

Ángel Damián Llamuca-Tutin; Joel Salinas; Alex Giovanni Vargas-Ronquillo

[DOI 10.35381/cm.v10i2.1429](https://doi.org/10.35381/cm.v10i2.1429)

Lubricantes marca Motul 5w40 en un vehículo de combustión interna Volkswagen polo 1.6 MSI

Motul 5w40 lubricants in a Volkswagen polo 1.6 MSI internal combustion engine

Ángel Damián Llamuca-Tutin
angelt89@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua
Ecuador
<https://orcid.org/0009-0000-9417-4770>

Jhoel Alexander Salinas-Chabarrea
Jhoelsc51@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua
Ecuador
<https://orcid.org/0009-0003-0679-7460>

Alex Giovanni Vargas-Ronquillo
alexvr93@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua
Ecuador
<https://orcid.org/0000-0003-3528-0965>

Recibido: 15 de mayo 2024
Revisado: 15 de junio 2024
Aprobado: 15 de septiembre 2024
Publicado: 01 de octubre 2024

Ángel Damián Llamuca-Tutin; Joel Salinas; Alex Giovanni Vargas-Ronquillo

RESUMEN

La investigación se centró en evaluar la calidad y el rendimiento de los fluidos esenciales para el funcionamiento de los vehículos. El estudio fue cuantitativo y experimental. Se llevaron a cabo pruebas exhaustivas para analizar diversas propiedades, como el número básico y número ácido, además del contenido de los metales en un vehículo Volkswagen polo 1.6 MSI. Los resultados revelaron información crucial sobre la eficacia de los lubricantes en condiciones de operación real, permitiendo identificar aquellos que proporcionaron una mejor lubricación y prolongaron la vida útil de los componentes del motor. Como conclusión, se destacó la importancia de mantener niveles óptimos al momento de realizar cambios de aceite para garantizar una lubricación adecuada en diferentes temperaturas y condiciones de carga. Además, se identificaron aditivos específicos que mejoraron la resistencia al desgaste y la estabilidad térmica del lubricante.

Descriptores: Lubricantes; análisis de aceites; motores de combustión interna. (Tesauro UNESCO).

ABSTRACT

The research focused on evaluating the quality and performance of fluids essential for vehicle operation. The study was quantitative and experimental. Extensive tests were carried out to analyze various properties, such as basic number and acid number, as well as metal content in Volkswagen polo 1.6 MSI vehicles. The results revealed crucial information about the effectiveness of the lubricants under real operating conditions, allowing the identification of those that provided better lubrication and extended the service life of the engine components. In conclusion, the importance of maintaining optimum levels at the time of oil changes to ensure adequate lubrication under different temperatures and load conditions was highlighted. In addition, specific additives were identified that improved wear resistance and thermal stability of the lubricant.

Descriptors: Lubricants; oil analysis; internal combustion engines. (UNESCO Thesaurus).

INTRODUCCIÓN

La lubricación eficiente es un aspecto crítico para el rendimiento y la durabilidad de los motores en vehículos automotrices. Manzanarez (2022) declara que “el aceite lubricante usado generado por vehículos automotores y procesos industriales es un recurso valioso, tanto en su forma original como en su forma residual” (p. 1). Martínez (2022) manifiesta que “el lubricante debe garantizar cumplir con sus funciones principales (separar las zonas de fricción, evacuar el calor generado, arrastrar hacia el filtro, las partículas de desgaste y evitar la corrosión)” (p. 71). Domínguez et al. (2018) expresan que:

Los análisis del lubricante durante diferentes etapas de su vida útil en los equipos donde realizan su función, ayudan a obtener un diagnóstico de la maquinaria y son una base para planificar su mantenimiento, así como para llegar a tener una noción aceptada del grado de degradación del mismo. (pp. 285-286)

En este contexto, la presente investigación se centra en el análisis exhaustivo de lubricantes automotrices con el objetivo de evaluar su calidad y rendimiento en condiciones operativas reales. Antamba et al (2021) expresan que “el periodo de vida útil de un motor de combustión es afectado por la calidad de aditivos del lubricante y del intervalo de mantenimiento del vehículo, este es ejecutado acorde al kilometraje recorrido” (p. 33). La selección adecuada de lubricantes desempeña un papel fundamental en la reducción del desgaste de los componentes del motor, la mejora de la eficiencia del combustible y la prolongación de la vida útil del sistema. Para Pozo et al. (2014), el análisis de aceite en los motores “constituye un soporte para el mantenimiento predictivo y proactivo del equipo, que busca alargar su vida, lo que acarrea importantes ventajas económicas” (p. 207).

