

• CASOS DE ÉXITO

DE VALIDACIÓN TECNOLÓGICA E IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA DESCARBONIZACIÓN DEL TRANSPORTE EN AMÉRICA LATINA

Mitigación de gases de efecto invernadero y adaptación a los impactos del cambio climático en América Latina mediante el fortalecimiento de la eficiencia energética en sectores estratégicos de Argentina y Chile

Entidades responsables



Secretaría
de Energía

Este proyecto forma parte de



Financiado por
la Unión Europea

Agencias implementadoras del sector Eficiencia Energética



Autoría, revisión y edición técnica:

Centro de Transporte y Logística de la Universidad Andrés Bello
Samanta Saiquita
Víctor Toro
Luz Ubilla
Francisca Barriga
Julio Vassallo

Diseño Gráfico:

Estudio Mapache Creaciones - Eduardo Parra Castro

Revisión de texto y diseño:

Nicolas O'Reilly, Julieta Scavo, Maia López y Adriano Doniez

Agradecimientos especiales:

Se destaca la participación del equipo del Laboratorio de Control de Emisiones Gaseosas Vehiculares (LCEGV) de la Subsecretaría de Ambiente de la Secretaría de Turismo, Ambiente y Deportes de la Jefatura de Gabinete de Ministros de Argentina.

Asimismo, se agradece la predisposición, el profesionalismo y la colaboración activa de todas las empresas y organizaciones participantes en los pilotos, sin las cuales no habría sido posible el desarrollo de esta guía.

Aclaración:

Los valores de ahorro de combustible, mejora de eficiencia y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero cuentan con el respaldo de la metodología de cálculo desarrollada. En el caso de requerir mayor información al respecto, contactarse con info@euroclimaplusargentinachile.org o con girolimpio@agenciase.org.

«La presente publicación ha sido elaborada con la asistencia de la Unión Europea. El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva de la Agencia de Sostenibilidad Energética de Chile y en ningún caso debe considerarse que refleja los puntos de vista de la Unión Europea».

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Glosario | 4 |
| Acerca de esta guía | 5 |
| Pruebas desarrolladas en Argentina | 6 |
| Aportes a la eficiencia energética de los neumáticos para uso en carretera. | |
| Pruebas en furgones. | 8 |
| Aportes a la eficiencia energética de los neumáticos para uso en carretera. | |
| Pruebas en camiones. | 9 |
| Aportes a la eficiencia energética de los deflectores traseros de semirremolque. | 10 |
| Pruebas de operación | 11 |
| Ciclos de manejo en transporte pesado en Argentina. | 12 |
| Aportes a la eficiencia energética de la utilización de camiones a GNC. | 14 |
| Aportes a la eficiencia energética de la utilización de camiones Dual Fuel (Diésel – GNC). | 15 |
| Evaluaciones documentales | 17 |
| Resistencia a la rodadura en desaceleración (Furgón/Coast Down) | 18 |
| Resistencia a la rodadura en dinamómetro (Furgón) | 23 |
| Furgón con neumáticos de baja resistencia a la rodadura | |
| Ensayo en dinamómetro - Evaluación del desempeño energético | 27 |
| Aportes a la eficiencia energética de los deflectores de cabina en camiones. | 28 |
| Pruebas desarrolladas en Chile | 29 |
| Pruebas bajo Norma NCh3331 | 30 |
| Aportes a la eficiencia energética de los neumáticos superanchos | 31 |
| Aportes a la eficiencia energética de la reprogramación de motor | 32 |
| Pruebas en operación | 33 |
| Aportes a la eficiencia energética del uso de camión eléctrico Maxus ET-2549. versus camión diésel en operación minera | 34 |
| Aportes a la eficiencia energética del uso de camión diésel con batea eléctrica versus batea convencional en operación minera | 36 |
| Aportes a la eficiencia energética del uso de camión eléctrico Maxus ET-2549 con batea eléctrica versus camión diésel con batea convencional en operación minera | 38 |
| Implementación de buenas prácticas | 41 |
| Conclusiones, aprendizajes y próximos pasos | 44 |
| Bibliografía y referencias | 45 |

GLOSARIO

CTL: Centro de Transporte y Logística de la Universidad Andrés Bello

KWh: energía consumida o generada en un tiempo determinado

CO₂e: dióxido de carbono equivalente, medida de huella de carbono

GEI: Gases de efecto invernadero

GNC: Gas natural comprimido

NEDC: New european driving cycle, o ciclo de conducción europeo.

AMBA: Área Metropolitana de Buenos Aires

INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

LCEGV: Laboratorio de Control de Emisiones Gaseosas Vehiculares

FPT-FADEEAC: Centro de Capacitación Fundación Profesional para el Transporte de la Federación Argentina de Entidades Empresarias del Autotransporte de Cargas

IRAM: Instituto Argentino de Normalización y Certificación

AECID: Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo

CEE: Comunidad Económica Europea

UE: Unión Europea

UNECE: Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa

CEPE: Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa

CEe: Consumo energético estandarizado

LB: Línea de base

PD: Período demostrativo

CLP: Costo en pesos chilenos

[CLP/ton]: Costo en pesos chilenos por tonelada a movilizar

ACERCA DE ESTA GUÍA

La Secretaría de Energía del Ministerio de Economía de Argentina, el Ministerio de Energía de Chile y la Agencia de Sostenibilidad Energética de Chile, con financiación de la Unión Europea, a través de la AECID, han impulsado el desarrollo de esta guía de casos de éxito de validación tecnológica e implementación de buenas prácticas para la descarbonización del transporte en América Latina.

Este documento tiene el objetivo de brindar información a las empresas de transporte de carga terrestre sobre cómo se ejecutan pruebas de validación tecnológica e implementan buenas prácticas para la eficiencia energética. Asimismo, se busca poner a disposición los resultados, en términos de ahorros energéticos, de reducción de emisiones de GEI y económicos, de las pruebas realizadas en el marco del proyecto “Mitigación de gases efecto invernadero y adaptación a los impactos del cambio climático en América Latina mediante el fortalecimiento de la eficiencia energética en sectores estratégicos de Argentina y Chile”.

Este producto se suma a otros dos documentos publicados en el marco de la cooperación mencionada: el “[Estudio para el desarrollo de una hoja de ruta para la armonización de los programas Giro Limpio de Chile y Transporte Inteligente de Argentina](#)” que incluye el diagnóstico de la situación de los programas de eficiencia energética en transporte de ambos países respecto a otros programas a nivel global, una propuesta de mejoras, armonización y un listado de estrategias, buenas prácticas y tecnologías; y la “[Guía de implementación de un SGE ajustado al sector transporte de carga sobre la base de la norma ISO 50001:2018](#)” que se propone brindar a las empresas lineamientos y herramientas específicas que les permitan la implementación de un SGE ajustándose a la realidad del sector y de las empresas socias de Transporte Inteligente (Arg) y Giro Limpio (Chi).

Es importante destacar que la información, metodologías y prácticas contenidas en este documento buscan brindar un marco de referencia para aquellas empresas transportistas que deseen validar tecnología e implementar buenas prácticas orientadas a la eficiencia energética, el ahorro energético y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.



PRUEBAS DESARROLLADAS EN ARGENTINA

Pruebas bajo versión preliminar de la norma IRAM 10290

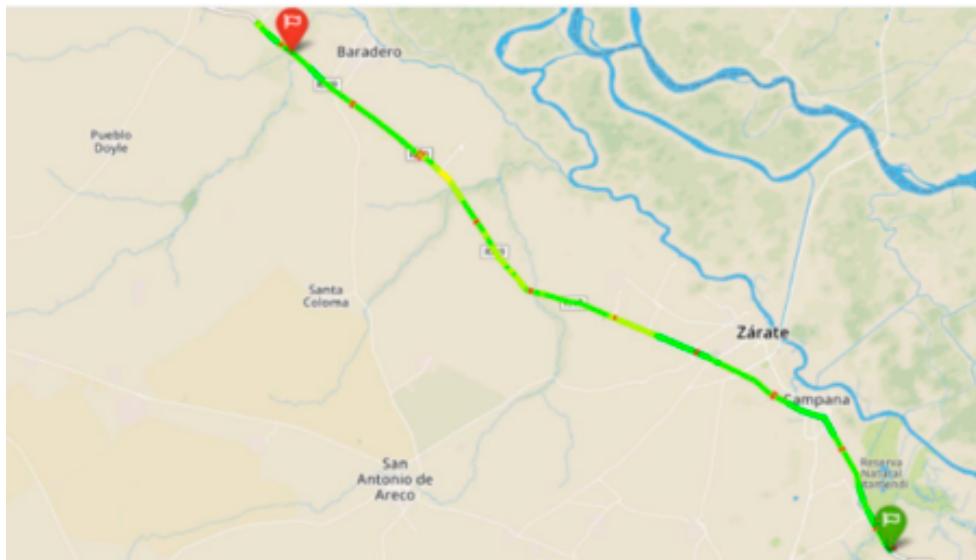
- **Empresas participantes**

| Empresa/organización | Aporte |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| LCEGV-Subsecretaría de Ambiente | Asistencia técnica Coordinación |
| YPF | Combustible |
| Mercedes Benz | Furgón Mercedes Benz Sprinter |
| FPT- FADEEAC | Base de operación y mediciones de consumo de combustible. Furgón Mercedes Benz Sprinter |
| Michelin | Juegos de neumáticos |
| Fiat Stellantis | Furgón Fiat Ducato |
| FATE | Juegos de neumáticos |
| Goodyear | Juegos de neumáticos |
| Volvo | Dos unidades y conductores de camiones |
| Andreani | Dos semirremolques |
| SurFrigo | Camiones con deflectores traseros |
| Neumáticos Rocca | Asistencia técnica |
| Estaciones de peaje Aut. RN9 | Datos Meteorológicos |
| Teltonika | Telemetría en furgones |
| Drive up | Telemetría |

• Metodología utilizada

Se contempló la ejecución de determinadas tareas y gestiones a realizar previo a las pruebas. Para ello se bregó por un compromiso de participación de cada empresa, en el cual la empresa participante definió su rol, acordó los recursos a aportar, y aseguró su participación en el proyecto.

Se fijaron rangos de fecha de ejecución con el fin de que los distintos actores ajusten y gestionen sus recursos. Respecto a las consideraciones previas a iniciar los pilotos, se debió definir la ruta, para lo que se utilizó la misma empleada durante el año 2017 para la evaluación aerodinámica de deflectores de cabinas en camiones. Posteriormente se definieron los hitos de la ruta a imagen y semejanza de las pruebas previas mencionadas ya que se contó con el relevamiento y experiencia de pilotos ya realizados. Por último, se caracterizaron las pruebas a ejecutar por las empresas participantes.



Descripción de la imagen: Detalle de la ruta establecida para las pruebas bajo borrador Norma IRAM en furgones y camiones

APORTES A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS NEUMÁTICOS PARA USO EN CARRETERA. PRUEBAS EN FURGONES.

• Introducción y contexto

La hipótesis de esta prueba es que los neumáticos eficientes de medida 205/75R16C que permiten ahorros en el consumo de combustible, debido a su bajo coeficiente de rodadura. La prueba se realizó en un furgón Mercedes Benz modelo Sprinter bajo la metodología del borrador de la norma IRAM N°10290. Los neumáticos utilizados son:

- Categoría B: Michelin de bajo coeficiente de rodadura, medida 205/75R16C – 110/108R TL Agilis 3, con un coeficiente de rodadura de 6,46 kg/t
- Categoría E: Fata de alto coeficiente de rodadura medida 205/75R16C AR410 Avantia con un coeficiente de rodadura de 9,12 kg/t

• Resultados

La línea base construida en base a vueltas válidas durante la ejecución de las pruebas contó con un promedio de:

- Distancia recorrida: 170 km
- Combustible consumido: 8,65 litros
- Energía consumida: 88,74 kWh
- Emisiones de gases contaminantes: 23,24 [kg CO₂e]

A partir de ello se cuantificó en función de los resultados por prueba en operación:

- El porcentaje de ahorro obtenido fue de 3,86%
- El porcentaje de mejora en el rendimiento fue 4,83%
- Los GEI fueron reducidos en un 4,61%

• Desafíos, aprendizajes, consideraciones de implementación y experiencia del personal

Desafíos

Se detecta falta de conocimiento de este tipo de tecnologías ya disponibles y la necesidad de aumentar tanto la información de estas tecnologías como la oferta de estos productos en ambos países. El aspecto financiero es relevante en Argentina donde la volatilidad de los precios y el acceso a financiamiento puede causar complicaciones en este tipo de inversiones.

