



BOLETÍN 388 /

FACILITACIÓN,
COMERCIO Y LOGÍSTICA
EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Vehículos autónomos y energías alternativas para la logística postpandemia

Introducción

Durante las últimas ediciones del *Boletín FAL*, se ha analizado desde distintas aristas cómo el COVID-19 ha supuesto una serie de contratiempos en las cadenas de suministro, generando restricciones a la facilitación de la logística →

Introducción	1
I. El necesario desacople del crecimiento de la demanda de transporte del incremento en las emisiones contaminantes	3
II. Antecedentes generales sobre vehículos autónomos	6
III. Normativas y acuerdos regulatorios internacionales para la movilidad autónoma	8
IV. Desafíos para el despliegue de los vehículos autónomos en América Latina y el Caribe	10
V. Avances en los vehículos automatizados para la logística de carga	11
VI. Recomendaciones	13
VII. Bibliografía	15
VIII. Publicaciones de interés	17

El presente *Boletín FAL* se inscribe dentro del tema de las **Reflexiones sobre Tecnologías Disruptivas en el Transporte** que la CEPAL suele realizar en estas entregas. Esta edición analiza las ventajas y desafíos que representa la introducción de los vehículos autónomos en la logística de carga, y la oportunidad que esto representa para reducir las emisiones contaminantes asociadas al transporte.

El documento pone también de manifiesto, los desafíos particulares para América Latina donde aún persisten importantes brechas de infraestructura vial y digital, además de un parque automotor de vehículos de carga con más de 15 años, lo que complejiza los desafíos regulatorios y de inversión en nuevas tecnologías.

El documento fue realizado por Rolando Campos Canales, consultor y por Gabriel Pérez de CEPAL, como parte de las actividades del proyecto de la cuenta del Desarrollo de las Naciones Unidas: “Conectividad, transporte y comercio en la era de la pandemia”.

Para mayores antecedentes sobre esta temática contactar gabriel.perez@cepal.org.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.



comercial y un fomento a la digitalización de los procesos nunca vista. Una vez que termine la emergencia sanitaria y que se inicie el proceso de recuperación económica de la pandemia, se espera que la “nueva normalidad” promueva una serie de cambios en los patrones de consumo y de movilidad hacia modelos más sostenibles, inclusivos y con menores externalidades negativas. Lo anterior tiene una enorme importancia, ya que el cambio climático es el desafío inminente que el mundo deberá enfrentar tan pronto la pandemia termine. Para ello, una serie de acciones en el Acuerdo de París (que entró en vigor el 4 de noviembre de 2016), así como otras agendas multilaterales contra el cambio climático, contienen esfuerzos concretos en el ámbito del transporte por ser este uno de los sectores económicos donde mayores aportes pueden realizarse a la mitigación y adaptación al cambio climático.

En este contexto, la nueva movilidad, no solamente requerirá del uso intensivo de tecnologías para el control y visibilidad completa de la cadena de suministro, como las que han sido analizadas en las ediciones previas de este boletín, sino también importantes avances en la automatización de operaciones que permitan reducir tanto los tiempos y costos de despacho, como por sobre todo las emisiones contaminantes asociadas al transporte, mediante el uso de energías renovables, donde la electromovilidad y en particular el hidrógeno se alzan como las grandes promesas dependiendo de la disponibilidad de la tecnología y su viabilidad operativa y económica (IRU, 2020).

En particular, en la logística internacional se vislumbra que, ante demandas significativamente mayores, tanto de volumen como de menores tiempos y costos de operación, se deberá buscar nuevas oportunidades de crecimiento y optimización en desarrollos tecnológicos como la robotización, la inteligencia artificial y la optimización de operaciones logísticas. Lo mismo se prevé en la movilidad urbana, donde la electromovilidad o los sistemas de transporte como servicio (MaaS¹ por sus siglas en inglés) es una tendencia que el COVID-19 ha fortalecido, generando las condiciones para el crecimiento de nuevas aplicaciones de movilidad compartida, utilizando innovaciones no solamente energéticas sino también promoviendo la comodidad y el uso de prototipos de vehículos autónomos.

Es importante destacar en este punto, el vínculo existente entre el despliegue de los vehículos autónomos y el cambio tecnológico en el tipo de energía utilizada, permitiendo desacoplar el crecimiento de demanda de transporte del aumento de emisiones de gases de efecto invernadero. Debido a las innovaciones realizadas en las tecnologías de motores y el uso de energías renovables como la electricidad y el hidrógeno para la movilidad de cargas, se observan ganancias importantes en términos de rendimiento y autonomía de estos

¹ *Mobility as a Service* o movilidad como servicio, es una tendencia que promueve reemplazar la propiedad individual de un vehículo por pagar solo por el servicio de movilidad cuando se requiera por el tiempo utilizado y tipo de vehículo requerido, ahorrando así dinero para el propietario, pero también espacio urbano, con un uso más eficiente, sostenible e intensivo de las flotas que suelen incluir opciones de electromovilidad.

vehículos con costos de inversión que, si bien aún son altos, irán bajando dramáticamente una vez que se masifiquen estas tecnologías. Este cambio tecnológico, además de sustituir el uso de combustibles fósiles, genera también nuevas oportunidades de crecimiento y empleo de calidad, tanto en la fabricación, mantenimiento y transformación de estos equipos a los nuevos estándares, lo cual puede resultar crucial en la fase de recuperación económica y reconstrucción del tejido social tras la pandemia.

El presente boletín analiza en su primera parte, el necesario desacople del crecimiento de la demanda de transporte de las emisiones contaminantes. Luego, en la segunda sección, se introducen los principales antecedentes de los vehículos autónomos, mediante una taxonomía de clasificación en función de sus principales características. En la tercera sección, se analizan algunas normativas y acuerdos regulatorios internacionales para la movilidad autónoma sobre cuestiones de diseño, consideraciones de seguridad y convivencia con otros vehículos. En la cuarta sección, se presentan los desafíos que deben atenderse para un pronto despliegue de los vehículos autónomos en la región. Luego, en la quinta sección se revisan los principales avances tecnológicos y prototipos existentes tanto en vehículos autónomos como en vehículos de carga que utilizan combustibles alternativos, particularmente aquellos vinculados a la electromovilidad y uso potencial del hidrógeno. Finalmente, en la sexta sección, el documento presenta algunas reflexiones sobre aspectos tecnológicos, organizacionales y regulatorios respecto a la masificación de esta tecnología.

I. El necesario desacople del crecimiento de la demanda de transporte del incremento en las emisiones contaminantes

El sector del transporte es un elemento fundamental en la actividad económica. Dada la importancia que tienen los combustibles fósiles como fuente energética para el transporte, esto hace que ante un aumento de la actividad económica no solo se produzca un incremento de la demanda de transporte sino también de las emisiones contaminantes asociadas al servicio. Por ello, es fundamental diseñar e implementar un conjunto de políticas públicas multidisciplinarias y la actualización de normativas sectoriales que permitan cambios regulatorios, tecnológicos e institucionales para desacoplar el crecimiento económico del aumento de las emisiones contaminantes, mediante el uso de medios de transporte más eficientes energéticamente y con menores externalidades negativas, tanto sociales como ambientales.

