



Herramientas tecnológicas utilizadas para la optimización de la gestión de transporte

Technological tools used to optimize transport management

Ferramentas tecnológicas usadas para otimizar a gestão do transporte

Pablo David Rivera-Vaca ^I
pablojahir1989@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9166-6881>

Diana Vanessa Rodríguez-Pérez ^{II}
vane.rodriguez217@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6765-5955>

Maria Paula Ortiz-Díaz ^{III}
mortiz@istte.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-0457-9035>

Santiago Andrés Díaz-Pazmiño ^{IV}
santy138@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-7988-293>

Correspondencia: pablojahir1989@gmail.com

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

***Recibido:** 26 de febrero de 2022 ***Aceptado:** 18 de marzo de 2022 * **Publicado:** 01 de abril de 2022

- I. Participante Investigador, Estudiante Tecnología Superior en Planificación y Gestión del Transporte Terrestre, Instituto Superior Tecnológico Tecnoecuatoriano, Quito, Ecuador.
- II. Participante Investigador, Estudiante Tecnología Superior en Planificación y Gestión del Transporte Terrestre, Instituto Superior Tecnológico Tecnoecuatoriano, Quito, Ecuador.
- III. Magister Docente investigador, Miembro de la Comisión de autoevaluación, Instituto Superior Tecnológico Tecnoecuatoriano, Quito, Ecuador.
- IV. Docente Investigador, Instituto Superior Tecnológico Tecnoecuatoriano, Quito, Ecuador.

Resumen

El sistema de transporte en el Ecuador tiene serios problemas respecto a la cultura vial en la ciudadanía, demoras en las políticas públicas, daños al medioambiente y falta de cumplimiento a las normas de bioseguridad por la pandemia del COVID-19. La aplicación de herramientas tecnológicas para la optimización del transporte integra medidas sostenibles que garantizan el desarrollo de infraestructura y servicios de transporte seguros, verdes, eficientes e inclusivos. Para determinar cuáles herramientas tecnológicas se deben utilizar para la optimización del transporte, se llevó a cabo una investigación documental-bibliográfica, en donde se obtuvo, interpretó y analizaron fuentes documentales sobre herramientas tecnológicas, el sistema de transporte ecuatoriano y formas más adecuadas de optimización. En las tendencias tecnológicas actuales, las herramientas tecnológicas se encausan en adecuar medios de pago electrónico, sistemas de logística, y medios de transporte eléctricos para mejorar la movilidad, lo cual obliga a una selección adecuada y desarrollo específico de las tecnologías que deben emplearse para cada caso, con el objetivo de establecer un sistema integrado de transporte con el apoyo de reformas de políticas e inversiones en el diseño de redes de transporte, la eficiencia vehicular, la seguridad vial y la sostenibilidad climática.

Palabras clave: herramientas tecnológicas; optimización; transporte.

Abstract

The transportation system in Ecuador has serious problems regarding road culture among citizens, delays in public policies, damage to the environment, and lack of compliance with biosafety standards due to the COVID-19 pandemic. The application of technological tools for transport optimization integrates sustainable measures that guarantee the development of safe, green, efficient and inclusive transport infrastructure and services. To determine which technological tools should be used for the optimization of transportation, a documentary-bibliographical research was carried out, where documentary sources on technological tools, the Ecuadorian transportation system, and the most appropriate forms of optimization were obtained, interpreted, and analyzed. In current technological trends, technological tools are focused on adapting electronic payment methods, logistics systems, and electric means of transport to improve mobility, which requires an adequate selection and specific development of the technologies that must be used for each case, with the goal of establishing an integrated transportation system supported by policy reforms and

investments in transportation network design, vehicle efficiency, road safety, and climate sustainability.

Keywords: technological tools; optimization; transport.

Resumo

O sistema de transporte no Equador tem sérios problemas em relação à cultura viária entre os cidadãos, atrasos nas políticas públicas, danos ao meio ambiente e falta de cumprimento das normas de biossegurança devido à pandemia de COVID-19. A aplicação de ferramentas tecnológicas para a otimização do transporte integra medidas sustentáveis que garantem o desenvolvimento de infraestruturas e serviços de transporte seguros, verdes, eficientes e inclusivos. Para determinar quais ferramentas tecnológicas devem ser utilizadas para a otimização do transporte, foi realizada uma pesquisa documental-bibliográfica, onde foram obtidas, interpretadas e analisadas fontes documentais sobre as ferramentas tecnológicas, o sistema de transporte equatoriano e as formas de otimização mais adequadas. Nas tendências tecnológicas atuais, as ferramentas tecnológicas estão focadas na adaptação de meios de pagamento eletrônico, sistemas logísticos e meios de transporte elétricos para melhorar a mobilidade, o que exige uma seleção adequada e desenvolvimento específico das tecnologias que devem ser utilizadas para cada caso, com o objetivo de estabelecer um sistema de transporte integrado apoiado por reformas de políticas e investimentos em design de rede de transporte, eficiência de veículos, segurança viária e sustentabilidade climática.

Palavras-chave: ferramentas tecnológicas; otimização; transporte.

Introducción

Los principales problemas del sistema de transporte en el Ecuador radican en las emisiones contaminantes por los tubos de escape de las unidades, correteos en las vías, irrespeto a las señales y normas de tránsito y problemas en el trato directo con los usuarios, como resultado de la falta de cultura vial en la ciudadanía, demoras en las políticas públicas, daños al medioambiente y falta de un modelo empresarial donde los transportistas trabajen como empresas y cumplan con la meta de la caja común (Carvajal, 2018). Estos problemas se agravaron con la pandemia por el COVID-19, debido a que las medidas efectuadas en el sector de transporte en el Ecuador resultaron poco

eficientes dentro de los estándares que califican la implementación de precauciones de bioseguridad y su reinstauración también resultó desfavorable.