Aprendizajes

Los resultados son positivos aún cuando no logran ser estadísticamente significativos. Dado que la metodología se cumplió en un 100% el resultado es consistente, y se recomienda que las empresas prueben e incorporen la tecnología en las distintas operaciones. De este modo se podrá expandir el conocimiento y la experiencia a otros transportistas que deseen probarla. Es importante notar que el mix que se utilice entre neumático y banda recauchaje puede afectar los resultados obtenidos, lo que aumenta el interés en que las empresas continúen probando esta tecnología.

APORTES A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS NEUMÁTICOS PARA USO EN CARRETERA. PRUEBAS EN CAMIONES.

• Introducción y contexto

La hipótesis de esta prueba es que el uso de neumáticos eficientes o de bajo coeficiente de rodadura permiten ahorros en el consumo de combustible. La prueba se realizó en un tractor marca Volvo modelo FM y su respectivo remolque bajo la metodología del borrador de la norma **IRAM N°10290**.

Se probaron neumáticos de bajo coeficiente de rodadura en el tractor y remolque, y se compararon con neumáticos con alto coeficiente de rodadura. La configuración equipo “eficiente” consistió en 18 neumáticos Michelin de bajo coeficiente a la rodadura modelo X LINE ENERGY Z y 4 neumáticos Michelin en la posición de tracción modelo XDA2+ ENERGY. La configuración del equipo con neumáticos de alto coeficiente de rodadura consistió en 18 neumáticos Goodyear de alto coeficiente a la rodadura modelo KMAX S GEN2RRt y 4 neumáticos Michelin en la posición de tracción modelo XDA2+ ENERGY.

• Resultados

La línea base construida en base a vueltas válidas durante la ejecución de las pruebas contó con un promedio de:

- Distancia recorrida 170 km recorridos,
- Combustible consumido: 49,33 litros
- Energía consumida 506,2 kWh
- Emisiones contaminantes 132,6 [kg CO₂e]

A partir de ello se cuantificó:

- Reducción de emisiones contaminantes en un 6,96%.
- El porcentaje de ahorro obtenido en la prueba fue de 5,38%
- El porcentaje de mejora de rendimiento obtenido en la prueba fue de 7,48%

• Desafíos, aprendizajes, consideraciones de implementación y experiencia del personal

Desafíos

Se detecta falta de conocimiento de este tipo de tecnologías ya disponibles y la necesidad de aumentar tanto la información de estas tecnologías como la oferta de estos productos en ambos países. A su vez, al ser grande la cantidad y variedad de neumáticos de camión y semirremolque según el eje (dirección, tracción y libre) la inversión es alta. Por otra parte, la situación financiera es especialmente relevante en Argentina donde la volatilidad de los precios y el acceso a financiamiento puede causar complicaciones en este tipo de inversiones.

APORTES A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS DEFLECTORES TRASEROS DE SEMIRREMOLQUE.

• Introducción y contexto

La hipótesis de esta prueba es que el uso de deflectores laterales permite disminuir el consumo de combustible. Se considera como variable dependiente los litros consumidos (evaluados a través del monitoreo por telemetría del consumo instantáneo promedio -CiP- de combustible que brinda el calculador del motor Scania DC13) siendo las variables independientes las características de la ruta, la velocidad, las condiciones mecánicas y del equipo, etc. variables controladas por la aplicación del borrador de la norma **IRAM N°10290**.

• Resultados

La línea base construida en base a vueltas válidas durante la ejecución de las pruebas contó con un promedio de:

- Distancia recorrida: 170 km
- Combustible consumido: 45,12 litros
- Energía consumida: 462,9 kWh
- Emisiones gaseosas: 121,3 [kg CO₂e]

A partir de ello se cuantificó:

- El porcentaje de ahorro obtenido fue de un -0,69%*
- El porcentaje de mejora obtenido según la norma corresponde a -0,6872%.
- Las reducciones de GEI fueron de un 0,40%

• Desafíos, aprendizajes, consideraciones de implementación y experiencia del personal

Desafíos

Una barrera de implementación se genera en que los resultados obtenidos no son favorables significativamente, es decir, tienen un beneficio muy pequeño por lo que pudiera ser necesario profundizar respecto de en qué tipo de semirremolques se obtiene un beneficio relevante. Así mismo, la situación financiera, la variabilidad de los precios y el costo financiero puede complicar la incorporación de este tipo de tecnologías.

*Los valores negativos indican que no se registraron ahorros en la variable analizada.

- **Empresas participantes**

| Empresa/organización | Aporte |
|-----------------------------|------------------------------------------------------|
| INTA-División Agrologística | Datos de telemetría de flotas de camiones |
| Michelin Flotas Conectadas | Datos de telemetría de flotas de camiones |
| SurFrigo | Datos de operación de flota a GNC |
| Zarcam | Datos de operación de flota con tecnología Dual-Fuel |
| FPT-FADEEAC | Asistencia técnica |

- **Metodología utilizada**

Se contempló la ejecución de determinadas tareas y gestiones a realizar previo a las pruebas. Para ello se bregó por un compromiso de participación de cada empresa, en el cual la empresa participante definió su rol, acordó los recursos a aportar, y aseguró su participación en el proyecto.

Se fijaron rangos de fecha de ejecución con el fin de que los distintos actores ajusten y gestionen sus recursos. Posteriormente se definió cómo se obtendrían los datos, esto es especialmente relevante en casos en que se comparan motores diferentes. Además se tiene en cuenta si es posible medir los consumos por un mecanismo distinto a la gravimetría exclusivamente y cómo se obtendrán los datos de rendimientos. Esto último contempla entrega de datos de forma manual o por telemetría, formato de datos, periodicidad y revisión de la calidad de la toma.

CICLOS DE MANEJO EN TRANSPORTE PESADO EN ARGENTINA.

• Introducción y contexto

El objeto de este estudio es crear un primer análisis que servirá como insumo para generar un ciclo de conducción. En este caso, se realizan análisis de velocidades, distancias y detenciones para una muestra de 9 vehículos (de un universo de más de 3.000) operando durante todo el año 2023. Estos datos fueron entregados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina (INTA), División Agrologística.

• Resultados

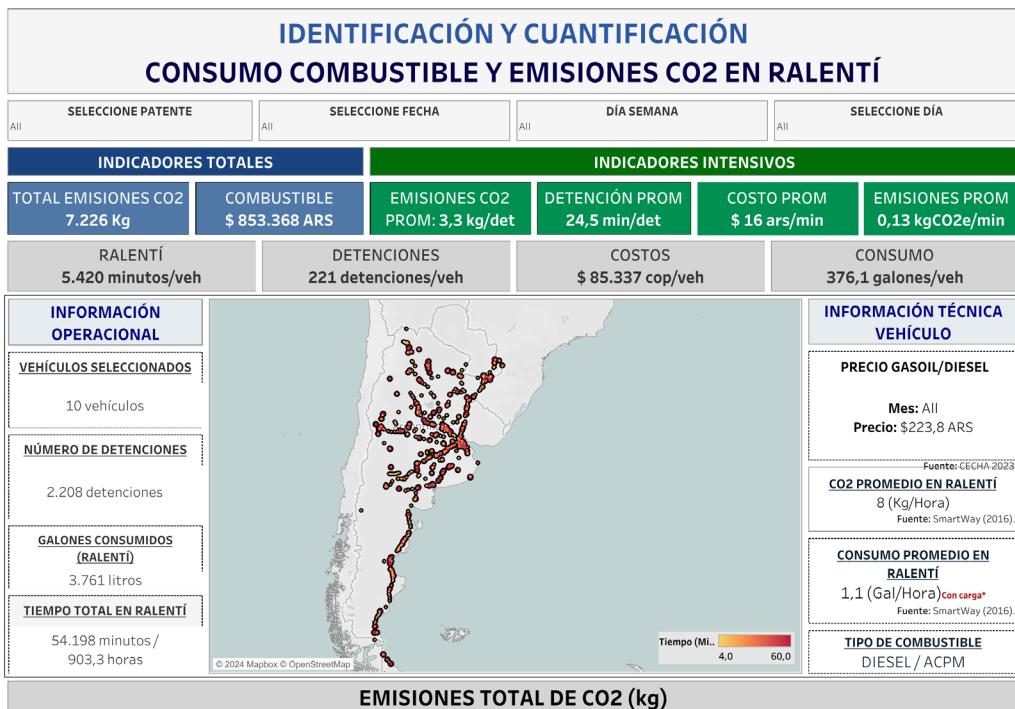
En relación con el reporte “Velocidad de operación en general” se observan operaciones en toda Argentina (zona norte, centro y sur), siendo estas operaciones más intensivas en la zona central del país. Respecto al reporte de “Velocidad de circulación - red vial”, es posible visualizar la velocidad de operación promedio, es decir cómo cambia el promedio de velocidad de la flota caracterizada conforme avanzan las horas del día. Se detecta, por ejemplo, que entre las 10:00 horas y las 18:00 horas la velocidad promedio se encuentra entre los 8 y 40 km/h. Por el contrario, en horario no hábil o nocturno la velocidad promedio aumenta y se sitúa entre los 70 y 80 km/h. De este modo, es posible caracterizar la velocidad de operación de la flota en distintos horarios para determinar el comportamiento de ésta en aquellas rutas dentro de la ciudad e interurbanas.

Por otra parte, al visualizar el reporte de “Velocidad de operación general” se muestra la velocidad promedio por mes que varía entre 77,8 y 81,3 km/h, lo cual concluye que las velocidades promedio no varían significativamente entre los meses del año.

El reporte “Kilómetros recorridos” permite visualizar el kilometraje de la flota representada. Al respecto, es importante indicar que el kilometraje no fue entregado como parte de los datos originales por lo que fue estimado con la herramienta “Visualización y caracterización del movimiento de flotas” utilizando la aplicación para hacer georreferenciación llamada Map Matching Simple y el arco más cercano (definido por Open Street Map) que cuenta con la división político administrativa de Argentina (dirección).

Por otra parte, respecto al reporte “Consumo de combustible y emisiones de CO₂ en ralenti” se analizó cómo se generan por zona geográfica utilizando una escala de colores. Se cuantificó también el total de emisiones en ralenti por mes y el tiempo de las detenciones, siendo las de 5 a 10 minutos las que mayor tiempo acumulan con un total de 434 minutos seguidas por detenciones de 10 a 15 minutos y de 15 a 20 minutos.

Finalmente, se realizó un ranking de vehículos indicando los que consumen mayor cantidad de litros en ralenti.



Descripción de la imagen: Captura de pantalla del software utilizado para el análisis de datos de la base del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina (INTA), División Agrologística.

- **Desafíos, aprendizajes, consideraciones de implementación y experiencia del personal**

Desafíos

Se observan saltos significativos de datos, los cuales dejan tramos sin información de reporte. Se recomienda mejorar la calidad en la reportabilidad de los datos antes de profundizar en nuevos análisis de control de ciclo.

Aprendizajes

Tras presentar los análisis de esta prueba se concluye que esta se realizó cumpliendo la metodología propuesta en un 65%. El objetivo de la prueba fue caracterizar la operación de los equipos entregados de modo de realizar un primer análisis para una construcción de ciclos de conducción, lo cual se consiguió en dos aspectos: la velocidad y los horarios de funcionamiento. No se pudo construir adecuadamente en aspectos como el seguimiento de ruta al presentar deficiencias en las variables de localización. Se analizó la performance de una flota variada, constó de 9 vehículos de distintas marcas y tipos: 2 camiones rígidos y 7 tracto camiones.

En este piloto se utilizaron herramientas tecnológicas para caracterizar y definir las rutas. Se empleó la data de “Michelin Flotas Conectadas” y se analizó en la herramienta “Visualización y caracterización del movimiento de flotas” del CTL para realizar una primera caracterización de los datos entregados.

Se propone a modo de seguimiento de este pilotaje cuantificar uniformemente parámetros de flota tales como la localización o el kilometraje recorrido, a fin de lograr un análisis más exhaustivo del ciclo de manejo. En este sentido, en un posterior análisis podrá definir si el tamaño o tipo de los vehículos a seleccionar será una variable relevante o no.

APORTES A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA UTILIZACIÓN DE CAMIONES A GNC.

• Introducción y contexto

La hipótesis para validar en esta prueba es que los vehículos a GNC tienen un requerimiento energético menor y sus emisiones son más bajas. La empresa de transporte Surfrigo opera múltiples rutas de distribución en media distancia para el reparto de alimentos en localidades del centro y sur de Argentina. La flota de vehículos que utilizan GNC como combustible fueron entregados para el presente estudio y así poder realizar el recorrido desde el AMBA (Área Metropolitana de Buenos Aires) hacia el oeste y sur de la Provincia de Buenos Aires.

