Plan Nacional de Seguridad Vial 2022-2031 que busca fortalecer la renovación vehicular además de agregarle un componente de ascenso tecnológico para fortalecer la infraestructura en el sector logístico.

La gestión de las empresas transportadoras de carga terrestre incluye factores como el control del riesgo de terceros, la gestión del cliente, el control de cuentas, la planificación de turnos, el estado de peajes, el diseño de rutas, el control de llantas, el tanqueo, la negociación, la facturación, la operación efectiva, el control de carga y descarga, entre otros. Por otro lado, las políticas gubernamentales han mostrado la intención de acelerar la transición energética en el transporte de carga con la finalidad que sea menos dependiente de combustibles. Teniendo en cuenta lo anterior, las tecnologías inteligentes jugarían un papel fundamental en el fortalecimiento de la infraestructura y operación en el sistema de transporte de carga terrestre colombiano que trabajarían sinérgicamente con paneles solares mejorando la eficiencia energética en tiempo real.

En 2020 en la modalidad de transporte de carga terrestre se estimó que se realizaron 8,4 millones de viajes, de los cuales aproximadamente 4,7 millones fueron vacíos. Además, solamente el 3% de vehículos eléctricos correspondía a camiones de transporte de carga terrestre. En virtud del presente proyecto permitirá mejorar significativamente estos indicadores mediante la implementación de una plataforma tecnológica inteligente (*Marketplace*) y el uso de energías alternativas como paneles solares.

Este proyecto impactaría significativamente a los actores del transporte de carga terrestre colombiano porque no existe en el País un *marketplace* que los integre mediante la contratación digital directa con trazabilidad de las operaciones en tiempo real. La plataforma tecnológica inteligente permitiría articular todo el ecosistema de transporte terrestre recopilando información de la eficiencia energética y apoyando la reducción de viajes vacíos. La implementación de tecnologías de la industria 4.0 como *Internet Of Things* (IoT), *Blockchain*, *Artificial Intelligence* (AI) y *Cloud Computing* proporcionarían una mayor visibilidad a los actores del transporte, como la capacidad de realizar un seguimiento a la eficiencia energética.

Se justifica este proyecto porque propone la implementación de una plataforma tecnológica con renovación vehicular que haga del transporte de carga colombiano un sistema inteligente para gestionarse con la data operativa, mejorando la eficiencia energética y la sostenibilidad en tiempo real. Esto permitiría fortalecer la economía del País porque el transporte de carga es transversal a muchas actividades económicas.

Las tecnologías de la industria 4.0 ha puesto a los sectores empresariales en un nivel de competencia más alto

El sector de transporte de carga terrestre ha notado la necesidad de mejorar su sistema de gestión de manera más inteligente y competitiva. Investigaciones han analizado desafíos disruptivos que enfrenta la industria y los preparativos que deben realizar todas las partes incluidas en la Cadena de Suministros 4.0. Es aquí donde el sector del transporte de carga se integra a la cadena trasladando productos de un lugar a otro. Un análisis cualitativo mostró que la lealtad del cliente y la satisfacción del cliente no son relevantes para una gestión exitosa de la cadena de suministros. La experiencia del cliente será el primer diferenciador, en virtud las cadenas del futuro requerirán estar completamente digitalizadas, habilitadas por tecnología y con procesos estandarizados.

Se ha evidenciado una alta complejidad de las cadenas logísticas en la distribución de bienes. Las empresas de transporte han requerido introducir nuevas tecnologías inteligentes como *Internet Of Things (IoT)*, *Blockchain*, *Artificial Intelligence (AI)* y *Cloud Computing* que les proporciona una mayor visibilidad a los actores del transporte. El uso de dichas tecnologías no sólo proporciona reducción de los plazos de entrega, mejora de la calidad y aumento de la competitividad de costes, también ayuda a tomar decisiones logísticas inteligentes, rápidas y de calidad (a nivel estratégico, táctico y operativo) que son sostenibles para la empresa. Logística 4.0 tiene como objetivo eliminar la imprecisión y mejorar aún más la velocidad del proceso basado en información casi en tiempo real. Se requiere la participación humana para interactuar con las máquinas y controlar los procesos.