En el caso de América Latina y el Caribe, el sector del transporte fue responsable del 36% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas a la región en el año 2016. De esta cifra, el 80% estaba asociada al transporte automotor tanto de pasajeros como de carga (Martínez, 2018). Esta alta incidencia del sector transporte en el GEI regionales, se explica en parte por:

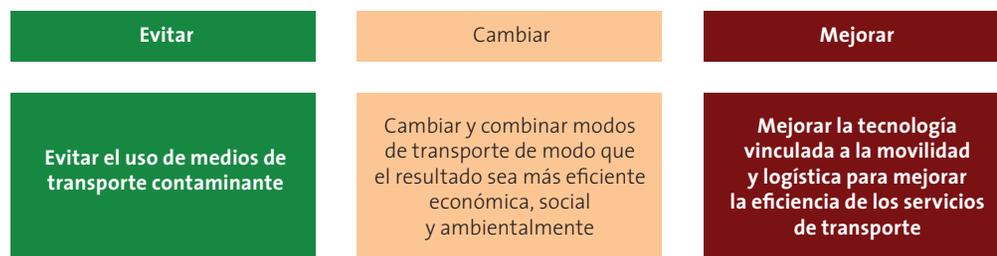
- La antigüedad de la flota de transporte de carga, que en promedio es de 15 años, casi el doble de los países que conforman la OECD (Barbero y Guerrero, 2017);
- la menor calidad de los combustibles utilizados en la región, y
- la obsolescencia tecnológica de los motores a combustión de dichos equipos.

Junto con los GEI, el transporte en camiones pesados también tiene una alta incidencia en las emisiones de otros contaminantes peligrosos para la salud humana, como el CO_2 , además de la contaminación local por Ozono, Metano, Óxidos de Nitrógeno, Material Particulado Fino ($PM_{2,5}$) y Material Particulado Grueso (PM_{10}).

Tras la pandemia, se espera que los esfuerzos internacionales se vuelquen completamente a hacer frente al cambio climático y avanzar decididamente hacia un transporte sostenible como uno de los objetivos inmediatos de las agendas multilateral de desarrollo. El método más común para clasificar las medidas para hacer frente a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, es el enfoque “Evitar - Cambiar – Mejorar” o simplemente “ASI” por las siglas en inglés de Avoid - Shift - Improve, tal como se muestra en el diagrama 1.

Diagrama 1

Enfoque A-S-I para una movilidad sostenible

**Fuente:** Elaboración propia.

Estos esfuerzos si se implementan de manera articulada con inversiones sectoriales específicas, innovación e incentivos particulares, tienen el potencial de convertirse en un impulso para un crecimiento sostenible de la economía con generación de empleo de calidad, lo que en la CEPAL se ha llamado Gran Impulso para la Sostenibilidad, el cual es especialmente importante en la fase de recuperación económica post pandémica.

Para dar forma a la movilidad inteligente, junto con el despliegue de estas nuevas herramientas tecnológicas y fuentes de energía renovables con menores emisiones contaminantes, es fundamental generar las condiciones institucionales para fomentar las innovaciones e incentivos económicos para su pronta adopción. En particular, los vehículos autónomos permiten un progreso significativo en el enfoque ASI, en tanto permiten reducir y hacer más eficiente la utilización de los servicios de transporte mediante la utilización de esquemas compartidos como el MaaS como también por la apuesta decidida hacia la electromovilidad e hidrógeno en estos vehículos como se verá más adelante, lo que no solamente reduciría significativamente las emisiones de GEI y la dependencia de los hidrocarburos, sino también fomentaría un cambio en la propiedad de los vehículos hacia modelos de movilidad compartida más eficientes y sostenibles tanto económica, social y ambientalmente. Por otro lado, pueden facilitar la combinación de modos de transporte al tener implícitos algoritmos de optimización en sus sistemas de ruteo, y promueven mejoras significativas tanto en el tipo de motores como en la información al usuario para hacer más eficiente su movilidad.

Si bien los avances recientes en electromovilidad y el uso de hidrógeno mediante celdas de combustible han generado un gran impacto mediático de la industria, aún queda un largo trecho para que estas innovaciones estén operativas en las carreteras. Un elemento importante para América Latina, son las largas distancias que los camiones deben recorrer para realizar sus labores productivas, entonces mientras no se asegure un suministro seguro a lo largo de toda la ruta, los camiones eléctricos seguirán estando muy lejos de lograr una participación de mercado considerable para generar cambios significativos en la matriz energética. Por ello, en el corto y mediano plazo se deberá optar por tecnologías energéticas que se encuentren maduras y tengan un potencial importante de reducción de emisiones y cuya capacidad de infraestructura de carga permita una operación fluida y segura en el tiempo y a lo largo de toda la red vial. En el largo plazo, la electromovilidad e el hidrógeno para el transporte de carga pesada podría dar un nuevo aliento a la reducción de emisiones asociadas al transporte.

A continuación, se listan una serie de combustibles alternativos que cumplen con estas condiciones, aunque pocos reducen el consumo de energía total²:

- Biocombustibles, tienen la ventaja del bajo costo de los vehículos y la compatibilidad con la infraestructura de distribución de combustible existente, además de la experiencia adquirida por la región en el segmento de vehículos livianos, donde

² El consumo de energía en el transporte debe considerar el total de energía involucrada en las transformaciones y las características operacionales de los vehículos (European Union, 2016). Por ejemplo, el consumo de energía de los motores a gas natural (GN) es superior que los de motores diésel. El gas natural comprimido (GNC), en comparación con el diésel, es bastante más eficiente en emisiones GEI y se puede optimizar aún más mediante la mezcla con biometano.

el uso de biocombustibles está más extendido. Los biocombustibles de segunda y tercera generación requieren un capital inicial mayor, por lo tanto, los incentivos en el largo plazo son imprescindibles para financiar ese tipo de proyectos. Por ejemplo, la Federación Argentina de Entidades Empresarias del Autotransporte de Cargas (FADEEAC) busca disminuir las emanaciones de dióxido de carbono (CO_2) en 13 millones de toneladas en los próximos cinco años a partir de la utilización de biodiésel puro como combustible en los camiones. Esta iniciativa viene a apoyar también a la industria del biodiésel que transita un complicado momento debido a una caída abrupta de la demanda tanto interna como externa, como consecuencia de la baja en el consumo de combustibles fósiles por la pandemia de coronavirus. Las pruebas se iniciaron con 22 camiones cargados con diésel, para luego probar la mitad con biodiésel durante seis meses en pruebas piloto, para mostrar que los motores no presentaban ningún problema. En una primera etapa, se apuntará a las empresas de consumo a granel que representan una demanda anual de 1,8 millones de metros cúbicos, y en caso de que, por una cuestión regional, los camiones no se puedan abastecer del biocombustible, la canasta de combustibles alternativos diseñada por FADEEAC también incluye GNC y GNL (Infobae, 2020).

