



PILOTO DE COMPARACION DE EMISIONES ENTRE VEHICULOS ELECTRICOS Y DIÉSEL EN LA OPERACION URBANA DE LA COMPAÑIA BASF

CASO DE ESTUDIO

Autores

Andrés Felipe Rey-Ladino², Camila Faride Cubillos², Gordon Wilmsmeier³, Juan Pablo Bocarejo⁴, Alexander Mendez⁵.

¹ Universidad de Los Andes, Colombia, a.reyl@uniandes.edu.co, ² Universidad de Los Andes, Colombia, cf.cubillos@uniandes.edu.co, ³ Universidad de Los Andes, Colombia, g.wilmsmeier@uniandes.edu.co, ⁴ Universidad de Los Andes, Colombia, jbocarej@uniandes.edu.co, ⁵ BASF, Colombia, alexander.mendez@basf.com,

Palabras clave: Descarbonización, Transporte de carga por carretera, Camión eléctrico a batería, Medición huella de carbono, Gestión de la cadena de suministro.

Introducción

El proyecto Giro Zero liderado por la Universidad de los Andes y Cardiff University, financiado por UKPACT¹, tiene como objetivo ayudar a aumentar la adopción de tecnologías de bajas emisiones y mejores prácticas ambientales mediante la propuesta de estrategias para mejorar la configuración, gestión y logística de la flota y el uso de combustibles renovables en el Transporte Automotor de Carga (TAC) (Giro Zero, 2022). El proyecto Giro Zero liderado por la Universidad de los Andes y Cardiff University, financiado por UKPACT², tiene como objetivo ayudar a aumentar la adopción de tecnologías de bajas emisiones y mejores prácticas ambientales mediante la propuesta de estrategias para mejorar la configuración, gestión y logística de la flota y el uso de combustibles renovables en el Transporte Automotor de Carga (TAC) (Giro Zero, 2022). Los pilotos se han desarrollado con el propósito de

¹ UK PACT (Partnering for Accelerated Climate Transitions) es un programa único de desarrollo de capacidades. Gobernado y financiado conjuntamente por la Oficina de Relaciones Exteriores, Bienestar Común y Desarrollo (FCDO) del Gobierno del Reino Unido y el Departamento de Negocios, Energía y Estrategia Industrial (BEIS) a través de International Climate Finance del Reino Unido.

² UK PACT (Partnering for Accelerated Climate Transitions) es un programa único de desarrollo de capacidades. Gobernado y financiado conjuntamente por la Oficina de Relaciones Exteriores, Bienestar Común y Desarrollo (FCDO) del Gobierno del Reino Unido y el Departamento de Negocios, Energía y Estrategia Industrial (BEIS) a través de International Climate Finance del Reino Unido.



Cardiff Business School
Ysgol Busnes Caerdydd



levantar información de campo real y calcular indicadores intensivos con el fin de poder realizar comparaciones entre tecnologías, empresas y tipos de cadenas de suministro.

La compañía del piloto

BASF es una empresa química la cual fue fundada en 1865 en la ciudad de Ludwigshafen, Alemania, donde se encuentra la fábrica principal con una superficie de 10 km², la cual la cataloga como el recinto químico integrado más grande del mundo. Cuenta con los siguientes modelos de negocio:

- Químicos (Petroquímicos, intermedios).
- Materiales (Materiales de alto desempeño, Monómeros).
- Soluciones Industriales (Dispersiones & pigmentos, Químicos de alto desempeño).
- Tecnologías de superficie (Catalizadores, Recubrimientos).
- Nutrición & Cuidado (Nutrición & salud, Químicos para el cuidado)
- Soluciones agrícolas.

La empresa inició fabricando pigmentos para ropa. Tiempo después, dos químicos de la empresa desarrollaron el proceso para la producción de amonio (fertilizante), vía síntesis química de alta presión y el salitre sintético, lo que significaría un hito en la producción de alimentos a nivel mundial. Tanto, que este desarrollo los hizo merecedores del Premio Nobel de Química de 1931, posicionando a BASF como una organización clave dentro de la industria química.

