

Implementación de un deflector a un camión Mercedez-Benz Atego 1725 y análisis comparativo de consumo

*Implementation of a deflector to a Mercedes-Benz Atego 1725 truck
and comparative analysis of consumption*

- ¹ Víctor David Bravo Morocho  <https://orcid.org/0000-0001-5629-259X>
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Mecánica, Carrera
de Ingeniería Automotriz
victor.bravo@epoch.edu.ec
- ² Edwin Rodolfo Pozo Safla  <https://orcid.org/0000-0002-8931-3577>
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Mecánica, Carrera
de Ingeniería Automotriz
edwin.pozo@epoch.edu.ec
- ³ Pablo Andrés Marcillo Moya  <https://orcid.org/0000-0001-6353-0699>
Investigador Independiente
pablo.marcillo@epoch.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 10/01/2022

Revisado: 25/02/2022

Aceptado: 31/03/2022

Publicado: 25/04/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/ap.v4i2.200>

Cítese:

Bravo Morocho, V. D., Pozo Safla, E. R., & Marcillo Moya, P. A. (2022).
Implementación de un deflector a un camión Mercedez-Benz Atego 1725 y análisis
comparativo de consumo. AlfaPublicaciones, 4(2), 73–91.
<https://doi.org/10.33262/ap.v4i2.200>



ALFA PUBLICACIONES, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico
tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica
que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva
mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://alfapublicaciones.com>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana
de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives
4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras**claves:**

deflector,
arrastre,
consumo de
combustible,
simulación dcf.

Resumen

Se implementó un deflector rompevientos para la cabina de un camión tipo furgón de marca Mercedes-Benz modelo Atego 1725-54, con la finalidad de direccionar el aire que impacta frontalmente en el vehículo a altas velocidades, evitando que choque directamente sobre la superficie frontal del cajón para reducir el consumo de combustible. El choque desordenado y agresivo del aire frena el avance del vehículo desencadena una mayor demanda de combustible para vencer estas resistencias. El diseño del deflector se realizó mediante un programa CAD y se comprobó el diseño y resistencia frente a los factores ambientales externos a los que estará sometido empleando un programa de simulación CAE. Para el proceso de construcción se empleó una matriz cruzada de fibra de vidrio y aglutinante de resina epóxica. Para el consumo de combustible se recolectaron los datos de una ruta de 100 Km a 90Km/h en promedio, a una altura de entre 2866 y 3507 msnm, que comprende la estación de servicio Amazonas – Machachi como punto de inicio y el punto final la estación de servicio Las Flores- Ambato, la recolección de datos se hizo antes y después de instalar el deflector en el vehículo, dando como resultado una reducción en el consumo de combustible de 23,12% anual. Se concluye que la instalación del deflector beneficia el consumo de combustible para los vehículos de transporte pesado, especialmente en vehículos donde el área frontal de la zona de carga es más alta que la cabina.

Keywords:

deflector,
drag,
fuel
consumption,
cfd simulation.

Abstract

A windbreak deflector was implemented for the cabin of a Mercedes-Benz Atego 1725-54 van type truck, with the purpose of directing the air that impacts frontally on the vehicle at high speeds, preventing it from colliding directly on the frontal surface of the vehicle. The disorderly and aggressive shock of the air slows down the vehicle's progress and triggers a greater demand for fuel to overcome these resistances. The design of the deflector was conducted using a CAD program and the design and resistance to external environmental factors to which it will be subjected were verified using a CAE simulation program. For the construction process, a cross matrix of fiberglass and epoxy resin binder was used. For fuel consumption, data was collected from a route of 100 km at an

average speed of 90 km/h, at an altitude between 2,866 and 3,507 masl, which includes the Amazonas - Machachi service station as the starting point and the end point the Las Flores-Ambato service station, data collection was done before and after installing the deflector in the vehicle, resulting in a reduction in fuel consumption of 23.12% per year. It is concluded that the installation of the deflector benefits fuel consumption for heavy transport vehicles, especially in vehicles where the frontal area of the cargo area is higher than the cabin.