- Gas Licuado de Petróleo (GLP), ha ido en aumento en los últimos años impulsado por la oferta de vehículos dedicados y el crecimiento de la infraestructura de recarga, muy similar a la de combustibles tradicionales (en equipamiento y costo). Además, los principales mercados que prefieren este combustible han desarrollado modelos de conversión de vehículos (*aftermarket*) y mantienen una producción constante de partes y piezas que ha permitido un uso continuo y extender la vida útil de estos vehículos.
- Gas Natural (GN), puede ser utilizado en sus diferentes formas de almacenamiento a bordo del vehículo. El GNC (Gas Natural Comprimido) es usado en flotas de logística urbana y movimientos al interior de las ciudades, pues tiene una limitación de autonomía; el GNL (Gas Natural Licuado) logra recorrer cerca de 1000 kilómetros sin recarga de combustible, por lo tanto, realiza labores de transporte en largas distancias por circuitos interurbanos. El gas natural ha sido llamado un combustible de transición, teniendo como meta final el uso de Hidrógeno, ya que, podría compartir parte importante de su infraestructura con este combustible del futuro, pero además logra reducir los gases efecto invernadero y contaminantes locales, teniendo una oferta tecnológica y de equipos ya madura. Un proyecto piloto en Chile comenzó sus pruebas el año 2020 en una operación terrestre desde el Terminal GNL de Quintero hasta la Planta de Regasificación de la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP) en Pemuco, mediante un gasoducto virtual, compuesto por un camión cisterna marca Iveco que utiliza GNL como combustible con una autonomía de hasta 1.600 kilómetros, valor más que suficiente para cubrir los 535 kilómetros que separan ambas plantas y que el camión recorre diariamente. El vehículo tiene además la ventaja de ser más eficiente que el diésel, con una reducción de 15% de GEI, menor nivel de ruido y casi nula emisión de material particulado (El Mostrador, 2020).
- Finalmente, el hidrógeno es visto como una de las soluciones clave para la energía a gran escala en el largo plazo, más aún en su forma de almacenamiento mediante celdas de combustible, dispositivos que son capaces de acumular grandes cantidades de energía permitiendo una circulación de largas distancias sin necesidad de recargar. El papel clave del hidrógeno en la transición energética puede ser en combinación con otras energías renovables. Según una estimación del investigador de la industria, Wood MacKenzie, “Para 2025, se desplegarán a nivel mundial 3.205 MW adicionales de electrolizadores dedicados a la producción de hidrógeno verde, un aumento del 1.272%” (El Periódico de la Energía, 2019). Esta tendencia también avanza en América Latina, donde por ejemplo Chile, busca convertirse en un proveedor de hidrógeno verde, es decir producido a partir de energías renovables, como solar y eólica, que tiene además el potencial de transformación en otros combustibles de cero emisión, como el metanol verde y el amoníaco verde (con cerca del doble de densidad

energética por volumen en comparación con el hidrógeno verde) y podría ser de especial utilidad para el transporte marítimo, donde ya existe la infraestructura global para almacenar y transportar amoníaco gracias a su utilización tradicional en el sector agrícola (La Tercera, 2020). En el caso de los camiones de gran tonelaje solo se visualizan algunos pilotajes y se espera que estos prototipos entren en fase comercial en torno al año 2025.

II. Antecedentes generales sobre vehículos autónomos

A nivel global, la industria del transporte se destaca como un sector con un alto potencial de automatización, debido a que, prácticamente todas las tareas —desde la forma en que se montan y desmontan los pallets de carga, hasta el transporte de la carga dentro de un almacén o muelle de carga— son factibles de controlar mediante algoritmos que permitan no solo manejar sino optimizar un conjunto de variables asociadas a los flujos de transporte.

Desde un punto de vista técnico, es importante distinguir entre la automatización de vehículos y aquellos definidos como vehículos autónomos. De manera muy general, un vehículo automatizado es un móvil autopropulsado que, mediante hardware y software especializado, es capaz de ejercer el control dinámico de un vehículo o asistir la conducción de éste por un tiempo determinado, mejorando la seguridad, la eficiencia energética y la experiencia de viaje. Un vehículo autónomo en cambio es aquel capaz de realizar todas las operaciones necesarias para la movilidad, incluyendo el control de los movimientos laterales y longitudinales, monitoreo del entorno circundante y responder a eventos no planificados y pilotar sin intervención humana.

Pese a lo novedoso que resulta esta tecnología, los primeros experimentos de conducción autónoma comenzaron en la década de 1920, para luego continuar con pruebas piloto en la década de 1950 y alcanzaron su momento crítico el año 2013, cuando la conducción autónoma fue definida formalmente, por primera vez, en la Administración Nacional de Seguridad del Tráfico en las Carreteras de los Estados Unidos de Norteamérica (NHTSA, por sus siglas en inglés). Debido a que no hay dos tecnologías de conducción automatizada exactamente iguales, en el año 2014 se estableció el estándar J3016 de la *Society for Automotive Engineers* (SAE), el cual definió los términos principales y una taxonomía de 6 niveles de automatización para que los fabricantes de automóviles, proveedores y legisladores pudiesen clasificar un sistema y compartir un lenguaje común.

Bajo esta taxonomía, el punto de inflexión entre la automatización de algunas funciones de asistencia a la conducción y un vehículo autónomo, como antes fue definido, se produce entre los niveles 3 y 4 cuando el conductor cede la responsabilidad de supervisar el entorno de conducción al sistema. Véase el diagrama 2.





Diagrama 2
Niveles de automatización vehicular



Fuente: Elaboración propia basado en Society for Automotive Engineers (SAE), 2014.

Los sistemas de conducción automatizados y vehículos autónomos deben priorizar en su diseño la seguridad vial. Para el desarrollo de estos sistemas, no solamente ha sido importante el progreso técnico en las capacidades de cálculo de los microprocesadores y la magnitud creciente de sensores capaces de leer, interpretar y predecir escenarios de conducción, sino también la incorporación de elementos de otras disciplinas sociales, que permitieron profundizar los algoritmos de conducción autónoma, pasando del inicial conjunto de respuestas predeterminadas por un algoritmo a un proceso de aprendizaje más profundo, capaz de validar cada evento acorde a una inteligencia artificial que simula el proceso cognitivo de toma de decisiones del cerebro humano.

Para asegurar el éxito de este tipo de tecnologías es muy importante el despliegue seguro de vehículos en las vías, como también brindar evidencia con respecto al uso de este tipo de vehículos autónomos en su interacción con el entorno y con otros usuarios de las vías, particularmente en aspectos de seguridad vial, como una rápida y adecuada reacción ante eventos inesperados o errores de otros usuarios. Otro elemento que preocupa especialmente a las autoridades es la ciberseguridad y la protección de los datos de estos vehículos autónomos, para evitar su potencial uso en acciones de terrorismo o delitos informáticos.

III. Normativas y acuerdos regulatorios internacionales para la movilidad autónoma

El uso de vehículos y sistemas cada vez más automatizados será la piedra angular de la nueva movilidad. Por ello, se están realizando importantes esfuerzos para desarrollar las bases normativas, regulatorias y futuros estándares para la masificación de estas tecnologías. En estos desarrollos normativos, no solo participan las autoridades nacionales y regionales (como es el caso de la Unión Europea, por ejemplo) y las empresas constructoras de vehículos, sino también los centros de innovación y universidades, de manera tal que las normativas no solo vayan a la par del progreso tecnológico, sino que incluso generen incentivos para su desarrollo favoreciendo la colaboración entre las empresas.

La irrupción en el mercado de empresas tecnológicas no tradicionales del sector transporte, por su parte, no solo está generando prototipos de vehículos autónomos que permiten un transporte más seguro, más eficiente y respetuoso con el medio ambiente, sino que también está promoviendo soluciones innovadoras y rupturistas con el concepto tradicional de vehículo de carga o de pasajeros. Estos esfuerzos coordinados tienen la capacidad de transformar sectores enteros de la economía y mejorar la vida de millones de personas, permitiendo transitar de la economía tradicional a una del conocimiento, además de los beneficios evidentes que estos desarrollos pueden tener sobre la movilidad en las ciudades, con servicios más eficientes, seguros y amigables con el medio ambiente, ya que la mayoría de ellos utilizan energías renovables.