Esta prueba comparó el desempeño energético entre un vehículo diésel y dos vehículos a GNC de acuerdo con la metodología descrita en la sección anterior que se cumplió en un 87%. El trayecto que realiza el equipo diésel no es exactamente igual al de los equipos GNC aun cuando utilizan las mismas rutas, los orígenes-destino no son iguales. Esto no invalida los resultados, pero sí obliga a hacer los análisis considerando y corrigiendo por esta variable. Para hacer este indicador comparable, se analizó el indicador de calorías/km.

• Resultados

La línea base construida en base a vueltas válidas durante la ejecución de las pruebas contó con un promedio de:

- Distancia recorrida de 558 km recorridos
- Energía consumida: 1304,5 megacalorías
- Emisiones de gases contaminantes: 0,68kg CO₂/km

Los resultados obtenidos muestran que el ahorro en calorías consumidas entre el vehículo Diésel (línea base) y el vehículo GNC de prueba 1 fue de una disminución de 15%. El ahorro en calorías de vehículo Diésel (línea base) y el vehículo de GNC de prueba 2 fue de un 11,2%*, es decir, el último tiene un requerimiento energético mayor a la línea base. El porcentaje de mejora entre vehículo Diesel y GNC, es de -18,87% (-440,8 kilocalorías), lo que significa que no existe un ahorro de calorías.

Respecto a las reducciones de emisiones de CO₂, los resultados obtenidos muestran que el ahorro en calorías consumidas entre el vehículo Diésel (línea base) y el vehículo GNC (prueba) fue de 4,16% (0,028 [kg CO₂e]). En este sentido, el vehículo GNC sí presenta un ahorro de emisiones de CO₂.

• Desafíos, aprendizajes, consideraciones de implementación y experiencia del personal

Desafíos

Dentro de las barreras de implementación, especialmente en Argentina, se encuentra la variabilidad de los precios y los aspectos financieros que pueden dificultar el acceso a este tipo de tecnología. Otro aspecto a considerar para invertir en este tipo de vehículos tiene que ver con el acceso a una red de abastecimiento de GNC, que en Chile aún no está disponible, lo cual dificulta el uso de equipos en rutas diversas. En tercer lugar, no se observa un ahorro en términos de requerimiento energético (calorías) que sea constante en los casos analizados. Dado esto, el efecto de los precios del Gasoil y GNC pueden terminar afectando o modificando la decisión de tecnologías a utilizar.

*Los valores positivos indican que no se registraron ahorros en la variable analizada.

APORTES A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA UTILIZACIÓN DE CAMIONES DUAL FUEL (DIÉSEL – GNC).

• Introducción y contexto

En esta prueba en operación participaron tres vehículos diferentes con tecnología dual fuel que permite al camión operar con una mezcla de Diésel y GNC o bien únicamente con Diésel. El objetivo de la prueba fue comparar el consumo y el desempeño energético de tres vehículos diferentes en rutas y operaciones distintas, definiendo su línea base como el consumo únicamente de Diésel y la prueba como el consumo dual (Diésel y GNC). La sustitución del Diésel por GNC fue configurada de manera diferente según los requerimientos operacionales de cada vehículo.

• Resultados

A continuación, se presenta la línea base de cada tipo de vehículo en la que se considera el consumo únicamente al Diésel:

Distancia recorrida de 558 km recorridos

Línea base del vehículo chasis:

- Distancia recorrida por vuelta: 548 km
- Combustible consumido: 96,44 litros
- Energía consumida: 890.441,5 kilocalorías
- Emisiones de gases contaminantes: 259,23 [kg CO₂e]
- La línea base del vehículo interplanta:
- Distancia recorrida por vuelta: 28 km
- Combustible consumido: 11 litros
- Energía consumida: 107.305,2 kilocalorías
- Emisiones de gases contaminantes: 31,24 [kg CO₂e]
- La línea base del vehículo cisterna:
- Distancia recorrida por vuelta: 339 km
- Combustible consumido: 330 litros
- Energía consumida: 1.135,2 megacalorías
- Emisiones de gases contaminantes: 330,49 [kg CO₂e]

A continuación se presentan los porcentajes de ahorro en cada caso, considerando una unidad de medida común para comparar el escenario de la línea base con el uso de la tecnología, correspondiente a la mezcla de combustible entre GNC y Diésel. Se utiliza la variable consumo energético expresado en la unidad de medida kilocalorías ahorras.

- Vehículo chasis: -1,67% (-14.903,3 kilocalorías)*
- Vehículo Interplanta: -2,33% (-2.495,4 kilocalorías)*
- Vehículo Cisterna: -21,82% (-247.754,6 kilocalorías)*

Los resultados negativos indican que no existe un ahorro en calorías totales consumidas.

A continuación, se presentan los porcentajes de mejora en cada caso considerando una unidad de medida común, para comparar el escenario de la línea base con el uso de la tecnología. Se utilizará la variable rendimiento expresada en la unidad de medida calorías/km.

- Vehículo chasis: -26,55% (-431,8 kilocalorías)*
- Vehículo Interplanta: -3,24% (-123,1 kilocalorías)*
- Vehículo Cisterna: -21,20% (-709,9 kilocalorías)*
- Los resultados negativos indican que no existe un ahorro en calorías por kilómetro consumidas.

A continuación, se presenta los porcentajes reducción de CO₂

- Vehículo chasis; -12,99%*
- Vehículo Interplanta: -5,27%*
- Vehículo Cisterna: -7,06%*

*Los valores negativos indican que no se registraron ahorros en la variable analizada.

- **Desafíos, aprendizajes, consideraciones de implementación y experiencia del personal**

Desafíos

Dentro de las barreras de implementación especialmente en Argentina, se encuentra la variabilidad de los precios y los aspectos financieros que pueden dificultar el acceso a este tipo de tecnología. Otro aspecto a considerar es que la inversión en este tipo de vehículos está relacionada con el acceso a una red de abastecimiento de GNC, que en Chile aún no está disponible, lo cual dificulta el uso de equipos que utilizan rutas diversas.

Otra barrera, desde lo técnico, tiene que ver con la marca y modelo de los vehículos, así como también su antigüedad y estado. Este kit de conversión es configurado caso a caso considerando las variables anteriormente mencionadas, la operación y la carga a transportar.

Además, el efecto de los precios y disponibilidad del diésel y GNC puede terminar afectando o modificando la decisión de tecnologías a utilizar.

Aprendizajes

Respecto a este piloto no se observa un ahorro en términos de requerimiento energético (calorías) en los casos analizados, ni tampoco en términos de emisiones de CO₂.

EVALUACIONES DOCUMENTALES

- **Empresas participantes**

| Empresa/organización | Apporte |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LCEGV-Subsecretaría de Ambiente | Asistencia técnica/ Coordinación/ Realización de ensayos y confección de informes en laboratorios propios |
| YPF | Combustible |
| Fiat Stellantis | Furgón Fiat Ducato Multijet |
| Scania | Dos camiones SCANIA |
| FPT-FADEEAC | Asistencia Técnica/ Coordinación |
| Michelín | Juegos de neumáticos |
| FATE | Juegos de neumáticos |

- **Metodología utilizada**

Se considerará una serie de antecedentes que permitan evaluar la robustez de los datos existentes. A diferencia de las pruebas bajo norma, esta metodología contempla la revisión de la información recibida. Los aspectos a analizar de los datos serán su validez, su representatividad, su origen y calidad. Otro aspecto a considerar será la revisión de vehículos de control y de prueba.

RESISTENCIA A LA RODADURA EN DESACELERACIÓN (FURGÓN/COAST DOWN)

• Introducción y contexto

El piloto a desarrollar no es una prueba de desempeño energético ni de evaluación de tecnología respecto al ahorro de combustible, sino que se elaboró a partir de datos existentes obtenidos en carretera de la localidad de Obispo Trejo, provincia de Córdoba, Argentina.

El vehículo de prueba es un furgón Fiat Ducato Multijet, modelo 2016. Esta prueba busca determinar, a través del análisis de los datos de los ensayos realizados en carretera, y según procedimientos de desaceleración libre en carretera (Coast Down), especificado por Directivas Europeas 70/220/CEE y posteriores (Peso bruto < 3500 Kg para CEE) incluyendo Directivas 715/2007/CE y 692/2008 CE con actualizaciones y Reglamento 83 CEPE (UNECE), curvas de van que serán empleadas para la determinación de consumo y contaminantes.

• Resultados

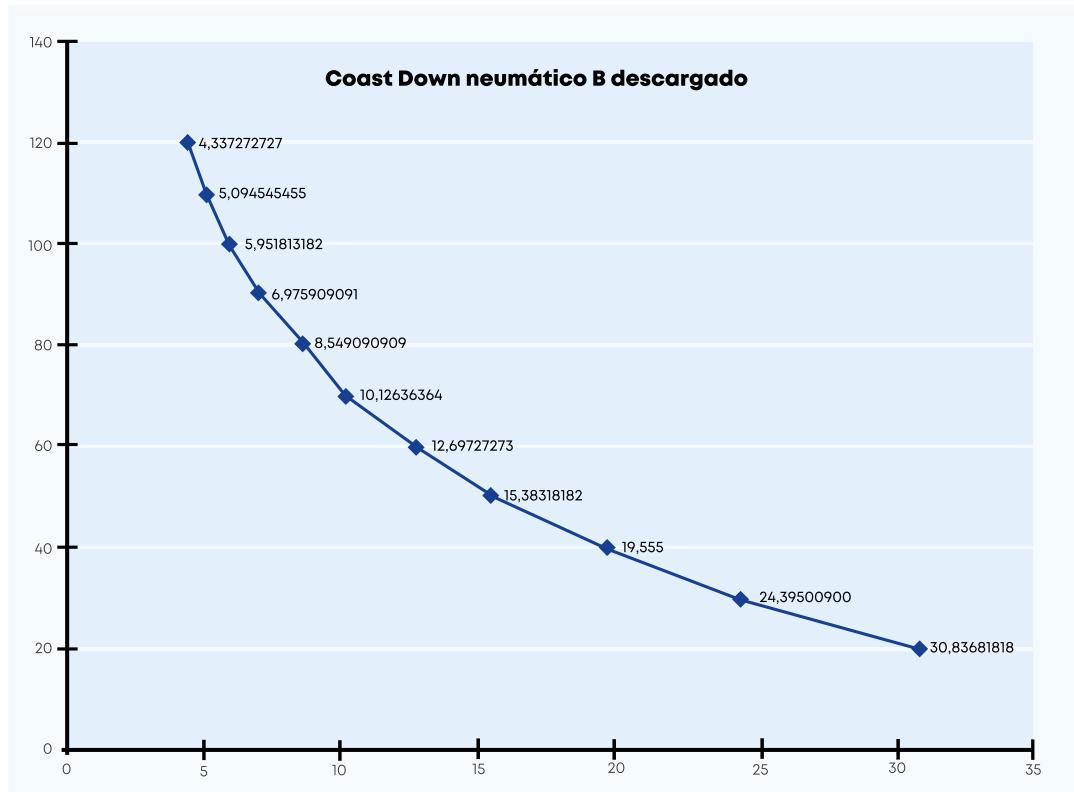
Se obtuvieron curvas (Coast Down) promedio finales para furgones equipados con neumáticos de alta y baja eficiencia, con y sin carga adicional.

Los gráficos analizados fueron realizados por el equipo del Laboratorio de Control de Emisiones Gaseosas Vehiculares (LCEGV) de la Subsecretaría de Ambiente de la Secretaría de Turismo, Ambiente y Deportes de la Jefatura de Gabinete de Ministros de Argentina.