Introducción

Al considerar el ciclo de vida de una carretera, los costos de operación vehicular son el componente más significativo del costo total. El consumo de combustible es el mayor componente en estos costos de operación vehicular; de otro lado en la mayoría de los países el transporte por carretera es el principal modo de transporte. El consumo de combustible es un importante elemento dentro del costo de operación de un vehículo que puede incluso, para algunos tipos de vehículos en algunas regiones, representar hasta el 50 % de los costos de transporte por unidad vehicular. Desde que se inventó el vehículo, se han realizado numerosas investigaciones tendentes a conocer el consumo de combustible utilizado para su locomoción y mejor, aún, a predecirlo. Recientemente estos estudios se han orientado a conocer el efecto que en el consumo de combustible tienen aspectos como velocidad, geometría vial y estado del pavimento, entre otros. Inicialmente los investigadores usaron datos empíricos gruesos que posteriormente se han remplazado por resultados de estudios experimentales en los cuales se ha relacionado el consumo de combustible con las condiciones específicas de operación y modelación usando una aproximación empírica. En las últimas épocas se ha modelado el consumo de combustible usando principios mecanicistas que lo relacionan con las fuerzas de oposición al movimiento. Para calcular el consumo de combustible se recurre a modelos de estimación estadística o mecanicista; los primeros son económicos y sencillos de construir, y los segundos requieren gran cantidad de recursos para su desarrollo y formulación. Lo actual de estos modelos es que sean de tipo mecanicista y se consideran parte integral de otros cuyo objeto es apoyar la evaluación técnica y económica de proyectos viales (Posada & Gonzales, 2013, p.37).

Estudios realizados en Estados Unidos de un tractocamión donde utilizan un carenado superior y lateral, consiguen una reducción del 15 % en el coeficiente de arrastre y un 6,5 % en el consumo de combustible. Al evaluar el coeficiente de arrastre mediante la utilización de un software computacional en dinámica de fluidos (CFD),

utilizando un semirremolque cisterna sometido bajo diferentes condiciones atmosféricas en la provincia de Chimborazo se obtuvo 1,18 y en la provincia del Guayas el valor fue de 0,86 estos resultados son adimensionales. Estudios realizados en Chile bajo la norma SAE J-1321 demuestra que al comparar las cabinas de un tractocamión Freightliner (Argosy y Columbia) se obtiene un 3,96 % en el ahorro de combustible por el diseño aerodinámico que posee la cabina Columbia del tractocamión. Otro estudio realizado en Chile bajo la norma SAE J-1321 indica que al utilizar varios dispositivos aerodinámicos (carenado superior, frontal y lateral, generador de vórtices y cubre tanque) se logra una reducción del 15.4 % del consumo de diésel de un tractocamión. En Ecuador el consumo de combustible al utilizar un deflector de aire (carenado superior) bajo la norma DIN 70 030-2 se indica un ahorro de 4.63% para un camión de carga mediana (Guanuche et al., 2021).

Así mismo Fraija (2006) menciona que:

La resistencia aerodinámica total viene dada por la suma de las resistencias debidas al rozamiento y a la presión. Estas fuerzas y momentos varían según el aporte dado por las siguientes disposiciones geométricas y elementos del vehículo. Cada una de ellas influye en mayor o menor proporción al valor de C_x incidiendo de igual manera en el consumo de combustible y confort del vehículo. Como ejemplo podemos citar la influencia del ángulo de inclinación del capó y parabrisas delantero sobre la resistencia al avance (pp.67-68).

En este punto entran a jugar un papel muy importante los dispositivos que puedan contribuir al ahorro de combustible y dentro de estas herramientas están los deflectores que se definen como mecanismos que reducen la resistencia aerodinámica del camión. Fuentes especializadas aseguran que tanto los deflectores en el techo de las cabinas como los spoilers disminuyen en gran medida el consumo, alcanzando un promedio de ahorro entre el 6% y el 10% (si la velocidad es de 90 km/h). Cabe resaltar que cuando un camión avanza debe ir desplazando el aire que tiene en la parte delantera y llenando el hueco que queda atrás; entre mayor sea la velocidad, mayor será la potencia que se requiere para realizar la labor en mención: vencer la resistencia aerodinámica. Dicha resistencia depende de la sección frontal del vehículo, de la forma del camión y de la densidad que tenga el aire. Asimismo, este factor se incrementa con el aumento de la velocidad. Los alerones de techo dirigen el flujo del aire hacia arriba, lo cual reduce la interferencia entre la cabina y el resto del camión (Zona Logística, 2014).

Hino comenzó a ofrecer, como accesorio original, el deflector de cabina que genera un beneficio aerodinámico para el camión, traducido en menor consumo y esfuerzo para el motor. Con tres años de garantía –mismo plazo del camión– ya está a la venta en Argentina, a un precio sugerido de \$25.000 + IVA (Truckmagazine, 2017).