A lo largo de la vida de BASF se ha dado cuenta que es prioridad para la sociedad global y la industria contar con una estrategia de sostenibilidad, por lo que BASF como propósito se enfoca en tener lineamientos y objetivos claros en materia de iniciativas verdes, sustentabilidad y sostenibilidad, enfocándose en una economía circular, en un modelo de producción y consumo que implique reutilizar, renovar y reciclar materiales, así como productos, esto logra un valor añadido. En este orden de ideas, BASF apuesta por una gestión empresarial alineada a la sostenibilidad, y es así como desea conectar con proyectos de valor compartido, entre los cuales, la medición de la huella de carbono en la cadena logística de los productos de BASF, de forma que todos los productos tienen relacionado una huella de carbono la cual debe cuantificarse, con el fin de reducirlas.

Alineado con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), BASF ha priorizado iniciativas verdes y mecanismos que ayuden a ser más verdes, sostenibles, eficientes y aportar menos huella de carbono, tanto así que, dentro de sus investigaciones, se están desarrollando productos que cumplan determinadas características en materia de sostenibilidad, ámbitos energéticos y uso eficiente de recursos utilizando energías renovables.

BASF aspira ser una empresa líder en la industria química mediante la estrategia diferenciada de sostenibilidad, generando valor para la organización y sus clientes, siendo más competitiva y consistente, renovando la tecnología de su flota vehicular. BASF pretende ser pionero de la industria química en materia de utilización de vehículos eléctricos en su cadena logística, es con el fin de corresponder a una necesidad mundial de responsabilidad social, la responsabilidad social en BASF es muy importante en la compañía. Por otro lado, pues al tratar de migrar a una matriz energética más limpia, el valor agregado de esto es disminuir la huella de carbono de 181 toneladas de CO₂e³ anuales a cero, es una aspiración grande pero no imposible. Por ende, BASF de manera radical decide cambiar su repartición de última milla a operaciones más limpias, alineados con los objetivos de reducción de emisiones de 2030.

Por otro lado, BASF CO, desde el área de Sostenibilidad Corporativa hace una compensación voluntaria de manera anual de los vehículos directamente relacionados con la operación. La compensación voluntaria consiste en calcular la huella de carbono de personas físicas y jurídicas, una vez se calcula la huella se trata de compensar

³ Estas emisiones directas son las emitidas por BASF en Colombia en transporte de carga en el 2021

sembrando arboles nativos, por ejemplo, en el año 2021 las emisiones emitidas por Colombia fueron 180.76 Ton CO₂ equivalente y en Ecuador 280.77 76 Ton CO₂ equivalente, teniendo un total de 461.53 76 Ton CO₂ equivalente (vehículos en modalidad de Leasing), y compensado esto con arboles nativos plantados.

Diseño del piloto: Migración a tecnologías más limpias

Las estrategias de sostenibilidad enmarcaban cambios tecnológicos de las tecnologías tradicionales usadas en la operación de BASF, por ende, la organización decide cambiar un vehículo de combustión a diésel tradicional por un camión eléctrico en la ciudad de Bogotá D.C., la operación básicamente desarrolla rutas en la capital colombiana, y se reemplaza una tecnología por la otra, sin embargo, para esta repartición de última milla hay dos camiones uno operando bajo diésel y uno es eléctrico.

El camión eléctrico es adquirido por medio del modelo de renting, con renting Bancolombia. Ahora bien, en términos de incentivos tributarios, BASF no tiene directamente estos incentivos⁴. Sin embargo, beneficios tributarios o financieros que se tiene al usar este camión eléctrico son:

- Aplicación de tarifas de impuestos no supera el 1% del valor comercial.
- Revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes con un descuento del 30 %⁵.
- No hay restricción vehicular por el país y mucho menos en las ciudades, lo cual es un factor importante pues la operación logística, pues esta no se ve interrumpida por ningún ruido de estas características, sino que la operación puede ser de flujo continuo toda la semana.
- Descuento en seguros, particularmente se tiene un descuento en el SOAT de 10%.

BASF también contempló esta viabilidad técnica y financiera en la adquisición de su vehículo eléctrico, sin embargo, se debe tener en cuenta que la competitividad en la industria es fundamental, por lo que la renovación de esta flota es también lograr un posicionamiento como marca que apoya las energías alternativas y renovables.

Entonces, se cambia un vehículo de combustión tradicional diésel por un vehículo eléctrico bajo el modelo de renta, uno de los principales motivos para esto fue el costo. BASF manifiesta que un vehículo eléctrico cuesta \$3.440.792 COP por mes, por otro lado, el vehículo tradicional de Diésel tiene un costo de \$8.112.000 COP por mes, el vehículo eléctrico bajo modalidad renting es 41% menor que el vehículo Diésel, dado el modelo de renting.