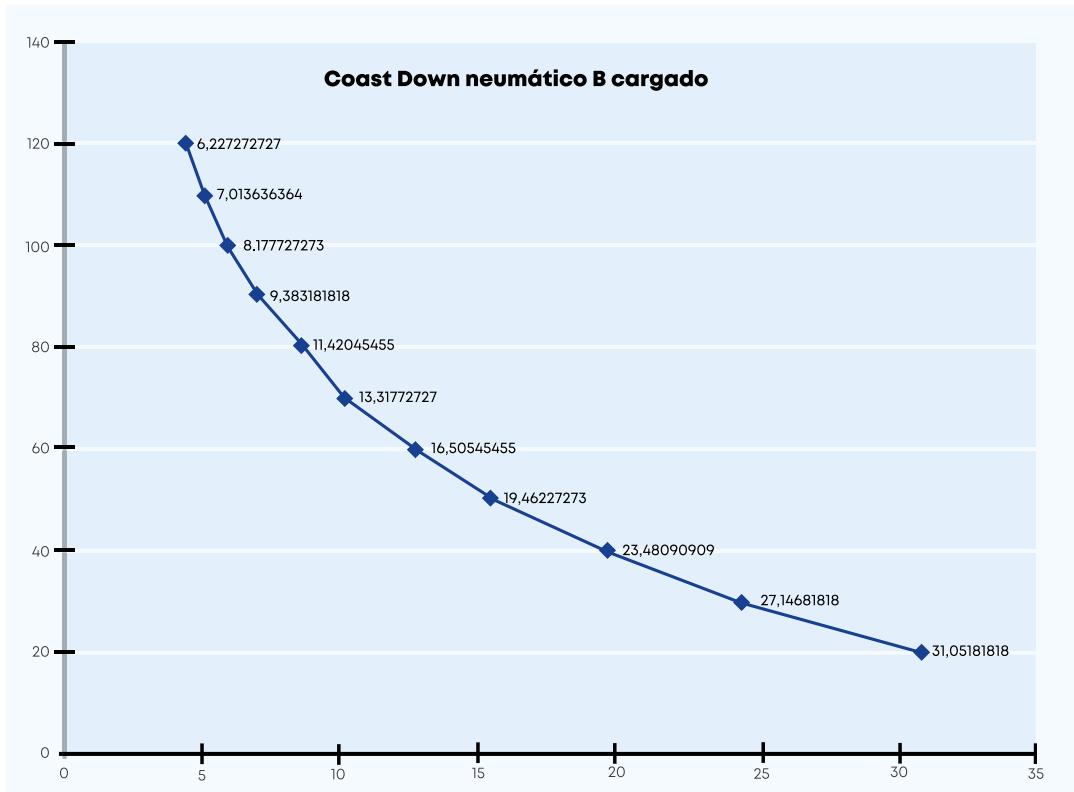


Descripción de la imagen: Furgón Fiat Ducato empleado para la realización del pilotaje de ensayo de Coast Down en carretera.

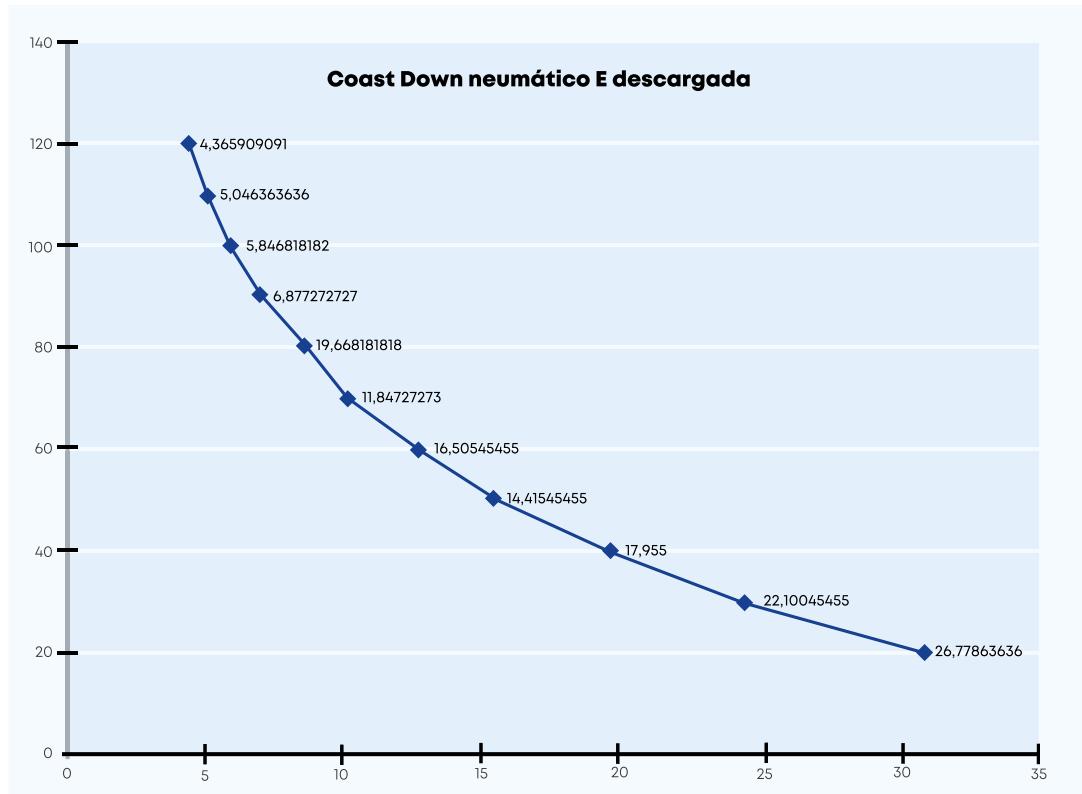
Neumático "B"-Alta eficiencia- con carga. Curva de velocidad (km/h) en función del tiempo (segundos).



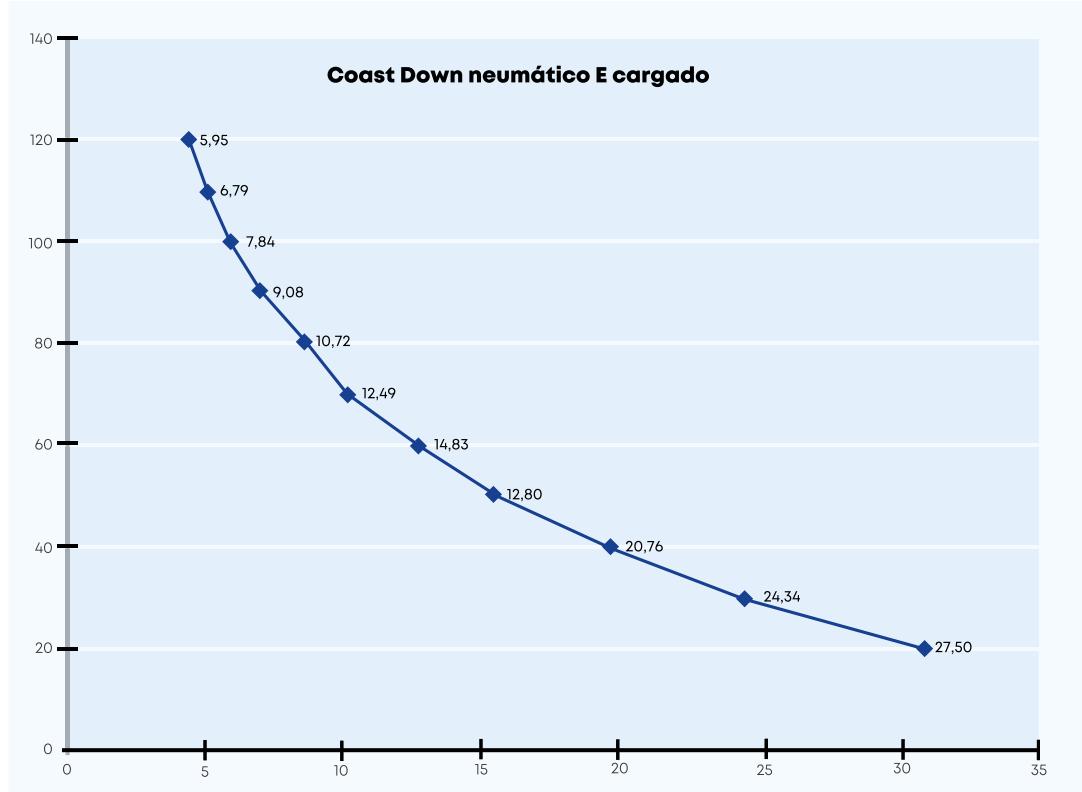
Neumático "B"-Alta eficiencia- con carga. Curva de velocidad (km/h) en función del tiempo (segundos).



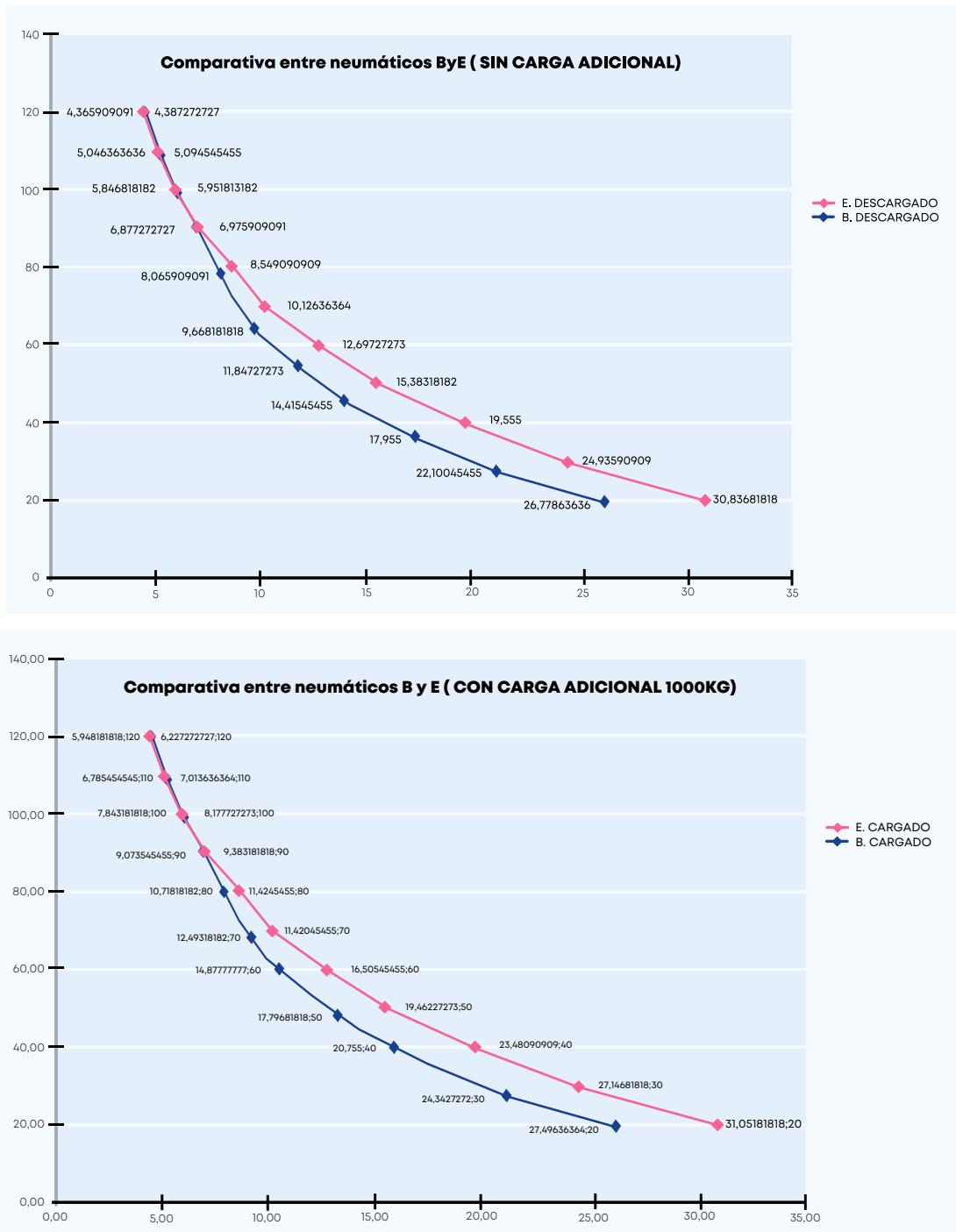
Neumático "E" -Baja eficiencia- sin carga. Curva de velocidad (km/h) en función del tiempo (segundos).



Neumático "E" -Baja eficiencia- con carga. Curva de velocidad (km/h) en función del tiempo (segundos).



Gráficos comparativos



Se obtuvieron curvas de desaceleración que muestran una diferencia a favor de los neumáticos más eficientes. Esto se muestra en el coeficiente de rodadura de los neumáticos:

- Coeficiente rodadura neumático categoría B (Michelin RR 205/75R16C): 6,45 kg/t
- Coeficiente rodadura neumático categoría E (Michelin RR/75R16C AR410 Avantia): 9,13 kg/t.

-
- **Desafíos, aprendizajes, consideraciones de implementación y experiencia del personal**

Aprendizajes

Se obtiene como resultado de esta prueba que las curvas de desaceleración exponen el desempeño del vehículo según el tipo de neumático que montan en sus ejes lo cual varía dependiendo de factores como la construcción de las autopistas, condiciones climáticas y características del vehículo, lo que genera una diferencia en el rendimiento indicado por el fabricante. Además, se puede observar una diferencia en las curvas ligada directamente a las propiedades físicas del compuesto de cada neumático. La importancia de estos resultados (curvas de desaceleración) es que fueron un insumo esencial en la realización de los test en dinamómetro.

