

Universidad Internacional Del Ecuador



Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz

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

Tema:

Diferencia de torque y potencia en función del rin del neumático

Molina Narváez Juan Francisco

Larrea Mejía David Fernando

Director:

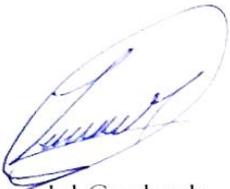
Msc. Ing. Gorky Reyes

Quito, diciembre del 2017

CERTIFICADO

Nosotros, Juan Francisco Molina Narváez y David Fernando Larrea Mejía declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



Firma del Graduado

Juan Francisco Molina Narváez.

CI. 172649941-9



Firma del Graduado

David Fernando Larrea Mejía

CI. 171718833-6

Yo, Msc. Ing. Gorky Reyes, certifico que, conozco a los autores del presente trabajo, siendo el responsable tanto de su originalidad y autenticidad como de su contenido.



Firma del Director de trabajo de grado

Msc. Ing. Gorky Reyes.

DEDICATORIA

Este proyecto de grado va dedicado a toda mi familia que nunca dejaron de confiar en mí, fueron un apoyo muy fuerte y nunca dejaron de estar ahí presentes hasta en los momentos más difíciles ya que con sus palabras de experiencia y sabiduría me motivan cada día para seguir formándome con un profesional y una persona correcta.

A mis hermanos Leonardo, Mario y mi novia Isabel lo dedico con todo corazón por darme ese impulso muy fuerte que me hizo ver de otra manera el cual es importa culminar una carrera y ser un profesional y demostrar que uno lo puede todo en esta vida y esta solo en nosotros el querer, poder y terminar lo comenzado.

David Larrea

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto a mi madre, la mujer que mas amo, nunca dejo de confiar en mi y nunca de darme sus fuerzas y aliento para que siga adelante con mis estudios, mis sueños y todas las metas que me he propuesto. Siempre ha estado en los momentos más difíciles y me ha sabido guiar para tomar las decisiones correctas.

También dedicar este proyecto a mis hermanos Juan, Javier y Anita, que han sido mi apoyo, mi base, mi alegría y mis educadores de vida, diciendo las palabras correctas para seguir adelante y estando juntos siempre como hermanos.

A mi hermosa novia, Gissela Robayo, que ha estado a mi lado en las buenas y en las malas, en la salud y en la enfermedad, en las peores y en las mejores. Nunca me ha dejado de dar su apoyo y fuerza para que cumpla mis sueños. Eres lo mejor que me ha pasado en mi vida y siempre lo serás. Te amo con todo mi corazón, mi cuerpo, mi alma y mi vida.

Y por ultimo a mis mejores amigos, Bob, Kimy y Max, que son la alegría de todos mis días.

Juan F. Molina

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres Mario y Marta y mi Tía Teresa por estar siempre a mi lado dándome fuerzas y apoyo en todo momento en esta meta trazada como una de las tantas que me he propuesto en todo este trayecto de vida.

A mi compañero Juan Francisco Molina con quien realizamos este proyecto el cual demostramos trabajar en equipo y dar lo mejor nosotros para culminar este proyecto.

Agradezco al Director Académico de la Facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, Msc. Ing. Andrés Castillo quien tuvo el privilegio de hacer muchos años de tenerlo de profesor y ser una persona el cual me prestó su ayuda para retomar mis estudios.

Al Msc. Ing. Gorky Reyes por darnos su ayuda y conocimiento para llevar a cabo la culminación de este proyecto.

Gracias a todos quienes aportaron para lograr esta gran meta en mi vida y estuvieron siempre a mi lado en esta trayectoria universitaria.

David Larrea

AGRADECIMIENTO

A mi madre Martha Narvaez, siempre estuvo conmigo, cuando mas los necesite, cuando no sabia que hacer o simplemente necesita un empujón para seguir, sus palabras y aliento me han ayudado a lograr todo que me he propuesto.

A mi familia con la cual siempre estamos el uno para el otro cuando mas lo necesitamos, simplemente para compartir momentos juntos.

A mi novia Gissela, la mejor novia del mundo, que con su cariño y sus palabras, me ha sabido guiar y apoyar en todo lo que me propongo.

A mi compañero David Larrea, por su esfuerzo, dedicación y tiempo para realizar este trabajo en equipo para terminar el proyecto de la mejor manera.

A mi asesor, el Ingeniero Gorky Reyes, a quien debo gran parte de mi educación, por su confianza y vocación de haber puesto su enseñanza en mi, y por toda la ayuda que nos brindo para la culminación de este proyecto.

Al Director Académico de la Facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, Msc. Ing. Andres Castillo, quien tuvo el privilegio de tenerlo de profesor y ayudar a nuestra universidad a mejorar sus aulas.

Gracias a todos los que formaron parte de mi vida y me ayudaron con mis estudios.

Juan F. Molina

INDICE DE CONTENIDOS

Universidad Internacional Del Ecuador.....	i
CERTIFICADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	v
INDICE DE CONTENIDOS.....	vii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUCCION.....	1
2. NEUMÁTICO.....	1
2.1. COMPONENTES.....	2
2.2. FUERZA LATERAL.....	2
2.3 MECANISMO DE AGARRE.....	2
2.4. SENSIBILIDAD A LA CARGA.....	2
2.5. VISCOELASTICIDAD.....	2
2.6. VULCANIZACION.....	3
2.7. TABLA DE NEUMATICOS.....	3
3. MATERIALES Y METODOS.....	4
3.1. METODOS.....	4
3.2. VEHÍCULO.....	5
3.3. NEUMÁTICO.....	5
3.3.1. FORMULAS PARA SELECCIÓN DE NEUMATICOS.....	5
3.4. EQUIPO.....	5
3.5. NORMATIVA.....	6
4. RESULTADO.....	6
5. CONCLUSIONES.....	7
6. REFERENCIAS.....	7
ANEXO 1.....	9
INTRODUCCION.....	9
1.500.000 unidades de neumáticos fuera de uso se recuperaron en Ecuador en dos años.....	10
ANEXO 2.....	12
INTRODUCCION.....	12
ANEXO 3.....	14
INTRODUCCION.....	14
ANEXO 4.....	17

INTRODUCCION.....	17
ANEXO 5	23
INTRODUCCION.....	23
COMPONENTES DE LOS NEUMATICOS Y NEGRO DE HUMO OBTENIDO DE SU TRATAMIENTO POR PIROLISIS.....	24
ANEXO 6	25
INTRODUCCION.....	25
¿Qué funciones cumple un neumático?	26
Soportar	26
Transmitir	26
Rodar	26
Guiar	26
Amortiguar.....	26
Durar	26
ANEXO 7	27
NEUMATICO	27
TUBELESS - Definición - Significado	28
ANEXO 8	29
NEUMÁTICO	29
¿Cómo se fabrica un neu¿Cómo se fabrica un neumático?	30
Pasos del proceso de fabricación del neumático.....	30
1- Conocimiento por medio de la investigación	30
2- Desarrollo y combinación de materiales	30
3- Diseño.....	30
4- Fabricación	30
5- Control de calidad.....	30
¿Cómo afecta el diseño del neumático en el desempeño?	31
Seguridad, ejemplo de adherencia en piso mojado.....	31
Placer de manejo, ejemplo de adherencia en calle seca.....	31
¿Cuál es la estructura de un neumático?	32
El típico neumático radial está compuesto por nueve partes principales.....	32
ANEXO 9	34
COMPONENTES.....	34
¿Cómo se fabrica un neumático?	35
Fabricado según unos procesos minuciosos.	35
La fabricación, un proceso de innovación permanente.....	35
El neumático, una suma de compuestos.	35
ANEXO 10	36