El sector transporte representa el 3,5% del PIB del Ecuador Banco Central del Ecuador (2021), por lo que las suspensiones y cancelaciones de transporte a nivel nacional por la pandemia afectaron el acceso de la población a bienes y servicios, los empleos, la conectividad del país y la cadena de valor de varios sectores como turismo, agricultura y otros subsectores productivos, generando pérdidas en el sector por alrededor de USD 714,22 millones, de las cuales el 90% corresponden al sector privado (Comité de Operaciones de Emergencia, 2020).

Bajo estas circunstancias, el gobierno de Ecuador planteó la necesidad de reactivar el servicio de transporte, la sostenibilidad de los corredores viales de primer orden y sistemas integrales de información y manejo para transporte mediante un conjunto de estrategias inclinadas hacia el control y registros administrativos, relegando las oportunidades que la tecnología ofrece para la optimización y mejoramiento del transporte.

La aplicación de herramientas tecnológicas para la optimización del transporte integra medidas sostenibles que garantizan la seguridad de los pasajeros, dan paso a una gama de soluciones prácticas que facilitan el transporte, como la puntualidad, los costos, la comodidad, el tiempo, las normas de bioseguridad y la sostenibilidad, que forman parte esencial de la lucha contra la pobreza, el impulso de la economía, el acceso a los servicios básicos como la salud y la educación y la ayuda para enfrentar el cambio climático, por lo que la tecnología es crucial en el desarrollo de infraestructura y servicios de transporte seguros, verdes, eficientes e inclusivos (Banco Mundial, 2022)

Metodología

La investigación realizada comprende un estudio de tipo documental-bibliográfica, en donde se obtuvo, interpretó y analizaron fuentes documentales sobre herramientas tecnológicas, el sistema de transporte ecuatoriano y formas más adecuadas de optimización.

Resultados y discusión

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) como ente rector del transporte en el país se encarga de emitir los lineamientos en las modalidades de transporte terrestre, aéreo, marítimo y

fluvial, los cuales se vieron afectados por el estado de emergencia sanitaria por la COVID-19. Como primeras medidas para contener la propagación del virus:

Se suspendió el tránsito libre, con excepción del transporte público, transporte de las entidades del sector salud, riesgos, emergencia y similares, seguridad y transporte policial y militar. El MTOP estableció la circulación restringida, conforme el último dígito de la placa vehicular, y el mecanismo de salvoconducto para autorizar la circulación de vehículos de ramas específicas de producción y servicios. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados suspendieron el servicio de transporte público intracantonal urbano. Como alternativa para la movilidad, en los cantones Cuenca, Ibarra y Cayambe, se establecieron ciclovías emergentes. Al inicio de la emergencia, estaban habilitados los Centros Binacionales de Atención en Frontera del Norte y del Sur para el ingreso y salida del territorio ecuatoriano. Posteriormente sólo se autorizaron los centros nacionales fronterizos (CENAF) de Rumichaca y Huaquillas, y el de San Miguel sólo para el cumplimiento de las actividades vinculadas a la industria hidrocarburífera Comité de Operaciones de Emergencia (2020) p.121

Mientras que los protocolos empleados durante la pandemia para regular el transporte se detallan en la tabla 1:

Tabla 1. Protocolos aplicados durante la pandemia según el tipo de transporte.

Tipo de Transporte	Protocolo
Terrestre	Emisión y control de salvoconductos. Limpieza y desinfección de unidades de transporte público. Transporte por finalización de aislamiento preventivo obligatorio. Operatividad para los Centros de Atención en Frontera CEBAF y CENAF frente a la declaratoria de Emergencia por el Covid-19. Transporte internacional de mercancías por carretera por la frontera Norte. Corredores logísticos estratégicos. Durante la semaforización: reactivación y operación de transporte público interprovincial intraprovincial; servicio de transporte escolar e institucional; servicio de transporte de carga liviana y mixta; servicio de transporte en taxi convencional y ejecutivo; transporte terrestre turístico. Guía de Movilidad Urbana Sostenible.
Marítimo	Limpieza y desinfección de unidades de transporte marítimo. Desinfección de contenedores. Arribo o atraque de buques de tráfico internacional. Astilleros y servicios conexos del Ecuador.
Aéreo	Ingreso al país, durante la vigencia del Estado de Excepción, de niños, niñas y adolescentes que están fuera del país sin sus padres o tutores legales, mujeres en estado de gestación, personas con discapacidades y de la tercera edad. Lineamientos para reactivación de vuelos internacionales y domésticos. Ingreso al país por vía aérea, permanencia y salida de aislamiento preventivo obligatorio.

