

Telematics and the fuel consumption from heavy trucks: a study case in Volvo company

Rocío Del Carmen León Castro de Quispe, Magister¹, Nataly Marian Calderón Huamán, Student², Erika Lisset Durand Villegas, Student³, Wendy Nicolle Espejo Pérez, Student⁴, Christofer Camilo Martínez Yana, Student⁵, and Marifer Salazar Guzmán, Student⁶

^{1,2,3,4,5,6}Universidad Privada del Norte, Perú, rocio.leon@upn.pe, N00243150@upn.pe, N00252340@upn.pe, N00241742@upn.pe, N00260453@upn.pe, N00280518@upn.pe

Abstract– In the automotive sector, telematics is used as a data collection tool in vehicles and has transformed the transportation operations of the trucking industry. Companies like Volvo, use it to obtain relevant information about their fleets, including fuel consumption. This article examines the global use of telematics regarding truck fuel consumption. With the aim of providing a solid baseline to understand the functionalities of telematics in this area, articles were collected in the Scopus and ScienceDirect databases, published between 2020 and 2024. In addition, to address the relevance of the information obtained by remotely monitoring vehicles, the performance of trucks sample in transport and mining sectors was evaluated using the Volvo Connect platform. The results of this evaluation determined that the trucks used in mining operations in the departments of Lima, Pasco and Ancash have a more efficient use of fuel. The study concludes that telematics emerges as a promising tool, since various studies propose it as a solution to reduce fuel consumption through the quantitative analysis of data collected by telematics devices installed in trucks.

Keywords– Telemetry, Telematic, Fuel Consumption, Trucks, Volvo.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LEIRD).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LEIRD).
DO NOT REMOVE

Telemática y el consumo de combustible de camiones: un caso de estudio en la empresa Volvo

Rocío Del Carmen León Castro de Quispe, Magister¹, Nataly Marian Calderón Huamán, Student², Erika Lisset Durand Villegas, Student³, Wendy Nicolle Espejo Pérez, Student⁴, Christofer Camilo Martínez Yana, Student⁵, and Marifer Salazar Guzmán, Student⁶

^{1,2,3,4,5,6}Universidad Privada del Norte, Perú, rocio.leon@upn.pe, N00243150@upn.pe, N00252340@upn.pe, N00241742@upn.pe, N00260453@upn.pe, N00280518@upn.pe

Resumen– En el sector automotriz, la telemática es usada como una herramienta de captación de datos en vehículos y ha transformado las operaciones de transporte de la industria de camiones. Empresas como Volvo, la utilizan para obtener información relevante sobre sus flotas, incluyendo el consumo de combustible. El presente artículo examina el uso global de la telemática frente al consumo de combustible de camiones. Con el objetivo de proporcionar una base sólida para comprender las funcionalidades de la telemática en este ámbito, se recopilaron artículos en las bases de datos Scopus y ScienceDirect, publicados entre 2020 y 2024. Además, para abordar la relevancia de la información que se obtiene al monitorear de forma remota los vehículos, se evaluó el rendimiento de una muestra de camiones en sectores de transporte de combustible por carretera y minería utilizando la plataforma Volvo Connect. Los resultados de esta evaluación determinaron que los camiones utilizados en las operaciones mineras de los departamentos de Lima, Pasco y Ancash presentan un uso más eficiente del combustible. El estudio concluye que, la telemática emerge como una herramienta prometedora, puesto que, diversos estudios la proponen como una solución para reducir el consumo de combustible mediante el análisis cuantitativo de los datos recolectados por los dispositivos telemáticos instalados en los camiones.

Palabras Clave– Telemetría, Telemática, Consumo de combustible, Camiones, Volvo.

I. INTRODUCCIÓN

En el año 2020, más del 80% de la población que vive en zonas urbanas, a nivel global, estuvieron expuestos a niveles de contaminación del aire que son superiores a las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS). En el mismo periodo, el sector de transporte representó el 24% y los camiones de carretera el 75% de las emisiones de CO₂ en el mundo. De igual modo, a los camiones semirremolque pesados se les adjudicó el 15% de las emisiones de carbono en Estados Unidos [1,2].

Los vehículos de carga, realizados mediante camiones, destacan como los mayores consumidores de petróleo, los cuales utilizan un 97% de su combustible, siendo el diésel el combustible dominante en un 84% de los países europeos y asiáticos [3].

Por otro lado, un estudio realizado por [4], señala que aproximadamente el 20% de los recorridos en camión en Estados Unidos, equivalentes a 300 mil millones de millas anuales, son recorridos sin carga. Esto genera altos costos, contaminación y tráfico innecesario en las carreteras; reducir

estos viajes vacíos ("millas muertas") podrían brindar beneficios a la sociedad, al medio ambiente y a las empresas de transporte a encaminarse a un modelo de negocio más sostenible.

A nivel mundial, desde el año 2021, se fueron tomando medidas de protección del medio ambiente y una de esas medidas es la electrificación de los camiones pesados y ligeros. Otra medida de protección del medio ambiente fue la conducción eficiente en combustible, el cual se enfoca en los hábitos de conducción en carretera que influyen en el consumo [1,2,5,6].