FUERZA LATERAL.....	36
MECANISMOS DE AGARRE.....	36
SENSIBILIDAD DE CARGA.....	36
VISCOELASTICIDAD.....	36
ANEXO 11	44
VULCANIZACION	44
ANEXO 12	46
TABLA DE NEUMATICOS.....	46
Estudio del Neumático. Normas de Designación	47
ANEXO 13	75
TABLA DE NEUMÁTICOS.....	75
TIRE TECH.....	76
Original Equipment (OE) Tires	76
Does It Really Make a Difference?.....	78
ANEXO 14	79
TABLA DE NEUMÁTICOS.....	79
Aprende a comprar y cuidar las llantas de tu vehículo	80
¿Cómo comprar las llantas perfectas para tu vehículo?.....	81
Fecha de fabricación.....	81
Código DOT (Referencia de la llanta).....	82
Donde:.....	83
En la siguiente tabla, encontrarás los valores correspondientes para identificar el índice de carga y el código de velocidad de tu automóvil:.....	84
¿Cómo cuidar las llantas de un vehículo?.....	84
Alineación y balanceo.....	85
Conducción segura.....	85
ANEXO 15	87
RESULTADOS	87
COMO FUNCIONA UN DINAMOMETRO.....	88
RESULTADO.....	101
CONCLUSIONES	102

ESTUDIO DE LA DIFERENCIA DE TORQUE Y POTENCIA EN FUNCION DEL RIN DEL NEUMATICO

Gorky Reyes¹, Juan Molina², David Larrea³

¹Profesor tiempo completo, Coordinador Investigación, Facultad de Ingeniería Automotriz, Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador, gureyesca@internacional.edu.ec

²Facultad de Ingeniería Automotriz, Universidad Internacional del Ecuador, jfmolina_92@hotmail.com

³Facultad de Ingeniería Automotriz, Universidad Internacional del Ecuador, davidlarrea21@hotmail.com

RESUMEN

A nivel nacional un vehículo cuando sale de fábrica, todos sus componentes son originales, y existen varios usuarios que desean cambiar ya sea por estética o uso, por tal motivo hay varios tecnicentros que recomienda el cambio de estos para adecuarse más a la personalidad del propietario, los mismos que por estética y rendimiento realizan cambios como el modificar el tamaño del rin y varios componentes más del vehículo; pero en la investigación el vehículo Chevrolet Spark LT del año 2012, un automóvil muy comercializado en Ecuador, con la medida de neumático recomendada por el fabricante y el mismo vehículo con otro "rin" más grande al usual, determinó cuáles son las diferencias que se tiene con respecto al torque y potencia que muestra el vehículo en régimen de revoluciones alto y bajo. Se realizó un ensayo de medición de torque y potencia en un dinamómetro el cual permitió reconocer las diferencias que existe en el vehículo. Los resultados mostraron que con una variación de "rin" en el vehículo de prueba, se obtuvo una disminución de más del 7% de torque, y más del 4% de potencia. A partir del análisis realizado, no es recomendable para el rendimiento del vehículo tanto en ahorro de combustible como desempeño del mismo, cambiar de rin a los vehículos por unos diferentes a los recomendados por el fabricante.

Palabras clave: rin, torque, potencia, dinamómetro, neumático.

ABSTRACT

At the national level a vehicle when it leaves the factory, all its components are original, and there are several users who want to change either aesthetics or use, for this reason there are several automotive shops that recommends the change of these to suit more the personality of the owner , the same ones that for aesthetics and performance make changes such as modifying the size of the wheel and several other components of the vehicle; but in the investigation the Chevrolet Spark LT vehicle of the year 2012, a car very commercialized in Ecuador, with the tire size recommended by the manufacturer and the same vehicle with another "rin" larger than usual, determined which are the differences that are it has with respect to the torque and power that the vehicle shows in high and low revolutions. A torque and power measurement test was performed on a dynamometer which allowed recognizing the differences that exist in the vehicle. The results showed that with a "rin" variation in the test vehicle, a decrease of more than 7% of torque was obtained, and more than 4% of power was obtained. Based on the analysis carried out, it is not advisable for the performance of the vehicle, both in terms of fuel savings and performance, to change the vehicle's rims by a number different from those recommended by the manufacturer.

Keywords: wheel, torque, power, dynamometer, tire.

1. INTRODUCCION

En los tecnicentros de mecánica y repuestos automotrices, la mayoría de veces los vehículos adquieren rines y neumáticos nuevos en donde varían la medida original o recomendada por el fabricante, por una que está más acorde con el gusto del cliente o del vendedor. Esto se debe a que la mayoría de personas busca un rendimiento diferente de sus vehículos tales como: cambio de imagen, estabilidad del vehículo, mayor velocidad final o mayor fuerza del vehículo. Pero este tipo de cambios perjudica directamente al rendimiento del vehículo.

De acuerdo con el Ministerio de Medio Ambiente, en el 2014 y 2015 se recuperaron aproximadamente 1.5 millones de neumáticos usados para ser reciclados o reencauchados, que esto equivale al 80% total del mercado de neumáticos en el Ecuador [1]. Por lo cual en el Ecuador al año se vende aproximadamente un millón de unidades de neumáticos.

La durabilidad del neumático en un vehículo particular regularmente es de 2 años o 50 mil kilómetros, a diferencia de un vehículo que presta servicio de transporte público es de 6 a 8 meses o 50 mil kilómetros de recorrido [2]. De igual manera estos valores varían de acuerdo con el mantenimiento y cuidado que tenga el chofer. Las recomendaciones para un mejor rendimiento del neumático son: presión adecuada de aire, balanceo, alineación y rotación cada 10 mil kilómetros, caso contrario va a influir en un desgaste prematuro del mismo [3]. Esto se debe ya que los neumáticos sufren de varias cargas y esfuerzos como la transmisión de dirección y sentido del vehículo, la trasmisión de fuerza del motor para generar el movimiento, tener un buen contacto con el suelo que es conducido, absorber de manera efectiva los golpes, dar una sensación cómoda de manejo al conductor, prevenir el ruido de rodaje y verse bien estéticamente.

El neumático es un elemento que contiene muchos compuestos químicos [4], son estructuras tubulares muy complejas, compuestas fundamentalmente de caucho natural que es su principal componente, cauchos sintéticos, negro de humo, agentes químicos, aceites minerales y fibras

reforzantes como los hilos de acero y textiles [5].