Fuente: (Comité de Operaciones de Emergencia, 2020)

Entre marzo y mayo de 2020, las pérdidas en el sector transporte se estiman en USD 714,22 millones, de las cuales el 90% corresponden al sector privado. Las mayores pérdidas se concentran en el transporte terrestre y aéreo (Comité de Operaciones de Emergencia, 2020). Según los datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador (INEC), los efectos de la pandemia se pueden observar en la reducción de pasajeros transportados por ferrocarril, la entrada internacional por vía aérea y marítima como se observa en la Tabla 2

Tabla 2. Efectos de la pandemia en el sector transporte

	2019	2020
Vehículos motorizados matriculados	2.311.960	2.361.175
Pasajeros transportados por ferrocarril	109.627	19.887
Entrada internacional de pasajeros por vía aérea	2.199.087	721.691
Salida internacional de pasajeros por vía aérea	2.239.931	783.476
Entrada internacional de pasajeros por vía marítima	25.728	10.510
Salida internacional de pasajeros por vía marítima	19.999	10.510
Siniestros de tránsito	24.595	16.972

Fuente: (República del Ecuador, 2021)

Los efectos del COVID-19 en el sector de transporte ecuatoriano se observaron en la producción y distribución de bienes y servicios debido a la suspensión de las operaciones en todos los peajes, del servicio de transporte comercial, del transporte aéreo de pasajeros, la cancelación de cruceros y la reducción del transporte marítimo de carga repercutieron en las obras de mantenimiento, ampliación y rehabilitación previstas. Estas suspensiones y cancelaciones de transporte afectaron el acceso de la población a bienes y servicios y el endeudamiento de los prestadores de transporte del sector privado, ya que sus costos operativos superaron sus ingresos. Esto reduce las condiciones de conectividad del Ecuador y rompe la cadena de valor de varios sectores como turismo, agricultura y otros subsectores productivos y aumenta la pérdida de empleos en el país (Comité de Operaciones de Emergencia, 2020)

Ante este panorama, se establecieron como necesidades prioritarias la reactivación de los servicios de transporte, sostenibilidad de los corredores viales de primer orden y sistemas integrales de información y manejo para transporte. Para el logro de estos objetivos, se plantearon las siguientes estrategias mostradas en la Tabla 3

Tabla 3 Estrategias para recuperación, reactivación y continuidad del Transporte.

Necesidad	Estrategia
Reactivación de los servicios de transporte	Implementar normativas y protocolos para minimizar contagios. Gestionar recursos financieros para líneas de créditos con instituciones nacionales e internacionales (crédito de fácil acceso, tasas de interés preferenciales, montos más altos y plazos más largos). Utilizar medios digitales y aplicaciones móviles para limitar el contacto personal y evitar pérdidas de tiempo en la entrega del despacho portuario. Fortalecer las relaciones comerciales con exportadores para dinamizar el transporte marítimo de carga. Reactivar oficinas de atención al público para realizar trámites, de forma presencial y/o virtual. Implementar políticas de incentivos para las aerolíneas.
Sostenibilidad de los corredores viales de primer orden	Revisar los contratos de concesiones y delegaciones Modificar las tarifas de peajes manejados por el sector público para financiar las inversiones en infraestructura Socializar las modificaciones de las tarifas de peaje (acompañar de campaña comunicacional)
Sistemas integrales de información y manejo para transporte	Contratar una consultoría para la Interoperabilidad de peajes Contratar e implementar una consultoría Sistema Integrado de Registros de Transporte Terrestre del Ecuador (SIRTTE) Contratar una consultoría para el Sistema Integrado de Puertos

Fuente: (Comité de Operaciones de Emergencia, 2020)

Sin embargo, dentro de las anteriores propuestas, poca o ninguna mención se hace a la transformación de la industria del transporte con tecnologías verdes, eficientes y sostenibles considerando lo establecido en la Ley Orgánica de Eficiencia Energética (LOEE), donde se menciona que a partir del año 2025, los vehículos que se incorporen al servicio de transporte público urbano e interparroquial en el Ecuador, deberán ser únicamente de medio motriz eléctrico Paredes (2019) debido a que la movilidad eléctrica ofrece la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y los gastos económicos generados por la compra de combustible, cuyos altos costos representaron un grave problema para el transporte de autobuses de servicio urbano (Agencia EFE, 2019).

Al respecto, las estrategias propuestas por el Banco Mundial respecto a la movilidad sostenible incluyen el proyecto de Movilidad Sostenible para Todos (Sum4All) y el Servicio Mundial para la seguridad Vial a nivel mundial. En el caso específico del Ecuador, el Banco Mundial apoya la construcción de la primera línea de metro del país con la finalidad de trasladar el tráfico de pasajeros en automóviles privados y buses diésel a trenes eléctricos modernos, el proyecto ahorrará alrededor de 65 000 toneladas de emisiones de gases de efecto invernadero al año. Una vez

integrado con los otros medios de transporte, la línea de metro de 23 kilómetros les proporcionará diariamente a 377 000 pasajeros una forma rápida y confiable de acceder a sus trabajos y servicios esenciales, ofreciendo una integración fluida con corredores de tránsito rápido por autobús y otras rutas clave de transporte público en toda la ciudad (Banco Mundial, 2022)

Esta propuesta de transformación industrial del sistema de movilidad en medios de transporte eléctricos (los cuáles son simples de fabricar y mantener en comparación con las tecnologías convencionales) requieren que la política industrial y el desarrollo de investigaciones y tecnologías deben realinearse para centrarse en los futuros desafíos de la movilidad eléctrica, que podrían incluir la aplicación eficaz de la política, la digitalización y el reciclaje de las baterías (SuM4All, 2021), sin embargo, a pesar de que esta propuesta posee una descripción de pasos para la adopción exitosa de autobuses eléctricos (de los cuáles se han discutido formalmente e iniciado investigaciones y planes para su aplicación en la ciudad de Quito, pero no se han realizado pruebas piloto) Li et al. (2019), los obstáculos para su aplicación se deben a la limitación de alcance y potencia de los vehículos y las baterías, la falta de confiabilidad de la industria de fabricación de baterías, la falta de conocimiento de las agencias y los operadores para adoptar nuevos modelos de operación para acomodar el alcance y la potencia de los autobuses eléctricos y, además, la red y la infraestructura de carga también son nuevas y requieren tecnologías que enfrenten las limitaciones y desafíos de estabilidad Sclar et al. (2019)

