

Universidad Internacional del Ecuador



Facultad de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Integración Curricular

Artículo de Investigación para la obtención del Título de Ingeniería en Mecánica
Automotriz

Estudio comparativo de las emisiones de gases y potencia de un motor N1 que cumplió su
vida útil por desgaste normal con la norma de fábrica y certificación original Euro 3

Bryan Campaña

Emilio Orosco

Director: Ing. Juan Carlos Rubio Terán, MBA

Quito, 2021

CERTIFICACIÓN

Por medio del presente certificado damos a conocer que el artículo presentado es de la autoría de Bryan Campaña y Emilio Oroseo, nosotros declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra propiedad intelectual; este documento no ha sido presentado anteriormente en ningún grado o certificado profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

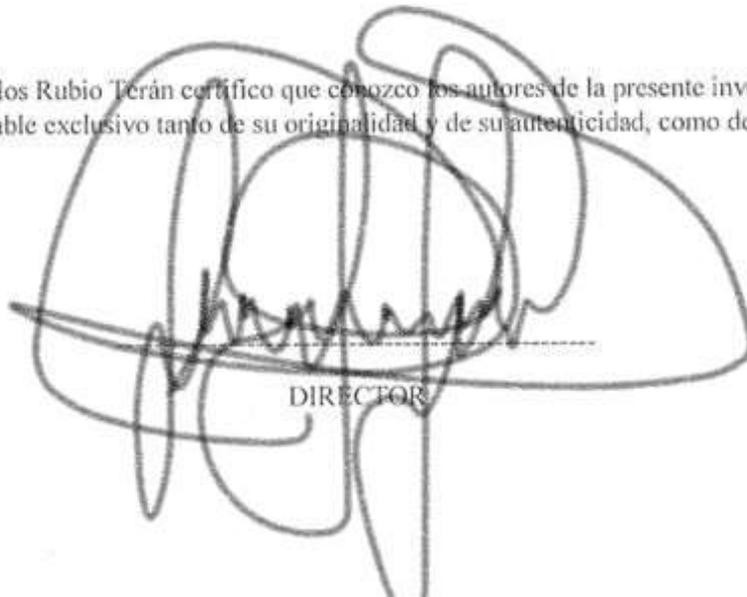


Bryan Campaña



Emilio Oroseo

Yo, Ing. Juan Carlos Rubio Terán certifico que conozco los autores de la presente investigación, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y de su autenticidad, como de su contenido.



DIRECTOR

DEDICATORIA Bryan Campaña

Quiero dedicar este trabajo a mis padres quienes en forma permanente me motivaron para salir adelante y nunca darme por vencido.

A mi abuelita Elsa que ahora está en el cielo y cuyo sueño fue verme convertido en un profesional, desde niño siempre me impartió valores que los aplicaré en futura vida profesional.

A mi abuelito Salomón que siempre me enseñó la importancia de la Educación para los hombres de bien.

Finalmente lo dedico a los catedráticos de la Universidad y su incansable labor día por día en beneficio de los estudiantes, pues con sus amplios conocimientos técnicos y científicos han generado un importante cambio en mi persona.

DEDICATORIA Emilio Orosco

Empezando por dedicar este proyecto de investigación a mis padres, quienes me dieron la vida, la posibilidad de estudiar y todo su apoyo en cada paso dado a lo largo de mi vida. Mis padres, quienes nunca dejaron de confiar en mí y me alentaron a seguir adelante.

A mi hermano José Roberto, quien constantemente me ha dado todo su apoyo y me ha alentado a seguir mis sueños, hasta conseguirlos.

AGRADECIMIENTOS Bryan Campaña

El logro de este trabajo obedece también a quienes aportaron con información y conocimiento en el aspecto técnico y científico dándome la oportunidad de poner en práctica todo lo aprendido permitiendo y apoyando con análisis significativos a nivel de investigación que me han permitido obtener datos finales y aportar a la sociedad con este trabajo investigativo.

A mis distinguidos maestros y tutores que en todo momento con su motivación permanentemente incidieron en mi para cumplir a cabalidad como corresponde.

A mi Universidad que me permitió cumplir y superar con todas mis expectativas

Para mis familiares y amigos quienes estuvieron al pendiente de que cumpla esta meta

AGRADECIMIENTOS Emilio Orosco

Por todo el apoyo recibido para la realización de este artículo, quiero agradecer al Ingeniero Juan Carlos Rubio por su conocimiento brindado hacia este proyecto de titulación, con el cual hemos logrado analizar y aplicar todo el conocimiento aprendido a lo largo de la carrera de ingeniería mecánica automotriz.

Quiero continuar agradeciendo a la Universidad Internacional del Ecuador, esencialmente a la facultad de mecánica automotriz por brindarme todos los recursos y herramientas necesarias, logrando así adquirir conocimientos nuevos, al igual que nuevas experiencias.

A mis profesores, los cuales me han apoyado no solo como la autoridad que son, sino como amigos con el fin de brindarnos todo su conocimiento académico de la mejor manera, darnos esa confianza a equivocarnos, volver a intentarlo y salir adelante tanto en lo personal como en lo profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA J	ii
DEDICATORIA K	iv
AGRADECIMIENTOS J	v
AGRADECIMIENTOS K.....	vi
1. INTRODUCCIÓN	9
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	9
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
5. CONCLUSIONES	14
6. REFERENCIAS.....	15
6. ANEXOS	xvii
Figura 1. Proceso de combustión dentro de un cilindro.....	10
Tabla 1. Ficha técnica del motor N1 a utilizar.	10
Tabla 2. Dinamómetro: valores promedio de motor de 50 000 km.	12
Tabla 3. Análisis de gases: valores promedio de motor de 50 000 km.	12
Tabla 4. Dinamómetro: valores promedio de motor de 100 000 km.	12
Tabla 5. Análisis de gases: valores promedios de motor de 100 000 km.	12
Tabla 6. Dinamómetro: valores promedio de motor de 150 000 km.	12
Tabla 7. Análisis de gases: valores promedio de motor de 150 000 km.	13
Tabla 8. Dinamómetro: valores promedio de motor de 200 000 km.	13
Tabla 9. Análisis de gases: valores promedio de motor de 200 000 km.	13
Tabla 10. Dinamómetro: valores promedio de motor de 250 000 km.	13
Tabla 11. Análisis de gases: valores promedio de motor de 250 000 km.	13
Tabla 12. Dinamómetro: valores promedio de motor de 270 000 km.	13
Tabla 13. Análisis de gases: valores promedio de motor de 270 000 km.	14
Tabla 14. Dinamómetro: valores promedio de motor de 280 000 km.	14
Tabla 15. Análisis de gases: valores promedio de motor de 280 000 km.	14
Tabla 16. Emisiones a 1650 metros de altura.	14

Estudio comparativo de las emisiones de gases y potencia de un motor N1 que cumplió su vida útil por desgaste normal con la norma de fábrica y certificación original Euro

3

Ing. Juan Carlos Rubio C. MSc, Bryan Campaña, Emilio Orosco

Universidad Inter, Titulo Obtenido, email (jrubio@uide.edu.ec, Quito – Ecuador

² Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, email
brcampanaba@internacional.edu.ec, Quito - Ecuador

³ Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, email
emorosco@internacional.edu.ec, Quito – Ecuador

RESUMEN

Para regular la producción de este tipo de gases, como son: el dióxido de carbono -CO₂-, los hidrocarburos no quemados durante la combustión del motor -HC-, las partículas de suspensión, entre otros; se aplican las normas Euro que tienen como propósito establecer los estándares internacionales para regular las emisiones contaminantes de los vehículos. En base a la norma Euro 3, se trabajó con un motor N1 en donde se analizó cómo es el proceso de desgaste y cómo aumentó la generación de gases contaminantes en diferentes etapas de la vida útil. Se ejecutaron los análisis a distintos kilometrajes: 50.000 km, 100.000 km, 150.000 km, 200.000 km, 250.000 km y 275.000 km. Siendo el último, la toma de decisión para reacondicionarlo. Posterior al reacondicionamiento del motor, se tomaron las medidas y se compararon con la norma Euro 3, para ver si se cumple los límites establecidos. El motor en los primeros análisis realizados a los 50 000 km – 200 000 km muestra que no existe variación de los resultados de emisiones y tiene un valor mínimo de potencia por desgaste. A los 200 000 km, el motor presenta un elevado índice de gases contaminantes, producto de un mal funcionamiento del catalizador. El motor pasado los 220 000 km, empieza a producir un mayor desgaste, a pesar de que el motor cumplía con la normativa, consumía mayor cantidad de combustible, llegando a aumentarse entre un 25% - 30%. Se pudo determinar que el motor N1 para obtener su eficiencia el motor, consume un mayor trabajo térmico. Por el desgaste normal que presenta, a pesar de que este motor contaba con un convertidor catalítico, esto causaba una mayor generación de gases contaminantes. Al reacondicionar el motor se logró aproximar más a las características de fábrica, basados en la normativa Euro 3 a la cual se rige el motor. Esto hace que las emisiones contaminantes disminuyan de los límites máximos permitidos a los límites mínimos permitidos, así como que el consumo de combustible disminuya y llegue a obtener el torque y potencia originales del motor.

Palabras clave: motor N1, desgaste, euro 3, reacondicionamiento, catalizador.

ABSTRACT

The Euro norms are applied to regulate the production of different type of gases, such as: carbon dioxide -CO₂-, hydrocarbons not burned during engine combustion -HC-, suspension particles, among others. Their purpose is to establish international standards to regulate polluting emissions from vehicles. Based on the Euro 3 standard, a study with an N1 engine was performed where the wear process was analyzed and how the generation of polluting gases increased at different stages of the useful life. The analyzes were run at different kilometers: 50,000 km, 100,000 km, 150,000 km, 200,000 km, 250,000 km, and 275,000 km. Being the last, the key decision whether to recondition it. After reconditioning the engine, measurements were taken and compared with the Euro 3 standard, to see if the established limits were met. The engine in the first analyzes carried out at 50,000 km - 200,000 km showed that there is no variation in the emission results and has a minimum value of power due to wear. At 200,000 km, the engine had a high level of polluting gases as the result of a malfunction of the catalytic converter. The engine after 220,000 km began to produce more wear, even though the engine complied with the regulations. Therefore, it consumed more fuel, reaching an increase of between 25% - 30%. It was determined that the N1 motor consumes a greater thermal work to obtain its efficiency, Due to the normal wear, even though this engine has a catalytic converter, this caused a greater generation of polluting gases. By reconditioning the engine, it was possible to bring it closer to the factory characteristics, based on the Euro 3 standard to which the engine is governed. This causes pollutant emissions to decrease from the maximum permitted limits to the minimum permitted limits, as well as reducing fuel consumption and reaching the original torque and power of the engine.

Keywords: N1 engine, wear, euro 3, overhaul, catalyst.

1. INTRODUCCIÓN

El sector automotriz es una de las industrias que continúa innovando y produciendo cada año diferentes automóviles y vehículos para suplir la demanda de transporte. Debido al incremento de vehículos, el índice de emisiones nocivas vehiculares ha aumentado a la par. De tal manera, en un estudio realizado en la ciudad de Loja, el transporte particular contribuyó que las emisiones de CO₂ en la atmósfera con un 60%, convirtiéndose en la principal fuente de contaminación (Vinicio-Rojas, M, Caraballo-Núñez, M Álvarez-Hernández, O, Vivanco-Pinta, 2018). Para regular la producción de este tipo de gases, como son: el dióxido de carbono -CO₂-, los hidrocarburos no quemados durante la combustión del motor -HC-, las partículas de suspensión -PM- (Sauras, 2020), entre otros., se aplican distintas normas que tienen como propósito establecer los estándares internacionales para regular las emisiones contaminantes de los vehículos. Una de estas es la normativa europea Euro que va desde la Euro 1 hasta la Euro 6. Las normas Euro que actualmente se utilizan y que afectan a la clasificación medioambiental de los vehículos son la Euro 3, Euro 4, Euro 5 y Euro 6. Aunque la Euro 3 se dejó de utilizar en Europa hace 11 años (Alvarado P., 2020), en muchos países de Latinoamérica se sigue utilizando tanto la Euro 3 y Euro 4 como normativa para vehículos a gasolina. En Ecuador, actualmente aún circulan vehículos bajo las normas Euro 1, Euro 2 y Euro 3 (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2017a), aunque se desconoce la cifra exacta por cada norma.

Para que los automóviles logren cumplir estas normas, tienen un tratamiento postcombustión con la ayuda de catalizadores (Alvarado P., 2020). Debido al desgaste normal, llega el punto en el que los valores estándar de gases producidos por el motor salen del rango permitido y se requiere hacer mantenimiento al motor. Este es un evento progresivo y que varía dependiendo del tipo de motor que se

esté trabajando. Por eso, para el presente estudio se ha escogido trabajar con un motor N1 en donde se analizará cómo es el proceso de desgaste y cómo va aumentando el proceso de generación de gases contaminantes.

Los motores nuevos, salen de fábrica cumpliendo las regulaciones establecidas por los estándares. Por esta razón, el alcance del proyecto se basa en analizar y restaurar un motor desgastado al estado en el que vuelva a cumplir la normativa Euro 3. Así mismo, se analizará el cambio evolutivo que sufre el motor y cómo aumenta la polución producida y las causas de esto. De la mano, se analizará como se ve afectada la potencia del motor durante este proceso de desgaste. Finalmente, se tiene interés de llegar a explicar por qué el motor salió del estándar y cómo se lo puede reacondicionar para que se vuelva a cumplir la norma. El contraste entre los resultados previo al mantenimiento y después de la restauración en donde los catalizadores estarán funcionando perfectamente, permitirá observar la importancia del control de producción de estos gases y la necesidad de que existan normativas que regulen estos parámetros en los motores.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Para abarcar los objetivos del presente estudio, se requiere entender cómo funciona un motor N1. De acuerdo con la clasificación de los vehículos de motor en base a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2656:2012, se clasifican en categorías denotadas con letras (Amaya & Loja, 2017), en donde la letra N denomina a “vehículos automotores de cuatro ruedas o más, diseñados y contruidos para el transporte de mercancías” (Amaya & Loja, 2017). Dentro de esta categoría, se tiene la subcategoría N1 que se lo utiliza para vehículos de PBV¹ de 3.5 toneladas o menos. En base a la ficha técnica utilizada, se pueden establecer las características importantes del motor que se utilizarán para el desarrollo del

¹ PBV significa Peso Bruto del Vehículo que se usa como referencia para el peso máxima legal de un vehículo.

presente estudio, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Ficha técnica del motor N1 a utilizar.

Característica	Valor
Motor Datos Técnicos	
Motor	En línea 4
Combustible	Gasolina
Líquido Refrigerante	Agua
Cilindrada	1339 cm ³
Diámetro x Carrera	73.00 x 80.00 mm
Válvulas	8 válvulas
Sobrealimentación	N/A
Relación de Compresión	10.8
Potencia	86 PS o 85 bhp o 63 kW @ 5700 rpm
Par máximo	119.0 Nm o 87 lb.ft @ 5700 rpm
Tracción	FWD
Caja de Cambios	Velocidades Auto CVT
Consumos, Emisiones y Autonomía	
Capacidad del Depósito	42 L
Emisiones de CO ₂	-
Dimensiones, Aerodinámica y Peso	
Peso	990 kg
Relación Peso/Potencia	11.5 kg/hp

Fuente. (N1 I A Ficha Técnica e Dimensiones, n.d.)

Al trabajar con este tipo de motor se tiene de igual manera un proceso de combustión. Este es un proceso no perfecto, por lo que en el ciclo real da lugar a la creación de otros tipos de elementos y residuos aparte del agua y dióxido de carbono (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2017b). Dentro de estos gases de escape están los hidrocarburos no quemados, el dióxido de carbono (CO₂), el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NOx) y las partículas de suspensión, entre otros (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2017a). En la Figura 1 se observa el proceso de combustión general para un cilindro. Este se divide en 4 fases primordiales que crean un ciclo de trabajo en el que se desarrolla un motor en donde se puede observar que al final del ciclo, se producen los gases de escape.

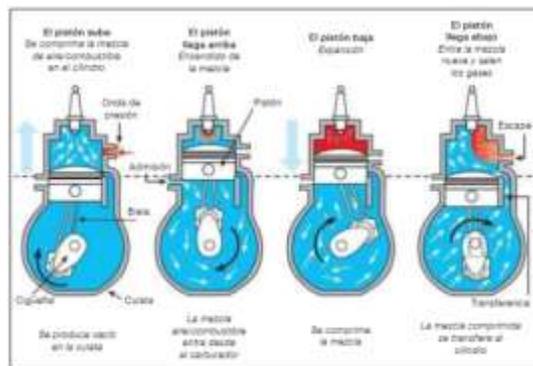


Figura 1. Proceso de combustión dentro de un cilindro.

Fuente. (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2017b) Revista Calidad INEN 2017

Los ciclos termodinámicos que rigen este comportamiento son la base del funcionamiento teórico de los motores de combustión interna. Para motores de gasolina, se tiene el ciclo de Otto en el cual se puede medir la eficiencia del motor en base a la relación de compresión, la cual “*es la proporción entre los volúmenes máximo y mínimo de la cámara de combustión*” (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2017a).

Por otro lado, en el Ecuador rige la Norma Técnica NTE INEN 2204 que regula los límites permitidos de emisiones de vehículos automotores para modelos a gasolina y la INEN 2207 para modelos diésel.

En el 2016, el Gobierno Nacional del Ecuador planteó que los vehículos importados y ensamblados en el país deben cumplir con la norma Euro 3 (El Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 1998) que tiene como meta reducir los niveles de emisiones. El cumplimiento de esta normativa permite que la cantidad de gases producidos no sean dañinos a la salud humana. Por eso, desde la aparición de los convertidores catalíticos, el monóxido de carbono (CO), un gas considerado un asesino letal, se convierte en dióxido de carbono o en un nivel no letal del monóxido de carbono (Duncan, 2013). El catalizador dentro del sistema de escape de un vehículo tiene la función de reducir la contaminación producida al transformar los gases de escape mediante una reacción química, la catálisis. Esto se logra realizar debido a la elevada temperatura de los

gases y del propio catalizador. Sin embargo, la eficiencia de un catalizador se desgasta con el tiempo; es decir, su vida útil depende del uso y factores externos, aproximadamente puede durar alrededor de los 120.000 km (García, 2017). Los factores que influyen en el deterioro de un catalizador son varios, como: el combustible de mala calidad, la temperatura de funcionamiento del motor, la degradación hidrolítica del aceite, entre otros (CAJAS & LOARTE, 2012).

Así mismo, se tiene el desgaste normal del motor generado por distintos factores. Uno de ellos es debido a la contaminación y falta de lubricación, es por esto por lo que en las revisiones periódicas de los vehículos se inspeccionan los filtros de aceite, filtros de aire, filtros de combustible, filtros de agua, entre otros. Lo que ocurre cuando el motor se desgasta es que las partículas contaminantes en el motor aumentan y la potencia baja, por lo que se requiere más combustible para el mismo trabajo (Espinoza, 2008). Por lo tanto, conforme las distintas partes del motor se empiezan a desgastar, se puede empezar a ver fluctuaciones en la presión de aceite y pérdida de potencia debido al sellado de los anillos del pistón y la pérdida de presión de la combustión. Por esta razón, el estudio del comportamiento del motor mediante la variable cuantitativa de la potencia generada permitirá observar el estado y el cambio en la eficiencia de este.

Una vez que se logre observar todos estos cambios, se utilizará la norma Euro 3 como base de los requisitos, en otras palabras, de los límites para las emisiones de gases de combustión interna de los vehículos.

Así mismo, es importante considerar que la mayoría de los motores de los autos que llegan al país cumplen de fábrica con la norma Euro 3, pero tienden a usar gasolina de menor calidad que la indicada ya que se requiere gasolina con 95 octanos, y en el país se maneja la súper de 92 a 90 octanos y la extra de 87 a 85 octanos (Ajuste En Los Motores Por Regla Ambiental | El Comercio, 2017)

La norma Euro 3 abarca tanto los requerimientos establecidos en la Euro 1 y Euro 2 que incluyen controlar el límite de emisiones de monóxido de carbono, cambio de

gasolina sin plomo, instalación universal de catalizadores que también traten el combinado de hidrocarburos no quemados y óxidos de nitrógeno tanto para vehículos de gasolina como de diésel. (Ajuste En Los Motores Por Regla Ambiental | El Comercio, 2017).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio a varios motores N1 que cumplen la normativa Euro 3 en diferentes etapas de la vida útil. Se ejecutaron los análisis a distintos kilometrajes: 50.000 km, 100.000 km, 150.000 km, 200.000 km, 250.000 km y 275.000 km. Siendo el último, la toma de decisión para reacondicionarlo. Posterior al reacondicionamiento del motor, se toman las medidas y se compara con la norma Euro 3, para ver si se cumple los límites establecidos. Para empezar, se utilizó un motor de combustión interna N1 en donde se desmontaron las piezas constitutivas, para su correcta medición. Así mismo, se utilizó un dinamómetro (se mide la potencia en HP), un medidor de gases (se midieron las emisiones de gases mostrados en la sección 4 desde la Tabla 2 hasta la Tabla 16), y se prosiguió con el reacondicionamiento del motor (Barros Bermeo & Morán Castro, 2014).

Se han realizado estudios experimentales y cuantitativos y pruebas. Una vez obtenida la información y clasificada en las tablas, se validan las pruebas al colocar el promedio de tres ensayos.

Por otro lado, el procedimiento para la toma de datos, el que permitirá obtener los datos de potencia, se detalla a continuación:

1. Calentar el motor a temperatura óptima de trabajo.
2. Montar y asegurar el vehículo en el dinamómetro.
3. Calibrar el vehículo al dinamómetro (cilindraje)
4. Hacer una pasada de prueba (velocidad, RPM y los datos necesarios).
5. Una pasada para una toma de datos.
6. Dos pasadas más para validar los datos.

7. El análisis de los datos y la impresión de estos.
8. Sacar el vehículo del dinamómetro.
9. Obtener el promedio de las tres pasadas y estructurar la tabla.

Este procedimiento permitió obtener los valores deseados para poner proseguir con el análisis planteado, como se muestra en la sección 4.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Procediendo con el análisis de resultados, el estudio realizado en un motor N1 a gasolina de 1.3 cm³ de 4 cilindros con una potencia 100 hp a 5700 rpm con una relación de compresión 10.8; dio como resultado en las pruebas del dinamómetro que a los 50 000 km del motor mantiene una potencia de 76.25 hp a 5200 rpm con un torque de 13.12 hp a 2800 rpm, con una potencia de 96 hp a 5600 rpm como también en el análisis de gases a los 50 000 km, en CO 0.14% en HC 59 ppm con un O₂ de 1.17% con una relación lambda de 1.064.

Tabla 2. Dinamómetro: valores promedio de motor de 50 000 km.

VALOR	RPM	MAX [HP]
Potencia	5200	76.25
Torque	2800	13.12
Potencia Trans	5800	25.25
Potencia Motor	5600	96.00

Fuente. Campaña B. y Orozco E. (2020)

Tabla 3. Análisis de gases: valores promedio de motor de 50 000 km.

KILOMETRAJE	50 000
Torque	127 N.m
Potencia	96 h.p.
CO	0.14%
HC	59 ppm
O ₂	1.17%
Lambda	1.064

Fuente. Campaña B. y Orozco E. (2020)

A los 100 000 km en la prueba realizada en dinamómetro el motor indica una potencia de 76.25 hp a 5200 rpm y un torque de 13.12 a

2800 rpm dando así una potencia de motor de 96 hp a 5600 rpm como resultado en el análisis de gases el motor tiene un CO de 0,14%, un HC de 59 ppm, O₂ 1.17% y una relación lambda de 1.064, en donde se indica que el motor sigue manteniendo los mismos valores a los anteriormente tomados.

Tabla 4. Dinamómetro: valores promedio de motor de 100 000 km.

VALOR	RPM	MAX [HP]
Potencia	5200	76.25
Torque	2800	13.12
Potencia Trans	5800	25.25
Potencia Motor	5600	96.00

Fuente. Campaña B. y Orozco E. (2020)

Tabla 5. Análisis de gases: valores promedios de motor de 100 000 km.

KILOMETRAJE	100 000
Torque	127 N.m
Potencia	96.2 h.p.
CO	0.14%
HC	59 ppm
O ₂	1.17%
Lambda	1.064

Fuente. Campaña B. y Orozco E. (2020)

A los 150 000 km en la prueba realizada en dinamómetro el motor indica una potencia de 73 hp a 5200 rpm con un torque de 12.00 hp a 2 800 rpm dando así una potencia de motor de 90 hp a 5600 rpm; como resultado en el análisis de gases el motor indica un CO de 0.14%, HC de 59 ppm, O₂ 1.17% y una relación lambda de 1.064, en donde se muestra que el motor presenta cambios poco significativos en torque y potencia.

Tabla 6. Dinamómetro: valores promedio de motor de 150 000 km.

VALOR	RPM	MAX [HP]
Potencia	5200	73.00
Torque	2800	12.00
Potencia Trans	5800	24.20
Potencia Motor	5600	90.00

Fuente. Campaña B. y Orozco E. (2020)

Tabla 7. Análisis de gases: valores promedio de motor de 150 000 km.

KILOMETRAJE	150 000
Torque	114.3 N.m
Potencia	90 h.p.
CO	0.14%
HC	59 ppm
O ₂	1.17%
Lambda	1.064

Fuente. Campaña B. y Orozco E. (2020)

A los 200 000 km en la prueba realizada en dinamómetro el motor indica una potencia de 70 hp a 5200 rpm con un torque de 12.90 hp a 2800 rpm, dando así una potencia de motor de 86hp a 5600 rpm. Como resultado en el análisis de gases el motor indica un CO de 5.8%, HC 595 ppm, O₂ 1.72% y una relación lambda de 1.16, dados los resultados a este kilometraje tenemos perdida de potencia y mayores emisiones de gases contaminantes, tras la sustitución del catalizador se realizó otra prueba a los 200 000 km una potencia de 86 hp con un torque de 107 hp, CO 0.0%, HC 34 ppm, O₂ 0.31% y una relación lambda 1,016 volviendo así a los valores de fábrica sobre emisiones.

Tabla 8. Dinamómetro: valores promedio de motor de 200 000 km.

VALOR	RPM	MAX [HP]
Potencia	5200	70.00
Torque	2800	12.90
Potencia Trans	5800	23.00
Potencia Motor	5600	86.00

Fuente. Campaña B. y Orozco E. (2020)

Tabla 9. Análisis de gases: valores promedio de motor de 200 000 km.

KILOMETRAJE	200 000	200 000
Torque	107 N.m	107 N.m.
Potencia	86 h.p.	86 h.p.
CO	5.88 %	0.0%
HC	595 ppm	34 ppm
O ₂	1.72%	0.31%
Lambda	11.6	1.016
Observaciones	Falla el catalizador	Pruebas con catalizador

Fuente. Campaña B. y Orozco E. (2020)

En la prueba realizada a los 250 000 km en el dinamómetro, el motor indica una potencia de 70hp a 5200 rpm; como resultado en el análisis de gases el motor indica un CO de 0%, HC de 34ppm y un O₂ de 0.31% y una relación lambda de 1.016. Dados los resultados a este kilometraje se tiene pérdida de potencia, sin embargo, mejoran las emisiones gracias a que el catalizador fue cambiado.

Tabla 10. Dinamómetro: valores promedio de motor de 250 000 km.

VALOR	RPM	MAX [HP]
Potencia	5200	70.00
Torque	2800	12.90
Potencia Trans	5800	23.00
Potencia Motor	5600	86.00

Fuente. Campaña B. y Orozco E. (2020)

Tabla 11. Análisis de gases: valores promedio de motor de 250 000 km.

KILOMETRAJE	250 000
Torque	107 N.m
Potencia	85 h.p.
CO	0.0%
HC	34 ppm
O ₂	0.31 %
Lambda	1.016
Observaciones	Pruebas con catalizador nuevo

Fuente. Campaña B. y Orozco E. (2020)

A los 270 000 km en la prueba realizada en dinamómetro el motor indica una potencia de 68hp a 5200rpm; como resultado en el análisis de gases el motor indica un CO 0.14%, HC 59 ppm, O₂ 1.17% y una relación lambda 1.064, dados los resultados a este kilometraje tenemos perdida de potencia.

Tabla 12. Dinamómetro: valores promedio de motor de 270 000 km.

VALOR	RPM	MAX [HP]
Potencia	5200	68.00
Torque	2800	12.00
Potencia Trans	5800	21.00
Potencia Motor	5600	80.80

Fuente. Campaña B. y Orozco E. (2020)

Tabla 13. Análisis de gases: valores promedio de motor de 270 000 km.

KILOMETRAJE	270 000
Torque	102 N.m
Potencia	80.8 h.p.
CO	0.14%
HC	59 ppm
O ₂	1.17 %
Lambda	1.064
Observaciones	Pruebas con catalizador nuevo

Fuente. Campaña B. y Orozco E. (2020)

A los 280 000km en la prueba realizada en dinamómetro el motor indica una potencia de 77hp a 5200rpm; como resultado en el análisis de gases el motor indica un CO 0.14%, HC 59ppm, O₂ 1.17% y una relación lambda 1.064. El motor vuelve a condiciones muy similares de fábrica de acuerdo a la altura en la que se realizó las mediciones.

Tabla 14. Dinamómetro: valores promedio de motor de 280 000 km.

VALOR	RPM	MAX [HP]
Potencia	5200	77.00
Torque	2800	13.12
Potencia Trans	5800	25.30
Potencia Motor	5600	96.00

Fuente. Campaña B. y Orozco E. (2020)

Tabla 15. Análisis de gases: valores promedio de motor de 280 000 km.

KILOMETRAJE	280 000
Torque	102 N.m
Potencia	80 h.p.
CO	0.14%
HC	59 ppm
O ₂	1.17 %
Lambda	1.064
Observaciones	Pruebas con catalizador nuevo

Fuente. Campaña B. y Orozco E. (2020)

Tabla 16. Emisiones a 1650 metros de altura.

KILOMETRAJE	TORQUE	POTENCIA	CO	OBSERVACIONES
50000	127 N.m.	96 h.p.	0.14%	
100 000	127 N.m.	96 h.p.	0.14%	
150 000	114.3	95 h.p	0.14%	
200 000	107 N.m.	89 h.p	5.88%	Falla del catalizador

200 000	107 N.m.	85 h.p.	0.00%	Pruebas con catalizador nuevo
250 000	102 N.m	82.8 h.p	0.4%	
270 000	102 N.m.	80.8 h.p.	0.5%	

KILOMETRAJE	HC	O ₂	LAMBDA	OBSERVACIONES
50000	59 ppm	1.17%	1,064	
100 000	59ppm	1.17%	1,064	
150 000	59ppm	1.17%	1,064	
200 000	595ppm	0.72%	11.6	Falla del catalizador
200 000	34ppm	0.31%	1,016	Pruebas con catalizador nuevo
250 000	59ppm	1.17%	1,064	
270 000	59ppm	1.17%	1,064	

Fuente. Campaña B. y Orozco E. (2020)

Se tiene la revisión de los datos en donde se muestran para cada motor con distinto kilometraje los resultados obtenidos a emisiones de 2850 metros de altura, en la ciudad de Quito.

5. CONCLUSIONES

El motor en los primeros análisis realizados a los 50 000 km – 200 000 km muestra que no existe variación de los resultados de emisiones y tiene un valor mínimo de potencia por desgaste, lo que permite identificar que el motor pese a esto cumple con los datos de fabricación por el sistema post catalítico.

A los 200 000 km el motor presenta un elevado índice de gases contaminantes, producto de un mal funcionamiento del catalizador. Por lo que, al remplazarlo, se vuelve a un estado normal en donde cumple el rango de los parámetros de fábrica de la norma Euro 3.

El motor pasado los 220 000 km, empieza a producir un mayor desgaste, a pesar de que el motor cumplía con la normativa Euro 3, consumía mayor cantidad de combustible, llegando a aumentarse entre un 25% - 30% debido a que realizaba un mayor esfuerzo en el mismo trabajo. Por lo tanto, generaba un mayor consumo de combustible para poder cumplir con el objetivo.

Realizado el estudio en un motor N1, se pudo determinar que el motor consume entre el 25% - 30% más de emisiones contaminantes debido a que, para obtener su eficiencia el motor, consume un mayor trabajo térmico. Por el

desgaste normal que presenta, a pesar de que este motor cuenta con un convertidor catalítico, esto causaba una mayor generación de gases contaminantes. Sin embargo, sigue dentro de los estándares de la normativa Euro 3. El incremento de 25% de combustible se lo tomo en pruebas de ruta desde Quito hacia Ambato con las mismas condiciones de funcionamiento, es decir cinco personas y dos maletas, con una toma de 5 viajes en todas las condiciones, el Aumento del 30% se realizó de la misma forma, pero de trayecto contraria donde el nivel de acenso es mayor y se incrementó el consumo de combustible, cabe mencionar que cuando el motor esta en condiciones óptimas, éste nivel de diferencia se podría considerar casi despreciable porque no se puede determinar con exactitud una diferencia de consumo.

Al reacondicionar el motor, sus características se aproximan más a las de fábrica, en base a la normativa Euro 3 a la cual se rige el motor. Esto se logra a pesar de la baja calidad del combustible y considerando la altura de la ciudad. Por lo tanto, se produce que las emisiones contaminantes disminuyan de los límites máximos permitidos a los límites mínimos permitidos, así como que el consumo de combustible disminuya y llegue a obtener el torque y potencia originales del motor.

Se observa que a pesar de que el vehículo vuelve a cumplir la normativa, consume aproximadamente 30% más de combustible (de 5.5 gl a 6.5 gl) y así mismo, que bajo el cumplimiento de la Euro 3, la contaminación va de la mano del volumen de combustible que se usa.

Se plantea como recomendaciones para posibles futuros estudios, realizar un estudio de la norma Euro 3 con la combustible de 96 octanos y como afecta esto con nuestros combustibles.

6. REFERENCIAS

Ajuste en los motores por regla ambiental | El Comercio. (2017, March 9). Redacción

Negocios y Sierra Centro.
<https://www.elcomercio.com/actualidad/ajuste-motores-reglaambiental-autos.html>

Alvarado P., D. (2020, June 17). *¿Qué son las normativas Euro 3 y Euro 4?*
<https://www.nitro.pe/mecanico-nitro/que-es-las-normativas-euro-3-y-euro-4.html>

Amaya, M. E., & Loja, J. C. (2017). *Estudio de la funcionalidad del dispositivo antiempotramiento utilizado en camiones.* Escuela Politécnica Nacional.

Barros Bermeo, H. O., & Morán Castro, D. W. (2014). *Reparación de un Motor de Combustión Interna 1.3 Fire.* ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

CAJAS, W., & LOARTE, W. (2012). *Determinación de las causas del desgaste prematuro de los catalizadores del vehículo Hyundai Santa Fe a diesel del año 2008.*

Duncan, I. (2013). Suicide by catalytic converter and deaths at Lake Nyos; Is Carbon Monoxide the toxic agent? Implications for leakage risks from CO2 pipelines. *Energy Procedia*, 37, 7696–7701.
<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2013.06.715>

El Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea. (1998). DIRECTIVA 98/69/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 13 de octubre de 1998. *Parlamento Europeo, 13 de octubre.*
<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1998L0069:19981228:ES:PDF>

Espinoza, L. (2008). Análisis De Un Lubricante. *Ingeniería Química*, 7.

García, G. (2017, March 1). *Catalizador - Motores.*
<https://sites.google.com/a/ieselcano.es/motores/componentes-motor-ci/catalizador>

NI I A Ficha Técnica e dimensiones. (n.d.). Retrieved April 23, 2021, from shorturl.at/azEO9

Sauras, A. (2020). *¿Qué son las normativas anticontaminación Euro y qué miden?*
<https://www.autofacil.es/diesel/2018/07/17/son-normativas-anticontaminacion-euro-miden/45344.html>

- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2017a). El control de emisiones contaminantes de vehículos. *Revista Calidad INEN 2017*, 43, 52–53. https://issuu.com/servicioecuatorianodenormalizacion8/docs/revista_calidad_inen_2017
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2017b). Analizadores de gases de combustión y su aplicación bajo la metrología legal. *Revista Calidad INEN 2017*, 43, 68–69. https://issuu.com/servicioecuatorianodenormalizacion8/docs/revista_calidad_inen_2017
- Vinicio-Rojas, M, Carballo-Núñez, M Álvarez-Hernández, O, Vivanco-Pinta, S. (2018). Emisión de dióxido de carbono de vehículos automotores en la ciudad de Loja , Ecuador. *Cedamaz*, 08, 23–29. <https://bit.ly/366ftrS>

6. ANEXOS

ANEXOS INTRODUCCIÓN..... 8

Anexo 1 Vinicio-Rojas, M, Caraballo-Núñez, M Álvarez-Hernández, O, Vivanco-Pinta, S. (2018). Emisión de dióxido de carbono de vehículos automotores en la ciudad de Loja , Ecuador. *Cedamaz*, 08, 23–29.

<https://bit.ly/366ftrS>.....8

Anexo 2 Sauras, A. (2020). *¿Qué son las normativas anticontaminación Euro y qué miden?*

<https://www.autofacil.es/diesel/2018/07/17/son-normativas-anticontaminacion-euro-miden/45344.html>.....8

Anexo 3 Alvarado P., D. (2020, June 17). *¿Qué son las normativas Euro 3 y Euro 4?*.....8

Anexo 4 Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2017a). El control de emisiones contaminantes de vehículos. *Revista Calidad INEN 2017*, 43, 52–53.

https://issuu.com/servicioecuatorianodenormalizacion8/docs/revista_calidad_inen_2017.....8

ANEXOS FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....8

Anexo 5 Amaya, M. E., & Loja, J. C. (2017). *Estudio de la funcionalidad del dispositivo antiempotramiento utilizado en camiones*. Escuela Politécnica Nacional.....8

Anexo 6 Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2017b). Analizadores de gases de combustión y su aplicación bajo la metrología legal. *Revista Calidad INEN 2017*, 43, 68–69.

https://issuu.com/servicioecuatorianodenormalizacion8/docs/revista_calidad_inen_2017.....9

Anexo 7 Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2017a). El control de emisiones contaminantes de vehículos. *Revista Calidad INEN 2017*, 43, 52–53.

https://issuu.com/servicioecuatorianodenormalizacion8/docs/revista_calidad_inen_2017.....9

Anexo 8 Duncan, I. (2013). Suicide by catalytic converter and deaths at Lake Nyos; Is Carbon Monoxide the toxic agent? Implications for leakage risks from CO2 pipelines. *Energy Procedia*, 37, 7696–7701.

<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2013.06.715>.....9

Anexo 9 García, G. (2017, March 1). *Catalizador - Motores*.

<https://sites.google.com/a/ieselcano.es/motores/componentes-motor-ci/catalizador>.....10

Anexo 10 CAJAS, W., & LOARTE, W. (2012). *Determinación de las causas del desgaste prematuro de los catalizadores del vehículo Hyundai Santa Fe a diesel del año 2008*.....10

Anexo 11 Espinoza, L. (2008). Análisis De Un Lubricante. *Ingeniería Química*, 7.....10

ANEXOS MATERIALES Y MÉTODOS

Anexo 12 Materiales y metodología.

Se utilizó un vehículo N1 con cilindraje de 1300 cc, al que se les sometió a varias pruebas en el dinamómetro. A este vehículo se le realizaron todas las pruebas necesarias para ir determinando las condiciones del motor. Así mismo, se utilizó un analizador de gases que permitió determinar la cantidad de emisiones que el motor emite en los diferentes procesos de su vida útil.

El método utilizado fue uno analítico-deductivo que permitió evaluar el motor, las condiciones de funcionamiento, el proceso de desgaste, proceso de emisiones contaminantes para obtener, por medio de instrumentos de medición (dinamómetro), la cantidad de trabajo que realiza el motor en sus diferentes etapas de vida útil.

Las pruebas realizadas en este proceso de investigación permitieron hacer un análisis de cómo un motor N1 de 1300 cc va cambiando algunos de sus parámetros importantes como torque, potencia y emisiones para llegar a deducir ciertas conclusiones de su desempeño y uso.

ANEXOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Anexo 12 Para 50 000 km

Dinamómetro primera lectura

VALOR	RPM	MAX HP
POTENCIA	5200	96.00
TORQUE	2800	13.24
POTENCIA TRANS	5800	25.50
POTENCIA MOTOR	5600	96.50

Análisis de gases primera lectura

Kilometraje	Torque	Potencia	CO	HC	O2	Lambda	Observaciones
50000	127 N.m.	96 h.p.	0.14%	59 ppm	1.17%	1,064	N/A

Dinamómetro segunda lectura

VALOR	RPM	MAX HP
POTENCIA	5200	76.25
TORQUE	2800	13.12
POTENCIA TRANS	5800	25.25
POTENCIA MOTOR	5600	96.00

Análisis de gases segunda lectura

Kilometraje	Torque	Potencia	CO	HC	O2	Lambda	Observaciones
50000	127 N.m.	96 h.p.	0.14%	59 ppm	1.17%	1,064	N/A

Dinamómetro tercera lectura

VALOR	RPM	MAX HP
POTENCIA	5200	76.00
TORQUE	2800	13.00
POTENCIA TRANS	5800	25.00
POTENCIA MOTOR	5600	95.50

Análisis de gases tercera lectura

Kilometraje	Torque	Potencia	CO	HC	O2	Lambda	Observaciones
50000	127 N.m.	96 h.p.	0.14%	59 ppm	1.17%	1,064	N/A

Anexo 13 Para 100 000 km

Dinamómetro primera lectura

VALOR	RPM	MAX HP
POTENCIA	5200	76.25
TORQUE	2800	13.12
POTENCIA TRANS	5800	25.25
POTENCIA MOTOR	5600	96.00

Análisis de gases primera lectura

Kilometraje	Torque	Potencia	CO	HC	O2	Lambda	Observaciones
100 000	127 N.m.	96,2 h.p.	0.14%	59ppm	1.17%	1,064	N/A

Dinamómetro segunda lectura

VALOR	RPM	MAX HP
POTENCIA	5200	76.3
TORQUE	2800	13.14
POTENCIA TRANS	5800	25.15
POTENCIA MOTOR	5600	96.20

Análisis de gases segunda lectura

Kilometraje	Torque	Potencia	CO	HC	O2	Lambda	Observaciones
100 000	127 N.m.	96 h.p.	0.14%	59ppm	1.17%	1,064	N/A

Dinamómetro tercera lectura

VALOR	RPM	MAX HP
POTENCIA	5200	73.2
TORQUE	2800	13.1
POTENCIA TRANS	5800	25.35
POTENCIA MOTOR	5600	98.80

Análisis de gases tercera lectura

Kilometraje	Torque	Potencia	CO	HC	O2	Lambda	Observaciones
100 000	127 N.m.	98,98 h.p.	0.14%	59ppm	1.17%	1,064	N/A

Anexo 14 Para 150 000 km

Dinamómetro primera lectura

VALOR	RPM	MAX
POTENCIA	5200	73.10
TORQUE	2800	11.90
POTENCIA TRANS	5800	24.25
POTENCIA MOTOR	5600	89.80

Análisis de gases primera lectura

Kilometraje	Torque	Potencia	CO	HC	O2	Lambda	Observaciones
150 000	114.3	90 h.p	0.14%	59ppm	1.17%	1,064	N/A

Dinamómetro segunda lectura

VALOR	RPM	MAX
POTENCIA	5200	73.00
TORQUE	2800	12.00

POTENCIA TRANS	5800	24.20
POTENCIA MOTOR	5600	90.00

Análisis de gases segunda lectura

Kilometraje	Torque	Potencia	CO	HC	O2	Lambda	Observaciones
150 000	114.3	90 h.p	0.14%	59ppm	1.17%	1,064	N/A

Dinamómetro tercera lectura

VALOR	RPM	MAX
POTENCIA	5200	72.90
TORQUE	2800	12.10
POTENCIA TRANS	5800	24.15
POTENCIA MOTOR	5600	90.20

Análisis de gases tercera lectura

Kilometraje	Torque	Potencia	CO	HC	O2	Lambda	Observaciones
150 000	114.3	90 h.p	0.14%	59ppm	1.17%	1,064	N/A