Todos estos compuestos garantizan que el neumático cumpla con su función de la manera más adecuada. Su función principal es permitir un contacto adecuado por adherencia y fricción con el pavimento, posibilitando el arranque, el frenado y la guía [6], siendo una de las partes más importantes del vehículo y tiene que trabajar juntamente con él.

2. NEUMÁTICO

Un neumático es una pieza toroidal de caucho que se coloca en las ruedas de diversos vehículos y máquina. Su función principal es permitir un contacto adecuado por adherencia y fricción con el pavimento, haciendo posible el arranque, el frenado y la dirección o guía.

La parte de caucho blando que se infla y llena de aire es denominada cámara, hay neumáticos que no llevan cámara, es decir, que el aire a presión este contenido directamente por el neumático y la llanta; En los vehículos modernos, utilizan neumáticos denominados tubeless [7].

Los neumáticos generalmente tienen hilos que los refuerzan. Dependiendo de la orientación de estos hilos, se clasifican en diagonales o radiales.

De la figura 1 se ve las partes principales [8] que son: (1). Cinturón de acero en dirección longitudinal, (2). Estructura radial, (3). Alambre, (4). Llanta, (5). Banda de rodamiento, (6). Pared lateral, (7). Talón (ceja).

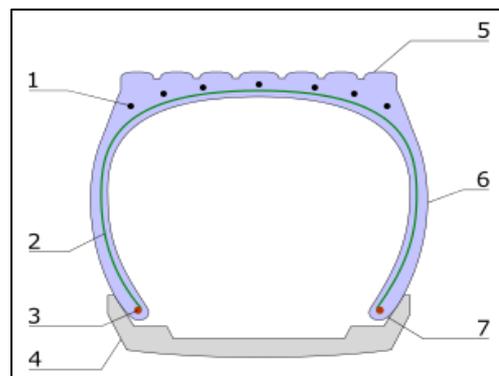


Figura 1. Neumático sin cámara

Fuente: Manual de servicio Maxxis – Neumático para vehículos de carretera.

2.1. COMPONENTES

El neumático es un objeto avanzado que tiene un alto nivel tecnológico, que utiliza una amplia variedad de materias primas [9]. Pueden agruparse en los siguientes grupos:

Caucho natural es un componente de la banda de rodadura de los neumáticos.

Caucho sintético es esencial en la escultura de los neumáticos de turismo, comerciales y 4x4.

Negro de humo y sílice sirve para reforzar el neumático y mejorar sus propiedades de desgaste.

Cables metálicos y textiles constituyen el esqueleto del neumático y garantizan su geometría y rigidez.

Numerosos productos químicos dan al neumático sus propiedades específicas como la baja resistencia a la rodadura o el extraordinario agarre.

2.2. FUERZA LATERAL

En un vehículo de masa m , cuando toma una curva de radio r a una velocidad v , su tendencia es a continuar con su trayectoria recta anterior. Podemos representar la fuerza centrífuga como una fuerza que nos impulsa hacia el exterior de la curva con esta intensidad:

$$F_c = m \frac{v^2}{r}$$

Donde:

F_c = fuerza centrífuga

m = masa

v = velocidad

r = radio

Esta fuerza será mayor cuanto más pesado sea el vehículo (m), cuanto menor es el radio (r) de la curva - cuanto más cerrada es y, sobre todo, cuanto más rápido vamos (v) [10].

2.3 MECANISMO DE AGARRE

El mecanismo físico de agarre de la goma con el suelo es una mezcla de rozamiento mecánico, un "enganche" nivel milimétrico similar al de un engranaje, con

una adhesión en las que influye la composición del neumático [10].

2.4. SENSIBILIDAD A LA CARGA

El rozamiento entre el neumático y el asfalto se define por la ecuación:

$$F_r = N\mu$$

Donde:

F_r = fuerza de rozamiento

N = fuerza normal que soporta el neumático.

μ = coeficiente de rozamiento

Es la suma del peso sobre la rueda con el vehículo en reposo más los posibles incrementos o decrementos por las fuerzas aerodinámicas o por las transferencias de carga longitudinales o laterales.

Al aumentar la carga, la goma se va deformando más y va rellenando las pequeñas irregularidades del asfalto. De esta manera logramos aumentar la superficie de adhesión y la profundidad de los enganches mecánicos entre goma y asfalto [10].

2.5. VISCOELASTICIDAD

Al comprimir un resorte, la constante de dureza del mismo es independiente de la velocidad a la que lo comprimen. Sin embargo, la goma que compone el neumático es un material viscoelástico: esto significa que, para velocidades bajas de compresión, su constante de dureza es menor y que para compresiones rápidas aumenta esta dureza, disminuyendo su capacidad de agarre.

Esto implica que existe una velocidad de deslizamiento óptima en la que la combinación del porcentaje de la huella que está en régimen deslizante y su constante de dureza debido a su naturaleza viscoelástica nos da el máximo agarre con el asfalto, que logramos con un determinado ángulo de deriva: ni más ni menos.

Esta velocidad de deslizamiento óptima y un ángulo de deriva óptimo varía en función de las características del asfalto: un grano muy fino necesita velocidades de deslizamiento y ángulos de deriva menores que un asfalto de grano más grueso [10].

La presión de inflado constituye a la fuerza lateral que se transmite desde la huella hasta la llanta a través de los flancos. La presión de inflado mantiene la rigidez de la carcasa y de la banda de rodadura. El máximo agarre lateral puede producirse con presiones relativamente elevadas; el ancho de llanta es el máximo agarre lateral del neumático el cual se genera cuando sus flancos están rectos. Esto se logra con una llanta de +/- 1/2 pulgada de la anchura real del neumático.

Una llanta demasiado ancha hace que los laterales de la banda de rodadura trabajen en exceso. Una llanta demasiado estrecha abomba el neumático sobrecargando la parte central; un ángulo de caída negativo durante un apoyo lateral produce un agarre lateral adicional.

2.6. VULCANIZACION

La vulcanización es un proceso químico para la conversión del caucho o polímeros relacionados en materiales más duraderos a través de la adición de azufre u otros equivalentes curativos. Estos aditivos modifican el polímero mediante la formación de enlaces cruzados entre las distintas cadenas de polímeros.

El neumático verde se vulcaniza con moldes calientes en una máquina de curado que comprime todas sus partes y le da su forma final.

En control de calidad seleccionan aleatoriamente los neumáticos de la cadena de fabricación y los cortan por la mitad para examinar cada uno de ellos su estructura y para revisar si cumplen con los estándares [11].

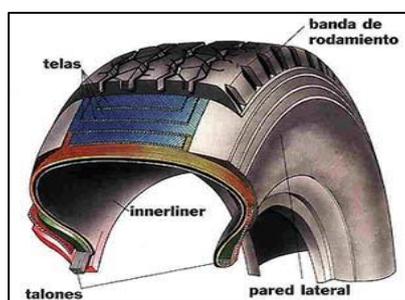


Figura 2. Corte de neumático para inspección.