El uso de plataformas tecnológicas proporciona información necesaria para el proceso logístico, aumentando la eficacia de los procesos y facilitando la toma de decisiones Chupin et al. (2019). Estas plataformas deben estar integradas como un conjunto unificado de estándares o una plataforma única Kabanov et al. (2019) con interfaces intuitivas, que posean integración, que la información contenida sirva como fuente de información, así como la integración de soluciones ecológicas, tal como el uso de bicicletas y otros medios de transporte no contaminantes (Rodríguez, 2020)

Actualmente, las optimizaciones del sistema de transporte son “aquellas acciones que se realizan y que contribuyen a la mejora de la función de distribución, ya sea en la disminución de tiempos, costos, calidad, entre otros” Gongora y Gutiérrez (2021), para los cuales es indispensable la planificación y ejecución de un sistema completo en el que consideren las herramientas tecnológicas que deben emplearse para el logro de la optimización del transporte.

Tal como lo establece Pozo (2018) los sistemas tecnológicos “contribuyen al aumento de la rentabilidad y reducción de costos, [...] también aportan varios beneficios al momento analizar la productividad y así mismo la calidad del servicio”, por lo que es necesario involucrar un sistema que integre todas las partes relacionadas. Actualmente existen compañías que están desarrollando sistemas integrados entre las entidades que forman parte de una coordinación logística, pero debido a la diversidad de procesos y tipos de transporte que involucran, adaptar el sistema a todas estas variables se vuelve muy complejo desarrollarlo para un modelo específico de transporte. Algo en que sí se está trabajando actualmente, es que varios de los sistemas que se aplicaban en la logística aduanera y el transporte están siendo actualizados para ser administrados en la Web, que es la nueva generación de soporte para la informática.

Esta aplicación de tecnologías de información y comunicación en los sistemas de transporte ha permitido el surgimiento de un nuevo concepto: los Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT), los cuales

Consisten en aplicaciones avanzadas que permiten atender de una forma más eficiente las necesidades de los distintos usuarios, la oferta disponible de servicios y los mecanismos de gestión del tráfico. Su implementación contribuye a mejorar la información disponible para los operadores y usuarios, brindando mayor comodidad y seguridad a los viajes que se llevan a cabo en las ciudades Granada et al. (2018)

Estos sistemas inteligentes emplean servicios web mediante aplicaciones donde se expone la logística a clientes de cualquier plataforma mediante una interfaz accesible a través de la red utilizando tecnologías (protocolos) estándar de internet Sánchez y Aranda (2019). A continuación en la Tabla 4, se presenta un resumen de los servicios web empleados actualmente en los sistemas de transporte para el desarrollo de herramientas tecnológicas en el transporte de cargas, para la seguridad vial y el transporte público y que pueden contribuir en el cumplimiento de los lineamientos y las normas de bioseguridad para evitar la propagación del COVID-19 en el transporte Barragán-Coca et al. (2020)

Tabla 4. Servicios web empleados en los sistemas de transporte

Servicio	Características
Servicios web SOAP (Simple Object Access Protocol),	Es una forma de crear servicios que utilizan el formato XML para el intercambio de mensajes sobre redes de computadoras, cuenta con una interfaz pública escrita en formato WSDL (Web ServicesDescriptionLanguage), en cual describe lo que hace el servicio web, donde se encuentra y la forma de ser invocado, lenguaje basado en XML legible por la máquina.
REST, (representationalState Transfer),	Es otra forma de crear servicios de una manera más ligera basada en formato JSON y el protocolo HTTP, su término fue introducido por primera vez en la tesis doctoral de Roy Fielding, (uno de los creadores de HTTP). Los servicios Web REST 11 son un SOAP pero basados en el concepto de recursos. El recurso es el elemento que lleva una URI (URL o URN). Entonces REST se creó con el objetivo de mejorar la tecnología SOAP.
Arquitectura MVC	El patrón de diseño MVC, es un estilo de arquitectura de software que considera que una aplicación se la puede dividir en tres módulos (Modelo, Vista, Controlador), los cuales son identificables y con funcionalidades ya definida, ya que se ven como componentes separados reduciendo de esta manera el esfuerzo en la programación. El objetivo de MVC es separar los datos de una aplicación es decir la lógica de negocios de la interfaz de usuario, que trabajen de manera separada sin que ningún cambio que se hace en uno de ellos se vea afectado en otro.
Netbeans IDE 8.2	Netbeans IDE es un entorno de desarrollo para compilar aplicaciones escritas en Java. Esta plataforma permite desarrollan sistemas a partir de un conjunto de componentes llamados módulos. Un módulo es un archivo Java en el cual se encuentran las clases que permiten la interacción con las API de Netbeans y el archivo manifest file que lo identificar como módulo. De esta manera las aplicaciones desarrolladas en dicha plataforma son extendidas, ya que se pueden añadir nuevos módulos.
Java	Java un lenguaje de programación orientado a objetos, sencillo, multitarea, portable, interpretado, de arquitectura neutra, potente y bastante adaptado para el desarrollo de aplicaciones en red, con capacidad de generar código de tamaño muy reducido.
Javascript	Javascriptes un lenguaje de programación orientado a objetos, creado especialmente para desarrollar páginas web dinámicas, además es un lenguaje interpretado es decir que su código se lo puede ejecutar directamente en el navegador sin procesos intermedios de compilación. Javascriptes independiente de Java, pero es un lenguaje es de múltiples propósitos, que actualmente es considerado únicamente como un complemento.
Payara server	Payara es un servidor de aplicaciones Java EE de código abierto, totalmente compatible como con Eclipse microprofile, está basado en glassfishy con características que mejoran así la corrección de errores, parches y soporte gracias a su comunidad, para las actualizaciones de apis.
Base de Datos postgresql	Postgresqls un potente gestor de base de datos relacionales basado en Open Source, reconocido por su integridad de datos, su correcto funcionamiento, alto rendimiento y así también porque permite su portabilidad a distintos sistemas operativos como: Windows, Linux y Unix. Postgresql está bajo licencia BSD (Berkeley Software Distribution), su código fuente está disponible bajo código abierto por lo que es posible su uso, modificación y distribución. Una base de datos relacional hace referencia a la manipulación de los datos con las reglas del álgebra relacional, que mediante el uso de claves primarias las tablas se relacionan entre sí.
JavascriptObjectNotation (JSON)	JSON (javascript Object Notation), es un formato ligero de codificación de datos para el intercambio de mensajes y comunicación entre aplicaciones web, JSON surge como alternativa a XML ya que es compatible con distintos lenguajes de programación teniendo la capacidad de leer, analizar y generar JSON y cuya sintaxis es basada de javascript. Se lo considera como una gran tecnología en el desarrollo web para la serialización, deserialización y la transmisión de datos.
Framework bootstrap	Bootstrap es un framework orientado el desarrollo de interfaces facilitando de esta manera el diseño web, es Open Source y utiliza HTML, CSS y JS, Bootstrap