El sector de transporte nacional e internacional ha requerido de la implementación de tecnologías inteligentes de la Industria 4.0. Sin embargo, el éxito de la implementación requiere de esfuerzos colaborativos en el sector. La creación efectiva de valor requiere la integración de los procesos internos de las partes interesadas con las actividades/procesos colaborativos, bajo un marco abierto.

Por lo tanto, el establecimiento de dicha comunidad requiere un marco de colaboración bien fundamentado para integrar y coordinar los diversos sistemas de TI de las partes interesadas participantes. Ejemplo de esta colaboración es la tecnología “*dexFreight*” que es una plataforma digital Logística, abierta y descentralizada para manejar en un solo ecosistema todos los procesos del entorno del transporte terrestre de carga; además permite manejar y administrar el paso a paso desde la contratación hasta el pago final, a través de contratos inteligentes y arquitectura *Blockchain*. Esta red colaborativa prioriza responsabilidades sociales, ambientales y ha tenido éxito en Estados Unidos y México.

Plataformas como “*dexFreight*” que permiten integrar aspectos ambientales pueden ser útiles para hacer sinergias con la transición energética. En Colombia, las políticas de cara a este proceso de transición hacia energías limpias iniciaron hace años; sin embargo, el sector de transporte de carga terrestre ocupa un pequeño porcentaje (3%) como lo muestran estadísticas del año 2021.

En virtud el presente proyecto tiene como finalidad promover en el ecosistema de transporte de carga la cultura de eficiencia energética y ambiental considerando que, en Colombia, el transporte de carga por carretera es muy importante debido a la carencia de infraestructura fluvial y ferroviaria.

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Industry 4.0 (I4.0)

Es la materialización de la transformación digital del sector, que ofrece toma de decisiones en tiempo real y una productividad, flexibilidad y agilidad mayores.

Logística 4.0

Logística 4.0 pueden utilizarse para mejorar la calidad y realizar acciones logísticas oportunas mediante la reorganización utilizando tecnologías conocidas como “Industria 4.0.

Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial (IA) es un conjunto de tecnologías que permiten que las computadoras realicen una variedad de funciones avanzadas, incluida la capacidad de ver, comprender y traducir lenguaje hablado y escrito, analizar datos, hacer recomendaciones y mucho más. La IA es la columna vertebral de la innovación en la computación moderna, lo que libera valor para las personas y las empresas.

Blockchain

Se puede definir como una estructura matemática para almacenar datos de una manera que es casi imposible de falsificar. Es un libro electrónico público que se puede compartir abiertamente entre usuarios dispares y que crea un registro inmutable de sus transacciones.

Cloud computing

Servicios a través de la conectividad y gran escala de Internet. La computación en la nube democratiza el acceso a recursos de *software* de nivel internacional, pues es una aplicación de *software* que atiende a diversos clientes.

Internet of Things (IoT)

Describe la red de objetos físicos, "cosas", que están integrados con sensores, *software* y otras tecnologías con el fin de conectar e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet. Estos dispositivos van desde objetos domésticos comunes hasta herramientas industriales sofisticadas.

Panel Solar

Un panel solar (también conocido como "panel fotovoltaico") es un dispositivo que convierte la luz del sol, que está compuesta de partículas de energía llamadas "fotones", en electricidad que se puede utilizar para alimentar cargas eléctricas.

Marketplace

Es una gran plataforma en la que diferentes marcas, empresas o tiendas pueden vender sus productos o servicios. Este modelo de negocio que sirve de intermediario entre vendedores y clientes.

Transporte de carga

El transporte de carga es el tipo de transporte encargado de movilizar bienes y mercaderías de un lugar de origen a otro de destino, de manera tal que estos alcancen su destino en buen estado y dentro de un lapso concreto preestablecido.