A nivel global, los Acuerdos de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), adoptados en 1958, 1997 y 1998, proporcionan el marco legal tanto para el Foro Mundial para la Armonización de la Reglamentación sobre Vehículos (Grupo de trabajo WP.29) como para el Foro Mundial para la Seguridad Vial (Grupo de Trabajo WP.1), y han generado progresos importantes para la homologación de las condiciones de seguridad de los vehículos y la armonización de las normas de tránsito, el comportamiento de los usuarios de la carretera, vehículos e infraestructura respectivamente. Recientemente dentro de este marco internacional y bajo el alero de las Naciones Unidas, se han adoptado resoluciones que sirven de guía para el despliegue seguro de vehículos automatizados, ofreciendo recomendaciones para garantizar la interacción segura entre vehículos automatizados, otros vehículos y, en general, todos los usuarios de la carretera. En el año 2018, también se formó el Grupo de Trabajo sobre Vehículos Automatizados/Autónomos y Conectados (GRVA), entidad conformada por los principales países fabricantes de automóviles que son partes contratantes de los Acuerdos de Naciones Unidas de los años 1958 y 1998. Aquí, al amparo del WP.29, se lograron importantes acuerdos sobre sistemas de apoyo a la conducción, tales como sistemas avanzados de frenado de emergencia; sistema automático de mantenimiento de carril (ALKS); y adopción de un proyecto de Reglamento de la ONU sobre ciberseguridad y sistema de gestión de ciberseguridad. A futuro se espera acuerdos similares para la protección de los sistemas de conducción automatizados (FRVA), seguridad cibernética (y actualizaciones de software), entre otros desarrollos tecnológicos (UNECE, 2018).

También es interesante la iniciativa público-privada Ensemble, financiada por la Unión Europea, donde los distintos fabricantes de camiones (DAF, Daimler, Iveco, MAN, Scania y Volvo) buscan armonizar sus sistemas para la habilitación del sistema de *Platooning* automatizado o conducción en caravana. Esta tecnología posibilita que un único conductor humano lidere una caravana de vehículos (usualmente 4), donde solo el primero lleva conductor y los siguientes son autónomos conectados de forma inalámbrica entre sí (a una distancia de 10 metros para asegurar el frenado simultáneo, favorecer la aerodinámica y la eficiencia energética), siguiendo las directrices del camión líder (PTCarretera, 2018). El consorcio Ensemble es liderado por TNO, una organización holandesa para la investigación científica aplicada que busca armonizar no solo las comunicaciones de vehículo a vehículo sino también varios sistemas de apoyo a la conducción, para garantizar un transporte seguro. Las pruebas iniciarían este 2021 a través de las fronteras nacionales para evaluar el impacto en el tráfico, infraestructura y logística, de generar este tipo de caravanas con vehículos multimarca.

Esta iniciativa es complementaria con la estrategia de hidrógeno en la que trabaja la Comisión Europea, la cual busca promover el uso de este combustible en el transporte comercial por carretera de largas distancias. La iniciativa establece objetivos ambiciosos para el hidrógeno verde producido a partir de electricidad 100% renovable, como parte de un sistema económico más sostenible y circular, respaldando la necesidad de un enfoque holístico para medir y monitorear las emisiones de CO_2 resultantes de la producción, suministro y uso de la energía a lo largo de todo el ciclo de vida. También financiado por la UE, el Plan H2Haul tiene como objetivo desarrollar y desplegar 16 camiones con celdas de combustible de emisión cero operados por proveedores de supermercados en Bélgica, Francia, Alemania y Suiza para analizar su pronta utilización como combustible único o en combinación con el gas natural, donde se podría aprovechar la red de distribución de gas existente y la infraestructura de reabastecimiento de vehículos (GNL y GNC) para un despliegue más rápido del hidrógeno en el transporte.

También se destacan algunos esfuerzos nacionales para generar un marco regulatorio que permita el despliegue de estas tecnologías, como es el caso de la Estrategia Nacional para el Desarrollo de Vehículos Autónomos de Francia. Este proceso iniciado en mayo de 2018 busca orientar las políticas de movilidad tanto local como a nivel europeo para la generación de normativas de vehículos, interoperabilidad de los sistemas de conectividad, así como de apoyo a la investigación y la innovación, para así generar servicios de movilidad de personas y mercancías seguros y acorde a las necesidades de los actuales usuarios, siendo una oportunidad para crecer, inventar y progresar (Ministerio de la transición ecológica, 2020).

Los principios fundamentales que motivaron esta estrategia fueron:

- Promover una gobernanza público-privada para la articulación de los procesos de toma de decisiones junto a la industria y centros de innovación.
- Incidir en los marcos regulatorios europeos e internacionales, ya sea en términos de desarrollos legislativos y regulatorios o de apoyo para experimentos e innovaciones.
- Combinar los desafíos de las innovaciones industriales y relativas a los servicios de movilidad, mediante modelos de negocio pragmáticos y socialmente aceptables.

Francia considera el desarrollo de vehículos automatizados como una doble oportunidad (tecnológica y social) para promover una movilidad más limpia y unida, al mismo tiempo que se potencian los activos nacionales en los sectores principales (automotriz, servicios de transporte, infraestructura, digitalización) de innovación global. A la fecha, el Programa Nacional de Experimentos de Vehículos Autónomos, EVRA (*Expérimentation du Véhicule routier Autonome*), ya ha realizado 2 proyectos y 16 experimentos en 3 años con una inversión de 120 M€, incluidos 42 M€ en subvenciones. Gracias a esta Estrategia, como a la ley que regula la movilidad de vehículos autónomos desde diciembre de 2019, Francia también es uno de los primeros países europeos en tener un marco legislativo y reglamentario que permite la circulación de estos vehículos.

En cuanto al uso de combustibles alternativos para el transporte, es destacable también el caso de Estados Unidos de América quienes al igual que la UE, junto con la industria han desarrollado trabajos para generar pilotos y puntos estratégicos de reabastecimiento de combustibles alternativos en las principales carreteras. Los proyectos han sido posibles gracias a una coordinación público-privada, que contó con la participación de las principales asociaciones gremiales, operadores de transporte, distribuidores de combustible, centros de investigación y entidades gubernamentales. Este tipo de corredores de transporte permite medir las prestaciones reales de los distintos tipos de combustibles, por ejemplo, el GNL, que en el año 2014 ya presentaba una gran oferta de vehículos de las grandes fábricas automotrices (Scania, Mercedes Benz, Volvo, Freightliner, Mack, Iveco, etc.), construyeron estaciones de reabastecimiento y poco a poco se logró conseguir que operadores de transporte la prefirieran por sobre el tradicional diésel.

IV. Desafíos para el despliegue de los vehículos autónomos en América Latina y el Caribe

El despliegue de vehículos autónomos no significa necesariamente una reducción de plazas de empleo, sino más bien una nueva alternativa para resolver la falta de conductores profesionales que afecta al sector. Las grandes empresas miran con atención este tipo de desarrollos, tanto por la incidencia que tienen los costos de conductores en los costos operacionales, como también para optimizar sus operaciones, al liberarlos de restricciones laborales obligatorias como horas de descanso, licencias médicas, permisos, condiciones especiales por COVID-19 y otros problemas que acarrea la industria relacionados a los paros, multas y robos internos.