	<p>actualmente se ha convertido en el proyecto más popular en Github, llegando a ser utilizado en organizaciones como la NASA y la MSNBC. Al incluir elementos ya definidos evita recurrir a plugins o frameworks externos y sobrecargar la web. Lo único que se hará, es colocar las clases CSS ya definidas en los elementos HTML.</p>
Arquitectura de Hiberna	<p>La arquitectura de Hibernate describe su estructura y funcionamiento y la flexibilidad que posee permite que se lo implemente en múltiples maneras lo que genera que existan diferentes arquitecturas. Se define 2 arquitecturas principales: Primera arquitectura, una arquitectura básica compacta desde una perspectiva de alto nivel, la cual permite observar cómo Hibernate utiliza la base de datos y los datos de configuración para proporcionar los objetos persistentes y los servicios de persistencia a la aplicación y Segunda arquitectura, una arquitectura más completa de la estructura de Hibernate, en la cual se puede observar componentes importantes como: sesión factor y que permite mantener un caché de datos que es reutilizables entre transacciones; connection provider para el manejo de múltiples conexiones JDBC, JTA o transacciones CORBA; Objetos persistentes, los cuales se encuentran asociados a una sesión y son de corta duración; y Objetos transitorios, las instancias de clases persistentes que no están asociados a una sesión.</p>
Android studio	<p>Android Studio es un entorno de desarrollo integrado diseñado específicamente para crear aplicaciones móviles para la plataforma de Android, luego a reemplazar a Eclipse, está bajo la licencia Apache por lo que es Open source. Este software fue anunciado en mayo de 2013 y está basado su desarrollo en el software IntelliJ IDEA de JetBrains, IDE para el desarrollo de programas informáticos. Android es un sistema operativo móvil, fue desarrollado por Open Handset Alliance liderada por Google. Su desarrollo está basado en Linux enfocado para utilizarse en dispositivos móviles tales como: teléfonos inteligentes, tablets, etc.</p>
	<p>Fuente: Elaborado con datos de Sánchez y Aranda (2019)</p>

Estos servicios web se emplean en el modelo de redes, puesto que no puede concebirse el sistema de transporte como un sistema aislado. De acuerdo con Orozco (2021)

El diseño de las nuevas redes de transporte, o en el rediseño de las existentes, resulta de gran utilidad el incluir modelos matemáticos para predecir los efectos de las modificaciones que se pretende implementar. Tales modelos permiten determinar los flujos vehiculares y los tiempos de viaje en cada tramo de la red a partir del conocimiento de las características de la misma y de la demanda (cantidad de viajes entre diferentes puntos de la ciudad) Orozco (2021, pág. 22)

A continuación, en la tabla 5 se mencionan los modelos de redes más empleados en la actualidad en el desarrollo de sistemas inteligentes de transporte