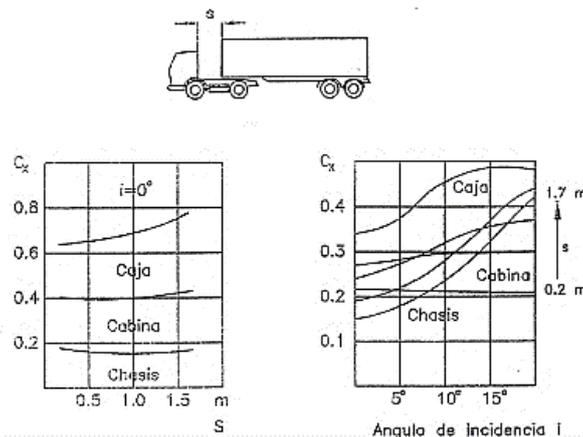
Por lo tanto, surge la necesidad de “conocer la influencia que tiene implementar un deflector en el área superior de la cabina del camión y determinar si existe o no una reducción en el consumo de combustible” (Marcillo, 2020).

Metodología

La resistencia aerodinámica es la que crea el aire al oponerse a que el vehículo pase a través de él. Los factores que afectan en un vehículo son: el tamaño y la forma del vehículo, el área frontal del vehículo, la velocidad del viento, la densidad del aire y su dirección (Tapia et al., 2017).

En la actualidad existen diversas industrias las cuales requieren transporte, por lo que los vehículos deben adaptarse para prestar sus servicios, debido a esto presentan formas poco aerodinámicas y una gran superficie frontal, en ocasiones las cargas sobrepasan las dimensiones del vehículo por lo que genera irregularidades y discontinuidad con el perfil de la cabina, aumentando el consumo de combustible. Para los vehículos industriales existen distintas combinaciones como: tracto-semirremolque, camión-remolque, estas combinaciones hace que los vehículos tomen características aerodinámicas especiales por la interacción entre los dos cuerpos. La influencia de la separación de estos dos cuerpos y el ángulo de incidencia del aire es de gran importancia en los vehículos industriales ya que provocan un aumento en el consumo de combustible. Para un valor nulo del ángulo de incidencia, la variación de resistencia aerodinámica al avance de los tres componentes cabina, bastidor y caja es relativamente pequeña, siendo mayor para la caja. En el caso del semirremolque es el responsable del incremento del C_x , también influye la distancia de separación entre la cabina y la caja. Como se observa en el Figura 1, donde el coeficiente de resistencia aerodinámica al avance de la composición tractocamión-semirremolque y camión remolque influenciado por el ángulo de incidencia (Marcillo, 2020, pp.12-13).

Figura 1
Variación de C_x vs S



Fuente: Marcillo (2020)

Por razones de funcionalidad tanto de la cabina como de la caja en ocasiones no se las puede modificar por lo que cual se ha buscado distintas soluciones como la aplicación de deflectores aerodinámicos y abultamientos con formas redondeadas en la cara frontal de la caja con la finalidad de reducir el índice Cx. En la figura 1, se visualiza el efecto que estos dispositivos tienen sobre el valor de Cx (Marcillo, 2020, p.14).

El diseño del deflector inicia con la modelación del prototipo empelando un software de dibujo computacional CAD. A partir del modelo previo terminado se realizan las diferentes simulaciones de las cargas aerodinámicas mediante un software DFC y así mismo para en análisis de las cargar estructurales a las que estará sometido el deflector.

Una vez obtenido el diseño CAD del deflector se extraen las medidas y tolerancias para luego emplear una metodología estandarizada para el proceso de manufactura del deflector que cosiste en una matriz de fibra de vidrio cruzada y aglutinante epóxico.

Para las pruebas de consumo de combustible de estableció una ruta según la norma DIN 70 030-2:

Se recurre a una norma alemana para la determinación del consumo de Diesel, de manera que se debe cumplir ciertos requerimientos que se establecen en las pruebas, ajustándose a las condiciones locales (atmosféricas, geográficas, calzada, estado del camión, tipo de Diesel, etc.), a continuación, se indica varios de estos requisitos de la norma (DIN 70 030-2, 1986) (Pachacama et al., 2020, p.5).

