

**MODELO DE ECOEFICIENCIA APLICADO A LA OPTIMIZACIÓN DE
COMBUSTIBLES PARA LOGÍSTICA DEL TRANSPORTE POR CARRETERA EN
COLOMBIA.**

JASBLEIDY SIERRA PEREZ

KEYLI NATALIA LOPEZ LARA

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA EN GESTIÓN DE LA
PRODUCCIÓN INDUSTRIAL E INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN
BOGOTÁ D.C.
2021**

**MODELO DE ECOEFICIENCIA APLICADO A LA OPTIMIZACIÓN DE
COMBUSTIBLES PARA LOGÍSTICA DEL TRANSPORTE POR CARRETERA EN
COLOMBIA.**

JASBLEIDY SIERRA PEREZ

CÓDIGO: 20181377051

KEYLI NATALIA LOPEZ LARA

CÓDIGO: 20181377039

**Monografía presentada como requisito parcial para optar al título en Ingeniería
de Producción**

DIRECTOR:

ROBINSON PACHECO GARCIA

**Profesor Asociado Proyecto Curricular de Tecnología en Gestión de la
Producción Industrial e Ingeniería de Producción por Ciclos Propedéuticos**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA EN GESTIÓN DE LA
PRODUCCIÓN INDUSTRIAL E INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN
BOGOTÁ D.C.
2021**

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|----------------------------|----|
| RESUMEN DEL PROYECTO | 4 |
| OBJETIVOS | 5 |
| GENERAL: | 5 |
| ESPECÍFICOS: | 5 |
| MARCO TEÓRICO | 6 |
| DESARROLLO TEÓRICO | 10 |
| DESARROLLO PRÁCTICO | 25 |
| BIBLIOGRAFÍA | 27 |

RESUMEN DEL PROYECTO

El proyecto de investigación ***Modelo de Ecoeficiencia aplicado a la optimización de combustibles para logística del transporte por carretera en Colombia*** se enfocará en la investigación de los diferentes aditivos, dispositivos y diferentes métodos utilizados para mejorar el rendimiento y eficiencia del combustible. Logrando así, una comparación entre las cifras que nos ofrecen los oferentes y la verdad científica. Para lograr esto, se realizará una metodología compuesta de 4 etapas. En la primera etapa, se realizará un análisis de las ofertas o técnicas para el aumentar el ahorro de combustible. Seguidamente, se continuará con una clasificación de estas técnicas u ofertas que estén validadas y consolidadas en entidades de prestigio (investigaciones). En la tercera etapa, se ejecutará una valoración final de los estudios y se realizará la preparación de la fase de experimentación. Por último, se realizará una experimentación con algunas de estas ofertas o métodos debidamente seleccionados.

Se optó por implementar el generador de hidrógeno EHG, sistema que facilita el óptimo funcionamiento del vehículo a partir del hidrógeno. Este utiliza la electricidad de la batería del vehículo para crear hidrógeno a partir del agua. Su funcionamiento permite ver resultados inmediatos ya que, la mezcla hace posible un mejor rendimiento del motor; al entrar al motor, el hidrógeno se mezcla con el combustible, esta combinación se quema por completo y rápidamente, dando como resultado un menor consumo de combustible por milla, la energía se utiliza para alimentar el vehículo en lugar de crear un exceso de calor logrando mayor ahorro según el tipo de combustible.

Según lo anterior, se realizaron pruebas en un vehículo marca DFSK mini van, tanqueado con Gas natural, carro de carga liviana con capacidad de 750 kg con el dispositivo Generador de Hidrógeno EHG, de la empresa sistema ecológico universal hidrógeno vehicular. Se obtuvo como resultado, un ahorro en la compra de combustible de un 52% y una disminución de emisiones de CO₂ del 55%, se reduce la producción de gases contaminantes y aumenta la potencia del motor, pudiendo obtener ahorro de combustible, rendimiento del motor, mejoramiento de la potencia y aceites con menos residuos de carbono.

OBJETIVOS

GENERAL:

- Desarrollar una propuesta de Ecoeficiencia para logística del transporte por carretera en Colombia, a partir de la compilación de técnicas, mecanismos y dispositivos con estudios desarrollados o por validación experimental que busquen maximizar el aprovechamiento o ahorro de combustible con la consecuente minimización de emisiones contaminantes (CO₂).

ESPECÍFICOS:

- Establecer una selección de todas las propuestas existentes en el mercado a nivel nacional e internacional en cuanto a técnicas o mecanismos que promueven la maximización en aprovechamiento o ahorro de combustible minimizando emisiones contaminantes (CO₂) y que sean viables de implementar en camiones de carga seca para Colombia.
- Realizar una validación de las propuestas de ahorro de combustible que se puedan establecer a partir de estudios desarrollados por entidades académicas, científicas o empresariales que hayan involucrado procesos de experimentación con cálculos de impacto.

MARCO TEÓRICO

Según el profesor Horacio Catalán de la Facultad de Economía de la UNAM (Catalán, 2014) afirma que un mayor consumo de combustibles de origen fósil como el petróleo genera un mayor deterioro ambiental. Por otro lado, menciona que es importante recordar que la quema de combustibles de origen fósil es la principal fuente de emisiones de CO₂, asociados a la demanda de energía de la industria y el transporte principalmente. También menciona que factores como el precio del petróleo y las políticas energéticas en favor de combustibles de origen fósil conducen un mayor consumo y en consecuencia mayores emisiones. De la misma manera, el científico Tariq (Khokhar, 2017) indica en el blog del Banco Mundial que las emisiones mundiales de dióxido de carbono (CO₂), son uno de los principales gases de efecto invernadero y un factor que impulsa el cambio climático, estos aumentando de 22.400 millones de toneladas métricas en 1990 a 35.800 millones en 2013, representando un incremento de 60%. El aumento de las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero ha contribuido a que la temperatura media mundial suba 0,8 °C por encima de los niveles preindustriales, (Khokhar, 2017).

Por lo tanto, a mayor consumo de estos combustibles y al no concientizarnos en su uso, el medio ambiente irá cada vez más en decadencia.

La revista Misión de crecimiento verde (DNP, 2017) indica que el consumo del sector transporte, que representa el 39.8% del total del sector energético, se compone de los subsectores de uso final carretero, ferroviario, fluvial, marítimo y aéreo. Nombrados descendientemente de acuerdo con el consumo que genera cada uno de estos, se encuentra en primera instancia pasajeros privados interurbano con consumo de 23%, pasajeros privado urbano con 18%, carga interurbana 14%, pasajeros público urbano con 12%, carga urbana 11%, pasajeros público interurbano y aéreo con 10%, marítimo 2% y finalmente fluvial y ferroviario con 0%. Adicional el tipo de energéticos en el sector transporte, ACPM 42%, gasolina 41%, queroseno y jet fuel 10%, gas natural 6%, fuel oil 1% y en última instancia electricidad 0%.

