

Metas y retos después de la COP 26 para el Transporte Automotor de Carga en el camino hacia cero emisiones

Autores: Cristiam Gil, Gustavo Martínez, Andres Felipe Rey, Gordon Wilmsmeier, Juan Pablo Bocarejo y Ricardo Morales.

Los policy briefs generados por el proyecto GIRO ZERO proveen análisis en aspectos de política pública de interés nacional y presentan recomendaciones específicas para informar acerca de temas de actualidad en un sector en particular de la economía.

Resumen

La conferencia de las partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en su versión veintiséis (COP 26) renovó el compromiso mundial de llevar las actividades humanas hacia las cero emisiones de gases efecto invernadero (GEI) a 2050. Sin embargo, las emisiones (CO₂) siguen en aumento y las acciones para reducirlas globalmente todavía son insuficientes.

Como una de las fuentes de emisiones de GEI de más rápido crecimiento, el transporte automotor de carga (TAC) tiene la urgencia de acelerar su transición hacia las cero emisiones, tomando medidas consistentes con los compromisos internacionales que ha adquirido Colombia recientemente.

Los retos de descarbonización del TAC implican acciones coordinadas de los sectores público y privado junto con la academia y la sociedad civil. De ser llevadas a cabo de manera separada o no colaborativa no cumplirán las metas del país y la transición deberá ser cada vez más abrupta y acelerada.

Aunque los compromisos del país son consistentes con el Acuerdo de París, y con el COP26 estos deben ser concretados para el TAC y deben ser alineados y facilitados con políticas públicas y regulaciones necesarias para alcanzar las metas puestas en los escenarios de mediano (2030) y largo plazo (2050).

Únicamente compromisos más ambiciosos en la implementación de medidas operacionales y sobre todo un ascenso tecnológico que regule la restricción a la venta de vehículos de carga de combustión interna y estímulos a la entrada al mercado de vehículos de bajas y cero emisiones lograrán acercar al TAC al objetivo de la Nación a 2050.

Puntos clave

Se presentan diferentes escenarios y sus medidas con el fin de lograr la reducción de emisiones de GEI en el sector Transporte Automotor de Carga (TAC) en Colombia.

El escenario de referencia, business as usual (BAU) del sector transporte, que no contempla acciones adicionales a las previstas en el estudio VITO-Uniandes (2020), predice un aumento de las emisiones del sector transporte a 28.1 millones de toneladas anuales CO_{2eq} o un crecimiento de las mismas en 136 % hasta 2050 en comparación a 2019. El simulador de emisiones del proyecto GIRO ZERO calcula cómo medidas tomadas por los sectores privado o público pueden cambiar las futuras emisiones del sector en la siguiente forma:

- En un escenario donde únicamente se adoptan las medidas operacionales y de optimización logística (OL) en la flota de camiones, se podrá alcanzar una **reducción de emisiones de GEI de hasta del 31 % a 2030 y se mantendrá esa proporción hasta 2050.**
- Si el sector privado a través de los propietarios toma la decisión de renovar la flota existente, e implementa las medidas operacionales y de OL, se alcanzaría una **reducción de emisiones GEI de hasta del 32 % en 2030 y hasta del 48 % en 2050.**
- En un escenario donde el sector privado trabaja en conjunto con el sector público a través de regulación, incentivos y desincentivos para renovar la flota existente, incluyendo las medidas operacionales y de OL, se alcanzaría una **reducción de emisiones GEI de hasta del 55 % en 2030 y hasta del 82 % en 2050.**
- En un escenario extremo en el que el energético y los activos de cero emisiones no tengan costo y se duplique el costo de combustibles fósiles y se prohíba la entrada de activos nuevos que usan combustibles fósiles se alcanzaría una **reducción hasta el 90% a 2050.** Sin embargo, sería 6 veces más costoso a comparación del primer escenario, donde solo se implementan medidas de optimización logística.

Introducción

Desde 1992, a través de la Conferencia de las partes (COP) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), las Naciones Unidas promueven la implementación de medidas de adaptación y la reducción de emisiones de GEI para mitigar el cambio climático (UN, 2022).

La COP reúne a delegaciones de los países signatarios de las convenciones de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y adoptan decisiones por consenso. Durante la última edición, denominada COP26, que tuvo lugar en Glasgow a finales de 2021, se reunieron representantes de 197 países (incluido Colombia) con el fin de tomar decisiones relacionadas no solo con el reconocimiento del incremento de la temperatura global y sus posibles consecuencias, sino también para definir la eliminación de los subsidios a combustibles fósiles y a la generación de energía a partir de carbón (UK, 2021). Se reconoció ampliamente que la reducción de emisiones se debe acelerar en la próxima década para alcanzar las cero emisiones a 2050¹.

Adicionalmente, los países reafirmaron la meta del Acuerdo de París (COP21 de 2015) de limitar el incremento de la temperatura a 2 °C, sugiriendo llegar a una meta más ambiciosa: 1.5 °C. Así mismo, identificaron como insuficientes las Contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC por sus siglas en inglés) existentes e instaron a adelantar planes mucho

más ambiciosos en 2023 en lugar de 2025 (UN, 2022).

Finalmente, los países desarrollados manifestaron su intención de cumplir con la meta de financiamiento de USD\$100 miles de millones por año a partir de 2023 para apoyar los esfuerzos de mitigación y fortalecer las medidas de adaptación en los países en desarrollo (UN, 2022).

Pese a los compromisos señalados anteriormente, la conferencia concluyó que la voluntad colectiva no ha sido suficiente y que la reducción de emisiones de GEI no ha sido significativa para alcanzar en el futuro un clima habitable para la humanidad (UK, 2021).

En lo que tiene que ver con el sector transporte, la COP produjo otros acuerdos más allá del pacto de Glasgow. En la COP26 se suscribieron acuerdos adicionales relevantes para el TAC. Para el segmento de vehículos de transporte de carga², 15 países³ firmaron un memorando de entendimiento para trabajar de manera conjunta para asegurar una flota cero emisiones a 2050.

La hoja de ruta trazada en dicho memorando propone que en 2030 el 30% de las ventas de camiones sean vehículos cero emisiones, con la meta de incrementar ese porcentaje al 100% a partir de 2040⁴. Así mismo, la iniciativa *drive to zero*⁵ creó un tablero de control que permite seguir la consistencia entre las metas del memorando de entendimiento y de la legislación a nivel nacional, las regulaciones de vehículos



A reducción de emisiones de GEI no ha sido significativa para alcanzar en el futuro un clima habitable para la humanidad

1 Ello significa reducir el 45% de las emisiones de dióxido de carbono a 2030.
2 Se refiere a aquellos vehículos construidos para el transporte de carga de más de 10 toneladas de capacidad.
3 Colombia no es parte de este grupo pero entre los 15 países firmantes están los gobiernos de Chile y Uruguay en Sudamérica.
4 Alineado con otras iniciativas como Count on us declaración de ciudadanos que aboga por una flota 100% cero emisiones a 2040.
5 <https://globaldrivetozero.org/>



El Consejo de transición a vehículos de cero emisiones, recomendó a los gobiernos acelerar la transición con foco en cuatro áreas: 1) infraestructura de recarga de energéticos limpios, 2) estándares de eficiencia de combustibles, 3) la velocidad de la transición y 4) ascenso tecnológico

pesados, los incentivos financieros, la infraestructura necesaria para los vehículos cero emisiones y las políticas públicas innovadoras en este campo (Drive to zero, 2022).

Se expandió el Consejo de transición a vehículos cero emisiones (ZEV⁶), donde no participó Colombia. El ZEV, emitió una declaración conjunta **donde se instó a los gobiernos a formular políticas públicas encaminadas a acelerar el ascenso tecnológico hacia camiones cero emisiones, a los fabricantes de flota a comprometerse a vender vehículos cero emisiones y a los privados dueños de flota a alcanzar cero emisiones** y a vincularse a la iniciativa EV100⁷.