Los lubricantes desempeñan un papel crucial en la protección y el funcionamiento eficiente de los motores de combustión interna, actuando como una barrera entre las superficies metálicas en movimiento y reduciendo la fricción, el desgaste y la corrosión.

Ángel Damián Llamuca-Tutin; Joel Salinas; Alex Giovanni Vargas-Ronquillo

Sin embargo, con el tiempo y el uso, los lubricantes se degradan y pueden perder su capacidad de proporcionar una lubricación óptima. Para Buchelli & García (2015):

El control de los parámetros principales del aceite, ayuda a determinar los efectos del deterioro en la lubricación de los equipos y el aumento de contaminantes en el aceite, lo que permite determinar las causas de diferentes problemas de los equipos. (p. 84)

En este estudio, se llevarán a cabo pruebas detalladas para examinar propiedades clave de los lubricantes. Los autores Llanes et al. (2018) proponen el uso de la gasolina Súper, la cual constituye:

El combustible que menos variación contaminante tiene entre el inicio y el final de la prueba, de cierta forma garantiza un porcentaje de emisiones estable, mientras que los otros combustibles fluctúan en un alto margen entre el inicio y el final de la prueba. (p. 157)

Las pruebas aquí realizadas, permitirán identificar las características específicas que influyen en el desempeño del lubricante en situaciones variadas de operación vehicular, para prevenir fallas costosas y prolongar la vida útil del vehículo. Según Fong et al. (2017), “la presencia de calcio, magnesio, sodio, zinc, fósforo son producto de los aditivos que se emplean para mejorar las propiedades físico-químicas de los aceites” (p. 143).

Este proyecto de análisis de lubricante 5w40 representa un avance hacia una gestión proactiva y efectiva de un vehículo que, al mismo tiempo, garantiza un funcionamiento seguro, eficiente y confiable del mismo en todo momento. Por tanto, se propuso como objetivo principal evaluar la calidad y el rendimiento de estos fluidos esenciales para el funcionamiento de los vehículos. Este estudio podría proporcionar valiosa orientación para los usuarios y fabricantes de lubricantes, contribuyendo a la optimización del rendimiento del motor y la eficiencia del combustible, al tiempo que subraya la relevancia de la elección adecuada de lubricantes en la preservación y durabilidad de los sistemas automotrices.

Ángel Damián Llamuca-Tutin; Joel Salinas; Alex Giovanni Vargas-Ronquillo

MÉTODOS

Al comenzar este proyecto de análisis de lubricantes, seguimos un enfoque cuantitativo y experimental bajo un método estructurado con un enfoque sistemático y con una clara definición de objetivos, identificando componentes críticos, seleccionando cuidadosamente el lubricante a utilizarse y planificando el tiempo, la investigación y las pruebas a realizarse.

Acudimos, a una orientación multidisciplinaria, por cuanto se involucraron expertos en el área de lubricantes que laboraban en el laboratorio de combustibles, biocombustibles y aceites lubricantes LACBAL. Este método y enfoque proporcionaron una estructura sólida para la ejecución exitosa de nuestro proyecto de análisis de lubricantes

Se usaron técnicas para el monitoreo periódico de los aceites, a fin de evaluar el estado del aceite para su cambio oportuno y el grado de desgaste de los mecanismos. El aceite utilizado fue el: VW 508.88 SAE 5W40. Por que usar este aceite:

- Ofrece la capacidad de servicio de drenaje largo europea, con retención excepcional de TBN (neutralización de ácidos).
- Brinda estabilidad notable a la oxidación y excelente protección contra el desgaste, ayudando a proteger el motor en una amplia gama de temperaturas extremas, particularmente, en áreas de operación con exceso de calor, como el turbocompresor.
- Cumple con las exigentes especificaciones europeas y cuenta con aprobación para especificaciones seleccionadas de BMW, Mercedes-Benz y Volkswagen.
- Cumple o supera los requisitos de API SN y ACEA A3/B3, A3/B4.

La resistencia excepcional a la volatilidad y la estabilidad duradera de los aceites base sintéticos promueven un bajo consumo de aceite, un arranque rápido del motor (especialmente en clima frío), y lubricación acelerada de todas las piezas móviles. Los aditivos avanzados también ayudan a proteger los motores de alto desempeño contra los depósitos perjudiciales y el desgaste prematuro.