Tabla 5. Modelo de redes

Modelo de Red	Características
Programación Lineal	Aspectos relacionados con la construcción, análisis y resolución de modelos lineales de tipo algebraico. Estos modelos son de tipo normativo. Constan de un conjunto de restricciones que han de satisfacer las variables de decisión para que sean tomadas en consideración, y un criterio o función objetivo. Con respecto al criterio se evalúa la bondad de los valores de las variables que satisfacen las restricciones del modelo. La programación lineal (PL), que trata exclusivamente con funciones objetivos y restricciones lineales, es una parte de la programación matemática, y una de las áreas más importantes de la matemática aplicada. Se utiliza en campos como la ingeniería, la economía, la gestión, y muchas otras áreas de la ciencia, la técnica y la industria.
Algoritmo de Dijkstra	Diseñado para encontrar las rutas más cortas entre el nodo de origen y cada uno de los nodos de la red. Este algoritmo es de tipo “greedy” porque en cada iteración elige la mejor opción de las posibles con la esperanza de encontrar así la mejor solución global. Una característica de este algoritmo es la utilización de etiquetas en cada nodo cuya función es indicar en cada iteración del algoritmo la distancia del origen a dicho nodo. En cada iteración una de las etiquetas será “permanente”, es decir, indicara la distancia mínima final del nodo inicial a dicho nodo.
Método del costo mínimo	Logaritmo desarrollado con el objetivo de resolver problemas de transporte o distribución, arrojando mejores resultados que métodos como el de la esquina noroeste, dado que se enfoca en las rutas que presentan menores costos. El diagrama de flujo de este algoritmo es mucho más sencillo que los anteriores dado que se trata simplemente de la asignación de la mayor cantidad de unidades posibles (sujeta a las restricciones de oferta y/o demanda) a la celda menos costosa de toda la matriz hasta finalizar el método.
Modelo de la ruta más corta	El modelo de la ruta más corta se refiere a una red en la cual cada arco tiene un número, el cual se interpreta como la distancia desde el nodo de inicio hasta el nodo de fin. Una ruta o camino entre dos nodos es cualquier secuencia de arcos conecte. El objetivo consiste en encontrar las rutas más cortas o de menor costo o más desde un nodo específico hasta cada uno de los demás nodos de la red

Fuente: Elaborado con datos de Loaiza et al. (2018)

Dentro de las herramientas tecnológicas para el transporte de cargas, el Sistema RFDI (Radio Frequency Identification (en español identificación por radio frecuencia) “se utiliza para la identificación de objetos, personas y animales, y el sistema que se apoya en esta tecnología se define a su vez como un procedimiento de identificación automática sin contacto físico, más un subsistema de captura de datos” (Marco, 2017). Básicamente consiste en que cada producto o unidad logística aplicada cuenta con una etiqueta inteligente (tag), con información relevante del producto a considerar en el transcurso logístico que este deba cumplir. Este es el sistema de transporte de cargas empleadas por las famosas compañías UPS y Fedex (Pozo, 2018)

Las aplicaciones WebFleet Mobile, diseñada para mantener el control de las operaciones diarias de una flota de vehículos, permite a los profesionales de la logística administrar sus negocios en tiempo real desde sus teléfonos u ordenadores; y Logistics, se ocupa de administrar todas las necesidades de almacenamiento y gestión logística, como rastrear conductores, vehículos, envíos y clientes (MOLDTrans, 2020)

Por su parte, el protocolo de enrutamiento por vector de distancia (DVRP) creado por el Departamento de Ingeniería Industrial, de Sistemas y de Fabricación de Estados Unidos, es uno de los dos principales protocolos de enrutamiento para métodos de comunicación que utilizan paquetes de datos enviados a través del Protocolo de Internet (IP). El DVRP requiere un hardware de enrutamiento para informar las distancias de varios nodos dentro de una red o topología IP con el fin de determinar las mejores y más eficientes rutas para los paquetes de datos Gongora y Gutiérrez (2021). La integración del protocolo va de la mano con la industria 4.0, caracterizada por la conectividad entre máquinas, pedidos, empleados, proveedores y clientes para Internet de las Cosas y dispositivos electrónicos Lopes et al. (2018)

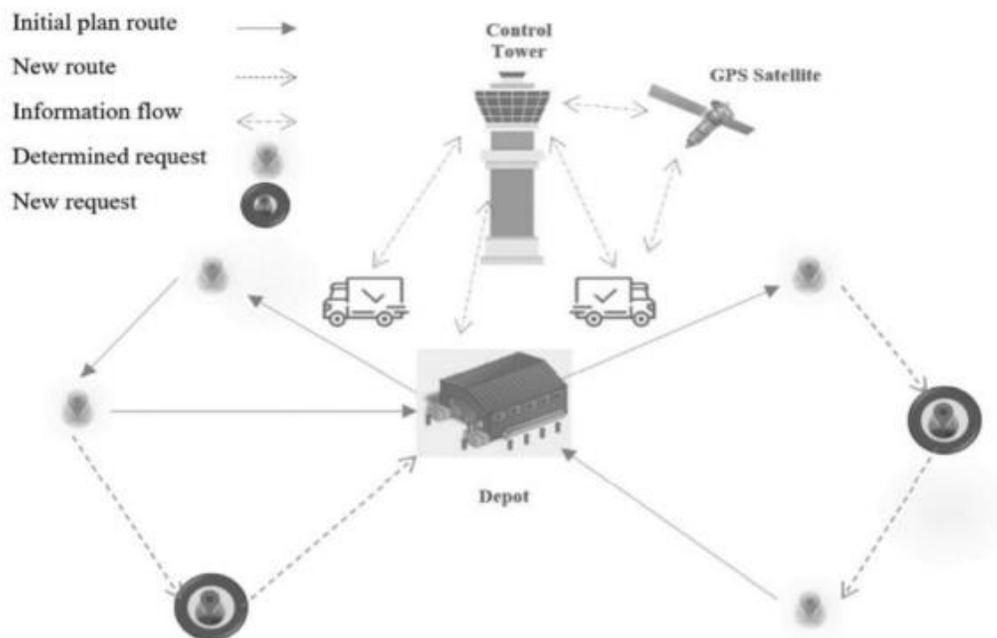


Figura 1. Red de comunicación para mediciones en tiempo real de DVRP

Fuente: Lopes et al. (2018)

Con respecto a las herramientas tecnológicas para la seguridad vial, el uso de drones o vehículos aéreos no tripulados (UAV) para realizar la captura de imágenes desde una vista superior para control de tráfico y accidentes de tránsito Flórez-Moreno et al. (2018) Es una de las más innovadoras propuestas tecnológicas.