Fuente: Neumáticos media – Partes

2.7. TABLA DE NEUMATICOS

Cada fabricante diseña un vehículo, que ofrezca confort y con excelente maniobrabilidad, considerando integrar neumáticos de Equipo Original al sistema de suspensión, dirección y frenado. Dando como resultado, la creación de diseños de neumáticos completamente nuevos, y los existentes, han sido modificados con el proceso de fabricación de autos o camiones ligeros actuales, para maximizar sus capacidades [12].

Por esta razón los fabricantes de vehículos requieren que los proveedores de estos neumáticos, los identifiquen con símbolos o códigos en los flancos para confirmar que son originales.

De esta forma, los dueños de vehículos identifican y seleccionan fácilmente los neumáticos originales.

Lista de los símbolos o códigos en uso:

Tabla 1. Índice de velocidad de los neumáticos.

Índice de velocidad	Velocidad en Km/h	Índice de velocidad	Velocidad en Km/h
D	65	Q	160
E	70	R	170
F	80	S	180
G	90	T	190
J	100	U	200
K	110	H	210
L	120	V	240
M	130	ZR	>240
N	140	W	270
P	150	Y	300

Fuente: Estudio del Neumático – Normas de designación.

Asi mismo, la tabla 2, indica los índices de carga de los neumáticos, que sirven para seleccionarla de acuerdo con el peso del vehículo y su carga, o la función que va a cumplir, si es de trabajo o de paseo.

Tabla 2. Índice de carga de los neumáticos

Índice de carga	Peso en Kg	Índice de carga	Peso en Kg
71	345	107	975
72	355	108	1000
73	365	109	1030
74	375	110	1060

Índice de carga	Peso en Kg	Índice de carga	Peso en Kg
75	387	111	1090
76	400	112	1120
77	412	113	1150
78	425	114	1180
79	437	115	1215
80	450	116	1250
81	462	117	1285
82	475	118	1320
83	487	119	1360
84	500	120	1400
85	515	121	1450
85	530	122	1500
87	545	123	1550
88	560	124	1600
89	580	125	1650
90	600	126	1700
91	615	127	1750
92	630	128	1800
93	650	129	1850
94	670	130	1900
95	690	131	1950
96	710	132	2000
97	730	133	2060
98	750	134	2120
99	775	135	2180
100	800	136	2240
101	825	137	2300
102	850	138	2360
103	875	139	2430
104	900	140	2500
105	925	141	2575
106	950	142	2650

Fuente: Estudio del Neumático – Normas de designación.

Las características de un neumático se las puede reflejar en la figura 5, donde se presentan las diferentes características de desempeño, que pueden ser comparadas directamente donde 100 es el nivel básico.

La meta final del fabricante de vehículo es desarrollar la tecnología que expanda el confort y el desempeño del neumático en todas direcciones.

La mayoría de veces, solo pueden expandir la capacidad y rendimiento del neumático en ciertas áreas, ya que, si una mejora otra disminuye [13].

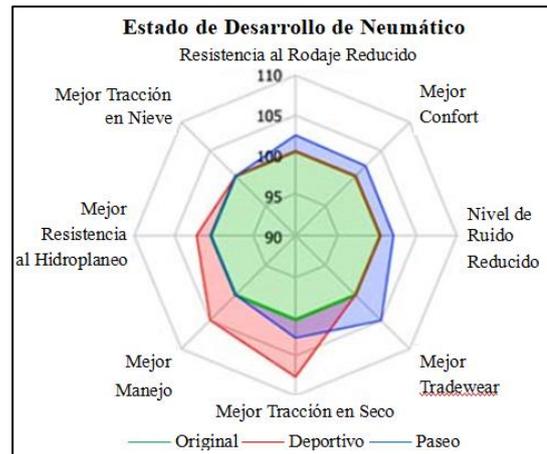


Figura 3. Desarrollo del Neumático

Fuente: TireRack – Equipo Original

De la figura 3, el color verde es el neumático original en el cual se busca un equilibrio de todas las características que ofrecen los diferentes fabricantes de llantas en una sola, rojo es un neumático deportivo el cual busca incrementar la tracción del vehículo hacia el piso dándole un mejor desempeño al vehículo deportivo, azul es el neumático de turismo el cual ofrece una mejor durabilidad para vehículos de paseo o trabajo.

Todos los neumáticos son excelentes, pero son diferentes en características y funciones. Lo importante es que ambos son modificados para ajustarse de mejor manera al vehículo [14].

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. METODOS

Es importante considerar que la medición de torque y potencia en relación con el rin del neumático depende de varios factores, como medida del rin, la dimensión y calidad del neumático, y que el vehículo este en buenas condiciones; por lo que se tomó en cuenta únicamente un vehículo de tipo automóvil, estandarizado su diseño propio de marca de neumático y el tamaño del rin generando una tabulación de los neumáticos que genera mayor torque y potencia en relación con el rin del neumático.

El procedimiento realizado fue usando un dinamómetro que permitió conocer los valores de torque y potencia con los

neumáticos originales y los neumáticos de prueba. Se sabe que todo neumático tiene una elasticidad y una resistencia a la rodadura el cual son fabricados para resistir esfuerzos y capacidades de carga en diferentes prestaciones que se las esté usando.

3.2. VEHÍCULO

Vehículo Chevrolet Spark LT, un sedán compacto y muy liviano, diseñado para la ciudad gracias a su versatilidad y tamaño, con bajo consumo de combustible.

El Spark se ha comercializado bastante en Ecuador, debido a su gran economía en combustible y en espacio, enfocado a familias y a jóvenes, se realizó la comparación de la ficha técnica con pruebas de dinamómetro.

3.3. NEUMÁTICO

En el vehículo Chevrolet Spark de prueba tiene el neumático original medida 155/65R13 73H, y la medida de prueba es la 175/50R15 75H.

Ambos neumáticos son destinados para vehículos de ciudad enfocados en el rendimiento y el confort.

3.3.1. FORMULAS PARA SELECCIÓN DE NEUMATICOS

Para un vehículo familiar sedan, de 5 pasajeros más carga adicional, se considera la siguiente fórmula para selección de neumático, y da conocer si es adecuado o no para el mismo:

$$P_i = P + C$$

$$S_o = U \times N$$

$$K = S_o - P_i$$

Donde:

P = peso del vehículo

P_i = peso del vehículo con carga

C = carga que soporta el vehículo

U = índice de carga de neumáticos en kilogramos

N = número de neumáticos

S_o = carga total que soportan los neumáticos

K = capacidad de los neumáticos

Como ejemplo, se aprecia en la tabla 3 que los neumáticos de prueba y los neumáticos originales si cumplen con la relación K, la cual determina si es adecuado el neumático y soporta la carga que el vehículo y sus pasajeros representa

Tabla 3. Relación “K”

Neu	Med	Pes/carg	Carg/Tot	Cap	Rel “K”
Orig	155/65R13 73H	Pi = 1448 Kg	So = 1464 Kg	K = 16 Kg	K > 1
Prue	175/50R15 75H	Pi = 1448 Kg	So = 1548 Kg	K = 100 Kg	K > 1

Fuente: Autores

Donde:

Neu: Neumático

Med: Medida.