El vehículo adquirido es un furgón para carga seca, destinado para el transporte de químicos línea para chasis Dongfeng-STARK 2.3 eléctrico, en donde se transporta pintura. Los vehículos usados en el piloto cuentan con las siguientes especificaciones:

Tabla 1. Especificaciones de los vehículos usado en el piloto

Especificaciones vehículo	Vehículo Eléctrico	Vehículo Diésel
Marca	Dongfeng – STARK	Daihatsu
Modelo (año)	2021	2008
Capacidad de Carga batería (Kwh)	380V/48.97Kwh	N/A

⁴ Se hace una aclaración, la empresa (en este caso BASF) que usa el modelo de renting no tiene directamente un beneficio, pues el beneficio se traslada al cliente a través del canon de arrendamiento, solo si, se hace un proceso para acceder al 25% de inversiones en tecnologías sostenibles.

Para acceder al beneficio del 25% de inversiones en tecnologías sostenibles (en este caso con renting Bancolombia catalogan energías sostenibles eléctricos, híbridos y gas natural), se debe hacer un trámite el cual es extenso, por lo que, si este sucede en el segundo semestre del año, no aplican los beneficios, dado que hay retrasos en los tiempos de las entidades públicas que intervienen en el mismo. Este proceso es muy largo, por lo que, si un cliente adquiere el vehículo en el segundo semestre del año, el trámite no se alcanza a finalizar pues debe pasar por revisión de UPME y ANLA, luego revisoría fiscal y finalmente DIAN. Conforme con renting Bancolombia, a dicho beneficio solo accede un número muy mínimo de empresas, dado los extensos trámites para acceder a este.

⁵ La Resolución 20213040039485 define que los Centros de Diagnóstico Automotor o CDA deberán aplicar un descuento del 30% a los propietarios de los vehículos eléctricos cuando realicen la revisión técnico-mecánica

Autonomía (Km)	220 km	666 km
Potencia	107 hp	129.00 PS @6000 rpm
Torque	550 Nm	170.00 Nm
Cantidad Ejes	2	2
Cantidad Llantas	6	4
Año fabricación	2020	2001
Tecnología Emisión	Vehículo eléctrico	Vehículo Diésel
Peso en vacío kg	Peso en Seco 1.700 kg + Peso Furgón 620kg	3.500 kg
Peso Bruto vehicular kg	4.000kg	5.970 kg
Capacidad de Carga Kg	1680 kg	4.900 kg
Dimensiones (cm)	Largo 330 x Ancho 190 x Alto 190	Largo 376.5 x Ancho 162 x Alto 155

Fuente: Proyecto Giro Zero y BASF

Figura 1. Camiones usados en el piloto



Fuente: Proyecto Giro Zero y BASF

Por otra parte, al hacer una comparación de tecnologías, las variables y la variabilidad debe ser controladas o reducidas, casi que, minimizadas, es decir, en una ruta el recorrido debe ser el mismo, el conductor igual, las horas en las que se transita similares, con el fin de no atribuir cambios a variables externas y no exclusivamente a la tecnología. Sin embargo, en este caso la ruta no siempre es igual, pues los destinos varían conforme cada entrega, pero se trata de reducir la variabilidad.

Operación de los vehículos de diferentes tecnologías

Vehículo eléctrico: El camión eléctrico en su operación es económico, BASF manifiesta un rendimiento de 118.18 COP/Km, este resultado se obtiene del rendimiento consumo del cargue \$26.000 COP sobre los 220 Km que se estima es la autonomía (se incluye la autonomía que provee el fabricante), mantenimiento de \$300.000 COP cada 8.000 kilómetros según el fabricante, el vehículo no cuenta con requerimientos diferentes o particulares, solo se necesita un curso básico de manejo de la flota, el cual es dictado por el mismo proveedor del vehículo, junto con los fundamentos técnicos, encendido/apagado, funcionamiento, cargador del vehículo y bloqueo de dirección. En cuanto a mantenimiento se ha hecho un evento de este tipo, cuando se completa 5.000 km recorridos, el vehículo se sube a una máquina, se le desmontan las 4 ruedas, se gradúan los frenos y se revisa el nivel de refrigerante.