Asimismo, la instalación de tecnología infrarroja en los dispositivos de control de tránsito, como postes y señalética, permite transmitir señales auditivas que avisen a las personas con visión reducida cuándo pueden cruzar. Asimismo, existen detectores de personas que aumentan el tiempo de verde peatonal en beneficio de personas mayores y con alguna discapacidad. También, se han desarrollado luces tinteantes que alertan a los conductores cuando alguien cruza Granada et al. (2018)

Sobre las herramientas tecnológicas para optimización del transporte público, para la optimización de rutas se emplean sistemas inteligencias de transporte como los sistemas de información geográfica, sistemas de localización y aplicaciones de optimización de rutas. Asimismo, la adopción de nuevas medidas de pago dentro de un sistema de recaudo automatizado puede dar mejor valor y servicio a los pasajeros, operadores y entidades públicas mediante la digitalización de los modos de pago con la finalidad de mejorar la eficiencia operativa, al reducir los tiempos de embarque, y tiempos de viaje a través del uso de la aplicación Mobility as a Service (MaaS) Rodríguez et al. (2020) La cual promete crear plataformas para ofrecer movilidad integrada, centrada en el usuario.

Conclusiones

El transporte es un motor fundamental del desarrollo económico y social sostenible del Ecuador que permite el desarrollo y mejoramiento de las relaciones de comercio internacionales y facilita el acceso e interacción entre los sectores socioeconómicos, como la educación, la salud, entre otros. Durante la pandemia por el COVID-19 surge la necesidad de mantener la distancia física entre los pasajeros y minimizar el contacto con superficies y objetos para frenar la propagación del virus, además de garantizar la prestación de servicios de transporte público accesibles, asequibles, seguros e incluyentes.

El uso de la tecnología responde a muchas de estas necesidades, tanto para mejorar las condiciones de bioseguridad del transporte, como para atender problemas relacionados con la seguridad vial y contaminación ambiental. La implementación de servicios web en el desarrollo de herramientas

tecnológicas actualmente se encausa en adecuar medios de pago electrónico, sistemas de logística, y medios de transporte eléctricos para mejorar la movilidad.

La diversidad de herramientas tecnológicas disponibles obliga a una selección adecuada, identificando las necesidades y analizando cuál se adapta mejor a estas, detallando los procesos y cómo se puede sistematizar y brindar la oportunidad de educar al personal respecto al uso de la tecnología. Para ello, es importante el desarrollo de reformas de políticas e inversiones en el diseño de redes de transporte, la eficiencia vehicular, la seguridad vial y la sostenibilidad climática.

Referencias

1. Agencia EFE. (10 de Octubre de 2019). *Gestión*. Recuperado el 17 de Febrero de 2022, de Ecuador: se mantienen problemas de transporte en Quito en octavo día de protestas: <https://gestion.pe/mundo/ecuador-se-mantienen-problemas-de-transporte-en-quito-en-octavo-dia-de-protestas-noticia/>
2. Banco Central del Ecuador. (2021). *Sistema de Banca Privada y Pública. Informe del Sector Transporte*. Ecuador: Superintendencia de Bancos. Obtenido de <https://estadisticas.superbancos.gob.ec/portalestadistico/portalestudios/wp-content/uploads/sites/4/downloads/2022/01/estudio-sectorial-transporte-dic-21.pdf>
3. Banco Mundial. (2022). *Understanding Poverty*. Recuperado el 17 de Febrero de 2022, de Transport: <https://www.worldbank.org/en/topic/transport>
4. Barragán-Coca, M., Ortega-Ortega, M., Palaguachi-Sumba, J., & Paguay-García, M. (2020). Lineamientos que adoptaron los países de Ecuador, Colombia, Perú y Argentina para evitar la propagación del COVID-19 en el transporte público. *Polo del Conocimiento*, 5(10), 948-962. doi: 10.23857/pc.v5i10.1864
5. Carvajal, A. (15 de Febrero de 2018). *El Comercio*. Obtenido de El transporte público en Quito tiene cuatro problemas: <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/transporte-quito-problemas-movilidad-pasajeros.html>
6. Chupin, A., Yurchenko, O., Lemesheva, Z., Pak, A., & Khudzhatov, M. (2019). Development of Logistical Technologies in Management of Intellectual Transport Systems in the Russian Federation. *Digital Economy: Complevity and Variety vs. Rationality*, 778-784. Obtenido de https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-29586-8_89