RESISTENCIA A LA RODADURA EN DINAMÓMETRO (FURGÓN)

• Introducción y contexto

Esta prueba presenta la evaluación realizada respecto a la prueba de laboratorio desarrollada por la Subsecretaría de Ambiente de la Secretaría de Turismo, Ambiente y Deportes de la Jefatura de Gabinete de Ministros de Argentina. Además, analiza la metodología de la prueba como también las características de los neumáticos utilizados en la misma. Así, lo que se realizó fue el ensayo para determinar contaminantes y consumo en dinamómetro bajo un ciclo de manejo urbano y un ciclo de manejo extraurbano y, a su vez, se utilizaron las curvas de desaceleración libre obtenidas en el piloto anterior “Furgón Coast Down” donde se instalaron neumáticos eficientes de categoría B (Michelin RR 205/75R16C) en el vehículo de prueba, furgón Fiat Ducato Multijet, modelo 2016. Estos ensayos, se realizaron en el Laboratorio de Control de Emisiones Gaseosas Vehiculares (LCEGV) de la Subsecretaría de Ambiente de la Secretaría de Turismo, Ambiente y Deportes de la Jefatura de Gabinete de Ministros de Argentina, en la Localidad de Ezeiza, Provincia de Buenos Aires bajo directivas Euro 5a. Fue planificado para una duración de tres semanas. Esta prueba se realizó en laboratorio mediante dinamómetro permitiendo establecer las condiciones ideales donde esta tecnología muestra su eficiencia sin intervención de variables externas, donde la conducción es controlada pues el operador del vehículo en el dinamómetro debe seguir el ciclo de manejo establecido sin desviaciones.

• Resultados

El análisis se realizó en base a los datos obtenidos por Laboratorio de Control de Emisiones Gaseosas Vehiculares (LCEGV) de la Subsecretaría de Ambiente de la Secretaría de Turismo, Ambiente y Deportes de la Jefatura de Gabinete de Ministros de Argentina. Dichas mediciones fueron realizadas en dinamómetro de chasis conforme Reg. UE 7 15/2007 y posteriores. Reg. UNECE 101 y IRAM –AITA 10274 de resolución MAdyS 797/2017

Neumático de mayor categoría de eficiencia.

**NEUMATICO CLASE “B”
MICHELIN CON CARGA DE 1000Kg**

CONSUMOS

| Datos de Ensayo | | | Curva NEDC | | 60 km/h | | 70 km/h | |
|-----------------|------------|----------|------------------------|-----------|-----------------|----------|-----------------|----------|
| N° | Fecha | Hora | CO ₂ (g/km) | I/ 100 km | CO ₂ | I/100 km | CO ₂ | I/100 km |
| 1 | 18/05/2023 | 12:23:36 | 291,351 | 10.856 | 138,924 | 5,172 | 156,662 | 5,832 |
| 2 | 19/05/2023 | 11:09:32 | 292,532 | 10.902 | 134,519 | 5,008 | | |
| 3 | 23/05/2023 | 10:31:37 | 294,763 | 10.982 | 136,547 | 5,083 | 157,371 | 5,859 |
| 4 | 24/05/2023 | 10:41:52 | 293,873 | 10.951 | 137,436 | 5,118 | 156,441 | 5,824 |

| | | | | | | |
|--------------------------|----------------|---------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| PROMEDIOS | 293,130 | 10,923 | 136,857 | 5,095 | 156,825 | 5,838 |
| DESVÍO STANDARD | 1,499 | 0.055362 | 1,841202 | 0,068515 | 0,4858707 | 0,01834 |
| Coef. Variación % (COV) | 0,511 | 0.506848 | 1,345352 | 1,344808 | 0,3098178 | 0,31412 |

| Datos de Ensayo | | | Consumos | | Emisiones(mg/km) | | |
|-----------------|------------|----------|------------------------|-----------|------------------|--------|--------|
| N° | Fecha | Hora | CO ₂ (g/km) | I/ 100 km | THC | CO | NOX |
| 1 | 18/05/2023 | 12:23:36 | 291,351 | 10.856 | 25,00 | 110,00 | 264,00 |
| 2 | 19/05/2023 | 11:09:32 | 292,532 | 10.902 | 31,00 | 38,00 | 272,00 |
| 3 | 23/05/2023 | 10:31:37 | 294,763 | 10.982 | 1300 | 117,00 | 301,00 |
| 4 | 24/05/2023 | 10:41:52 | 293,873 | 10.951 | 26,00 | 132,00 | 312,00 |

| | | | | | |
|--------------------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| PROMEDIOS | 293,130 | 10,923 | 23,750 | 124,250 | 287,250 |
| DESVÍO STANDARD | 1,499 | 0.055362 | 7,632169 | 12,97112 | 22,91106 |
| Coef. Variación % (COV) | 0,511 | 0.506848 | 32,13545 | 10,43953 | 7,976 |

Neumático de menor categoría de eficiencia.

**NEUMATICO CLASE "E"
FATE CON CARGA DE 1000Kg**

CONSUMOS

| Datos de Ensayo | | | Curva NEDC | | 60 km/h | | 70 km/h | |
|-----------------|------------|----------|------------------------|-----------|-----------------|----------|-----------------|----------|
| Nº | Fecha | Hora | CO ₂ (g/km) | I/ 100 km | CO ₂ | I/100 km | CO ₂ | I/100 km |
| 1 | 30/05/2023 | 10:20:43 | 291,226 | 10.849 | 138,209 | 5.142 | 156,786 | 5,837 |
| 2 | 31/05/2023 | 10:27:38 | 292,823 | 11.059 | 139,840 | 5,206 | 158,949 | 5,917 |
| 3 | 01/06/2023 | 11:23:50 | 294,428 | 10.969 | 139.124 | 5,179 | | |
| 4 | 02/06/2023 | 11:07:19 | 293,251 | 11.075 | 141.097 | 5,253 | 159,443 | 5,936 |

| | | | | | | |
|--------------------------|----------------|---------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| PROMEDIOS | 294.932 | 10,988 | 139,568 | 5,196 | 158,393 | 5,838 |
| DESVÍO STANDARD | 2,765 | 0.10375 | 1,218721 | 0,045602 | 1,4131675 | 0,05254 |
| Coef. Variación % (COV) | 0,938 | 0.944209 | 0,873212 | 0,877688 | 0,8921925 | 0,89099 |

| Datos de Ensayo | | | Consumos | | Emisiones(mg/km) | | |
|-----------------|------------|----------|------------------------|-----------|------------------|--------|--------|
| Nº | Fecha | Hora | CO ₂ (g/km) | I/ 100 km | THC | CO | NOX |
| 1 | 30/05/2023 | 10:20:43 | 291,226 | 10.849 | 10.00 | 115,00 | 304.00 |
| 2 | 31/05/2023 | 10:27:38 | 292,823 | 11.059 | 23.00 | 107,00 | 298.00 |
| 3 | 01/06/2023 | 11:23:50 | 294,428 | 10.969 | 22.00 | 102,00 | 307.00 |
| 4 | 02/06/2023 | 11:07:19 | 297,251 | 11.075 | 28.00 | 108,00 | 303.00 |

| | | | | | |
|--------------------------|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| PROMEDIOS | 294,932 | 10,988 | 20.750 | 108.000 | 303.000 |
| DESVÍO STANDARD | 2.765 | 0.10375 | 7,632169 | 5,354126 | 3.7416574 |
| Coef. Variación % (COV) | 0,938 | 0.944209 | 36.78154 | 4,957524 | 1.2348704 |

-
- **Desafíos, aprendizajes, consideraciones de implementación y experiencia del personal**

Desafíos

Se recomienda analizar el desempeño energético en la operación, esto dado que puede presentar otras variaciones, que podrían explicarse por condiciones meteorológicas que influyen directamente en el desempeño del vehículo.

Tras presentar los análisis de esta prueba, se concluye que esta se realizó cumpliendo la metodología propuesta. Al no tratarse de una prueba de validación tecnológica en sí misma, no existen resultados de desempeño energético. Sin embargo, se analizan los coeficientes de rodadura de ambos tipos neumáticos y se observa una diferencia significativa entre ellos. A su vez, esto se ve reflejado en los resultados obtenidos en términos de consumo, los cuales entregan un ahorro de un 0,59%, que indica que existe una mejora.

FURGÓN CON NEUMÁTICOS DE BAJA RESISTENCIA A LA RODADURA - ENSAYO EN DINAMÓMETRO - EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO

• Introducción y contexto

Esta prueba busca medir el desempeño energético en condiciones de laboratorio, de un furgón Fiat Ducato Multijet modelo 2016 equipado con neumáticos de baja resistencia a la rodadura.

• Resultados

Línea de base:

- Distancia recorrida: 24 km recorridos
- Combustible consumido: 2,64 litros
- Energía consumida: 27,1 kWh
- Emisiones contaminantes: 7,1 [kg CO₂e] .

A partir de ello se cuantificó:

- Los ahorros obtenidos fueron de un 0,60%
- El porcentaje de mejora del rendimiento fue de un 0,60%
- Las emisiones se redujeron en un 0,61%

• Desafíos, aprendizajes, consideraciones de implementación y experiencia del personal

Desafíos

Como en el caso de otras de las pruebas, una de las barreras de implementación hace referencia a la falta de conocimiento de este tipo de tecnologías ya disponibles. En esta misma línea, se detecta la necesidad de aumentar tanto la información de estas tecnologías como la oferta de estos productos en ambos países. Por otra parte, la situación financiera es especialmente relevante en Argentina, donde la volatilidad de los precios, y el acceso a financiamiento, puede causar retrasos en este tipo de inversiones.

A partir del análisis de los resultados se sugiere repetir la prueba en el dinamómetro revisando el método de cuantificación de los ahorros y mejoras.

APORTES A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS DEFLECTORES DE CABINA EN CAMIONES.

• Introducción y contexto

La hipótesis de esta prueba, realizada en 2017, es que el uso de deflectores de cabina permite disminuir el consumo de combustible. Se considerará como variable dependiente los litros consumidos, siendo las variables independientes como las características de la ruta, la velocidad, las condiciones mecánicas y del equipo, etc., variables controladas por la aplicación de la Borrador Norma IRAM N°10290.

• Resultados

La línea base que se presenta, ha sido construida en base a los datos de consumo obtenidos de la telemetría, específicamente del “consumo instantáneo promedio CIP”.

La línea base construida en base a vueltas válidas durante la ejecución de las pruebas contó con un promedio de:

- Distancia recorrida: 170 km
- Combustible consumido: 43,62 litros
- Energía consumida: 447,6 kWh

A partir de ello se cuantificó:

- Emisiones contaminantes: 117,2 [kg CO₂e].
- El porcentaje de ahorro obtenido fue de 7,28%
- El porcentaje de mejora fue de 1,91%
- Las reducciones de GEI fueron de un 2%

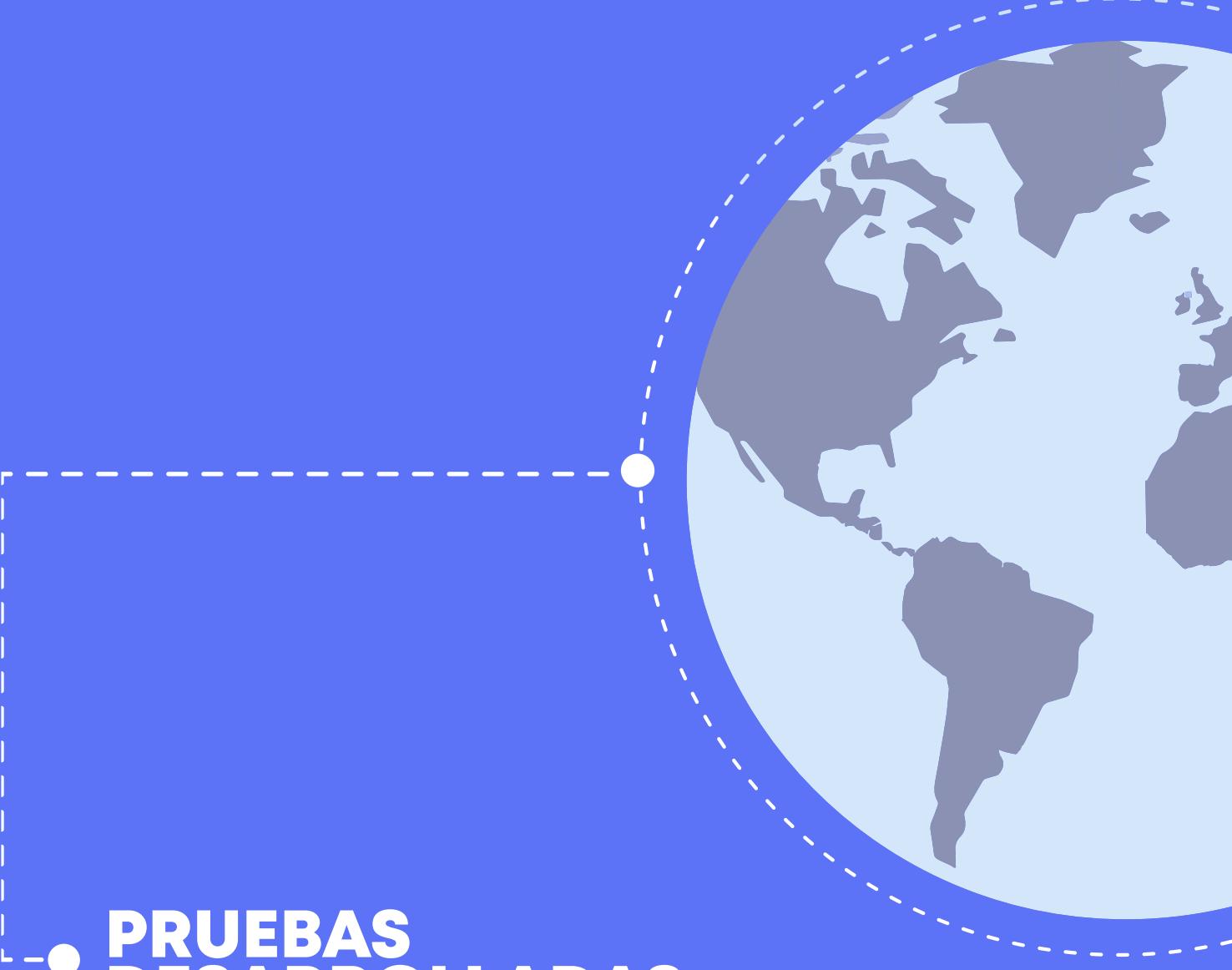
• Desafíos, aprendizajes, consideraciones de implementación y experiencia del personal