- Distancia de prueba de 10 [km]
- Pendiente de la carretera menor a 1,5[%]
- La diferencia de altitud entre el punto de partida y llegada sea de ± 150 [m] (+ ascendente, -descendente)
- La velocidad del viento menor a 3 [m/s]
- Presión atmosférica de 991 a 1017 [hPa]
- Temperatura del aire de 10 a 30 [°C]
- La velocidad de prueba sea 3/4 de la velocidad máxima (≈ 90 [km/h])
- Método gravimétrico para medir el consumo de combustible
- Porcentaje de repetibilidad menor al 5[%]
- Carretera sin presencia de lluvia
- Repetir la prueba un mínimo de 4 veces y un máximo de 10

El punto de partida de la ruta de pruebas es la estación de servicio Amazonas ubicada en el cantón Mejía en la ciudad de Machachi, y el punto de llegada es la estación de servicio Las flores ubicadas en el cantón Ambato cerca de la parroquia de Guachi Grande. La ruta de pruebas en su totalidad cubre una porción de la carretera Panamericana como se observa en el Figura 2. La distancia total recorrida es de 105Km

con un tiempo aproximado de viaje de 1 hora y 27 minutos. Su volumen de tráfico permite alcanzar la velocidad requerida para las pruebas que es de 90Km/h (Marcillo, 2020, p.29).

Figura 2
Ruta de pruebas



Fuente: Marcillo (2020)

Realizando un análisis de perfil de elevación de toda la ruta el punto de inicio de la prueba en la ciudad de Machachi tiene una altitud de 2987 msnm, una altitud máxima de 3507msnm es en el Chaupi zona de la reserva del volcán Cotopaxi, la altitud mínima de 2367msnm está ubicado en el bypass de ingreso a la ciudad de Ambato en la parte más baja y en su punto final tiene una altitud 2866 msnm en Huachi Grande (Marcillo, 2020, p.29).

El vehículo que se utilizó para las pruebas de desempeño del deflector es un Mercedes-Benz modelo Atego 1725-54 del año 2011 es un camión mediano para carga pesada con un peso bruto vehicular de 17100Kg (17.1 Toneladas) con una capacidad de carga de 11.900Kg (11.9 toneladas), como se observa en la figura 3 (Marcillo, 2020, p.30).

Figura 3
Camión de pruebas



Fuente: Marcillo (2020)

Estos vehículos son ampliamente utilizados en Ecuador y están predispuestos a ser optimizados, como se puede ver en la figura 4 y 5, a continuación.

Figura 4

Camiones comerciales vendidos en el año 2020



Fuente: AEADE (2022)

Figura 5

Camión con deflector instalado



Fuente: Cabinaspetre (2018)

Protocolo de pruebas

De acuerdo con las diferentes normativas sobre consumo de combustible de vehículos pesados en carretera se desarrolla el siguiente procedimiento:

1. Realizar un recorrido previo con un vehículo liviano el día establecido para la prueba, para descartar que existan obstáculos o inconvenientes que detengan la marcha del vehículo de pruebas como: controles policiales, trabajos en la vía, accidentes, calzada mojada, se debe tomar en cuenta que

- el vehículo recorrerá cierta distancia desde que arranca hasta alcanzar la velocidad de 90Km/h (Marcillo, 2020, p.33).
2. Verificar las condiciones climatológicas como temperatura del aire, presión atmosférica, altitud, velocidad del viento (Marcillo, 2020, p.33).
 3. Revisar el estado del vehículo, control de los niveles de fluido (aceites, refrigerante, líquido de frenos), presión de inflado de los neumáticos, fugas de motor o sistemas auxiliares, labrado de los neumáticos, luces, carga eléctrica, previamente se debe verificar que el vehículo haya llegado a su temperatura normal de trabajo antes de realizar las pruebas, las ventanas del vehículo deben estar cerradas de modo que el aire no ingrese y ejerza resistencia al movimiento (Marcillo, 2020, p.33).
 4. La persona encargada de la conducción del vehículo debe conocer las condiciones que el vehículo debe alcanzar durante todo el trayecto, y estas condiciones deben ser las mismas para cada una de las pruebas (Marcillo, 2020, p.33).
 5. Llenar el tanque de combustible del vehículo antes de iniciar la prueba y verificar las condiciones que muestra el medidor digital del vehículo (Marcillo, 2020, p.33).

Resultados

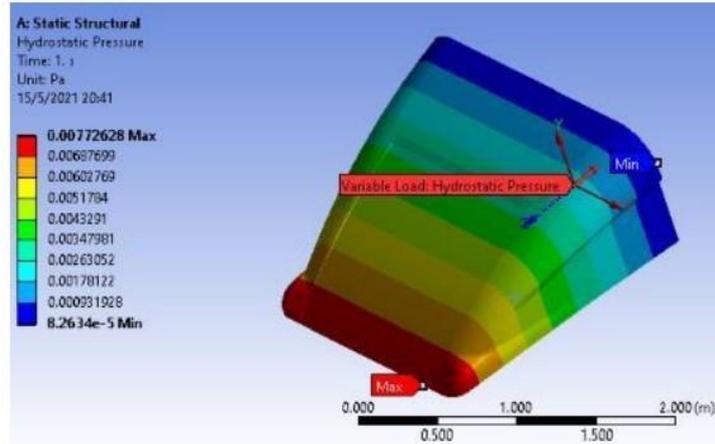
Resultados de la simulación

Una vez geomatrizado el modelo CAD del deflector se procedió a simular las cargas aerodinámicas y estructurales para determinar su funcionalidad dando como resultado lo siguiente:

La presión hidrostática que soporta el deflector con la densidad máxima de aire de 0.00772628 Pa, cómo se puede observar en la figura 4, el área que recibe más presión es el área frontal ya que es donde primero va a impactar el aire y se encarga de realizar las primeras canalizaciones mientras el aire avanza este es direccionado hacia el exterior la presión va disminuyendo. La fibra de vidrio más utilizada en Ecuador es el tipo E, esta fibra inorgánica está compuesta de 53-54% SiO₂, 14-15.5% Al₂O₃, 20-24% CaO, MgO y 6.5-9 % B₂O₃. Y la resistencia máxima a la tracción de esta fibra de vidrio es de 3400 MPa y como se observa en los resultados la presión que soporta el deflector es mucho más baja, por lo que trabajara sin ningún problema (Marcillo, 2020, p.24).

Figura 6

Presión hidrostática sobre el deflector por colores

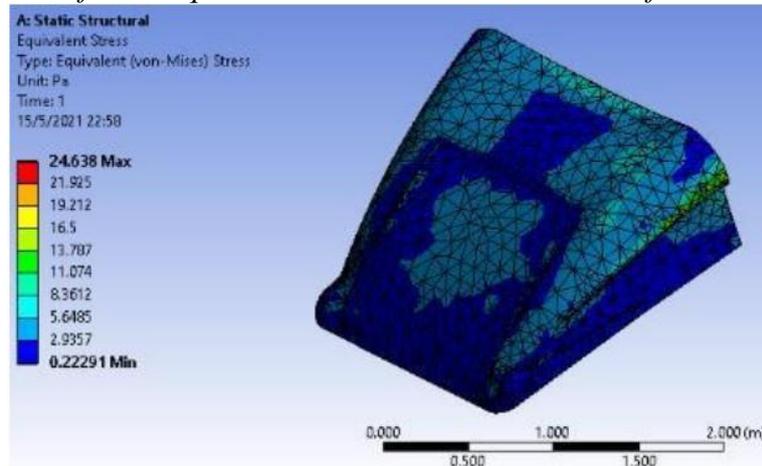


Fuente: Marcillo (2020)

En la simulación de tensión mecánica la fuerza por unidad de área en el entorno de un punto material sobre una superficie real de un medio continuo se aplica tanto a fuerzas localizadas como a continuas. Con la densidad más alta del aire durante la ruta de pruebas se obtiene una tensión mecánica máxima de 11.54 Pa en la zona que indica la figura 7, a continuación (Marcillo, 2020, p.25).

Figura 7

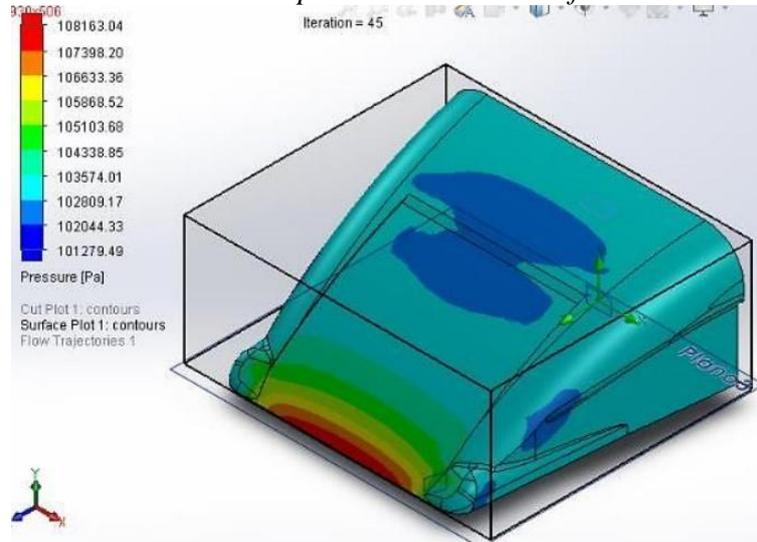
Esfuerzo equivalente de Von Mises sobre el deflector



Fuente: Marcillo (2020)

Para una velocidad máxima de 125Km/h la presión dinámica que soporta el deflector es de 108163,04 Pa, siendo muy inferior a la presión máxima que soporta la fibra de vidrio (3400 MPa), como se muestra en la figura 8, a continuación (Marcillo, 2020, p.25).