A partir del año 2008, la Asociación de Profesionales de Gestión de Equipos (AEMP) ha trabajado en conjunto con Caterpillar, Volvo, Komatsu y John Deere para establecer datos telemáticos estandarizados para equipos pesados de movimiento de tierras, permitiendo a los usuarios finales integrar datos clave como: horas de funcionamiento, ubicación, combustible consumido y la distancia recorrida, en sus sistemas de informes de gestión de flotas existentes para determinar los estándares que las empresas deberían adoptar [7].

En el contexto ambiental, la telemática puede mejorar la fidelidad de los ciclos de conducción legislados, que son utilizados por los gobiernos y las organizaciones para evaluar el desempeño de camiones pesados en cuanto al consumo de combustible y emisiones; los datos obtenidos mediante la telemática permiten que los ciclos sean auténticos, conduciendo a una mejor regulación de la eficiencia del combustible, y reducir las emisiones de los camiones; en el año 2018, el Foro Internacional de Transporte da su respaldo a la telemática como una ayuda para probar la creación de políticas de transporte urbano de mercancías y su impacto en las operaciones vehiculares y en el área urbana, con el fin de mejorar las actividades de las industrias de transporte; los datos de la telemática permiten realizar un análisis cuantitativo del impacto de los camiones de mercancías para la gestión efectiva de las políticas que se vienen desarrollando a nivel mundial para el cuidado del medio ambiente [2,8].

En el año 2022, los camiones ligeros, medianos y pesados, contienen un número cada vez mayor de computadoras integradas; este tipo de vehículos dan la impresión de ser ordenadores sobre ruedas; los sistemas informáticos a bordo constan de decenas de ordenadores, como unidades de control integradas, sistemas de

entretenimiento, sistemas de gestión de flotas y sensores de seguimiento del mantenimiento; en ese sentido, la telemática emplea herramientas a través del internet para controlar dispositivos remotos con el fin de mandar, recoger y acumular información; estos sistemas ofrecen a los usuarios capacidades de control remoto, y al mismo tiempo, recopilan datos de telemática como el kilometraje actual, la presión de los neumáticos, el comportamiento de conducción, el estado de los componentes del vehículo y el consumo de combustible; estos datos pueden usarse para evaluar los impactos ambientales de los camiones de mercancías, optimizar sus rutas, mejorar la seguridad, calcular los seguros, identificar la congestión y refinar el modelo de emisiones [1,2,9,10].

Los sistemas telemáticos permiten reducir en los camiones la tasa de problemas de calidad e implementar un programa de mantenimiento predictivo sólido, este programa optimiza el uso de recursos y minimiza el tiempo de inactividad, maximizando su productividad; un ejemplo notable es el caso de Volvo, que utilizó datos telemáticos para desarrollar un modelo predictivo que identificaba con precisión cuándo era probable que un neumático perdiera presión, esta información les permitió alertar a los conductores de forma proactiva, evitando averías en la carretera y asegurando la seguridad y eficiencia de sus operaciones; adicionalmente, empresas como Bluetree, Verizon Connect, GPS Insight, Momentum IoT, Webfleet y MyGeotab ofrecen sistemas de gestión de flotas basados en telemática; el análisis de los datos obtenidos, tanto a nivel individual como de toda la flota, permite ofrecer asesoramiento y formación a los conductores para mejorar su desempeño; incluso un estudio previo declara que la telemática puede mejorar la precisión de simulaciones de diferentes escenarios para aplicar soluciones a problemas de la congestión vehicular con el fin de reducir las emisiones del motor en ralentí (revoluciones mínimas por minuto) mediante datos de geoposicionamiento [2,11,12,13,14].

La telemática permite optimizar las operaciones logísticas de industrias minoristas de Estados Unidos, logrando una reducción de costos de transporte, una mejora en la confiabilidad de la cadena de suministro y la obtención de información valiosa sobre el estado de movimiento y rendimiento de los camiones y su carga. Por otro lado, una investigación realizada en el Reino Unido, demostró que esta herramienta ayuda a los operadores de flota a enfrentar el desafío de adquirir camiones rentables para sus empresas, donde factores como el consumo de combustible y los costos de capital son cruciales para la toma de decisiones [4,15,16,17,18].

Por consiguiente, este artículo tiene como objetivo principal describir la telemática y sus diversas aplicaciones en la industria del transporte de camiones, con un enfoque particular en la reducción del consumo de combustible en los camiones Volvo. Para lograr este objetivo, se aborda el funcionamiento de la telemática en camiones Volvo, la segmentación de datos de telemática relacionados con el

consumo de combustible y los usos de la telemática en el consumo de combustible.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Telemática

La telemática se define como un conjunto de dispositivos de comunicación que se encargan de enviar, recibir y almacenar información para monitorear objetos en movimiento. En el contexto del sector automotriz, se capturan datos telemáticos mediante el uso de sistemas computacionales, cuya información representa las características del vehículo cuando realiza un recorrido por carretera. Estos datos pueden ser utilizados como una herramienta de evaluación para vehículos y conductores individuales, así como determinar los impactos ambientales del transporte de bienes tangibles [2].