Desafíos

Resultaría interesante probar otras marcas y modelos de deflectores, sin embargo, se debe considerar que estos resultados son propios de este modelo de deflector y que no necesariamente se replicarán en otro modelo. A modo de recomendación, se propone que esta tecnología sea evaluada por las empresas de transportes, ajustando los parámetros específicos de operación y el diseño del conjunto deflector-vehículo y del propio vehículo, para determinar su impacto.

Aprendizajes

Los resultados obtenidos en esta prueba dan cuenta de una tecnología que es altamente interesante en términos de ahorro de combustible para una operación en carretera. La prueba realizada, con la metodología bajo borrador de la norma IRAM N°10290 controlando variables como velocidad, ruta, carga, aspectos meteorológicos y mecánicos, entre otros, se cumplió en un 100% lo que le da robustez a los resultados expuestos.



• PRUEBAS DESARROLLADAS EN CHILE



PRUEBAS BAJO NORMA NCh3331

- Empresas participantes:**

| Empresa/organización |
|----------------------|
| FedEx |
| Michelin |
| Kaufmann |

- Metodología utilizada**

En este caso, se utilizó la Norma Chilena NCh 3331 que contempla el uso de gravimetría para medir el consumo de combustible en cada vuelta. Al no contar con un polígono cerrado apto, se utilizaron autopistas públicas. Se buscó una ruta con una pendiente idealmente menor a 5° y la distancia mínima requerida por la norma. Estas pruebas requieren la coordinación de diversos actores como infraestructura vial, empresas de transporte y proveedores de tecnología. También se debe preparar un campamento base para la toma de datos después de cada vuelta.

Se recomendó una ruta con tráfico mínimo para aumentar la repetitividad. Se utilizó la autopista General Velásquez, entre el peaje de Champa y el enlace con Américo Vespucio. Este tramo de 77 km por sentido tiene una inclinación de 0°, lo que cumple con los requisitos de la prueba.

APORTES A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS NEUMÁTICOS SUPERANCHOS

• Introducción y contexto

La hipótesis de esta prueba es que el uso de neumáticos súper anchos permite disminuir el consumo de combustible. La prueba se realizó bajo los estándares de la Norma Chilena NCh 3331, comparando un vehículo de prueba y uno de control en condiciones controladas de ruta, carga, aspectos mecánicos y meteorológicos.

La tecnología probada corresponde a la utilización de un neumático súper ancho (445/50R22,5) en los ejes de tracción y del semi remolque, reemplazando al doble de neumáticos tradicionales (275/80R22,5). El costo aproximado de cada neumático súper ancho es de \$700.000 CLP por lo que el costo por 10 unidades tractocamiones y remolque serían en total de \$56.000.000 CLP o US\$60.086. El costo de equipar un camión y remolque con neumáticos tradicionales se estima en \$5.600.000 CLP, se destaca que el costo de los dos neumáticos super anchos es inferior al costo de compra de los cuatro neumáticos tradicionales por eje.

La prueba se ejecutó en dos noches. Durante la primera noche se construyó la línea base, y durante la segunda se probaron los neumáticos súper anchos. La tecnología se instaló en un tractor y un remolque, ambos con la misma configuración 6x2, 3 ejes y tecnología de control de emisiones EPA 10. Estos equipos trabajan principalmente por carretera, en las zonas norte, centro y sur de Chile. Son utilizados para el traslado de carga fraccionada hasta centros de distribución de distintas ciudades del país.

• Resultados

La línea base construida en la primera noche arrojó los siguientes resultados promedio en las tres vueltas válidas:

- Distancia recorrida: 77 [km]
- Combustible consumido: 17,79 [kg] (21,36 litros)
- Energía consumida: 219,21 [kWh]
- Emisiones contaminantes: 57,41 [kg CO₂e]

Al probar los neumáticos super anchos en la segunda noche, se obtuvo un ahorro del 5,66% en el consumo de combustible y una mejora del 6%. Así, es posible determinar que existe una reducción del 6,82% de emisiones durante la prueba.

• Desafíos, aprendizajes, consideraciones de implementación y experiencia del personal

Experiencia del conductor al participar de la prueba de validación tecnológica: "Me hace sentir muy cómodo, no es complejo cumplir los requerimientos de la norma, ya que, por mi profesionalización y experiencia, siempre procuro llevar una conducción eficiente. Además, como las pruebas se realizan en el mismo camión que utilizo diariamente me sirve para mejorar el rendimiento y cumplir los estándares de la compañía. Cuando esto se cumple, puedo acceder a bonos y mejorar mi productividad." Como recomendación se propone que las empresas de transporte evalúen esta tecnología, ajustando los parámetros de peso y operación para determinar su factibilidad de uso. Cabe considerar que los resultados pueden variar en función del modelo y marca del neumático, así como de la banda de recauchaje utilizada.

Se han identificado algunas consideraciones clave para la implementación de la tecnología de neumáticos superanchos:

1. Aplicación en ejes completos: La tecnología debe aplicarse en ejes completos, no de forma parcializada.
2. Costo y durabilidad de los neumáticos: Se debe considerar el costo de compra de los neumáticos super anchos, así como su durabilidad y las dificultades asociadas a la vulcanización en caso de eventos en carretera.
3. Recauchaje: La alternativa de recauchutar los neumáticos implica contar con proveedores que dispongan de las bandas de este tamaño.
4. Normativa legal: La normativa chilena establece límites de peso por eje, por lo que la carga a transportar debe ajustarse a estos requisitos.
5. Disponibilidad del producto: Aún existe una oferta limitada y poco variada de neumáticos super anchos en el mercado chileno, lo que dificulta su masificación.
6. Preparación de vulcanizadoras: La mayoría de las vulcanizadoras en carretera no cuentan con las herramientas ni insumos necesarios para realizar cambios de este tipo de neumáticos.
7. Estas barreras deben ser consideradas y abordadas para facilitar la implementación exitosa de esta tecnología de neumáticos superanchos en las operaciones de transporte por carretera.
8. Se propone una evaluación más larga que evidencie la vida útil de estos neumáticos en comparación con los tradicionales.

APORTES A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA REPROGRAMACIÓN DE MOTOR

• Introducción y contexto

La hipótesis de esta prueba es que una reprogramación del motor permite disminuir el consumo de combustible. La prueba se realizó bajo los estándares de la Norma Chilena NCh 3331, comparando un vehículo de prueba y uno de control en condiciones controladas de ruta, carga, aspectos mecánicos y meteorológicos.

La tecnología probada corresponde a la reprogramación del motor, realizada por el propio fabricante del tractor (Kaufmann). El objetivo es injectar menos combustible, para lo cual se realiza un ajuste de potencia y torque. El torque aumenta de 1.650 a 1.750 [lb*ft], mientras que la potencia disminuyó de 455 a 400 [hp]. Este mix se hizo considerando que las rutas en Chile tienen pendiente y también la operación propia de FedEx.

La prueba se ejecutó en dos noches. Durante la primera noche se construyó la línea base y durante la segunda se probó la tecnología aplicada. Participaron dos vehículos, uno de prueba y uno de control, ambos de la misma marca, modelo y año: Freightliner, New Cascadia 126 año 2020. Ambos equipos tienen la misma configuración 6x2, 3 ejes e igual tecnología de control de emisiones EPA 10.

• Resultados

La línea base construida en la primera noche arrojó los siguientes resultados promedio en las tres vueltas válidas:

- Distancia recorrida: 77 [km]
- Combustible consumido: 16,58 [kg] (19,91 litros)
- Energía consumida: 204,26 [kWh]
- Emisiones contaminantes: 53,5105 [kg CO₂e]

El ahorro obtenido en la aplicación de esta prueba bajo la norma NCh 3331, fue de 0,2588% y mejora de 0,2595%. Sin embargo, los análisis realizados muestran un intervalo de confianza de ±1,75% y ±1,76% a un 95% de confiabilidad. Los resultados de las pruebas T de varianzas iguales y diferentes son negativos, por lo que no permiten concluir que la reconfiguración del motor generará un ahorro de combustible estadísticamente significativo. En resumen, si bien se obtuvo un ahorro del 0,2588%, el análisis estadístico no respalda que este ahorro sea estadísticamente significativo.

• Desafíos, aprendizajes, consideraciones de implementación y experiencia del personal

Se han identificado algunas consideraciones clave para la implementación de la reprogramación de motor:

1. Consideraciones Previas a la Implementación: Antes de implementar esta tecnología, es fundamental tener completa claridad sobre la operación, carga y rutas que utilizará el vehículo en el futuro. Con estos antecedentes, la configuración debe ser realizada por los fabricantes y/o expertos para cada caso particular, según los requerimientos operacionales específicos.
2. Limitaciones Tecnológicas: Una de las principales barreras identificadas es que la tecnología de los tractores debe ser lo suficientemente nueva para permitir la reconfiguración a través de la conexión al computador del vehículo. Los vehículos antiguos no podrán acceder a este tipo de tecnologías, lo cual es relevante considerando la antigüedad promedio del parque vehicular en Chile.
3. Aprobación y Ejecución por el Fabricante: Para mantener las garantías del vehículo, estas configuraciones deben ser aprobadas y ejecutadas por el fabricante o importador autorizado. Los resultados expuestos corresponden a la situación particular de la prueba realizada por FedEx, por lo que cada reconfiguración debe ser adaptada al vehículo y la operación específica.
4. Potencial de Mejora en rutas con pendientes: Existe la hipótesis de que la reprogramación del motor podría funcionar mejor en rutas con pendientes, ya que el requerimiento de potencia podría verse afectado. Se recomienda probar esta tecnología en rutas o parámetros operacionales distintos, donde exista mayor demanda de potencia.

- **Empresas participantes:**

| Empresa/organización |
|----------------------|
| SQM |
| Transportes Nazar |

- **Antecedentes**

La precisión de los datos de entrada se fortaleció gracias al reporte de la ruta realizado por los conductores. El precio del Diésel utilizado para los cálculos es de \$904 [CLP/litro] y el de la electricidad en \$133 [CLP/kWh]. El precio del dólar asumido es de \$932 CLP.

La ruta evaluada comienza en la faena de SQM ubicada en Coya Sur, Comuna de María Elena, Calama, y se extiende hasta el puerto de Tocopilla, con una distancia de 83,5 kilómetros, con retorno en vacío.

La altimetría de la ruta varía desde un mínimo de 15 m.s.n.m. hasta un máximo de 1.462 m.s.n.m., con un promedio de 1.109 m.s.n.m. Esta ruta es utilizada habitualmente por la flota de Transportes Nazar para el traslado del producto “secado” desde la faena Coya Sur al Puerto de Tocopilla. Los vehículos fueron puestos a disposición y en coordinación del equipo de SQM y Nazar para que tuvieran prioridad en su proceso de carga y descarga. Con esta prioridad se logró disminuir al máximo posible la presencia de factores externos que influenciaran en los datos recibidos.

Las pruebas se realizan en operación real, con una duración de la vuelta completa en los tractocamiones entre 4 horas con 30 minutos y 4 horas con 50 minutos. La ruta se caracteriza por un alto desnivel, cuestas, curvas y control de velocidad constante. Los remolques de tipo batea fueron cargados en todas las instancias con el mismo producto, con una carga promedio de 26,45 toneladas por batea.