Pes/Carg: Peso del vehículo incluido carga.

Carg/Tot: Carga Total de los neumáticos.

Cap: Capacidad de los neumáticos.

Rel”K”: Relación en “K”

Orig: Original.

Prue: De prueba.

Si $K \geq 0$ el neumático se puede utilizar en el vehículo.

Si $K < 0$ no es adecuado utilizar ese neumático.

3.4. EQUIPO

El dinamómetro es una herramienta de uso moderno para conocer el estado de un motor, optimizar su rendimiento, su fuerza y velocidad. También es utilizado para proyectos de disminución de emisiones y consumo de combustible.

Los dinamómetros de rodillos se utilizan para obtener las curvas de potencia, par tursor y consumo específico de combustible de un motor de combustión interna, así como para monitorear el comportamiento de los parámetros que describen su funcionamiento.

Con un banco de rodillos en el cual se asienta al vehículo, se determinar si el motor de este cumple con las especificaciones señaladas por el fabricante, así como también, evaluar la influencia de modificaciones mecánicas o

electrónicas, sobre el rendimiento del motor, sin tener que desmontarlo.

3.5. NORMATIVA

Se utiliza como referencia a las normativas que permite a una persona comparar varios resultados adquiridos bajo diferentes condiciones de prueba, tales como: torque, potencia, frenos, estado de motor, velocidad, y en algunos equipos, analiza los gases de combustión. Estas normas son: SAE J607, SAE J1349 y la STD.

Se desarrollaron factores de corrección, de acuerdo con la ubicación de dinamómetro, si esta en la costa, sierra u oriente. Las condiciones de prueba para J607, SAE y STD son las mostradas en la tabla 4.

Tabla 4. Tabla de factor de corrección

Fact corr	T°	Pre	Hu
J607	16	29.92inHg	0%
J1349	25	29.234inHg	0%
STD	25	29.92inHg	0%

Fuente: Norma SAE J607, SAE J1349, STD
Donde:

Fact corr = factor de corrección
T° = temperatura
Pre = presión
Hu = humedad

4. RESULTADO

Con la ayuda del equipo dinamómetro, se toman registros de los valores de torque y potencia que marca en cada prueba el vehículo con las diferentes medidas de neumáticos, realizando tres pruebas por cada neumático y obteniendo un promedio por medida [15].

Un motor posee un valor de revoluciones por minuto o RPM en el cual se alcanza su mayor torque, así como potencia.

Para esto se tomó de referencia la ficha técnica del vehículo de prueba que se observa en la tabla 5, donde muestra que a las 5700RPM se alcanza el máximo torque, y a las 4200RPM se alcanza el máximo de potencia.

Tabla 5. Ficha técnica de vehículo

Motor	Hatch 5P 1.0 MT
Cilindrada (cc)	1000
Dirección	Asistida
Frenos (delanteros / traseros)	Discos ventilados / Tambores
Motor	4 cilindros, 8v, SOHC
Potencia máxima (HP @ rpm)	63 HP a 5.400 rpm
Relación de compresión	9,3:1
Suspensión (delantera / trasera)	Independiente Mc Pherson / Dual link
Tipo de combustible	Gasolina
Torque máximo (Nm @rpm)	87 Nm a 4,200 rpm
Tracción	Delantera
Transmisión	Manual de 5 velocidades

Fuente: Chevrolet Ecuador

Dado los valores de las pruebas, se muestran los resultados teóricos y experimentales de medición de torque en color azul y potencia, en color naranja, en la figura 4.

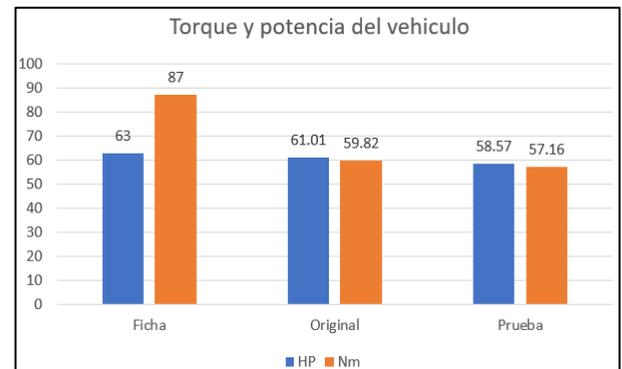


Figura 4. Valores máximos de torque y potencia

Fuente: Autores – pruebas

Las columnas de potencia muestran una gran diferencia de la ficha técnica del vehículo, con las pruebas realizadas en el dinamómetro con el neumático original y el de prueba. Esto debido a la altura aproximada de 2800msnm de la ciudad de Quito en donde se realizó las pruebas. Con el neumático de prueba se obtuvo una pérdida de 4.45%, con respecto al neumático original.

Las columnas de torque muestran que el neumático original es el cercano al mejor rendimiento del vehículo, esto debido a que el

neumático de prueba tiene una pérdida del 4% de torque con respecto al original, y del 7,03% a la ficha técnica.

En la figura 5 se aprecia los resultados impresos por el dinamómetro, los cuales son: la curva de torque, en color rojo, y la curva de potencia en color azul. Cada una representa como va aumentando sus valores hasta alcanzar su máximo, en el régimen de las 5700RPM, la cual nos indica la marca fabricante del vehículo.

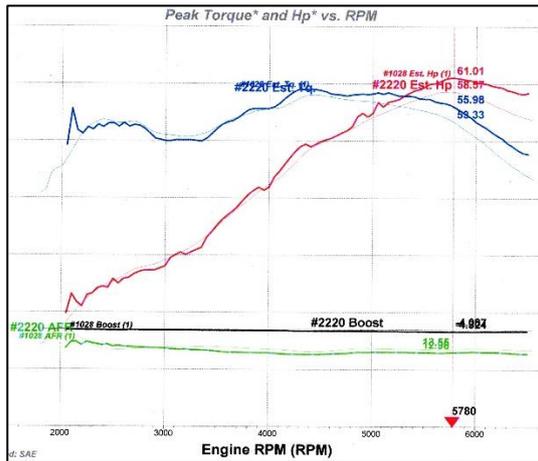


Figura 5. Resultado de dinamómetro

Fuente: Autores

La curva de torque muestra al neumático original alcanzar los 61.01Hp de torque y los 59.82Nm de potencia. Mientras que el neumático de prueba muestra valores más bajos dando 58.57Hp de torque y 57.16Nm de potencia.

Se determina que el neumático original del vehículo o recomendada por el fabricante es el que mejor rendimiento brinda, así como en torque y potencia del mismo.

5. CONCLUSIONES

El neumático original del vehículo presento un mejor desempeño de torque y potencia, logrando reflejar un valor más alto que el neumático de prueba.