En términos logísticos, la utilización de un vehículo eléctrico no presenta mayores retos para la operación de BASF, pues es verdad que el vehículo debe ser cargado por alrededor de 8 a 10 horas, por medio de un cargador, para que rinda de manera óptima y alcance su autonomía, la cual la provee el fabricante como 220 km. El cargado se conecta a la corriente, una vez conectado se conecta la pistola al vehículo (este tiempo es el recomendable para que se tenga una carga de 100%) se deja toda la noche cargando, con el fin de no sufrir retrasos en el día. Cuando la carga ya este a tope el tablero del vehículo se apaga por sí mismo. Una vez este cargado el camión se debe inspeccionar la carga de batería, como paso pre-operativo, que se encuentra en perfectas condiciones para iniciar el viaje, en consecuencia, al tener cargas full o completas, no es necesario el desvío de ruta y el mapeo y entregas se mantiene.

En cuanto al comportamiento del camión cuando están cargados, se observa que la aceleración inicial es similar tanto para vehículo diésel como para el eléctrico. De igual manera, el comportamiento del camión en diferentes condiciones geográficas a las que se ha visto sometido no influye en el funcionamiento del mismo, este sigue operando de manera normal y eficiente. Es importante tener en cuenta que un vehículo de bajas y cero emisiones tiene ciertas diferencias, como por ejemplo se evidenció que en algunas ocasiones la dirección se bloqueaba, por no accionar el embrague que es el mismo freno. La manera en la que se solucionó fue girando el máster, este es un aislador de corriente el cual es una palanca, para que así el vehículo quedara sin corriente durante 5 minutos, después se devuelve la palanca a su lugar y hacia la dirección, desbloqueando la dirección. Pero a grandes rasgos el vehículo funciona normalmente.

Ahora bien, el conductor encargado de manejar este vehículo es el Señor Diego Peña, y tiene como preferencia el vehículo eléctrico, cabe resaltar que el señor Peña ha conducido ambas tecnologías, nota una leve lentitud cuando el vehículo eléctrico está cargado siendo similar a un vehículo Diésel, no es una variable dependiente a la tecnología, pero en materia de comodidad, velocidad, rendimiento que le brinda al usuario y de manera general es superior a un vehículo diésel, el vehículo no tiene un ruido considerable, as algo mínimo, por lo que considera que su calidad es superior, además en términos de sostenibilidad, el ahorro de combustible y el impacto positivo que tiene con el medio ambiente son significativamente efectivos.

Vehículo Diésel: El vehículo Diésel Daihatsu modelo 2008 con autonomía de 666 km, el cual fue el vehículo comparativo de estudio, tiene un rendimiento de 392 \$/km según datos de rendimiento recopilados durante el piloto, durante el cual se observó un rendimiento del consumo de combustible de 23 km/gal. Por parte de BASF o su conductor no se dieron más detalles relevantes de la operación del vehículo, este funciona con normalidad, cuando está cargado es más lento que cuando esta vacío, pero no es una variable normal dependiente de la operación.

Diferencias operativas a resaltar: Las diferencias que se identifican de una tecnología a otra, es decir, de un camión convencional de Diésel comparado con un camión eléctrico, son bastante notorias,

- Los eléctricos cuentan con 1 motor eléctrico que no produce contaminación atmosférica ni acústica.

- Al momento del arranque, el camión eléctrico más velocidad (el conductor menciona que experimenta una sensación de más velocidad)
- El camión eléctrico un sistema automático.
- El camión eléctrico, disminuye el coste debido a que no requiere de combustible.
- El camión eléctrico, tiene la capacidad de cargar entre 1700 a 2300 kg.
- La batería cuenta con una capacidad de 4.897 kWh y requiere de ser cargado entre 8 a 10 horas.
- Mantenimiento eléctrico \$300.000 COP cada 8.000 kilómetros, mientras que uno Diésel es de \$500.000 COP

Operación de la prueba piloto

BASF participa en la investigación de los casos de estudio para una movilidad sostenible en el Transporte Automotor de Carga del proyecto Giro Zero, en donde se recolecta información de la operación de dos vehículos eléctrico y Diésel, con el fin de comparar ambas tecnologías. Para ello, se realizaron viajes regionales de corta distancia en el mes de julio de 2023 desde con Origen Madrid, Cundinamarca y con destinos tales como Bogotá, Tocancipá, Siberia, Cota, Chía Cajicá, Funza y Zipaquirá.