En el caso de América Latina y el Caribe, es muy probable que, dadas las condiciones del mercado, la brecha de infraestructura existente y la falta de conectividad digital constante e ininterrumpida a lo largo de toda la red vial, el despliegue de los vehículos autónomos se retrase o solo sea posible en algunos segmentos de la cadena logística capaces de costear esta tecnología. Sumado a ello, los conductores realizan una serie de otras funciones además de la operación del vehículo, vinculada a la gestión documental y de representación ante las autoridades, ámbitos donde la automatización de los vehículos no puede entrar mientras el resto del ecosistema de la logística comercial esté debidamente digitalizado y sistematizado.

Por ello es esperable que los primeros despliegues, sea en recintos portuarios y almacenes logísticos cerrados, donde como muestran algunos pilotos ya realizados en la región, es posible no solo transformar los tractocamiones que se utilizan al interior de los recintos para el transporte de contenedores para funcionar con electricidad, sino que incluso algunos de ellos podrían ser autónomos.

En el mediano plazo, es esperable una mayor masificación de vehículos automatizados en las vías públicas particularmente en las operaciones de logística de última milla, para luego de ello avanzar hacia una movilidad completamente autónoma, aunque para ello se deberá resolver un sin número de definiciones regulatorias previas necesarias para su operación segura, así como resolver aspectos de infraestructura vial y tecnológica habilitante.

Dada la heterogeneidad existente, es muy probable que en el caso de América Latina coexistan vehículos altamente informatizados e incluso autónomos haciendo uso del mismo espacio vial con otros de tecnología de comienzo del siglo pasado, lo cual representará un enorme reto regulatorio y normativo para las autoridades para asegurar un flujo expedito y seguro para todos los usuarios de las vías.

Lo anterior es coincidente con los resultados de una Encuesta Delphi desarrollada por el BID en el año 2020, sobre los posibles impactos de la introducción de Vehículos de Conducción Automatizada (VCA)³ en la movilidad de las ciudades de América Latina y el Caribe, observando que para los 13 expertos consultados de 14 países de la región⁴, entre los que se contaban funcionarios de gobierno, industria y de la academia, el principal factor que incidiría en la decisión de adquirir un VCA es a parte de su costo de adquisición (promedio 6) y la eficiencia del sistema (5,8), la seguridad real y percibida en el sistema, con una nota promedio de 5,7, incluso por sobre variables como costo de mantenimiento, infraestructura vial y tecnológica disponible, incentivos, diseño y prestaciones del vehículo, en una escala que va de 1 a 7, siendo 1 nada importante y 7 sumamente importante (BID, 2020).

En la región, las empresas fabricantes de camiones en Brasil están liderando el proceso de producción de vehículos más sostenibles, ya sea con modelos eléctricos o propulsados por gas natural o biometano. Uno de los fabricantes brasileños, Volkswagen Caminhões e Ônibus (VWCO), inició la producción en serie de los primeros 100 camiones eléctricos e-Delivery para la empresa AMbev y sus distribuidores, quienes pretenden adquirir

³ A efectos de este estudio, se refiere a los vehículos con automatización de nivel 4 (elevada) o 5 (total), es decir aquellos que pueden circular sin intervención humana al menos en entornos particulares.

⁴ Argentina (2): Buenos Aires y Rosario; Bolivia (Estado Plurinacional de) (1): Santa Cruz de la Sierra; Brasil (10): Belo Horizonte, Brasilia, Curitiba, Florianópolis, Manaus, Porto Alegre, Recife, Río de Janeiro, Salvador de Bahía y San Pablo; Chile (1): Santiago de Chile; Colombia (4): Barranquilla, Bogotá, Cali y Medellín; Costa Rica (1): San José; Ecuador (1): Quito; México (3): Ciudad de México, Guadalajara y León; Panamá (1): Ciudad de Panamá; Perú (1): Lima; Uruguay (1): Montevideo; Venezuela (República Bolivariana de) (1): Caracas.

1.600 camiones para 2023. Este vehículo se utilizará inicialmente para las entregas en São Paulo y Río de Janeiro, donde se están instalando sus propias plantas de energía solar para recargar sus baterías, cuya autonomía es de 200 kilómetros con carga completa y un costo que aún no se revela, pero dado el costo de la batería (importada) debería ser entre 2 y 2,8 veces más cara que la versión diésel. (NTC y Logística, 2020).

En el caso de la movilidad urbana, los buses autónomos tendrían las siguientes características adicionales que los hacen especialmente interesantes para ciudades de América Latina por las ventajas en seguridad, comodidad, predictibilidad de tiempos de viaje y reducción tiempos de espera por mayor regularidad intervalo (Tirachini, 2020):

- Sensorización a lo largo de todo el bus que ayuda a evitar colisiones y atropellos.
- Bus precision *docking*: apoyo informatizado para asegurar una separación pequeña y constante entre vehículo y plataforma en paradas.
- Control de velocidad: regularidad de tiempos de viaje y de intervalos entre vehículos.
- Comunicación entre vehículos (V2V) y con la infraestructura vial (V2I) como los semáforos, lo que ayuda a promover la priorización del transporte público frente al automóvil particular.
- *Ecodriving*: ahorro 5%-10% costo energía, dependiendo del tipo de motor y combustible utilizado.

V. Avances en los vehículos automatizados para la logística de carga

La versatilidad del transporte terrestre lo sitúa como el medio más eficiente para entregar mercancías en las ciudades, entre regiones e incluso internacionalmente. Los avances tecnológicos para vehículos de carga liviana se han extendido a todos los combustibles alternativos y de baja emisión que ofrece el mercado internacional, pero cuando la búsqueda se intensifica en el segmento de vehículos pesados, tal oferta disminuye abruptamente y las posibilidades de recambio energético se ven limitadas a pequeñas flotas que han incursionado en biocombustibles, gas natural o GLP y algunos prototipos de electricidad que tienen aún pendiente el tema de la autonomía de la batería.

En el caso de la movilidad de personas y logística de última milla, las principales marcas de vehículos ya tienen sus propias líneas de automóviles eléctricos, muchos de los cuales ya circulan por las calles de América Latina y el mundo. Los prototipos más avanzados, que además son autónomos, han sido desarrollados por las empresas de tecnología principalmente en el Estado de California, que debe cumplir con una serie de regulaciones locales como las de Normas Federales de Seguridad para Vehículos Motorizados (FMVSS) para operar un vehículo en suelo estadounidense. Estos estándares requieren que los vehículos cumplan con una serie de características específicas mínimas como volantes, espejos retrovisores y parabrisas transparentes cuando se utilizan para transporte de personas, además de otros requerimientos de diseño y seguridad vial.