Volvo Group ha implementado sistemas telemáticos en sus marcas, incluyendo Renault, Volvo y Mack Truck. Mediante los recursos informáticos de la telemática, como tecnología IoT integrada en vehículos, se ofrecen beneficios a los fabricantes, clientes, concesionarios, y conductores. Para los fabricantes, se generan mayores ingresos por ventas de vehículos conectados, servicios postventa, repuestos, financiación, seguros y planes de servicio. Para los concesionarios, significa una mejor gestión de la flota, optimización de rutas y logística, lo que se traduce en ahorros de costos y mayor eficiencia. Los clientes y conductores se favorecen de una mayor comodidad, seguridad y ahorro en combustible y mantenimiento. En resumen, la telemática genera valor para todos los actores involucrados en Volvo Group [19].

En la empresa Volvo Trucks fue implementado el sistema de gestión de flotas llamado Dynafleet, actualmente llamado Volvo Connect, que se encarga de recolectar y registrar datos del camión en el sistema, brindando a sus conductores una planificación y monitoreo de tareas para optimizar su desempeño, medir el ralentí del motor, el uso eficiente del consumo de combustible, visualizar la ubicación de la flota de camiones en tiempo real, minimizar costos operativos. Asimismo, este sistema puede monitorear tiempos de viaje, velocidad y carga del camión para reducir el impacto ambiental de estos vehículos [20,21,22]. En la Fig. 1, se presentan los componentes que utiliza el software Volvo Connect para monitorear los datos del camión.

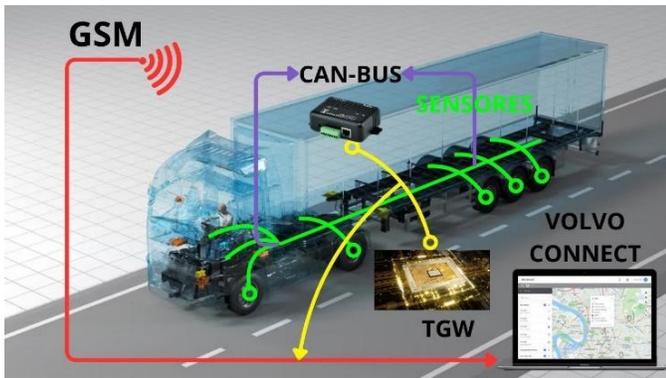


Fig. 1, Componentes utilizados en la interfaz Volvo Connect.

B. Segmentación de datos telemáticos

El sistema de Volvo Connect recopila 303 datos telemáticos que se dividen en 11 categorías: Tiempo, Distancia, Combustible y Energía, Contadores, Detalles del vehículo, Histograma, Operación, Velocidad, Seguridad, Emisiones y Puntuación. Asimismo, la interfaz cuenta con 8 informes estándar para la interpretación de estos como se muestra en la Fig. 2.

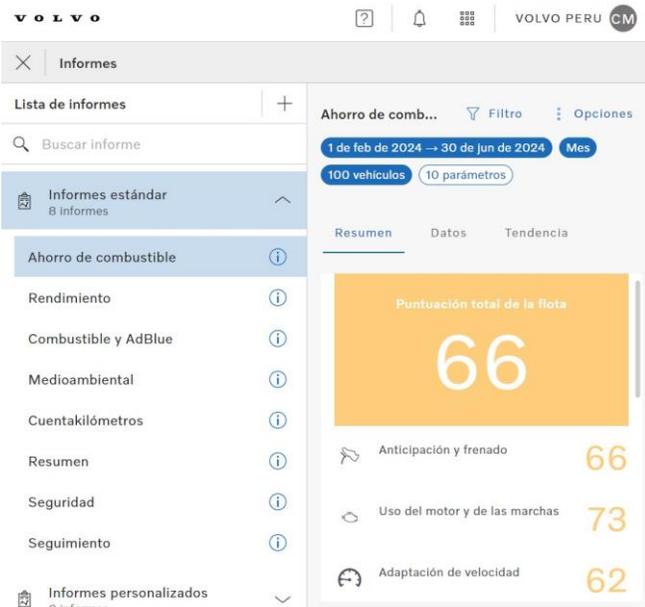


Fig. 2, Informe de datos telemáticos de Volvo Connect.

Estos informes son estándar en los países donde Volvo Trucks está presente. En esta investigación se está considerando los datos que se relacionen con el consumo de combustible en base a las categorías de los datos telemáticos y se han clasificado en la Tabla 1.

TABLA 1
CATEGORÍA DE DATOS TELEMÁTICOS

Datos telemáticos	
Combustible y energía	Operación
Diesel con motor en marcha (l)	Distancia cuesta abajo (%)
AdBlue total (l)	Distancia cuesta arriba (%)
Distancia	Tiempo
Distancia total (km)	Tiempo total (hh:mm)

Diésel con motor en marcha (l): Combustible total consumido por el motor.

AdBlue total (l): AdBlue total consumido con el motor en funcionamiento.

Tiempo total (hh:mm): Tiempo total con motor/ motor eléctrico en funcionamiento.

Distancia total (km): Distancia con motor en funcionamiento.

Distancia cuesta abajo (%): Distancia recorrida en pendientes con inclinación igual a -3% y mayor declive.