En cuanto al profesor Carlos Uribe del Departamento Delaware Mercadeo Universidad EAFIT Medellín Colombia, (Uribe Saldarriaga, 2013) indica que, a finales del año 2012, Ecopetrol S.A. era una sociedad de economía mixta colombiana dedicada a la exploración, explotación, refinación, transporte, almacenamiento, distribución y comercialización de hidrocarburos, sus derivados y productos. El 88,5% de las acciones pertenecían al Estado colombiano y el 11,5% a más de 450.000 accionistas (entre empresas y particulares). Era la empresa más grande de Colombia, con unas ventas totales en 2012 de 33,1 billones de dólares, la cuarta petrolera más grande de Latinoamérica después de Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA), Pemex (México) y Petrobras (Brasil), y una de las 50 empresas petroleras más grandes del mundo (Ecopetrol, 2013a). A partir de 2009 Ecopetrol replantea su estrategia ambiental enfocando su gestión alrededor de temas fundamentales como son la ecoeficiencia, los biocombustibles, el cambio climático y la biodiversidad. Posteriormente en el periodo 2011-2020 se estableció un programa de materialización de la gestión ambiental definiendo su enfoque estratégico, el cual incluyó la estrategia ambiental, el establecimiento de la estructura de control responsable de dicha gestión y la definición de las inversiones concretas (Ecopetrol, 2012a).

La materialización de la gestión ambiental de Ecopetrol también se refleja en la definición de ejes específicos de trabajo, que para 2012 (Ecopetrol, 2013c) incluían la gestión ambiental de energía como ecoeficiencia en los procesos de la empresa, desarrollo de biocombustibles, mitigación del cambio climático y mejoramiento de combustibles mediante la reducción de emisiones, la gestión ambiental de sólidos por compras de materiales mediante contratación verde, tratamiento y disposición de residuos sólidos, y el proceso de abandono de pozos, el desmantelamiento de instalaciones, la recuperación ambiental de las áreas de influencia y la entrega final de pozos, el gerenciamiento ambiental del agua iniciativas para el buen manejo del agua, gestión de vertimientos, reciclaje de aguas y respuesta a emergencias ambientales y la conservación de la biodiversidad como por ejemplo el desarrollo de estrategias para la gestión de impacto, gestión de áreas de alta diversidad y cuidado de especies protegidas). La inversión ambiental de Ecopetrol se ha incrementado de un 0,89% del total de las ventas en 2005 a un 1,83% en 2012, teniendo unos máximos de inversión en 2009 con 2,21% y en 2010 con 2,69%.

En enero de 2010 Ecopetrol lanzó al mercado un combustible diésel con un contenido ultrabajo de azufre. Este estándar conlleva un contenido de azufre de máximo 50 ppm y una disminución de más del 90% del ofrecido por la compañía hasta el año anterior. El lanzamiento al mercado del producto fue acompañado por una campaña de mercadeo en la cual el combustible se denominó diésel limpio. El desarrollo del estándar de 50 ppm de azufre comenzó a aplicarse en 2009 en la ciudad de Bogotá y en los sistemas de transporte masivo del país, y en 2010 se amplió a Medellín y el Valle de Aburrá. En 2011 el programa se extendió a nivel nacional con la entrada de la gasolina de 300 ppm de azufre para todo el país. Solo a finales de 2012 el nuevo estándar de diésel de 50 ppm comenzó a ser entregado en el resto país.

La empresa ha reportado desde 2009 una serie de actividades en cuanto a la reducción de emisiones atmosféricas tanto para gases de efecto invernadero GEI (dióxido de carbono [CO₂], metano [CH₄] y dióxido nitroso [N₂O]) como para contaminantes criterio CC (monóxido de carbono [CO], compuestos orgánicos volátiles [COV], material particulado [MP], dióxido de nitrógeno [NO₂] y óxidos de azufre [SO₂]). En parte, este esfuerzo pretendía disminuir las emisiones propias de la empresa en sus procesos de extracción, manufactura y comercialización, pero también buscaba disminuir las emisiones que se generan en el consumo de los combustibles fabricados y/o comercializados por Ecopetrol.

Además de que Ecopetrol trabaja por el lavado verde (las ventas verdes, manipulación verde y cosechas verdes) internamente en la empresa enfoca directamente sus estrategias con ópticas gerenciales y estratégicas en el mejoramiento de calidad del aire para los ciudadanos del territorio colombiano; es necesario, determinar a nivel nacional esta prioridad para que la calidad del aire mejore.

Por otro lado, la farmacéutica Anna (Ramirez, 2007) realiza una investigación a 60 adultos no fumadores y asmáticos, los cuales caminaron durante dos horas por varios días en la ciudad de Londres; determinando de esta manera, que a pesar que los vehículos diésel emiten menos CO y CO₂ que los alimentados con gasolina, los primeros contribuyen mucho más (hasta 100 veces) a la formación de partículas (las

llamadas finas y las ultrafinas) que forman parte de la contaminación atmosférica dando como resultado en estos pacientes reducción en la función pulmonar, alteraciones inflamatorias y respiratorias. Como conclusión la farmacéutica indica que la presencia de partículas tóxicas en las emisiones de los vehículos diésel afecta a la función pulmonar de las personas que las inhalan, especialmente si se trata de pacientes con antecedentes de alteraciones respiratorias como el asma. De esta forma, es necesario disminuir estas emisiones logrando así mejorar nuestra salud.

Por último, para complementar con estadísticas el Banco Mundial (BANCO MUNDIAL, 2014) indica que las emisiones de CO₂ son 36'138.285 Kt en el mundo y 84.091,644 Kt en Colombia, teniendo en cuenta que el sector transporte representa el 39.8% del consumo total, y los derivados del petróleo suministraron el 93.6% del consumo total de energía en este sector, por esto es necesario que disminuyan las emisiones de CO₂. Actualmente existen muchos métodos para el ahorro de combustible, pero no se conoce a ciencia cierta, ¿cómo funcionan? ¿Su efectividad? ¿Para qué vehículos es más viable? ¿Qué beneficios generan al medio ambiente y al ser humano? Con el artículo científico se dará como resultado que este proyecto de investigación logrará brindar una herramienta a empresas de logística las cuales disminuirán las emisiones negativas de CO₂ en el medio ambiente.

DESARROLLO TEÓRICO

En el desarrollo de la propuesta se establece consultar investigaciones sobre técnicas, dispositivos y aditivos que se han implementado en el sector de transporte para la disminución de CO₂ y ahorro de combustible con referencias de 10 años atrás de investigación. A continuación, se describen cada una de las metodologías desarrolladas e implementadas.

En primera medida, los aditivos de origen organometálico, en estado líquido que se usan principalmente para aumentar el octanaje de la gasolina, adicional de otro en estado sólido y forma de pastilla, en una de las investigaciones se indica que al mezclar gasolina extra con súper se puede llegar a obtener una Gasolina Eco que anteriormente se comercializaba y que aun así reduce en mayor porcentaje las emisiones de CO₂ y genera ahorro en el combustible, aunque con la implementación de algunos aditivos se toma riesgo de disminuir la vida útil del catalizador. El aditivo XP3 remueve todos los depósitos de sistemas de pre-combustión y mantenerlos limpios evitando mantenimiento. Por otro lado, existen soluciones mediante productos agrícolas o provenientes de desechos naturales que generan otros tipos de combustibles, los cuales disminuyen las emisiones de CO₂ pero hay que tener en cuenta la sobrepoblación mundial y que esto podría acarrear menos alimento para todos, por ende, es necesario analizar todas las opciones.

Seguidamente, los dispositivos hacen uso de optimizadores de combustible obteniendo mejoras en la velocidad del vehículo, disminuyendo ppm de hidrocarburos no quemados, logrando así, que las mejoras del vehículo se obtengan a mayor recorrido del mismo. Además de otros como el rastreo y el ruteo en línea, por medio de GPS y disminuyendo los niveles de contaminación.