Zoox, una empresa de Amazon presentó un taxi eléctrico autónomo para el transporte de personas que permite además la posibilidad de viaje compartido a pedido. Su diseño cargado con sensores es capaz de conducir bidireccionalmente, con independencia en las cuatro ruedas para permitirle maniobrar en espacios compactos y cambiar de dirección sin la necesidad de retroceder. En su interior tiene una configuración de cuatro asientos simétricos (cara a cara), similar a la que podría encontrar un viajero de tren, y está equipado con una batería de 133 kilovatios-hora que le permite funcionar hasta 16 horas continuas con una sola carga. El vehículo tiene cámaras y radar que le brindan un campo de visión de 270 grados en las cuatro esquinas, para rastrear constantemente los objetos que están al lado y detrás de él, incluidos peatones, ciclistas y otros usuarios de las vías (Tech Crunch, 2020). Este modelo ya fue presentado a la seguridad federal de vehículos motorizados, aprobando los estándares de pruebas de choque y seguridad, pero aún no ha recibido los permisos de FMVSS para operar el vehículo en Estados Unidos de América.

Por el momento, el Nuro R2, un vehículo eléctrico de baja velocidad, diseñado para servicio de entregas, es el único vehículo autónomo autorizado temporalmente por la FMVSS para transitar legalmente sin conductor en el país norteamericano. Su autorización fue posible porque al tratarse de un vehículo autónomo para entregas, no requiere tener volante ni habitáculo para que un humano lo pueda manejar, solo debe cumplir con protocolos y entrega de informes sobre el funcionamiento del sistema y notificar adecuadamente a las comunidades por dónde circulará próximamente. El vehículo, en términos de diseño, solo posee un compartimiento con puertas abatibles para acceder a su interior donde se ubican distintos compartimientos para paquetería y comida a domicilio, la cual puede ser retirada únicamente en la dirección de destino.

Otras compañías como Google también trabajan en esta idea mediante su filial de automóviles autónomos Waymo, el cual tendría una versión equipada con casilleros para hacer entregas seguras directamente a los clientes. También existe una ola de *startups* tecnológicas que se está enfocando en la entrega autónoma de última milla, mediante pequeños robots o drones.

Si bien el principal problema de la electromovilidad es la baja autonomía debido al uso de baterías, el precio de las baterías ha caído más del 70% desde 2010 (Bloomberg, 2018), lo que hace que los vehículos eléctricos sean cada vez más asequibles y la competencia de los fabricantes aumente la oferta especialmente para el segmento de viajes cortos y operaciones urbanas, como autobuses y camiones de basura, pero aún no para largas distancias debido al peso de las baterías.

A nivel mundial, Tesla, por ejemplo, anuncia un alcance total de hasta 800 km para el modelo Semi, además de otros modelos que pueden conducirse en convoyes autónomos. Mercedes-Benz con su modelo eActros, propone una alternativa para cargas de menor peso y autonomía de hasta 500 km que estaría próximo a entrar al mercado. Nikola TRE es el fruto de una colaboración entre IVECO, FPT Industrial y Nikola Corporation, quienes han desarrollado un camión eléctrico de batería que se basa en el camión pesado IVECO S-WAY, un prototipo 4x2 que promete una autonomía de 400 km y cuenta con un motor de 480 kW de potencia (644 CV) que suministra un par motor máximo de 1.800 Nm; pero se espera que también esté disponible en configuraciones de tracción 6x4 o 6x2 y potencias de entre 500 y 1.000 CV, con autonomías que variarán entre los 500 y los 1.200 kilómetros gracias a su alimentación eléctrica proveniente de un sistema modular de baterías con una capacidad total máxima de 720 kWh (Fuel Cell Trucks, 2020).

Mientras las grandes fábricas automotrices y de baterías siguen buscando soluciones para desarrollar vehículos eléctricos con mayor autonomía, las otras fuentes energéticas han demostrado ser un valioso aliado para reducir en el corto plazo las emisiones contaminantes para el sector del transporte de larga distancia mediante combustibles alternativos baratos, como el gas natural (idealmente obtenido a partir de fuentes renovables) y biocombustibles más limpios que se pueden utilizar en los motores diésel actuales sin mayores problemas, así como también la combinación de combustibles que dan origen a los vehículos híbridos.

Las empresas Hyliion y Dana se han unido para mostrar el funcionamiento del sistema de propulsión diésel híbrido que busca generar una solución transitoria entre los vehículos eléctricos de batería y los vehículos eléctricos de celda de combustible para acelerar hacia un transporte comercial ecológico. Además del sistema híbrido, la compañía también fabrica el Hyliion Hypertruck ERX, que utiliza gas natural renovable, para generar suficiente electricidad para impulsar la plataforma. (Transport Drive, 2020).

Quantron Energon es otro prototipo de la marca Iveco que convierte un Iveco Strator 4x2 diésel en un camión eléctrico con 700 kilómetros de autonomía gracias a su pila de combustible y tanques de hidrógeno. Su motor diésel de 10,3 litros y 416 CV de potencia se ha sustituido por un sistema de pila de combustible que tiene una potencia de salida de 130 kW y alimenta un motor eléctrico de 340 kW (456 CV), permitiendo transportar hasta 44 toneladas. Para los casos en los que el precio inicial sea un obstáculo para la compra,

Quantron ofrecerá el Energon como un servicio de transporte, incluyendo en el contrato el uso del camión, el conductor, y el suministro de hidrógeno (Híbridos y Eléctricos, 2020).

Hyundai ha presentado su prototipo clase 8, HDC-6 NEPTUNE, propulsado por pila de combustible de hidrógeno y pretende fabricar anualmente 500.000 vehículos de hidrógeno para el año 2030. Este sistema alternativo de cero emisiones además entrega una confortable cabina preparada para ofrecer las comodidades del hogar a la hora de dormir, comer o descansar; posibilidad de conducción autónoma; pantallas proyectadas en el parabrisas para una conectividad total, instrucciones del navegador, un sistema de monitorización mediante cámaras con tecnología de seguimiento ocular.

Mercedes Benz también tiene un desarrollo preliminar con hidrógeno líquido, el llamado GenH2, que promete hasta 1.000 km de autonomía debido al uso del hidrógeno en formato líquido en lugar de gaseoso pues tiene mayor densidad energética, lo cual permite que las celdas de combustible sean más pequeñas y livianas, liberando mayor espacio y peso de carga. Sus pruebas con clientes se prevén para 2023 y su producción en serie, en la segunda mitad de esta década. El GenH2, equipará dos tanques de acero inoxidable de una capacidad total de 80 kilogramos (40 kg cada uno) y está dotado de dos motores eléctricos que conceden por separado 230 kW de potencia continua (con picos de hasta 330 kW) y un par motor máximo de 2.071 Nm; está basado en el Mercedes-Benz Actros, tendrá un peso bruto de 40 toneladas y una carga útil de 25 toneladas (Motor Pasión, 2020).

Finalmente, es importante tener presente que como ha sido revisado en este boletín, el transporte de carga de larga distancia tiene requerimientos operacionales que exceden la oferta actual de vehículos eléctricos, y por lo tanto, se espera con ansias la llegada de camiones propulsados por hidrógeno para incorporarlo en sus flotas en la medida que el precio de adquisición lo permita. Sin embargo, al momento de cierre de este boletín, todos los prototipos del mercado se encuentran en las últimas pruebas experimentales y aún no existen modelos en fase comercial.

VI. Recomendaciones

El transporte automatizado de mercancías podría generar importantes ganancias de eficiencia y también por la reducción de externalidades negativas de la actividad, tanto sociales como ambientales. Lo anterior es de especial importancia para el proceso de recuperación de la crisis originada por el COVID-19 y para permitir una recuperación transformadora que sea sostenible y acorde a los compromisos de reducción de emisiones contaminantes asociadas al transporte.