El ZEV, creado en noviembre de 2020, declaró que pretendía acelerar la transición desde 2022, señalando que ese proceso requeriría de nuevas habilidades de la fuerza laboral y que generaría nuevos empleos, con foco en cuatro (4) áreas: **1) Infraestructura de carga** de vehículos con un grupo de trabajo que involucra a los fabricantes de camiones, proveedores de energéticos y operadores de puntos de recarga para asegurar que la red esté preparada para el incremento de la demanda, **2) mejores prácticas en estándares y regulaciones** para el carbono o estándares de eficiencia en combustibles que movilice inversiones y reduzca costos, **3) la velocidad de la transición** y **4) las alternativas de distintas tecnologías** de camiones cero emisiones y asegurarse que la transición sea verdaderamente global para que ningún país o comunidad se quede rezagado (UK, 2021).

Adicionalmente, **la Alianza de Descarbonización del Transporte (ADT) promovió** la firma de un compromiso que responda a las ambiciosas metas de camiones eléctricos y se ocupe de una **adecuada planeación y puesta en marcha de la infraestructura de carga, a través de la formulación de planes de nivel nacional o local**⁸ (TDA, 2022).

Si bien Colombia no participó en el ZEV, **se debe garantizar el avance en materia de política pública, regulación e inversiones que permitan el cumplimiento de los compromisos** nacionales e internacionales en materia de reducción de emisiones.

En la COP26, Colombia estuvo representada a nivel gubernamental a través de la coordinación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la participación de otros Ministerios (Minas y Energía, Transporte, Agricultura y Desarrollo Rural, Relaciones Exteriores y Hacienda y Crédito Público), Presidencia de la República y otras entidades como: Departamento Nacional de Planeación (DNP), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – (IDEAM). **La participación de Colombia consistió en compartir su NDC-2020**⁹ (Gobierno de Colombia, 2020) **cuyos objetivos consisten en reducir el 51% de las emisiones GEI y el 40% del carbono negro al 2030, entre otros. Los compromisos consignados en las NDC-2020 de Colombia son el primer paso para alcanzar una economía carbono neutral a través de su estrategia climática de largo plazo al año 2050** (Long Term Strategy o LTS) (Minambiente, 2021).

6 Creado en noviembre de 2020 y agrupa a los países y representantes de más del 50% de las ventas anuales.

7 Iniciativa global para que compañías que poseen o contratan flotas de hasta 7.5 toneladas para que sean eléctricas a 2030. Alineada con otras iniciativas como la campaña drive electric, que apunta a camiones eléctricos alimentados con matriz limpia www.driveelectriccampaign.org.

8 A nivel latinoamericano el Gobierno de Costa Rica se suscribió a esa iniciativa.

9 Las NDC incluyen un portafolio amplio de acciones que incluye mitigación de GEI, adaptación al cambio climático, mitigación de carbono negro y medios de implementación.

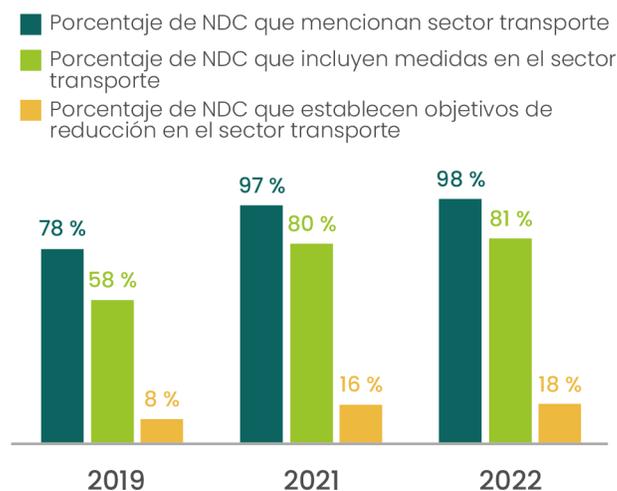
El sector transporte estuvo representado por la ministra Angela Orozco. Para este sector se señaló en las diversas instancias la importancia de la transición energética, resaltando la estrategia nacional de movilidad eléctrica (ENME) y los nuevos incentivos económicos por renovación de camiones con tecnologías de cero o bajas emisiones formulados en el país (Mintransporte, 2021).

Sin embargo, hasta la fecha, Colombia no se encuentra referenciado como uno de los países con metas oficiales de restringir la venta de camiones de combustión interna en una fecha establecida entre 2025 y 2050 o de registrar y vender únicamente vehículos eléctricos o de hidrógeno en el mismo horizonte temporal (UK, 2021).

El Gobierno de Colombia no suscribió nuevos compromisos relacionados con la reducción de emisiones en el sector TAC durante la COP26 y enfocó sus esfuerzos a presentar las NDC-2020, la estrategia climática de largo plazo (LTS¹⁰) y lograr financiación adicional para las metas establecidas en dichos instrumentos.

La LTS en su apuesta ocho (8) establece que la intensidad energética del transporte de carga se reducirá entre el 30 y el 45% en 2050, comparado con 2015; que al 2050 al menos el 70% de los vehículos en circulación habrán sido adquiridos después del año 2035 y que los combustibles líquidos de cero emisiones en su mayoría atenderán el 78% de la demanda de movilidad de carga a 2050, electricidad el 21% y gas natural el 1% restante. De otra parte, las NDC de Colombia menciona medidas para el sector transporte, aunque no contiene metas de reducción específicas en el sector TAC; tal y como se evidencia a nivel global en el tablero de seguimiento de la OCDE: ver Figura 1.

Figura 1 Avances de NDCs a nivel global en la inclusión del sector transporte



Fuente: Fuente: (ITF, OECD ITF, 2022)

Implicaciones y reacciones a la COP26 en Colombia y el mundo

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en su reciente reporte sobre mitigación del cambio climático (IPCC, 2022), ha señalado que las emisiones de GEI se encuentran en los niveles más altos en la historia de la humanidad y que pese a esfuerzos de reducción de emisiones como aquellos acordados en la COP26, las emisiones actuales y las proyecciones futuras no son compatibles con la meta de limitar el aumento de temperatura global promedio a 1.5 grados al año 2050.

Además, el IPCC señaló que la mayor participación dentro de GEI es el CO₂. A nivel global, el CO₂ se emite principalmente por la combustión de energéticos de origen fósil en la industria, la



Por primera vez en la reunión anual del Foro económico mundial en Davos, se realizaron sesiones exclusivas de descarbonización del transporte y de carga y se concluyó que se requerirán inversiones sustanciales en infraestructura de producción, distribución y almacenamiento de energía renovable para uso en camiones y para ensamblar esos nuevos vehículos

generación energética y el transporte.

Se concluyó que se deben incrementar y fortalecer las distintas iniciativas de reducción de emisiones en todos los sectores, ya que, de lo contrario, no se alcanzará la meta propuesta en el Acuerdo de París, que traería consigo pérdidas en la biodiversidad, hambrunas, sequías, inundaciones, aumento de temperatura, riesgos de la salud, pobreza y desplazamiento, entre otros (UN,2022).

El informe también muestra **alternativas disponibles hoy para que cada sector reduzca sus emisiones a la mitad a 2030**, entre ellos menciona los sectores de energía y transporte, **la reducción del uso de combustibles fósiles por medio de la intensificación de la electrificación y el uso de nuevos energéticos cero emisiones como el hidrógeno.**

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) señaló que el sector transporte es responsable por el 25% de las emisiones directas de CO₂ de combustibles fósiles y señala que más del 90% de la energía usada por el sector es proveniente de productos derivados del petróleo. Además, indica que el movimiento de mercancías se duplicaría entre 2015 y 2050, por lo que sus emisiones crecerían alrededor del 16% a 2050 si no se toman acciones más ambiciosas en su transición energética. **Finalmente, indica que la transición hacia cero emisiones requerirá de acciones interministeriales que involucren a otros sectores distintos de transporte y que se requiere mayor cooperación con los demás actores de sector privado y sociedad civil para lograr la descarbonización del TAC** (ITF, Keeping

1.5°C Alive: Transport at COP26, 2022).