Transición energética

Transformación del sector energético mundial de fuentes fósiles a fuentes de carbono cero para la segunda mitad de este siglo, reduciendo las emisiones de CO2 relacionadas con la energía para mitigar el cambio climático y limitar la temperatura global a 1,5°. de los niveles preindustriales.

Sostenibilidad

En 1987, la Comisión Brundtland de las Naciones Unidas definió la sostenibilidad como lo que permite "satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones de satisfacer sus necesidades propias". El desarrollo sostenible requiere un enfoque integral que tome en consideración las preocupaciones ambientales junto con el desarrollo económico.

Plataforma tecnológica

Es la base para crear y ejecutar aplicaciones de negocio. La plataforma permite a los usuarios ejecutar sus aplicaciones sin problemas sin tener que preocuparse por la tecnología que les da soporte. Al mismo tiempo, permite al personal técnico ampliar, mejorar o actualizar rápidamente el *software* de aplicación, y aumentar la velocidad del negocio.

2. METODOLOGÍA

A continuación, se presenta de forma sistemática cómo se desarrollará y alcanzará el objetivo general del presente proyecto y se dará alcance a cada uno de los objetivos específicos del mismo, presentando los componentes de éste y las actividades para su desarrollo, resaltando las responsabilidades y roles de los actores participantes en su proceso.

Etapas de desarrollo del proyecto

Etapa 1: Preparación del *software* para el proceso de instalación

- Desarrollo e integración de la plataforma tecnológica al mercado del ecosistema de transporte de carga colombiano.

Etapa 2: Realización de guía de formación y capacitación para el uso de la tecnología

- Jornadas de capacitación en el uso de la tecnología para la promoción de la cultura energética y ambiental en el ecosistema de carga terrestre.
- Reclutamiento del personal para realizar las afiliaciones para la instalación de *software*.

Etapa 3: Plan de descarga e instalación de la plataforma en los vehículos

- Instalaciones del prototipo *software* en los vehículos de carga terrestres.

Etapa 4: Parametrización el sistema con pruebas de validación

- Parametrización del uso de la aplicación y de las mediciones a realizadas.

Etapa 5: Seguimiento al desempeño de *software*

- Desarrollo de pruebas de rutas, validaciones en relación a los diferentes tipos de vehículos, altimetrías de cada zona en las regiones a implementar la plataforma tecnológica.
- Validación de desempeño en el uso del *software* mediante el análisis de la información recolectada.

3. RESULTADOS

Carácter Novedoso del Proyecto: La plataforma cuenta con los siguientes atributos diferenciales: contratos inteligentes, Ntfs, *Blockchain*, hiperconectividad, reputación sostenibilidad y alta eficiencia. No existe en el mercado tecnologías que integren a todos los actores del proceso de transporte de carga terrestre, las existentes en el mercado actualmente son plataformas cerradas pensadas en el bien particular de un solo actor. *dexFreight*, es una plataforma abierta y colaborativa, diseñada y pensada para darle participación a todos los actores del proceso de transporte de carga terrestre de manera incluyente, conectado el ecosistema logístico en una sola plataforma digital.

Definición y aproximación al mercado: El mercado en la implementación de la plataforma *dexFreight Deck 9.0* en Colombia está ligado a la aplicación de la logística 4.0 en el transporte terrestre de carga, donde se prioriza la implementación de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, el Internet de las cosas (IoT) y la automatización en la gestión de la cadena de suministro. En el caso del transporte colombiano, se están haciendo avances significativos en la implementación de estas tecnologías para mejorar la eficiencia y la competitividad del sector logístico. Sin embargo, aún no se encuentran con tecnologías integradoras orientadas a la transición energética y al cumplimiento de las metas de país de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y reducción de los costos operacionales.