7. Comité de Operaciones de Emergencia. (2020). *Evaluación Socioeconómica PDNA Covid-19 Ecuador*. Ecuador: Secretaria Técnica Planifica Ecuador. Obtenido de <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/12/Eval-Soc-Econ-10-Dic-ok.pdf>
8. Flórez-Moreno, D., Villamizar-Camelo, S., Reyes-Contreras, C., & Zabala-Vargas, S. (2018). Prototipo de herramienta tecnológica para el registro, almacenamiento, transmisión y análisis de la información de accidentes de tránsito. *ITECKNE*, 15(2), 131-142. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/itec/v15n2/1692-1798-itec-15-02-00131.pdf>
9. Gongora, S., & Gutiérrez, W. (2021). *Desarrollo de software para la optimización de trayectos en la ciudad de Bogotá destinado a la comunidad Eanista a plataforma Worry free ean routes*. Bogotá: Universidad Ean. Obtenido de <https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/11339/GongoraStefany2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
10. Granada, I., Rodríguez, M., Mix, R., & Bezanilla, A. (2018). *Sistemas Inteligentes de Transporte para la Movilidad Universal*. Banco Interamericano de Desarrollo. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Sistemas-inteligentes-de-transporte-para-la-movilidad-universal.pdf>
11. Kabanov, A., Azarov, V., & Mayboroda, V. (2019). An Analysis of the Use and Difficulties in Introducing Information Technology and Information Systems in Transport and the Transport Infrastructure. *2019 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies"*, (págs. 192-196). doi:<https://doi.org/10.1109/IT%26QM%26IS.2019.8928298>
12. Li, X., Gorguinpour, C., Sclar, R., & Castellanos, S. (2019). *How to enable electric bus adoption in cities worldwide*. Washington: World Resources Institute. Obtenido de <https://files.wri.org/s3fs-public/how-to-enable-electric-bus-adoption-cities-worldwide.pdf>
13. Loaiza, M., Pinta, M., Herrera, J., & Suárez, F. (2018). Optimización de recorridos de la Compañía “RADIO TAXIS ECUADOR” aplicando modelos de redes. *Conference Proceedings UTMACH*, 2(1), 114-122. Obtenido de <http://investigacion.utmachala.edu.ec/proceedings/index.php/utmach/index>
14. Lopes, J., Chiappetta, C., Godinho, M., & Roubaud, D. (2018). Industry 4.0 and the circular economy: a proposed research agenda and original roadmap for sustainable operations.

- Annals of Operations Research*, 270(15), 273-286. Obtenido de https://econpapers.repec.org/scripts/redir.pf?u=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2F10.1007%2Fs10479-018-2772-8;h=repec:spr:annopr:v:270:y:2018:i:1:d:10.1007_s10479-018-2772-8
15. Marco, J. (2017). *Tecnología en la logística: tendencias más relevantes*. IMF Business School. Obtenido de <https://www.imf-formacion.com/blog/logistica/logistica/tecnologia-logistica-tendencias/>
16. MOLDTrans. (2 de julio de 2020). *8 aplicaciones logísticas para mejorar la gestión y el transporte*. Recuperado el 17 de Febrero de 2022, de <https://www.moldtrans.com/8-aplicaciones-logisticas-para-mejorar-la-gestion-y-el-transporte/>
17. Orozco, F. (2021). *Propuesta de movilidad de transporte público en el caso comercial de la ciudad de Milagro, Ecuador*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/54325/1/INFORME%20FINAL%20FREDDY%20OROZCO%2014-06-2021.pdf>
18. Paredes, L. A. (2019). Electromovilidad y Eficiencia Energética en el Transporte Público de Pasajeros del Ecuador Continental. *Revista Técnica "energía"*(16), 91-100. Obtenido de <https://revistaenergia.cenace.gob.ec/index.php/cenace/article/view/340/325>
19. Pozo, J. (2018). *Implementación de sistemas tecnológicos en la Web para la logística de transportes, almaceneras y agentes de aduana en el Ecuador*. Miami: UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPIRITU SANTO. Obtenido de <http://201.159.223.2/bitstream/123456789/2460/1/POZO%20SALVADOR%20JORGE%20-%20IMPLEMENTACI%c3%92N%20DE%20SISTEMAS%20TECNOL%c3%92GICOS%20EN%20LA%20WEB%20PARA%20LA%20LOG%c3%8cSTICA%20DE%20TRANSPORTES%2c%20ALMACENERAS%20Y%20AGENTES%20DE%20ADUANA%20DEL%20ECUA>
20. República del Ecuador. (2021). *Boletín Técnico N° 01-2021-Transporte*. Quito: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/2020/2020_ANET_BOL ETIN.pdf

21. Rodríguez, H. (2020). *Sistema de Gestión de Información Logística basado en Servicios Web para el transporte de mercancía de la empresa Transportes EXPRECAR S.A.S.* Bucaramanga: Universidad Autónoma de Bucaramanga. Obtenido de https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/15443/2020_Tesis_Rodriguez_Diaz_Hayder_Alexander.pdf?sequence=1&isAllowed=y
22. Rodríguez, M., Sosa, M., Fook, A., & Hollnagel, J. (18 de June de 2020). *BID Mejorando vidas*. Recuperado el 17 de Febrero de 2022, de 3 herramientas tecnológicas que mejorarán la movilidad: <https://blogs.iadb.org/transporte/es/3-herramientas-tecnologicas-que-mejoraran-la-movilidad/>
23. Sánchez, E., & Aranda, G. (2019). *Desarrollo de un sistema web móvil para automatizar los procesos de la unidad de gestión de transporte de la ESPOCH*. Riobamba, Ecuador: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/12217/1/18T00782.pdf>
24. Sclar, R., Gorguinpour, C., Castellanos, S., & Li, X. (2019). *Barriers to adopting electric buses*. Washington: World Resources Institute. Obtenido de <https://wrirosscities.org/sites/default/files/barriers-to-adopting-electric-buses.pdf>
25. SuM4All. (2021). *Movilidad Eléctrica sostenible: componentes esenciales y recomendaciones de políticas*. World Bank Group; German Corporation; TUMI; UITP. Obtenido de https://www.sum4all.org/data/files/buildingblocksandpolicyrecommendations_spanish.pdf