Anexo 15 Para 200 000 km

Dinamómetro primera lectura

VALOR	RPM	MAX HP
POTENCIA	5200	69.50
TORQUE	2800	12.86
POTENCIA TRANS	5800	12.12
POTENCIA MOTOR	5600	86.10

Análisis de gases primera lectura

Kilometraje	Torque	Potencia	CO	HC	O2	Lambda	Observaciones
200 000	107 N.m.	86 h.p	5.88%	595ppm	0.72%	11.6	Falla del catalizador

Kilometraje	Torque	Potencia	CO	HC	O2	Lambda	Observaciones
200 000	107 N.m.	86 h.p.	0.00%	34ppm	0.31%	1,016	Pruebas con catalizador nuevo

Dinamómetro segunda lectura

VALOR	RPM	MAX HP
POTENCIA	5200	69.80
TORQUE	2800	12.88
POTENCIA TRANS	5800	22.98
POTENCIA MOTOR	5600	86.01

Análisis de gases segunda lectura

Kilometraje	Torque	Potencia	CO	HC	O2	Lambda	Observaciones
200 000	107 N.m.	86 h.p	5.88%	595ppm	0.72%	11.6	Falla del catalizador

Kilometraje	Torque	Potencia	CO	HC	O2	Lambda	Observaciones
200 000	107 N.m.	86 h.p.	0.00%	34ppm	0.31%	1,016	Pruebas con catalizador nuevo

Dinamómetro tercera lectura

VALOR	RPM	MAX HP
POTENCIA	5200	70.27
TORQUE	2800	12.96
POTENCIA TRANS	5800	23.10
POTENCIA MOTOR	5600	86.89

Análisis de gases tercera lectura

Kilometraje	Torque	Potencia	CO	HC	O2	Lambda	Observaciones
200 000	107 N.m.	86 h.p	5.88%	595ppm	0.72%	11.6	Falla del catalizador

Kilometraje	Torque	Potencia	CO	HC	O2	Lambda	Observaciones
200 000	107 N.m.	86 h.p.	0.00%	34ppm	0.31%	1,016	Pruebas con catalizador nuevo

Anexo 16 Para 250 000 km

Dinamómetro primera lectura

VALOR	RPM	MAX HP
POTENCIA	5200	68.00
TORQUE	2800	12.90

POTENCIA TRANS	5800	23.50
POTENCIA MOTOR	5600	88.00

Análisis de gases primera lectura

Kilometraje	Torque	Potencia	CO	HC	O2	Lambda	Observaciones
200 000	107 N.m.	85 h.p.	0.00%	34ppm	0.31%	1,016	Pruebas con catalizador nuevo

Dinamómetro segunda lectura

VALOR	RPM	MAX HP
POTENCIA	5200	71.00
TORQUE	2800	13.10
POTENCIA TRANS	5800	23.25
POTENCIA MOTOR	5600	85.00

Análisis de gases segunda lectura

Kilometraje	Torque	Potencia	CO	HC	O2	Lambda	Observaciones
200 000	107 N.m.	85 h.p.	0.00%	34ppm	0.31%	1,016	Pruebas con catalizador nuevo

Dinamómetro tercera lectura

VALOR	RPM	MAX HP
POTENCIA	5200	71.00
TORQUE	2800	12.80
POTENCIA TRANS	5800	23.25
POTENCIA MOTOR	5600	85.00

Análisis de gases tercera lectura

Kilometraje	Torque	Potencia	CO	HC	O2	Lambda	Observaciones
200 000	107 N.m.	85 h.p.	0.00%	34ppm	0.31%	1,016	Pruebas con catalizador nuevo

Anexo 17 Para 270 000 km

Dinamómetro primera lectura

VALOR	RPM	MAX HP
POTENCIA	5200	69.00
TORQUE	2800	12.60
POTENCIA TRANS	5800	20.00
POTENCIA MOTOR	5600	80.70

Análisis de gases primera lectura

Kilometraje	Torque	Potencia	CO	HC	O2	Lambda	Observaciones
250 000	102 N.m	80.8 h.p	0.14%	59ppm	1.17%	1,064	Pruebas con catalizador nuevo

Dinamómetro segunda lectura

VALOR	RPM	MAX HP
POTENCIA	5200	68.50
TORQUE	2800	12.50
POTENCIA TRANS	5800	20.00
POTENCIA MOTOR	5600	80.70

Análisis de gases segunda lectura

Kilometraje	Torque	Potencia	CO	HC	O2	Lambda	Observaciones
250 000	102 N.m	80.8 h.p	0.14%	59ppm	1.17%	1,064	Pruebas con catalizador nuevo

Dinamómetro tercera lectura

VALOR	RPM	MAX HP
POTENCIA	5200	68.50
TORQUE	2800	13.10
POTENCIA TRANS	5800	23.00
POTENCIA MOTOR	5600	81.00

Análisis de gases tercera lectura

Kilometraje	Torque	Potencia	CO	HC	O2	Lambda	Observaciones
250 000	102 N.m	80.8 h.p	0.14%	59ppm	1.17%	1,064	Pruebas con catalizador nuevo

Anexo 18 Para 280 000 km

Dinamómetro primera lectura

VALOR	RPM	MAX HP
POTENCIA	5200	79.00
TORQUE	2800	14.00
POTENCIA TRANS	5800	26.00
POTENCIA MOTOR	5600	95.00

Análisis de gases primera lectura

Kilometraje	Torque	Potencia	CO	HC	O2	Lambda	Observaciones
270 000	102 N.m.	80 h.p.	0.14%	59ppm	1.17%	1,064	Pruebas con catalizador nuevo

Dinamómetro segunda lectura

VALOR	RPM	MAX HP
POTENCIA	5200	76.00
TORQUE	2800	12.50
POTENCIA TRANS	5800	25.10
POTENCIA MOTOR	5600	95.00

Análisis de gases segunda lectura

Kilometraje	Torque	Potencia	CO	HC	O2	Lambda	Observaciones
270 000	102 N.m.	80 h.p.	0.14%	59ppm	1.17%	1,064	Pruebas con catalizador nuevo

Dinamómetro tercera lectura

VALOR	RPM	MAX HP
POTENCIA	5200	76.00
TORQUE	2800	12.86
POTENCIA TRANS	5800	21.00
POTENCIA MOTOR	5600	98.00

Análisis de gases tercera lectura

Kilometraje	Torque	Potencia	CO	HC	O2	Lambda	Observaciones
270 000	102 N.m.	80 h.p.	0.14%	59ppm	1.17%	1,064	Pruebas con catalizador nuevo

Anexo 19 Torque y Potencia vs Revoluciones: 76.8 HP



Anexo 20 Torque y Potencia vs Revoluciones: 80 HP