En Colombia, el transporte de carga por carretera es muy importante debido a la falta de infraestructura fluvial y ferroviaria. Por lo tanto, el sector logístico en Colombia está altamente influenciado por el transporte terrestre de carga, lo que lo hace muy competitivo. Sin embargo, no existen aplicaciones que permitan monitorear los indicadores

de desempeño productivo, energético y operacionales de la operación con el ánimo de obtener recomendaciones de mejora en tiempo real.

En este sentido, el uso de tecnologías de la logística 4.0 puede ser de gran ayuda para mejorar la eficiencia en la gestión de la cadena de suministro en Colombia, donde el parque automotor colombiano de transporte de carga está compuesto por 140.834 vehículos con capacidad superior a 2 toneladas, de los cuales 60.559 unidades (43%) están matriculados en el servicio particular y 80.275 (57%) se encuentra en el servicio público, mostrando un importante mercado potencial para aplicación de ella tecnología en el país.

Entre las aplicaciones que considera el desarrollo de la presente tecnologías en el sector logístico de transporte de carga con sus respectivas oportunidades de mercados se encuentran los sistemas de seguimiento y rastreo en tiempo real utilizando IoT, que permiten conocer la ubicación, el estado de los vehículos y la carga en todo momento, además de los indicadores de desempeño energético y operativos del vehículo.

Otro nicho de mercado potencial de la presente propuesta se deriva de la implementación de sistemas de inteligencia artificial para mejorar la planificación y la optimización de las rutas, lo que permite una mayor eficiencia en la entrega de la carga.

Por lo tanto, el mercado que se deriva mediante la aplicación de la plataforma *dexFreight Deck* 9.0 con las herramientas de logística 4.0 en el transporte colombiano está en pleno crecimiento y se espera que siga evolucionando en los próximos años. La implementación de estas tecnologías avanzadas puede ser de gran ayuda para mejorar la eficiencia, la seguridad y la competitividad del sector transporte terrestre de carga en Colombia.

4. CONCLUSIONES

Acorde a las actividades económicas declaradas en el Dirección Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN), la presente propuesta se enmarca en la actividad numeral 4923 transporte terrestre de carga por carretera y actividades conexas al transporte. La aplicación de la tecnología en Colombia da alcance a varios tipos de vehículos de transporte de carga pesada, cada uno con características específicas que los hacen adecuados para diferentes tipos de carga y rutas en las diferentes regiones del país.

Algunos de los tipos de vehículos de transporte de carga pesada más comunes que se espera impactar en Colombia lo conforman los camiones rígidos, los cuales son vehículos con una estructura rígida, diseñados para llevar cargas de gran volumen y peso. Estos vehículos pueden tener dos o tres ejes, en Colombia normalmente se utilizan principalmente para el transporte de productos a granel, como materiales de construcción, alimentos, combustibles, entre otros.

Otro tipo de vehículos que se espera impactar son los Tractocamiones, estos vehículos constan de un chasis y una cabina separada, que se utiliza para remolcar semirremolques o remolque, y se utilizan principalmente para el transporte de carga de gran volumen y peso, como contenedores, maquinaria, materiales de construcción, entre otros, llegando a existir 59.278 en Colombia actualmente.

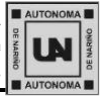
Los vehículos cerrados tipo furgones también cumplen con las especificaciones para ser consideradas en el objeto del presente proyecto, para transportar carga de forma segura y protegida de las inclemencias del tiempo. Se utilizan para el transporte de productos manufacturados, alimentos, medicamentos, entre otros.

Por otro lado, También son un potencial para la implementación de la plataforma los camiones tipo cisternas, los cuales se usan comúnmente para el transporte de líquidos, gases y productos químicos, estos pueden ser de diferentes tamaños y se utilizan principalmente para el transporte de combustibles, gasolina y aceites.

La aplicación tecnológica propuesta en este proyecto es transversal a los tipos de vehículos de transporte de carga pesada más comunes en Colombia, donde los resultados del tipo de vehículo más adecuado para aplicar el desarrollo dependerán de los estudios que se realizarán, las pruebas de campo en los diferentes tipos de carga que se transporta y de las necesidades específicas de la ruta.