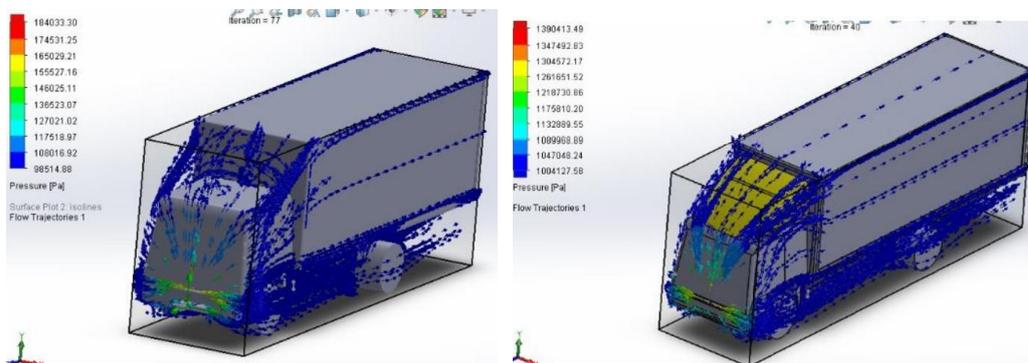
Figura 8
Contorno de presiones sobre el deflector



Fuente: Marcillo (2020)

El análisis comparativo del comportamiento aerodinámico de las líneas de flujo sin deflector y con deflector se muestran en la figura 9, a continuación.

Figura 9
Simulación comparativa del camión de pruebas sin deflector (izquierda) y con deflector (derecha)



Fuente: Marcillo (2020)

Según Marcillo (2020) “se puede evidenciar que las líneas de flujo con deflector siguen una trayectoria casi laminar, haciendo que se reduzca la resistencia al movimiento del camión y por consecuencia un menor aporte de combustible hacia el motor” (pp.27-28).

Una vez terminada las simulaciones se procedió a la construcción del deflector con fibra de vidrio como se muestra en la figura 10, 11, 12, 13 y 14, a continuación.

La fibra de vidrio es un material que consta de numerosos filamentos poliméricos basados en sílice extremadamente finos. Dentro de sus varios usos se destaca su capacidad de conformar estructuras u objetos hechos de este material gracias a su resistencia y su bajo costo (Casiopea, 2018).

La fibra de vidrio según Motorex (2022) está:

destinado para procesos de aplicación de laminado manual y en moldes abiertos en la producción de tinas para baño e hidromasajes, componentes para buses y camiones, paneles para señalización, tanques, ductos, tuberías, coberturas y planchas, construcción de embarcaciones, baños portátiles, casetas publicitarias y de vigilancia, juegos recreativos, etc.

Figura 10

Aplicación de resina epóxica en el pre-molde



Fuente: Marcillo (2020)

Figura 11

Ordenamiento de las fibras de vidrio sobre la matriz epóxica



Fuente: Marcillo (2020)

Figura 12

Inspección y control de calidad del deflector fabricado



Fuente: Marcillo (2020)

Figura 13

Aplicación de recubrimiento protector por aspersión



Fuente: Marcillo (2020)

Figura 14

Deflector instalado en el camión de pruebas



Fuente: Marcillo (2020)

Resultados del consumo de combustible

Según Marcillo (2020), “los resultados del consumo de combustible en carretera del camión de pruebas antes y después de implementar el deflector aerodinámico se muestra en la tabla 1, a continuación” (p.34).

Tabla 1

Consumo de combustible con y sin el deflector en el camión de pruebas

Registro de datos de consumo de combustible en ruta	
Lugar: Sierra centro (Carretera Panamericana)	Fecha:23/01/2021
Distancia de prueba: 105Km	Velocidad de pruebas: 90Km/h
Punto de partida: Estación de servicio "Amazonas"	Altura(m.s.n.m.):3507
Punto de Llegada: Estación de servicio "Las Flores"	Altura(m.s.n.m.):2367
Datos del vehículo de prueba	
Marca: Mercedes-Benz	N° Cilindros: 6
Modelo: Atego 1725-54	Posición: Línea
Chasis: 9BM958076BB725214	Potencia máx.: 180kW a 2200 rpm
Año: 2011	Torque máx.: 900Nm a 1600 rpm
Transmisión: Manual/6 cambios con dual+ reversa	Cilindrada: 6374cc
Kilometraje:516355	Combustible: Diesel premium
Neumáticos: 275/80 R 22,5	Emisiones: EURO III
Condiciones atmosféricas	
Velocidad del viento: 19Km/h	Presión atmosférica:1030 hPa
Temperatura del aire: 11°C a 19°C	Presencia de Lluvia: No