Distancia cuesta arriba (%): Distancia recorrida en pendientes con inclinación igual a -3% y mayor subida.

Estos datos son los que más se utilizan en los artículos revisados. En base a ello, se definen los usos de la telemática a nivel mundial.

C. Método PRISMA

La recolección de artículos se llevó a cabo utilizando bases de datos académicas como Scopus y ScienceDirect, lo que resultó en un total de 856 artículos, tanto en inglés como en español. Se consideraron las siguientes palabras clave: telemática, telemetría, camiones, consumo de combustible, Volvo, Dynafleet, sistema de flotas.

Se utilizó el método PRISMA para simplificar las fuentes de información en base a la telemática. Este método se divide en cuatro fases: identificación, proyectado, elegibilidad e inclusión. En la Fig. 3, se registran los pasos que se realizaron para seleccionar los artículos.

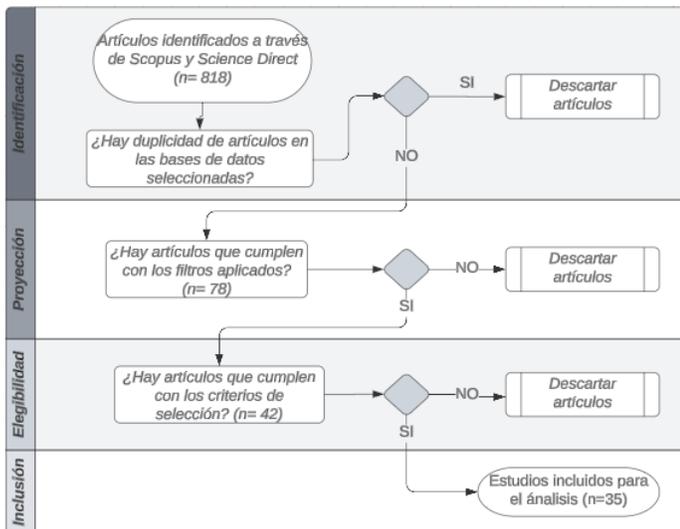


Fig. 3. Flujograma de proceso de selección de artículos para la revisión sistemática de literatura.

En primer lugar, se realizó una identificación de duplicados entre las bases de datos seleccionadas. Los artículos duplicados fueron descartados, mientras que aquellos auténticos, avanzaron a la siguiente etapa. En la proyección, los artículos que se han reducido a 78 serán evaluados para revisar si cumplen con los filtros aplicados; en donde los seleccionados serán llevados al siguiente proceso. Tercero, Elegibilidad, con 42 artículos se procede a elegir si cumplen con los criterios de selección, tales como el tema al que queremos dar a conocer en la investigación. Y, finalmente, se dirigen a Inclusión, la fase de selección concluye con 35 artículos, siendo los más relevantes y adecuados para la investigación del presente artículo.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A. Análisis de sensibilidad

Se llevó a cabo una evaluación de rendimiento de 5 modelos de camiones, específicamente el FH Euro 3, FH Euro 5, FMX Euro 3, FMX Heavy Euro 5 y FMX Euro 5 propulsados por diésel. Sin embargo, las versiones Euro 5 incorporan AdBlue, un catalizador, que disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). La selección de estos modelos responde a su diseño específico para los sectores: transporte de combustible en carretera y minería.

Este estudio se está realizando con datos del contexto real, partiendo de una base de datos extraída del sistema de Volvo Connect durante los años 2022, 2023 y 2024 obteniendo datos de 994 camiones, posteriormente se eliminaron los datos que presentaran algún valor negativo para que no haya un sesgo en la data obteniendo una muestra de 977 camiones. Se filtró por tipo de aplicación, departamento y modelo del camión en donde se dio prioridad a la mayor muestra obteniendo una cantidad de 490 camiones que se analizaran en este estudio. Se escogieron los departamentos de Lima, Ancash y Pasco y se utilizaron tablas estadísticas para promediar los datos de

AdBlue total (l/diésel), horas por litro de diésel (h/l diésel), kilómetros por litro de diésel (km/l diésel), distancia cuesta arriba (%) y distancia cuesta abajo (%); estos datos facilitan la comparación de los modelos para saber cuál modelo tiene mejor rendimiento del combustible.

Cabe destacar que, los datos recopilados de la muestra de camiones fueron multiplicados por un factor con la finalidad de respetar la información privada de la empresa de estudio y realizar una comparativa equitativa. Si bien los camiones cuentan con sistemas de geolocalización que registran su ubicación de manera precisa, la extracción de estos datos para este estudio específico ha resultado ser un obstáculo técnico. Debido a estas limitaciones, se ha recurrido a un registro manual de las ubicaciones de las flotas, asignándoles departamentos específicos. Esta metodología, aunque útil, proporciona una visión general y aproximada de las rutas de los camiones, ya que no considera las variaciones diarias en sus trayectorias.

Los resultados serán favorables cuando las horas por litro de diésel y km recorridos por litro de diésel sean mayores porque representa que los camiones pueden trabajar más horas y recorrer más km por litro de diésel lo que demuestra un óptimo manejo de los recursos, pero cuando se presenta un bajo consumo de AdBlue por litro de diésel es algo positivo. Esto se debe a que el AdBlue ayuda a reducir las emisiones, y al consumir menos, su efecto se prolonga en el tiempo, lo que significa que el depósito durará más.