Referencias

- Bag, S., Gupta, S., & Luo, Z. (2020). Examining the role of logistics 4.0 enabled dynamic capabilities on firm performance. *The International Journal of Logistics Management*, 31(3), 607–628. <https://doi.org/10.1108/ijlm-11-2019-0311>
- Barreto, L., Amaral, A., & Pereira, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia Manufacturing*, 13, 1245–1252. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.045>
- Blockchain: Qué es y para qué sirve | TicNegocios. (2023, junio). Tecnología para los negocios. <https://ticnegocios.camaravalencia.com/servicios/tendencias/blockchain-que-es-y-que-ventajas-tiene/>
- Cloud Computing. (2023, junio). *¿Qué es Cloud Computing?* Salesforce. <https://www.salesforce.com/mx/cloud-computing/>
- Colfecar. (2023, enero). *Perspectivas Económicas: Sector Transporte de Carga y Logística, Colfecar, enero 2023*. Inicio - Colfecar. https://www.colfecar.org.co/wp-content/uploads/Perspectivas_Economicas_2023-I.pdf
- Concepto. (2023, junio). *Transporte de Carga - Concepto, historia, tipos y características*. <https://concepto.de/transporte-de-carga/>
- Corredor, G. (2018). Colombia y la transición energética. *Ciencia Política*, 13(25), 107–125. <https://doi.org/10.15446/cp.v12n25.70257>
- Cyberclick. (2023, junio). *¿Qué es un Marketplace? Cómo funcionan, tipos y ejemplos*. Cyberclick - Agencia de Marketing Digital. <https://www.cyberclick.es/que-es/marketplace>
- DexFreight. (2023, junio). *Logistics Network - dexFreight*. DexFreight. <https://www.dexfreight.io>
- Gartner. (s.f.). *¿Qué es la inteligencia artificial o IA?* | Google Cloud | Google Cloud. Google Cloud. <https://cloud.google.com/learn/what-is-artificial-intelligence?hl=es-419>
- IBM. (2023, junio). *¿Qué es la Industria 4.0 y cómo funciona?* | IBM. IBM in Deutschland, Österreich und der Schweiz | IBM. <https://www.ibm.com/es-es/topics/industry-4-0>
- IRENA. (2023, junio). *Outlook*. IRENA – International Renewable Energy Agency. <https://www.irena.org/Energy-Transition/Outlook>
- Ministerio de Transporte. (2020). *Estadísticas 2020*. Transporte en Cifras. <https://plc.mintransporte.gov.co/Estadísticas/Transporte-en-Cifras>
- Mr. Solar. (2023, junio). *What Is a Solar Panel? How does a solar panel work?* Solar Panels • Solar Panels for Sale for Your Home & Business. <https://www.mrsolar.com/what-is-a-solar-panel/>
- Naciones Unidas. (2023, junio). *Sostenibilidad*. Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/impacto-academico/sostenibilidad>
- ORACLE. (2023, junio). *What is the Internet of Things (IoT)?* Oracle | Cloud Applications and Cloud Platform. <https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot/>
- Osório, L. A., Camarinha-Matos, L. M., & Afsarmanesh, H. (2015). ECoNet Platform for Collaborative Logistics and Transport. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, AICT-463, 265–276. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24141-8_24



- Princes, Elfindah. (2020). Facing Disruptive Challenges in Supply Chain 4.0. *International Journal of Supply Chain Management*. 9. 52-57.
- Radivojević, G., & Milosavljević, L. (2019, 25 de mayo). *THE CONCEPT OF LOGISTICS 4.0. LOGIC*. https://logic.sf.bg.ac.rs/wp-content/uploads/LOGIC_2019_ID_32.pdf
- SAP. (2023, junio). *SAP Business Technology Platform*. <https://www.sap.com/products/technology-platform.html>