Tabla 2. Operación del piloto

Descripción operacion del piloto	Eléctrico	Diésel
Viajes	20	20
Distancial total recorrida (km)	1880	1918
Distancia promedio / viaje (km)	94	91
Peso promedio / viaje (kg)	738	1881

Fuente: Proyecto Giro Zero

Resultados del piloto

El principal indicador por comparar es la intensidad de emisiones por tonelada kilómetro, que es el recomendado para comparar distintas tecnologías, vehículos, productos, cadenas logísticas y de esta forma poder hacer un adecuado benchmarking. (Smart Freight Center, 2019). De igual forma se considera dentro de la metodología de medición las emisiones bajo lo que se denomina del Pozo a la Rueda, o por su término en inglés “Well to Wheel” (WTW), el cual consideran tanto las emisiones relacionadas a la producción del energético, ya sea electricidad o diésel “Well to Tank” (WTT) y las emisiones relacionadas al consumo del energético “Tank to Wheel” TTW. Para calcular las emisiones relacionadas al consumo de electricidad, se utilizó el factor de Emisiones Matriz Energética Colombia publicado por la UPME en el 2020 con un valor de 0,203 t CO₂eq/MWh que es igual a 203 g CO₂eq/kWh. (UPME, 2021). Para el vehículo de diésel se usó el factor de 10,133 Kg CO₂eq/Gal Decreto 926 de 2017 (MinAmbiente, 2017).

Tabla 3. Resultados del piloto

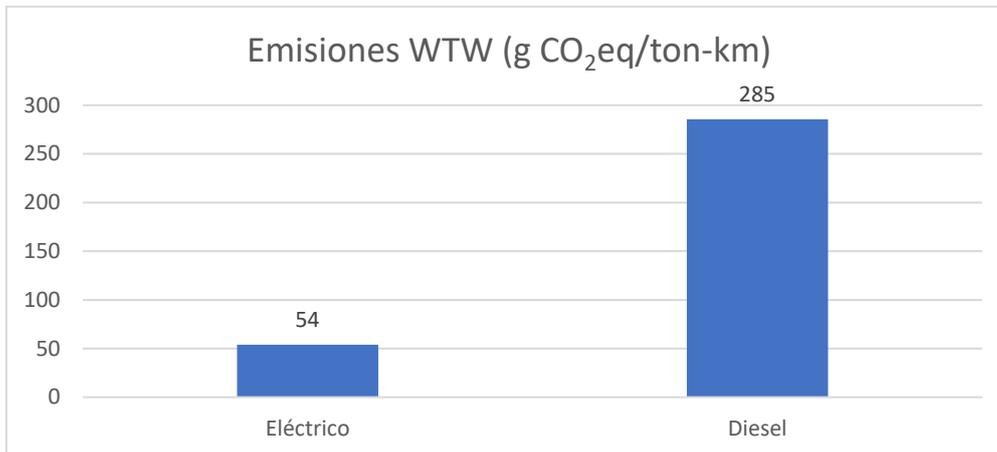
Resultados Well to Wheel (WTW)	Eléctrico	Diésel	Diferencia (veces)	Diferencia (%)
Emisiones WTW (g CO ₂ eq/ton-km)	54	285	5,3	431%
Emisiones WTW (g CO ₂ eq/km)	40	563	14,2	1316%
Costo energético (\$/km)	50	402	8,2	709%
Tasa de emisión (g CO ₂ eq/\$COP) -costo solo del energético-	0,80	1,401	1,7	75%

Fuente: Proyecto Giro Zero

Al comparar ambas operaciones dentro de esta cadena de suministro (en la que varía el peso promedio de 738 Kg/viaje a 1881 kg/viaje) se observa una diferencia de 5,3 veces de mayores emisiones la del vehículo Diésel con

un valor de 285 g CO₂eq/ton-km en comparación con la operación en el vehículo eléctrico con un valor de 54 g CO₂eq/ton-km. Tal y como se observa en la Figura 2.

Figura 2. Comparación de emisiones tonelada kilómetro de camión eléctrico y Diésel.