Por último, las técnicas encontradas, consisten en manuales de conducción para que los transportistas implementen en el manejo de los vehículos, además de que generalmente se desarrolla, se ejecuta y se refuerza en los transportistas el transporte verde y conducción ecológica y eficiente en variables como pruebas de altitud, ruteo

y velocidad aplicados en el vehículo para el ahorro de combustible sin excluir el manejo de intervalos de mantenimiento preventivo del mismo.

En el diagrama de flujo 1. Metodología, se puede observar la metodología utilizada en la selección de los artículos científicos y propuestas comerciales que se encuentran especificadas en la tabla 1. Cuadro sinóptico.

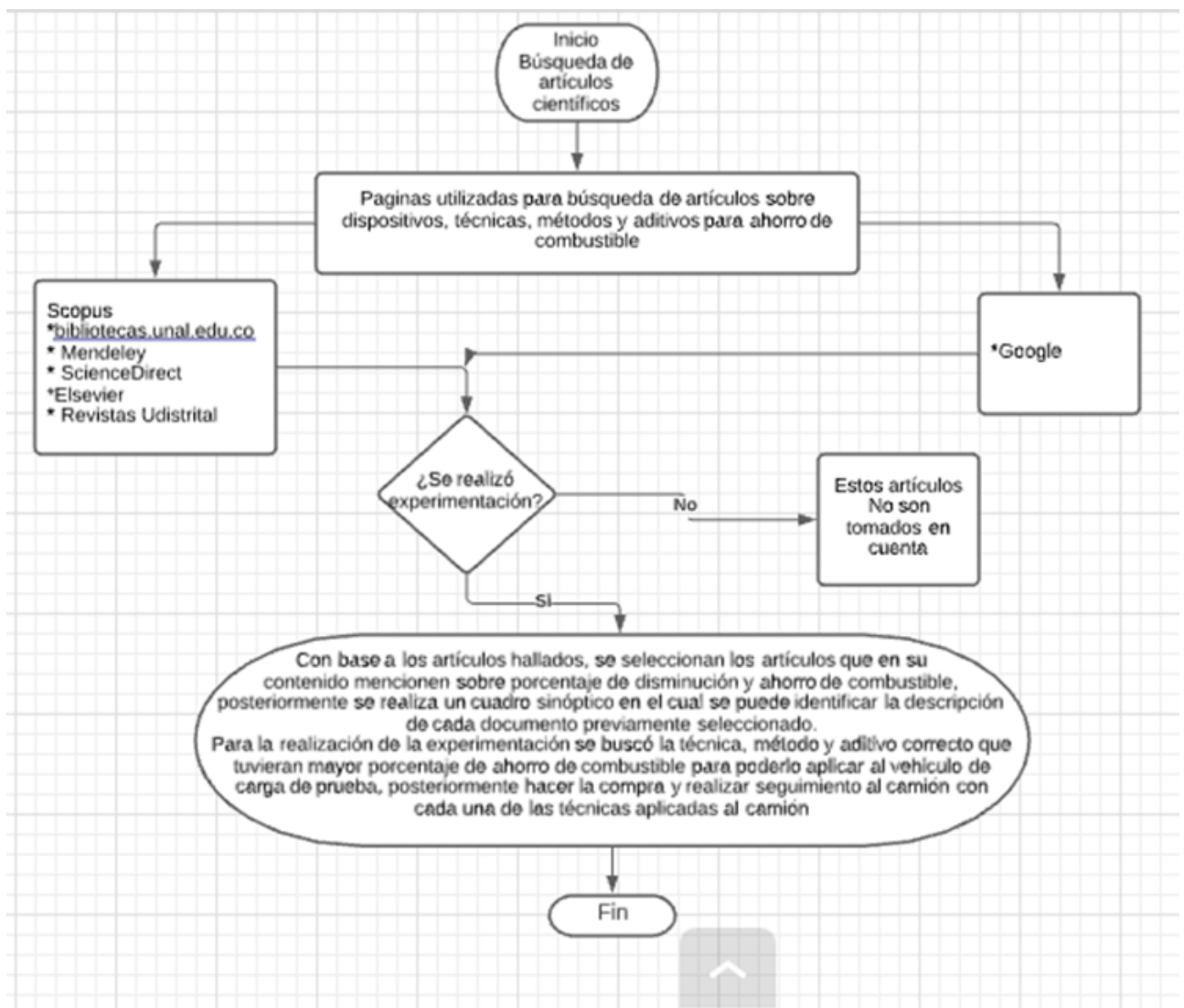


Diagrama de flujo 1. Metodología
Fuente: Elaboración propia

| Artículo | Método | Año de publicación | Institución que avala | Reducción % CO2 al ambiente | Contexto de aplicación |
|---|---------|--------------------|--|--|--|
| Identificación de las emisiones de gases de escape en motores diésel con normativa euro 3 a diferentes alturas sobre el nivel del mar (Vera Romero, Estrada Jaramillo, Martínez Reyes, & Ortiz Soriano, 2014) | Técnica | 2018 | Universidad Técnica del Norte, Ecuador: Repositorio Digital | Reducción de emisiones con la utilización del biodiesel B5 frente al diésel fósil con el motor a ralentí (750 rpm) del 21,79 % de CO mientras que el CO2 obtuvo 5,28 % y 8,30 % perteneciente a los NOX. En cambio a media carga (1500 rpm), la disminución fue 16,03 % para CO, el CO2 logró 4,55 % y 12,00 % correspondiente a los NOX | Los combustibles utilizados en las pruebas fueron diésel Premium y biodiesel B5 de higuera, la adquisición de datos de las emisiones se obtuvieron en las alturas de 617, 1677, 2207 y 2953 msnm. En cada altura se realizaron pruebas estacionarias. |
| Transporte verde: eficiencia y reducción de CO2 integrando gestión, tecnologías de información y comunicaciones (TIC) y un metaheurístico. (Gómez Montoya, Correa Espinal, & Hernández Vahos, Transporte verde: eficiencia y reducción de CO2 integrando gestión, tecnologías de información y comunicaciones (TIC) y un metaheurístico., 2015) | Técnica | 2015 | Producción + Limpia. July 2015 10(2):53-68 | Con el modelo verde se logró una disminución de 2791 kg de CO2 equivalente al 11,70 % de las emisiones actuales generadas en el transporte. | Incluyó la solución del problema de ruteo con un algoritmo genético, aumentó la eficiencia del proceso entre un 9,89 y 12,86 %, lo cual disminuyó los tiempos para las rutas de transporte en 4410 min/mes respecto a la regla de ruteo que tenía implementada la empresa. |