El neumático de prueba presento un valor de pérdida del 7.04% de torque con respecto a la ficha técnica, y del 4.45% de potencia con respecto al neumático de prueba.

El uso de neumáticos no recomendados por el fabricante influye también en el desempeño del motor y produce un consumo excesivo de combustible provocando más gases de contaminación.

Los neumáticos originales son diseñados para trabajar bajo las condiciones específicas de cada modelo de vehículo, de esta, manera se protegen los componentes del motor y evitan daños prematuros.

6. REFERENCIAS

- [1] <http://www.ambiente.gob.ec/1-500-000-unidades-de-neumaticos-fuera-de-uso-se-recuperaron-en-ecuador-en-dos-anos/>
- [2] <http://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/86027-cuanto-tiempo-pueden-durar-los-neumaticos/>
- [3] <http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/llantas-buen-control-alarga-vida.html>
- [4] http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v02_n2/proceso.htm
- [5] <https://almacennuclear.wordpress.com/2010/10/15/componentes-de-los-neumaticos-y-negro-de-humo-obtenido-de-su-tratamiento-por-pirolisis/>
- [6] <http://www.michelin.es/neumaticos/consejos/todo-sobre-el-neumatico/que-funciones-cumple-un-neumatico>
- [7] <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/tubeless-definicion-significado/gmx-niv15-con195818.htm>
- [8] <http://www.michelin.com.ar/AR/es/ayuda-y-asistencia/como-se-fabrica-un-neumatico.html>

[9]<http://www.michelin.es/neumaticos/consejos/todo-sobre-el-neumatico/como-se-fabrica-un-neumatico>

[10]<http://www.zonagravedad.com/modules.php?name=News&file=article&sid=742>

[11]<http://www.neumaticosmedica.com.ar/partes.html>

[12]<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn72.html>

[13]<https://www.tirerack.com/tires/tiretech/techpage.jsp?techid=22>

[14]<https://www.sura.com/blogs/autos/aprende-cuidar-comprar-llantas.aspx>

[15]<http://dinamometrospi.blogspot.com/2011/10/como-funciona-un-dinamometro.html>

ANEXO 1

INTRODUCCION

1.500.000 unidades de neumáticos fuera de uso se recuperaron en Ecuador en dos años



Ecuador recuperó 1,5 millones de NFU en dos años

Quito, 04 de junio de 2016

Entre el 2014 y 2015 se han recuperado más de 1'500.000 unidades de neumáticos fuera de uso a nivel nacional a través de la aplicación de la política pública emitida por el Ministerio del Ambiente por medio de Acuerdos Ministeriales (AM) que apuntan a fomentar la reducción, reutilización, reciclaje y otras formas de valoración de los neumáticos

Desde el año 2013, el Ministerio del Ambiente ha publicado e implementado políticas públicas relativas a la gestión integral de residuos, basadas en la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) que establece que tanto fabricantes como importadores de determinados productos son responsables del producto que ponen en el mercado a través de todo su ciclo de vida, incluyendo su disposición final.

El Acuerdo Ministerial (AM) 098, que corresponde a los neumáticos fuera de uso, establece como meta de recuperación para el 2015 el 30% de lo puesto en el mercado. Gracias a este mecanismo se ha logrado cumplir el 99% de la meta es decir, 942.225 unidades fueron gestionadas adecuadamente; 32% por reencauche y 68% por reciclaje. La mecánica de recuperación actualmente regula a 81 empresas que representa al 80% en peso del mercado regulado.

Otro de los mecanismos que el MAE ha puesto en marcha desde 2014 es el "Plan Nacional de Movilización de Neumáticos Fuera de Uso" (NFU) cuyo propósito es retirar los NFU acopiados en los distintos sitios de disposición final de las ciudades, en coordinación con las Direcciones Provinciales de Ambiente (DPA), Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADM) y el Ministerio de Salud Pública (MSP).

Entre el 2014 y 2015 el MAE ha coordinado el retiro de más de 170 mil NFU de más de 60 lugares de disposición final a nivel nacional.

Inversión industrial de \$5.5 millones al 2014

La industria del reciclaje de neumáticos ha motivado la inversión de 5.5 millones de dólares con datos al año 2014. Actualmente, a nivel nacional existen 15 empresas recicladoras de neumáticos

(entre artesanales y las plantas que realizan trituración mecánica y productos nuevos-reciclaje-), además de 15 empresas que realizan reencauche.

Los importadores y productores de neumáticos han implementado a nivel nacional más de 650 puntos de recuperación de NFU (centros de acopio primario), donde reciben los NFU de sus clientes al momento de hacer el cambio de llantas. Estos puntos de recuperación corresponden a la aplicación de la logística inversa, es decir, la recuperación de los NFU en los propios puntos de venta y/o mantenimiento, en convenio y coordinación con los importadores y productores nacionales (es decir toda la cadena de distribución forma parte del proceso de recuperación de neumáticos usados).

Datos de interés

- Consulte los sitios de reciclaje de neumáticos fuera de uso a través del Mapa Interactivo Ambiental en el siguiente link <http://mapainteractivo.ambiente.gob.ec/>
- Gestión NFU 2014: 105 unidades (33% se reencauchó; 67% se recicló). Meta 20%: 552.434 u (recuperación del 105% de la meta).
- El Ministerio del Ambiente en coordinación con el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), se encuentra ejecutando el Proyecto **“Carreteras Ecológicas”** mediante el cual se promueve el uso de polvo de caucho proveniente de neumáticos fuera de uso reciclados, como un agregado en mezclas asfálticas para mejorar las características físicas y mecánicas del asfalto tradicional.

Dirección de Comunicación

Ministerio del Ambiente

ANEXO 2

INTRODUCCION

Z - CONSULTORIO más noticias de z - Consultorio

consultorio general

¿Cuánto tiempo pueden durar los neumáticos?

TIEMPO Las llantas pueden durar hasta dos años, dependiendo del uso que se les dé

Jorge Ortega, propietario de Comercial Ortega, explica que la vida útil de las llantas depende, en gran medida, del uso que se le dé a estas. "Por ejemplo -menciona- si es un carro de servicio de transporte que rueda las 24 horas del día, las llantas deben cambiarse cada seis meses, como mínimo". Si en cambio es un carro que se usa para ir de la casa al trabajo y luego pasa estacionado, esos neumáticos pueden durar hasta dos años. Ortega agrega que cuando se compra un par de llantas nuevas, lo mejor es que sean ubicadas en la parte de adelante. "Las viejas siempre deberán ser las de atrás", dice el experto.