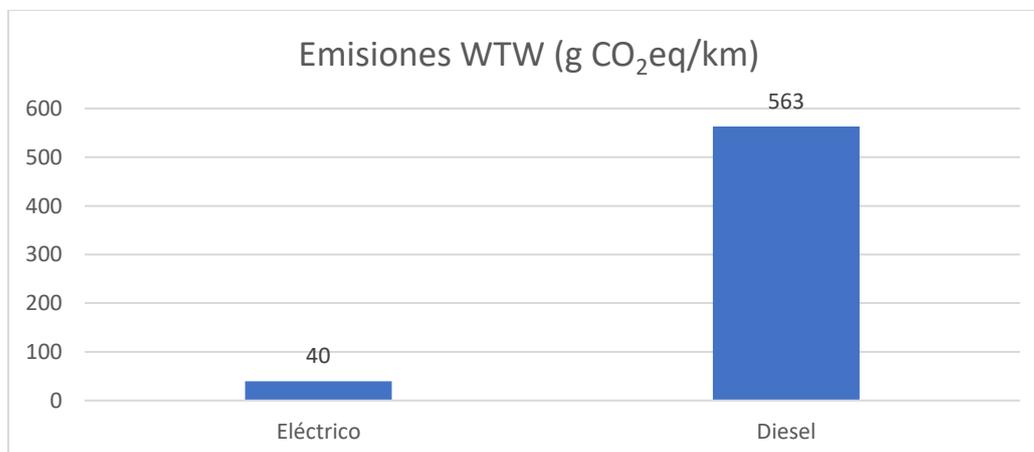


Fuente: Proyecto Giro Zero

Para la selección del vehículo un mejor indicador serían las emisiones por kilómetro recorrido en el caso hipotético que ambos vehículos tuvieron la misma capacidad de carga. Para el piloto se observan que las emisiones para el camión eléctrico son de 40 g CO₂eq/km mientras que el camión Diésel son de 563 g CO₂eq/km, llegando a ser 14,2 veces superior

Debido a que hubo una alta diferencia en el peso transportado en promedio entre las dos tecnologías como se observa en la Tabla 2 (en la que varía el peso promedio de 738 Kg /viaje a 1881 kg/viaje), para la selección del vehículo un mejor indicador serían las emisiones por kilómetro recorrido en el caso hipotético que ambos vehículos tuvieron la misma capacidad de carga. Para el piloto se observan que las emisiones para el camión eléctrico son de 40 g CO₂eq/km mientras que el camión Diésel son de 563 g CO₂eq/km, llegando a ser 14,2 veces superior, se puede observar esto en la Figura 3.

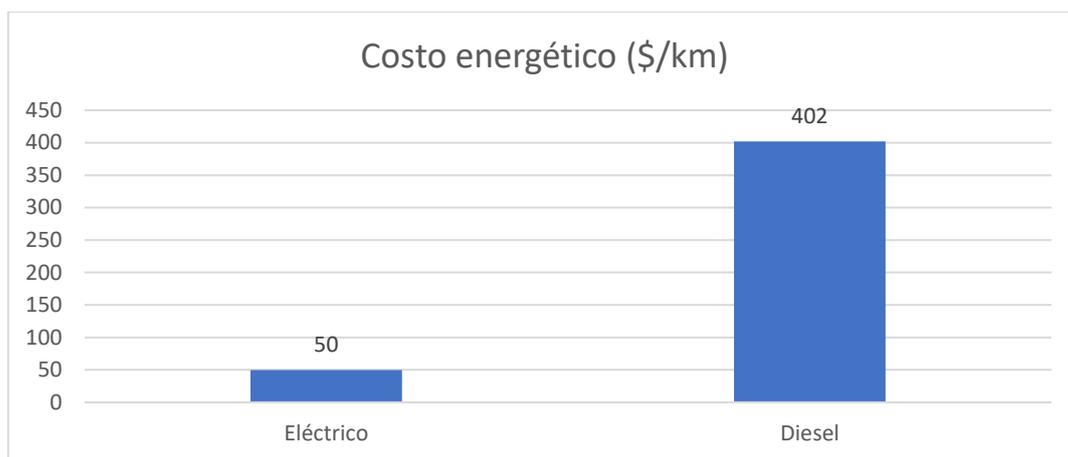
Figura 3. Comparación de emisiones por kilómetro de camión eléctrico y Diésel.



Fuente: Proyecto Giro Zero

El costo del energético es de los parámetros más importantes en los costos operativos, durante la prueba piloto el costo llegó a ser 8,2 veces superior en el camión Diésel en comparación con el camión eléctrico, siendo el costo por emisión para el eléctrico de \$50 COP/km mientras que en Diésel es de \$402 COP/km, como se observa en la Figura 4.