Tabla 1

Consumo de combustible con y sin el deflector en el camión de pruebas (continuación)

Mediciones registradas					
Camión estándar					
No	Hora Inicio	Hora fin	Vo (Gal)	Vf (Gal)	C (Gal)
Pruebas					
1	10:23	12:37	55.4761	49.5861	5.89
2	9:42	11:53	55.4761	49.9361	5.54
3	10:34	12:33	55.4761	49.7561	5.72
4	10:18	12:24	55.4761	49.8761	5.60
Camión con el deflector de aire					
No	Hora Inicio	Hora fin	Vo (Gal)	Vf (Gal)	C (Gal)
Pruebas					
1	9:36	11:40	55.4761	51.0582	4.41
2	9:40	11:38	55.4761	51.1789	4.29
3	9:22	11:30	55.4761	51.0377	4.43
4	9:50	12:00	55.4761	51.1146	4.36

Nota.

Vo: volumen del tanque de combustible al inicio de la prueba

Vf: volumen del tanque de combustible al final de la prueba

C: consumo de combustible ($C = V_0 - V_f$)

Fuente: Marcillo (2020)

Según Marcillo (2020) “en promedio el camión sin el deflector tiene un consumo de combustible de 5.6875 galones (21.5295295 litros) y con el deflector implementado un consumo de 4.3725 galones (16.551713 litros)” (p.39).

Según Marcillo (2020) “para determinar el porcentaje de ahorro de combustible del camión con el deflector implementado se emplea la norma SAE J1321, 2012 donde se establece la siguiente fórmula” (p.39):

$$n = \frac{Cce - Cda}{Cce} * 100 \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

$n =$ porcentaje de ahorro

$Cce =$ Consumo de combustible camión estandar (Litros/100Km)

$Cda =$ Consumo de combustible camión con deflector (Litros/100Km)

$$n = \frac{21,53 - 16,55}{21,53} * 100 = 23,12\%$$

Analizando las variaciones de consumo de combustible, se puede determinar que con la implementación del deflector se tiene un ahorro anual de 542.47 galones que tiene un

costo de 743,18\$, la inversión total del proyecto desde su construcción hasta las pruebas de ruta fue de 500\$, lo que se recuperara la inversión en 8 meses (Marcillo, 2020, p.40).

Hay que mencionar que el consumo de energía del vehículo es diferente al consumo de energía del motor. Esto se debe a que sistema de propulsión tiene una eficiencia determinada, por ejemplo, en los motores de combustión de encendido provocado, se tienen eficiencias del 20 al 25 % cuando se encuentran en su punto óptimo de funcionamiento, además que existen pérdidas en los distintos componentes de la cadena energética como caja de cambios y diferencial, con una eficiencia combinada de alrededor del 96 %. De esta manera se deduce que el sistema de propulsión tiene valores de eficiencia de alrededor del 20 %, por lo que la energía que consume el motor de combustión puede llegar a ser hasta cinco veces mayor a la energía que consume el vehículo (Grijalva et al., 2021).

Si se compara con los resultados obtenidos por González & Esquerdo (2016) donde se menciona que:

la variación en los coeficientes de penetración (C_x) es proporcional a la resistencia aerodinámica, debido principalmente a que los demás parámetros que afecta a la ecuación, como son velocidad, densidad del aire y área frontal del vehículo, se han mantenido constantes en los tres casos. Se observa una reducción del coeficiente de penetración, a medida que se le añade un mayor número de deflectores al vehículo, esto confirma la función de los deflectores, dirigir al fluido, evitar que choque frontalmente contra el vehículo o que se creen turbulencias en ciertas zonas del modelo. En resumen, ayudar al vehículo a penetrar en el fluido, reduciendo así la fuerza que este ejerce sobre el sólido. (p.49)

Se puede concluir que los resultados obtenidos en esta investigación están en concordancia con otros autores.

Hay que mencionar que empresas como LUMIJOR, donde instalaron deflectores de viento en toda su flota vehicular de transporte de alimentos lograron reducir en promedio 5% en el consumo de combustible, como podemos ver la tabla 2, a continuación.

