



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
**PASCUAL BRAVO**®



## TRABAJO DE GRADO

# EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO MECÁNICO Y AMBIENTAL DE UNA MOTOCICLETA LUEGO DE MODIFICACIONES PARA COMPETICIÓN

Emmanuel Pérez Vélez.  
Emmanuel.perez745@pascualbravo.edu.co.

Jairo de Jesús Medina Suarez.  
Jairo.medina013@pascualbravo.edu.co.

Asesor:  
Prof. Dr. Yuhan Arley Lenis

**Trabajo para optar al título de:**

**Tecnólogo en Mecánica Automotriz**

**Institución Universitaria Pascual Bravo  
Departamento de Mecánica**



SC 7134-1



Institución Universitaria - Vigilada Mineducación  
PBX (+57 4) 448 0520 / FAX: (+57 4) 493 6363  
Calle 73 No. 73A - 226, Vía El Volador  
Línea gratuita: 01 8000 510944  
[www.pascualbravo.edu.co](http://www.pascualbravo.edu.co)



**Alcaldía de Medellín**

## Tabla de contenido

1	Introducción.....	4
2	Identificación y descripción del problema.....	5
3	Justificación.....	6
4	Objetivos.....	7
5	Metodología.....	8
5.1	Cálculo de parámetros.....	14
5.1.1	Determinación de índices de emisión.....	14
5.1.2	Determinación de parámetros de desempeño.....	15
6	Resultados.....	15
6.1	Resultados revisión de contaminantes.....	15
6.2	Prueba de potencia.....	17
6.3	Pruebas 80 km/h.....	17
6.4	Resultados pruebas en ruta.....	19
	Conclusiones.....	20
	Bibliografía.....	21

## Lista de Figuras

Figura 1. Motocicleta pulsar NS200.....	6
Figura 2. Vista general de la motocicleta montada en el dinamómetro .....	8
Figura 3. Esquema metodológico .....	9
Figura 4. Motocicleta Pulsar NS200: izquierda, original (tecnimotos.com, 2015) y, derecha, modificada.....	9
Figura 5. Toma de gases de escape según la NTC 5365. ....	10
Figura 6. Pruebas de desempeño. a) medición de consumo de combustible, b) toma de gases y, c) general de la prueba en rodillo.....	12
Figura 7. Prueba de consumo en el dinamómetro de rodillo .....	12
Figura 8. Recorrido prueba de ruta.....	13
Figura 9. Metodología medición de consumo en ruta .....	13
Figura 10. Emisiones contaminantes de CO y O <sub>2</sub> , pruebas de norma .....	16
Figura 11. Emisión contaminante HC, pruebas de norma.....	16
Figura 12. Resultados pruebas de torque y potencia. ....	17
Figura 13. Prueba a 80km/h, con pendiente de 1% .....	18
Figura 14. Rendimiento km/galón .....	19
Figura 15. Índice de emisión .....	19
Figura 16. Consumo de combustible bajo pruebas en ruta.....	20

## 1 Introducción

En el presente trabajo se evalúa el desempeño energético y ambiental de una motocicleta Bajaj lines Pulsar 200NS, modificada para competencias de moto-velocidad. Dichas modificaciones consistieron en cambios en los sistemas de admisión y escape. Es claro que, toda modificación conlleva efectos que pueden ir desde lo energético hasta lo ambiental, llegando a afectar, incluso, la libre circulación de las motocicletas al que dar por fuera de las normativas ambientales, definidas para fuentes móviles. De esta manera, aquí se buscan determinar los principales parámetros de desempeño de la motocicleta luego de modificaciones, a la vez que se establece, si la misma, cumple o no la normativa ambiental vigente en Colombia.

Esta motocicleta alcanza, según ficha técnica, 23.6 hp de potencia, lo que la hace apropiada para que luego de algunas modificaciones, alcance potencias que sean competitivas en dichas pruebas. Por otro lado, también cuenta con un chasis, una suspensión y un centro de gravedad que permiten tomar curvas con mayor estabilidad en comparación con otras de categoría similar. El sistema de suspensión permite que el conductor pueda equilibrarse de una manera eficaz, además, cuenta con suspensión telescópica convencional y un mono amortiguador para el tren trasero, los cuales garantizan una gran estabilidad a altas velocidades. Por otro lado, los repuestos se consiguen con relativa facilidad bajo costo, en comparación con otras motocicletas. En el mundo de la moto-velocidad las modificaciones más comunes a la 200NS se enfocan en los sistemas de admisión, encendido, escape, y en la reducción de peso. Sin embargo, el presente trabajo se enfoca sólo en los cambios en la admisión y en el escape, los cuales son suficientes para que la motocicleta supere en desempeño a otras motos de la misma categoría.

Es común que las modificaciones sean validadas propiamente en la competencia o mediante ensayos previos en un dinamómetro. Este último, es un instrumento que tiene como objetivo medir fuerzas, basado en la deformación elástica de un resorte calibrado. Este equipo se usa para absorber o disipar la energía generada por una máquina con base en la medición de parámetros como el par y la velocidad angular, también se conocen como dinamómetros o bancos dinámicos. A partir del principio de funcionamiento del dinamómetro, se estima la fuerza mecánica generada por los vehículos.

Las modificaciones para competencia y su efecto sobre el desempeño de las motocicletas ha sido poco estudiado, esta práctica, se desarrolla principalmente en países en vía desarrollo, debido al alto costo de motocicletas diseñadas específicamente para competir. Entre los pocos estudios que referencian modificaciones se encuentra el presentado por Brayán Maldonado y Juan Chica (Maldonado & Chica, 2023), quienes evaluaron el uso de un escape de competencia y modificaron el árbol de levas en una motocicleta de 250 cm<sup>3</sup> y 19 hp en un dinamómetro de chasis. De acuerdo con sus resultados, la motocicleta modificada desarrolla una mayor potencia que la estándar, sin embargo, se incrementa el consumo de combustible y el nivel de ruido.

Por otro lado, en el trabajo presentado por Valera (Valera, 2015), se analiza la “Potenciación mediante modelado de un motor de cuatro tiempos *Sherco 250* - motostudent”. En este, se consideran modificaciones al motor original buscando garantizar un buen desempeño

mecánico en carrera, bajo esta premisa, realizan principalmente, ensayos en banco de flujo para caracterizar la culata y ensayos en banco de rodillos para medir par y potencia. Tras desmontar por completo el motor, una de las estrategias empleadas para difundir los resultados fue la determinación de los coeficientes de flujo del motor. Para llevar a cabo este proceso, se contó con la colaboración del laboratorio de Ingeniería Térmica y de Fluidos de la Universidad Politécnica de Cartagena. Este laboratorio cuenta con un banco de flujo estacionario que ha sido especialmente diseñado para determinar las pérdidas de carga en las culatas de los motores de combustión interna, en este, determinaron que las modificaciones proyectadas eran realistas y se podrían implementar en el motor. Algunos de estos cambios se pueden llevar a cabo de manera económica, mientras que otros requieren el rediseño y fabricación de nuevos componentes. En cuanto a la potencia, teóricamente se podrían alcanzar valores adecuados para utilizar el motor en competiciones de la categoría Moto3, donde no existen limitaciones de potencia (aunque en PreMoto 3 suele limitarse a 40 CV). Esta categoría opera dentro del rango de 45 a 55 CV, llegando a los 60 CV en el Campeonato del Mundo. Por lo tanto, a nivel de campeonato nacional, se podría contar con un motor competitivo.

En otro estudio, Gerardo Herce Gil de Muro y Pedro Diéguez Elizondo (Gerardo Herce, 2012), proyectaron el rediseño del sistema de admisión, de refrigeración y el sistema de escape de una motocicleta de 250 cm<sup>3</sup>, buscando optimizar su funcionamiento para competición, enfocándose en la optimización del rendimiento y potencia. Inicialmente plantean pruebas para verificar el estado original de la motocicleta. Estas pruebas se centran en evaluar la velocidad final, estabilidad, maniobrabilidad, capacidad de frenado, torque y capacidad de aceleración. Destacan que, dentro de la optimización general del motor, tanto el sistema de admisión como el de escape juegan un papel crucial. Por lo tanto, su diseño debe estar altamente ajustado al motor en cuestión, con el fin de mejorar el rendimiento de la motocicleta y alcanzar la máxima potencia posible.

De lo anterior, se puede notar que, no se han encontrado estudios similares al planteado, en donde se busca evaluar sobre el desempeño y las emisiones, los efectos de modificaciones en la admisión y en el escape de una motocicleta de uso típico en Colombia.

## **2 Identificación y descripción del problema**

La motocicleta PULSAR 200NS, de fábrica cuenta con: una potencia máxima de 23.18 HP a 9500 RPM y un torque máximo de 18.3 N-m a 8000 RPM, velocidad 136 km/h, 199.5 cm<sup>3</sup>, peso neto 150 kg y autonomía 300 km con el tanque lleno de combustible, la Figura 1, presenta una vista general de la motocicleta (bajaj, s.f.). Lo que, como se ha mencionado, la hace atractiva para que sea repotenciada de cara a competencias de moto-velocidad. Es conocido que, las modificaciones de los sistemas de escape y de admisión mejoran el rendimiento de la moto y su desempeño mecánico, pero aún no se conoce cuánto cambian numéricamente variables como el consumo de combustible, potencia máxima, torque máximo. Adicionalmente aún no se han cuantificado las variaciones en los contaminantes, luego de dichas modificaciones. Lo anterior hace que la decisión de modificar o no la motocicleta, no tenga un fundamento claro y se basa más en experiencias de otros usuarios.



Figura 1. Motocicleta pulsar NS200

### 3 Justificación

En competencias deportivas del motociclismo de velocidad, es común el uso de motocicletas modificadas para aumentar el rendimiento. En el caso de esta investigación se busca identificar qué tanto aumenta o disminuye la potencia de la motocicleta al modificar la admisión y el escape. Además, también se busca establecer, el impacto que tienen dichas modificaciones en la emisión de contaminantes gaseosos. Es importante resaltar que, de cara a las competencias, no es permitido realizar modificaciones internas en el motor de la motocicleta.

Los resultados del presente trabajo permitirán ayudarán a la toma de decisiones al respecto de las modificaciones evaluadas, ya que a la fecha no es clara la relación costo-beneficio de dichos cambios. En cuanto a los gases contaminantes de escape, es común el asociar dicha modificación al aumento de contaminantes, sin embargo, se debe tener en cuenta que las modificaciones también podrían conllevar una reducción de consumo de combustible, por lo que los índices de emisión podrían no resultar muy afectados. Sin embargo, las pruebas a desarrollar también estarán enfocadas en sí, luego de modificaciones, se cumple o no, con la normativa vigente de emisiones, obligatoria para todo vehículo en Colombia.

## 4 Objetivos

### **Objetivo general**

Evaluar el desempeño mecánico y ambiental de una motocicleta turismo, modificada para competición en pruebas de motovelocidad.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar el efecto de las modificaciones realizadas sobre el cumplimiento de la normativa vigente para fuentes móviles en Colombia.
2. Caracterizar el desempeño mecánico y ambiental de una motocicleta Pulsar NS 200, luego de modificaciones orientadas a pruebas de motovelocidad.
3. Caracterizar el consumo de combustible de la motocicleta modificada en ruta bajo condiciones típicas de operación.

## 5 Metodología

La investigación cuantitativa utilizado un método comparativo fue la bitácora del presente proyecto de investigación (Nohlen, 2020), donde se usaron equipos especializados como el dinamómetro de chasis disponible en la I. U. Pascual Bravo, que permitió conocer emisiones de gases de escape, potencia máxima, entre otros parámetros de desempeño. Como lo expresa Carlos Arturo Monje en su libro Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa “La investigación cuantitativa es un método de investigación que utiliza herramientas de análisis matemático y estadístico para describir, explicar y predecir fenómenos mediante datos numéricos” (Alvarez, 2011). El dinamómetro de chasis y la motocicleta a emplear en las pruebas se muestran en la Figura 2.

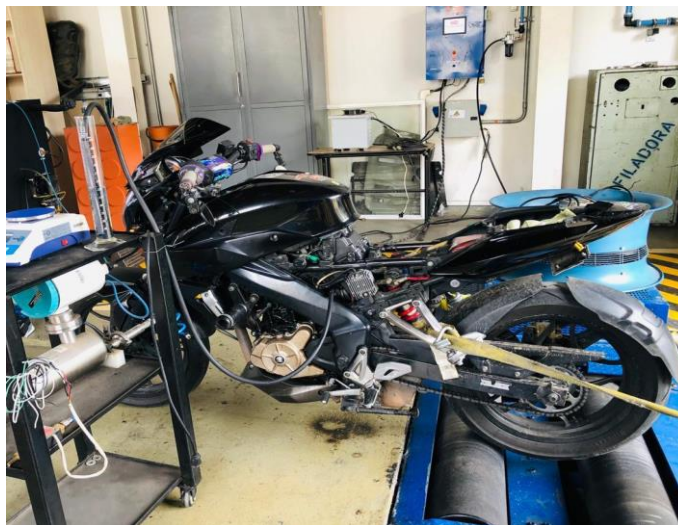


Figura 2. Vista general de la motocicleta montada en el dinamómetro

En la presente investigación se realizan pruebas de emisiones, consumo de combustible y prueba de potencia de la motocicleta pulsar ns200 luego de modificaciones. Las pruebas se realizan iniciando con la motocicleta caliente (temperatura del aceite 90°C aprox).

Para las pruebas se dispuso del dinamómetro de chasis, herramientas especializadas para realizar los respectivos cambios del escape y la admisión. Para la medición de consumo se adecuó el sistema de suministro de combustible, reemplazando el tanque por una probeta llena de combustible (gasolina 89 octanos, conocida como “corriente” en Colombia) conectada a la alimentación de la motocicleta. Para la medición de gases, también se dispuso una sonda que va desde la salida de escape a una entrada del analizador de gases del que dispone el equipo. El sistema de control del dinamómetro gráfica los parámetros de emisiones y desempeño mecánico, lo que permite establecer, entre otros, si la motocicleta cumple o no con los requisitos establecidos en la norma de fuentes móviles relacionada en la revisión tecnomecánica y de emisiones contaminantes en los centros de diagnóstico. El siguiente esquema muestra el resumen de la metodología empleada (ver Figura 3). Por su parte, en la Figura 4, se presenta la motocicleta tanto en su versión original como modificada para competencias, es de destacar que no se visualizan las modificaciones que se le hicieron a la

motocicleta, porque fueron modificaciones en el sistema de escape y admisión por ende no se ve reflejado en la parte externa de la moto.

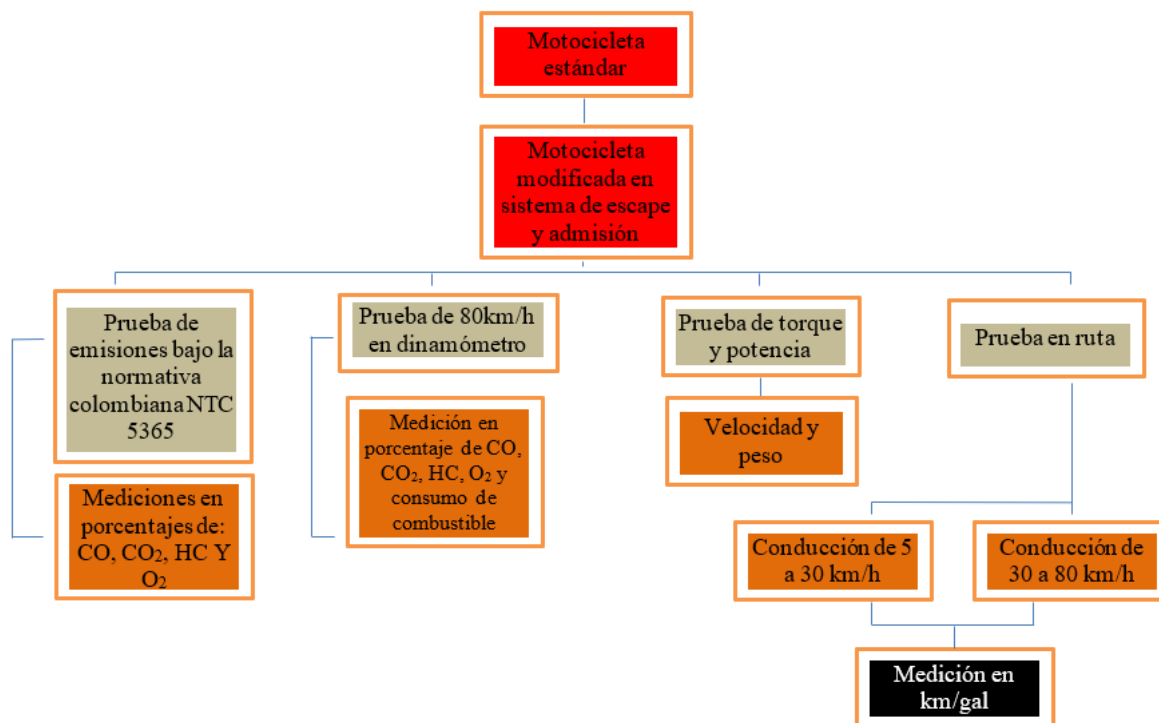


Figura 3. Esquema metodológico



Figura 4. Motocicleta Pulsar NS200: izquierda, original (tecni motos.com, 2015) y, derecha, modificada.

La motocicleta es propiedad de uno de los investigadores. La Pulsar 200NS es muy escogida por los amantes a la moto-velocidad debido a desempeño, razón por la cual se seleccionó dicha referencia para las pruebas. A continuación, se describen cada una de las pruebas

1. **Prueba de revisión de contaminantes:** Esta prueba se realiza siguiendo la norma de emisiones NTC 5365). Para las motos se debe precalentar previamente la motocicleta antes de instalar la sonda de gases, se debe acelerar la motocicleta durante 10 segundos aproximadamente a 2500 rpm, durante lo cual no se debe presentar ningún tipo de humo. Se insertó la sonda para tomar la muestra en el tubo de escape durante 5 minutos a velocidad ralenti; de 800 rpm a 1800 rpm. El analizador debe registrar el promedio de los valores medidos de las concentraciones de los gases de escape y revoluciones durante los últimos 5 minutos.

Las emisiones medidas son monóxido de carbono (CO) en % de volumen, hidrocarburos (HC) en ppm, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en % volumen, el oxígeno (O<sub>2</sub>) en % volumen. En la figura 5 se ve el procedimiento de toma de gases. Para la medición se tuvo en cuenta que el O<sub>2</sub> no podía superar 5%, ya que, si pasaba de ese umbral, la prueba no sería válida.



Figura 5. Toma de gases de escape según la NTC 5365.

La tabla 1. Presenta los límites de emisión que aplican para la motocicleta de pruebas según la norma colombiana de fuentes móviles.

Parámetro	Símbolo	Intervalo mínimo de medición	Unidad
Monóxido de carbono	CO	0 a 10	% en volumen
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	0 a 20	% en volumen
Hidrocarburos (en términos de n-hexano)	HC	0 a 10 000	ppm. (partes por millón)
Oxígeno	O <sub>2</sub>	0 a 25	% en volumen

(NTC, 2012)

2. **Prueba de torque y potencia máxima.** La prueba se realizó con el fin de identificar el incremento de torque y potencia luego de las modificaciones de admisión y escape. La prueba de basa en poner la moto en el dinamómetro, la llanta trasera se dispone a girar mediante el rodillo. Es importante sujetar adecuadamente la motocicleta para disminuir la posibilidad de ocurrencia de accidentes, la motocicleta PULSAR NS 200 debe estar en 5ta marcha ya que esta es la relación más cercana a 1:1, de la caja de cambios. Luego de disponer la moto se acelera la moto, y la prueba se configuró desde 6.000 rpm del motor hasta 11.000 rpm. La prueba se realizó con dos repeticiones.
  
3. **Prueba a 80 km/h.** Esta prueba se realizó en el dinamómetro de rodillo (saenz, 2016), sujetando la motocicleta con eslingas para tenerla en una posición equilibrada, con el fin de analizar el consumo de combustible con base en una prueba bajo las condiciones de una motocicleta de alta velocidad (80 km/h, considerando que este es el límite máximo de velocidad en varias autopistas en Colombia). Para la medición del consumo, se utilizó un sistema de medición por diferencia de volumen, empleando un sistema de almacenamiento de combustible externo, Para ellos se hizo uso de una probeta como se muestra en la Figura 6. Esta prueba tiene como finalidad, entre otras, esclarecer cuántos galones por kilómetro consume la motocicleta.

Para esta prueba se comienza con la moto en el rodillo de pruebas con la probeta de medición de combustible llena. Luego de alcanzar la velocidad estable, se inicia la grabación de un video, en el que se puede registrar el cambio de volumen en el tiempo para la probeta, a partir de lo cual, haciendo uso de la siguiente ecuación, se define el rendimiento de la motocicleta. La Figura 7, muestra una fotografía general de las pruebas y los instrumentos usados.

$$\dot{V} \left( \frac{ml}{s} \right) = \frac{V_{inicial} - V_{final}}{tiempo}$$

$$Rendimiento \left( \frac{km}{gal} \right) = \frac{X(km)}{V(l)} * \frac{1 l}{3.76 gal}$$

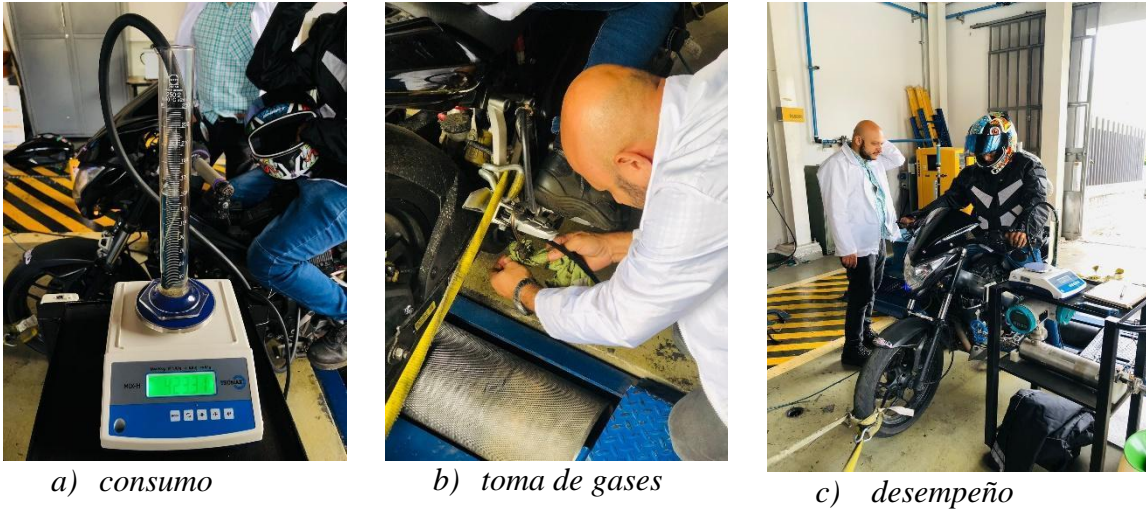


Figura 6. Pruebas de desempeño. a) medición de consumo de combustible, b) toma de gases y, c) general de la prueba en rodillo.



Figura 7. Prueba de consumo en el dinamómetro de rodillo

Otro resultado buscado con esta prueba es la definición de los índices de emisión, los cuales se determinarán de acuerdo con el procedimiento mostrado al final de la sección de metodología.

4. **Prueba en ruta.** Esta prueba se desarrolló en ruta, tanto con velocidad alta como bajo conducción convencional. Una de las vías que se recorrió fue en la avenida las palmas

(Medellín) dando así un recorrido de 53 km en total, con una promedio velocidad alta. La Figura 8, muestra el recorrido realizado.



Figura 8. Recorrido prueba de ruta

Para medir el consumo se procedió de la siguiente manera. Al iniciar la prueba para la motocicleta se tiene la capacidad del tanque lleno. Se realiza el recorrido y se repone la cantidad de combustible consumido después del recorrido hasta dejar el tanque nuevamente lleno. La cantidad usada para llenar el tanque representa el consumo en la ruta definida. Para reponer el combustible gastado se usó una cantidad conocida de combustible medida usando una balanza con precisión de 1 gramo.

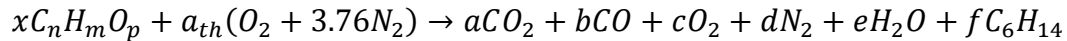


Figura 9. Metodología medición de consumo en ruta

## 5.1 Cálculo de parámetros

### 5.1.1 Determinación de índices de emisión.

Los analizadores de gases de uso común en centros de servicio automotriz determinan la concentración de especies contaminantes en la corriente de gases de escape, sin embargo, dicha medida, no es un buen indicador de cuán contaminante es un vehículo, ya que conduce a errores de apreciación si no se considera además el consumo de combustible. Un procedimiento que agrupa estas dos mediciones, es conocido como análisis de combustión o combustión inversa. En él, se parte de las emisiones de gases de escape y de la fórmula equivalente del combustible, para obtener las relaciones que indican cuántas moles de cada contaminante se producen debido a la combustión de un mol del combustible. Luego, haciendo uso de pesos moleculares, las relaciones pueden ser llevadas a base másica. Este tipo de relaciones son comúnmente conocidas como Índices de emisión. En la cámara de combustión del motor se da lugar a una reacción, en la que un combustible  $C_nH_mO_p$  reacciona con aire ( $O_2 + 3.76N_2$ ), dando lugar a emisiones de  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $O_2$ ,  $H_2O_v$ ,  $N_2$  y  $C_6H_{14}$ , este último representa los HCs, los cuales son medidos en base hexano. La reacción presentada es la siguiente:



Gasolina se toma como  $C_8H_{18}$

Si se considera la generación de 100 kmol de productos, las únicas incógnitas de la reacción serían  $x$ ,  $a_{th}$  y  $e$ . Balanceando la reacción, se llega a las ecuaciones que permiten determinar dichas variables:

$$x = \frac{a + b + 6f}{n}, \quad e = \frac{mx - 14f}{2}, \quad a_{th} = \frac{2a + b + 2c + e - px}{2}$$

Luego de conocer todos los coeficientes de la reacción, los índices de emisión para el  $CO$ ,  $HC$  y  $C_6H_{14}$ , en unidad de masa de contaminante sobre unidad de masa de combustible se estiman haciendo uso de las reacciones:

$$I_{CO_2} = \frac{aM_{CO_2}}{xM_{C_nH_mO_p}}, \quad I_{CO} = \frac{bM_{CO}}{xM_{C_nH_mO_p}}, \quad I_{C_6H_{14}} = \frac{fM_{C_6H_{14}}}{xM_{C_nH_mO_p}}$$

Haciendo uso del consumo de la tasa de consumo de combustible  $\dot{m}_f$  y del rendimiento del vehículo en  $g/km$ , dichos índices pueden ser llevados a gramos emisión del contaminante cada segundo o cada kilómetro.

### 5.1.2 Determinación de parámetros de desempeño

El consumo de combustible se determina mediante la medición del cambio volumen del nivel de un recipiente en el tiempo, de la siguiente manera

$$\dot{m}_{comb} = \rho_{comb} * \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

El total de combustible consumido durante una prueba se estima mediante la ecuación

$$m_{comb} = \rho_{comb} \Delta V$$

El rendimiento en kilómetros por unidad de volumen, se estima mediante la siguiente ecuación

$$\eta = \frac{Distancia}{m_{comb} / \rho_{comb}}$$

## 6 Resultados

A continuación, se presentan los resultados de las pruebas realizadas sobre la motocicleta. Inicialmente se analizan los resultados de la prueba de potencia, seguidos de los resultados en gases del escape y finalmente se presentan los resultados de la prueba de consumo en el dinamómetro y en ruta.

### 6.1 Resultados revisión de contaminantes

De acuerdo a la norma permitida en Colombia el CO y el O<sub>2</sub> no pueden superar 5% de emisión. Como se muestra en la Figura 10, el CO en la primera medición sobrepasó dicho umbral, pero en las mediciones 2 y 3 se mantiene por debajo del límite máximo permitido. El resultado inicial, pudo ser causado por un periodo de riqueza de mezcla, y al no disponerse de un catalizador, no se logra la oxidación completa del combustible. Aunque los resultados no son concluyentes, se puede verificar que, la modificación del escape en cuanto a la emisión de CO, no eleva tanto dicha emisión, pudiéndose tener mediciones que incluso estén bajo norma. Por su parte, el O<sub>2</sub> en las 3 mediciones estuvo por debajo de 5%, lo que valida la toma de gases sin aire de dilución. (bajaj, s.f.)

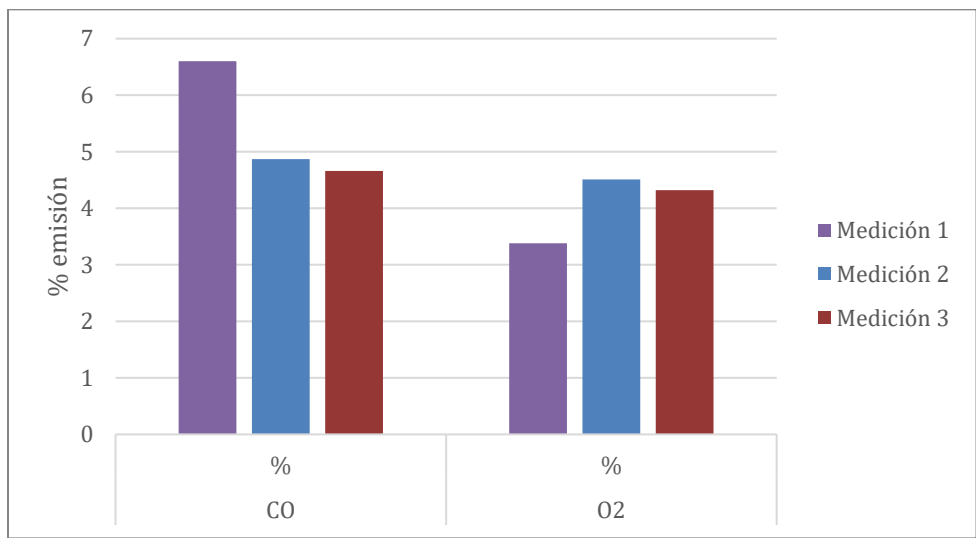


Figura 10. Emisiones contaminantes de CO y O<sub>2</sub>, pruebas de norma

Los hidrocarburos (HC) por su parte no pueden estar por encima de 1300 ppm y en las mediciones realizadas lo máximo que llegó fue de 954 ppm, lo que indicaría que para esta emisión también se estaría cumpliendo la norma. Es de aclararse que previo al desarrollo de las pruebas se verificó que el estado mecánico de la motocicleta fuera el óptimo, es decir, se revisó que la misma no tuviera consumo de aceite, que el nivel de aceite estuviera a la medida que el fabricante solicita, las válvulas estuvieran calibradas, la carburación en el punto, el estado de las bujías bajo en parámetros óptimos, entre otros.

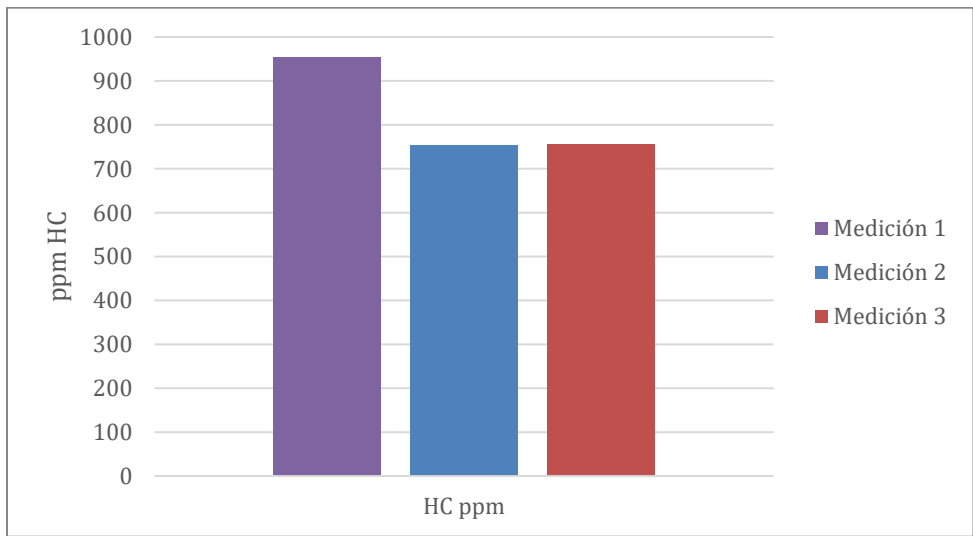
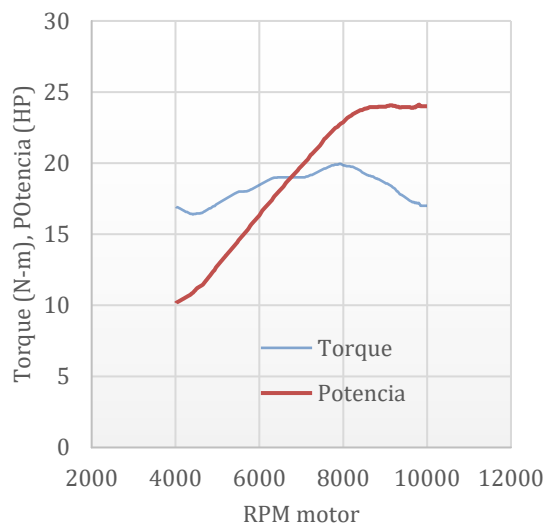


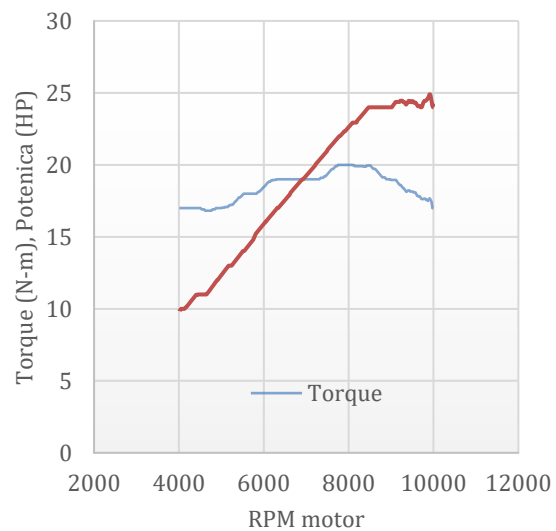
Figura 11. Emisión contaminante HC, pruebas de norma

## 6.2 Prueba de potencia

La moto de fabrica da 23.18 hp a 9500 rpm y 18.3 N-m a 8000 rpm, sin embargo, las pruebas se desarrollaron en Medellín a 1600 msnm, donde se espera una pérdida de potencia del 15%, por lo tanto, para una motocicleta sin modificar se espera que la potencia máxima sea alrededor de 20 HP. Las pruebas realizadas con la moto modificada se muestran en la Figura 12, Se evidencia que, en una de las pruebas que se alcanza una potencia alrededor de 24 HP, lo que significa una mejora del 25% aproximadamente y en el torque dio 20 N-m mientras el torque alcanza aproximadamente 20 N-m.



A. Prueba 1



B. Prueba 2

Figura 12. Resultados pruebas de torque y potencia.

La segunda prueba similar a la primera, validando así los resultados. Las anteriores pruebas evidencian una mejora considerable en el desempeño máximo de la motocicleta luego de desarrollar modificaciones en los sistemas de admisión y de escape.

## 6.3 Pruebas 80 km/h

El objetivo de la prueba de 80 km/h midiendo consumo y emisiones, es probar la motocicleta en un ambiente controlado. Esta prueba se hizo en el dinamómetro con la finalidad de simular situaciones de competencia a altas velocidades, para ello probó a una velocidad constante de 80 km/h durante un tiempo de 5 min con una pendiente simulada de 1%. Se recopiló información de internet de usuarios que poseen Pulsar NS 200 original y, de acuerdo a las experiencias documentadas, la motocicleta tiene una autonomía de 140-150 km/gal (bajaj, s.f.). En la Figura 13a se muestra el resultado de la prueba en cuanto a velocidad, donde se puede notar que se mantiene aproximadamente constante en 80 km/h, por su parte en la

Figura 13b se evidencia cómo, durante esta prueba, el volumen de la gasolina disminuye con una pendiente constante. Ambos resultados dan cuenta de la estabilidad de la prueba. De la gráfica de consumo se estableció la pendiente en 0.6521 ml/s, la cual, usando la densidad de la gasolina como 720 g/l, permite pasar el consumo a 0.469 g/s, dando así una autonomía de 129 km/gal. Se logra percibir que, haciéndole estas modificaciones hay un consumo mayor, comparado con lo que reportan los usuarios de la moto, aunque a cambio se tiene un aumento notorio en la potencia y torque máximos.

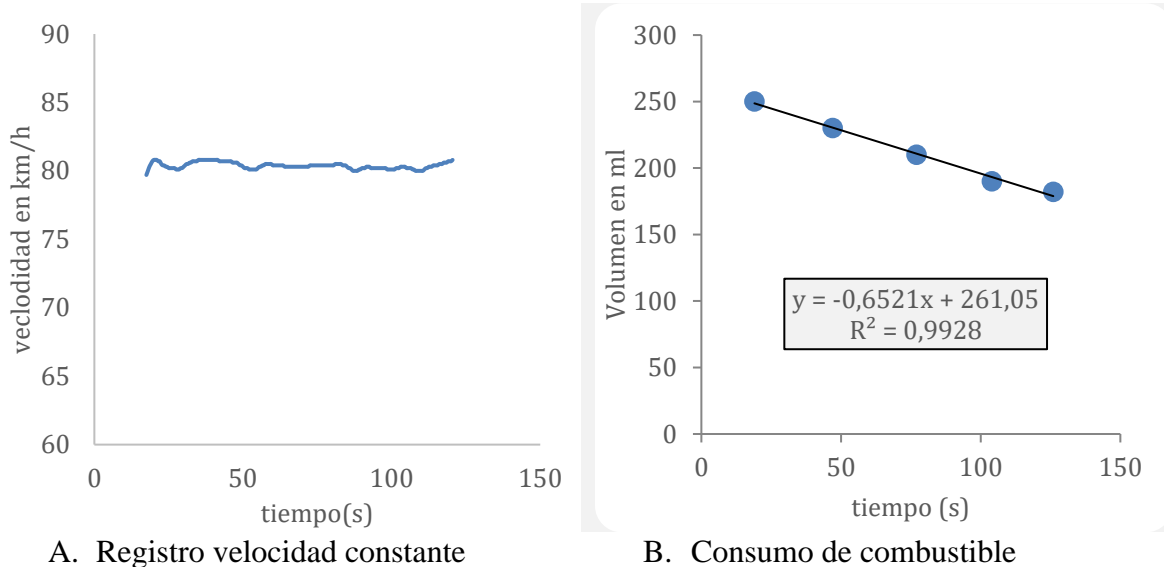


Figura 13. Prueba a 80km/h, con pendiente de 1%

La Figura 13 corresponde a la medición 1, de la prueba de consumo. Vale la pena recordar que dicha prueba se desarrolló 3 veces para dar confiabilidad a los resultados. De esta manera la Figura 14, muestra los resultados de las tres mediciones, en ella se observa que el consumo promedio fue de 124 km/gal, con variaciones desde 120.3 hasta 129.4 km/gal.

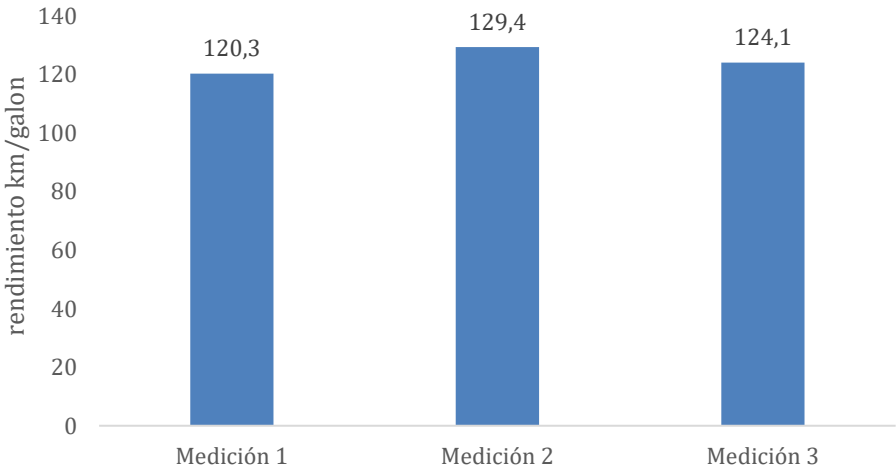


Figura 14. Rendimiento km/galón

Por su parte, las Figura 15 presenta los índices de emisión para CO e HC en gramos de emisión por cada kilómetro recorrido, en ella se evidencia que estos contaminantes estuvieron en los rangos referenciados para este tipo de vehículo, aunque con valores ligeramente mayores a los esperados.

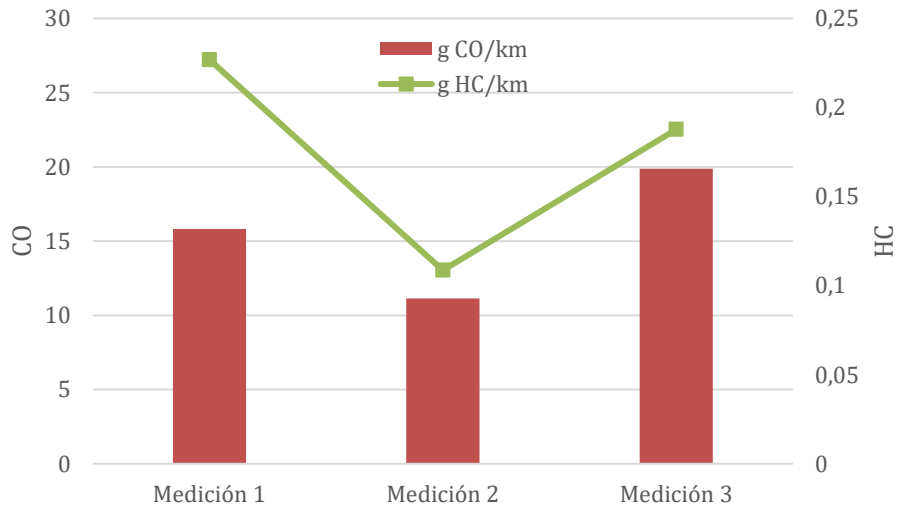


Figura 15. Índice de emisión

#### 6.4 Resultados pruebas en ruta

En esta última prueba se analizó principalmente en el consumo de combustible en ruta. En Figura 16, se presentan 5 columnas ilustrando cada prueba realizada. Las pruebas 1 y 4 fueron realizadas a una velocidad alta simulando una situación de carrera, allí se evidencian consumos altos, teniendo así una autonomía de 90 a 91 km/gal. Por su parte, las pruebas 2 y 3 fueron llevadas a cabo con una conducción normal de ciudad, dando una autonomía entre 120 a 132 km/gal. Por último, la prueba 5 se llevó a cabo con los 2 tipos de conducción, tanto deportiva como de ciudad, dando una autonomía de 101 km/gal. De acuerdo con los resultados se validan las pruebas en dinamómetro. Por otro lado, es de notar que el consumo de la motocicleta es superior al reportado para condiciones estándar, sin embargo, se destaca nuevamente que los resultados de potencia y torque podrían justificar las modificaciones. Los resultados también evidencian que el consumo depende considerablemente del modo de conducción de la moto.

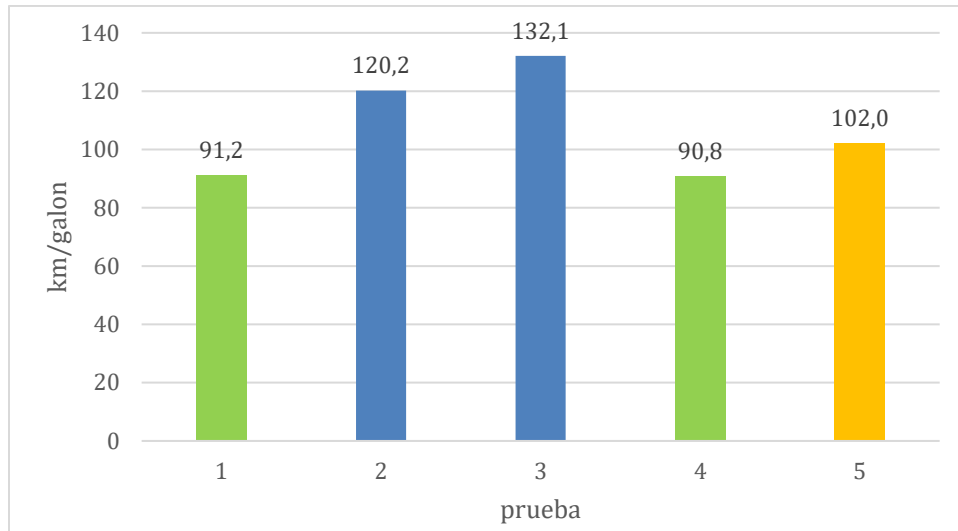


Figura 16. Consumo de combustible bajo pruebas en ruta.

## Conclusiones

Luego de desarrollar las pruebas, se obtienen las siguientes conclusiones, las cuales buscan contribuir en la búsqueda de soluciones a la problemática a una motocicleta modificada para competencias de moto velocidad.

- Se concluye que la prueba de revisión de contaminantes de la motocicleta modificada en la admisión y escape tiene una gran posibilidad de pasar la tecno mecánica que rige el ministerio de transporte (NTC 5375).
- En la prueba de potencia máxima se estimó que las modificaciones de admisión y escape ayudan a mejorar el rendimiento de la motocicleta un 25% en comparación a una Pulsar ns 200 original.
- De acuerdo con los objetivos planteados la prueba de 80 km/h en la motocicleta reformada obtuvo una autonomía de 120 a 129 km/gal dando así una buena independencia sea en vía pública como en pista de competencia. Aunque se advierte un mayor consumo en comparación con la motocicleta estándar.
- Tras el análisis se puede derivar que la prueba en ruta dio un mejor consumo de 90 km/gal a una conducción convencional que dio un consumo de 120 km/gal. De esta manera las modificaciones logran una mayor potencia, pero se incrementa el consumo.
- Los resultados de índices de emisiones no son concluyentes, por lo que se requerirán más pruebas para validar si la motocicleta aumenta su impacto ambiental al operar luego de modificaciones.

## Bibliografía

- Alvarez, C. A. (2011). *metodologia de la investigacion cuantitativa y cualitativa* . neiva: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>.
- bajaj. (s.f.). *globalbajaj.com*. Obtenido de <https://www.globalbajaj.com/argentina/castellano/productos/motorcycles/rouser/rouser-ns-200/especificaciones-t%C3%A9cnicas/>
- Gerardo Herce, P. D. (2012). *sistema de admision, refrigeracion y escape en una moto de competicion*. pamplona: uPna.
- NTC. (22 de 02 de 2012). *www.innovacionesiac.com*. Obtenido de <https://www.innovacionesiac.com/NTC-5365.pdf>
- saenz. (2016). *saenzdynos.com.ar*. Obtenido de <https://www.saenzdynos.com.ar/bco-rodillos-in-kart.php?lang=es>
- tecni motos.com*. (24 de junio de 2015). Obtenido de <https://tecni motos.com/motos/auteco/moto-bajaj-pulsar-200-ns-pro-de-auteco-precio-cilindraje-capacidad/attachment/moto-bajaj-pulsar-200-ns-pro-3/>
- Valera, J. O. (2015). *estudio de potenciacion mediante modelado 4 tiempos sherco 250*. españa: Fundacion cidaut .
- Maldonado, B., & Chica, J. (2023). *Estudio del comportamiento del motor de una motocicleta mediante la aplicación de un escape de competencia y eje de levas modificado*. Tesis, Cuenca- Ecuador. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/16284/TFM-I-325.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Nohlen, D. (2020). *el método comparativo\**