En base a los resultados de la Tabla 2, se puede observar que en el sector de transporte de combustible en el departamento de Lima, el modelo FH Euro 5 es el que tiene mejor desempeño porque el camión puede trabajar 0.03 horas y recorrer 0.37 km adicionales por litro de diésel comparado con el modelo FH Euro 3, aunque se debe considerar que el modelo tuvo una disminución del 14% y 13% de distancias cuesta arriba y cuesta abajo respectivamente; a menor distancia recorrida en pendiente, más ahorro de combustible.

TABLA 2
DATOS RECOPIADOS POR MODELOS DE CAMIONES DEL SECTOR TRANSPORTE Y MINERÍA

APLICACIÓN	DEPARTAMENTO	Modelo	Cantidad	AdBlue total (l/diésel)	h/l	km/l	Distancia cuesta arriba (%)	Distancia cuesta abajo (%)
MINERÍA SUBTERRÁNEA (volquetes)	PASCO	Total	75	0.03	0.12	1.30	26.06	25.73
		FMX Euro 5	33	0.04	0.15	1.70	26.96	26.15
		FMX Heavy Euro 5	31	0.04	0.10	0.84	32.07	30.34
	LIMA	FMX Euro 3	11	-	0.09	1.39	12.08	11.44
		Total	51	0.01	0.07	0.92	17.31	16.01
		FMX Euro 3	37	-	0.07	1.06	9.23	8.80
		FMX Euro 5	14	0.05	0.07	0.55	38.66	35.04
		Total	126	0.03	0.10	1.14	22.52	21.79
MINERÍA SUPERFICIE (volquetes)	ANCASH	Total	153	0.03	0.08	1.12	20.35	19.65
		FMX Euro 5	96	0.04	0.08	1.04	25.64	24.74
		FMX Euro 3	57	-	0.08	1.27	11.42	11.07
	LIMA	Total	88	0.06	0.09	1.00	31.44	30.67
		FMX Euro 5	68	0.06	0.09	0.99	32.80	32.11
		FMX Heavy Euro 5	20	0.06	0.09	1.03	26.83	25.78
		Total	241	0.04	0.08	1.08	24.40	23.67
TRANSPORTE COMBUSTIBLE (tractos)	LIMA	Total	123	0.03	0.06	1.73	18.68	19.02
		FH Euro 5	62	0.05	0.08	1.92	16.81	17.17
		FH Euro 3	61	-	0.05	1.55	20.58	20.89
	Total	123	0.03	0.06	1.73	18.68	19.02	

En el sector de la minería subterránea, en el departamento de Pasco, se observa que el modelo FMX Euro 5 es el que tiene mejor rendimiento porque el camión puede trabajar 0.15

horas y recorrer 1.70 km por litro de diésel adicional a comparación de los otros modelos. No obstante, en el departamento de Lima, es superado por el modelo FMX Euro 3, que tiene mejor desempeño del consumo de combustible. Una de las razones por la que se da este caso es debido a que en el modelo FMX Euro 5 registra recorridos con más pendiente en Lima que en Pasco.

Por lo tanto, comparando el desempeño de los camiones en el sector de minería subterránea, el mejor desempeño de los camiones se logra en el departamento de Pasco, porque a pesar de registrar más recorridos en pendiente y un ligero aumento de 0.02 litros de AdBlue por litros de diésel, el camión trabaja 0.05 horas y recorre 0.38 km más a comparación del departamento de Lima.

En el sector de la minería superficie, en el departamento de Áncash, el modelo que tiene mejor desempeño es el FMX Euro 3 porque trabaja 0.08 horas y recorre 1.27 km por litro de diésel a comparación del FMX Euro 5, en cambio, en el departamento de Lima, el modelo FMX Heavy Euro 5 tiene un mejor desempeño con 0.09 horas de trabajo por litro de diésel y recorre 0.04 km por litro de diésel consumido más que el FMX Euro 5, pero este último registra recorridos con más pendiente. El modelo FMX Euro 5 tiene un mejor desempeño en Ancash que en Lima porque consume 0.02 litros de AdBlue por litro de diésel y recorre 0.05 km por litro de diésel consumido debido a que registra recorridos con menores pendientes.

Por ende, comparando el desempeño de los camiones en el sector de minería superficie, el mejor rendimiento se encuentra en el departamento de Áncash porque registra menos recorridos en pendiente y el consumo de AdBlue es menor, si bien en Lima es donde se consiguen más horas por litros de diésel, Áncash logra resultados más equilibrados.

El modelo FMX Heavy Euro 5 demuestra un mejor rendimiento en la minería en superficie que en la minería subterránea porque a pesar de consumir 0.02 litros de AdBlue por litros de diésel y trabajar menos, recorre 0.19 km más por litro de diésel consumido. Pero pasa lo contrario con el modelo FMX Euro 5, porque trabaja 0.07 horas más y recorre 0.66 km más por litro de diésel consumido en minería subterránea en Pasco, comparándolo con la minería en superficie en Áncash.