Tabla 2
Rendimiento del combustible en varios modelos de camión

Marca Modelo Camión	Longitud Chasis (pies)	Rendimiento Combustible km / gal		
		2013	2014 – 2015	% Var
Daihatsu Delta	14.5 pies	21.6	22.7	5%
Hyundai HD120	21.0 pies	15.0	15.5	3%
Hyundai HD78	16.0 pies	21.7	22.5	4%
Isuzu NQR71L-22	18.0 pies	17.8	18.8	6%
Hino FG1JPUB	23.8 pies	15.4	16.1	5%
Hino WU720-L	16.6 pies	19.0	20.3	7%

Fuente: LUMIJOR (2021)

Conclusiones

- Los valores correspondientes a presión estática y dinámica máxima, así como también, el factor de seguridad resultantes de las simulaciones permite aseverar la integridad estructural y perfecto funcionamiento del deflector a velocidades inferiores a 125 Km/h.
- El consumo de combustible con la implementación del deflector fueron satisfactorias ya que se pudo reducir el consumo de combustible en un 23.12 % o 542,47 galones anuales.
- Ya que la geografía de Ecuador es irregular el ahorro de combustible puede variar, por ejemplo, en la ruta Quito- Cuenca presenta pendientes pronunciadas tanto positivas y negativas en la ruta desencadenando una gran demanda de torque y potencia elevando el consumo de combustible, a diferencia de la ruta Quito - Guayaquil que gran parte del trayecto es plano y la presión atmosférica es mayor incurriendo en una eficiencia en consumo de combustible.

Referencias bibliográficas

AEADE. (27 de 01 de 2022). *aeade*. <https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2022/02/1.-Sector-en-Cifras-Resumen-Enero.pdf>

Cabinaspetre. (01 de 01 de 2018). *cabinaspetre*. <https://cabinaspetre.com/productos/deflectores-de-viento>

- Casiopea. (11 de 12 de 2018). *wiki.ead. pucv.*
<https://wiki.ead.pucv.cl/Deflector/Tapabarros>
- Fraija B. I. (2006). Estudio de la aerodinámica en los vehículos. *PROSPECTIVA*, 66-70.
- González Llorca, J., & Esquerdo Lloret, T. V. (01 de 01 de 2016). *riunet.*
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/74264/TFG.pdf?sequence=3>
- Grijalva, E., Acosta, J., & Mancheno, E. (2021). Influencia de la densidad del aire en el consumo de combustible en vehículos livianos. *NOVASINERGIA*, 12.
- Guanuche, D. J., Chimbo Remache, A., Heredia Pantoja, E., & Martínez, P. D. (2021). Estudio aerodinámico de un deflector de aire para camiones y su influencia en el consumo de combustible. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 25-31.
- LUMIJOR. (01 de 01 de 2021). *lumijor.* <https://lumijor.com.do/reduccion-del-consumo-de-combustible-por-instalacion-de-deflectores-de-viento-en-flota-de-transporte/>
- Marcillo, P. (01 de 01 de 2020). *URKUND.* <https://secure.orkund.com:https://secure.orkund.com/account/document/exemptionstatus/111951640-112046-832273>
- Motorex. (01 de 01 de 2022). *motorex.* <https://www.motorex.com.pe/blog/propiedades-usos-fibra-vidrio/>
- Pachacama Gualotuña, D., Pachacama Gualotuña, D., Vinlasaca Viera, L. P., & Castillo Medina, A. G. (2020). Eficiencia en el consumo de diésel de un camión con la implementación de un dispositivo aerodinámico. *Ciencia Digital*, 6-18.
- Posada Henao, J. J., & Gonzales-Calderón, C. A. (2013). Consumo de combustible en vehículos para transporte por carretera modelos predictivos. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 35-46.
- Tapia, P., Tigre, V., & Torres, F. (2017). Determinación del consumo de combustible de vehículos en base a los ciclos de conducción EPA FTP75 y EPA HWFET, en dinamómetro de chasis. Casos de estudio: vehículos Hyundai Santa Fe 2.7L V6, 2009 y Chery QAC 1.0L, 2017. *INFOCIENCIA*, 8.
- Truckmagazine. (14 de 10 de 2017). *truckmagazine.*
<https://www.truckmagazine.com.ar/hino-lanzo-el-deflector-de-cabina-de-fabrica/>
- Zona Logística. (3 de febrero de 2014). *zonalogistica.*
<https://zonalogistica.com/deflectores-en-el-ahorro-de-combustible/>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Alfa Publicaciones**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Alfa Publicaciones**.



Indexaciones