Lunes 28 Julio 2008 | 15:39

¿Cuáles son las llantas que más duran? Jorge Ortega, explica que no se puede hablar de una marca específica, pero según su criterio la llanta de calidad, siempre será más cara que el resto. "A veces por no gastar tanto dinero, la gente compra las más baratas y resulta que al poco tiempo tienen que reponerlas otras vez", explica el experto. Por esa razón aconseja que se adquieran llantas de calidad para hacer una sólo inversión. En el mercado muchas marcas de llantas, pero las que más comunmente se usan son las de General Tire y las Maxi, según indica el experto. La alineación y el balanceo Es importante hacer el alineado y balanceo de las llantas cada seis meses. Hay que poner el aire justo a la llanta para que no se baje frecuentemente. Las llantas Kumho son las más caras. La más grande cuesta 707 dólares. Las llantas más baratas pueden costar hasta 38 dólares, pero se deterioran rápido. Jorge Ortega Comercial Ortega

ANEXO 3

INTRODUCCION

Este contenido ha sido publicado originalmente por **Diario EL COMERCIO en la siguiente**

dirección:<http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/llantas-buen-control-alarga-vida.html>. Si está pensando en hacer uso del mismo, por favor, cite la fuente y haga un enlace hacia la nota original de donde usted ha tomado este contenido. **ELComercio.com**

La potencia del motor al suelo se transmite a través de las llantas. Como tal, estas requieren un cuidado prolijo y disciplinado, para evitar malos ratos. Los neumáticos requieren pasar por tres procesos básicos: alineación, balanceo y rotación cada 10 000 kilómetros de recorrido. Pero hay otros aspectos que se deben considerar, con ayuda de un especialista. José Ricardo Álava, administrador del Tecnicentro Julio Guerra Accini (JGA), por ejemplo, explica que en el país se comercializan vehículos que fueron diseñados en Francia. La suspensión no es tan dura, por lo tanto el neumático no responde bien a las condiciones irregulares de nuestro suelo, dice. Por eso, al rodar sobre baches o pasar sobre vigilantes acostados (muros) las llantas se retroceden, adelantan o tienen una marcada inclinación. En esos casos lo recomendable es realizar un proceso de compactación cada 30 000 kilómetros recorridos. Es computarizado y la máquina determina cuántos grados hay que regular. Álava también sugiere agregar nitrógeno a las llantas. Este es un gas para que estas se mantengan frías por más tiempo. “Como el nitrógeno es más denso que el aire, este se escapa menos rápido que el aire y al mantener la presión de la llanta ayuda a economizar combustible”, destaca el experto. Las llantas deben tener entre 30 y 33 libras de presión para autos familiares, según la marca de fabricación. Si está por debajo de ese peso se consume más combustible. Por ejemplo, si la llanta pesa 20 libras, gasta un 20% más de combustible. Ese control es recomendable hacerlo cada vez que somete a su vehículo a un cambio de aceite, es decir, cada 5 000 km. Lo ideal es tener una cartilla con cada proceso por cumplir. Tipos de neumáticos y usos En el mercado local hay tres tipos de llantas para los automóviles: simétricas, asimétricas y unidireccionales. Tecnicentro Autoexpress, de la empresa Brodmen S.A., conceptualiza cada uno de estos tipos. Las primeras, como su nombre lo dice, son fabricadas con labrados similares, simétricos. Sirven para rodar sin problemas dentro del perímetro urbano. Las llantas asimétricas, en cambio, muestran surcos o labrados en dirección diversa, hacia adentro y afuera. El 70% de su uso es para rodar en carreteras y el 30% en terrenos irregulares. Las unidireccionales son empleadas, especialmente, por los vehículos familiares. Tienen más desempeño y ayudan a un adecuado desfogue de agua cuando el carro transita por sitios humedecidos. El mercado formal ofrece llantas de USD 50 hasta 300. Durabilidad. Un juego de llantas para automóviles puede durar entre 40 000 y 60 000 kilómetros de recorrido, según la calidad del terreno accidentado por donde se desplace el vehículo. Caducidad. En cada llanta hay impresos 4 dígitos: los dos primeros señalan la semana de fabricación y los otros dos, el año. Después de 5 años guardadas en bodega, es mejor no adquirir esas llantas. Por eso la sugerencia es fijarse en los dígitos. Tuercas. En el 80% de los autos, los neumáticos tienen 4 pernos; en el 98% de los vehículos 4 x4 vienen 5 tuercas. Por seguridad, es recomendable colocar una tuerca llave de seguridad. Esta es diferente a una llave de las convencionales. Alineación, balanceo y rotación Con la alineación se busca que las cuatro llantas estén en posición adecuada, es decir, no atrasadas, adelantadas o inclinadas hacia un lado. El balanceo es necesario para que la llanta tenga el mismo peso en todo su radio de rotación. Si hay desnivel, según determine el sistema computarizado, se adhieren pequeñas pesas para encontrar equilibrio. Y el sistema de rotación consiste en cambiar la ubicación de las llantas: las de adelante van atrás y viceversa. Hay vehículos de tracción delantera y por lo tanto se desgastan más rápido las llantas de ese sector. Recuerde: estos tres procesos necesita realizarlos cada 10 000 kilómetros independientemente del modelo y la marca del automotor que tenga. En el mercado hay una diversidad de ofertas y precios por este servicio de mantenimiento. Cartilla. Imprima un trozo de cartón con un calendario, donde destaque la fecha que debe realizar el chequeo de las llantas de su carro. El balanceo. Recuerde que con el balanceo usted evita que sus llantas vibren mientras conduce a altas velocidades. La alineación. Si se presenta una sensación extraña en la dirección, si el volante se siente más duro de lo normal o si el vehículo gira más fácil hacia un lado que hacia el otro es porque ya necesita realizar el proceso de alineación de llantas. Rotación. No solo hay que cambiar la ubicación de llantas, sino cambiarlas por nuevas cuando ya estén desgastadas. Cuidado del ambiente **LOS RESIDUOS VAN A LAS ALCANTARILLAS** El automóvil contamina el medioambiente, pero no solo por sus emisiones de combustible, sino que también por la forma en que lo lavamos. Por lo tanto, necesitamos replantearnos la forma de hacerlo. **PROCURE EVITAR EL USO DE MANGUERA** Cada vez que se lava el auto con la manguera, se usa más de 400 litros de agua. Usar solo una cubeta de agua es suficiente para dejarlo limpio, si el conductor decide hacerlo por cuenta propia y no en un 'carwash'. **NEGOCIOS AHORRAN HASTA UN 50%** Para más seguridad en el ahorro del líquido vital, puede acudir a un lugar de lavado formal y tecnificado. Ahí utilizan 50% menos agua que quienes lo lavan en casa, informalmente, con ayuda de una cubeta y franela. **CONTROL HACIA LAS ALCANTARILLAS** Además, estos negocios no tienen permitido que el agua sucia corra hacia las alcantarillas, a menos que haya sido tratada como aguas residuales para el drenaje. En sus locales existen trampas especiales. **SOLO CON AGUA Y NO CON JABÓN** Lave su carro solo con agua si es que no tiene champú especial para carrocerías y que sean