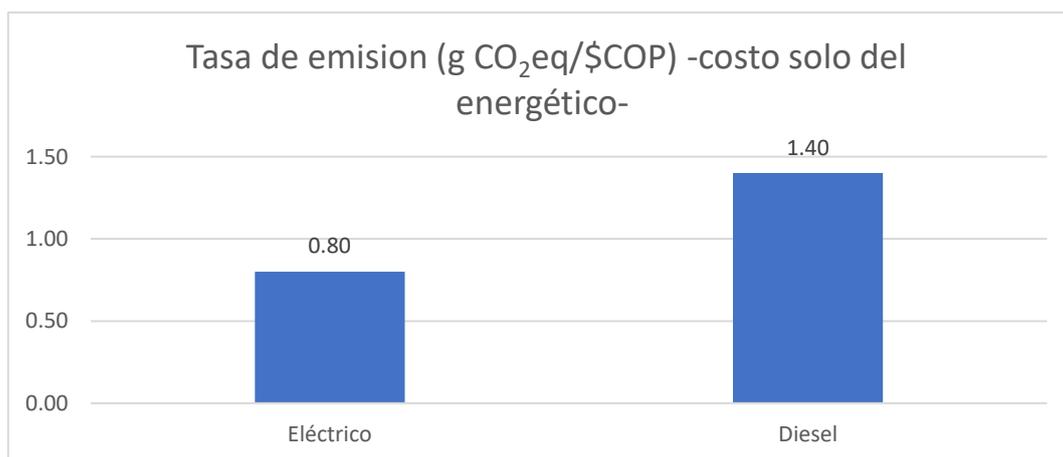
Figura 4. Comparación de emisiones por kilómetro de camión eléctrico y Diésel.



Fuente: Proyecto Giro Zero

La tasa de emisión es un indicador que relaciona las emisiones causadas vs el valor pagado⁶ del energético (Electricidad o Diésel). El costo relacionado con las emisiones es uno de los parámetros más importantes en la selección de un vehículo, durante la prueba piloto llegó a ser 1,75 veces superior en el camión Diésel en comparación con el camión eléctrico, siendo el costo por emisión para el eléctrico de 0,80 gCO₂e/\$ COP mientras que en Diésel es de 1,40 gCO₂e/\$ COP, una diferencia del 75%.

Figura 5 Comparación del costo del energético entre camión eléctrico y camión Diésel.



Fuente: Proyecto Giro Zero

⁶ Este indicador es una propuesta del Proyecto Giro Zero para aquellas empresas que no tienen acceso a la información de consumo de combustible de sus proveedores terceros, pero saben el valor que pagan de fletes a terceros o de consumos de combustible de esas operaciones. Con esta tasa de emisión se puede tener un estimativo de cuantas emisiones se generan con un cálculo directamente de los registros financieros, aunque esta medida no es certificable. Valores de referencia se pueden consultar en <https://girozero.uniandes.edu.co/herramientas/dashboard> (Rey-Ladino, 2021)



Cardiff Business School
Ysgol Busnes Caerdydd



Es importante resaltar que los precios de la electricidad en comparación con el combustible Diésel son especialmente altos para Colombia al compararse con otros países de Latinoamérica (Tanco, 2019) y que una política para reducir el costo de electricidad o proveer subsidios a los camiones o vehículos eléctricos, así como una adecuada infraestructura de recarga podría acelerar su adopción.

El futuro de BASF en la descarbonización del transporte de carga

¿Cuál es el plan para descarbonizar las operaciones de la empresa asociadas al transporte propio o tercero a NetZero al 2050?

BASF es cofundadora de la Alianza para el Fin de los Desechos Plásticos, organización que se lanzó en 2019 con la misión de desplegar soluciones e involucrar comunidades para terminar con los desechos plásticos en el medio ambiente, en la actualidad este compuesto por 46 compañías que han comprometido mil millones de dólares con el objetivo de invertir alrededor de dos mil millones de dólares en los próximos 5 años. Además, se unió al Consejo Mundial de Plásticos en 2018, una organización global que promueve temas industriales de relevancia global, como el uso responsable de plásticos, gestión eficiente de residuos, soluciones para la basura marina, reducción de emisiones en toda la cadena de suministro. También, participa de manera activa en programas y lidera algunos de la institución americana Fundación Ellen MacArthur bajo la iniciativa de “Economía Circular 100”.