B. Usos de la telemática

a. Políticas

La telemática es usada para evaluar la efectividad, determinar el progreso e identificar varias consecuencias de la política LLCSS (London Lorry Control Scheme) aplicada al transporte urbano en el Reino Unido donde mencionan que esta política genera más kilometraje en un 6% y consumo de combustible en los camiones, pero la velocidad de este es más alta y estable porque algunos conductores optan por rutas más largas debido a la congestión vehicular que se genera en las rutas principales [2].

En la región de Peel, Canadá, la ley de Jason exige la construcción de estacionamientos seguros y autorizados. La telemática, al tener la capacidad de identificar la ubicación de camiones mediante el GPS, ha facilitado la clasificación de los espacios de estacionamiento autorizados y no autorizados en esta región. Los resultados fueron que los conductores tienen dificultades para encontrar estacionamientos de pesaje, lo cual aumenta la distancia recorrida hasta los estacionamientos disponibles fuera de los distritos, generando mayor consumo de combustible [23].

La telemática puede servir en el Perú para temas de regulaciones y políticas ambientales, ya que actualmente la normativa para los camiones europeos sigue siendo la Euro IV y en Europa se usa la Euro VI, y las marcas europeas más reconocidas en el país como Volvo, Mercedes Benz y Scania venden camiones Euro V en el Perú. Por lo que la telemática puede ayudar a evaluar el impacto de la reducción de las emisiones GEI de los camiones si se implementara la norma Euro VI.

b. Consumo de combustible

Esta categoría es evaluada de forma cuantitativa usando los datos telemáticos como combustible por kilómetro, distancia recorrida, velocidad promedio y ralentí para medir el desempeño económico de los camiones pesados, comparación de combustible en el Volvo FH480 con y sin carga, analizar los datos en tiempo real y reducir el ralentí de los camiones donde los resultados fueron que los camiones pesados son más rentables en un 5,6% que los camiones tradicionales a pesar de que consumen más combustible, los camiones con carga consumen menos combustible que los camiones sin carga debido a la optimización de rutas, eficiencia del uso de combustible, reducción en un 36% el ralentí y un 6.6% el consumo de combustible [20,21,24,25].

En el Perú, la telemática puede ayudar a las empresas del sector logístico a mejorar el rendimiento de los camiones, midiendo el consumo de combustible para identificar las causas de su aumento o reducción, de tal forma que pueda gestionar la flota de camiones que posea con el sistema de Volvo Connect.

c. Simulación e intercambio de información

La telemática sirve para realizar diversas simulaciones mediante sus datos que ayuda a evaluar diferentes medidas de mitigación de la congestión de camiones en una terminal portuaria en Australia, estimar el consumo de combustible y características de conducción en China, predecir fallas del camión y evaluación del diseño de estaciones de carga obteniendo resultados como una reducción de 80% en las emisiones de los motores en ralentí, estimaciones del consumo de combustible por ciclos de conducción, reducción del tiempo de inactividad y electrificación de un 80% de una flota de camiones en estaciones de carga de 125 MW [8,11,13,26,27].

Asimismo, se propuso un sistema de intercambio de datos automáticos entre los actores del transporte de carga debido a que el intercambio de información reduciría el consumo de combustible, con esto los vehículos podrían operarse con mayor eficiencia al conocer previamente las rutas óptimas de tránsito y las condiciones de tráfico, resalta además que existen tecnologías como el sistema de posicionamiento global (GPS) que permite recopilar datos automática y que podría utilizarse para monitorear el consumo de combustible de los vehículos [28,29].

En el Perú, las empresas pueden generar pronósticos mediante la telemática para estimar los mantenimientos del camión, pueden generar tableros de control para gestionar la flota, visualizar mediante mapas donde se encuentra actualmente el camión que ayudaría mucho con el tema de la logística en los e-commerces.

d. Camiones eléctricos y autónomos

La telemática se usa en esta categoría para evaluar la sustitución de camiones diésel a camiones eléctricos mediante evaluaciones de los comportamientos de carga y los requisitos de infraestructura en Estados Unidos, medir el impacto del ambiente al vehículo, determinar ubicaciones ideales para estacionamientos de carga en Canadá donde se obtuvo que se puede abastecer de 35 a 77% la demanda total de energía para camiones locales y regionales, disminución de 41 a 47% del rendimiento en condiciones climatológicas adversas, las ubicaciones ideales de las estaciones de carga se encontrarían a lo largo de enlaces viales críticos, reducción de las emisiones de CO₂ en 13 mil toneladas anuales [1,30,31,32,33].

En los camiones autónomos, se recopila datos en tiempo real sobre el rendimiento y la ubicación de estos de tal forma que podrían tomar decisiones más eficientes y seguras, tales como la optimización de rutas, evitar obstáculos, diseñar sistemas de navegación en minas subterráneas, comunicarse con otros vehículos, la infraestructura vial y monitorearán el consumo de combustible, traduciéndose en una serie de beneficios como la reducción de costos del conductor, una mayor independencia y seguridad, estacionamientos más eficiente y reduciendo la contaminación [34,35].