Aplicaciones

Lubricante desarrollado para los vehículos modernos del Grupo VAG (VOLKSWAGEN, AUDI, SKODA y SEAT), MOTUL Specific 508 88 & 509 99 5W-40. Es un lubricante robusto para motores Diesel y Gasolina que resiste el trabajo con combustibles de alto tenor de etanol en gasolinas (E 100, E 85...), metanol o Diesel de elevado contenido de azufre. Rocha et al. (2018) evaluaron el comportamiento de un vehículo Volkswagen 1,8 L mediante el uso de aditivos líquidos y sólidos, donde determinaron que la prueba de consumo de combustible en una ruta mixta ciudad–carretera muestra un incremento en el rendimiento del motor al aplicar los aditivos (p. 325).

Las normas VW 508 88 para motores a gasolina y VW 509 99 para motores Diesel, son particularmente indicadas para los mercados de América del Sur y exigida por el Grupo VW para los vehículos de origen Brasileiro y Argentino.

Especificaciones

- ESPECIFICACIÓN: ACEA A3/B4
- API performance SN
- HOMOLOGACIONES: VW 508 88 509 99
- MOTUL desarrolló este SPECIFIC 508.88 & 509.99, lubricante REO (RobustEngineOil; Lubricante Robusto para Motor), especialmente para intensificar la resistencia contra la oxidación del aceite, evitando la formación de emulsiones, barro en turbos y depósitos en los pistones.

Gracias a su exclusiva formulación Technosynthese® y el elevado TBN, ayuda a prevenir la acción corrosiva de los ácidos. Una alta viscosidad HTHS (>3,5 mPa.s) propicia la formación de un film lubricante super resistente, para una mayor protección contra el desgaste, aún en las condiciones de uso más severas. Las normas VW 508.88 509.99 definen productos con tecnología Full SAPS – Fósforo, Azufre y Cenizas sulfatadas. La tabla 1 muestra algunas especificaciones.

Ángel Damián Llamuca-Tutin; Joel Salinas; Alex Giovanni Vargas-Ronquillo

Tabla 1.
Características técnicas.

Grado de Viscosidad	SAE J 300	5W-40
Densidad a 20°C (68°F)	ASTM D1298	0.860
Viscosidad a 100°C (212°F)	ASTM D445	13.3 mm ² /s
Viscosidad a 40°C (104°F)	ASTM D445	76.2 mm ² /s
Viscosidad HTHS a 150°C (302°F)	ASTM D 4741	3,7 mPa.s
Índice de Viscosidad	ASTM D2270	177
Punto de Congelamiento	ASTM D97	-42°C / -43.6°F
Punto de Inflamación	ASTM D92	233°C / 451.8°F
Cenizas Sulfatadas	ASTM D874	1.3 % en peso
TBN	ASTM D2896	11.4 mg KOH/g

Fuente: Motul Specific 508.88.

Información de pruebas típicas

En la tabla 2 observamos la información grado SAE de nuestro lubricante, 5W40, una comparativa de la grado SAE 5W40 estándar y los datos de la Euro 5w40.

Tabla 2.
Información grado SAE.

GRADO SAE	5w-40	0w-40	Euro 0w-30	Euro 5w-40
Numero de producto	223726	223513	223512	223504
Numero MSDS				
EEUU	36693	59865	59877	36238
Canadá	36710	59867	59879	36239
México	36711	59866	59878	36240
Colombia	41483			41482
Gravedad API	34.3	36.2	36.2	33.7
Densidad @15°C, kg/L	0.853	0.844	0.844	0.856
Viscosidad cinemática				
mm ² /s a 40°C	83.6	74.9	70	83.1
mm ² /s a 100°C	13.4	13.3	12.3	13.8
Viscosidad, Arranque en frio				
mPa.s@ -30°C	5600	5900	5700	5800
Índice de viscosidad	163	182	177	171
Volatilidad, NOACK,250°C,1h				
Perdida por evaporación, %	9	10	10	9

Fuente: SAE International (2016).