Por último, a nivel internacional **la reunión anual del Foro Económico Mundial (FEM) por primera vez en su historia, tuvo sesiones específicas sobre descarbonización del transporte automotor de carga. Se concluyó que cualquiera sea la decisión final, se requerirán inversiones sustanciales en infraestructura para producir, distribuir y almacenar la energía renovable y para ensamblar los camiones que la usen.** Para acelerar la movilización de recursos, el FEM lanzó la coalición: First movers para aprovechar el poder de compra del sector privado en siete sectores de difícil abatimiento, entre ellos el TAC. En Davos, se anunció que la coalición creció de 35 a 55 compañías que combinadas tienen un valor de mercado de \$8.5 trillones de dólares, entre las que se cuentan: DHL, Maersk y Fedex (McKinnon, 2022).

En Colombia, el sector energía, consciente de estos retos y alineado con los resultados de la COP 26, formuló junto con DNP, Mintransporte, Minambiente, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo; el Ministerio de Educación Nacional; el Ministerio de Hacienda y Crédito Público; el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, y el Ministerio del Trabajo, así como de otras diez entidades del orden nacional, la Política de transición energética (documento CONPES 4075) que fue aprobada en marzo de 2022 (DNP, 2022).

Esta Política de transición energética apunta, entre otros objetivos, a reducir las emisiones de GEI y por tanto los efectos del cambio climático.

Particularmente, en el sector transporte de carga terrestre, se destacan las acciones relacionadas con la creación de líneas de financiación para promover la movilidad eléctrica a 2024. Además, se define la meta de la actualización del marco regulatorio técnico y ambiental para promover el mercado del hidrógeno a 2026, de desarrollar capacidades en regiones para desarrollar estrategias de transporte de cero y bajas emisiones y de identificar los modos de transporte donde deberá usarse como energético a 2025 (DNP, 2022).

Finalmente, la política señala que se desarrollará un mecanismo de socialización que permita difundir los estudios y herramientas sobre movilidad de cero y bajas emisiones. Así como estudios de reconversión a tecnología eléctrica y el desarrollo de instrumentos para promover la industria nacional en el mercado de transporte de cero y bajas emisiones (DNP, 2022).

En la misma línea el Gobierno Nacional en cabeza de la Presidencia de la República ha decidido fortalecer a la Mesa Interinstitucional de Transporte Sostenible (MITS) junto con el Comité Técnico de Infraestructura, Transporte y Movilidad Sostenible (CTITMS) del Sistema Nacional de Competitividad e Innovación (SNCI) a partir de marzo de 2022. Dicha instancia permitirá adicionalmente a las funciones de la MITS que son articular, coordinar y cooperar en la implementación de políticas, estrategias, programas, acciones y proyectos sectoriales e intersectoriales relacionadas con el transporte sostenible, hacer un

seguimiento a las acciones desde un más alto nivel e involucrar al sector privado. Sin embargo, persisten las dos instancias una de nivel técnico (MITS) y la otra de nivel directivo (CTITMS) que sin embargo no involucra formalmente a la academia y que se enfoca principalmente en solucionar cuellos de botella del sector privado (Giro Zero, 2022).

El CTITMS hace parte del SNCI y se encuentra coordinado por la Presidencia y presidido por el MinTransporte junto con la secretaría técnica del DNP lo que fortalece su gobernanza y permite la participación de actores no sólo públicos sino privados (SNCI, 2022).

De otra parte, **el DNP avanza en la ejecución de estudios que permitirán definir modelos de negocio de la red de infraestructura de carga pública (electricidad)** con la estructuración de uno de los pilotos en una carretera nacional que culminará en el último trimestre de 2022. Así mismo trabaja en la evaluación de la capacidad de alojamiento de las redes de distribución para satisfacer las demandas generadas por la electromovilidad en Colombia con finalización en el primer semestre de 2022.

Por último, **el MinTransporte en coordinación con el MinAmbiente y la participación del Minminas, la UPME y el DNP, trabaja en la formulación de la Estrategia Nacional de Transporte Sostenible (ENTS),** en cumplimiento de las acciones definidas en las bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 y ajustados a los retos que deparó la COP26.



En Colombia se aprobó en el primer semestre de 2022 el documento CONPES de transición energética que pretende reducir las emisiones de GEI a través de distintas acciones. En el sector TAC se promueve la movilidad eléctrica y la socialización de estudios y herramientas como Giro Zero.



Dada la magnitud de los compromisos adquiridos, se requiere una rápida transición a vehículos cero emisiones, limitando la ventana de tiempo disponible para tomar acciones para reducir las emisiones en el sector TAC

Como parte de dichos esfuerzos, **el MinTransporte avanza en la estructuración del fondo de modernización de transporte de carga urbana y volquetas**, como una de las acciones que promoverá el uso de tecnologías de bajas y cero emisiones en la carga urbana (en cumplimiento del artículo 33 de la ley 2169 de 2021).

Adicionalmente, **el Gobierno de Colombia, coordinado por el MinAmbiente, trabaja actualmente en la formulación de un portafolio de acciones de mitigación que le permitan materializar el objetivo de las NDC a 2030** (VITO, et al., Informe sobre el desarrollo y los supuestos para la realización de escenarios de referencia, 2020) con el concurso de todos los sectores. La meta propuesta en las NDC implica la necesidad de implementar acciones de reducción de emisiones en el corto plazo (VITO, et al., Informe sobre el desarrollo y los supuestos para la realización de escenarios de referencia, 2020).

El estudio (VITO, et al., Informe sobre el desarrollo y los supuestos para la realización de escenarios de referencia, 2020), **estima una emisión tendencial de 55 MtCO_{2eq} para el sector Transporte, tanto pasajeros como de carga, en el año 2030. Entre los escenarios de reducción de emisiones para el sector transporte compatible con las NDC se plantea reducir cerca de 21 MtCO_{2eq}**. Para ello, se identifica la necesidad de implementar medidas que mejoren la eficiencia energética (e.g. prácticas de conducción verde, optimización del uso de la flota), así como una acelerada electrificación de la flota.

El mismo estudio sugiere que, **dada la magnitud de los compromisos adquiridos por el país, se requiere una muy rápida transición a vehículos cero emisiones, lo que limita la ventana de tiempo disponible para camiones más eficientes pero propulsados por combustibles fósiles.** Señala también que, si bien es poco probable la inclusión de tecnologías como hidrógeno y biocombustibles avanzados a gran escala antes del 2030, es necesario iniciar con el alistamiento de estas alternativas para hacer factible el camino hacia la carbono neutralidad en 2050.

En 2021 el Gobierno Nacional publicó la hoja de ruta del hidrógeno, en la que se preveía la puesta en marcha y operación de pilotos de hidrógeno. **A partir de dicha hoja de ruta y de las políticas públicas** que promueven la generación de energía a partir de renovables, **el sector privado puso en marcha los dos (2) primeros proyectos de hidrógeno.**

Estos pilotos iniciaron operaciones en marzo de 2022, ejecutados por las firmas Ecopetrol¹¹ y Promigas en Cartagena, Bolívar, con el objetivo de ser el mayor exportador en América Latina y el Caribe a 2030 e intensificar su uso interno en transporte limpio. Adicionalmente, el International Renewable Energy Agency (IRENA), **señaló que Colombia podría alcanzar el cuarto precio más bajo en el mundo a 2050¹²** (Minenergía, 2022).

De otro lado, **cálculos de GIRO ZERO¹³** (www.GIROZERO.uniandes.edu.co) **estiman una emisión tendencial en un escenario BAU de 16 MtCO₂ para el TAC al año 2030 y de 28 MtCO₂ al año 2050.**

11 Que cuenta con una hoja de ruta en 3 fases, por décadas hasta 2050 donde busca masificar el uso del hidrógeno en distintos sectores, incluyendo la movilidad sostenible.
12 Alrededor de 1.1USD/KWh.
13 Hoja de ruta hacia las cero emisiones, Giro Zero Roadmap, 2022-2050.