Sin embargo, la movilidad autónoma también trae asociada nuevos desafíos, no solamente en el ámbito de la ingeniería sino también en cuestiones relacionadas con las normativas de seguridad, las normas de tráfico, los regímenes de seguros, la ciberseguridad y la protección de datos, por nombrar solo algunas, que también deberán abordarse antes de la introducción masiva de estos vehículos en el mercado.

En el caso de América Latina, antes de desplegar este tipo de vehículos, es fundamental resolver la brecha de infraestructura física y tecnológica existente, así como las asimetrías regulatorias y organizacionales entre las grandes y pequeñas empresas de transporte. En el intertanto, generar proyectos piloto en ambientes controlados permitiría levantar información de importancia sobre el uso de esta tecnología, necesidad de adecuación de infraestructuras viales existentes y mejoras que permitan una convivencia con los vehículos convencionales. Avanzar en la utilización de estos vehículos, implica adaptarse a los avances y cambios tecnológicos que implica esta reforma, que además tiene un déficit de infraestructura en ruta como una de las principales barreras. Es por ello recomendable partir por aquellas flotas internas, municipales, estatales, policías y otras que pudiesen contar con abastecimiento de energía en la misma instalación. Un ejemplo de ello son los casos portuarios que lentamente se han ido electrificando y utilizando otros combustibles para equipos que realizan labores de uso intensivo, pero en cortas distancias. Los vehículos eléctricos de batería son claramente una buena solución para distancias cortas y entornos urbanos, y posiblemente para distancias medias (500 km) en el futuro, pero incluso eso sigue siendo cuestionable debido a su muy baja capacidad de almacenamiento de energía.

Dada las características de la estructura de su comercio exterior, aun cuando sea posible el uso de camiones autónomos en algunos tramos carreteros, necesariamente deberá existir un modo de conducción manual especialmente para la primera milla, de forma tal de poder conectar los centros productores de lácteos, granos, agricultura, ganadería y otras materias primas que se encuentran en lugares rurales con deficiencias y brechas tanto en la infraestructura física como digital respecto a las grandes urbes. Por ello, sistemas como el *Platooning* automatizado que permite una combinación de sistemas pudiera ser una solución más acorde a la realidad regional, aportando además a la reducción del consumo de combustible.

Asimismo, hay que señalar que América Latina y el Caribe es una región altamente urbanizada, donde el 81% de las personas vive en ciudades, siendo la segunda región más urbanizada del mundo (luego de América del Norte), y la más urbanizada del mundo en desarrollo (Naciones Unidas, 2018). Por estos motivos, es fundamental generar políticas integradas y multisectoriales que permitan contener la expansión de las ciudades y promover ciudades mucho más sostenibles. Los vehículos autónomos, la electromovilidad, así como herramientas de movilidad como servicio, no resuelven por sí mismos los problemas de congestión y segregación territorial, pudiendo incluso agravar estos problemas al generar mayores desplazamientos motorizados.

Para el cierre de las brechas de desarrollo, ambientales, territoriales y sociales, la CEPAL ha llamado a los países de la región a avanzar hacia un cambio estructural progresivo sobre la base de un Gran Impulso Ambiental (GIA), mediante acciones coordinadas de políticas sectoriales junto con inversiones, regulaciones y régimen de impuestos. Este impulso debe producir una trayectoria convergente de diferentes actores, sectores e inversiones, para permitir innovaciones y procesos sinérgicos entre los suministros, habilidades, equipamientos, servicios, distribuciones, redes, demandas y patrones. En el contexto particular de la movilidad urbana, las acciones deberían focalizarse en promover el transporte público que sea seguro, asequible y de calidad.

La automatización del transporte, así como el fomento del uso de energías renovables, no son fines en sí mismos sino parte de la respuesta necesaria —en términos de estrategia e instrumentos coordinados— para la construcción de una movilidad sostenible acorde a la Agenda 2030 y el Acuerdo de París.

Por consiguiente, las políticas de movilidad y logística deberán estar más integradas y gestionarse desde una perspectiva sistémica como lo ha venido resaltando la CEPAL. Para aumentar la eficiencia y reducir los costos del sistema, se requerirá no solamente de un espectro más amplio de tecnologías y combustibles, sino también de nuevas herramientas de planificación, marcos regulatorios de apoyo y un mayor diálogo político, tanto nacional como con en el ámbito regional. Los países en desarrollo pueden beneficiarse de la integración regional en términos de desarrollo de capacidades, aplicación de las mejores prácticas, soluciones institucionales y normativas regionales que le permitan generar un tamaño de mercado que hagan viable estos esfuerzos (Kreuzer y Wilmsmeier, 2014).

Si bien las experiencias aquí documentadas se limitan a pruebas de concepto, prototipos o implementaciones, es destacable el esfuerzo de coordinación entre empresas y de estas con el sector público, para adecuar las normativas y generar estándares que hagan posible su pronta incorporación a las vías. Como muestran las experiencias internacionales, es fundamental que América Latina fomente la coordinación público-privada en estos desarrollos, así como la activa participación de asociaciones gremiales, operadores de transporte, distribuidores de combustible, centros de investigación y entidades gubernamentales para analizar e informar sobre estos temas.

Las nuevas tecnologías requerirán de grandes inversiones, las cuales pueden ser una limitante en el caso de las pequeñas y medianas empresas (PYME). Será necesario entonces, diseñar una estrategia que promueva incentivos financieros y la priorización de fondos e incentivos para la Investigación y Desarrollo (I+D) de nuevas tecnologías, para que las empresas planifiquen inversiones en flotas más eficientes energéticamente y con ello apoyar no solamente su recuperación del COVID-19, sino que además facilitar la transición tecnológica y energética con viabilidad operativa y económica. Es fundamental capacitar a los trabajadores del sector, en primer lugar, para dimensionar y comprender este nuevo

escenario logístico, como también para dotarles de las competencias necesarias para participar activamente de la economía digital. Esto implica no solamente resolver temas de acceso, costo y velocidad de la banda ancha, sino también de conocimientos digitales y de ciberseguridad que les permita hacer pleno uso de las potencialidades que representa la transformación digital de la logística.