Por otro lado, BASF en su producción y su actividad diaria trata de ofrecer productos y soluciones de alto valor para aplicaciones en las industrias de salud, automotriz, construcción y consumo con el fin de aumentar la sustentabilidad de los productos, por ejemplo, los plásticos contribuyen a una reducción de las emisiones de CO₂, por medio de un peso ligero, es decir, conforme el plástico sea más ligero, el consumo de combustible es menor y también aislamiento, es decir menos calentamiento, los envases se proyectan para que tengan un vida útil más larga reduciendo el desperdicio de alimentos, complementando con productos compostables fósiles de base biológica balanceados con biomasa y certificados de alto rendimiento. BASF está trabajando en tecnologías innovadoras que promuevan el reciclaje y la recuperación de plásticos, por lo que, se promueve la investigación y desarrollo de nuevos materiales, composiciones y aleaciones que faciliten el proceso de reciclaje, así como procesos para la creación de valor como ChemCycling. Esta iniciativa se centra en que los desechos plásticos deben ser reciclados de manera química, por lo que los desechos contribuyen como materia prima para la producción, generando una economía circular.

Una meta ambiciosa es poder llegar a ser carbono neutrales, sin embargo, las emisiones de tercer alcance son difíciles de cuantificar al no tener un manejo directo sobre estas, por lo que, se compensan estas estimaciones de las emisiones de alcance tres con la siembra de árboles, una vez se tengan estimaciones anuales, se siembran miles de árboles para compensarlas.

Es un camino largo, ambicioso, pero no imposible por lo que BASF a 2050 espera ser NetZero, por medio, de productos que generen mucho valor 100% reciclables y que sirvan como materia prima para que la cadena de suministro cumpla con la economía circular. Conforme a la compensación de emisiones se espera no tener que compensar emisiones, pero seguirán programas en pie con la siembra de árboles, concientizando a la ciudadanía e industrial de la importancia de medio ambiente. En términos de transporte BASF no ve un horizonte claro, pero conforme vaya madurando el tema apostará 100% en tecnologías limpias que se acoplen a su modelo de trabajo.

Conclusiones

Durante el piloto se observó que es totalmente factible las operaciones de un vehículo eléctrico, ya que no tuvo inconvenientes de autonomía y en términos logísticos para la operación de BASF en comparación con un vehículo Diésel. De igual forma tanto en costos reportados por la empresa BASF se observan resultados económicos



Cardiff Business School
Ysgol Busnes Caerdydd



favorables bajo el esquema renting en comparación con costos actuales versus comparación con el Diésel para las operaciones de corta distancia de BASF.

Adicionalmente, en cuanto a las emisiones, el indicador recomendado para realizar comparaciones por el Global Logistics Emissions Council, GLEC (Smart Freight Center, 2019) es un indicador intensivo que relaciona las emisiones generadas por cada tonelada transportado por un kilómetro g CO₂eq/ton-km. Durante el piloto se observó una diferencia de 5,3 veces de mayores emisiones la del vehículo Diésel con un valor de 285 g CO₂eq/ton-km en comparación con la operación en el vehículo eléctrico con un valor de 54 g CO₂eq/ton-km.

Finalmente, se observa un alto compromiso de la empresa BASF en cuanto a cómo reducir las emisiones al 2050 debido a que es una empresa líder en la creación e investigación de productos que generen un alto valor, sean 100% reciclables y sirvan como materia prima, creando procesos de economía circular a lo largo de toda la cadena de suministro. Conforme a las emisiones del segmento transporte, se alinean a los compromisos internacional y apostando en un 100% a tecnologías limpias, las cuales permitan matrices energéticas mas limpias y contribuyan a un medio ambiente sano y sostenible.

Bibliografía

- MinAmbiente. (2017). Decreto 926 de 2017. *Reglamenta el impuesto nacional al carbono y el mecanismo de no causación del impuesto*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/13.-Decreto-926-de-2017.pdf>
- Rey-Ladino, G. W.-R. (2021). KPI Dashboard for Road Freight Transportation of Giro Zero Project in Colombia. Recuperado el 01 de 11 de 2022, de Giro Zero Project/tools: <https://girozero.uniandes.edu.co/en/tools/dashboard>
- Smart Freight Center. (2019). *Global Logistics Emissions Council Framework for Logistics Emissions Accounting and Reporting*.
- Tanco, M. C. (2019). *A break-even analysis for battery electric trucks in Latin America*. Journal of Cleaner Production. doi:doi:10.1016/j.jclepro.2019.04.168
- UPME. (2021). *CÁLCULO DEL FACTOR DE EMISIONES DE LA RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN COLOMBIA PARA 2020*. Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), Ministerio de Energía y Minas (Minenergía), operador del SIN y administrador del mercado de energía mayorista (XM) y Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC). Recuperado el 01 de 11 de 2022, de https://www1.upme.gov.co/ServicioCiudadano/Documents/Proyectos_normativos/Documento_Tecnico_FE_2020.pdf