El proyecto GIRO ZERO define cuatro dimensiones de intervención y acción: 1) la configuración de la flota, 2) la gestión de flotas, 3) la conducción eficiente y segura, y 4) la optimización logística.

Los resultados del primer año del proyecto GIRO ZERO indican la necesidad de colaboración entre los actores públicos, privados y la academia para dirigir el TAC hacia la meta de cero emisiones en 2050 en línea con las NDC de Colombia y ofrece herramientas para explorar posibles caminos y sus implicaciones para los actores del sector.

Escenarios de emisiones para el transporte automotor de carga que responden a la visión de la COP26

En el marco del Proyecto GIRO ZERO se desarrolló una herramienta de simulación de escenarios de emisiones para el sector TAC (GIRO ZERO 2022). Utilizando dicha herramienta, **GIRO ZERO generó una serie de simulaciones para explorar el efecto que la implementación de algunas políticas y acciones del sector privado y público podrían tener sobre las futuras emisiones del sector TAC.** Las simulaciones evaluaron el efecto de:

- **Implementar medidas que se limiten al sector privado y a las acciones operativas y de optimizaciones logísticas.**

- **Acciones conjuntas entre los sectores público y privado que incluyan medidas de ascenso tecnológico.**

Específicamente, se evaluó el nivel de reducción de emisiones y el costo marginal asociado para diversas combinaciones de medidas, y determinar así qué escenarios son compatibles con los compromisos adoptados por Colombia en sus NDC 2020 y en su LTS a 2050.

En la tabla 1 son presentados los resultados de seis (6) simulaciones de escenarios de reducción de emisiones basados en los siguientes supuestos:

- a. El escenario de referencia o business as usual (BAU) proveniente del estudio (VITO, et al., Informe sobre el desarrollo y los supuestos para la realización de escenarios de referencia, 2020) donde el parque automotor crece en promedio 2.5% anual conforme el producto interno bruto (PIB) nacional y ajustado por el equipo de Giro Zero con base en el RNDC y Transporte en cifras del Mintransporte para el sector TAC,
- b. Proceso de renovación tecnológica de libre elección de los propietarios de los vehículos y que se implementan las eficiencias operativas en un 100%,
- c. Máxima renovación tecnológica¹⁴ mediante legislación gubernamental, sin adopción de eficiencias operativas,
- d. Máximas eficiencias operativas sin renovación tecnológica,



Los resultados del primer año del proyecto GIRO ZERO indican la necesidad de colaboración entre los actores públicos, privados y la academia para dirigir el TAC hacia la meta de cero emisiones en 2050 en línea con las NDC de Colombia y ofrece herramientas para explorar posibles caminos y sus implicaciones para los actores del sector.

14 Se refiere a la renovación tecnológica adoptada por regulación pública que se entiende como aquella normatividad que provee incentivos, penalizaciones o nuevos impuestos a tecnologías.

- e. Renovación tecnológica mediante legislación gubernamental y alineada a metas NDC, pero sin adopción de eficiencias operativas
- f. Máxima adopción de eficiencias operativas en conjunto con renovación tecnológica mediante legislación gubernamental para alcanzar metas NDC.

Tabla 1: Resumen de resultados.

Escenario	Supuestos de cada escenario			Emisiones (MtCO ₂)		Reducción de emisiones		Costo promedio anual ascenso tecnológico (Billones COP M/cte 2022)	Costo por tonelada de carbono (USD/tCO ₂) ¹⁶
	Aplicación de Eficiencias operativas	Aplicación de Renovación tecnológica	Libre elección renovación por parte de propietarios ¹⁵	2030	2050	2030	2050		
a	No	No	No	16	28	Business as usual		No Aplica (N.A)	N.A
b	Si	Si	Si	10	14	31%	48%	0.97	18
c	No	Si ¹⁷	No	3	2	77%	90%	9.25	98
d	Si	No	No	11	19	31%	31%	N.A	N.A
e	No	Si ¹⁸	No	10	7	34%	74%	1.51	20
f	Si	Si	No	7	5	55%	82%	1.51	18

Nota: Costos solamente se refieren a las inversiones de cambio tecnológico y no consideran costos de mejoras operativas.

Fuente: Elaboración propia usando el Simulador de reducción de emisiones Proyecto GIRO ZERO¹⁹

En la tabla 1 se muestran las emisiones anuales de CO₂ y el ahorro porcentual logrado frente al escenario BAU, tanto para el año 2030 como para el año 2050. Adicionalmente, se estima el costo medio anual de cada uno de los escenarios. Todos los escenarios han sido simulados con condiciones de crédito financiero a tasas promedio de 10% E.A. y periodo de 10 años de retorno del préstamo²⁰. La flota remanente para todos los escenarios se renueva a razón de 10% anual con excepción del escenario c donde se aplicó una tasa de renovación de flota de 20% anual.

Bajo este panorama se plantea: **¿Es necesaria la renovación tecnológica del parque automotor en Colombia? Si. El análisis de escenarios sugiere que, si la apuesta del país se concentrara únicamente en reducir emisiones mediante mejoras operativas en la consolidación de carga**, en las eficiencias aerodinámicas, operativas y de conducción del vehículo, **se logran reducciones entre el 24% y 31% al 2030**. Esto basado en una tasa de implementación (penetración del parque automotor) de las políticas de información y prácticas de colaboración en el sector TAC en un rango entre el 50% y el 100%, lo

15 La libre elección de los propietarios se refiere a que la renovación no se adopta por regulación pública sino por decisión libre de los dueños de vehículos o empresas propietarias de los activos.

16 Tasa de cambio representativa del mercado (TRM) USD/COP de 3.966 al final del mes de abril de 2022, Banco de la República de Colombia.

17 Adicionalmente la renovación tecnológica incluye incentivos del 100% a energéticos y activos cero emisiones y penalizaciones del 100% a energéticos y activos de combustibles fósiles.

18 Imponiendo sobrecostos del 30 % al precio del camión de las tecnologías fósiles e incentivos del 35 % al precio del camión de las tecnologías con cero emisiones, y por concepto de energéticos fósiles se simula un impuesto del 10 % y a las tecnologías de cero emisiones un incentivo al valor del energético del 15 %.

19 Las simulaciones a, d, e y f se encuentran detalladas y documentadas en (Giro Zero, 2022), las simulaciones b y c son simulaciones nuevas para explicar nuevos enfoques regulatorios este documento.

20 Clasificada como una tasa competitiva dentro del mercado el cual tiene un rango entre el 9% al 18%. Adicionalmente, los propietarios vienen pidiendo incrementar los periodos de pago pasando de 5 años a 10 años debido a que son activos de trabajo más que de consumo

que significa que esta proporción del sector ha trabajado para alcanzar al máximo las eficiencias de sus vehículos en términos de control de llantas, eco-conducción y mejoras aerodinámicas.

Dicha reducción cercana al 30% al 2030, es el límite superior de un conjunto de acciones²¹ que requieren la participación de los sectores público y privado. Luego, bajo esta propuesta de eficiencias del TAC, no se alcanza a lograr la meta de reducción del 51% de emisiones a 2030 planteada en las NDC²². Consecuentemente, **estos esfuerzos tampoco son suficientes para alcanzar los compromisos internacionales de Colombia. Por eso es necesario plantear también la estrategia de ascenso tecnológico (renovación de flota) de vehículos contaminantes a tecnologías cero emisiones.**

Las estimaciones muestran que se requerirán hasta cerca de COP 29 mil millones anuales promedio (moneda corriente 2022) adicionales que deben ser invertidos en políticas de renovación de flota hasta 2050 por cada unidad porcentual de emisiones que no logre ser reducida con las políticas de eficiencias operativas de vehículos antes de 2030²³. Por lo tanto, enfocar esfuerzos principalmente en esta primera década en obtener eficiencias operativas es imperativo.