Lugar donde realizarse la prueba

El Laboratorio de Combustibles, Biocombustibles y Aceites Lubricantes (LACBAL) es un laboratorio del Departamento de Ingeniería Química de la Escuela Politécnica Nacional, con más de 30 años de experiencia, realizando análisis de laboratorio para el control de calidad en aceites lubricantes, combustibles, biocombustibles e hidrocarburos en general, bajo normativas nacionales e internacionales, garantizando resultados confiables. De acuerdo con Tipanluisa et al. (2017) las normas de emisiones de vehículos son las herramientas de políticas técnicas primarias disponibles para mitigar las emisiones de los vehículos. Cabe destacar que el laboratorio seleccionado contribuye al desarrollo científico, a través de la investigación y la docencia.

Pruebas a realizarse

- Número básico y número ácido: ASTM D289⁰⁰⁶ / D664
- Contenido de metales: ASTM D659

El Número Total Básico o TBN por sus siglas en inglés, es una característica propia de los aceites para motores. Su función es ayudar a neutralizar los ácidos que se forman durante la combustión o bien por la degradación del aceite.

Estos productos se generan a partir de la combustión y se derivan principalmente del nitrógeno y azufre. En exceso, atacan químicamente a las superficies metálicas generando corrosión dentro del motor.

¿Por qué es importante conocer el número básico total?

Es completamente normal que paulatinamente y con el uso del equipo, el TBN decrezca a medida en que va neutralizando los ácidos, por eso es importante controlar la corrosión y la acidez interna utilizando algún lubricante que cuente con una excepcional reserva de TBN.

¿Cómo se determina la reserva de TBN?

Ángel Damián Llamuca-Tutin; Joel Salinas; Alex Giovanni Vargas-Ronquillo

La determinación de la reserva de TBN (Total Base Number) es esencial en la evaluación de la calidad y la efectividad de los aceites lubricantes utilizados en motores y maquinaria industrial. Este proceso implica la titulación de una muestra representativa del aceite con un ácido de referencia, como el ácido sulfúrico, hasta alcanzar un punto de equivalencia, indicado por un cambio de color en un indicador de pH. El volumen de ácido de referencia utilizado se registra y se utiliza para calcular la cantidad de base alcalina en la muestra, la cual se expresa en términos de miligramos de hidróxido de potasio (KOH) por gramo de muestra.

Analizar muestras de aceite usado permite conocer la reserva alcalina que aún se conserva y la cual permitirá seguir neutralizando los ácidos que se generan durante la combustión. Además, el análisis de aceite puede ayudar a optimizar los intervalos de drenado y a detectar fallas potenciales que impacten la productividad del motor.

Contenido de metales

Aceite lubricante usado: la determinación de residuos en el aceite usado es un método de diagnóstico clave que se practica en los programas de monitoreo del estado de las máquinas. La presencia o aumento en la concentración de metales de desgaste específicos puede ser indicativo de las primeras etapas de desgaste si existen datos de concentración de referencia para comparar. Un aumento marcado de elementos contaminantes puede ser indicativo de materiales extraños en los lubricantes, como anticongelante o arena, que pueden provocar desgaste o degradación del lubricante. El método de prueba identifica los metales y su concentración para poder establecer tendencias relativas al tiempo o la distancia y tomar medidas correctivas antes de que se produzca una falla más grave o catastrófica.

Este es un método de prueba estándar para la determinación de metales de desgaste y contaminantes en aceites lubricantes usados o fluidos hidráulicos usados mediante espectrometría de emisión atómica con electrodo de disco giratorio

Ángel Damián Llamuca-Tutin; Joel Salinas; Alex Giovanni Vargas-Ronquillo

Para poder realizar la comparativa del contenido de metales, necesitamos un rango específico para ver si los metales encontrados en nuestro lubricante se encuentran o no en este rango. A continuación, en la tabla 3, se detalla el rango de contenido de metales.

Tabla 3.
Rango de contenido de metales.

Elemento	Rango, mg/kg
Aluminio	0.23-101
Bari	28-115
Boro	0.14-120
Calcio	3.7-11460
Cromo	0.18-152
Cobre	0.47-100
Hierro	4.8-210
Plomo	0.43-101
Magnesio	4.9-1360
Manganeso	0.3-117
Molibdeno	0.21-100
Níquel	0.35-100
Fosforo	52-2572
Potasio	0.35-247
Silicio	3.2-142
Plata	31-102
Sodio	3.6-99.6
Estaño	30-139
Titanio	6.8-103
Vanadio	2.1-101
Zinc	5.3-1345

Fuente: ASTM International (2016).

RESULTADOS

Al momento que analizamos el aceite usado, se tuvieron en cuenta fuentes que nos ayudaron a identificar los límites ideales para cada variable que se obtuvo en el análisis. Las características técnicas, el rango de metales al igual que el TBN, son datos

Ángel Damián Llamuca-Tutin; Joel Salinas; Alex Giovanni Vargas-Ronquillo

obtenidos cuando el aceite es nuevo, es decir cuando tiene 0 Km, por ello, sacamos nuestra muestra y la mandamos al laboratorio cuando el lubricante fue usado 4748 km; este se basó en un lubricante para 10000 Km.

Seguidamente, en la tabla 4, se especifican los resultados de nuestra prueba según la identificación de la muestra, las condiciones ambientales y los datos obtenidos.

Tabla 4.
Resultados de la prueba.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:						
INFORMACION CLIENTE		CODIGO LABORATORIO		TIPO MUESTRA	CANTIDAD	
MOTUL 5W-40		1482-01		Aceite lubricante	946 mililitros	
CONDICIONES AMBIENTALES:						
Temperatura(°C): 15,0 a 22,0		Humedad Relativa(%): 32,0 a 70,0		Presión (KPa): 72,4 a 73,2		
RESULTADOS OBTENIDOS:						
MUESTRA		ENSAYO		NORMA METODO	UNIDADES	VALOR
1482-01	Contenido de metales	Numero básico (TBN)		ASTM-D2896	mg KOH/g	8,5
		Plata	Ag	ASTM-D6595	mg/kg	0,00
		Aluminio	Al	ASTM-D6595	mg/kg	1,95
		Boro	B	ASTM-D6595	mg/kg	43,54
		Bario	Ba	ASTM-D6595	mg/kg	0,29
		Calcio	Ca	ASTM-D6595	mg/kg	1566,00
		Cadmio	Cd	ASTM-D6595	mg/kg	0,04
		Cromo	Cr	ASTM-D6595	mg/kg	0,33
		Cobre	Cu	ASTM-D6595	mg/kg	1,81
		Hierro	Fe	ASTM-D6595	mg/kg	9,65
		Potasio	K	ASTM-D6595	mg/kg	1,04
		Litio	Li	ASTM-D6595	mg/kg	0,36
		Magnesio	Mg	ASTM-D6595	mg/kg	20,86
		Manganeso	Mn	ASTM-D6595	mg/kg	0,00
		Molibdeno	Mo	ASTM-D6595	mg/kg	4,81
		Sodio	Na	ASTM-D6595	mg/kg	2,43
		Níquel	Ni	ASTM-D6595	mg/kg	0,23
		Fosforo	P	ASTM-D6595	mg/kg	1375,00
		Plomo	Pb	ASTM-D6595	mg/kg	0,00
		Antimonio	Sb	ASTM-D6595	mg/kg	0,00
		Silicio	Si	ASTM-D6595	mg/kg	14,60
		Estaño	Sn	ASTM-D6595	mg/kg	0,00
		Titanio	Ti	ASTM-D6595	mg/kg	0,00
		Vanadio	V	ASTM-D6595	mg/kg	0,53
		Zinc	Zn	ASTM-D6595	mg/kg	945,87

Fuente: LACBAL (2024).

Ángel Damián Llamuca-Tutin; Joel Salinas; Alex Giovanni Vargas-Ronquillo

Comparativa del TBN

La unidad "mg KOH/g" se refiere a la cantidad de miligramos (mg) de hidróxido de potasio (KOH) necesarios para neutralizar una gramo (g) de muestra de aceite. Al inicio, el dato que nos dio el fabricante del TBN fue de 11.4 mg KOH/g y, al momento de realizar la prueba de laboratorio a los 4748 Km, el resultado fue de 8.5 mg KOH/g.

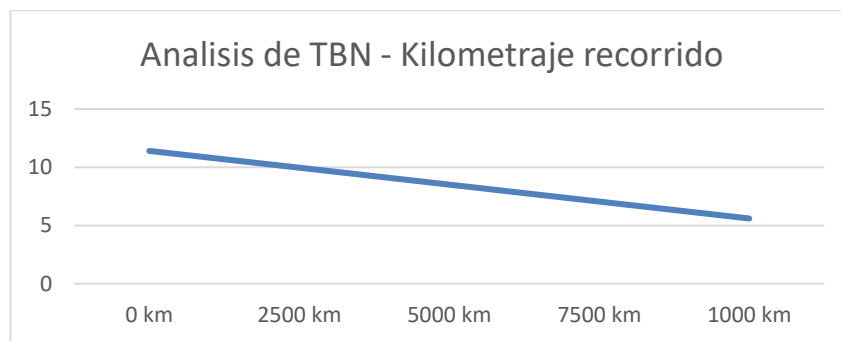


Figura 1. Comparativa TBN.

Elaboración: Los autores

Con los resultados obtenidos en la figura 1, vemos que el TBN disminuye un aproximado de 2.9 mg KOH/g cada 5000 Km en este lubricante, lo que al momento de utilizarlo, recorre 10000 Km, siendo esto lo que el fabricante recomienda cambiar para tener un total de 5.6 mg KOH/g, por lo tanto, podemos afirmar que este lubricante es bueno, ya que no cae en su totalidad al momento de usarlo completamente.

Podemos analizar en base a los datos que es importante realizar el cambio de aceite al momento adecuado, ya que caso contrario, nuestro TBN disminuiría significativamente, y los ácidos formados durante la combustión como el ácido sulfúrico, ácido nítrico y ácido clorhídrico afectarían el rendimiento del motor.

Comparativa contenido de metales

Estos resultados nos proporcionaron información sobre el desgaste de los componentes del motor, ya que cuando los componentes metálicos del motor, como los cojinetes, los

Ángel Damián Llamuca-Tutin; Joel Salinas; Alex Giovanni Vargas-Ronquillo

cilindros o los anillos de pistón, se desgastan, liberan partículas metálicas en el aceite, lo que aumenta el contenido de metales. Tal contenido se detalla en las figuras 2 y 3.

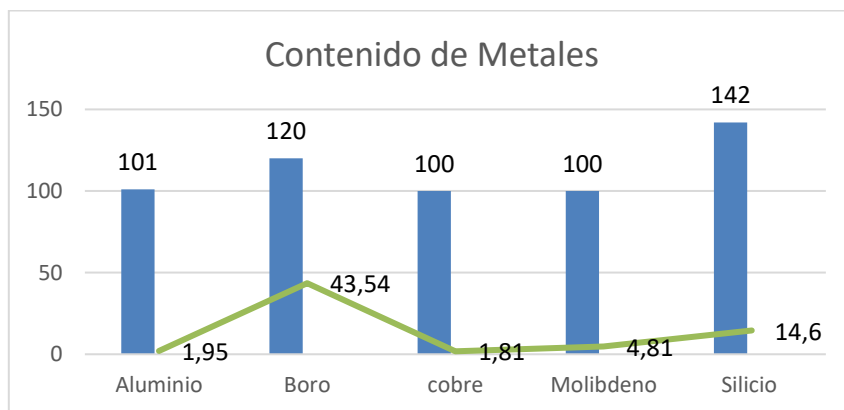


Figura 2. Comparativa de metales.

Elaboración: Los autores.

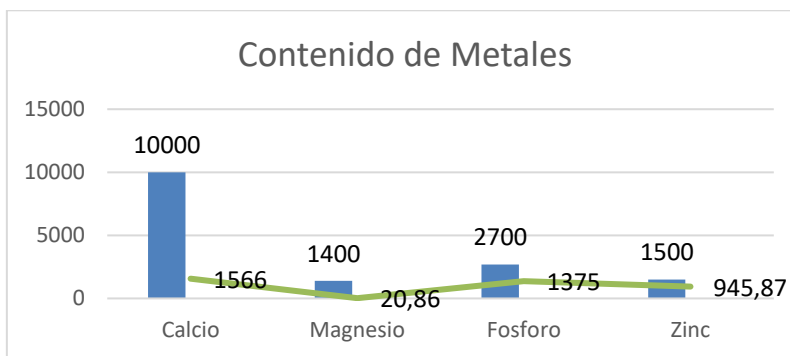


Figura 3. Comparativa de metales.

Elaboración: Los autores.

Con los resultados obtenidos, podemos ver que todos los mentales obtenidos en nuestra prueba se encuentran en el rango de la cantidad de mg/kg de metal que debería tener nuestro lubricante. Esto nos indica que, al momento de realizar la prueba a los 4748 Km de ser utilizado, los daños o desgaste que se pueden ocasionar no son significativos.