IV. CONCLUSIONES

De acuerdo con los estudios de [2] y [23] que usaron la telemática para evaluar políticas que se vienen dando en el sector transporte en sus respectivos países, destacan que la telemática se usa muy poco en esta categoría. En base a los autores citados en la sección de camiones eléctricos y autónomos, se tiene que los países del mundo tienen como objetivo alcanzar las emisiones cero al 2050 para el cuidado del medio ambiente obligando a las marcas de camiones a desarrollar nuevas soluciones como: la implementación de camiones eléctricos, para reducir las emisiones de GEI provocada por los camiones a diésel, por ello se está usando más esta herramienta en este tipo de camión en los últimos 5 años.

Hubo limitaciones en la búsqueda realizada, como la escasez de artículos sobre la relación de la telemática con la empresa Volvo, por eso, se utilizó una estrategia, que buscaba términos similares para definir a la telemática, o que no estaba explícitamente dentro del artículo, pero que, por el contrario, se usaban datos reales y modelos de camiones pesados de la marca Volvo.

De los autores, se demostró que la telemática es una herramienta invaluable para optimizar el transporte en aspectos tales como la eficiencia del consumo del combustible hasta la seguridad vial. Destacan que todavía hay áreas que requieren mayor investigación para aprovechar mejor esta tecnología, como la optimización de rutas, mejorando los algoritmos; también se requieren estudios a largo plazo que evalúen el impacto real de la telemática al reducir emisiones de GEI.

La telemática ha demostrado su influyente uso en aspectos como la reducción del consumo de combustible, intercambio de datos y su aplicación en la cadena de suministro. Sin esta herramienta, sería imposible medir con precisión el desempeño de los camiones, lo que dificultaría identificar y proporcionar información al usuario para el análisis y toma de decisiones, así como orientar a los conductores para optimizar su eficiencia de combustible.

Volvo Connect ofrece una eficiente herramienta de segmentación de datos telemáticos, permitiendo la creación de informes estándar y personalizados para los usuarios en los cuales pueden comparar y categorizar datos relevantes a sus necesidades. Los informes personalizados permiten la selección y priorización de datos a estudiar cómo: kilometraje, seguridad, combustible, entre otras. Este estudio se centró en el consumo de combustible, pero la plataforma ofrece una amplia categorización de datos.

En conclusión, la telemática en el transporte de carga y minería no solo mejora la eficiencia y sostenibilidad mediante la optimización de rutas y reducción de emisiones, también proporciona herramientas para una mejor medición del rendimiento del camión, gestión de políticas y el desarrollo de tecnologías avanzadas como camiones eléctricos y autónomos gracias a la simulación e intercambio de información obtenida.

REFERENCIAS

- [1] Borlaug, B., Moniot, M., Birky, A., Alexander, M., & Muratori, M. (2022). Charging needs for electric semi-trailer trucks. *Renewable and Sustainable Energy Transition*, 2, 100038. <https://doi.org/10.1016/j.rset.2022.100038>
- [2] Hu, S., Shu, S., Bishop, J., Na, X., & Stettler, M. (2022). Vehicle telematics data for urban freight environmental impact analysis. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 102. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.103121>
- [3] Páez, C., & Salazar, O. (2020). Analysis of agro-food transport in Ecuador faced with a possible reduction in the subsidy of diesel. *Energy Policy*, 144. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111713>
- [4] Emadikhiaiv, M., Bhattacharjee, S., Day, R., & Bergman, D. (2024). A decision support framework for integrated lane identification and long-term backhaul collaboration using spatial analytics and optimization. *Decision Support Systems*, 180. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2024.114186>

