

**EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS  
APLICADAS**

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

**“EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN LA CIUDAD DE QUITO”**

Realizado por:

**NICOLÁS DAMIÁN AGUIRRE BAYAS**

Director del proyecto:

**Dr. Edilberto Antonio Llanes Cedeño, PhD.**

Como requisito para la obtención del título de:

**INGENIERA MECANICA AUTOMOTRIZ**


Quito, 30 de Julio de 2021

# **EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**

## **DECLARACIÓN JURAMENTADA**

Yo, NICOLÁS DAMIAN AGUIRRE BAYAS, con cédula de identidad N° 1717999286, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

A handwritten signature in blue ink that reads "Nicolás Aguirre". The signature is written in a cursive style and is centered on a light gray rectangular background.

**NICOLÁS DAMIÁN AGUIRRE BAYAS**

CI.: 177999286

**EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**

**DECLARATORIA**

El presente trabajo de investigación titulado:

**“EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO”**

Realizado por:

**NICOLÁS DAMIÁN AGUIRRE BAYAS**

como Requisito para la Obtención del Título de:

**INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ**

ha sido dirigido por el profesor

**EDILBERTO ANTONIO LLANES CEDEÑO**

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



**FIRMA**

**EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**

**LOS PROFESORES INFORMANTES**

Los Profesores Informantes:

**MSc. Carlos Jima Matailo**

**MSc. Gustavo Moreno**

Después de revisar el trabajo presentado,

lo han calificado como apto para su defensa oral ante

el tribunal examinador



MSc. Gustavo Moreno



MSc. Juan Carlos Jima

Quito, 30 de Julio de 2021

# **EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a Dios, por ser mi pionero en este camino de la vida, me ha dado fuerza para seguir adelante, en lugar de rendirme en los problemas que aparecían, me enseñó con su palabra a enfrentar la adversidad sin perder el honor ni estar con miedo al intentar.

A mi familia, ellos son el centro de mi universo, mis padres Elvia y Cosme por brindarme sabiduría, motivación, comprensión, amor, confianza por sobre todo apoyo en momentos difíciles. Todo sobre mi como persona, mis valores, principios y perseverancia para lograr mis metas es lo que ustedes me han enseñado.

A mi hermana, porque me da alegrías y motivación cada vez, así como me hace ser una mejor persona.

A mi Doña María, porque nunca perdió la esperanza por mí.

# **EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento a los docentes de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Aplicadas, por su entrega de enseñanza, valiosos consejos, dirección, su amor en el campo de la ingeniería que me permitieron ser un buen profesional.

Al Dr. Edilberto Antonio Llanes Cedeño por ser mi director de tesis, brindarme apoyo incondicional en todo momento, por sus valiosas asesorías, comentarios, así como brindarme su valioso tiempo.

A mis padres y a mi hermana, de los cuales siempre recibí su ayuda.

Por último, quisiera agradecer al Servicio Técnico California quienes me brindaron su analizador de gases, su tiempo e información para lograr las metas identificadas en el documento.

**EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**

13/07/2021 10:30:30

Para someter a:

To be submitted:

**EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO**

NICOLAS DAMIAN AGUIRRE BAYAS

1 Universidad Internacional SEK, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Quito, Ecuador.

13/07/2021

\*AUTOR DE CORRESPONDENCIA: NICOLAS DAMIAN AGUIRRE BAYAS

Universidad Internacional SEK, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Quito, Ecuador.

Teléfono: +593-980153867; email: naguirre.mec@uisek.edu.ec

Título corto o Running title: Evaluación en ruta del consumo de combustible y emisiones

# **EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**

## ***Resumen.***

En los últimos tiempos, el incremento del consumo de combustibles derivados del petróleo, por parte del sector del transporte ha generado impactos negativos en el ecosistema que vivimos. Ahora bien, en la actualidad por consecuencias del cambio climático las temperaturas son más intensas, por ese motivo se exige un mejor confort térmico en la industria de los vehículos, por ello el sistema de aire acondicionado es uno de los equipos auxiliares más relevantes del vehículo, crea un ambiente térmicamente confortable controlando la temperatura del aire del habitáculo, pero su uso aumenta el consumo energético del vehículo. El presente documento, tuvo como objetivo principal evaluar las emisiones de un vehículo con motor de encendido provocando con el uso del aire acondicionado, por medio de mediciones en ruta para la cuantificación de los factores de emisión en condiciones de elevadas alturas. Para ello, se utilizó una camioneta Ford de 3.7 V6 incorporando una máquina de analizador de gases Nextech NGA 6000 y un ELM 325 para contabilizar el consumo de combustible para el cálculo de los factores de emisión. La ruta predeterminada es de 5,7 km, así como una velocidad máxima de 49 km/h. Se realizaron 24 pruebas en general y los datos fueron procesados por el *software Statgraphics Centurión XVI*, realizando análisis de superficie de respuesta y efectos principales. Se concluye que, para el NO<sub>x</sub>, la combinación perfecta en combustible es la gasolina súper sin A/C y sin tráfico. En el caso del CO con gasolina extra sin A/C con tráfico tiene mejores rendimientos, por último, el HC su combinación óptima es gasolina super con A/C y con tráfico en las vías. Por añadidura, al utilizar tanto la gasolina Súper como la Extra se pudo evidenciar claramente el comportamiento del hidrocarburo en disminución considerablemente al aumentar el régimen del giro del motor y el octanaje del combustible.

**Palabras Claves:** Factores de emisión, Sistema de aire acondicionado, Super, Extra, Horario



# **EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**

## ***Abstract.***

In recent times, the increased consumption of petroleum fuels by the transportation sector has generated negative impacts on the ecosystem we live in. Nowadays, due to the consequences of climate change, temperatures are more intense, for this reason a better thermal comfort is required in the vehicle industry, therefore the air conditioning system is one of the most relevant auxiliary equipment of the vehicle, it creates a thermally comfortable environment by controlling the temperature of the air in the passenger compartment, but its use increases the energy consumption of the vehicle. The main objective of this paper was to evaluate the emissions of a vehicle with an ignition engine caused by the use of air conditioning, by means of on-road measurements for the quantification of emission factors in high altitude conditions. For this purpose, a Ford 3.7 V6 pickup truck was used incorporating a Nextech NGA 6000 gas analyzer machine and an ELM 325 to account for fuel consumption for the calculation of emission factors. The predetermined route is 5.7 km, as well as a top speed of 49 km/h. Twenty-four tests were performed overall and the data were processed by Statgraphics Centurion XVI software, performing response surface and main effects analysis. It is concluded that, for NO<sub>x</sub>, the perfect fuel combination is super gasoline without A/C and without traffic. In the case of CO with extra gasoline without A/C with traffic has better performance, finally, the optimal combination for HC is super gasoline with A/C and with traffic on the roads. In addition, when using both Super and Extra gasoline, the behavior of the hydrocarbon decreased considerably as the engine speed and octane rating of the fuel increased.

**Key words:** Emission factors, Air conditioning system, Super, Extra, Schedule.

# **EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**

## **Introducción.**

Las emisiones de automóviles, incluido el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y diversos contaminantes, tienen un impacto negativo en el cambio climático y la salud. Como destacó Verónica (2008), debido a la combustión, el motor es responsable de producir monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y otras emisiones. De hecho, en el informe de Montero, Sanmartín y Bazantes (2017), detallaron las razones por las que los vehículos de motor provocan el 96,7% (CO), el 89,4% (HC) y el 77% (NO<sub>x</sub>).

En consecuencia, el parque automotor ha impulsado el desarrollo de nuevas tecnologías por ejemplo vehículos híbridos o eléctricos componentes auxiliares más efectivos y el uso de materiales innovadores es decir coches más livianos. En la actualidad, debido a los cambios climáticos con inviernos más largos o veranos más cálidos, el sistema de aire acondicionado se ha convertido en uno de los componentes auxiliares más importantes en los vehículos (Vásquez, 2019).

Por lo tanto, el sistema de aire acondicionado (A/C) es un componente que diseña un ambiente confortable dentro del habitáculo, el cual es un elemento creado para los sistemas de ventilación y calefacción de los vehículos. Como enfatiza Totoy (2013), su trabajo es enfriar el aire y extraer de éste la humedad, así como el polvo por medio de mandos que en la actualidad son automáticos, en donde el pasajero no siente calor ni frío. En la investigación de Acosta y Tello (2010), el confort térmico dentro de la cabina en la ciudad de Quito se sitúa entre 22°C y 27 °C con una humedad relativa entre 45% y 65%.

Ahora bien, en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) en el Ecuador, según Jazmín (2015) los coches que utilizan gasolina representan el 94.4% del parque automotor del DMQ a

## **EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**

causa de emisiones (CO) 86.3%, (SO<sub>2</sub>) 75.3% y COVNM (77.0%). En relación con lo anterior, según Mosquera (2010) conforme al Plan Maestro de Movilidad 2008-2025, si se mantiene la dimensión de autos por mil habitantes y se mantiene dicho crecimiento, se llegará en 2025 una cantidad de 590 vehículos por mil habitantes.

De hecho, la polución de la atmósfera es grave a escala mundial. Se define como elementos contaminantes que existen en la atmósfera, el cual pueden cambiar su composición y afectar cualquier parte del ecosistema (OYARZÚN G, 2010). En efecto, se encuentra en todas las sociedades y constituye un fenómeno negativo para la salud de las personas. Según Rodríguez-Guerra y Cuvi (2019), la mala calidad del oxígeno puede generar ataques cerebrovasculares, enfermedades cardíacas, afecciones respiratorias y asma. En el informe Muenala (2016), se plantea la calidad de la atmósfera del DMQ desfavorable por la combustión ineficiente de los combustibles en consecuencia de las características geográficas, topográficas y altitudinales. En el estudio de Vinuesa (2018), menciona el nefasto cumplimiento de la guía de la virtud de la OMS con NECA respecto a la propiedad del aire de los gases inmundos, en particular la suciedad del aire por Ozono se ha incrementado conforme a los monitores de la Secretaría de Ambiente, es decir esto pone en peligro a la sanidad de la gente además incremento de materiales particulado en horas de tráfico, laborales e industria.

Por su parte, los factores de emisión del automóvil son la porción porcentual de contaminantes emitidos por un vehículo (Urbina et al., 2017; Binder, 2014). De hecho, se expresan en términos de masa de contaminante emitido por unidad de distancia recorrida o por combustible consumido. Además, permite analizar diversos tipos de condiciones prácticas como, por ejemplo; gasolina utilizada, modelo de coche, características, entre otros. En la investigación de Llanes,

## **EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**

Rocha, Peralta y Leguisamo (2018), evaluaron las emisiones de gases de un Chevrolet Aveo en prueba dinámica bajo circunstancia de altura con la normativa NTE INEN 2204 (2002), determinando que para los combustibles analizados todos cumplen con el reglamento del mismo modo, el sistema On-Board para la cuantificación de las emanaciones, resulta ser el método más adecuado para las investigaciones de carburantes aplicados en el transporte.

En efecto, la técnica On-Board provee información del vehículo con parámetros reales y equipara al automotor con el fin de transitar entre el flujo vehicular de la localidad con instrumentos de medición que permitan almacenar datos, por ejemplo; la aceleración, velocidad, distancia recorrida y demás en tiempo real. Por otra parte, la selección de la ruta es clave debido a que especifica las características de conducción el cual depende del tipo de vía e intensidad de afluencia de coches a lo largo del trayecto. Por otro lado, los caminos se realizan por medio de evaluaciones al igual que; consistencia del tráfico, esquema de la zona geográfica, recorrido hogar-trabajo, mezcla de rutas por tipos de vías o áreas, así como densidad poblacional (Quinchimbla Pisuña & Solís Santamaría, 2015).

En el Ecuador, el parque automotor emplea variaciones de carburantes los cuales se denominan RON, en sus siglas en inglés (Research Octane Number). De hecho, el octanaje es una característica crucial para los distintos combustibles debido a que es una escala que determina la suficiencia y la cualidad antidetonante del combustible. De esta manera, afecta a la eficiencia de los motores y sus sistemas de comprensión debido a superior octanaje es mejor las características antidetonantes de la nafta. La Gasolina súper con 93 octanos es empleada en vehículos cuyas máquinas tienen compresiones altas, resisten en presiones mayores, así como las temperaturas sin llegar al rompimiento de sus moléculas. La extra (87 octanos) es una combinación de 200 -300

## **EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**

hidrocarburos, se realiza en diferentes procesos, por ejemplo, en la refinación, destilación atmosférica, térmica y ruptura catalítica. Se utiliza en automotores cuyos aparatos tengan una compresión moderada, puesto que a mayor compactación se crea más temperatura en la cual se produce rupturas de compuestos hidrocarburos parafínicos lineales creando radicales libres que arden con agresividad, produciendo al motor cascabeleo (Flores, 2017).

Cabe resaltar que para que exista una apropiada conducción económica implica de muchas causas, así como diferentes definiciones o alcances de eco-driving. En el estudio de Huang (2018) determina cuales son las decisiones que un conductor pueda tomar para influir en el ahorro de combustible además desde la adquisición del vehículo hasta los juicios posteriores a la compra. Asimismo, identifica seis grupos de factores que afectan al consumo de gasolina, por ejemplo; el factor relacionado con el viaje, el clima, el automotor, la carretera, el tráfico y el chofer. En una investigación en Bogotá según Rodríguez (2016), al conducir eficientemente las emisiones anuales se reducirían en un 12% para (CO<sub>2</sub>), 13% para (CO), (HC) y 24% en (NO<sub>x</sub>). Mientras que Leguisamo, Llanes, Celi y Rocha (2020), evaluaron los efectos significativos al manejar con mando eficiente con condiciones de altura, lo cual obtuvieron una autonomía del 19.8% de la misma manera las expulsiones de (CO) y (HC) no mostraron una diferencia significativa en el modo de conducción sin embargo reduce la cantidad de (NO<sub>x</sub>) con dicha tutela.

Aun así, en un automóvil convencional con máquina de combustión interna, cuando se utiliza sistema A/C, la energía que requiere proviene de una fracción energética entregada por el motor es decir impone una carga extra al mecanismo del coche (Vásquez, 2019). De hecho, en la exploración Hendrick (2010) aseguró mediante un ciclo de manejo SCO3 (test estandarizado para medir las expulsiones de escape en U.S.A), en vehículos livianos se aumenta un consumo de

## **EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**

combustible en un 28%, las emisiones (CO) en 71% al igual que (NOx) en 81%. En otra investigación, según Barathan (2007), realizó pruebas con un Toyota Prius y Honda Insight, demostrando que la economía del carburante disminuye aproximadamente en un 30 al 35% en el momento en que el sistema de climatización está en funcionamiento. De la misma manera Lambert (2006) anunció que un compresor mecánico del A/C consigue aumentar el consumo de combustible desde un 12% al 17% en un vehículo. No obstante, el uso de gasoil depende de ciertas causas como; el flujo de tráfico, semáforos y señalizaciones, rebasamientos, pendientes, clase de calzada, etcétera. Por otro lado, en el informe Acosta y Tello (2010) en el uso del A/C en un transporte en circunstancia de altura incrementa el empleo de la gasolina en 3.38% hasta 6.83%, se puede variar conforme a diferentes factores, por ejemplo; escenarios climatológicos, el número de pasajeros y el confort térmico preferido de los mismos, el tránsito y estado de las vías. Acorde a la recopilación de información, en calidad de hipótesis del trabajo, *la utilización del aire acondicionado y el tipo de combustible en condiciones de elevadas alturas, inciden en el consumo de combustible, así como las emisiones contaminantes.*

Por tal razón, el objetivo principal fue evaluar las emisiones de un vehículo con motor de encendido provocado al emplear el aire acondicionado, por medio de mediciones en ruta para la cuantificación de los factores de emisión en condiciones de elevadas alturas. Los objetivos específicos fueron (1) contabilizar el consumo de combustible en prueba de ruta a 2385 m.s.n.m. con y sin aire acondicionado a través de la herramienta Escáner ELM 327 para el cálculo de los factores de emisión. (2) Contabilizar las emisiones contaminantes en prueba de ruta a 2385 m.s.n.m. con y sin aire acondicionado por medio de un analizador de gases para el cálculo de los factores de emisión. (3) Comparar los datos obtenidos de factores de emisión con y sin aire

**EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**

acondicionado por medios de software estadístico para la determinación de su incidencia en el ambiente.

# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

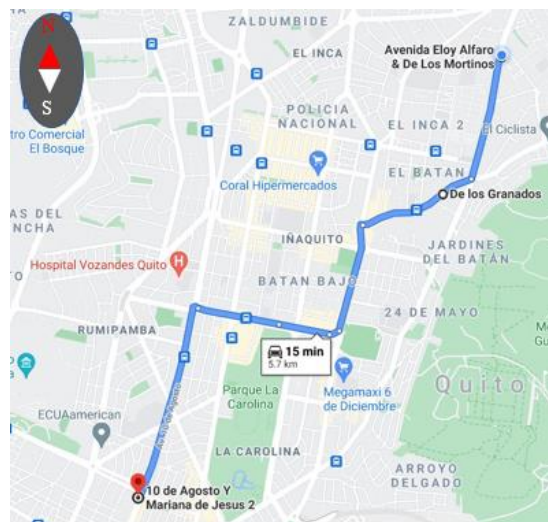
## Materiales y Métodos

### Área de estudio

Se ha seleccionado una ruta urbana en la capital del Ecuador, la ciudad de Quito que inicia en los sándwiches “El Arbolito” en Av. Eloy Alfaro & De Los Mortiños en sentido suroeste para después seguir a la derecha por la Av. Granados, de ahí girar a la izquierda por la Av. 6 de diciembre y continuar conduciendo hasta doblar levemente a la derecha por la Av. Naciones Unidas. Seguir recto por Boulevard Naciones Unidas, en la rotonda, se toma la tercera salida en dirección Av. 10 de agosto donde finaliza el trayecto en la intersección con la calle Mariana de Jesús, de la forma que sugiere Mateo Rodríguez en su tema “*Determinación de ciclo de conducción en la ciudad de Quito para un vehículo categoría MI*”, detalla que la distancia total es de 5,7 km, así como una velocidad máxima de 49 km/h y finalmente un tiempo de 1193 s. El recorrido se puede observar en la Figura 1.

### Figura 1

#### Recorrido de la prueba de carretera





# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

## *Vehículo de Prueba*

En este estudio, el vehículo de prueba seleccionado es el Ford F-150 por ser uno de los favoritos del mercado ecuatoriano destacado por la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE) en 2018. Su récord de ventas ronda el 58% en camionetas, mientras que 41 % de SUV y el 1% de coches de la misma marca. Se caracteriza por la elegancia, así como su calidad técnica; es una opción ideal para el trabajo urbano y de campo, su versatilidad en el manejo, además de su serie de programas de estabilidad, aire acondicionado, así como su balanceo del remolque, hacen que el vehículo sea de un segmento premium. La tabla 1 especifica las características del automóvil seleccionado.

## **Figura 2**

### *Ford F-150*



# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

**Tabla 1**

*Características del vehículo de prueba*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Torque	4,000 rpm
Número de Cilindros	6
Tipo de Carrocería	Todoterreno
Depósito de combustible	98 l
Potencia máxima	302 CV / 222 kW
Revoluciones potencia máxima	6.500 rpm
Volumen de motor	3703 cm <sup>3</sup>
Caja	Automática
Número de cilindros	6
Revoluciones pare máximo	4.000 rpm
Relación de compresión	10,5 a 1

Antes de la prueba, se realizó una revisión exhaustiva, es decir, mantenimiento preventivo del vehículo por ejemplo inspección tanto en el aceite y el filtro del motor. Asimismo, se verificó el correcto funcionamiento de todos los sistemas del automóvil por medio de un *scanner*, el control de emisiones, así como las presiones de los neumáticos. Con ello, se asegura que el automotor se encuentra en buenas condiciones para realizar las pruebas, desechando cualquier variable mecánica que pueda interferir con los resultados.

## ***Equipos de Medición***

Para la medición de los gases de escape se emplea la máquina Nextech NGA 6000 (Figura 3) es excelente en precisión, durabilidad y estabilidad. De igual forma, su tiempo de

## EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

respuesta es de menos 10 segundos y comprende una amplia variedad en pruebas estáticas, así como dinámicas, de esta forma se recolectarán las siguientes mediciones; Monóxido de carbono (CO), Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Hidrocarburo no combustionado (HC) y Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>). De hecho, el equipo será adaptado para su uso en el vehículo en movimiento por medio de un inversor Truper 400W (Figura 4) que transforma de 12 V DC a 120 V AC. Además, tanto la guía del analizador, la visualización y la ubicación del instrumento se tomó en concepto de López (2016), el cual explica de manera detallada los diferentes pasos que se debe seguir para una apropiada configuración del sistema en general. Por último, en Anexo 1 y Anexo 2 se puede contemplar las características de dichos instrumentos.

### Figura 3

*Analizador de Gases Nextech NGA 6000*



## EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

**Figura 4**

*Inversor Truper 400W*



Por otro lado, para la recopilación de información sobre el consumo de combustible, se utiliza Scanner ELM 327 (Figura 5), que es la última herramienta de escaneo en automóviles. Es compatible con casi todas las computadoras del OBD-II y hay aplicaciones de software gratuitos compatibles con los dispositivos móviles. Se conecta fácilmente tanto al vehículo como al ordenador portátil que puede ser un teléfono o computadora mediante software OBD. Es muy versátil porque se aplica a todas las aplicaciones de la tienda OBD de Google Play en dispositivos Android. Puede diagnosticar problemas del vehículo, lo que le permite realizar diagnósticos rápidos, así como estudios de fallas en el sistema general del motor. Además, puede leer una gran cantidad de datos recopilados del automóvil, incluido el consumo de combustible en tiempo real, el consumo total y la pantalla de consumo promedio (litros / km), la distancia de conducción (km), número de revoluciones (rpm), velocidad, entre otras cosas (Morocho, 2017).

# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

**Figura 5**

*Escáner ELM327*



El software utilizado para obtener los datos es INFOCAR, que actualmente es uno de los populares en el mercado de aplicaciones y fue seleccionada por sus críticas favorables en las plataformas de las tiendas online. Se pueden utilizar tanto los sistemas Android como IOS, y se caracteriza por guardar información, así como mostrar en tiempo real, el rendimiento del vehículo, como la temperatura del motor, así como el consumo de combustible. Además, permite recopilar información, crear estadísticas de manejo, así como mapas.

**Figura 6**

*INFOCAR*



# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

## *Estimación de factores de emisión*

La cantidad de contaminantes emitidos por el proceso de combustión se puede expresar de diferentes formas, como porcentaje de volumen, partes por millón y fracción molar. En lo que respecta al vehículo, lo que importa es la cantidad de contaminantes emitidos durante su funcionamiento, lo que se denomina factor de emisión. El estudio de los factores de emisión se expresa en gramos por kilómetro (g / km), considerando que el CO<sub>2</sub>, es el gas predominante en los productos, se establece las relaciones de los demás productos con respecto a este gas, cuyas relaciones se determinan con las siguientes ecuaciones (Leguísamo, Llanes, y Rocha, 2020):

Ecuación 1. Razón de CO con respecto al CO<sub>2</sub>

$$R_{CO} = \left( \frac{CO}{CO_2} \right) \quad (1)$$

Ecuación 2. Razón de HC con respecto al CO<sub>2</sub>

$$R_{HC} = \left( \frac{HC}{CO_2} \right) \quad (2)$$

Ecuación 3. Razón de NO con respecto al CO<sub>2</sub>

$$R_{NO} = \left( \frac{NO}{CO_2} \right) \quad (3)$$

Por otro lado, al tener como dato principal al combustible se tiene como consecuencia al octano C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>, con ello se procede a determinar el peso molecular del combustible:

Ecuación 4. Peso molecular del combustible

$$MW_{Fuel} = \frac{12gC}{mol C} \left( \frac{1mol C}{mol Fuel} \right) + \frac{1gh}{mol H} * \left( \frac{2.25 mol H}{mol Fuel} \right) \quad (4)$$

## EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

$$MW_{Fuel} = 14,25 * \frac{g Fuel}{mol Fuel}$$

A través de la densidad de combustible (kg / m<sup>3</sup>) y el consumo de FC por distancia recorrida (m<sup>3</sup> / km), se puede obtener el factor de emisión en gramos de cada contaminante por kilómetro de recorrido, como se muestra en las ecuaciones 5,6 y7 (Leguísamo, Llanes, y Rocha, 2020):

Ecuación 5. Factor de emisión CO

$$F_{CO} = \frac{28 R_{CO}}{R_{CO}+3R_{HC}+1} * \frac{\delta_{Fuel*FC}}{0,01425} \left[ \frac{g}{km} \right] \quad (5)$$

Ecuación 6. Factor de emisión HC

$$F_{HC} = \frac{42 R_{HC}}{R_{CO}+3R_{HC}+1} * \frac{\delta_{Fuel*FC}}{0,01425} \left[ \frac{g}{km} \right] \quad (6)$$

Ecuación 7. Factor de emisión NO

$$F_{NO} = \frac{30R_{NO}}{R_{CO}+3R_{HC}+1} * \frac{\delta_{Fuel*FC}}{0,01425} \left[ \frac{g}{km} \right] \quad (7)$$

### ***Diseño experimental***

En el estudio se utilizó el programa *Statgraphics Centurión XVI*, que proporciona un diseño multifactorial con tres variables independientes, a saber, combustible, condiciones de aire acondicionado y horario. Cada factor tiene 2 niveles, y cumple con 8 tratamientos que se triplicarán cada repetición acorde de prueba estándar NTE INEN 2205. Además de la normativa, también se considera la ecuación (8) número de repeticiones para verificar cuántas veces es necesario hacer las pruebas, donde se confirma con 3 pruebas es apto (Anexo 3).

**EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{\hat{n} \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (8)$$

Donde:

$\hat{n}$ = número de observaciones preliminares

$\Sigma$ = suma de valores

X= valor de las observaciones

40= una constante para un nivel de confianza del 95% y un error de 10%.

Se han diseñado cuidadosamente veinticuatro pruebas para colaborar de alguna manera variaciones significativas entre los grupos experimentales; puede ver la nomenclatura (Tabla 2), la formación del tratamiento (Tabla 3) y las variables de respuesta (Tabla 4) a continuación:

**Tabla 2**

*Designación de nomenclatura para la formación de las combinaciones*

<b>Factores</b>	<b>Niveles</b>	<b>Designación</b>
Combustible	Gasolina súper	1
	Gasolina extra	-1
Condición Climatización	Con aire acondicionado	2
	Sin aire acondicionado	-2
Horario	Con tráfico	3
	Sin tráfico	-3



**EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**

**Tabla 3**

*Formación de Tratamientos*

<b>No</b>	<b>Combustible</b>	<b>Condición Climatización</b>	<b>Horario</b>
T1	(súper) 1	(con A/C) 2	(con tráfico) 3
T2	(súper) 1	(sin A/C) -2	(sin tráfico) -3
T3	(extra) -1	(con A/C) 2	(con tráfico)3
T4	(extra) -1	(sin A/C) -2	(sin tráfico) -3
T5	(súper) 1	(con A/C) 2	(sin tráfico) -3
T6	(súper)1	(sin A/C) -2	(con tráfico)3
T7	(extra)-1	(con A/C) 2	(sin tráfico) -3
T8	(extra)-1	(sin A/C)-2	(con tráfico)3

**Tabla 4**

*Variabes respuesta del diseño experimental*

<b>Respuesta</b>	<b>Unidades</b>
FCO	g/km
FHC	g/km
FNO <sub>x</sub>	g/km

# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

## *Protocolo de pruebas*

Las pruebas se realizaron entre semana en el área urbana de Quito con horas establecidas que eran sin tráfico a 11:00 am (Figura 8) y su contraparte 13:00 pm con afluencia vehicular (Figura 9). Por otra parte, escogió un manejo eficiente es decir aprovechó no pisar el acelerador en bajadas con la ayuda de la gravedad e inercia, mantenerse entre 2000 y 2500 rpm, evitar aceleraciones bruscas, sostener una velocidad constante (45 km/h en zona urbana) y priorizar el frenado del coche con freno del motor. De este modo se tiende a tener resultados acertados, además como se ha mencionado durante la lectura, se emplea la máquina Nextech NGA 6000 tomando referencia con la Normativa INEN 2203 (Figura 7) que establece el método de ensayo para determinar la concentración de las emisiones en el sistema de escape del vehículo. Por último, por medio del Escáner ELM 327 se obtiene recopilación del consumo de combustible, este guarda los datos durante el viaje, así como registra en el software Infocar para tener un mejor análisis de datos.

## **Figura 7**

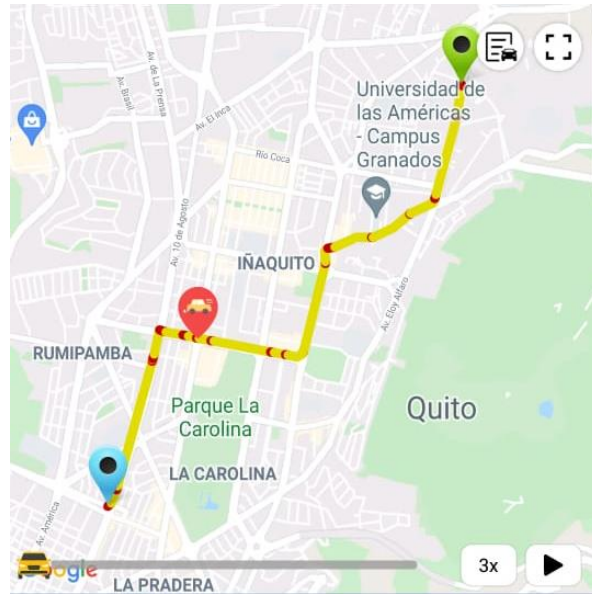
### *Instalación de la máquina Nextech NGA 6000*



# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

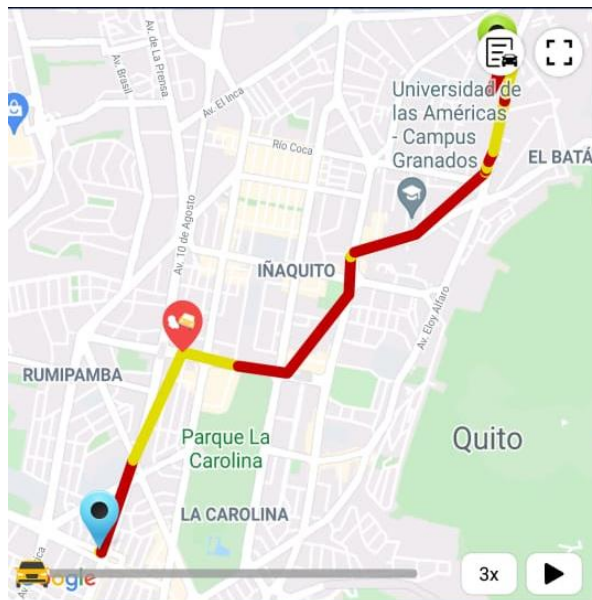
**Figura 8**

*Ruta seleccionada sin Tráfico*



**Figura 9**

*Ruta seleccionada con Tráfico*



# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

## Resultados y Discusión

Antes de iniciar, se realizó una prueba estática para medir las emisiones contaminantes producidas por el vehículo que son dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, oxígeno O<sub>2</sub>, el contenido de hidrocarburos HC y monóxido de carbono CO. De este modo los valores para entrar en circulación deben ser inferiores al permitido por la norma INEN 2204 (Figura 10). En la Tabla 5, se puede observar la información obtenida por la máquina Nextech NGA 6000, donde se observa que el vehículo está en los rangos para la circulación en la ciudad de Quito.

### Figura 10

*Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina.*

Año modelo	% CO <sup>a</sup>		ppm HC <sup>a</sup>	
	0 - 1500 <sup>b</sup>	1500 - 3000 <sup>b</sup>	0 - 1500 <sup>b</sup>	1500 - 3000 <sup>b</sup>
2000 y posteriores	1,0	1,0	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,5	6,5	1000	1200

<sup>a</sup> Volumen  
<sup>b</sup> Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm).

Nota: Tomada de “NTE INEN 2204” [Fotografía], INEN, 2017,  
[https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_2204-2.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2204-2.pdf)

### Tabla 5

*Resultado de prueba estática*

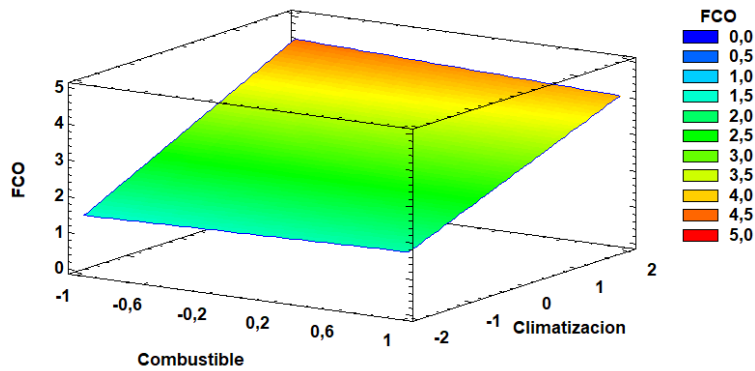
CO (%)	HC (ppm)	CO <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (%)	Resultado
0,07	22	15,7	0,33	Aprobado

# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

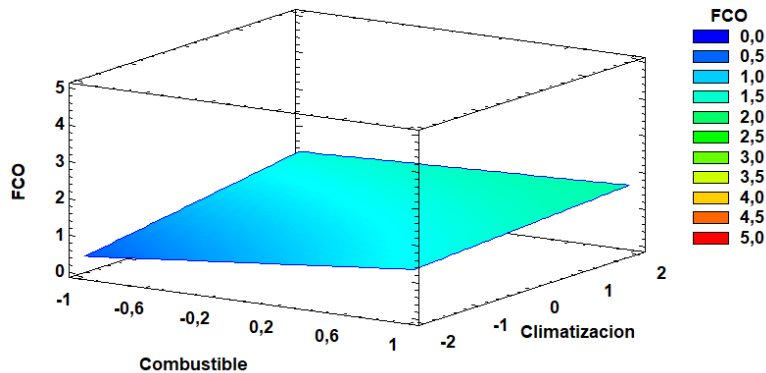
Al realizar todas las pruebas requeridas, se tabulan los resultados, así como se procesan toda la información necesaria para presenta por medio del software *Statgraphics Centurión XVI*, con lo cual aplicando análisis superficie de respuesta estimada, diagrama de Pareto estandarizado y efectos principales se pueden observar los diferentes comportamientos de los factores de emisión en relación con las variables independientes antedichas. En la Figura 11, se representa el comportamiento del monóxido de carbono (CO) en función del combustible y el sistema del aire acondicionado para las horas de incidencia vehicular en las pruebas de ruta.

**Figura 11**

*Incidencia de CO sin tráfico vehicular*



*Incidencia de CO con tráfico vehicular*

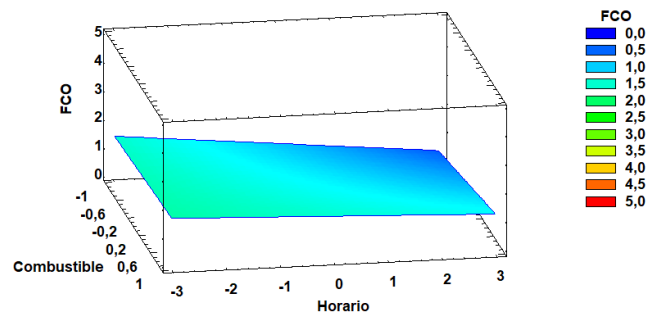


## EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

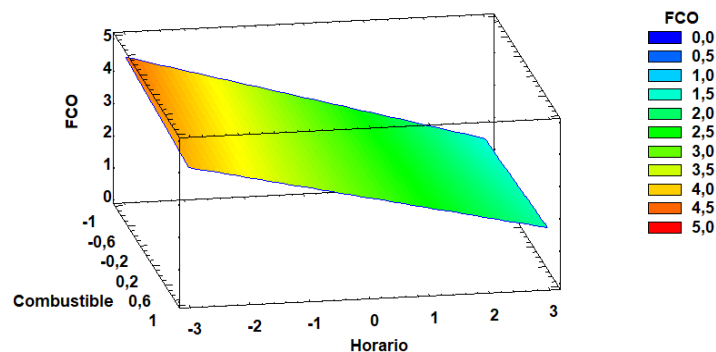
Se observa que en el horario con más tráfico (3) en la ruta no existe aumento de forma negativa de monóxido de carbono, con un valor óptimo de 0,43 gr/km pero si en su contraparte (-3) siendo más pronunciada sus factores de emisión (FCO), como enfatiza Llanes, Leguisamo, Celi en (2018), en su estudio explican el incremento del CO se produce por un alto rpm, número de revoluciones así como el coeficiente de aire; contrario a lo referido por parte de Rojas, Romero, Pancha (2019) en su investigación determinan en condiciones bajas de funcionamiento del vehículo genera picos de alteración no estables, que provocan que el lambda se dispare con lo que causa el CO se incrementan progresivamente, porque se consiguió bajo diferentes ciclos de trabajo, vehículo, ruta de conducción entre otras cosas.

**Figura 12**

*Incidencia de CO en desactivación del A/C*



*Incidencia de CO en activación del A/C*

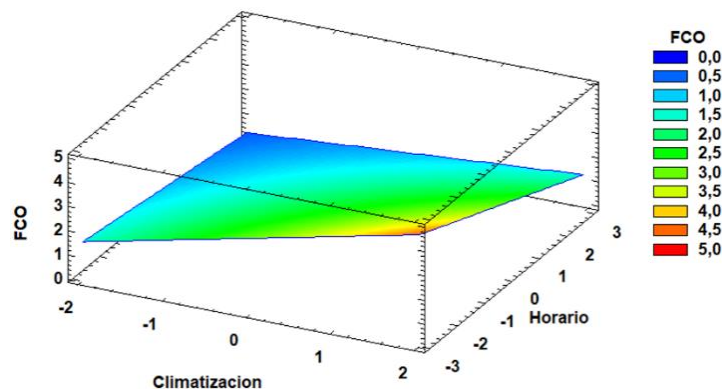


## EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

Por otra parte, en la Figura 12 se muestra las diferencias que existe al utilizar el A/C en función del horario y combustible, el cual en simple vista al activar el aire acondicionado (2) genera elevadas partículas de carbono, estos resultados son semejantes con el estudio de Cali, (2020) donde A/C no inciden de forma significativa en el CO así mismo los menores valores obtiene cuando se encuentra desactivada la condición de climatización (-2) con una valor óptimo de 0,43 gr/km. Se obtiene, además, que el combustible en la Figura 13, la gasolina súper (1) incide de forma significativa comparada a su contraparte la extra (-1) en el comportamiento del CO. Como señalan Llanes et al., (2018), cuando se utilizan combustibles tradicionales como Extra, se reducen las emisiones de CO, consecuencia de la investigación se desarrolla a 2600 msnm. Por añadidura según Llerena (2019) sus datos obtenidos en sus pruebas dinámicas se encuentran inferiores cantidades de FCO en relación con el combustible super, es decir la gasolina extra produce menos monóxido de carbono.

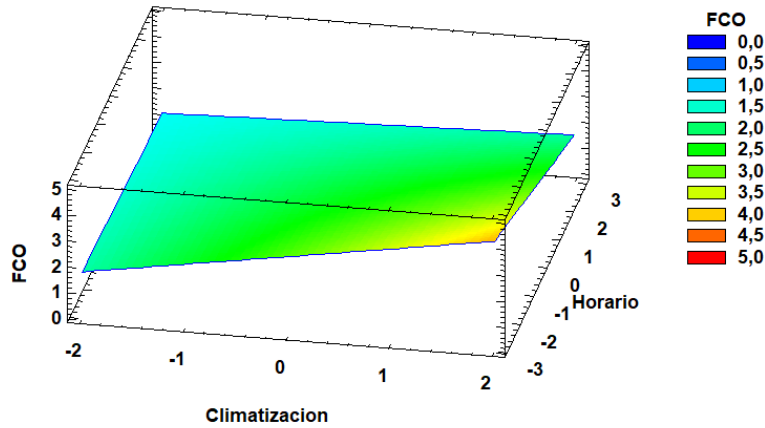
**Figura 13**

*Incidencia Gasolina Extra en Monóxido de Carbono*



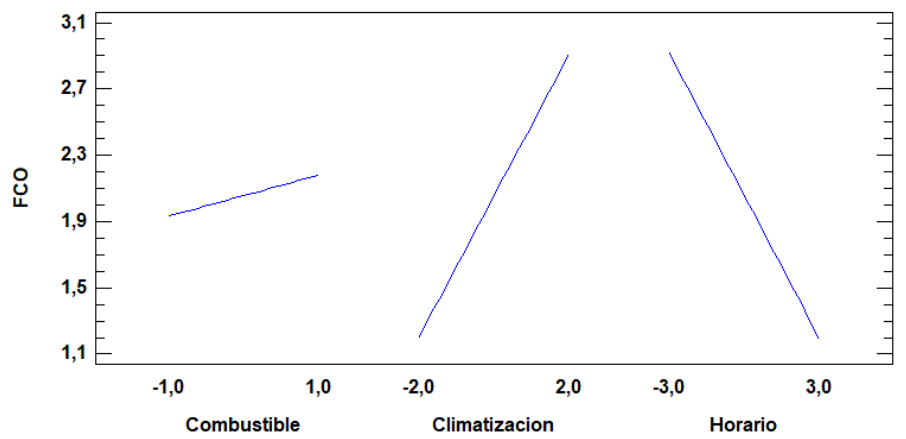
# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

*Gasolina Super en Monóxido de Carbono*



**Figura 14**

*Efectos principales para FCO*



Los resultados relacionados al factor de emisión HC (Figura 15) y NOx (Figura 16) son similares; de este modo el combustible óptimo es la gasolina super, coinciden con lo que enfatiza Alex Guzmán (2018) en su investigación determinó el hidrocarburo con gasolina super a 2500 rpm produce 1.67 ppm contrario al extra que produce un valor de 2 ppm. De la misma forma con el

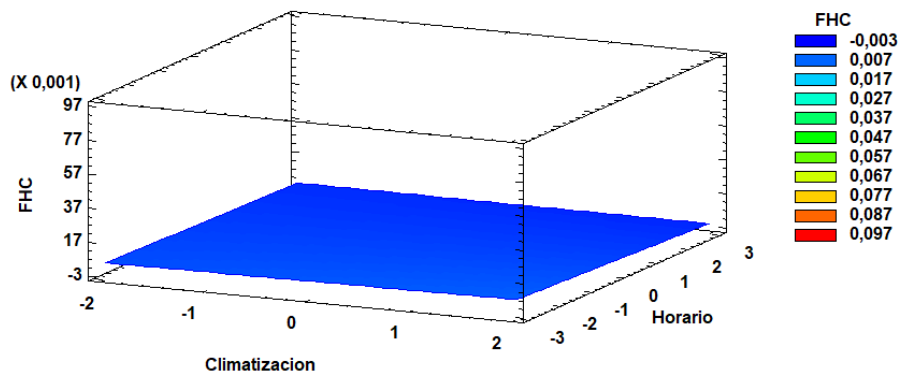


# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

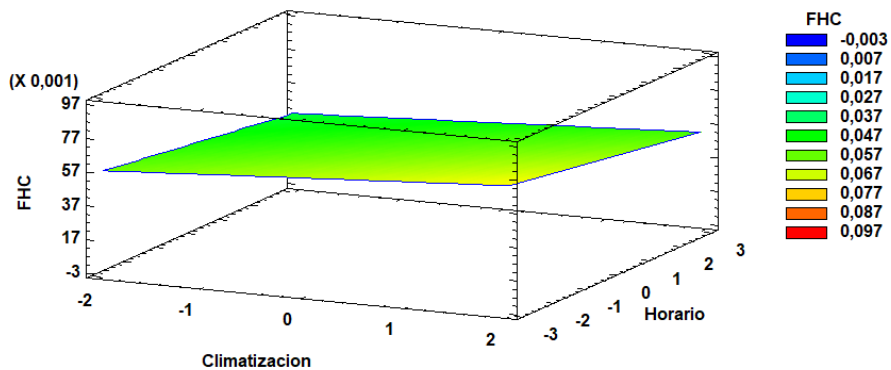
NOx, en el ciclo ASM 2525 la gasolina super produce 35 ppm y la extra con 294 ppm, porque dichas pruebas se realizaron en un vehículo diferente, así como una ruta de ciclo combinado.

**Figura 15**

*Incidencia de Gasolina Super en hidrocarburos*



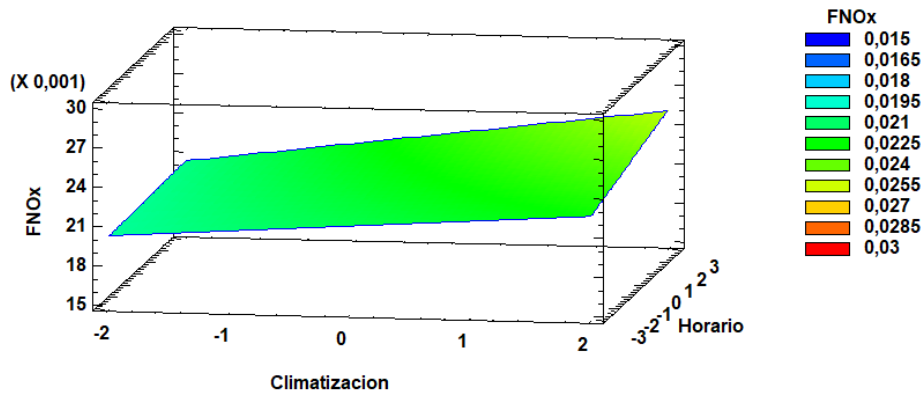
*Gasolina Extra en hidrocarburos*



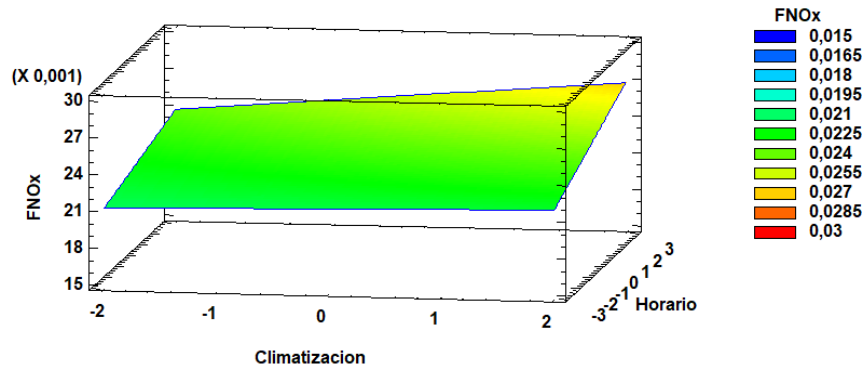
# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

Figura 16

*Incidencia de Gasolina Super en Óxido de Nitrógeno*



*Gasolina Extra en Óxido de Nitrógeno*



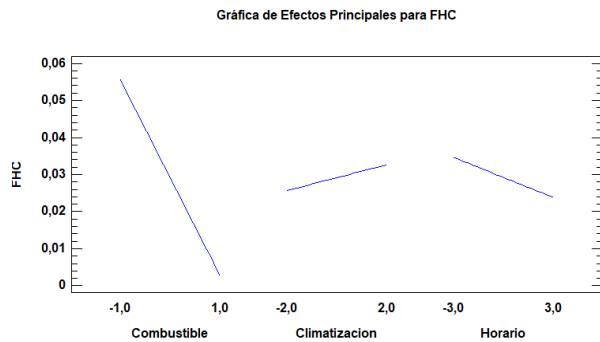
Por otra parte, en la Figura 17 y Figura 18 se observa tanto el HC y NO<sub>x</sub> en condiciones de climatización al accionar al sistema A/C producen contaminantes, coinciden con el estudio de Hendrick (2010) menciona en vehículos livianos el impacto promedio al activar el A/C de óxido de nitrógeno es de 81%, hidrocarburo 30% y monóxido de carbono en un 71% en un manejo SCO3 (test estandarizado para medir las expulsiones de escapa en U.S.A). En cuanto a la hora de tráfico bajo el HC produce más emisiones y tiene correlación con el informe de Arias Montaña (2018), el

## EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

cual explica que dicho efecto se produce por aumento de velocidad causa un exceso de hidrocarburos no combustionados en el vehículo. Otro punto es que el NO<sub>x</sub> crea más emisiones al estar en horario con tráfico, esto se sustenta con el análisis de Edward Chung (2011), menciona que las operaciones de aceleración tienen efecto en las emisiones y las aceleraciones fuertes tienden a generar altos índices de emisiones instantáneas.

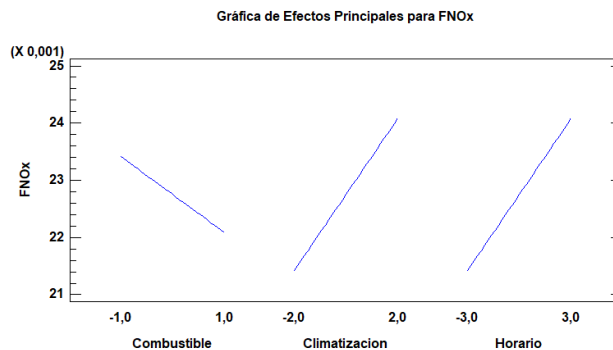
**Figura 17**

*Gráfica de Efecto Principales para FHC*



**Figura 18**

*Gráfica de Efecto Principales para FNO<sub>x</sub>*



# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

## Conclusiones

- 1) Al realizar las pruebas del recorrido se logró, contabilizar el consumo de combustible obteniendo resultados que brinden información al cálculo de factores de emisión. Se debe mencionar los datos arrojados del escáner ELM 327 depende de las condiciones presentes como, por ejemplo; tipo de tráfico, cilindraje del vehículo, clima, el estado de las vías entre otras cosas más. El vehículo con gasolina súper en condiciones horarias con tráfico tanto con A/C (5,8 km/l) así como sin A/C (6,44 km/l) consume más que su contraparte la gasolina extra (5,51 km/l) y (5,96 km/l) respectivamente. Por otra parte, en condiciones sin tráfico al activar el sistema de climatización, la gasolina extra alcanza 6,53 km/l y la super 6,29 km/l, pero al desactivar el aire acondicionado la gasolina súper consume como mucho 7,24 km/l y la extra llega 6,60 km/l.
- 2) En relación con lo antes expuesto, por medio del Nextech NGA 6000 se pudo recoger información de los gases de escapes, hay que mencionar las emisiones dependen de la movilidad de la ciudad, dicho eso tanto HC y NOx no poseen diferencias significativas, en el caso del CO<sub>2</sub> la gasolina super con activación del A/C así con tráfico produjo 16,26 % respecto a la gasolina extra con 15,42 %. Por otra parte, el CO con gasolina extra activada el A/C y con tráfico tiene un valor de 0,346 %, superior respecto a gasolina súper con 0,258 %.
- 3) Con el software *Statgraphics Centurión XVI* para el CO al emplear el sistema de climatización llega a 2,8 gr/km, un poco alto al límite permitido según la norma INEN 2004

## **EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**

debe llegar máximo al 2,3 gr/km. Mientras que HC y NOx con A/C activado contienen valores muy bajos que no contaminan al medio ambiente.

- 4) Al utilizar tanto la gasolina Súper como la Extra se pudo evidenciar claramente el comportamiento del hidrocarburo en disminución por la acción del aumento rpm y la clase de octanaje del combustible. Por ejemplo; en la prueba al utilizar gasolina súper se bajaba el HC al tan grado que se quedaba en 0 ppm, debido al funcionamiento con mezcla rica y estequiométrica, disminuye al utilizar gasolina de mayor octanaje.
- 5) La implementación de la máquina de Gases Nextech NGA 6000 y ELM 327 en pruebas de rutas, resultan ser los mejores componentes para medir los diferentes factores para los estudios de gases contaminantes y combustible aplicando en el transporte.
- 6) Por último, las condiciones del tráfico tienen un impacto significativo en el desempeño de las condiciones ecológicas. Tras los resultados del tráfico, se puede apreciar que, debido a la repentina aceleración de la emisión de emisiones instantáneas, tiene un impacto negativo en la conducción ecológica. Por lo tanto, una conducción respetuosa con una aceleración moderada puede reducir el consumo de combustible y las emisiones.

### **Recomendaciones y Trabajos Futuros**

- 1) Antes de instalar la máquina Nextech NGA 6000, el inversor de voltaje debe probarse varias veces fuera del vehículo para verificar su correcto funcionamiento.
- 2) Verificar que los filtros de la máquina Nextech NGA 6000, estén secos antes de realizar las pruebas en ruta.
- 3) Esperar que la máquina analizadora de gases se inicie de manera apropiada, el cual se demora alrededor de 2 minutos aproximadamente para realizar la recolección de datos.

## **EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**

- 4) Corrobore en el manual o sitio web si el escáner ELM 327 es adecuado para el vehículo de prueba.
- 5) Para trabajos futuros, investigar el desempeño y factores de emisión tanto en vehículos híbridos como vehículos convencionales en trayectos predeterminados con la utilización del aire acondicionado.
- 6) Finalmente, se puede estudiar con el mismo lineamiento de la metodología propuesta para el cálculo de consumo y emisiones en vehículos categoría M2 en una ruta carretera.

### **Referencias Bibliográficas**

Acosta, M., & Tello, W. (2010). Estudio De Aire Acondicionado En El Consumo De Combustible, Potencia Del Motor Y Confort Térmico. 179.

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2587/1/CD-3271.pdf>

AEADE. (12 de Noviembre de 2009). AEADE. Obtenido de AEADE: <http://aeade.net/wp-content/uploads/2016/11/ANUARIO-2009.pdf>

Alex Guzman, E. C. (12 de Diciembre de 2018). Ingenieria ute. Obtenido de ingenieria ute: [http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/public/journals/1/html\\_v9n4/art019.html](http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/public/journals/1/html_v9n4/art019.html)

Arias Montaña, L. A. (12 de Abril de 2018). dspace. Obtenido de dspace: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15325/1/UPS-CT007541.pdf>

Arroyo, Cevallos, Imbaquingon, Melo, E. (13 de Abril de 2020). scielo. Obtenido de scielo: <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v38n1/2145-9371-inde-38-01-148.pdf>

Cali, J. E. (2020). Evaluación del uso de aire acondicionado Automotriz en el rendimiento mecánico y emisiones contaminantes en la región Sierra del Ecuador.

## **EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**

Carburando. (08 de noviembre de 2013). elcomercio. Obtenido de elcomercio:  
<https://www.elcomercio.com/deportes/carburando/vitara-produccion-llego-historia-escribe.html>

Cha, L. S. (2013). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する 共分散構造分析Title.

Comercio, E. (19 de Julio de 2013). El Comercio. Obtenido de El Comercio:  
<https://www.elcomercio.com/deportes/carburando/suzuki-grand-vitara-sz.html>

Dayana Jazmin Vega Vásquez René Parra , Ph . D , Director de Tesis. (n.d.). 1–85.

Edward Chung, G. Q. (28 de Septiembre de 2011). core.ac. Obtenido de ore.ac:  
<https://core.ac.uk/download/pdf/10907114.pdf>

Gutiérrez Sotomayor, M. B. (2017). Sistema Electrónico De Alerta Y Monitoreo Para El Mantenimiento De Los Vehiculos De La Cruz Roja Junta Provincial De Napo. 250.

Hoyos, Z. (12 de Diciembre de 2018). Users. Obtenido de Users:  
[file:///D:/Users/P%20C/Downloads/Dialnet-AnalisisDeGasesDelMotorDeUnVehiculoATravesDePrueba-6895263%20\(7\).pdf](file:///D:/Users/P%20C/Downloads/Dialnet-AnalisisDeGasesDelMotorDeUnVehiculoATravesDePrueba-6895263%20(7).pdf)

Leguísamo Milla, J. C., Llanes Cedeño, E., & Rocha Hoyos, J. (2020). Impacto del Ecodriving sobre las emisiones y consumo de combustible en una ruta de Quito. *Enfoque UTE*, 11(1), 68–83.  
<https://doi.org/10.29019/enfoque.v11n1.500>

Leguísamo, J. C., Llanes-Cedeño, E. A., Celi-Ortega, S. F., & Rocha-Hoyos, J. C. (2020). Efficient driving evaluation an ignition engine at 2810 meters above sea level. *Informacion Tecnologica*, 31(1), 227–235. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642020000100227>

## **EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**

Leonardo, I. F., & Andrade, M. (2018). Análisis de Rendimiento y Costo de los Combustibles Ecopaís y Super Performance and Cost Analysis for Ecopaís and Super fuels. *INNOVA Research Journal*, 3(10), 135–149.

Llanes, E., Rocha, J., Peralta, D., & Leguísamo, J. (2018). Evaluación de emisiones de gases en un vehículo liviano a gasolina en condiciones de altura. Caso de estudio Quito, Ecuador. *Enfoque UTE*, 9(2), 149–158.  
<http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/201/220>

Llerena, F. (14 de Agosto de 2019). repositoriouisek. Obtenido de repositoriouisek: <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3952/1/Fausto%20Javier%20Llerena%20Reingel.pdf>

Lopez, A. (09 de 12 de 2016). Repositorio ESPE. Obtenido de Repositorio ESPE: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/11845?locale-attribute=en>

Magaña, V. C. (2014). Eco-driving: ahorro de energía basado en el comportamiento del conductor. 206. <http://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/19981>

Montero, Sanmartin, Bazantes, E. (2017). Estudio de emisiones de gases en gasolina extra y aditivo. Quito: Facultad de Ingenieria Mecanica Automotriz.

Morocho, D. (12 de Septiembre de 2017). repositoriouta. Obtenido de repositoriouta: [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26939/1/Tesis\\_t1342ec.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26939/1/Tesis_t1342ec.pdf)

Muenala, A. (2016). Evaluación del Impuesto ambiental a la contaminación vehicula en el Distrito Metropolitano de Quito. 1–128.



## **EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**

Normalizacion, I. E. (03 de 03 de 2004). NTE INEN 2115:2004. Obtenido de NTE INEN 2115:2004: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2115.pdf>

Orellana Monar, L. V. (2008). Análisis del impuesto ambiental a la contaminación vehicular y su incidencia en la emisión de gases contaminantes, a partir de la revisión técnica vehicular, en la ciudad de Quito, estudio para el período 2008-2015. 114. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/18931/1/CD-8324.pdf>

OYARZÚN G, M. (2010). Contaminación aérea y sus efectos en la salud. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*, 26(1), 16–25. <https://doi.org/10.4067/s0717-73482010000100004>

Quinchimbla Pisuña, F. E., & Solís Santamaría, J. M. (2015). Desarrollo De Ciclos De Conducción En Ciudad, Carretera Y Combinado Para Evaluar El Rendimiento Real Del Combustible De Un Vehículo Con Motor De Ciclo Otto En El Distrito Metropolitano De Quito. *Escuela Politécnica Nacional*, 163. <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17000/1/CD-7578.pdf>

Remache Coyago, A. P., Celi Ortega, S. F., & Peña Pinargote, A. J. (2017). Análisis de la aplicación del pico y placa en la ciudad de Quito. *INNOVA Research Journal*, 2(6), 136–142. <https://doi.org/10.33890/innova.v2.n6.2017.300>

Rodríguez-Guerra, A., & Cuvi, N. (2019). Air pollution and environmental justice in Quito, Ecuador. *Fronteiras*, 8(3), 13–46. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2019v8i3.p13-46>

Rojas, Romero, Pancha, E. (10 de Octubre de 2019). redalyc. Obtenido de redalyc: <https://www.redalyc.org/journal/5055/505561581002/html/>

## **EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**

Suárez, C., Barrientos, Y., Marcano, A., & Méndez, W. (2016). Departamento de Ciencias de la Tierra. Historia de Los Departamentos Del Instituto Pedagógico de Caracas, 123–155.

<https://www.researchgate.net/publication/308765137><https://www.academia.edu/29402673>

Suckling, D. M., Baker, G., Salehi, L., Woods, B., Foster, S. P., Paul, V. L., Slater, R., Warren, A.,

Denholm, I., Field, L. M., Williamson, M. S., Çelik, A., Yaman, H., Turan, S., Kara, A., Kara, F.,

Zhu, B., Qu, X., Tao, Y., ... Proctor, S. P. (2009). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者

における 健康関連指標に関する共分散構造分析Title. Journal of Agricultural and Food

Chemistry, 54(1), 1–6. [http://dx.doi.org/10.1007/s11270-016-3076-](http://dx.doi.org/10.1007/s11270-016-3076-8)

[8%0Ahttp://dx.doi.org/10.1080/02772248.2015.1031668%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.](http://dx.doi.org/10.1080/02772248.2015.1031668)

[2016.09.073%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.09.027%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/](http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.09.027)

[j.chemosphere.2009.02.022%0Ahttp](http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.02.022)

Tecnológico, T. Y. (2018). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析Title. 1–26.

Teran, J. L. (13 de Octubre de 2013). Repositorio Politecnica Nacional . Obtenido de Repositorio

Politecnica Nacional : <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8064/4/CD-5190.pdf>

Totoy, M. d. (2013). Diseño y construccion de un simulador de climatizacion automotriz .

Guayaquil: Universidad Internacional del Ecuador .

Ucd, U. C. D. T., & Col, A. (2017). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康

関連指標に関する共分散構造分析Title. 13–14.

## **EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**

Universo, E. (4 de Agosto de 2017). El Universo. Obtenido de El Universo: <https://www.eluniverso.com/noticias/2017/08/04/nota/6312898/gusto-marca-modelo-autos-ligado-edades/>

Urbina, A., Tipanluisa, L., & Cotacahi, F. (2017). Estudio De Las Emisiones Vehiculares En Pruebas Con Dinamómetro Y En Ruta. April, April, 1–4. [https://www.researchgate.net/publication/316612229\\_ESTUDIO\\_DE\\_LAS\\_EMISIONES\\_VEHICULARES\\_EN\\_PRUEBAS\\_CON\\_DINAMOMETRO\\_Y\\_EN\\_RUTA](https://www.researchgate.net/publication/316612229_ESTUDIO_DE_LAS_EMISIONES_VEHICULARES_EN_PRUEBAS_CON_DINAMOMETRO_Y_EN_RUTA)

Vásconez, D. C. (2019). Desarrollo de un modelo para el cálculo del consumo de climatización en vehículos de pasajeros urbanos. 167.

Vinueza Arguello, C. (2018). Analisis de la calidad del aire en los puntos de monitoreo de la secretaria del ambiente, ubicados dentro del distrito metropolitano de Quito . Quito: Universidad Catolica del Ecuador.

# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

## ANEXOS

### ANEXO 1. Características Nextech NGA 6000

# Analizador de Gases

## (NGA-6000)



**Características**

- Excelente precisión, estabilidad y durabilidad.
- Actualizable a cinco gases (Opción NOx, según pedido)
- Tiempo de respuesta de menos de 10 segundos.
- Stand-by para una mayor vida útil de la bomba y bajo consumo de energía.
- Ajuste automático del tiempo de calentamiento: 2 ~ 8 minutos
- RS232 PC-Link kit (software & cables)
- Apariencia elegante
- Portátil (tamaño compacto, peso ligero)
- Kit de repuestos suministrado de serie
- Sistema de filtración de 5 capas para protección del banco

- Compatible con aplicaciones Dyno
- Función de verificación de fugas para verificar la estanqueidad de la manguera y la sonda
- Función de retención para pausar la medición
- Software de prueba de emisiones oficiales
- Residual HC test
- Selección medición- Gasolina, LPG, CNG y Alcohol
- Sonda de acero inoxidable para una vida útil prolongada.
- Impresora incorporada

**CE**

## Especificaciones

### ANALIZADOR DE GASES (NGA-6000)

<b>Medición</b>	CO, HC, CO <sub>2</sub> , λ (tasa de excedente de aire), AFR, NOx (opcional)						
<b>Método Medida</b>	CO, HC, CO <sub>2</sub> : Método NDIR						
	O <sub>2</sub> , NOx : Célula electroquímica						
<b>Mediciones</b>	<b>CO</b>	<b>HC</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>2</sub></b>	<b>LAMBDA(λ)</b>	<b>AFR</b>	<b>Nox</b>
<b>Rango Medición</b>	0.00-9.99%	0-9,999 or 20,000ppm	0.0 - 20.0%	0.0 - 20.0%	0-2.000	0.0 -99.0	0 ~ 5,000ppm
<b>Resolución</b>	0.01%	1ppm	0.10%	0.01%	0.001	0.1	1 ppm
<b>Display</b>	4 Digit 7 Segment LED	4 or 5 Digit 7 Segment LED	4 Digit 7 Segment LED	4 Digit 7 Segment LED	4 Digit 7 Segment LED	4 Digit 7 Segment LED	4 Digit 7 Segment LED
<b>Tiempo Respuesta</b>	Dentro de 10 segundos (más del 90%)						
<b>Repetibilidad</b>	Menos que ± 2 % FS		<b>Alimentación</b>		AC 110V solo o AC 220V solo ± 10 %, 60Hz		
<b>Calentamiento</b>	Desde 2 ~ 8 L/min		<b>Consumo/Potencia</b>		50 W		
<b>Caudal de Bomba</b>	4 - 6 L/min		<b>Temperatura de funcionamiento</b>		0°C ~ 40°C		
<b>Dimensiones</b>	420 (W) x 298 (D) x 180 (H) mm		<b>Peso</b>		6.9 Kg		
<b>Accesorios Básicos</b>	Sonda, manguera lectura, fusible de repuesto, tapon de prueba de fugas, filtro de repuesto, manual usuario, cable de alimentación, boquilla del controlador de calibración, manguera de conexión de calibración, cable RS232, impresora, papel de impresora, programa para PC						

# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

## ANEXO 2. Características Inversor Truper 400 W

### NORMA

---

- Cumple la norma: NOM-001-SCFI

### ESPECIFICACIONES

---

<b>Potencia</b>	400 W
<b>Consumo</b>	40 A
<b>Inner</b>	1
<b>Master</b>	12
<b>Pallet</b>	192

### INCLUYE

---

**Caimanes y adaptador para auto**

# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

## ANEXO 3. Número de repeticiones

TIPO DE GASOLINA		SUPER			
<b>Consumo de Combustible sin trafico sin A/C</b>					
Tratamientos			Tratamientos		
L	L/100 km	km/L (x)	L/100 km	km/L (x)	x2
0,74	13,9	7,19	15,31	7,19	51,7
0,73	13,65	7,33	15,7	7,33	53,7
0,75	13,87	7,21	14,5	7,21	52,0
Promedio	0,74	13,81	7,24	15,17	21,73
				n	0,12
<b>Consumo de Combustible sin Trafico con A/C</b>					
Tratamientos			Tratamientos		
L	L/100 km	km/L (x)	L/100 km	km/L (x)	x2
0,85	15,97	6,26	15,55	6,26	39,2
0,86	16,17	6,18	15,6	6,18	38,2
0,83	15,59	6,41	14,8	6,41	41,1
Promedio	0,85	15,91	6,29	15,32	18,85
				n	0,39

Pruebas sin trafico y sin Aire Acondicionado							Tratamientos Nox		n	0,01	PASO
CO %	HC%	CO2%	O2%	LAMBA	NOX %	X	X2				
0,22	3	16,3	0,04	0,995	14,6	14,6	213,16	n	0,01	PASO	
0,19	1	16,3	0,03	1	14,6	14,6	213,16				
0,21	1	16,3	0,03	1	14,6	14,6	213,16				
0,15	0	16,1	0,1	1	14,7	14,7	216,09				
0,18	1	16,1	0,12	1	14,7	14,7	216,09				
0,2	7	16	0,12	1	14,6	14,6	213,16				
0,09	8	16,2	0	1	14,6	14,6	213,16				
0,08	2	16,2	0,06	1	14,7	14,7	216,09				
0,13	0	16,2	0	1	14,6	14,6	213,16				
							131,7	1927,23			
Pruebas con trafico y sin Aire Acondicionado											
CO %	HC%	CO2%	O2%	LAMBA	NOX %						
0,08	0	16,3	0,14	1	14,7						
0,07	0	16,3	0,14	1	14,7						
0,06	0	16,3	0,13	1	14,7						
0,09	0	16,1	0	1	14,6						
0,07	0	16,2	0	1	14,6						
0,08	0	16,1	0,01	1	14,6						
0,09	0	16,1	0	1	14,6						
0,08	0	16,3	0,08	1	14,7						
0,02	0	16,4	0,13	1	14,7						
Pruebas sin trafico y Aire Acondicionado							Tratamientos NOX		n	0,04	PASO
CO %	HC%	CO2%	O2%	LAMBA	NOX %	X	X2				
0,20	0	16,3	0,09	1	14,6	14,6	213,16	n	0,04	PASO	
0,32	0	15,9	0	1	14,5	14,5	210,25				
0,35	0	16,1	0,01	1	14,5	14,5	210,25				
0,29	0	16,2	0,09	1	14,6	14,6	213,16				
0,26	1	16,3	0,2	1	14,7	14,7	216,09				
0,21	5	16,3	0,19	1	14,7	14,7	216,09				
0,23	5	16,4	0,2	1	14,7	14,7	216,09				
0,23	11	16,3	0,2	1	14,7	14,7	216,09				
0,23	0	16,4	0,19	1	14,7	14,7	216,09				
Promedio						131,7	1927,27				
Pruebas con trafico y Aire Acondicionado							Tratamientos CO2%		n	0,17	PASO
CO %	HC%	CO2%	O2%	LAMBA	NOX %	X	X2				
0,14	0	16,1	0,1	1	14,7	16,1	259,21	n	0,17	PASO	
0,13	0	16,1	0,21	1	14,7	16,1	259,21				
0,1	0	16	0,05	1	14,6	16	256				
0,13	1	16,2	0,25	1	14,8	16,2	262,44				
0,10	0	16,4	0,1	1	14,7	16,4	268,96				
0,11	0	16,4	0,1	1	14,7	16,4	268,96				
0,12	0	16,5	0,11	1	14,7	16,5	272,25				
0,17	2	16,4	0,13	1	14,7	16,4	268,96				
0,18	0	16,3	0	1	14,6	16,3	265,69				
Promedio						146,4	2381,7				

# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

PRUEBA CON TRAFICO Y AIRE ACONDICIONADO															
CONSUMO			EMISIONES					R			FACTORES DE EMISION				
VEHICULO	CONSUMO [km/gal]	CONSUMO [km/lit]	VEHICULO	CO2[%]	CO[%]	HC[%]	NOx[%]	VEHICULO	RCO	RHC	RNOx	VEHICULO	FCO[g/km]	FHC[g/km]	FNOx[g/km]
1	23,164	6,120	1	16,1	0,14	0	0,00147	1	0,0087	0,0000	0,0001	1	2,108	0,000	0,024
2	23,164	6,120	2	16,1	0,13	0	0,0014700	2	0,0081	0,0000	0,0001	2	1,959	0,000	0,02373
3	23,164	6,120	3	16	0,1	0	0,0014600	3	0,0063	0,0000	0,0001	3	1,519	0,000	0,02376
4	20,136	5,320	4	16,2	0,13	0,0001	0,0014800	4	0,0080	0,0000	0,0001	4	2,240	0,003	0,027
5	20,136	5,320	5	16,4	0,10	0,000	0,001	5	0,0061	0,0000	0,0001	5	1,705	0,000	0,027
6	20,136	5,320	6	16,4	0,11	0,000	0,001	6	0,0067	0,0000	0,0001	6	1,874	0,000	0,027
7	22,483	5,940	7	16,5	0,12	0,000	0,001	7	0,0073	0,0000	0,0001	7	1,819	0,000	0,024
8	22,483	5,940	8	16,4	0,17	0,0002	0,001	8	0,0104	0,0000	0,0001	8	2,585	0,005	0,024
9	22,483	5,940	9	16,3	0,16	0,000	0,001	9	0,0110	0,0000	0,0001	9	2,752	0,000	0,024
PRO	21,928	5,793	PRO	16,267	0,131	0,000	0,001	PRO	0,008	0,000	0,000	PRO	2,062	0,001	0,025
DENSIDAD DE COMBUSTIBLE [kg/m3]															
761,7															
PRUEBA CON TRAFICO Y SIN AIRE ACONDICIONADO															
CONSUMO			EMISIONES					R			FACTORES DE EMISION				
VEHICULO	CONSUMO [km/gal]	CONSUMO [km/lit]	VEHICULO	CO2[%]	CO[%]	HC[%]	NOx[%]	VEHICULO	RCO	RHC	RNOx	VEHICULO	FCO[g/km]	FHC[g/km]	FNOx[g/km]
1	22,067	5,830	1	16,3	0,08	0	0,00147	1	0,0049	0,0000	0,0001	1	1,254	0,000	0,025
2	22,067	5,830	2	16,3	0,07	0	0,00147	2	0,0043	0,0000	0,0001	2	1,098	0,000	0,02470
3	22,067	5,830	3	16,3	0,06	0	0,0014700	3	0,0037	0,0000	0,0001	3	0,942	0,000	0,02471
4	25,360	6,700	4	16,1	0,09	0	0,0014600	4	0,0056	0,0000	0,0001	4	1,242	0,000	0,022
5	25,360	6,700	5	16,2	0,07	0	0,001	5	0,0043	0,0000	0,0001	5	0,961	0,000	0,021
6	25,360	6,700	6	16,1	0,08	0	0,001	6	0,0050	0,0000	0,0001	6	1,104	0,000	0,022
7	25,662	6,780	7	16,1	0,09	0	0,001	7	0,0056	0,0000	0,0001	7	1,227	0,000	0,021
8	25,662	6,780	8	16,3	0,08	0	0,001	8	0,0049	0,0000	0,0001	8	1,078	0,000	0,021
9	25,662	6,780	9	16,4	0,02	0	0,001	9	0,0110	0,0000	0,0001	9	0,269	0,000	0,021
PRO	24,363	6,437	PRO	16,233	0,071	0,000	0,001	PRO	0,004	0,000	0,000	PRO	1,019	0,000	0,022
DENSIDAD DE COMBUSTIBLE [kg/m3]															
761,7															
PRUEBA SIN TRAFICO Y SIN AIRE ACONDICIONADO															
CONSUMO			EMISIONES					R			FACTORES DE EMISION				
VEHICULO	CONSUMO [km/gal]	CONSUMO [km/lit]	VEHICULO	CO2[%]	CO[%]	HC[%]	NOx[%]	VEHICULO	RCO	RHC	RNOx	VEHICULO	FCO[g/km]	FHC[g/km]	FNOx[g/km]
1	27,214	7,190	1	16,3	0,22	0,0003	0,00146	1	0,0135	0,0000	0,0001	1	2,772	0,006	0,020
2	27,214	7,190	2	16,3	0,19	0,0001	0,0014600	2	0,0117	0,0000	0,0001	2	2,398	0,002	0,01975
3	27,214	7,190	3	16,3	0,21	0,0001	0,0014600	3	0,0129	0,0000	0,0001	3	2,648	0,002	0,01972
4	27,744	7,330	4	16,1	0,15	0,0000	0,0014700	4	0,0093	0,0000	0,0001	4	1,885	0,000	0,020
5	27,744	7,330	5	16,1	0,18	0,000	0,001	5	0,0112	0,0000	0,0001	5	2,258	0,002	0,020
6	28,404	7,330	6	16	0,2	0,001	0,001	6	0,0125	0,0000	0,0001	6	2,520	0,013	0,020
7	27,939	7,210	7	16,2	0,09	0,001	0,001	7	0,0056	0,0000	0,0001	7	1,147	0,015	0,020
8	27,939	7,210	8	16,2	0,08	0,000	0,001	8	0,0049	0,0000	0,0001	8	1,020	0,004	0,020
9	27,939	7,210	9	16,2	0,13	0,000	0,001	9	0,0080	0,0000	0,0001	9	1,653	0,000	0,020
PRO	27,706	7,243	PRO	16,189	0,161	0,000	0,001	PRO	0,010	0,000	0,000	PRO	2,033	0,005	0,020
DENSIDAD DE COMBUSTIBLE [kg/m3]															
761,7															
PRUEBA SIN TRAFICO Y AIRE ACONDICIONADO															
CONSUMO			EMISIONES					R			FACTORES DE EMISION				
VEHICULO	CONSUMO [km/gal]	CONSUMO [km/lit]	VEHICULO	CO2[%]	CO[%]	HC[%]	NOx[%]	VEHICULO	RCO	RHC	RNOx	VEHICULO	FCO[g/km]	FHC[g/km]	FNOx[g/km]
1	23,694	6,260	1	16,3	0,20	0	0,00146	1	0,0123	0,0000	0,0001	1	2,898	0,000	0,023
2	23,694	6,260	2	15,9	0,32	0	0,0014500	2	0,0201	0,0000	0,0001	2	4,717	0,000	0,02290
3	23,694	6,260	3	16,1	0,35	0	0,0014500	3	0,0217	0,0000	0,0001	3	5,087	0,000	0,02258
4	23,391	6,180	4	16,2	0,29	0	0,0014600	4	0,0179	0,0000	0,0001	4	4,259	0,000	0,023
5	23,391	6,180	5	16,3	0,26	0,000	0,001	5	0,0160	0,0000	0,0001	5	3,802	0,002	0,023
6	23,391	6,180	6	16,3	0,21	0,001	0,001	6	0,0129	0,0000	0,0001	6	3,080	0,011	0,023
7	24,262	6,410	7	16,4	0,23	0,001	0,001	7	0,0140	0,0000	0,0001	7	3,229	0,011	0,022
8	24,262	6,410	8	16,3	0,23	0,001	0,001	8	0,0141	0,0001	0,0001	8	3,248	0,023	0,022
9	24,262	6,410	9	16,4	0,23	0,000	0,001	9	0,0140	0,0000	0,0001	9	3,229	0,000	0,022
PRO	23,782	6,283	PRO	16,244	0,258	0,000	0,001	PRO	0,016	0,000	0,000	PRO	3,728	0,005	0,023
DENSIDAD DE COMBUSTIBLE [kg/m3]															
761,7															

# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

TIPO DE GASOLINA		EXTRA			
<b>Consumo de Combustible sin trafico sin A/C</b>					
Tratamientos			Tratamientos		
L	L/100 km	km/L (x)	L/100 km	km/L (x)	x2
0,82	15,31	6,53	15,31	6,53	42,7
0,8	15,7	6,37	15,7	6,37	40,6
0,75	14,5	6,90	14,5	6,90	47,6
Promedio	0,79	15,17	15,17	19,80	130,79
			n	1,34	
<b>Consumo de Combustible sin Trafico con A/C</b>					
Tratamientos			Tratamientos		
L	L/100 km	km/L (x)	L/100 km	km/L (x)	x2
0,83	15,55	6,43	15,55	6,43	41,4
0,85	15,6	6,41	15,6	6,41	41,1
0,8	14,8	6,76	14,8	6,76	45,7
Promedio	0,83	15,32	15,32	19,60	128,10
			n	0,58	



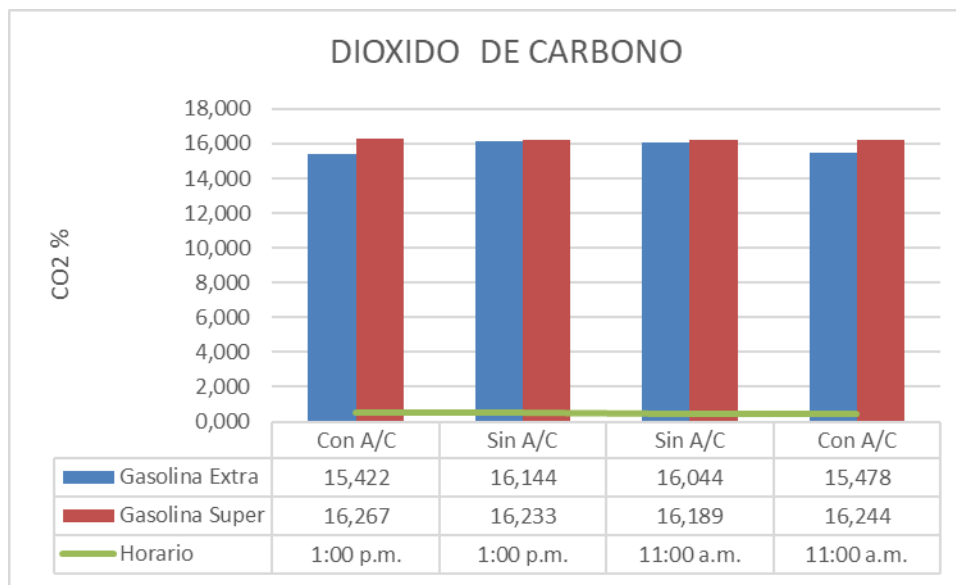
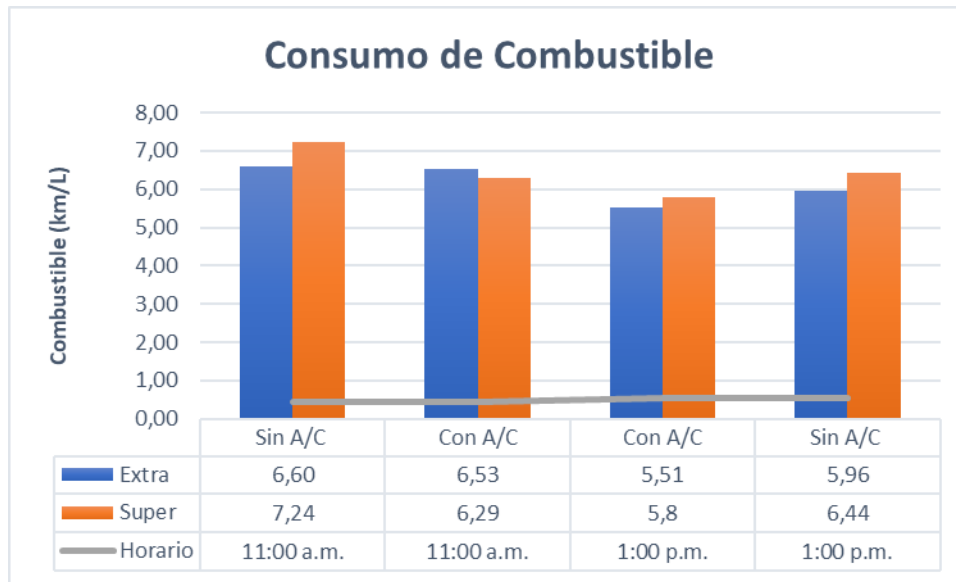
# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

Pruebas sin trafico y sin Aire Acondicionado							Tratamientos Nox		n	0,035	PASO
CO %	HC%	CO2%	O2%	LAMBA	NOX %	X	X2				
0,08	34	15,9	-0,002	1	14,6	14,6	213,16				
0,06	52	16,4	0,06	1	14,6	14,6	213,16				
0,04	21	16,1	0,04	1	14,6	14,6	213,16				
0,09	22	15,1	0,018	1,004	14,7	14,7	216,09				
0,11	15	16,7	0,003	0,9997	14,6	14,6	213,16				
0,1	19	16,6	0,32	1,009	14,8	14,8	219,04				
0,09	25	16,4	0,03	1	14,6	14,6	213,16				
0,08	33	16,1	0,003	1	14,6	14,6	213,16				
0,07	28	15,1	0,04	1	14,7	14,7	216,09				
Pruebas con trafico y sin Aire Acondicionado							Tratamientos CO2%		n	2.22	PASO
CO %	HC%	CO2%	O2%	LAMBA	NOX %	X	X2				
0,04	28	16,2	0,001	1	14,7	16,2	262,44				
0,09	24	16,3	0,29	1	14,8	16,3	265,69				
0,03	30	16,3	0,08	1	14,7	16,3	265,69				
0,07	9	16,9	0,12	1,004	14,7	16,9	285,61				
0,1	19	16,6	0,32	1	14,8	16,6	275,56				
0,07	9	16,9	0,12	1,002	14,7	16,9	285,61				
0,02	17	15,2	0,06	1	14,7	15,2	231,04				
0,01	13	15,4	0,18	1	14,8	15,4	237,16				
0,05	16	15,5	0,07	1	14,6	15,5	240,25				
Promedio						145,300	2349,050				
Pruebas sin trafico y Aire Acondicionado							Tratamientos NOX		n	0,029	PASO
CO %	HC%	CO2%	O2%	LAMBA	NOX %	X	X2				
0,31	20	15,8	0,18	1	14,6	14,6	213,16				
0,34	30	15,9	0,18	1	14,6	14,6	213,16				
0,38	45	15,4	0,21	1	14,6	14,6	213,16				
0,28	33	15,5	0,14	1	14,6	14,6	213,16				
0,36	13	15,4	0,25	1	14,7	14,7	216,09				
0,38	45	15,3	0,31	1	14,7	14,7	216,09				
0,36	39	15,3	0,07	1	14,5	14,5	210,25				
0,34	42	15,3	0,34	1	14,7	14,7	216,09				
0,36	44	15,4	0,22	1	14,6	14,6	213,16				
Promedio						131,600	1924,320				
Pruebas con trafico y Aire Acondicionado							Tratamientos CO2%		n	0,95	PASO
CO %	HC%	CO2%	O2%	LAMBA	NOX %	X	X2				
0,14	1	14,8	0,32	1	14,8	14,8	219,04				
0,04	1	16	0	0,998	14,6	16	256				
0,04	4	16,1	0,14	1	14,7	16,1	259,21				
0,02	21	15,4	0,12	1	14,7	15,4	237,16				
0,03	55	15,3	0,23	1	14,8	15,3	234,09				
0,05	30	15,4	0,14	1	14,7	15,4	237,16				
0,03	34	15,3	0,22	1	14,8	15,3	234,09				
0,05	28	15,2	0,1	1	14,6	15,2	231,04				
0,14	10	15,3	0,14	1	14,7	15,3	234,09				
Promedio						138,800	2141,880				

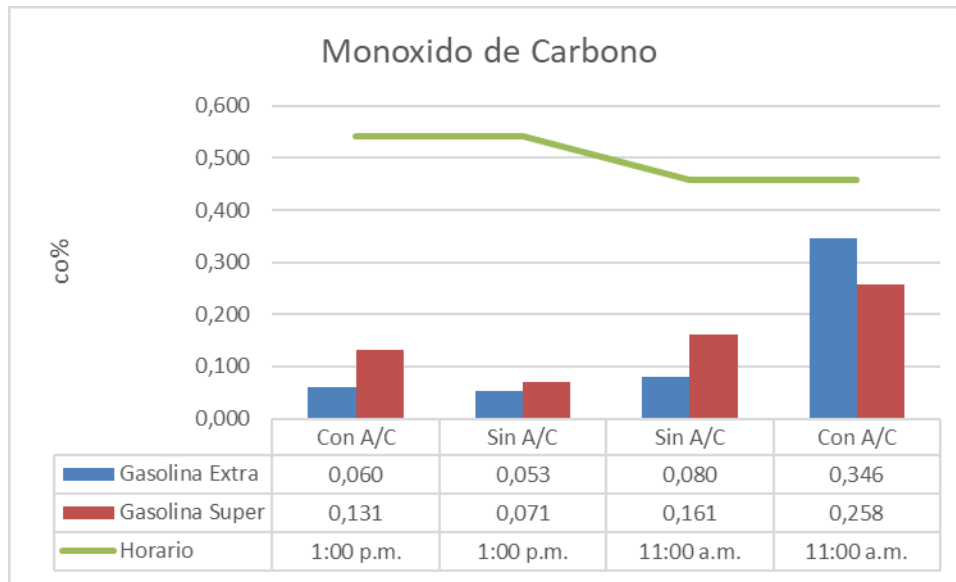
# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