| | | | | | |
|---|----------------|-------------|--|--|--|
| <p>Efecto de la Adición de Biodiesel en el Rendimiento y la Opacidad de un Motor Diésel (Rocha Hoyos, Llanes Cendeño, Celi Ortega, & Peralta Zurita, 2019)</p> | <p>Aditivo</p> | <p>2019</p> | <p>Información Tecnológica. jun2019, Vol. 30 Issue 3, p137-146. 10p.</p> | <p>A medida que aumenta el porcentaje de biodiesel se disminuye en 2.37 % el par motor y en 1.37 % la potencia con relación al diésel. Además, los combustibles con mezclas de biodiesel y con la adición de aditivo reducen la emanación de hollín bajo el criterio de opacidad hasta aproximadamente un 37%.</p> | <p>Se experimentaron cuatro mezclas: B10 (10% biodiesel), B20 (20% biodiesel), B10A (10% biodiesel con aditivos), y B20A (20% biodiesel con aditivos). Se determina la incidencia en el rendimiento mecánico del vehículo a partir de la realización de pruebas de potencia, par motor y opacidad. Se obtiene que la mezcla B10A es la más óptima para reemplazar al diésel puro, logrando mantener el par motor y la potencia sin variaciones significativas con relación al diésel para un nivel del 95.0 % de confianza</p> |
| <p>Estudio de un Motor a Gasolina en Condiciones de Altura con Mezclas de Aditivo Orgánico en el Combustible/<i>Study of a Gasoline Engine in Altitude Conditions with Mixtures containing Organic Additive in the Fuel</i> (Rocha Hoyos, Tipanluisa, Zambrano, & Portilla, 2018)</p> | <p>Aditivo</p> | <p>2018</p> | <p>Información Tecnológica. 2018, Vol. 29 Issue 5, p325-334. 10p.</p> | <p>Se obtiene una menor emisión de CO con el aditivo líquido de 59%, obteniendo una mejor combustión del motor en la mezcla de combustible de 87 octanos y aditivo líquido. Mientras para la mezcla con aditivo sólido a 2500 rpm presenta un incremento del 17%.</p> | <p>Se realizaron dos pruebas estáticas de emisiones y consumo de combustible a 2850 m sobre el nivel del mar. Se usó mezclas de gasolina de 87 octanos con aditivos organometálicos.</p> |

| | | | | | |
|---|-------------|------|--|--|---|
| Evaluación de la conducción eficiente en un motor de encendido provocado, a 2810 msnm (Leguísamo, Llanes Cedeño, Celi Ortega, & Rocha Hoyos, 2020) | Técnica | 2020 | Información Tecnológica. Feb2020, Vol. 31 Issue 1, p1-9. 9p | Se obtiene que el consumo de combustible y el factor de emisión de óxidos nitrosos (NOx) se reducen en un 19.8 % y en un 10 % respectivamente al aplicar una conducción eficiente en relación a una conducción normal. Para el caso del factor de emisión de monóxido de carbono CO y HC las diferencias no son significativas | Se realizaron las pruebas en un dinamómetro de chasis aplicando el ciclo Japonés Modo 10-15. Mediante la experimentación se obtuvo el consumo específico de combustible y las concentraciones de CO, HC y NOx. Pruebas realizadas a 27810 msnm |
| Estrategias de eficiencia energética en vehículos livianos del transporte por carretera en Colombia/Energy efficiency strategies for light duty vehicles in Colombia (Castillo, Restrepo, Tibaquirá, & Quirama, 2019) | Técnica | 2019 | Grupo de Investigación en Gestión Energética, Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. | Se logró identificar una reducción en el consumo de combustible de hasta un 21 % de manera general, considerando horas pico y valle. | En este estudio se presentan estrategias tecnológicas y operacionales que mejoran el rendimiento de los vehículos livianos. Además, se identifican metodologías encaminadas a la medición del consumo energético y emisiones de los vehículos y se evalúa la conducción eficiente como estrategia de eficiencia energética en Colombia. |
| Evaluación de la eficiencia del hidrógeno en motores mediante el proceso de yólisis (Martínez Pérez & Rosales Torres, 2019) | Dispositivo | 2019 | Editorial Universidad Mariana (UNIMAR - San Juan de Pasto) | Con la cantidad obtenida de hidrógeno (600 cm ³ durante 33 minutos), se puede lograr un encendido de 3 minutos con 34 segundos. | Pasto- Colombia. pruebas diferentes que llevaron a encontrar la forma adecuada, tanto para la obtención del combustible, como para realizar las conexiones apropiadas al motor, que permitieron hacer un trabajo seguro y de mayor efectividad en cuanto al manejo y aprovechamiento de este combustible. |
| Generador de Hidrogeno EHG. (Sistema Ecológico Universal Hidrógeno Vehicular, 2016) | Dispositivo | - | Empresa. Sistema ecológico Universal | Ahorro combustible. ACPM 15-20%. Gasolina carburador 30-35%. Gasolina inyección 30-35%. Gas 15-20% | Utiliza la electricidad de la batería del vehículo para crear hidrógeno a partir del agua. La mezcla hace posible un mejor rendimiento del motor. Facilita el funcionamiento óptimo del sistema a partir del hidro-oxígeno |

| | | | | | |
|--|-----------------|------|---|---|---|
| Inyección de hidrógeno como potencial mejora de los motores actuales. (Familiar Xauduró, 2010) | Técnica-Aditivo | 2011 | Facultad de náutica de Barcelona | Las cantidades de hidrógeno mayores al 65% se producen una disminución muy importante de estas emisiones, a cantidades que engloban alrededor del 0% a 10%, dependiendo del motor | La introducción de terceras sustancias como dietiléter, el reajuste de los componentes electrónicos de inyección de carburante al motor, la recirculación de los gases de escape y la reducción catalítica selectiva, este último considerado uno con los resultados más positivos. |
| Implementación de un generador e inyector de hidrógeno en un motor de vehículo Mazda BT-50 2.2 L para reducir emisiones de gases Contaminantes (Duque Cabrera & Masaquiza Masaquiza, 2013) | Dispositivo | 2013 | Escuela superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador | Las distancias recorridas de 13,6 km y 13,8 km es notoria la disminución de consumo de combustible de 8,91% en promedio. | Se ha implementado un dispositivo generador de hidrógeno en el motor de un vehículo Mazda BT-50 a gasolina con el propósito de reducir las emisiones contaminantes que se producen. |
| Hidrógeno: Combustible al alcance de todos (Díaz Lotero, 2009) | Dispositivo | 2009 | Universidad de los Andes. Departamento de ingeniería mecánica | Se obtuvieron mejoras en la eficiencia de la celda electrolítica utilizada, dando como resultado la mayor eficiencia del 32% | Desarrollo de un generador de hidrógeno por electrolisis. Otro proyecto similar realizado fue por el grupo de Energía Alternativa de la Universidad de Antioquia de un generador con eficiencia del 64,83% |
| Implementación de un generador de Hidrógeno de celda seca en un vehículo Chevrolet steem 1.6L (Quezada Romero & Torres Gualan, 2014) | Aditivo | 2014 | Universidad Politécnica Salesiana. Sede Cuenca | Reducción de gas contaminante de 213 ppm a 197ppm. Se mejoraría la reducción de emisiones con un mejor afinado de motor | Aplicación de gas hidrogeno a los motores de combustión interna ciclo Otto con el fin de optimizar la combustión, reduciendo la cantidad de emisiones contaminantes hacia la atmosfera |

| | | | | | |
|--|--------------------|-------------|---|---|---|
| <p>Influencia de productos de la hidrólisis en el desempeño de un vehículo que opera con gasolina y gas natural en la altura (Moreno Gamboa, Flórez Serrano, & Moreno Contreras, 2019)</p> | <p>Dispositivo</p> | <p>2019</p> | <p>Universidad Francisco de Paula Santander. Cúcuta, (Colombia) Universidad de Pamplona. Pamplona, (Colombia)</p> | <p>Los resultados de las pruebas de emisiones contaminantes indican que el consumo de combustible se reduce aproximadamente en un 7%.</p> | <p>Los resultados muestran que los productos de la hidrólisis no mejoran el desempeño mecánico del vehículo, ya que aumentan el tiempo para llegada a las velocidades definidas en las pruebas de aceleración hasta en un 18% en el motor con gasolina y 7% en el motor con gas natural, mientras que el torque y la potencia del motor se incrementa alrededor del 1%.</p> |
| <p>Efectos de la educación eco-drive en la reducción de consumo de combustible y emisiones de CO₂. (Barij, Zovak, & Perisa, 2013)</p> | <p>Técnica</p> | <p>2013</p> | <p>Universidad de Zagreb, Facultad de Ciencias del Transporte y del Tráfico Vukelićeva 4, 10000 Zagreb, Croacia</p> | <p>El consumo medio de combustible del conductor evaluado en la ruta indicada antes del entrenamiento ascendió a 20,9 l / 100km, y después del entrenamiento 14,2 l / 100km lo que significa que el consumo medio de combustible en la misma ruta bajo aproximadamente la misma las condiciones se redujeron en un 32,27%</p> | <p>Después de la educación y el primer eco-drive entrenando el combustible el consumo y las emisiones de CO₂ se redujeron en aproximadamente un 32%. La investigación tiene demostrado que los conductores pueden ajustar sus conductas de conducción en consecuencia para ahorrar combustible y reducir el CO₂</p> |
| <p>AVO: una aplicación de redes Vanet enfocada en el ahorro de gasolina y la reducción de emisiones de CO₂. (Orozco & Llano, 2014)</p> | <p>-</p> | <p>2014</p> | <p>Grupo de investigación Universidad Icesi, Cali-Colombia</p> | <p>El porcentaje de emisiones de CO₂ y combustible está ahora entre el 5,3% y el 11,6% para el sedán/vehículos compactos; mientras que para las furgonetas de carga aumenta hasta un 26,6%.</p> | <p>La aplicación OSA ofrece más eficiencia y proporciona la mejor manera de reducir emisiones anuales de dióxido de carbono. El objetivo principal de la aplicación OSA es notificar a los conductores sobre la velocidad a la que las emisiones de CO₂ y el consumo de gasolina se reducen considerablemente sin afectar el tiempo drásticamente. La idea principal es que la huella de carbono que dejan los vehículos reduce mientras se realiza la optimización de la velocidad.</p> |

| | | | | | |
|--|---------|------|--|---|-----------|
| Evaluación del aditivo mejorador de combustible Xp3 en equipos de transporte de caña (Tractomulas y Dumpers) en Manuelita S.A (Garzon Plaza, 2006) | Aditivo | 2006 | Universidad Autónoma de Occidente Facultad de Ingenierías Departamento de Energética y Mecánica Programa de Ingeniería Mecánica Santiago de Cali | En el análisis económico, se presenta un ahorro de combustible diésel del 7.87% con aditivo xp3 entre dumpers, tractomulas y otros. | 1018 msnm |
|--|---------|------|--|---|-----------|

| | | | | | |
|--|----------------|-------------|---|---|--|
| <p>Análisis multivariado entre las condiciones de conducción y las emisiones del vehículo Para vehículos ligeros de gasolina durante las horas pico./Multivariate analysis between driving condition and vehicle emission for light duty gasoline vehicles during rush hours (Qu, y otros, 2015)</p> | <p>Técnica</p> | <p>2015</p> | <p>Laboratorio Estatal de Protección Ambiental Clave de Prevención y Control de la Contaminación de Materia Particulada del Aire Ambiental Urbano, College of Environmental Ciencia e Ingeniería, Universidad de Nankai, Tianjin 300071, PR China Centro de Tecnología e Investigación Automotriz de China, Tianjin 300162, PR China Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad de Windsor, Windsor, Ontario N9B 3P4, Canadá</p> | <p>Los factores de ionización de HC, CO y NO x de los vehículos con carburador fueron 10, 4 y 3 veces mayor, sin embargo, los factores de emisión de CO2 fueron 29% inferior.</p> | <p>Se probaron catorce vehículos de gasolina ligeros mediante una medición de emisiones portátil OBS-2200 sistema (PEMS). Se registraron la velocidad del vehículo, las tasas de aceleración y emisión de HC, CO, NO x y CO 2 durante las horas pico (7:00e9: 00 y 16: 30e18: 30 hora local) en Tianjin, China. Los factores de emisión de HC, El CO y NO x para los vehículos carburados fueron 10, 4, 3 veces más altos que los de MPI (multipuntos en jecton) y TWC (convertidor catalítico de tres vías), respectivamente. Los factores de emisión de CO 2 para carburador. coche eran un 29% más bajos que los que tenían MPI y TWC</p> |
|--|----------------|-------------|---|---|--|

| | | | | | |
|---|----------------|-------------|--|---|--|
| <p>Emisiones Contaminantes de un Motor de Gasolina Funcionando a dos Cotas con Combustibles de dos Calidades (Tipanluisa, Remache, Ayabaca, & Reina, 2017)</p> | <p>Técnica</p> | <p>2016</p> | <p>Dpto. de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Politécnica Nacional, Ladrón de Guevara, Quito, Ecuador Facultad de Ingeniería Ciencias Físicas y Matemáticas, Univ. Central del Ecuador, Quito, Ecuador</p> | <p>Los factores de mayor efecto significativo para el CO, son el octanaje y la altura. Se obtiene una menor emisión de CO con un valor de 0,01 %V a 700 rpm, gasolina de 87 octanos y a nivel del mar. Obteniendo una mejor combustión del motor con un combustible de 87 octanos para el vehículo utilizado en el ensayo</p> | <p>Se realizó una serie de pruebas y se ha considerado cinco medidas. Se realizó una medición estática de gases, en la que se consideró cuatro parámetros que son: hidrocarburos no combustionados HC (ppm), monóxido de carbono CO (%V), dióxido de carbono CO₂ (%V) y oxígeno O₂ (%V). Una vez procesados los datos se determinan los efectos de variables tales como revoluciones por minuto del motor (rpm), octanaje del combustible y altura del lugar de las mediciones, sobre las emisiones de CO, CO₂, HC y O₂.</p> |
| <p>Disminución de la opacidad en las emisiones de gases contaminantes en motores de encendido por compresión mediante el uso de biodiesel B5 y B10 a base de algas (chlorella) (Imbaquingo Navarrete, Cevallos González, & Mafla Yépez, 2020)</p> | <p>Técnica</p> | <p>2019</p> | <p>Universidad Técnica del Norte, Ibarra (Ecuador). Grupo de Investigación de Motores de Combustión Interna con Biocombustibles (Bicer).</p> | <p>En cuanto a la opacidad de los gases contaminantes, para 3000 rpm los porcentajes de disminución son del 12,3 % en B5 y de 14 % en B10. El coeficiente de absorción de luz, de igual manera, se vio reducido con mezcla B5 en un 11,8 % y un 12,9 % con mezcla B10.</p> | <p>Reducir los niveles de contaminación de los gases de escape mediante el uso de mezclas de biocombustibles y diésel. Para este efecto, se utiliza como materia prima plantas de algas (chlorella) recicladas de fuentes de tercera generación.</p> |

| | | | | | |
|--|---------|------|---|---|---|
| Velocidad del vehículo eficiente en combustible y contaminantes Optimización en condiciones reales de conducción. Fuel and Pollutant Efficient Vehicle Speed Optimization in Real Driving Conditions. (Luján, Guardiola, Pla, & Reig, 2018) | Técnica | 2018 | Universitat Politècnica de Valencia, Spain. Universidad Politècnica de Valencia. España | Los resultados óptimos demuestran que la trayectoria de velocidad óptima es fuertemente dependiendo del objetivo de minimización (ya sea combustible o NOx), y que reducciones alrededor del 4% en el consumo de combustible y el 35% en las emisiones de NOx fueron posibles en la ruta de prueba en comparación con Estilos de conducción humana intuitiva | La gestión de la velocidad del vehículo se aborda como un problema de control óptimo, basado en un modelo de vehículo simplificado apoyado por mediciones experimentales. Los resultados experimentales se comparan con la forma en que dos conductores diferentes realizan la misma ruta en la misma cantidad de tiempo con sus propios estilos de conducción naturales. |
| Impacto del Ecodriving sobre las emisiones y consumo de combustible en una ruta de Quito (Impact of Ecodriving on fuel emissions and consumption on road of Quito) (Leguísamo Milla, Llanes Cendeño, & Rocha Hoyos, 2020) | Técnica | 2019 | Universidad Internacional SEK, Quito-Ecuador | El impacto del ecodriving en el consumo de combustible, el cual es 0.117 L/km, mientras que al aplicar conducción normal el valor es 0.139 L/km lo que indica una reducción del 15.82 % del consumo. el consumo de combustible al aplicar el modo de ecodriving en un galón de combustible se puede recorrer 32,104 km mientras que con conducción normal 25.352 km | Se evidenció la reducción del consumo de combustible y un aumento en el rendimiento de la distancia recorrida por cantidad de combustible consumido. Se reducen significativamente las emisiones de gases CO y NOx, mientras que las emisiones de HC al aplicar ecodriving aumentan, pero no de manera significativa. |
| Simulación en Aspen de la combustión de mezclas diésel-biodiésel Aspen Simulation of Diesel-Biodiesel Blends Combustion (Pérez Sánchez, y otros, 2015) | Técnica | 2013 | Instituto de Ingeniería Universidad Autónoma de Baja California. Academia de Química y Bioquímica Instituto Tecnológico de Mexicali | Disminución de emisiones de CO2 asociada con el aumento de la concentración de biodiésel del B5 AL B100 presento reducción del 0,7% al 13.5% | Se muestran los resultados de la simulación de un proceso de combustión, tomando como referencia las especificaciones de un motor KUBOTA D600-B que opera con mezclas diésel- Biodiésel en diversas proporciones |

| | | | | | |
|--|--------------------|-------------|--|---|--|
| <p>Conversión de un motor de dos tiempos de gasolina E10 a gas natural domiciliario para su posterior uso con biogás (Suesca, Suárez, & López, 2014)</p> | <p>Dispositivo</p> | <p>2014</p> | <p>Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Siemens</p> | | <p>el motor de dos tiempos funcionando con gas natural domiciliario tiene un mejor trato al medio ambiente ya que disminuye la emisión de los gases contaminantes tan importantes como el CO</p> |
| <p>Aceites de motor de baja viscosidad: ahorro de combustible y comportamiento en un ensayo en flota en condiciones reales. (Tormos Martínez, Miró Mezquita, Pérez Gutiérrez, & Pardo, 2016)</p> | <p>Técnica</p> | <p>2016</p> | <p>CMT-Motores Térmicos, Universitat Politècnica de Valencia, Camí de Vera, s/n., València, Spain Centro de Tecnología de Repsol (CTR)</p> | <p>Disminución emisiones CO2 anual [kg] Gas I 2815,58. Diesel I 1569,72</p> | <p>Se presenta un estudio en el que se evaluó el efecto de la utilización de LVO en una flota de autobuses urbanos en relación con el consumo de combustible y el rendimiento de aceite.</p> |

| | | | | | |
|---|----------------|-------------|---|---|---|
| <p>Procedimiento para la mejora de procesos que intervienen en el consumo de combustible. (Miyashiro Pérez & Delgado Fernández, 2009)</p> | <p>Técnica</p> | <p>2009</p> | <p>Universidad de las Ciencias Informáticas, UCI, Ciudad de la Habana, Cuba</p> | <p>el consumo de combustible, han mejorado sus valores en un 6.41% para el cumplimiento de la demanda de gasolina, mejora en un 0.103 del valor del consumo de gasolina por kilómetro recorrido, mejora en un 1.69% del cumplimiento de la demanda de diésel y la mejora del valor del índice de consumo de diésel en un 0.342 litros por kilómetro recorrido</p> | <p>El mundo ha desarrollado varias políticas de contención, entre las cuales se incluye el incremento máximo de la eficiencia en el uso de todas las formas de energía. La mejora continua de procesos y de los indicadores que caracterizan el consumo de combustible, a través de un procedimiento estructurado, que permita el alcance paulatino de este objetivo, es la propuesta que se presenta en este artículo. El procedimiento se aplica al proceso de gestión de combustible de la base de transporte, de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) y se obtiene una mejora en los indicadores de eficiencia y eficacia definidos.</p> |
| <p>Potencial de generación de biogás y energía eléctrica. Parte I: excretas de ganado bovino y porcino. (Vera Romero, Martínez Reyes, Estrada Jaramillo, & Ortiz Soriano, 2014)</p> | <p>Adición</p> | <p>2013</p> | <p>Revista Ingeniería Investigación y Tecnología</p> | <p>872694.238 por año emisiones de CO2 realizar la conversión</p> | <p>Estado de Michoacán de Ocampo, México</p> |

| | | | | | |
|--|---------|------|-----------------------------------|---|-------------------------------|
| Pruebas de larga duración con biodiesel de palma en una flota de camiones de transporte. (Reyes B. & García Núñez, 2011) | Adición | 2011 | Indupalma | La potencia disminuyó respecto al B0 2,45%, 6% y 6.5% para B5, B10 y B20, respectivamente. | Bogotá, Colombia 2630 m.s.n.m |
| Producción de biodiesel por etanolisis utilizando aceites de fritura de hoteles y su uso en calderas pirotubulares. (Bulla Pereira, Sierra Vargas, & Guerrero Fajardo, 2015) | Adición | 2015 | ITECKNE | Disminución del 2,3% de CO2 | Bogotá, Colombia 2630 m.s.n.m |
| 20 camiones con GNC y GNL ahorran 1.400 toneladas de emisiones de CO2 en 2 años. (Diario de Transporte, 2019) | Adición | 2019 | Diario de Transporte | Los resultados del proyecto muestran que, en comparación con el diésel, los vehículos ahorrarían al menos un 17% de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) con una mezcla de biometano al 25% (B25), mientras que el 100% de biometano (B100) genera un ahorro de al menos el 76% | Reino Unido, 300 m.s.n.m |
| Motores de combustión interna (MCI) operando con mezclas de etanol gasolina: Revisión (García Mariaca, Cendales Ladino, & Eslava Sarmiento, 2016) | Adición | 2014 | Universidad Militar Nueva Granada | En este estudio las emisiones de CO2 con el uso de E5 se redujeron en 0,6 %, mientras que las emisiones de CO2 con el uso de E10 aumentaron en un 0,1%. | Bogotá, Colombia 2630 m.s.n.m |

| | | | | | |
|--|----------------|-------------|--------------------------------|--|------------------------------------|
| <p>Estudio de un Motor a Gasolina en Condiciones de Altura con Mezclas de Aditivo Orgánico en el Combustible. MCI. (Rocha Hoyos J. C., Tipanluisa, Zambrano, & Portilla, 2018)</p> | <p>Adición</p> | <p>2018</p> | <p>Información Tecnológica</p> | <p>Valores en ralentí están en el rango de 14,067 ppm hasta 14,800 ppm; a estas revoluciones se evidencia un incremento de CO₂, en el aditivo líquido 5,2 % y en el aditivo sólido 4,97 %. A 2500 rpm los valores están en el rango de 14,067 ppm hasta 14,767 ppm; el aditivo líquido presenta un incremento de 4,97 % y en el aditivo sólido de 4,5 % en los CO₂</p> | <p>Quito, Ecuador 2850 m.s.n.m</p> |
|--|----------------|-------------|--------------------------------|--|------------------------------------|

Tabla 1. Cuadro sinóptico.

Fuente: Elaboración propia

DESARROLLO PRÁCTICO

Se realizaron pruebas en el vehículo marca DFSK mini van carro de carga liviana con capacidad de 750 kg con el Generador de Hidrógeno EHG de la empresa sistema ecológico universal hidrógeno vehicular, este dispositivo utiliza la electricidad de la batería del vehículo para generar hidrógeno a partir del agua, de esta manera, el hidrógeno se mezcla con el combustible y se quema más rápido dando como resultado un menor consumo por milla; debido a que la energía se utiliza para alimentar el vehículo en lugar de crear un exceso de calor; éste dispositivo se instaló el día 15 febrero 2021, sin embargo se documentaron los siguientes datos semanalmente desde el 04 de enero para realizar una comparación más específica:

- Kilómetros recorridos.
- Costo tanqueado de gas.

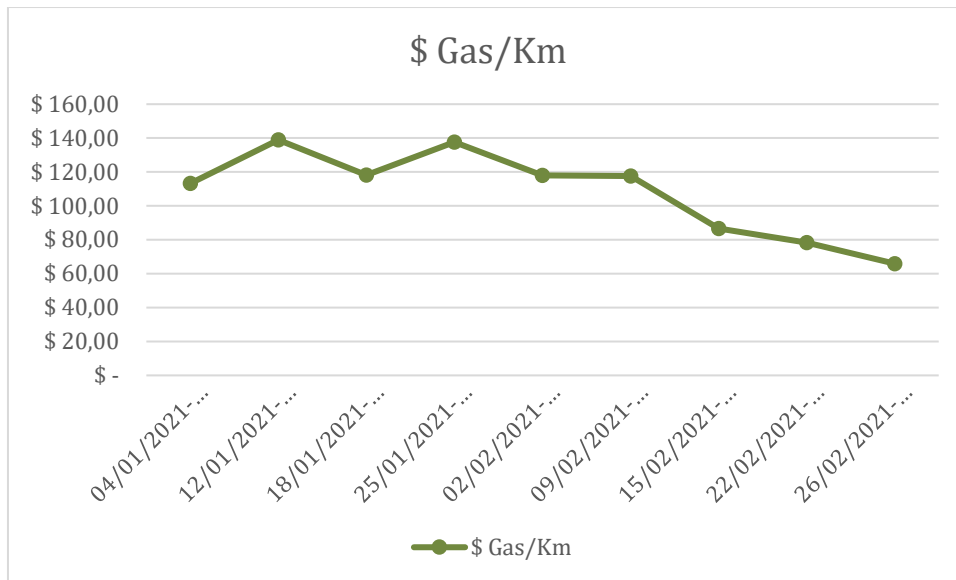
Y se calculó, el costo por kilómetro recorrido. Dando así, una disminución de hasta un 52% en tan solo 3 semanas, siendo un ahorro progresivo, como se puede observar en la Tabla 2. Seguimiento minivan.

| Intervalo de fechas | Km Recorrido | \$ Gas | \$ Gas/Km | Ahorro |
|-----------------------|--------------|------------|-----------|--------|
| 04/01/2021-09/01/2021 | 499 | \$ 56.477 | \$ 113,18 | - |
| 12/01/2021-15/01/2021 | 609 | \$ 84.602 | \$ 138,92 | - |
| 18/01/2021-23/01/2021 | 847 | \$ 100.160 | \$ 118,25 | - |
| 25/01/2021-29/01/2021 | 484 | \$ 95.682 | \$ 137,69 | - |
| 02/02/2021-07/02/2021 | 860 | \$ 101.513 | \$ 118,04 | - |
| 09/02/2021-13/02/2021 | 653 | \$ 76.803 | \$ 117,62 | - |
| 15/02/2021-20/02/2021 | 944 | \$ 81.857 | \$ 86,71 | -37,02 |
| 22/02/2021-26/02/2021 | 872 | \$ 68.293 | \$ 78,32 | -43,12 |
| 26/02/2021-06/03/2021 | 1442 | \$ 95.065 | \$ 65,93 | -52,12 |

Tabla 2. Seguimiento a minivan.

Fuente: Elaboración propia

En la Gráfica 1. \$Gas/KM se puede observar visualmente el ahorro y disminución de combustible (gas) consumido en el transcurso de las semanas.



Gráfica 1. \$Gas/KM

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en la tabla 3. Emisiones emitidas por m3, se relacionan los m3 tanqueados en gas, los kilómetros recorridos y las emisiones de CO2 generadas en el ambiente, este resultado es determinado mediante la calculadora de emisiones de la Unidad de Planeación Minero-Energética de Colombia.

| # Semana | Intervalo de fechas | m3 | KM | kgCO2 |
|----------|-----------------------|-------|------|--------|
| 1 | 04/01/2021-09/01/2021 | 35,32 | 499 | 76,68 |
| 2 | 12/01/2021-15/01/2021 | 52,91 | 609 | 115,91 |
| 3 | 18/01/2021-23/01/2021 | 62,64 | 847 | 113,92 |
| 4 | 25/01/2021-29/01/2021 | 59,84 | 484 | 129,26 |
| 5 | 02/02/2021-07/02/2021 | 63,49 | 860 | 138,02 |
| 6 | 09/02/2021-13/02/2021 | 48,03 | 653 | 105,16 |
| 7 | 15/02/2021-20/02/2021 | 51,19 | 944 | 111,73 |
| 8 | 22/02/2021-26/02/2021 | 42,71 | 872 | 92,01 |
| 9 | 26/02/2021-06/03/2021 | 59,45 | 1442 | 129,26 |

Tabla 3. Emisiones emitidas por m3.

Al realizar comparación de la semana 5 con la semana 8 se puede notar que sólo se recorrieron 12 km. Cabe aclarar que la semana 5 tiene menos kilómetros recorridos que la semana 8 y aumentaron sus emisiones de CO2, 46.01 kg emisiones CO2.

Se puede concluir, que desde la implementación del dispositivo en el vehículo y realizar su seguimiento en el dispositivo con intervalos de 3000 y 3200 kilómetros recorridos el dispositivo EHG, ahorra el consumo de combustible en hasta un 50% y que disminuye las emisiones de CO2 en hasta un 55%.

BIBLIOGRAFÍA

- BANCO MUNDIAL. (2014). *BANCO MUNDIAL*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT>
- Barij, D., Zovak, G., & Perisa, M. (2013). Efectos de la educación eco-drive en la reducción de consumo de combustible y emisiones de CO₂. *Promet – Traffic&Transportation*, 265-272.
- Bulla Pereira, E. A., Sierra Vargas, F. E., & Guerrero Fajardo, C. A. (2015). Producción de biodiesel por etanolisis utilizando aceites de fritura de hoteles y su uso en calderas pirotubulares. *ITECKNE*, 44-53.
- Castillo, J. C., Restrepo, Á., Tibaquirá, J. E., & Quirama, L. F. (2019). Estrategias de eficiencia energética en vehículos livianos del transporte por carretera en Colombia. *Revista UIS Ingenierías*, 129-139.
- Catalán, H. (2014). Curva ambiental de Kuznets: implicaciones para. *Elsevier*, 13.
- Diario de Transporte. (19 de 11 de 2019). *Diario de Transporte*. Obtenido de <https://diariodetransporte.com/2019/11/20-camiones-con-gnc-y-gnl-ahorran-1-400-toneladas-de-emisiones-de-co2-en-2-anos/>
- Díaz Lotero, D. L. (2009). Hidrógeno: combustible al alcance de todos. *Universidad de los Andes, Departamento de Ingeniería Mecánica*, 12-20.
- DNP. (2017). Energy Demand Situation in Colombia. *Misión de crecimiento verde*, 19.
- Duque Cabrera, E. J., & Masaquiza Masaquiza, J. P. (2013). Implementación de un generador e inyector de hidrógeno en un motor de vehículo mazda BT-50 2.2 L, para reducir emisiones de gases contaminantes. *Escuela superior politécnica de Chimborazo*, 47-108.
- Familiar Xauduró, C. (2010). Inyección e hidrógeno como potencial mejora de los motores actuales. *Facultad de Náutica de Barcelona*, 20-30.
- García Mariaca, A., Cendales Ladino, E. D., & Eslava Sarmiento, A. F. (2016). Motores de combustión interna (MCI) operando con mezclas de etanol gasolina: Revisión. *CIENCIA E INGENIERÍA NEOGRANADINA*, 75-96.
- Garzon Plaza, C. A. (2006). Evaluación del aditivo mejorador de combustible Xp3 en equipos de transporte de caña (Tractomulas y Dumpers) en Manuelita S.A. *Universidad Autónoma de Occidente*, 12-24.
- Gómez Montoya, R. A., Correa Espinal, A. A., & Hernández Vahos, J. D. (2015). Transporte verde: eficiencia y reducción de CO₂ integrando gestión, tecnologías de información y comunicaciones (TIC) y un metaheurístico. *Producción + Limpia*, 53-68.
- Gómez Montoya, R. A., Correa Espinal, A. A., & Hernández Vahos, J. D. (2015). Transporte verde: eficiencia y reducción de CO₂ integrando gestión, tecnologías de información y comunicaciones (TIC) y un metaheurístico. *Producción + limpia*, 53-68.
- Imbaquingo Navarrete, R. P., Cevallos González, A. F., & Mafla Yépez, C. N. (2020). Disminución de la opacidad en las emisiones de gases contaminantes en motores de encendido por compresión mediante el uso de biodiésel B5 y B10 a base de algas (chlorella). *Ingeniería y desarrollo*, 212-223.
- Khokhar, T. (04 de 12 de 2017). *BANCO MUNDIAL*. Obtenido de <https://blogs.worldbank.org/es/.opendata/grafico-las-emisiones-de-co2-no-tienen-precedentes>
- Leguísamo Milla, J., Llanes Cendeño, E., & Rocha Hoyos, J. (2020). Impacto del Ecodriving sobre las emisiones y consumo de combustible en una ruta de Quito. *Automatización y Control, Mecatrónica, Electromecánica, Automotriz*, 68-83.

- Leguísamo, J. C., Llanes Cedeño, E. A., Celi Ortega, S. F., & Rocha Hoyos, J. C. (2020). Evaluación de la conducción eficiente en un motor de encendido provocado, a 2810 msnm. *Información Tecnológica*, 1-10.
- Luján, J. M., Guardiola, C., Pla, B., & Reig, A. (2018). Fuel and Pollutant Efficient Vehicle Speed Optimization in Real Driving Conditions. *Elsevier*, 225-232.
- Martínez Pérez, A. M., & Rosales Torres, J. A. (2019). Evaluación de la eficiencia del hidrógeno en motores mediante el proceso de hidrólisis. *Universidad Mariana - Boletín informativo CEI 6 (1)*, 97-102.
- Miyashiro Pérez, L., & Delgado Fernández, M. (2009). Procedimiento para la mejora de procesos que intervienen en el consumo de combustible. *Ingeniería Industrial*, 1-8.
- Moreno Gamboa, F., Flórez Serrano, E. G., & Moreno Contreras, G. G. (2019). Influencia de productos de la hidrólisis en el desempeño de un vehículo que opera con gasolina y gas natural en la altura. *INGE CUC*, 89-98.
- Orozco, O. A., & Llano, G. (2014). AVO: una aplicación de redes Vanet enfocada en el ahorro de gasolina y la reducción de emisiones de CO₂. *Grupo de investigación i2t*, 25-47.
- Pérez Sánchez, A., Montero Alpírez, G., Ayala Bautista, R., Coronado Ortega, M. A., García González, C., & Campbell Ramírez, H. E. (2015). Simulación en Aspen de la combustión de mezclas diesel-biodiesel. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 83-92.
- Qu, L., Li, M., Chen, D., Lu, K., Jin, T., & Xu, X. (2015). Multivariate analysis between driving condition and vehicle emission for light duty gasoline vehicles during rush hours. *Elsevier*, 103-110.
- Quezada Romero, E. M., & Torres Gualan, D. F. (2014). Implementación de un generador de hidrógeno de celda seca en un vehículo chevrolet steem 1.6 L. *Universidad Politécnica Salesiana*, 133.
- Ramírez, A. (2007). Novedades bibliográficas. *OFFAR*, 113.
- Reyes B., J. A., & García Núñez, J. A. (2011). Pruebas de larga duración con biodiesel de palma en una flota de camiones de transporte. *PALMAS*, 11-24.
- Rocha Hoyos, J. C., Llanes Cedeño, E. A., Celi Ortega, S. F., & Peralta Zurita, D. C. (2019). Efecto de la Adición de Biodiesel en el Rendimiento y la Opacidad de un Motor Diésel. *Información tecnológica*, 137-146.
- Rocha Hoyos, J. C., Tipanluisa, L. E., Zambrano, V. D., & Portilla, Á. A. (2018). Estudio de un Motor a Gasolina en Condiciones de Altura con Mezclas de Aditivo Orgánico en el Combustible. *Información Tecnológica*, 325-334.
- Rocha Hoyos, J. C., Tipanluisa, L. E., Zambrano, V. D., & Portilla, Á. A. (2018). Estudio de un Motor a Gasolina en Condiciones de Altura con Mezclas de Aditivo Orgánico en el Combustible. MCI. *Información Tecnológica*, 325-334.
- Sistema Ecológico Universal Hidrógeno Vehicular. (24 de 02 de 2016). Obtenido de <https://youtu.be/EgDvfx3i2hs>
- Suesca, C. A., Suárez, G. F., & López, G. A. (2014). Conversión de un motor de dos tiempos de gasolina E10 a gas natural domiciliario para su posterior uso con biogás. *Revista Tekhné*, 9-20.
- Tipanluisa, L. E., Remache, A. P., Ayabaca, C. R., & Reina, S. W. (2017). Emisiones Contaminantes de un Motor de Gasolina. *Información Tecnológica*, 3-11.
- Tormos Martínez, B., Miró Mezquita, G., Pérez Gutiérrez, T., & Pardo, J. (2016). Aceites de motor de baja viscosidad: ahorro de combustible y comportamiento en un ensayo en flota en condiciones reales. *Tecnología del carbón y del petróleo*, 668-674.

- Vera Romero, I., Estrada Jaramillo, M., Martínez Reyes, J., & Ortiz Soriano, A. (2014).
Potencial de generación de biogás y energía eléctrica Parte I: excretas de ganado
bovino y porcino. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 429-436.
- Vera Romero, I., Martínez Reyes, J., Estrada Jaramillo, M., & Ortiz Soriano, A. (2014).
Potencial de generación de biogás y energía eléctrica. Parte I: excretas de ganado
bovino y porcino. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 429-436.