Dado que se hace necesaria la renovación tecnológica del parque automotor en Colombia **¿Es necesaria la intervención del Gobierno para alcanzar la meta de las cero emisiones a 2050 en el sector TAC? En un mercado**

sin intervención gubernamental y con una tasa de vehículos desintegrados (y renovados) resultado de la libre elección de los propietarios, la simulación b) de GIRO ZERO “Renovación tecnológica libre elección” muestra un panorama donde no hay logros sustanciales en la reducción de emisiones (hasta del 32% a 2030 y del 47% a 2050).

Esta simulación muestra, para el año 2050, que la composición de la flota de vehículos ligeros y livianos²⁴ será 43% cero emisiones, 42% parque automotor con edades iguales o mayores a 20 años y el 15% restante se divide en flota renovada de combustible diésel y gas natural. Mientras las expectativas en vehículos pesados son: un mínimo de 4% del parque debería ser gas natural y 11% en tecnologías cero emisiones con 85% del parque automotor siendo flota con edades iguales o mayores a 20 años. Lo anterior representa que solo 3% de los vehículos pesados con edades iguales o superiores a 20 años fueron efectivamente desintegrados mientras este porcentaje se ubica en un 53% de vehículos de carga ligeros y medianos.

Entonces, ¿Qué tipo de intervenciones deben realizarse? ¿Todas son requeridas? En este mismo escenario (i) si se reduce o incrementa el precio de los vehículos y la tasa de vehículos desintegrados (y renovados) la reducción de emisiones se duplica y alcanza hasta el 31%, o (ii) si el sector público define tasas mínimas de desintegración anual de vehículos, la reducción de emisiones total del escenario llega hasta el 74%, ambas valoradas al año 2050. **Por separado**



Estimaciones muestran que se requerirán hasta COP 29 mil millones anuales a invertir en renovación de flota hasta 2050 por cada unidad porcentual de emisiones que no se logre reducir con eficiencias operativas antes de 2030

21 Entre las que se encuentran: minimización de viajes vacíos a través de los viajes compensados, la mayor utilización de capacidad de cada vehículo, las prácticas de consolidación de carga, el uso de los Vehículos Combinados de Carga, así como la conducción segura y eficiente, mejoras aerodinámicas de los camiones o una adecuada gestión de llantas.

22 Se asume el 51% teniendo en cuenta que aún no existe un compromiso específico sectorial para el sector transporte y para el TAC.

23 Los rubros comprendidos en la inversión mencionada comprende incentivos al precio de energéticos y activos de tecnologías cero emisoras descontando el ingreso por los sobrecostos a energéticos y activos de tecnologías emisoras.

24 En todo el documento se refiere siempre a vehículos de carga sean ligeros (entre 3,5 y 10,5 ton de Peso Bruto Vehicular-PBV), medianos (entre 10,5 y 17 ton de PBV) o pesados (mayores a 17 ton de PBV).

estas políticas son insuficientes para llegar a las metas propuestas por el país en términos absolutos²⁵ de las NDC y la LTS.

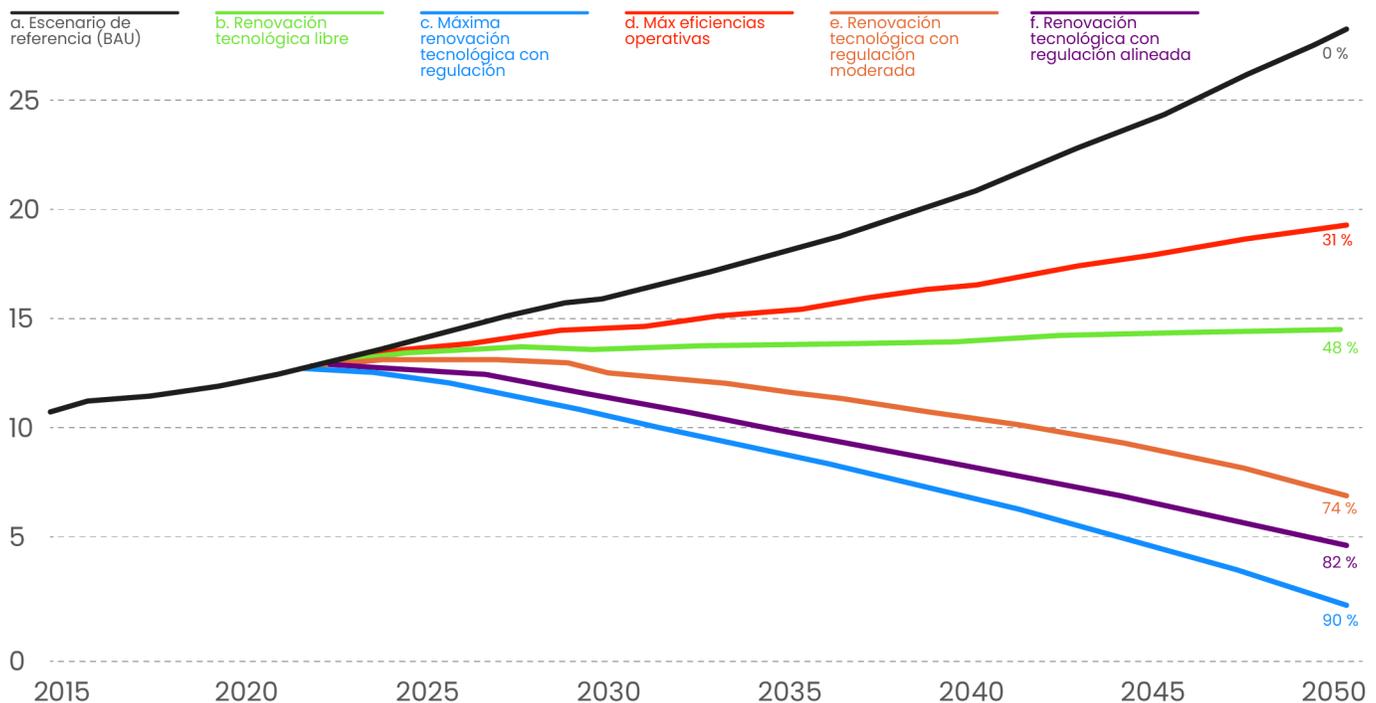
Consecuentemente, con la combinación de las siguientes acciones:

1. Las eficiencias operativas adoptadas por el sector privado,
2. Una política eficaz y eficiente de desintegración del parque automotor,

3. La regulación con desincentivos a tecnologías de combustibles fósiles, y

4. Los incentivos a tecnologías cero emisiones, se podría alcanzar en el 2030 hasta una reducción de emisiones de hasta el 50% y a 2050 de hasta un 82% en el sector TAC.

Figura 2: Proyección de emisiones en Millones de toneladas de CO₂ para el sector TAC en Colombia bajo distintos escenarios a 2050



Fuente: Elaboración propia usando el Simulador de reducción de emisiones Proyecto GIRO ZERO

La combinación de las políticas que se proponen en este documento y los valores en los cuales pueden ser fijados llegan a generar más de 5 millones de escenarios factibles. GIRO ZERO realizó múltiples

simulaciones y seleccionó uno de estos escenarios para evaluar qué posibles alternativas existen para alcanzar la meta NDC al 2030 y de la LTS a 2050. En este escenario, es incrementado el precio

25 Asumiendo que el sector transporte debe cumplir con la meta de reducción del 51% de emisiones a 2030, que aún no se ha sectorializado y que debería alcanzar las cero emisiones a 2050 alineado a la estrategia de largo plazo a 2050.

del camión para las tecnologías de combustible fósil y es reducido el precio del camión para tecnologías de cero emisiones²⁶.

Adicionalmente, la simulación muestra la necesidad de una desintegración de la flota actual del 57%, lo que supone más de 97,000 vehículos ligeros (L) y medianos (M) y más de 56,000 vehículos pesados (P) reemplazados en el parque automotor colombiano para el año 2030²⁶. Estos resultados al 2030 aseguran un camino viable de transición energética hacia el 2050.

Para 2050, alrededor del 47% de la flota L y 68 % de la flota P debe ser cero emisiones (vehículos eléctricos y/o hidrógeno). Con una inversión estimada en alrededor de 1.51 billones COP corrientes anuales promedio. La composición final de la flota de camiones para el escenario de la simulación para alcanzar las metas de las NDC proyectada es presentada en la tabla 2.

Vale destacar que las condiciones y supuestos en esta simulación representan un panorama conservador comparado con políticas más agresivas como el impuesto de registro de Dinamarca que para el 2016 rondaba el 105% y posterior al 2016 tuvo rangos entre 150% y 180%²⁷ y con este recaudo se financia la infraestructura de carga y movilidad del país. (Asplund, et al., 2018).

Para el caso colombiano no existe este tipo de impuesto de registro, sino que se tienen diferentes impuestos, tales como el IVA entre 5% y 19%, el impuesto anual de rodamiento entre 1.5% y 3.5% del avalúo del vehículo, impuesto de consumo entre 0% y 16% para vehículos mayores a 30.000 USD y aranceles entre 0% y 35 % dependiendo del origen. Lo anterior significa que el vehículo que más llega a pagar impuestos sumados es del 92% y estos impuestos no están ligados inversamente proporcional a sus condiciones de emisiones, aunque esto no es intencional, con excepción del IVA y del impuesto anual de rodamiento.

Tabla 2: Configuración y distribución de flota resultante de simulación para alcanzar las metas de la NDC proyectada al 2030 y 2050

Tipo Vehículo	Año	Diesel Euro V o superior	Gas Natural Euro V o superior	Eléctricos	Hidrógeno	Flota remanente Diesel o gas	Flota desintegrada
Ligeros y mediano	2030	27,069	39,956	50,267	9,022	70,417	93,164
	2050	31,803	47,704	149,473	82,687	8,561	155,020
Pesados	2030	0	17,647	55,760	1,891	42,410	56,111
	2050	0	21,069	130,247	34,477	5,156	93,365

Cero significa que no se compraron este tipo de vehículos posterior al 2030, alineados a las directrices europeas de restringir venta de vehículos de combustión interna entre el del 2030 y 2040)

Fuente: Elaboración propia usando el Simulador de reducción de emisiones Proyecto GIRO ZERO

26 <https://acmineria.com.co/acm/wp-content/uploads/2022/01/Ley-N0002169-de-2021-1.pdf>

27 Se centra en los cambios en el impuesto de matriculación de los vehículos eléctricos, a partir del 19 de noviembre de 2015 en Dinamarca (Asplund et al., 2018)



BOX 1

¿Cómo funciona el simulador de emisiones Proyecto Giro Zero?

Al ser el sector transporte automotor de carga una de las principales fuentes de emisiones del país, el equipo del proyecto **GIRO ZERO** **construyó una herramienta que permite realizar simulaciones y estimaciones detalladas a nivel de tipo de camión y tecnología** que permite evaluar dos tipos de estrategias: **a. eficiencias operativas** y **b. cambio tecnológico**

El simulador compara las medidas planteadas en términos de emisiones de CO2 con un escenario de referencia del estudio VITO de 2015 que contiene las proyecciones de emisiones del sector TAC y visualiza posibles escenarios futuros.



RNDC:

La fuente de los datos está relacionada con la actividad de transporte de carga por carretera en Colombia, los cuales se encuentran sistematizados en el RNDC. Se han integrado cerca de 8 millones de viajes en un año con el detalle de toneladas-kilómetros recorridos para alimentar esta herramienta con el fin de contar con información robusta y confiable.



Cambio tecnológico:

Que contiene resultados sobre las buenas prácticas de operación de los vehículos.

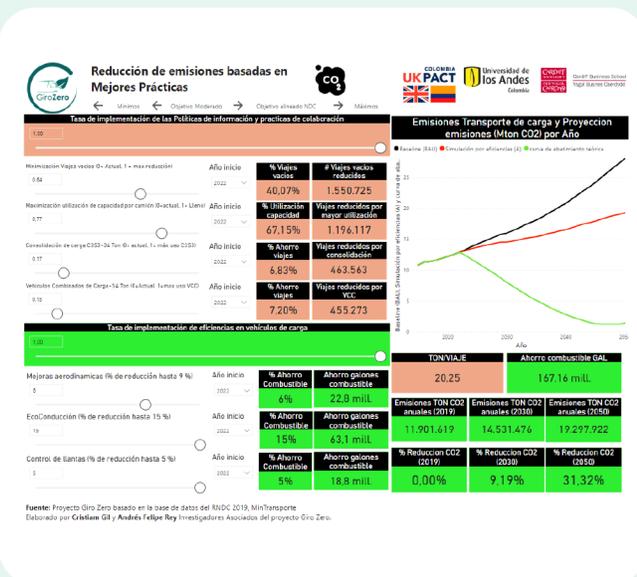


RUNT:

Flota actual en términos de distribución de tecnologías y emisiones

El simulador permite **visualizar escenarios futuros** y permite **modificar no sólo el año de implementación de cada una de las acciones sino también la tasa de adopción**. Esto permite **tomar medidas correctivas** en caso de no alcanzar las metas propuestas en cualquier año entre 2022 y 2050.

Para **facilidad de los usuarios** y una **interfaz gráfica más clara** se dividieron las estrategias en dos ventanas, la primera de ellas corresponde a las mejores prácticas



En la primera ventana del simulador se puede cuantificar el impacto de distintas prácticas de reducción de emisiones a nivel logístico:



Reducción viajes vacíos



Consolidación en vehículos pesados



Aumento de utilización capacidad de camiones



Consolidación en vehículos combinados de carga VCC

y a nivel de operación del vehículo:



Ecoconducción

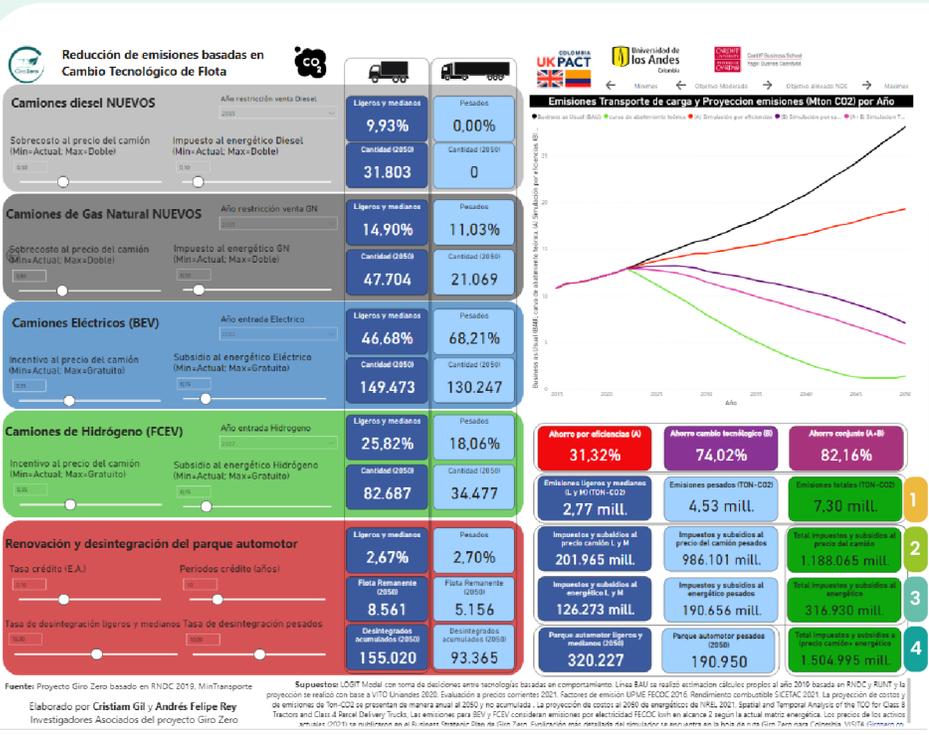


Aerodinámica



Gestión de llantas

La segunda interfaz simula el cambio tecnológico de la flota y su impacto en las curvas de abatimiento para alcanzar los objetivos de cero emisiones. Considera vehículos: pesados, y medianos y ligeros, indicando la distribución del parque automotor en dichas tecnologías y la cantidad de flota de motores de combustión interna remanente e indica los esfuerzos monetarios por año promedio en caso de tomar dichas decisiones de ascenso tecnológico



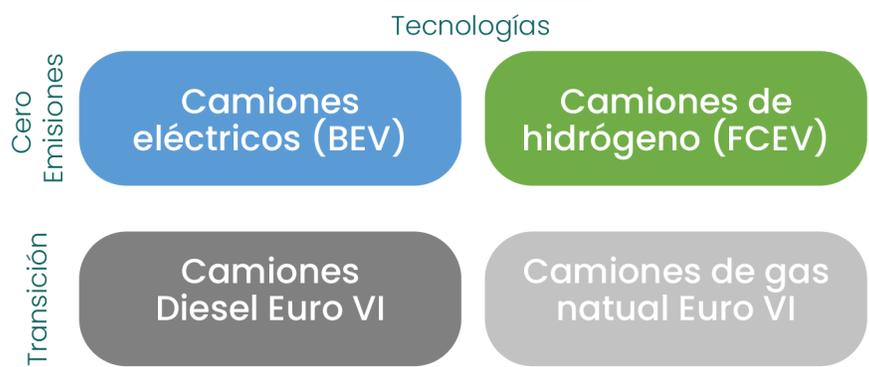
- Se señala el resultado del % de ahorro en emisiones de las medidas de eficiencias operativas
- Indica los ahorros de emisiones gracias al cambio tecnológico
- Indica el resultado final de las medidas de ahorro de ascenso tecnológico y mejores prácticas
- Se refiere a vehículos ligeros y medianos
- Se refiere a vehículos pesados
- Se refiere a la suma de vehículos ligeros y medianos y pesados.
- 1 La primera cifra se refiere a las emisiones en Ton de CO2
- 2 La segunda se refiere al valor de impuestos y subsidios de los activos
- 3 La tercera se refiere al valor de impuestos y subsidios del energético
- 4 La cuarta se refiere al parque automotor de vehículos de transporte automotor de carga

La herramienta puede consultarse en <https://girozero.uniandes.edu.co/herramientas/simulador-de-escenarios>

Con los resultados de las dos interfaces se obtiene la curva total de emisiones con las medidas de mejores prácticas y de ascenso tecnológico y es posible evaluar el cumplimiento de las metas del país y de los compromisos internacionales



La simulación busca evaluar el proceso de transición del parque automotor actual hacia cuatro tecnologías





El ascenso tecnológico debe ser un plan de transformación planificado, por etapas (por rutas, regiones, sectores económicos), que permita una transición certera y segura para los transportadores y el país en general

Recomendaciones

Para iniciar el giro del TAC hacia cero emisiones en 2050, la participación del sector privado conformado por las empresas de transporte y los generadores de carga, y los propietarios de vehículos es clave para que se alcance una tasa de implementación total de las medidas operacionales, ya sea por interés propio o en caso de no darse en los próximos años, ser implementadas por la vía regulatoria²⁸.

Sin embargo, todos estos esfuerzos de reducciones de GEI por **estas medidas no son suficientes para alcanzar las metas de Colombia y dichas medidas deberán ser complementadas con la renovación tecnológica de flota**, lo cual requiere de un mayor esfuerzo en tiempo y recursos público-privados.

Aunque en la actualidad no existe la oferta suficiente de tecnologías de cero emisiones en Colombia, la disponibilidad total y una amplia diversidad de estas tecnologías en el mercado no es garantía suficiente para que el cambio en el sector del transporte de carga suceda tácitamente. Si bien el Gobierno Nacional ha implementado una serie de políticas encaminadas a la sostenibilidad del transporte, estas no son lo suficientemente ambiciosas para lograr el ascenso tecnológico de cero emisiones y así lograr las metas de NetZero al 2050 (Giro Zero, 2022). **Se requiere de políticas públicas y regulación que promueva proactivamente el ascenso tecnológico de la flota de vehículos livianos, medianos y pesados.**

Existen preocupaciones del sector privado con respecto no sólo al suministro y disponibilidad de energéticos sino también respecto de la infraestructura de carga de nuevas tecnologías a lo largo del territorio colombiano.

El ascenso tecnológico debe ser un plan de transformación planificado, por etapas (por rutas, regiones, sectores económicos), que permita la transformación del sector de forma certera y segura. Permitiendo a los transportadores tener la seguridad de una infraestructura robusta que no dificulte sus operaciones y gane adeptos que aceleren el cambio.

El panorama de cero emisiones al 2050 requiere de un cambio tecnológico de la totalidad de la flota actual del país²⁹, concentrarnos solo en esta acción podría ser suficiente para alcanzar la meta, pero el nivel de inversión sería muy elevado ante la escasez de recursos públicos en el mediano y largo plazo. **En el corto plazo, es necesario combinar acciones y apostar a las eficiencias operacionales y de optimización logística, como las ya descritas en el BOX 1, en conjunto con el cambio tecnológico.**

Sin embargo, aún con estas eficiencias es necesario considerar algún grado de inversión estatal y privada en la renovación del parque automotor, lo que supone principalmente un incentivo a la adquisición de flota cero emisiones, es decir, al costo fijo del activo nuevo, de otra manera no es posible cumplir la meta de descarbonizar la economía y por tanto el transporte terrestre a 2050.

28 Sin embargo, según DNP, en Colombia se emitieron un promedio diario de 3 decretos y 11 resoluciones entre 2000 y 2016, por lo que debe mejorarse la mejora regulatoria y el análisis previo del posible impacto de la regulación o análisis de impacto normativo.
29 Este cambio debe contemplar procesos de validación tecnológica que reduzcan los riesgos de adopción de nuevas tecnologías y la definición de estándares de eficiencia energética.

Lo anterior se debe combinar en una manera gradual con **restricciones a vehículos mayores a 20 años**, impuestos a los combustibles fósiles o al carbono y al costo de capital de los vehículos que emplean estos combustibles, o incentivos a los energéticos de los vehículos cero emisiones que son acciones ineludibles para la renovación efectiva del parque automotor de carga en Colombia.

Otras políticas como promover la generación de energía con cero o bajas emisiones de carbono, generar beneficios en peajes (tarifas diferenciales) y precios de congestión, tarifas de registro e impuestos, en los que los vehículos cero emisiones tendrían menores tarifas o estarían exentos, **aumentan el atractivo relativo de los vehículos eléctricos y de hidrógeno**.

Basados en el escenario de simulación para alcanzar la meta NDC, se obtiene un costo razonable de COP\$ 72,357/tCO₂ (18USD/tCO₂)³⁰ del impuesto al carbono. Bloomberg sugiere que un precio de USD\$ 50/tCO₂³¹ estaría alineado para cumplir los requerimientos del Acuerdo de París. Actualmente, el costo de emisiones de dióxido de carbono en los mercados financieros llegó a picos intradiarios en febrero de 2022 a 112 USD /tCO₂³² (COP\$ 444,192/tCO₂)³³.

Existe una curva de aprendizaje que debe recorrer no solo nuestro país también el mundo, **si se hacen eficiencias operacionales en nodos (orígenes y destinos de la carga) y en la red de carreteras que permitan realizar un mayor número de viajes y**

una mayor utilización de los vehículos, la inversión estatal puede verse reducida sustancialmente mientras se llega a la madurez de las tecnologías y con ello la estabilidad de costos de capital en el mercado.

Gran parte de estas eficiencias operacionales se logran a partir de esfuerzos en la comunicación de los propietarios de la carga y de los demás actores de la cadena logística, de forma veraz y segura de los movimientos planeados a lo largo del territorio que permita la identificación de sinergias llegando a consolidaciones de mercancía y sincronización de vehículos de forma efectiva. Para esto, **es imperativo el uso de sistemas de información eficientes que permitan la visualización de esta información para la toma de decisiones del sector en tiempo real de ser posible**.

Una inquietud que surge es como debe ser este cambio a lo largo del horizonte de planeación: número de vehículos, su tamaño, el tipo y las restricciones operacionales. Sin embargo, existe una inquietud aún más relevante: **¿Cómo involucrar eficazmente a los pequeños propietarios de vehículos de transporte de carga (PPVTC)?, un segmento con algún grado de informalidad en Colombia, para que el cambio tecnológico sea un proceso autónomo, consciente y satisfactorio**. Para que el cambio sea impulsado por esta población principalmente y no solo por la regulación gubernamental es necesario reformular la política de renovación del parque automotor de carga enfocándose en incrementar los incentivos y reducir los tiempos



Con la implementación de eficiencias operacionales en la próxima década, será posible realizar un mayor número de viajes y utilizar los vehículos de manera más eficaz, reduciendo el gasto público mientras se masifican las nuevas tecnologías

30 Tasa de cambio representativa del mercado (TRM) USD/COP de 3.966 al final del mes de abril de 2022, Banco de la República de Colombia
31 <https://www.bloomberg.com/netzeropathfinders/best-practices/carbon-pricing/>
32 <https://www.bloomberg.com/opinion/articles/2022-02-10/the-market-is-finally-putting-a-realistic-cost-on-carbon-as-credits-price-soars>
33 Tasa de cambio representativa del mercado (TRM) USD/COP de 3.966 al final del mes de abril de 2022, Banco de la República de Colombia

de trámite y consecuentemente el programa de reposición vehicular alineados a las metas contenidas en los compromisos internacionales, donde proyectos como GIRO ZERO que fomentan el involucramiento voluntario son parte de la solución.

En lo que se refiere a gobernanza, la creación del comité Técnico de Infraestructura, Transporte y Movilidad Sostenible (CTITMS) como una instancia formal, de alto nivel que hace parte del Sistema Nacional de Competitividad e Innovación (SNCI), le permitirá al Gobierno Nacional coordinar con los actores del sector TAC las acciones necesarias para alcanzar la carbono neutralidad.

Sin embargo, ciertos ajustes deben ser realizados, como vincular de manera formal a la academia y no establecer al comité únicamente como una instancia de solución de cuellos de botella del sector privado. Por último, se recomienda que se establezca una agenda clara para la descarbonización de los distintos modos de transporte y en especial del TAC para que no se diluya la temática entre

infraestructura y otros servicios de transporte y logística que hacen parte de las funciones del comité.

Lo anterior, confirma la necesidad de combinar esfuerzos no sólo privados sino públicos a través de políticas públicas adecuadas y adaptadas a los compromisos internacionales junto con regulación y programas y proyectos alineados a las metas a las que el país se comprometió para los años 2030 y 2050 en la COP26; **todo ello soportado por la sociedad civil** donde se encuentran personas afectadas por las distintas medidas y las externalidades negativas del transporte.

Finalmente, aspectos más detallados de políticas que fomentarían la renovación tecnológica o eficiencias operativas se tratarán en la serie de GIRO ZERO Policy Briefs, desarrollado por la Universidad de los Andes, Colombia y Cardiff University, Reino Unido, dentro el marco del proyecto GIRO ZERO.

Referencias

- Asplund, M., Jinkins, D., Lutz, C., and Paiz, G. (2018) Winners and Losers from an Announced Durable Tax. <http://www.davidjinkins.com/docs/WinnersAndLosersFromAnAnnouncedExciseTaxHikeTeslaInDenmark.pdf>
- DNP, D. N. (2022, marzo 29). Documentos CONPES. Retrieved from Departamento Nacional de Planeación: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4075.pdf>
- Drive to zero, G. c. (2022, Abril 26). Global memorandum of understanding on zero emission medium and heavy duty vehicles. Retrieved from MOU: <https://globaldrivetozero.org/site/wp-content/uploads/2021/12/Global-MOU-ZE-MHDVs-signed-20-Dec-21.pdf>
- Giro Zero, U. d.-U. (2022). Roadmap; dirigiendo el sector transporte automotor de carga en Colombia hacia las cero emisiones. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Gobierno Colombiano: Contribuciones Nacionalmente Determinadas NDC. (2020). Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC). (N. S. Climático, Ed., & G. d. Colombia, Recopilador) Bogotá. Recuperado el may de 2021, de <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Colombia%20First/NDC%20actualizada%20de%20Colombia.pdf>
- Gobierno de Colombia, C. N. (2020). Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC). (N. S. Climático, Ed., & G. d. Colombia, Recopilador) Bogotá. Recuperado el may de 2021, de <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Colombia%20First/NDC%20actualizada%20de%20Colombia.pdf>
- IPCC, G. I. (2022). Sexto reporte de evaluación.:Cambio climático 2022: mitigación del cambio climático. Grupo de trabajo III.

- ITF, I. T. (2022). Keeping 1.5°C Alive: Transport at COP26. París: OCDE, Decarbonising transport initiative.
- ITF, I. T. (2022, Abril 30). OECD ITF. Retrieved from transport-co2-paris-agreement-six-years-later: <https://www.itf-oecd.org/ndc-tracker/es>
- McKinnon, A. (2022, May). Logistics at Davos. Logistics Manager, p. 9.
- Minambiente, M. d. (2021). Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia para Cumplir con el Acuerdo de París (E2050). Bogotá: Gobierno de Colombia.
- Minenergía. (2022, Marzo 17). Boletín informativo. Retrieved from Ministerio de Minas y Energía: <https://www.minenergia.gov.co/en/historico-de-noticias?idNoticia=24340845>
- Mintransporte, M. d. (2021, noviembre 01). Ministerio de Transporte, publicaciones. Retrieved from Intermodalidad, transición energética y movilidad sostenible, las tres grandes acciones del sector Transporte en COP26: <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/10381/intermodalidad-transicion-energetica-y-movilidad-sostenible-las-tres-grandes-acciones-del-sector-transporte-en-cop26/>
- SNCI, P. d. (2022, Abril 26). Colombia competitiva. Retrieved from Comités Técnicos: <http://www.colombiacompetitiva.gov.co/snci/ct/Comite-Transporte-Infraestructura-Movilidad-Sostenible>
- TDA, T. d. (2022, Abril 26). A global call to accelerate electric vehicle charging infrastructure. Retrieved from Charge to move and accelerate: <https://tda-mobility.org/charge-to-move-and-accelerate/>
- UK, G. d. (2021, Noviembre). El pacto climático de Glasgow en la COP26. Retrieved from UN Climate change conference 2021: www.ukcop26.org
- UN, N. U. (2022, Abril 25). Cambio climático. Retrieved from página web Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/climatechange/>
- VITO, Andes, U. d., CIAT, Wageningen, U. d., SEI, & ESMIA. (2020). Informe sobre el desarrollo y los supuestos para la realización de escenarios de referencia. Bogotá: Banco Mundial.
- VITO, Andes, U. d., CIAT, Wageningen, U. d., SEI, & ESMIA. (2020). PMR Colombia: Actualización y consolidación de escenarios de emisiones de GEI por sector ; Informe sobre el desarrollo y supuestos del escenario de mitigación. Bogotá: Banco Mundial.

Sobre los autores:

Universidad de los Andes

- Gordon Wilmsmeier: Profesor Asociado y titular del “Kühne Professorial Chair in Logistics” Facultad de Administración.
- Juan Pablo Bocarejo; Profesor Asociado Facultad de Ingeniería Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.
- Ricardo Morales: Profesor Asociado, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Facultad de Ingeniería.
- Gustavo Martínez: Investigador Asociado, Facultad de Administración.

Cardiff University, Reino Unido

- Cristiam Gil: Investigador Asociado Universidad de los Andes y Cardiff University.
- Andrés Felipe Rey: Investigador Asociado Universidad de los Andes y Cardiff University.

En esta edición

- Gretty Viviana Acosta Arregocés: edición, diseño y diagramación.

Agradecimiento a los socios beneficiarios que participaron en la revisión y discusión de este documento:

- Departamento Nacional de Planeación
- Ministerio de Transporte
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
- Ministerio de Minas y Energía
- COLFECAR
- Profesor Julio Villalobos, Universidad Andrés Bello, Chile