VII. Bibliografía

- Barbero José A. y Pablo Guerrero (2017), *El Transporte Automotor de Carga en América Latina: Soporte logístico de la producción y el comercio*, Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- BID (2020), “Vehículos autónomos, resultados de la encuesta Delphi sobre su impacto y adopción en ciudades de América Latina y el Caribe”, nota técnica N ° IDB-TN-1930, Banco Interamericano de Desarrollo.
- Bloomberg (2018), “La revolución del auto eléctrico está acelerando” [en línea] <https://www.bloomberg.com/latam/blog/la-revolucion-del-auto-electrico-esta-acelerando/>.
- Campos-Canales, Rolando y Gabriel Pérez (2018), “Tecnología y Recambio Energético en el Transporte Automotor de América Latina y el Caribe”, *Boletín FAL* 368, número 8, CEPAL, Naciones Unidas.
- Economic and Social Council (2018), *Report of the Global Forum for Road Traffic Safety on its seventy-seventh session*.
- Economic Commission for Europe (2019), *World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations*.
_____(2017), *World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations*.
- El Mostrador (2020), “Comienza a operar primer camión de transporte de ENAP que utiliza Gas Natural Licuado”, nota del 13 agosto 2020 [en línea] <https://www.elmostrador.cl/agenda-pais/2020/08/13/comienza-a-operar-primer-camion-de-transporte-de-enap-que-utiliza-gas-natural-licuado/>.
- El Periódico de la Energía (2019), “El futuro del hidrógeno verde a corto plazo”, nota del 28 octubre 2019 [en línea] <https://elperiodicodelaenergia.com/el-futuro-del-hidrogeno-verde-a-corto-plazo/>.
- European Union (2016), “Well-to-Wheels Analyses” [en línea] <https://ec.europa.eu/jrc/en/jec/activities/wtw>.
- Fuel Cell Trucks (2020), “NIKOLA Tre: hydrogen-electric truck for European markets” [en línea] <https://fuelcelltrucks.eu/project/nikola-tre/> - Nikola tre.
- Híbridos y Eléctricos (2020), “Así es por dentro y por fuera el camión de hidrógeno supertecnológico de Hyundai”, 12 de febrero [en línea] <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/tecnologia/asi-es-dentro-fuera-camion-hidrogeno-supertecnologico-hyundai/20200212174507033120.html>.
- Híbridos y Eléctricos (2020), “Ya está a la venta Energon, un camión eléctrico de hidrógeno de 44t y 700km de autonomía”, Nota 19 junio 2020 [en línea] <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/mercado/quantron-energon-camion-electrico-hidrogeno-700-km-autonomia/20200619114804036036.html>.
- Infobae (2020), “Buscan reducir la emanación de dióxido de carbono en el transporte de cargas con la utilización de combustibles alternativos”, nota del 25 de septiembre de 2020 [en línea] <https://www.infobae.com/campo/2020/09/25/buscan-reducir-la-emanacion-de-dioxido-de-carbono-en-el-transporte-de-cargas-con-la-utilizacion-de-combustibles-alternativos/>.
- International Advisory Committee Institute of Traffic Education (IRTE) (2020), “Mobilità e AI Intelligenza artificiale e benessere sociale”.
- International Council on Clean Transportation (ICCT) (2014), “The State of Clean Transport Policy, A 2014 synthesis of vehicle and fuel policy developments”.
- IRU (2020), “IRU outlines fuel and technology landscape on road to hydrogen”, nota del 01 octubre 2020, International Road Transport Union [en línea] <https://www.iru.org/resources/newsroom/iru-outlines-fuel-and-technology-landscape-road-hydrogen>.
- JEC (2014), Well to wheels analysis of future automotive fuels and power trains in the European context.

- Kreuzer, Fabian Maximilian; Wilmsmeier, Gordon (2014), “Eficiencia energética y movilidad en América Latina y el Caribe Una hoja de ruta para la sostenibilidad”, Documentos de Proyectos (LC/W.602/Rev.1), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- La Tercera (2020), “La revolución del hidrógeno verde: no se olviden del transporte marítimo”, nota del 31 octubre 2020 [en línea] <https://www.latercera.com/opinion/noticia/la-revolucion-del-hidrogeno-verde-no-se-olviden-del-transporte-maritimo/RCLWYMPDX5A2FIDINCD4XKPPJ4/>.
- Martínez Salgado, Hilda (2018), “El desafío del sector transporte en el contexto del cumplimiento de las contribuciones determinadas a nivel nacional de América Latina”, *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2018/94), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Ministerio de la transición ecológica (2020), “Stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée 2020-2022”, Gobierno de Francia [en línea] <https://www.francemobilites.fr/actualites/publication-la-strategie-nationale-2020-2022-pour-developper-les-vehicules-autonomes>.
- Motor Pasión (2020), “Mercedes-Benz promete un camión de hidrógeno de 1.000 km de autonomía en 2023 para liderar el transporte sin emisiones”, nota del 17 septiembre 2020 [en línea] <https://www.motorpasion.com/furgonetas-y-caravanas/mercedes-benz-promete-camion-hidrogeno-1-000-km-autonomia-2023-para-liderar-transporte-emisiones>.
- Naciones Unidas (2018), “Las ciudades seguirán creciendo, sobre todo en los países en desarrollo” [en línea] <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html>.
- NTC y Logística, (2020), “Mercedes Benz presenta Caminhao movido a Hidrogenio”, 21 septiembre [en línea] <https://www.portalntc.org.br/noticias/11240-mercedes-benz-apresenta-caminhao-movido-a-hidrogenio.html>.
- NTC y Logística (2020), “Bill Gates diz que Caminhoes eléctricos nao sao viaveis para longas distancias”, 9 septiembre [en línea] <https://www.portalntc.org.br/noticias/10943-bill-gates-diz-que-caminhoes-eletricos-nao-sao-viaveis-para-longas-distancias.html>.
- PTCarretera (2018), “*Platooning*, La Tecnología que impulsa Scania y que revolucionará el Transporte de Cargas”, nota del 21 de septiembre, Plataforma Tecnológica Española de la Carretera [en línea] <https://www.ptcarretera.es/que-es-el-platooning-la-tecnologia-que-impulsa-scania-y-que-revolucionara-el-transporte-de-cargas/>.
- NTC y Logística (2020), “La producción de vehículos sustentables en el país está liderada por fabricantes de camiones”, nota del 28 octubre [en línea] <https://www.portalntc.org.br/noticias/12313-producao-de-veiculo-sustentavel-no-pais-e-liderada-por-fabricantes-de-caminhoes.html>.
- SAE (2014), Taxonomy and Definitions for Terms Related to On-Road Motor Vehicle Automated Driving Systems, International standard J3016, Society for Automotive Engineers (SAE) [en línea] <https://cleantechnica.com/2017/12/02/autonomous-driving-levels-0-5-implications>.
- Tech Crunch (2020), “Amazon’s Zoox unveils electric robotaxi that can travel up to 75 mph”, nota del 14 diciembre <https://techcrunch.com/2020/12/14/amazons-zoox-unveils-electric-robotaxi-that-can-travel-up-to-75-mph/>.
- Tirachini, Alejandro (2020), “Las promesas del transporte público automatizado” Presentación Seminario online BID, 16 de abril de 2020, Universidad de Chile.
- Transport Drive (2020), “Hyliion, Dana to kick off truck demo through Idealease”, nota del 24 agosto [en línea] <https://www.transportdrive.com/news/Hyliion-Dana-idealease-electric-truck-EV/583966/>.
- UNECE (2018), UNECE adopts resolution on the deployment of highly and fully automated vehicles in road Traffic. Press Release [en línea] <https://unece.org/press/unece-adopts-resolution-deployment-highly-and-fully-automated-vehicles-road-traffic>.

VIII. Publicaciones de interés



Boletín FAL N° 281

Eficiencia energética en el transporte de carga por carretera

Julio Villalobos

Esta edición del Boletín FAL aborda la eficiencia energética y sus desafíos para el transporte de carga por carretera. Para ello, revisa distintos planes nacionales de eficiencia energética en el transporte, tanto de países desarrollados como de América Latina.

Disponible en:



Boletín FAL N° 368

Tecnología y recambio energético en el transporte automotor de América Latina y el Caribe

Rolando Campos Canales

Gabriel Pérez

El presente documento busca brindar antecedentes sobre el consumo energético en el sector transporte por carretera, además de las ventajas y desafíos que las nuevas tecnologías de propulsión representan para la actividad.

Disponible en: