



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i3.2054>

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículo de investigación

Incidencia del aire y del nitrógeno en el desgaste de neumáticos en vehículos sedan

Impact of air and nitrogen on tire wear in sedan vehicles

Impacto do ar e do nitrogênio no desgaste dos pneus em veículos sedan

Wilmer A. Lemache-Caiza^I

wilmeraldair@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-6429-1263>

Estalin B. Sangoquiza-Guachi^{II}

bayardo20_@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0735-0284>

Daniela C. Vásconez-Núñez^{IV}

daniela.vasconez@esPOCH.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-1898-9529>

Eder L. Cruz-Sigüenza^{III}

eder.cruz@esPOCH.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9273-4188>

Fernando M. Tello-Oquendo^V

fernando.tello@esPOCH.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-2551-9648>

Correspondencia: wilmeraldair@hotmail.com

***Recibido:** 22 de mayo del 2021 ***Aceptado:** 20 de junio del 2021 * **Publicado:** 05 de julio del 2021

- I. Itronicars S.A.S., Departamento de Mantenimiento Automotriz, Riobamba, Ecuador.
- II. China Railway 19 Bureau Group Corporation, Departamento de Mecánica de Maquinaria Pesada, Tundayme-Zamora Chinchipe, Ecuador.
- III. Grupo de Investigación en Seguridad, Ambiente e Ingeniería (GISAI), Facultad de Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- IV. Doctora Dentro del Programa de Doctorado en Ingeniería y Producción Industrial, Master Universitario en Tecnologías, Energética para el Desarrollo Sostenible en la Especialidad Eficiencia Energética, Ingeniera Mecánica, Grupo de Investigación y Desarrollo en Nanotecnología, Materiales y Manufactura (GIDENM), Facultad de Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- V. Doctor Dentro del Programa de Doctorado en Ingeniería y Producción Industrial, Master Universitario en Tecnología Energética para el Desarrollo Sostenible Especialidad: Eficiencia Energética, Ingeniero Mecánico, Grupo de Investigación y Desarrollo en Nanotecnología, Materiales y Manufactura (GIDENM), Facultad de Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Resumen

En presente trabajo se analiza la incidencia del aire y del nitrógeno en el desgaste de los neumáticos en vehículos sedan y en la variación de la temperatura y presión en varios recorridos. Para ello, se utilizó un sistema TPMS instalado en la válvula de los neumáticos en un vehículo Kia rio modelo 2018. Dos de los neumáticos se inflaron con aire y los otros dos con nitrógeno; además, se utilizó un pie de rey para medir el desgaste de la banda de rodadura. El sistema TPMS arrojó datos de temperatura y presión, determinando que los neumáticos inflados con nitrógeno alcanzaron una temperatura menor que los neumáticos que fueron inflados con aire. Las pruebas se realizaron en diferentes condiciones climáticas, encontrando que la temperatura de la calzada influye directamente sobre la temperatura de los neumáticos, en consecuencia, los neumáticos inflados con nitrógeno mantienen la presión de inflado por más tiempo que los neumáticos inflados con aire. El desgaste de los neumáticos inflados con aire fue en promedio de 1,31 mm por cada 12127 km recorridos, en cambio los neumáticos inflados con nitrógeno presentaron un desgaste promedio de 0,98 mm. Después de los análisis de temperatura, presión y desgaste, se verificó que el nitrógeno otorga mayores prestaciones que el aire para el inflado de los neumáticos, alargando su vida útil.

Palabras clave: Aire; nitrógeno; desgaste; neumáticos; sistema TPMS.

Abstract

In this paper, the impact of air and nitrogen in the wear of tires in sedan vehicles and in the variation of temperature and pressure in various routes is analyzed. To do this, a TPMS system installed on the tire valve was used on a 2018 Kia rio vehicle. Two of the tires were inflated with air and the other two with nitrogen; In addition, a caliper was used to measure tread wear. The TPMS system returned temperature and pressure data, determining that tires inflated with nitrogen reached a lower temperature than tires that were inflated with air. The tests were carried out in different climatic conditions, finding that the temperature of the road directly influences the temperature of the tires, consequently, the tires inflated with nitrogen maintain the inflation pressure for longer than the tires inflated with air. The wear of the tires inflated with air averaged 1.31 mm for every 12,127 km traveled, whereas the tires inflated with nitrogen showed an average wear of 0.98 mm. After the analysis of temperature, pressure, and wear, it was verified that nitrogen provides greater benefits than air for inflating tires, extending their useful life.

Keywords: Air; nitrogen; wear; tires; analysis; TPMS system.

Resumo

Neste trabalho, é analisado o impacto do ar e do nitrogênio no desgaste dos pneus dos veículos sedã e na variação da temperatura e pressão em diversos percursos. Para isso, foi utilizado um sistema TPMS instalado na válvula do pneu em um veículo Kia rio 2018. Dois pneus foram insuflados com ar e os outros dois com nitrogênio; Além disso, um paquímetro foi usado para medir o desgaste do piso. O sistema TPMS retornou dados de temperatura e pressão, determinando que os pneus inflados com nitrogênio atingiram uma temperatura mais baixa do que os pneus inflados com ar. Os testes foram realizados em diferentes condições climáticas, constatando que a temperatura da estrada influencia diretamente na temperatura dos pneus, conseqüentemente, os pneus insuflados com nitrogênio mantêm a pressão por mais tempo do que os pneus insuflados com ar. O desgaste dos pneus inflados com ar foi em média de 1,31 mm para cada 12.127 km percorridos, enquanto os pneus inflados com nitrogênio apresentaram um desgaste médio de 0,98 mm. Após as análises de temperatura, pressão e desgaste, verificou-se que o nitrogênio proporciona maior desempenho do que o ar para o enchimento dos pneus, prolongando sua vida útil.

Palavras-chave: Air; azoto; vestem; pneus; Sistema TPMS.

Introducción

Los neumáticos son considerados como uno de los componentes más importantes que influyen principalmente en el rendimiento y comportamiento de los vehículos, puesto que se encuentran en contacto directo con el suelo (Paucar, y otros, 2015). Las propiedades fundamentales de los neumáticos son:

- Capacidad de absorber vibraciones
- Gran capacidad de drenaje
- Peso reducido
- Elevada resistencia al corte
- Alta resistencia a agentes climatológicos
- Flexibilidad
- Alto poder calorífico

Incidencia del aire y del nitrógeno en el desgaste de neumáticos en vehículos sedan

Los neumáticos pueden ser inflados con aire o con nitrógeno. El aire es un gas que constituye la atmósfera terrestre, formado principalmente de oxígeno y nitrógeno, y con otros componentes como el dióxido de carbono y el vapor de agua (RAE, 2019).

El aire se rige por algunas leyes físicas donde una de ellas establece que, si un gas es sometido a una temperatura baja, la presión disminuye debido a que el gas se contrae. Cuando baja la temperatura ambiente afecta directamente a la temperatura del neumático, consecuentemente, su presión disminuye (Velasquez, 2018).

El nitrógeno es un elemento químico gaseoso, de número atómico 7, inerte, incoloro, inodoro e insípido, abundante en la corteza terrestre, presente en todos los seres vivos, que constituye las cuatro quintas partes del aire (RAE, 2019). El uso de nitrógeno puro para inflar los neumáticos permite obtener estabilidad durante los cambios de temperatura, por ende, la presión se mantiene lo más constante posible, ya sea que los neumáticos se encuentren fríos o calientes. El nitrógeno no se escapa por las paredes del neumático como lo hace el aire (Asturias, 2019).

La composición del aire es de 78% de nitrógeno, por lo que no existe mucha diferencia entre el uso del aire o nitrógeno. Sin embargo, existen algunas ventajas si se inflan los neumáticos con nitrógeno puro. El nitrógeno tiene moléculas más grandes que el oxígeno, por lo tanto, tiene mayor dificultad al momento de escaparse de la goma del neumático, por lo que la presión en los neumáticos se mantendrá por mucho tiempo. El nitrógeno tiene menos sensibilidad a los cambios de temperatura y, al ser un gas seco, no produce vapor de agua y limita la corrosión de los elementos metálicos de los neumáticos (Lizeo, 2017).

Por otro lado, el desgaste de los neumáticos se ve influenciado por la presión inadecuada de aire y nitrógeno, y a su vez a la temperatura a los que están expuestos. Además, los esfuerzos de tracción y frenado en los neumáticos también contribuyen al desgaste de estos.

En la actualidad, dentro del parque automotor de la ciudad de Riobamba, en algunos automóviles se está utilizando nitrógeno como un elemento alternativo para el inflado de los neumáticos, pero se desconocen los efectos de dicho gas ante las diferentes condiciones de servicio de los neumáticos. Este desconocimiento se debe a que no se ha realizado un análisis comparativo del comportamiento que presentan los neumáticos que utilizan aire con respecto a los que utilizan nitrógeno. Consecuentemente, los usuarios, fabricantes, rencauchadoras o vulcanizadoras de la ciudad no cuentan con la información necesaria que les permita argumentar sobre el tipo de gas a utilizar en el

Incidencia del aire y del nitrógeno en el desgaste de neumáticos en vehículos sedan

inflado de los neumáticos. En este contexto, el presente trabajo busca analizar el comportamiento del aire y del nitrógeno en los neumáticos, así como su incidencia en el desgaste debido al cambio térmico al que están expuestos durante el recorrido del automóvil. De esta manera, se puede incrementar su rendimiento y, por consiguiente, alargar su vida útil. Como consecuencia indirecta de estas mejoras se disminuirá la contaminación que se produce por el desecho de los neumáticos.

Metodología

Para esta investigación, la población de estudio está compuesta por los vehículos de la cooperativa de taxis Wilson Morocho de la ciudad de Riobamba, que cuenta con 59 unidades de transporte, donde varias de ellas utilizan aire o nitrógeno para el inflado de sus neumáticos. Para llevar a cabo el estudio, la muestra considerada fue un vehículo Kia Rio 2018 perteneciente a la cooperativa, donde dos de sus neumáticos se inflaron con aire y los otros dos con nitrógeno.

Para el presente caso de estudio se define las siguientes variables dependientes.

- El desgaste físico que tiene un neumático inflado con aire
- El desgaste físico que tiene un neumático inflado con nitrógeno
- Temperatura
- Presión

Además, se determinaron las siguientes variables independientes:




- Velocidad del vehículo
- Distancia recorrida por el vehículo
- Situación climática en el que circula en vehículo

La tabla 1 muestra las especificaciones técnicas de los instrumentos y equipamiento utilizado en el estudio. Se realizó una técnica de recolección de datos mediante investigación basada en la observación indirecta, es decir, se utilizaron sensores de medición TPMS o sistema de monitoreo de presión y temperatura en los neumáticos. Para adquirir los datos se incorporaron los sensores en cada uno de los neumáticos, los mismos que tiene como finalidad medir la presión de inflado y la temperatura en tiempo real, además realizar un monitoreo constante de estas variables.

Para la recolección de los datos del desgaste se utilizó un calibrador pie de rey, para medir la profundidad de los surcos de la banda de rodadura y de esta manera observa el desgaste que se va generando de acuerdo con el kilometraje que recorre el vehículo.

Incidencia del aire y del nitrógeno en el desgaste de neumáticos en vehículos sedan

Tabla 1: Especificaciones de los instrumentos y equipamientos utilizados

Materiales / Equipos	Figura
<p>Sensor de presión neumática TPMS Permite realizar un monitoreo constante de las condiciones de temperatura y presión en el interior del neumático, las unidades de medida de temperatura y presión con las que trabaja son: °C y °F; Psi, kPa y Bar</p>	
<p>Sistema de actualización TPMS de doble potencia BP45 Tensión de funcionamiento 12 VCC/4,5 VCC (batería AAA * 3) Corriente de funcionamiento 40 mA Temperatura de funcionamiento -20 °C – 70 °C Temperatura de almacenamiento -30 °C – 80 °C Rango de monitoreo de la presión neumática 0 – 115 ± 1,5 psi (0 – 800 ± 10 kPa) Temperatura de monitoreo -40 °C – 125 °C Tamaño 84x60x29 mm Peso 75 g</p>	
<p>Calibrador pie de rey Permite medir la profundidad de los surcos de la banda de rodadura de los neumáticos, su unidad de medida es en mm con una precisión de 1/10 mm.</p>	
<p>Neumáticos de vehículo liviano Características: 3 surcos para evacuación de agua Desarrollo de la banda de rodamiento Amplia área de contacto y adherencia con el suelo Mejor maniobrabilidad Medidas: 195/60R15 Índice de velocidad: H (210 km/h) Índice de carga: 88 (560 kg)</p>	

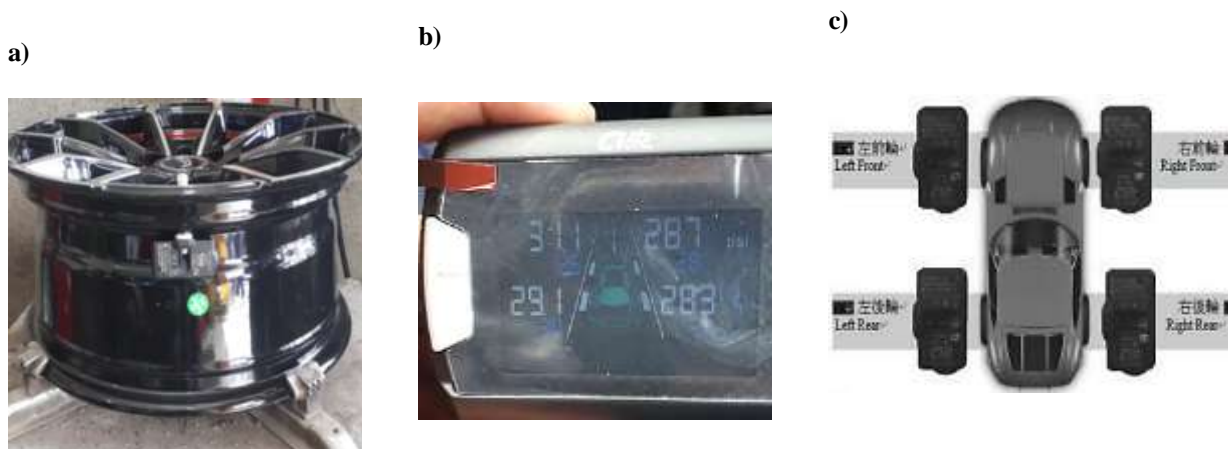
Instalación del sistema TPMS en el vehículo

La instalación del sistema TPMS en el vehículo consta de dos partes. La primera es la instalación del sensor en las válvulas de las 4 llantas y la segunda parte es la instalación de la pantalla de visualización dentro del vehículo, donde se muestran los datos censados de presión y temperatura. Las Figuras 1a y 1b

Incidencia del aire y del nitrógeno en el desgaste de neumáticos en vehículos sedan

muestran la instalación de los sensores TPMS. La Figura 1c muestra la denominación de cada uno de los sensores en las ruedas.

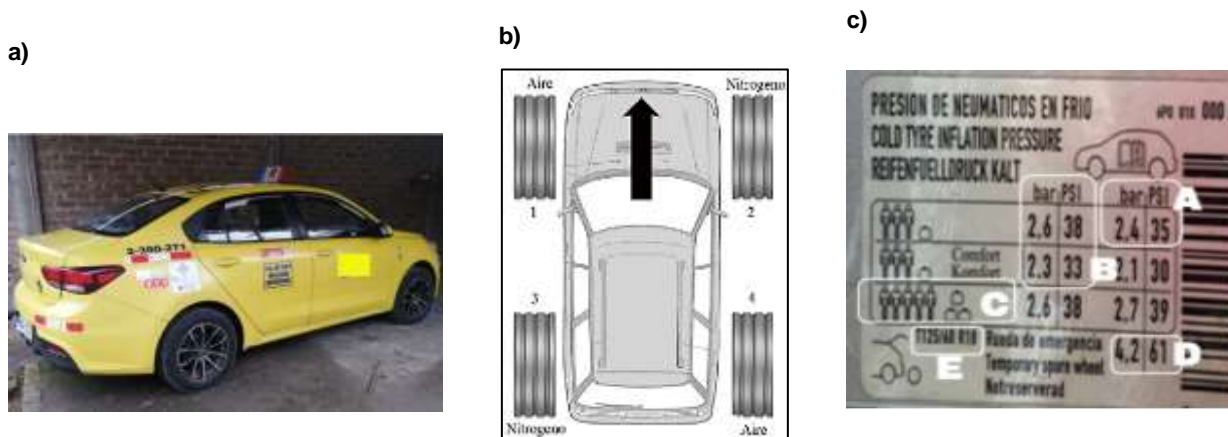
Figura 1: a) Instalación de los sensores en el aro del neumático. b) Instalación de la pantalla en el habitáculo del vehículo. c) Denominación de sensores TPMS (Cubaaautoparts, 2016).



Instalación de los neumáticos en el vehículo

El vehículo utilizado para la realización de las pruebas es un taxi de la compañía de taxis “Wilson Morocho” de la ciudad de Riobamba, de marca KIA Rio del año 2018, donde dos de los neumáticos se inflaron con aire y dos con nitrógeno, para el inflado de los neumáticos se tomaron en cuenta las especificaciones del fabricante del vehículo. La Figura 2 muestra el vehículo de prueba. Las Figuras 2b y 2c muestran la forma en que fueron ubicados los neumáticos en el vehículo y la respectiva presión especificada por el fabricante.

Figura 2: a) Vehículo de prueba. b) Posición de los neumáticos. c) Información del fabricante sobre presiones en los neumáticos.



Incidencia del aire y del nitrógeno en el desgaste de neumáticos en vehículos sedan

Alineación y balanceo del vehículo

Una vez instalados los neumáticos en el vehículo se realizó la alineación y balanceo, para evitar un desgaste desigual de los neumáticos. Las Figuras 3a y 3b muestran el proceso de balanceo de los neumáticos. Las Figuras 3c y 3d muestran el procedimiento de la alineación del vehículo.

Figura 3: a) Balanceo de los neumáticos. b) Indicadores de corrección. c) Alineación de los neumáticos. d) Valores de corrección.

a)



b)



c)



d)



Adquisición de datos de presión, temperatura y desgaste

Para la recolección de los datos se realizaron 8 pruebas, en cada una se realizó una prueba de ruta de 10 km, donde se tomaban los valores de presión, temperatura por cada km recorrido.

Los datos, tanto de la presión como de temperatura, se tomaron de manera manual, es decir, que se tomaba fotografías a los datos que se visualizaba en la pantalla del sistema TPMS para luego ser tabulados. Las Figuras 4a y 4b muestran los datos de presión y temperatura observados en tiempo real y la tabla de registro de datos, respectivamente.

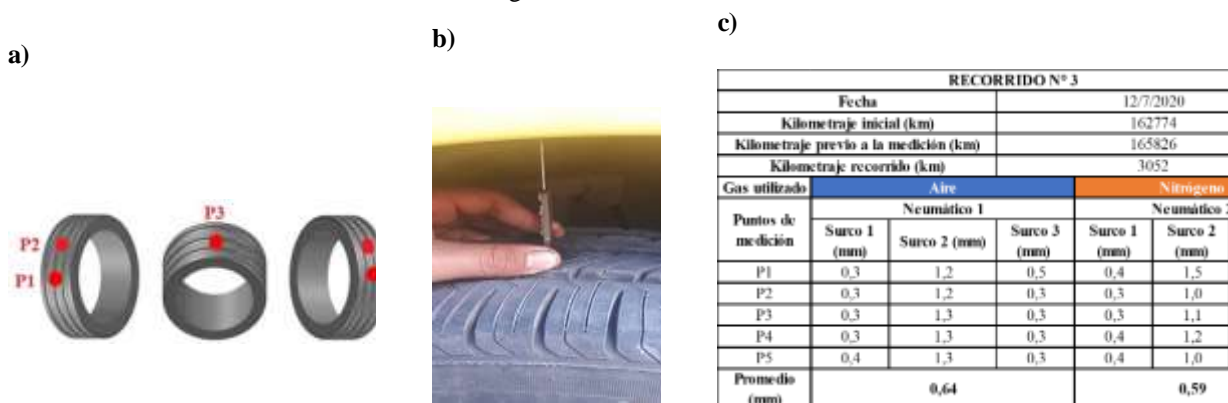
Incidencia del aire y del nitrógeno en el desgaste de neumáticos en vehículos sedan

Figura 4: a) Datos de presión y temperatura de los neumáticos. b) Hoja de registro de datos.



Para la adquisición de los datos del desgaste de los neumáticos, primero se establecieron 6 puntos de medición y por medio de un calibrador pie de rey se procedió a medir la profundidad de los surcos de la banda de rodadura, para constatar el desgaste del neumático ocasionado durante el kilometraje recorrido. La Figura 13 muestra los puntos de medición. Las Figuras 14 y 15 muestra el procedimiento de medición y los datos tabulados en las hojas de registro.

Figura 5: a) Puntos de medición de desgaste de los neumáticos. b) Medición del desgaste del neumático. c) Hoja de registro de datos.



Resultados y discusión

Antes de realizar las pruebas correspondientes, primeramente, se establecieron datos iniciales para tomar como referencia de las variables de presión, temperatura y desgaste de los neumáticos. Estos

Incidencia del aire y del nitrógeno en el desgaste de neumáticos en vehículos sedan

valores se registraron con el vehículo funcionando con los neumáticos de prueba. Los datos iniciales se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Datos iniciales de los neumáticos

DATOS DE LOS NEUMÁTICOS				
Fecha	12/6/2020			
	Neumático 1	Neumático 2	Neumático 3	Neumático 4
Tipo de gas	Aire	Nitrógeno	Nitrógeno	Aire
kilometraje inicial (km)	162774	162774	162774	162774
Medidas de la profundidad (mm)	surco 1	surco 2	surco 3	promedio
	9	10	9	9,3
Presión inicial (psi)	29,1	28,7	31,1	28,3
Temperatura inicial (°C)	30	28	26	31

Se realizaron en total ocho pruebas en diferentes condiciones climáticas a una velocidad moderada de aproximadamente de 60 km/h y en distintos intervalos de kilometraje recorridos por el vehículo, donde en cada una se realizó una prueba de ruta de 10 km con el objetivo de registrar los datos de presión y temperatura por cada kilómetro recorrido. Un ejemplo del registro de los datos de cada recorrido se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3: Datos de la temperatura y presión en los neumáticos (Recorrido 1).

RECORRIDO N° 1								
Fecha	28/6/2020							
Tipo de clima	Parcialmente soleado 18°C							
Gas utilizado	Aire		Nitrógeno		Nitrógeno		Aire	
Kilometraje (km)	Neumático 1		Neumático 2		Neumático 3		Neumático 4	
	Presión (psi)	Temperatura (°C)	Presión (psi)	Temperatura (°C)	Presión (psi)	Temperatura (°C)	Presión (psi)	Temperatura (°C)
164233	27,1	17	26,7	17	29,5	16	26,3	18
164234	27,5	19	27,1	18	29,5	18	26,7	19
164235	27,5	22	27,1	20	29,9	20	27,5	22
164236	27,9	24	27,1	22	30,3	22	27,5	25
164237	27,9	26	27,5	23	30,3	23	27,5	26
164238	27,9	27	27,5	24	30,3	24	27,9	28
164239	28,3	28	27,5	25	30,3	25	27,9	29
164240	28,3	29	27,9	26	30,3	25	27,9	30
164241	28,3	29	27,9	26	30,3	25	27,9	30
164242	28,7	30	27,9	26	30,7	26	27,9	30

Incidencia del aire y del nitrógeno en el desgaste de neumáticos en vehículos sedan

En la Tabla 4 se presentan los distintos intervalos de los kilometrajes de cada una de las pruebas realizadas. Además, se muestran los datos de temperatura y presión máximos alcanzados en cada neumático durante cada uno de los recorridos.

Tabla 4: Datos de la temperatura y presión máximos en los neumáticos

Recorridos	Kilometraje inicial (km)	Kilometraje inicial del recorrido (km)	Kilómetros recorridos (km)	Datos de la presión y temperatura máximos			
				Neumático 1		Neumático 2	
				Presión (psi)	Temperatura (°C)	Presión (psi)	Temperatura (°C)
Recorrido 1	162774	164233	1459	28,7	30	27,9	26
Recorrido 2	164233	164944	711	28,7	32	27,9	29
Recorrido 3	164944	165826	882	28,7	34	27,9	30
Recorrido 4	165826	166620	794	29,9	31	29,1	24
Recorrido 5	166620	167878	1258	30,3	34	29,9	30
Recorrido 6	167878	169506	1628	29,5	34	29,5	29
Recorrido 7	169506	172401	2895	29,1	35	29,1	30
Recorrido 8	172401	174901	2500	28,3	31	27,9	25
Recorridos	Kilometraje inicial (km)	Kilometraje inicial del recorrido (km)	kilómetros recorridos (km)	Neumático 3		Neumático 4	
				Presión (psi)	Temperatura (°C)	Presión (psi)	Temperatura (°C)
				Presión (psi)	Temperatura (°C)	Presión (psi)	Temperatura (°C)
Recorrido 1	162774	164233	1459	30,7	26	27,9	30
Recorrido 2	164233	164944	711	31,1	28	28,3	33
Recorrido 3	164944	165826	882	31,1	29	28,7	35
Recorrido 4	165826	166620	794	29,5	23	29,5	30
Recorrido 5	166620	167878	1258	30,3	29	30,3	36
Recorrido 6	167878	169506	1628	29,9	28	29,5	36
Recorrido 7	169506	172401	2895	29,5	29	29,1	37
Recorrido 8	172401	174901	2500	28,7	25	27,9	32

Para realizar el análisis de la temperatura, se tomaron todos los datos registrados de temperatura tanto de los neumáticos inflados con aire como los inflados con nitrógeno. Se calculó el promedio de la temperatura en cada recorrido. Estos valores se muestran en la Tabla 5.

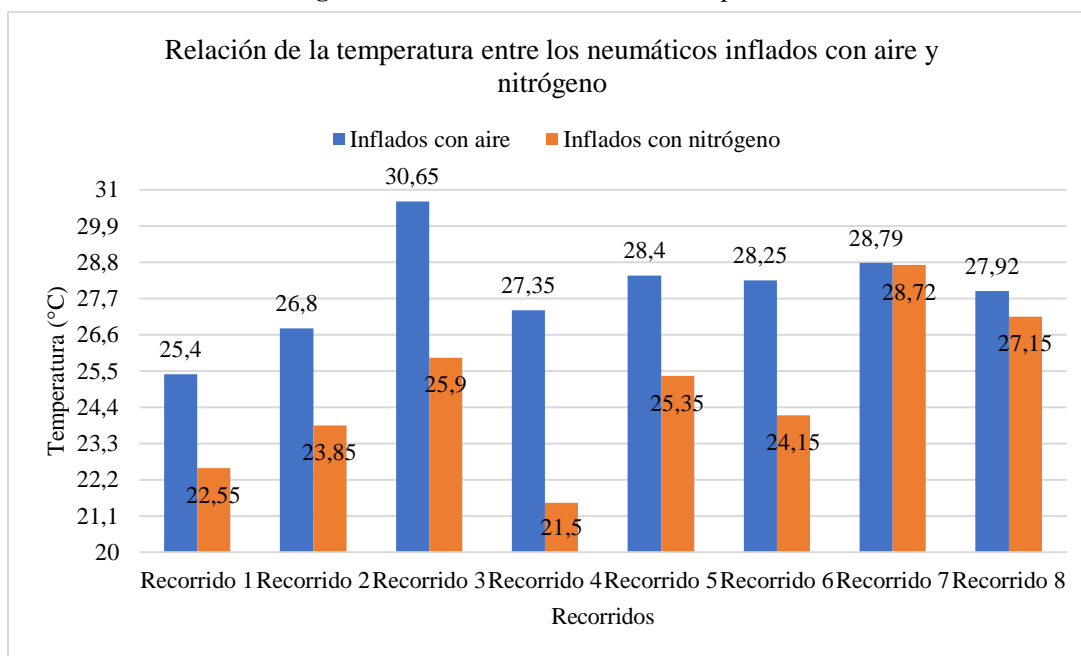
Tabla 5: Promedio de los datos de temperatura

Relación de la temperatura (°C) en los neumáticos			
Recorrido #	Inflados con aire	Inflados con nitrógeno	Diferencia
1	25,40	22,55	2,85
2	26,80	23,85	2,95
3	30,65	25,90	4,75
4	27,35	21,50	5,85
5	28,40	25,35	3,05
6	28,25	24,15	4,10
7	28,79	28,72	0,07
8	27,92	27,15	0,77

Incidencia del aire y del nitrógeno en el desgaste de neumáticos en vehículos sedan

Como resultado se determinó que los neumáticos inflados con aire tienden a incrementar su temperatura con mayor facilidad que los neumáticos que se inflaron con nitrógeno; además, se debe notar que la temperatura de la calzada afecta directamente sobre la temperatura de los neumáticos provocando distintas variaciones de temperatura en cada uno de los recorridos. En la Figura 6 se presentan las variaciones de temperatura de cada uno de los recorridos.

Figura 6: Variación de los datos de temperatura



Para el análisis de la presión se consideraron los datos iniciales de temperatura y presión que se muestran en la Tabla 2. En cada recorrido se tomaron en cuenta los datos de presión cuando se alcanzó la temperatura inicial, para luego observar la variación de los datos de presión registrados en cada recorrido en comparación con la presión inicial. En la Tabla 6 se muestran los datos de variación de las presiones en los neumáticos inflados con aire y con nitrógeno de los tres primeros recorridos.

Incidencia del aire y del nitrógeno en el desgaste de neumáticos en vehículos sedan

Tabla 6: Variación de las presiones en los tres primeros recorridos

Relación de la presión en los neumáticos								
Neumático	Temperatura inicial (°C)	Presión inicial (psi)	Recorrido N° 1		Recorrido N° 2		Recorrido N° 3	
			1459 kilómetros recorridos		711 kilómetros recorridos		882 kilómetros recorridos	
			Presión a dicha temperatura (psi)	Diferencia entre presiones	Presión a dicha temperatura (psi)	Diferencia entre presiones	Presión a dicha temperatura (psi)	Diferencia entre presiones
Neumático1	30	29,1	28,7	0,4	28,7	0,4	28,3	0,8
Neumático2	28	28,7	27,9	0,8	27,9	0,8	27,9	0,8
Neumático3	26	31,1	30,7	0,4	31,1	0,0	30,3	0,8
Neumático4	31	28,3	27,9	0,4	28,3	0,0	27,9	0,4
VARIACIÓN			Neumáticos con aire	0,40	Neumáticos con aire	0,20	Neumáticos con aire	0,60
			Neumáticos con nitrógeno	0,60	Neumáticos con nitrógeno	0,40	Neumáticos con nitrógeno	0,80

En el recorrido N° 4 se realizó una corrección de presiones de cada neumático, para igualar todos los neumáticos a una misma presión de inflado para poder observar su variación. En la Tabla 7 se muestran los datos corregidos de presión y temperatura. En base a estos nuevos valores se realizó el análisis de presión para los recorridos 4,5,6,7,8.

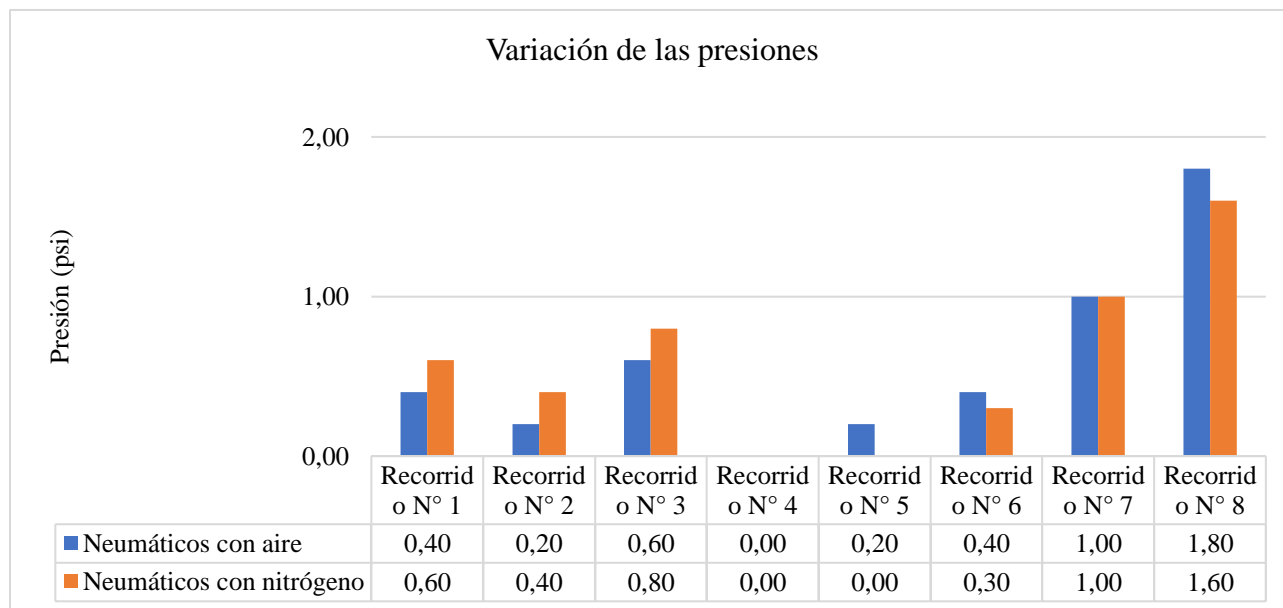
Tabla 7: Datos de la temperatura y presión iniciales corregidos

Fecha	19/7/2020			
	Neumático 1	Neumático 2	Neumático 3	Neumático 4
Tipo de gas	Aire	Nitrógeno	Nitrógeno	Aire
kilometraje inicial (km)	166620	166620	166620	166620
Presión inicial (psi)	29,9	29,1	29,5	29,5
Temperatura inicial (°C)	31	24	23	30

El estudio se centró en el recorrido N° 8, donde hasta este punto el vehículo recorrió 8281 km, considerando desde el Recorrido N° 4. En base a dicho valor en las ruedas se tiene una variación de presión aceptable entre los neumáticos inflados con aire y nitrógeno. En la Figura 7 se observa la variación de presión de los neumáticos inflados con aire y nitrógeno de cada recorrido. A partir del cuarto recorrido se determina que los neumáticos inflados con aire pierden mayor presión que los neumáticos inflados con nitrógeno.

Incidencia del aire y del nitrógeno en el desgaste de neumáticos en vehículos sedan

Figura. 7: Variación de los datos de presión



Para el análisis de los datos de desgaste se empezó a partir del tercer recorrido donde hasta este punto el vehículo alcanza un kilometraje de 3052 km, cuyo valor permite apreciar el desgaste de los neumáticos debido a que eran nuevos. El registro de los datos de desgaste, medidos en los puntos establecidos para cada neumático durante cada recorrido, se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8: Datos del desgaste de los neumáticos (Recorrido 3).

RECORRIDO N° 3						
Fecha		12/7/2020				
Kilometraje inicial (km)		162774				
Kilometraje previo a la medición (km)		165826				
Kilometraje recorrido (km)		3052				
Gas utilizado	Aire			Nitrógeno		
Puntos de medición	Neumático 1			Neumático 2		
	Surco 1 (mm)	Surco 2 (mm)	Surco 3 (mm)	Surco 1 (mm)	Surco 2 (mm)	Surco 3 (mm)
P1	0,3	1,2	0,5	0,4	1,5	0,6
P2	0,3	1,2	0,3	0,3	1,0	0,1
P3	0,3	1,3	0,3	0,3	1,1	0,2
P4	0,3	1,3	0,3	0,4	1,2	0,2
P5	0,4	1,3	0,3	0,4	1,0	0,1
Promedio (mm)	0,64			0,59		

Incidencia del aire y del nitrógeno en el desgaste de neumáticos en vehículos sedan

Gas utilizado	Nitrógeno			Aire		
	Neumático 3			Neumático 4		
	Surco 1 (mm)	Surco 2 (mm)	Surco 3 (mm)	Surco 1 (mm)	Surco 2 (mm)	Surco 3 (mm)
P1	0,0	1,0	0,0	0,2	1,0	0,0
P2	0,1	1,0	0,2	0,0	1,0	0,1
P3	0,1	0,8	0,1	0,2	1,0	0,2
P4	0,0	0,5	0,0	0,2	1,0	0,2
P5	0,1	1,0	0,0	0,0	1,1	0,0
Promedio (mm)	0,33			0,41		

Se realizaron seis pruebas en total, donde se calculó el promedio de desgaste en cada uno de los puntos de medición tanto para los neumáticos inflados con aire y nitrógeno en la Tabla 9 se muestran los datos cálculos en cada uno de los recorridos.

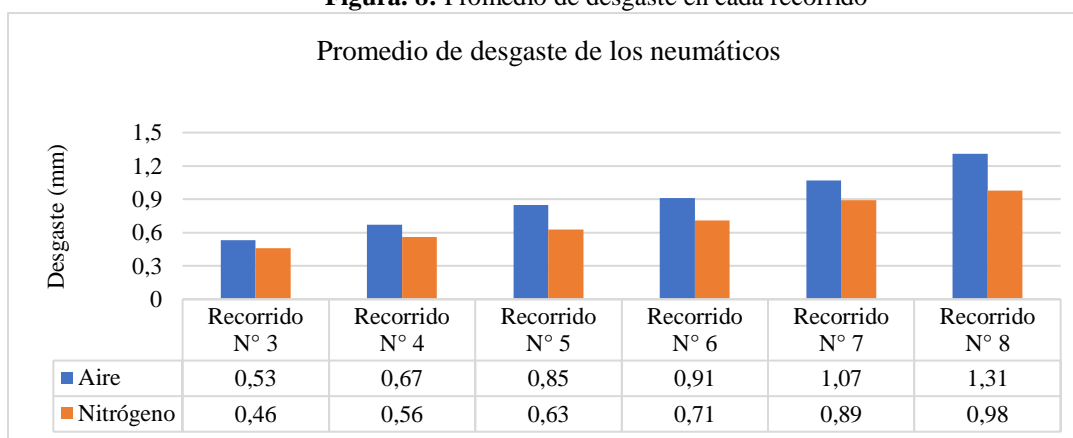
Tabla 8: Promedio de desgaste en los puntos de medición establecidos

	Recorrido N° 3		Recorrido N° 4		Recorrido N° 5	
	3052 kilómetros recorridos		794 kilómetros recorridos		1258 kilómetros recorridos	
Gas	Aire	Nitrógeno	Aire	Nitrógeno	Aire	Nitrógeno
Puntos de medición	Desgaste (mm)	Desgaste (mm)	Desgaste (mm)	Desgaste (mm)	Desgaste (mm)	Desgaste (mm)
P1	0,53	0,58	0,75	0,65	0,92	0,70
P2	0,48	0,45	0,58	0,48	0,90	0,68
P3	0,55	0,43	0,62	0,50	0,75	0,55
P4	0,55	0,38	0,68	0,68	0,82	0,55
P5	0,52	0,43	0,70	0,50	0,88	0,67
PROMEDIO (mm)	0,53	0,46	0,67	0,56	0,85	0,63
	Recorrido N° 6		Recorrido N° 7		Recorrido N° 8	
	1628 kilómetros recorridos		2895 kilómetros recorridos		2500 kilómetros recorridos	
Gas	Aire	Nitrógeno	Aire	Nitrógeno	Aire	Nitrógeno
Puntos de medición	Desgaste (mm)	Desgaste (mm)	Desgaste (mm)	Desgaste (mm)	Desgaste (mm)	Desgaste (mm)
P1	0,93	0,77	1,13	0,88	1,33	1,02
P2	0,92	0,72	1,12	0,90	1,32	1,00
P3	0,83	0,65	0,98	0,82	1,25	0,90
P4	0,82	0,72	1,00	0,95	1,32	0,97
P5	1,07	0,68	1,12	0,88	1,32	1,00
PROMEDIO (mm)	0,91	0,71	1,07	0,89	1,31	0,98

Incidencia del aire y del nitrógeno en el desgaste de neumáticos en vehículos sedan

A partir de los datos calculados se realizó un promedio general para los neumáticos inflados con aire y nitrógeno, enfocándose en el Recorrido N° 8, donde el vehículo recorrió 12127 km, determinando que los neumáticos inflados con aire llegaron a tener un desgaste promedio de 1,31 mm y los neumáticos inflados con nitrógeno tuvieron un desgaste promedio de 0,98 mm. En cada prueba se pudo apreciar que los neumáticos inflados con aire tienden a tener mayor desgaste que los neumáticos inflados con nitrógeno, como se observa en la Figura 8.

Figura. 8: Promedio de desgaste en cada recorrido



Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos, se pueden extraer las siguientes conclusiones: 1) Los neumáticos inflados con aire tienden a perder la presión interna y aumentar la temperatura con mayor facilidad que los neumáticos inflados con nitrógeno, ya que estos mantienen los niveles de presión interna óptimos y la temperatura por mayor tiempo, aumentando así la vida útil de los neumáticos. 2) El desgaste de los neumáticos es directamente proporcional al kilometraje, es decir, a mayor número de kilómetros recorridos, mayor es el desgaste de la banda de rodadura. 3) El desgaste de los neumáticos inflados con aire tiene un promedio aproximado de 1,31 mm por cada 12127 km recorridos, en cambio los neumáticos inflados con nitrógeno tienen un promedio aproximado de 0,98 mm por el mismo número de kilómetros. 4) De acuerdo con los análisis de presión, temperatura y desgaste de los neumáticos que fueron inflados con aire y nitrógeno, se concluye que el gas más eficiente para el inflado de los neumáticos es el nitrógeno ya que otorga mayores prestaciones que el aire en los parámetros analizados.

Referencias

1. Asturias. 2019. Ventajas de inflar los neumáticos con nitrógeno. [En línea] 2019. [Citado el: 19 de Noviembre de 2020.] <http://teleneumaticosasturias.com/ventajas-inflado-neumaticos-nitrogeno/>.
2. AutoAvance. 2015. Sistema TPMS: Mucho más que un simple Sensor de Neumático. [En línea] 2015. [Citado el: 11 de Octubre de 2020.] <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/182-sistema-tpms-mucho-mas-que-un-simple-sensor-de-neumatico/>.
3. Cubaaautoparts. 2016. User Manual BP45(VS-63W019). User Manual BP45(VS-63W019). [En línea] 20 de Mayo de 2016. [Citado el: 10 de Agosto de 2020.] www.cubaaautoparts.com.
4. Lizeo. 2017. Rezueteo. INFLADO DE NEUMÁTICOS CON NITRÓGENO O CON AIRE ¿QUÉ ES MEJOR? [En línea] 2017. [Citado el: 11 de Octubre de 2020.] <https://neumaticos.rezulteo.es/guias/mantenimiento/inflado-presion-neumaticos/inflado-nitrogeno-neumaticos-aire-que-es-mejor>.
5. MeteoBlue. 2017. Temperatura del aire. [En línea] 2017. [Citado el: 17 de Noviembre de 2020.] <https://content.meteoblue.com/es/meteoscool/el-tiempo/temperatura>.
6. Paucar, Byron y Tacuri, Lauro. 2015. Estudio de las condiciones que generan un desgaste anormal de los neumáticos radiales para vehículos pesados que impiden su reutilización como base para reencauche. [En línea] 2015. [Citado el: 2020 de Octubre de 4.] <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7975/1/UPS-CT004843.pdf>.
7. RAE. 2019. Real Academia de la Lengua Española. Aire. [En línea] 2019. [Citado el: 11 de Octubre de 2020.] <https://dle.rae.es/aire>.
8. Velasquez, Juan. 2018. VARIACIÓN DE LA PRESIÓN : ALTITUD Y TEMPERATURA. [En línea] 2018. [Citado el: 17 de Noviembre de 2020.] <https://www.neumaticoslíder.es/consejos-neumaticos/presion-del-neumatico-en-altitud#:~:text=Una%20de%20estas%20leyes%20establece,La%20presi%C3%B3n%20del%20neum%C3%A1tico%20disminuye>.