Ángel Damián Llamuca-Tutin; Joel Salinas; Alex Giovanni Vargas-Ronquillo

DISCUSIÓN

El análisis realizado nos revela que el lubricante usado es bueno para motores modernos, ya que al alcanzar el 50% de su vida útil, el TBN y el contenido de metales aun no son elevados y, al recorrerlo al 100%, aun estaría en condiciones para no afectar de manera drástica el rendimiento del motor.

Existe una relación inversa entre el desgaste del lubricante y el TBN, ya que a medida que el desgaste aumenta, el TBN disminuye. Al ser nuestro TBN alto, aún está en la capacidad de neutralizar los ácidos que se generan durante el proceso de combustión, lo que ayuda a proteger los componentes del motor.

CONCLUSIONES

Como conclusión, se puede resaltar que es importante evaluar y realizar pruebas a nuestros lubricantes porque observamos una imagen completa sobre su condición y desempeño, ya que un desgaste significativo puede darnos problemas y fallos en nuestro motor.

Un aumento repentino en el contenido de metales, o una caída en exceso del TBN puede indicar problemas en el motor, como un desgaste excesivo o una lubricación deficiente, por lo que es indispensable usar el lubricante respectivo para cada motor.

FINANCIAMIENTO

No monetario.

AGRADECIMIENTOS

A todos los autores por sus relevantes aportes en el análisis documental del presente estudio.

REFERENCIAS

- Antamba, J., Remache, A., Vallejo, V., & Corrales, F. (2021). Salud del lubricante y comportamiento de los aditivos en vehículos tipo turismo. [Lubricant health and additive performance in passenger cars]. *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*, 8(2), 33-39. <https://n9.cl/cwo8d>
- Buchelli, L., & García, V. (2015). Detección temprana de fallas en motores de combustión interna a diesel mediante la técnica de análisis de aceite. [The use of using oil analysis for early detection of faults in diesel internal combustion engines]. *Revista Ciencia Unemi*, 8(15), 84-95. <https://n9.cl/ngtnnk>
- Domínguez, J., Pimentel, Y., & Díaz, P. (2018). Estudio de comportamiento del lubricante Extra Diésel en motores Yuchai. [Performance study of Extra Diesel lubricant in Yuchai engines]. *Avances*, 20(3), 285-297. <https://n9.cl/7bq7g>
- Fong, W., Quiñonez, E., & Tejada, C. (2017). Caracterización físico-química de aceites usados de motores para su reciclaje. [Physical-chemical characterization of spent engine oils for its recycling]. *Prospectiva*, 15(2), 135-144. <https://n9.cl/ylalc>
- 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. [Evaluation of gas emissions in light gasoline vehicles in height conditions. Case study Quito, Ecuador]. *Enfoque UTE*, 9(2), 149–158. <https://n9.cl/fq8q3>
- Manzanarez, L. (2022). Alternativas de recuperación para los aceites lubricantes usados. [Recovery alternatives for used lubricating oils]. *Epistemos*, 16(32), 79-85. <https://n9.cl/aodth>
- Martínez, F. (2022). Diagnóstico a través del aceite a motores de combustión interna. [Diagnosis through the oil to motors of internal combustion]. *Revista Ingeniería Agrícola*, 12(2), 71-76. <https://n9.cl/uk726e>
- Pozo, J., Martínez, B., Rodríguez, I., Martínez, R., Herrera, A., & Cabral, J. (2014). Análisis de aceite en motores de combustión interna estacionarios de planta de generación de energía eléctrica. [Analysis of lubricating oil in internal combustion engines of electrical power generation plant]. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 37(3), 206-212. <https://n9.cl/l3ezk>
- Rocha, J., Tipanluisa, L., Zambrano, V., & Portilla, Á. (2018). Estudio de un Motor a gasolina en condiciones de altura con mezclas de aditivo orgánico en el

Ángel Damián Llamuca-Tutin; Joel Salinas; Alex Giovanni Vargas-Ronquillo

combustible. [Study of a gasoline engine in altitude conditions with mixtures containing organic additive in the fuel]. *Información tecnológica*, 29(5), 325-334. <https://n9.cl/wraf6l>

Tipanluisa, L., Remache, A., Ayabaca, C. & Reina, S. (2017). Emisiones contaminantes de un motor de gasolina funcionando a dos cotas con combustibles de dos calidades. [Polluting emissions of a spark engine operating at two heights with two qualities fuels]. *Información tecnológica*, 28(1), 03-12. <https://n9.cl/40qh6>

©2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)