Para las vueltas con vehículo diésel, se evidenció un promedio de tres vueltas diarias, mientras que para las pruebas con camión eléctrico fueron dos vueltas diarias. Esta diferencia radica en el tiempo de carga que requieren las baterías del tractor eléctrico, en promedio 1 hora y 20 minutos, y el tiempo de descanso de los conductores, lo que impide realizar una tercera vuelta en el día.

- **Metodología utilizada**

Esta prueba de validación tecnológica, también conocida como pilotaje, consiste en un diseño de levantamiento de datos sobre una operación real del vehículo, para su seguimiento, evaluación y eventual comparación.

El objetivo de estas pruebas piloto es determinar el desempeño energético y de emisiones en operaciones reales de componentes, insumos o tecnologías. Esto permite considerar las posibilidades de un determinado despliegue en el mercado y sirve para identificar facilidades o dificultades de implementación. Además, es útil para comparar el desempeño de flotas con diferentes tecnologías.

Las pruebas desarrolladas bajo esta modalidad fueron 3 y tienen foco en equipos eléctricos. La metodología expuesta a continuación es común, sin embargo, los detalles se entregan en los respectivos apartados.

APORTES A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL USO DE CAMIÓN ELÉCTRICO MAXUS ET-2549. VERSUS CAMIÓN DIÉSEL EN OPERACIÓN MINERA

• Introducción y contexto

El objetivo de esta prueba es comparar el desempeño energético entre un equipo que utiliza un tractocamión eléctrico y un equipo que utiliza un tractocamión diésel. Ambos con una batea convencional.

La prueba se desarrolló en dos etapas:

1. Primera etapa (8 días): Se levantaron datos del vehículo de prueba que era el tractocamión eléctrico.
2. Segunda etapa (7 días): Ambos vehículos, el eléctrico y el diésel, realizaron el trayecto simultáneamente para obtener mayor cantidad de datos del vehículo eléctrico.

Detalles de los Vehículos:

- Vehículo de prueba: Tracto 100% eléctrico, marca Maxus, modelo ET-2549, año 2022. Costo unitario: \$307.560.000 CLP.
- Vehículo de control: Tractocamión a combustión diésel, marca Volvo, modelo FH 500, año 2021, tecnología EURO V. Costo unitario: \$139.800.000 CLP
- Ambos vehículos utilizaron una batea basculante convencional, Randon / IT 259 (2+1), año 2021.

La prueba comenzó el 25 de diciembre de 2023 con el vehículo eléctrico y el 2 de enero de 2024 con el vehículo diésel. Se tomaron datos de 7 días continuos de operación, obteniendo un total de 28 vueltas válidas para analizar.

• Resultados

La línea de base construida, arrojó los siguientes resultados promedio para una vuelta completa:

Coya Sur - Tocopilla (con carga)
Tocopilla - Coya Sur (sin carga).

- Distancia recorrida: 167,4 [km]
- Combustible consumido: 58,87 litros
- Energía consumida: 603,97 [kWh]
- Consumo energético estandarizado (CEe): 3,60 [kWh/km]
- Emisiones contaminantes: 158,22 [kg CO₂e]

El periodo demostrativo construido, arrojó los siguientes resultados promedio por vuelta.

- Distancia recorrida: 166,8 [km]
- Combustible consumido: 0 litros
- Energía consumida: 181,48 [kWh]
- Consumo energético estandarizado (CEe): 1,07 [kWh/km]
- Emisiones contaminantes directas: 0 [kg CO₂e]

Luego de aplicar el siguiente cálculo:

$$\frac{C E e L B - C E e P D}{C E e L B} = \frac{3,60 - 1,07}{3,60} = 70,2\%$$

Se observa un ahorro del 70,2% de los kWh consumidos en comparación con el vehículo diésel.

Las emisiones en esta prueba se reducen en un 100%, ya que el vehículo eléctrico es un vehículo que no genera emisiones del tipo directas.

El costo requerido para movilizar una tonelada es de \$20,061 [CLP/ton] para el caso diésel y de \$9,018 [CLP/ton] para el eléctrico.

- **Desafíos, aprendizajes, consideraciones de implementación y experiencia del personal**

Experiencia del conductor al participar de una prueba de validación tecnológica: “Gratificante ya que nos ha permitido comprender distintas variables involucradas en el transporte de carga” “Me parece excelente ya que nos permite mitigar la contaminación de CO₂ en el mundo”

Las principales consideraciones de implementación de esta tecnología son:

1. Período de Aprendizaje: Al tratarse de una tecnología nueva e innovadora en la minería, existe un período de aprendizaje, especialmente a nivel técnico, que puede causar que la tecnología no esté 100% disponible operacionalmente.
2. Compromiso del Servicio Técnico: La velocidad de resolución de problemas y el compromiso del servicio técnico de la marca o sus representantes pueden aumentar o aminorar este proceso de aprendizaje e incorporación de la nueva tecnología.
3. Mayor Costo: El costo del vehículo eléctrico es 120% más alto que su homólogo diésel.
4. Tiempo de Carga de Baterías: El tiempo de carga de las baterías puede influir en una disminución de la producción asociada por vehículo, ya que dependiendo de la operación, el vehículo eléctrico podría no alcanzar las vueltas/descargas requeridas.
5. La capacidad de regeneración de la batería durante el tramo inicial hacia el puerto de Tocopilla le permite una asistencia casi completa durante el tramo de regreso, disminuyendo considerablemente la energía consumida. Estos resultados son específicos de la operación descrita, por lo que se recomienda evaluar el desempeño de este tipo de tecnología en rutas u operaciones más estandarizables.
6. No existe información disponible sobre la duración de las baterías y la vida útil del equipo, lo cual se irá conociendo con el tiempo y la experiencia.
7. Operacionalmente, el vehículo eléctrico puede dar solo 2 vueltas por día a diferencia del vehículo diésel que puede dar 3 vueltas, lo que lo vuelve menos atractivo.

APORTES A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL USO DE CAMIÓN CON BATEA ELÉCTRICA VERSUS BATEA CONVENCIONAL EN OPERACIÓN MINERA

• Introducción y contexto

La hipótesis de esta prueba es que el uso de una batea eléctrica en conjunto con un tracto diésel, permite mejorar el desempeño energético de la operación en la que participa.

Esta prueba corresponde a una prueba en operación real, en la que se comparó el desempeño energético de un tracto diésel con una batea eléctrica Randon / IT 259 E (2+1), año 2023. Se logró obtener datos durante 2 días.

El costo de la batea eléctrica es de \$172,420,000 CLP, mientras que el de una batea convencional es de \$37,280,000 CLP.

• Resultados:

La línea base se repite respecto a la prueba anterior, camión diésel con batea normal. Esto arrojó los siguientes resultados promedio:

- Distancia recorrida: 167,4 [km]
- Combustible consumido: 58,87 litros
- Energía consumida: 603,97 [kWh]
- Consumo energético estandarizado (CEE): 3,60 [kWh/km]
- Emisiones contaminantes: 158,22 [kg CO₂e]

El periodo demostrativo, arrojó los siguientes resultados promedio:

- Distancia recorrida: 170,0 [km]
- Combustible consumido: 57,83 litros
- Energía consumida: 593,35 [kWh]
- Consumo energético estandarizado (CEE): 3,55 [kWh/km]
- Emisiones contaminantes: 155,44 [kg CO₂e]

$$\frac{C E e L B - C E e P D}{C E e L B} = \frac{3,60 - 3,55}{3,60} = 1,44\%$$

Se observa un ahorro del 1,44% de los kWh/km y de emisiones por kilómetro en comparación con la línea base.

• Desafíos, aprendizajes, consideraciones de implementación y experiencia del personal

Es importante destacar que la batea eléctrica tiene un sistema de carga independiente al del camión y su porcentaje de carga no fue monitoreado en el presente proyecto. Se propone que a futuro se tome en consideración este aspecto.

Por otro lado, las pruebas desarrolladas con la batea eléctrica presentaron dificultades técnicas. En primera instancia, el equipo no estaba frenando con regeneración y presentó diversos problemas eléctricos, por lo que fue necesario coordinar la visita del equipo técnico del fabricante que debió trasladarse desde Brasil para dar soporte al transportista.

Las principales consideraciones de implementación de esta tecnología son:

1. Período de aprendizaje: Al tratarse de una tecnología nueva e innovadora en la minería, existe un período de aprendizaje, especialmente a nivel técnico, que puede causar que la tecnología no esté 100% disponible operacionalmente.
2. Compromiso del servicio técnico: La velocidad de resolución de problemas y el compromiso del servicio técnico de la marca o sus representantes pueden aumentar o aminorar este proceso de aprendizaje e incorporación de la nueva tecnología.
3. Chequeo constante del estado de carga y baterías: La utilización de esta tecnología debe considerar un chequeo constante del estado de carga y de las baterías de la propia batea, ya que al ser un dispositivo que se conecta al tractocamión y no es parte de su configuración de fábrica, requiere corroborar la información con mediciones externas.
4. Tiempos de carga: Dependiendo de la operación, el uso de esta tecnología podría presentar retrasos significativos por los tiempos de carga, considerando que la regeneración no sea al 100% para las baterías de la batea eléctrica.
5. Según la empresa Transportes Nazar el funcionamiento de la batea eléctrica puede mejorar luego de algunos ajustes hasta su nivel óptimo para lo cual el proveedor de la tecnología continuará los trabajos técnicos.

APORTES A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL USO DE CAMIÓN ELÉCTRICO MAXUS ET-2549 CON BATEA ELÉCTRICA VERSUS CAMIÓN DIÉSEL CON BATEA CONVENCIONAL EN OPERACIÓN MINERA

• Introducción y contexto

La hipótesis de esta prueba es que la utilización de un tractor eléctrico operando en conjunto a una batea eléctrica, permiten mejorar el desempeño energético que se obtiene al operar en la ruta específica Coya Sur-Tocopilla bajo condiciones operacionales normales. En esta prueba se planificó pilotar un tractor 100% eléctrico, marca Maxus, modelo ET-2549 año 2022, en conjunto con una batea eléctrica marca Randon / IT 259 E (2+1), año 2023. Estos vehículos se compararon con su par, un tractocamión diésel y una batea convencional.

La prueba se realizó durante 3 días continuos de operación en el norte de Chile, los días 05, 06 y 07 de abril de 2024.

Detalles de los Vehículos:

- Vehículo de prueba: Tractor eléctrico Maxus ET-2549 (2022) + Batea eléctrica marca Randon / IT 259 E (2+1), año 2023. El costo del conjunto batea eléctrica y tractocamión eléctrico es de US \$515,000, equivalente a \$479,980,000 CLP.
- Vehículo de control: Tractor diésel Volvo FH 500 (2021) + Batea basculante convencional, Randon / IT 259 (2+1), año 2021. El costo del conjunto convencional es de \$177,800,000 CLP.
- La prueba se llevó a cabo en la ruta específica Coya Sur-Tocopilla bajo condiciones operacionales normales.

La prueba comenzó el 25 de diciembre de 2023 con el vehículo eléctrico y el 2 de enero de 2024 con el vehículo diésel. Se tomaron datos de 7 días continuos de operación, obteniendo un total de 28 vueltas válidas para analizar.

• Resultados

La línea base se repite respecto a la prueba anterior, camión diésel con batea normal. Esto arrojó los siguientes resultados promedio:

- Distancia recorrida: 167,4 [km]
- Combustible consumido: 58,87 litros
- Energía consumida: 603,97 [kWh]
- Consumo energético estandarizado (CEe): 3,60 [kWh/km]
- Emisiones contaminantes: 158,22 [kg CO₂e]

El periodo demostrativo con el conjunto totalmente eléctrico, arrojó los siguientes resultados promedio:

- Distancia recorrida: 162,62 [km]
- Combustible consumido: 0 litros
- Energía consumida: 175 [kWh]
- Consumo energético estandarizado (CEe): 1,048 [kWh/km]
- Emisiones contaminantes: 0 [kg CO₂e]

Luego de aplicar el siguiente cálculo:

$$\frac{C E e L B - C E e P D}{C E e L B} = \frac{3,608 - 1,048}{3,608} = 70,93\%$$

Para esta prueba, el ahorro generado fue de 70,93% en el consumo de energía (kWh). En términos de rendimiento (km/kWh) hay una mejora de rendimiento de un 244,4%

En cuanto a las emisiones directas, estas se reducen en un 100%.

- **Desafíos, aprendizajes, consideraciones de implementación y experiencia del personal**

Comentarios del conductor respecto a la prueba piloto y la tecnología probada: “Ha sido muy entretenida. Estas pruebas permiten ver el real impacto de la implementación de esta tecnología.” Respecto de la tecnología: “Me parece que aún no se encuentra el equipo en su mejor versión.”