PRUEBA CON TRAFICO Y AIRE ACONDICIONADO															
CONSUMO			EMISIONES					R			FACTORES DE EMISION				
VEHICULO	CONSUMO [km/gal]	CONSUMO [km/lit]	VEHICULO	CO2[%]	CO[%]	HC[%]	NOx[%]	VEHICULO	RCO	RHC	RNOx	VEHICULO	FCO[g/km]	FHC[g/km]	FNOx[g/km]
1	20,401	5,390	1	14,8	0,14	0,0001	0,00148	1	0,0095	0,0000	0,0001	1	2,512	0,003	0,028
2	20,401	5,390	2	16	0,04	0,0001	0,0014600	2	0,0025	0,0000	0,0001	2	0,669	0,003	0,02614
3	20,401	5,390	3	16,100	0,040	0,0004	0,0014700	3	0,0025	0,0000	0,0001	3	0,664	0,010	0,02616
4	20,250	5,350	4	15,400	0,020	0,0021	0,0014700	4	0,0013	0,0001	0,0001	4	0,350	0,055	0,028
5	20,250	5,350	5	15,300	0,030	0,006	0,001	5	0,0020	0,0004	0,0001	5	0,528	0,145	0,028
6	20,250	5,350	6	15,400	0,050	0,003	0,001	6	0,0032	0,0002	0,0001	6	0,874	0,079	0,028
7	21,877	5,780	7	15,300	0,030	0,003	0,001	7	0,0020	0,0002	0,0001	7	0,489	0,083	0,026
8	21,877	5,780	8	15,200	0,050	0,003	0,001	8	0,0033	0,0002	0,0001	8	0,819	0,069	0,026
9	21,877	5,780	9	15,300	0,140	0,001	0,001	9	0,0092	0,0001	0,0001	9	2,266	0,024	0,025
PRO	20,843	5,507	PRO	15,422	0,060	0,002	0,001	PRO	0,004	0,000	0,000	PRO	1,019	0,052	0,027
DENSIDAD DE COMBUSTIBLE [kg/m3]															
735,38															
PRUEBA CON TRAFICO Y SIN AIRE ACONDICIONADO															
CONSUMO			EMISIONES					R			FACTORES DE EMISION				
VEHICULO	CONSUMO [km/gal]	CONSUMO [km/lit]	VEHICULO	CO2[%]	CO[%]	HC[%]	NOx[%]	VEHICULO	RCO	RHC	RNOx	VEHICULO	FCO[g/km]	FHC[g/km]	FNOx[g/km]
1	21,839	5,770	1	16,2	0,04	0,0028	0,00147	1	0,0025	0,0002	0,0001	1	0,616	0,065	0,024
2	21,839	5,770	2	16,3	0,09	0,0024	0,00148	2	0,0055	0,0001	0,0001	2	1,375	0,055	0,02422
3	21,839	5,770	3	16,300	0,030	0,0030	0,0014700	3	0,0018	0,0002	0,0001	3	0,460	0,069	0,02414
4	22,672	5,990	4	16,900	0,070	0,0009	0,0014700	4	0,0041	0,0001	0,0001	4	0,995	0,019	0,022
5	22,672	5,990	5	16,600	0,100	0,002	0,001	5	0,0060	0,0001	0,0001	5	1,444	0,041	0,023
6	22,672	5,990	6	16,900	0,070	0,001	0,001	6	0,0041	0,0001	0,0001	6	0,995	0,019	0,022
7	23,126	6,110	7	15,200	0,020	0,002	0,001	7	0,0013	0,0001	0,0001	7	0,311	0,040	0,024
8	23,126	6,110	8	15,400	0,050	0,001	0,001	8	0,0096	0,0001	0,0001	8	0,153	0,030	0,024
9	23,126	6,110	9	15,500	0,050	0,002	0,001	9	0,0032	0,0001	0,0001	9	0,760	0,036	0,024
PRO	22,546	5,957	PRO	16,144	0,053	0,002	0,001	PRO	0,003	0,000	0,000	PRO	0,790	0,042	0,024
DENSIDAD DE COMBUSTIBLE [kg/m3]															
735,38															
PRUEBA SIN TRAFICO Y SIN AIRE ACONDICIONADO															
CONSUMO			EMISIONES					R			FACTORES DE EMISION				
VEHICULO	CONSUMO [km/gal]	CONSUMO [km/lit]	VEHICULO	CO2[%]	CO[%]	HC[%]	NOx[%]	VEHICULO	RCO	RHC	RNOx	VEHICULO	FCO[g/km]	FHC[g/km]	FNOx[g/km]
1	24,716	6,530	1	15,9	0,08	0,0034	0,00146	1	0,0050	0,0002	0,0001	1	1,107	0,071	0,022
2	24,716	6,530	2	16,4	0,06	0,0052	0,0014600	2	0,0037	0,0003	0,0001	2	0,806	0,105	0,02101
3	24,716	6,530	3	16,100	0,040	0,0021	0,0014600	3	0,0025	0,0001	0,0001	3	0,548	0,043	0,02144
4	24,110	6,370	4	15,100	0,090	0,0022	0,0014700	4	0,0060	0,0001	0,0001	4	1,343	0,049	0,024
5	24,110	6,370	5	16,700	0,110	0,002	0,001	5	0,0066	0,0001	0,0001	5	1,484	0,030	0,021
6	24,684	6,370	6	16,600	0,100	0,002	0,001	6	0,0060	0,0001	0,0001	6	1,358	0,039	0,022
7	26,738	6,900	7	16,400	0,090	0,003	0,001	7	0,0055	0,0002	0,0001	7	1,142	0,048	0,020
8	26,738	6,900	8	16,100	0,080	0,003	0,001	8	0,0050	0,0002	0,0001	8	1,035	0,064	0,020
9	26,738	6,900	9	15,100	0,070	0,003	0,001	9	0,0046	0,0002	0,0001	9	0,966	0,058	0,022
PRO	25,252	6,600	PRO	16,044	0,080	0,003	0,001	PRO	0,005	0,000	0,000	PRO	1,088	0,056	0,021
DENSIDAD DE COMBUSTIBLE [kg/m3]															
735,38															
PRUEBA SIN TRAFICO Y AIRE ACONDICIONADO															
CONSUMO			EMISIONES					R			FACTORES DE EMISION				
VEHICULO	CONSUMO [km/gal]	CONSUMO [km/lit]	VEHICULO	CO2[%]	CO[%]	HC[%]	NOx[%]	VEHICULO	RCO	RHC	RNOx	VEHICULO	FCO[g/km]	FHC[g/km]	FNOx[g/km]
1	24,338	6,430	1	15,8	0,31	0,002	0,00146	1	0,0196	0,0001	0,0001	1	4,323	0,042	0,022
2	24,338	6,430	2	15,9	0,34	0,003	0,0014600	2	0,0214	0,0002	0,0001	2	4,702	0,062	0,02163
3	24,338	6,430	3	15,400	0,380	0,0045	0,0014600	3	0,0247	0,0003	0,0001	3	5,407	0,096	0,02226
4	24,262	6,410	4	15,500	0,380	0,0033	0,0014600	4	0,0181	0,0002	0,0001	4	3,997	0,071	0,022
5	24,262	6,410	5	15,400	0,360	0,001	0,001	5	0,0234	0,0001	0,0001	5	5,148	0,028	0,023
6	24,262	6,410	6	15,300	0,380	0,005	0,001	6	0,0248	0,0003	0,0001	6	5,458	0,097	0,023
7	25,587	6,760	7	15,300	0,360	0,004	0,001	7	0,0235	0,0003	0,0001	7	4,910	0,080	0,021
8	25,587	6,760	8	15,300	0,340	0,004	0,001	8	0,0222	0,0003	0,0001	8	4,643	0,086	0,022
9	25,587	6,760	9	15,400	0,360	0,004	0,001	9	0,0234	0,0003	0,0001	9	4,879	0,089	0,021
PRO	24,729	6,533	PRO	15,478	0,346	0,003	0,001	PRO	0,022	0,000	0,000	PRO	4,830	0,072	0,022
DENSIDAD DE COMBUSTIBLE [kg/m3]															
735,38															

**EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**



# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.



## ANEXO 4. Revisión del vehículo



## ANEXO 5. Instalación de los equipos



**EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.**



**ANEXO 6.** Imágenes de las pruebas

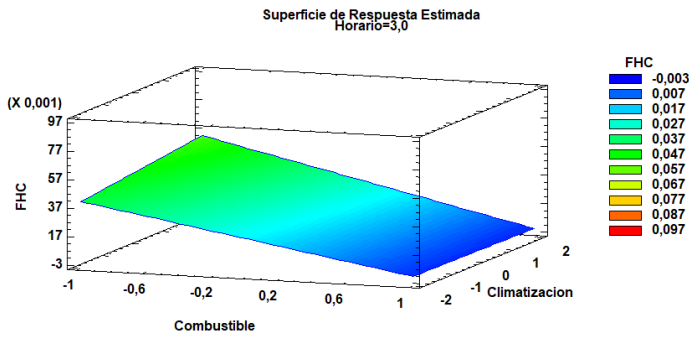
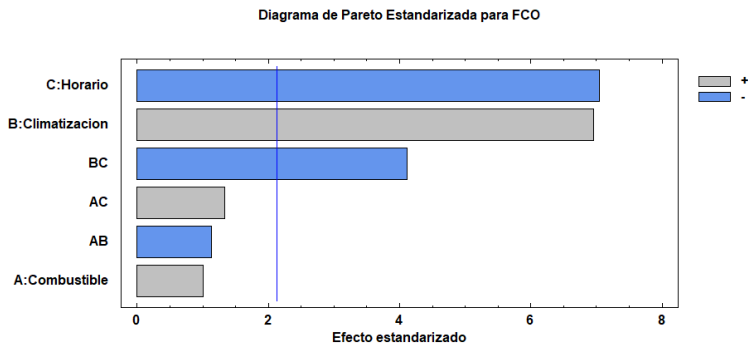


# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

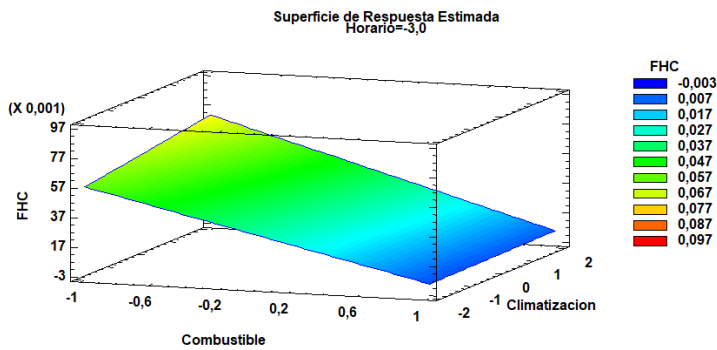


# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

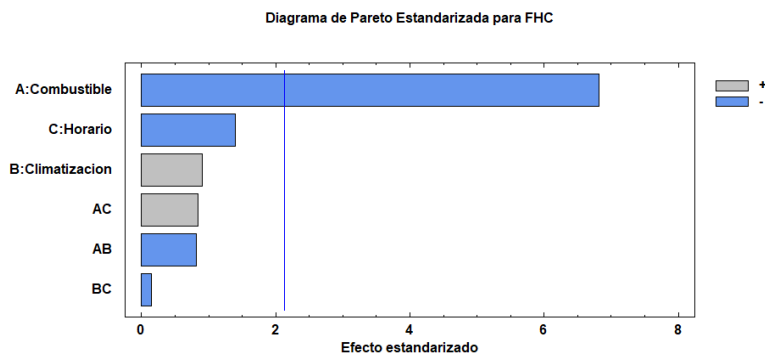
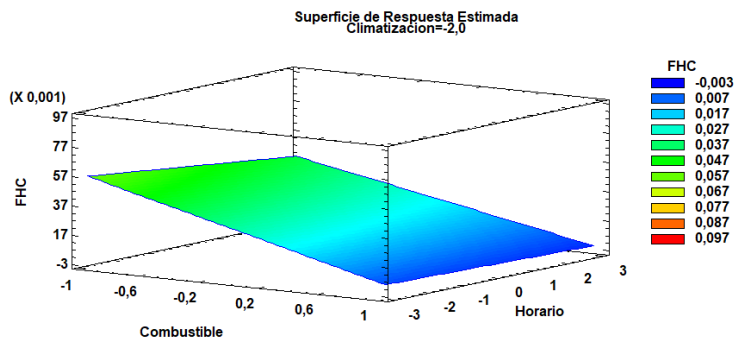
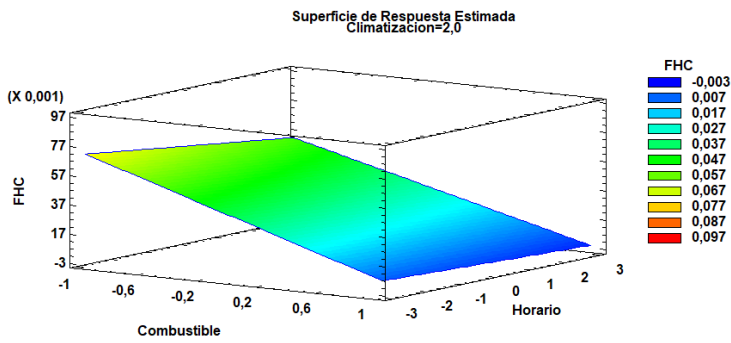
## ANEXO 7. FCO



## ANEXO 8. HC



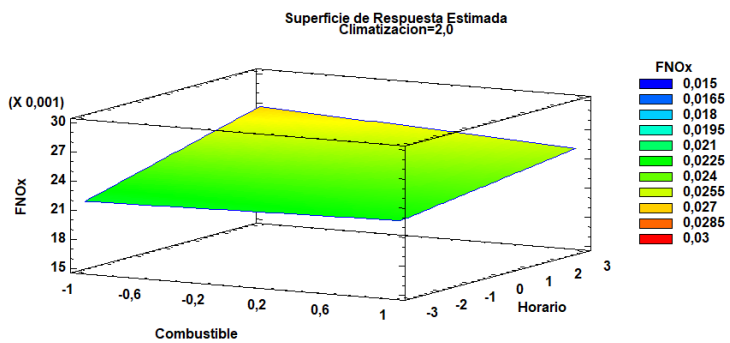
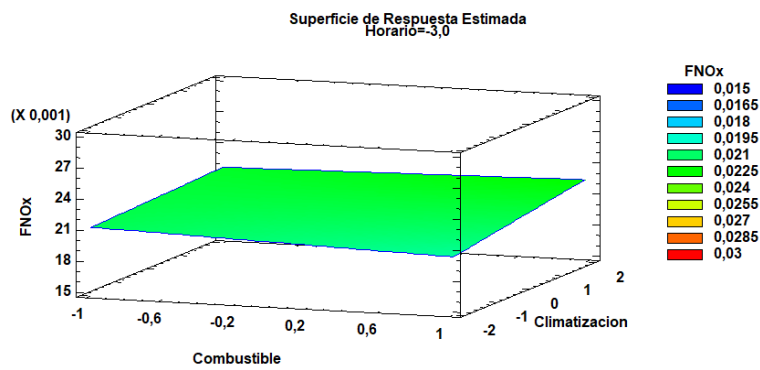
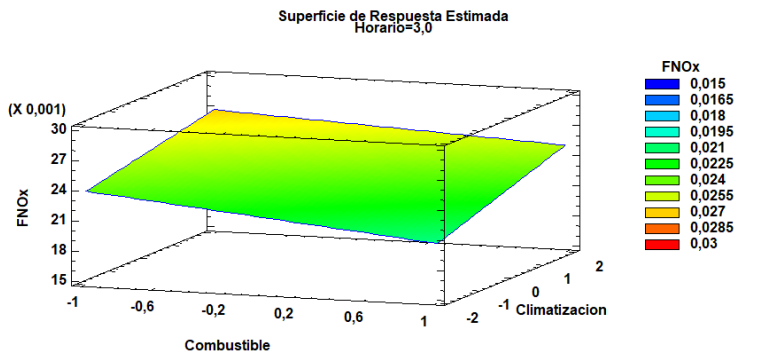
# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.





# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

## ANEXO 9. NO<sub>x</sub>



# EVALUACIÓN EN RUTA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO UTILIZANDO AIRE ACONDICIONADO EN A CIUDAD DE QUITO.