- [5] González, J., Izquierdo, A., Commans, F., & Carlos, M. (2021). Fuel-efficient driving in the context of urban waste-collection: A Spanish case study. *Journal of Cleaner Production*, 289. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125831>
- [6] Madhusudhanan, A., Ainalis, D., Na, X., Garcia, I. V., Sutcliffe, M., & Cebon, D. (2021). Effects of semi-trailer modifications on HGV fuel consumption. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 92. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102717>
- [7] Lee, S., Park, S. il, & Seo, J. (2018). Utilization analysis methodology for fleet telematics of heavy earthwork equipment. *Automation in Construction*, 92. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.02.035>
- [8] Yang, Y., Zhao, X., Yuan, X., Wang, S., Kong, L., Han, Q., & Huang, R. (2024). A novel heavy-duty truck driving cycle construction framework based on big data. *Transportation Research Part D*, 127, 104077. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2024.104077>
- [9] Ebbers, S., Gense, S., Bakkouch, M., Freiling, F., & Schinzel, S. (2024). Grand theft API: A forensic analysis of vehicle cloud data. *Forensic Science International: Digital Investigation*, 48. <https://doi.org/10.1016/j.fsidi.2023.301691>
- [10] Khoshkangini, R., Mashhadi, P., Tegnered, D., Lundström, J., & Rögnvaldsson, T. (2023). Predicting Vehicle Behavior Using Multi-task Ensemble Learning. *Expert Systems with Applications*, 212. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118716>
- [11] Panda, C., & Singh, T. (2023). ML-based vehicle downtime reduction: A case of air compressor failure detection. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 122. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.106031>
- [12] Mane, A., Djordjevic, B., & Ghosh, B. (2021). A data-driven framework for incentivising fuel-efficient driving behaviour in heavy-duty vehicles. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 95. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102845>
- [13] Neagoe, M., Hvolby, H., Taskhiri, M., & Turner, P. (2021). Using discrete-event simulation to compare congestion management initiatives at a port terminal. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 112. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2021.102362>
- [14] Pinchasik, D., Hovi, I., Bø, E., & Mjøsund, C. (2021). Can active follow-ups and carrots make eco-driving stick? Findings from a controlled experiment among truck drivers in Norway. *Energy Research and Social Science*, 75. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102007>
- [15] Barbado, A., & Corcho, Ó. (2022). Interpretable machine learning models for predicting and explaining vehicle fuel consumption anomalies. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 115. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2022.105222>
- [16] Li, K., Acha, S., Sunny, N., & Shah, N. (2022). Strategic transport fleet analysis of heavy goods vehicle technology for net-zero targets. *Energy Policy*, 168. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112988>
- [17] Hoffmann, C., & Thommes, K. (2020). Can digital feedback increase employee performance and energy efficiency in firms? Evidence from a field experiment. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 180. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2020.09.034>
- [18] Madhusudhanan, A., Na, X., Boies, A., & Cebon, D. (2020). Modelling and evaluation of a biomethane truck for transport performance and cost. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 87. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102530>
- [19] Leminen, S., Rajahonka, M., Wendelin, R., & Westerlund, M. (2020). Industrial internet of things business models in the machine-to-machine context. *Industrial Marketing Management*, 84. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2019.08.008>
- [20] Attaran, S., Attaran, M., & Celik, B. G. (2024). Digital Twins and Industrial Internet of Things: Uncovering operational intelligence in industry 4.0. *Decision Analytics Journal*, 10. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2024.100398>
- [21] Sigurjonsdottir, S., Elnes, A., & Couto, K. (2022). Turn off your engine: Reducing idling amongst professional truck drivers. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 15. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2022.100654>
- [22] De Jong, A., de Ruyter, K., Keeling, D. I., Polyakova, A., & Ringberg, T. (2021). Key trends in business-to-business services marketing strategies: Developing a practice-based research agenda. *Industrial Marketing Management*, 93. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2020.12.004>
- [23] Nevland, E., Gingerich, K., & Park, P. (2020). A data-driven systematic approach for identifying and classifying long-haul truck parking locations. *Transport Policy*, 96. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.04.003>
- [24] Du Plessis, M., Van Eeden, J., Goedhals-Gerber, L., & Else, J. (2023). Calculating Fuel Usage and Emissions for Refrigerated Road Transport Using Real-World Data. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 117. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2023.103623>
- [25] Hassan, T., & Helo, P. (2021). Performance assessment of high-capacity trucks: Understanding truck selection and deployment economics. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 10. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100363>
- [26] Hu, S., Shu, S., Chen, Z., Shao, Y., Na, X., Xie, C., Stettler, M., & Lee, D. H. (2024). Sustainable impact analysis of freight pooling strategies on city crowdsourcing logistics platform. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 130. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2024.104167>
- [27] Mishra, P., Miller, E., Santhanagopalan, S., Bennion, K., & Meintz, A. (2022). A Framework to Analyze the Requirements of a Multiport Megawatt-Level Charging Station for Heavy-Duty Electric Vehicles. *Energies*, 15(10). <https://doi.org/10.3390/en15103788>
- [28] Huertas, J. I., Serrano-Guevara, O., Díaz-Ramírez, J., Prato, D., & Tabares, L. (2022). Real vehicle fuel consumption in logistic corridors. *Applied Energy*, 314. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.118921>
- [29] Jacobsson, S., Arnäs, P., & Stefansson, G. (2020). Automatic information exchange between interoperable information systems: Potential improvement of access management in a seaport terminal. *Research in Transportation Business and Management*, 35. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2020.100429>
- [30] Nowakowski, P., & Wala, M. (2024). Electric waste collection vehicles in Poland: A challenge or burden for local communities? *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 38. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2024.101452>
- [31] Villar, A., Davíðsdóttir, B., Stefánsson, H., Ásgeirsson, E. I., & Kristjánsson, R. (2023). Electrification potential for heavy-duty vehicles in harsh climate conditions: A case study based technical feasibility assessment. *Journal of Cleaner Production*, 417. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137997>
- [32] Bergqvist, R., Monios, J., & Jönsson, J. (2023). Potential for rapid adoption of battery-electric heavy-duty trucks for pre- and post-haulage at intermodal terminals. *Transportation Business and Management*, 50. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2023.101035>
- [33] Dimatulac, T., Maoh, H., & Cariveau, R. (2023). An archetypal routing network model to help identify potential charging locations for long-haul electric vehicles in Ontario, Canada. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 19. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100825>
- [34] Androulakis, V., Sottile, J., Schafrik, S., & Agioutantis, Z. (2021). Navigation system for a semi-autonomous shuttle car in room and pillar coal mines based on 2D LiDAR scanners. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 117. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2021.104149>
- [35] Tyagi, A. K., & Aswathy, S. U. (2021). Autonomous Intelligent Vehicles (AIV): Research statements, open issues, challenges and road for future. *International Journal of Intelligent Networks*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.ijin.2021.07.002>