La capacidad de regeneración de la batería del tractocamión y la batea durante el tramo inicial hacia el puerto de Tocopilla, les permite una asistencia casi completa durante el tramo de regreso, disminuyendo considerablemente la energía consumida.

La inclusión de la batea no generó un mayor ahorro que el caso del camión eléctrico con batea convencional. Esto se atribuye al bajo porcentaje de ahorro generado por la batea misma. Se espera que este porcentaje aumente en gran medida luego de inspeccionar nuevamente el equipo.

Estos resultados son específicos de la operación descrita, por lo que se recomienda evaluar el desempeño de este tipo de tecnología en rutas u operaciones más estandarizables.

Se sugiere continuar con las mediciones de la batea eléctrica para contar con más registros que reduzcan las dispersiones y determinar de forma precisa el aporte energético esperado de esta tecnología.

AGRADECIMIENTOS

El equipo consultor expone sus agradecimientos al equipo técnico de SQM y Transportes Nazar, por su profesionalismo y colaboración activa en la correcta realización de esta prueba, disponiendo de los vehículos, conductores y mecánicos. En especial a aquellos profesionales de la base María Elena de Nazar y Coya Sur de SQM, quienes mostraron proactividad e interés en estas pruebas, lo cual facilitó enormemente la ejecución.

IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS

El programa Giro Limpio, gestionado por la Agencia de Sostenibilidad Energética, se destaca por su compromiso con la sostenibilidad y la eficiencia energética en el sector del transporte de carga. Este programa voluntario y gratuito ha marcado diversos hitos con el apoyo de EUROCLIMA en el periodo 2020-2024, logrando avances significativos hacia sus objetivos de certificación y reconocimiento de las empresas de transporte comprometidas con prácticas sostenibles.

Con el respaldo financiero de EUROCLIMA, Giro Limpio ha producido dos documentos clave que han sido fundamentales para su desarrollo y expansión:

1. Estudio para la armonización de los programas Giro Limpio y Transporte Inteligente:

Este documento ha establecido un marco para la colaboración regional, identificando prácticas de alta eficiencia energética aplicables en el transporte de carga.

2. Guía de implementación de un sistema de gestión de la energía: Basada en la Norma ISO 50001:2018.

esta guía ajusta los principios de gestión energética al sector de transporte de carga promoviendo la mejora continua.

Estos recursos no solo han enriquecido la oferta de valor de Giro Limpio, sino que también han facilitado la colaboración regional en pro de la eficiencia energética, beneficiando a las empresas participantes y contribuyendo a la sostenibilidad ambiental.

Casos de éxito coordinados y publicados por Giro Limpio desde el año 2020 son testimonio del impacto positivo del programa. Estos casos buscan compartir experiencias exitosas dentro de la industria del transporte de carga en Chile, mostrando la implementación efectiva de tecnologías avanzadas, estrategias innovadoras y buenas prácticas que resultan en una reducción significativa del consumo de combustible. A continuación, se destaca el contexto, resultados y aprendizajes clave de estos proyectos.

| Proyecto | Resultados evidenciados | Referencia |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Gestión del ralentí | Bodegas San Francisco en colaboración con FleetUp Transportes Agurto, instalaron dispositivos de telemetría en camiones para monitorear y reducir el tiempo en ralentí. Las capacitaciones a los conductores lograron una disminución significativa de este tiempo, traduciéndose en ahorros económicos y menor emisión de gases. Se estima un ahorro de 200 litros de diésel anuales por camión gracias a las campañas de concientización. |  |
| Uso de un calefactor de cabina autónomo | Transportes Nazar implementó calefactores de cabina autónomos Airtronic reduciendo el uso del motor en ralentí para calefacción. Esto resultó en un ahorro estimado de 3,371 litros de diésel al año por camión demostrando una reducción significativa en el consumo de combustible y las emisiones. |  |
| SmartDriver Chile: efecto del curso de conducción eficiente en una flota de camiones | Tiex aplicó el curso de conducción eficiente SmartDriver Chile a su flota resultando en una mejora del 9.4% en el rendimiento del combustible y una reducción de alertas operacionales. |  |

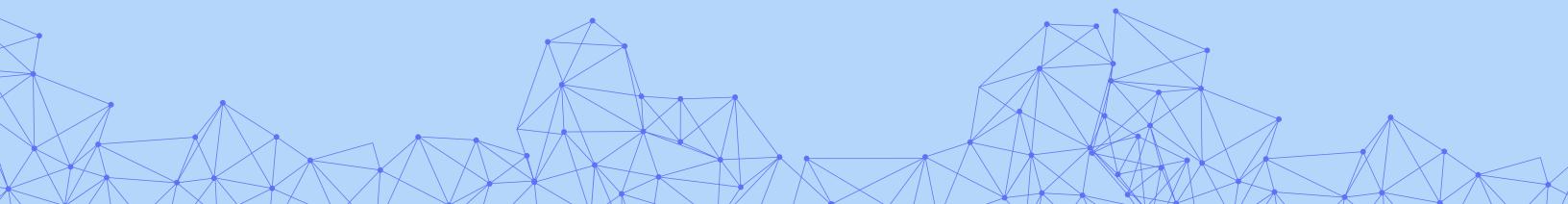
| Proyecto | Resultados evidenciados | Referencia |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Auditoría energética: Sector transporte de carga | Se realizó una auditoría energética en Transportes Brett que identificó oportunidades de ahorro y generó planes de acción específicos. Aunque no se establecieron metas concretas inicialmente, el interés en implementar políticas de no ralentí destacó por su bajo costo y alto impacto potencial culminando en un plan detallado para mejorar la eficiencia energética. |  |
| Efecto de la activación de una alarma de no ralentí en cabina | En un estudio realizado con la colaboración de Transportes Nazar y TripleZeta, se investigó el impacto de una alarma de no ralentí en el tiempo de ralentí efectivo de los camiones. Los resultados mostraron que solo un conductor logró reducir su tiempo de ralentí de 5,5 a 3,4 horas por semana tras la activación de la alarma. Sin embargo, la alarma no logró reducir el promedio general de tiempo en ralentí entre los camiones monitoreados, lo cual se atribuyó a la implementación de controles en carretera debido al contexto de la pandemia de COVID-19. |  |

CONCLUSIONES, APRENDIZAJES Y PRÓXIMOS PASOS

El presente documento analiza las lecciones aprendidas de las pruebas de validación tecnológica local, enfocándose en la categorización de pruebas por tipo para asegurar comparabilidad de resultados y la importancia de múltiples metodologías para validar resultados. Dentro de las mismas se destaca:

- La utilidad de los datos GPS y telemetría en la medición del consumo de combustible, recomendándose la creación de bases de datos detalladas que incluyan variables como tipo de carga y experiencia del conductor. La necesidad de que las empresas de transporte y proveedores de tecnología definan claramente sus objetivos y recursos antes de seleccionar la metodología de prueba más adecuada. Esto incluye considerar la disponibilidad de vehículos, rutas y condiciones operativas específicas. Además, se recomienda realizar pruebas bajo la coordinación de un solo operador de transporte para optimizar el diseño, planificación y ejecución de las mismas.
- El valor de estas pruebas en el proceso de transición tecnológica de los transportistas siendo de ayuda al momento de tomar decisiones informadas sobre inversiones futuras. Se observa un alto interés de las empresas de transporte en participar en estas pruebas, mostrando un compromiso continuo con la validación de tecnologías que reduzcan el consumo energético.
- La importancia de la preparación y capacitación del equipo humano involucrado en las pruebas, y se detalla la experiencia con un camión eléctrico de alto tonelaje y una batea eléctrica en Chile, subrayando los desafíos operacionales y técnicos enfrentados, así como la necesidad de soporte técnico adecuado y oportuno para mantener la operatividad de las tecnologías evaluadas.
- En determinadas pruebas, como la de determinación del ciclo de manejo en conjunto con el INTA, se debería profundizar en resultados más relevantes en materia transporte. La misma cuenta de gran importancia debido a la preponderancia que tiene la actividad agrícola-ganadera en la Argentina.
- Se destaca el interés en Argentina de las empresas transportistas de validar nuevas tecnologías, tales como camiones eléctricos ya que debido a cuestiones de plazo y disponibilidad no se pudieron realizar pilotos relacionados a la electromovilidad en el transporte de carga en dicho país
- Es necesario poner de manifiesto la creciente tendencia del sector del transporte de carga en la inclusión y capacitación de personal femenino ya sea como conductoras de camiones como en el servicio de asistencia para el transporte de carga. Sería provechoso que en futuros proyectos se pudiera documentar y analizar dicha inclusión.

Es importante destacar, que el conocimiento generado y sistematizado en el presente documento se difundirá a países de Iberoamérica, en el marco del Proyecto de EUROCLIMA “Mitigación de gases de efecto invernadero y adaptación a los impactos del cambio climático en América Latina mediante el fortalecimiento de la eficiencia energética en sectores estratégicos de Argentina y Chile”, con el objetivo de impulsar nuevas investigaciones y adaptaciones locales. Por último, debe tenerse en cuenta que la información y documentación aquí expuesta, requerirá, ineludiblemente, de una modificación y adaptación a la realidad de cada empresa. Para ello, es necesario tener en cuenta aspectos como: estructura organizacional, tamaño de la empresa, tamaño de la flota, tipo de vehículos, sistemas y métodos actuales de gestión de información, si existen o no programas informáticos y plataformas de soporte a la gestión, entre otros.



BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- <https://euroclimaplusargentinachile.org/wp-content/uploads/2021/08/Guia-de-implementacion-de-un-sistema-de-gestion-de-la-energia-ajustado-al-sector-transporte-de-carga-sobre-la-base-de-la-norma-ISO-50001-2018.pdf>
- <https://euroclimaplusargentinachile.org/wp-content/uploads/2021/08/Estudio-para-el-desarrollo-de-una-hoja-de-ruta-para-la-armonizacion-de-los-programas-Giro-Limpio-de-Chile-y-Transporte-Inteligente-de-Argentina.pdf>
- SAE International, “SAE-J1321”, 2012.
- INN, “NCh 3331:2013”, 2013.
- MAyDS, “Norma Borrador IRAM N°10290”, S/F.
- MAyDS, “Norma IRAM N°10274”, 2018
- Reglamento 101 UNECE
- AgenciaSE, “Guía de Registro de Datos: Recomendaciones para el registro de datos y generación de indicadores para el transporte de carga terrestre.”, 2022. https://www.girolimpio.cl/wp-content/uploads/2022/07/guia_registro_de_datos-GL.pdf
- AgenciaSE, “Transporte: Guía Metodológica de Auditoría Energética”, 2019. https://www.girolimpio.cl/wp%EF%BF%BEcontent/uploads/2022/07/REF_Guia_Metodologica_Extendida_Transporte_Web.pdf
- AgenciaSE, “Caso de éxito Gestión de Ralentí y neumáticos – Transportes Santa María”, S/F. <https://www.girolimpio.cl/wp-content/uploads/2022/07/Caso-de-exito-Gestion-de-Ralenti-y-neumaticos-TSM.pdf>
- AgenciaSE, “Neumáticos de Base Ancha – Caso de Estudio de FedEx Express”. <https://www.girolimpio.cl/wp-content/uploads/2022/07/Neumaticos-de-Base-Ancha-Caso-de-Estudio-FedEx.pdf>
- AgenciaSE, “SmartDriver Chile: efecto del curso de conducción eficiente en una flota de camiones”, 2022. <https://www.girolimpio.cl/wp-content/uploads/2022/07/Caso-Exito-SmartDriver-Chile.pdf>
- AgenciaSE, “Gestión del ralentí”. <https://www.girolimpio.cl/wp-content/uploads/2022/07/Gestio%CC%81n-del-Ralenti%CC%81-en-Bodegas-San-Francisco.pdf>
- AgenciaSE, “Usodeuncalefactordecabinaautónomo”. https://www.girolimpio.cl/wp-content/uploads/2022/07/Piloto-calefactor-de-cabina_Vigia_Nazar_GL.pdf
- AgenciaSE, “Auditoría energética: Sector transporte de carga”, 2022. <https://www.girolimpio.cl/wp-content/uploads/2022/07/Auditoria-energetica-Giro-Limpio-Transportes-Bretti.pdf>
- AgenciaSE, “Efecto de la activación de una alarma de no ralentí en cabina”. <https://bit.ly/3EeX0tk>
- Ministerio de Hacienda, Secretaría de Energía, Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética, “Guía de Gestión Eficiente para el Transporte Automotor de Cargas de la República Argentina”, 2019.
- Gasnam. (1 de enero de 2016). Gasnam Neutral Transport. Obtenido de <https://gasnam.es/energia-sostenible/gas-natural/>