biodegradables. Si va a usar detergente recuerde que su composición química irá a los ríos y los contamina. **HAY OPCIONES EN EL MERCADO** En el mercado hay productos para lavar autos sin agua. Tienen sustancias para humedecer, polímeros biológicos y protectores de pintura. Además de sacar la suciedad, limpian más rápido y dejan un brillo como pulido y encerado. Recomendaciones para lavar el auto El conductor debe considerar la limpieza entre los rubros de mantenimiento de su auto. Por higiene personal o deseo de mostrar un auto impecable, hay que seguir ciertos 'tips' para evitar deterioros. Sin los implementos necesarios para el lavado del auto, quien realice la actividad puede provocar surcos en la lata o quitarle brillo a la carrocería. En el mercado ecuatoriano se han expandido los negocios que brindan este servicio, también denominados 'carwash'. Uno de ellos, Tecnicentro Auto Clean, ubicado al norte de Guayaquil, revela algunas pautas a seguir. Por ejemplo, el uso de guantes de felpa no es común en nuestro mercado, pero sí recomendable, para evitar ralladuras cuando se manipula el carro en seco. Con ayuda de una hidrolavadora, manguera que lanza agua a presión, se puede iniciar la fase de prelavado. Quita el polvo y grasa de la lata y restos de brea o asfalto en la parte inferior. Para ello el líquido debe ser rociado; nunca permitir que caiga el chorro directo, porque el arrastre de la suciedad araña la pintura y con el tiempo pierde todo el brillo del color. En el lavado lo ideal es usar un champú especial para autos. Auto Clean utiliza el champú cera que, con el contacto del agua, genera abundante espuma. Un error sería emplear detergente o productos para el cabello, pues su alto nivel de pH y con la proyección al sol puede, incluso, generar manchas. Dentro del auto hay quienes utilizan silicona, un protector que restaura el cuero y los paneles laterales y frontales. Una forma de empezar a limpiar su auto es aseando la parte interna y luego la externa. Esto para que al sacudir los tapetes del piso, los restos de polvo no ensucien la carrocería. Si los tapetes son de caucho puede lavarlos con agua y jabón. Si son alfombras use la aspiradora y con el mismo instrumento limpie los asientos. Puede usar un trozo de franela húmedo sobre el tablero, la consola y los paneles de las puertas, teniendo cuidado con las perillas y palancas. Hay quienes usan líquidos abrillantadores en el tablero, pero otros no lo recomiendan debido a que el reflejo de la luz obstaculiza la visión a través del parabrisas. Usted decide. No es recomendable limpiar el motor por cuenta propia. Incluso los fabricantes advierten que no se lo haga, porque si el agua cae en una de las partes sensibles como una bujía, el motor puede dañarse. Los autoservicios, en cambio, usan las mangueras a presión para un lavado superficial del motor. Estas pistolas arrojan un 70% de aire y 30% agua. Los propulsores más modernos requieren un lavado artesanal, sin agua y con productos especiales. El riesgo es mayor en los autos más modernos, de encendido e inyección electrónica. El método antiguo incluía el uso de querosén o desengrasante, con la ayuda de un pincel duro y un trapo para el secado. Ya en la parte externa del auto, empiece limpiándolo desde el techo hacia abajo. Así la suciedad cae y el proceso se completa hasta las llantas. Si el carro recibió excremento de pájaro, limpie la zona lo más pronto posible, porque al secarse esa suciedad se puede quemar la pintura. Y si recibe el sol directamente se puede deteriorar más y hasta dañarse. Para conservar la tonalidad original, es importante lavar el carro periódicamente, mínimo una vez por semana. Con una resina antiadherente sobre la pintura, usted protege la carrocería de la corrosión, renueva el color y reduce las filtraciones de aire. Se aplica con el auto limpio, frío y pulido. En la parte inferior del carro, hay quienes echan grafito. Este es un aceite mineral que lubrica, limpia y evita la corrosión. Es preferible dejar secar el carro bajo sombra, pero no es una regla. Si prefiere pulir, debe esperar que el automóvil esté bien seco. Utilice el disco abrasivo para profundizar los arañazos, realizando movimientos circulares. Cuando haya terminado con el esmalte duro, intercambie el disco por el más fino y pula la superficie de nuevo. Solo se puede utilizar el disco más fino si los arañazos son superficiales. Prefiera lavadoras especializadas a las que ofrecen servicios informales en los barrios.

Este contenido ha sido publicado originalmente por **Diario EL COMERCIO** en la siguiente **dirección:** <http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/llantas-buen-control-alarga-vida.html>. Si está pensando en hacer uso del mismo, por favor, cite la fuente y haga un enlace hacia la nota original de donde usted ha tomado este contenido. **ELComercio.com**

ANEXO 4

INTRODUCCION

PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS LLANTAS DE CAUCHO

Bach. Ing. Ind. José Luis Carrión Nin

RESUMEN

En esta síntesis, desarrollo una breve explicación acerca de la preparación, construcción y los métodos de manufactura del proceso de fabricación de las llantas de caucho. Si bien es breve, esta información brindará una idea global y simple del proceso de fabricación que de por sí es interesante.

Los rasgos del proceso se muestran en un diagrama. La fase inicial del proceso es la preparación del caucho, este se inicia con la mezcla de los componentes en conformidad con una fórmula científica. Paralelamente se confeccionan los diferentes componentes que conforman la estructura de la llanta.

Finalmente un control de calidad riguroso del producto terminado es esencial para asegurar la durabilidad con éxito.

SUMMARY

In this small synthesis, I develop a brief explanation about preparation, construction and manufacturing methods of rubber tyres production, Nevertheless, this information will provides you a general idea and easy comprehension in this kind of industrial activity, also you will go through a process of development and manufacture which is interesting in itself.

The outline of process is shown in a diagram. The initial process is the manufacture of rubber. It starts mixing row materials according to a scientific formula. At the same time, different components are prepared to form the whole tyre's structure.

Finally a rigorous quality control of the finished product from this process is essential to secure durability with success. [Figura 1](#)

PREPARACIÓN DEL PROCESO DE CAUCHO



Muchas personas creen que una llanta es un pedazo de jebe puesto sobre una capa de lona. Como se verá en este breve artículo, esta explicación es demasiado simple. El compuesto de caucho es una mezcla que incluye muchos insumos. Se utilizan tanto cauchos sintéticos como cauchos naturales. Piensen en un momento el trabajo que una llanta tiene que realizar. Debe soportar pesadas cargas y tener la suficiente flexibilidad para resistir continuas deformaciones. Debe estar apta para resistir la dañina acción de las grasas, aceites, oxígeno y luz solar, enemigos principales del caucho, debe aportar seguridad al ser utilizada y al mismo tiempo rendir un buen kilometraje. Con el fin de lograr todas estas características, muchos ingredientes deben ser mezclados con el caucho para modificarlo y hacer de él un producto útil.

Entre los ingredientes más usados en los compuestos de caucho, tenemos:

- Negro de humo. Añade consistencia y dureza.
- Azufre. Sirve para vulcanizar o "curar" el jebe y convertirlo en un producto útil.
- Cementos y pinturas. Para la construcción y el acabado.
- Fibras de Rayón y Acero. Para fortalecer la llanta.
- Caucho sintético natural. Materiales principales en la fabricación.
- Antioxidantes y anti?ozonantes. Para resistir los efectos dañinos de la luz solar y del ozono, para hacer que la llanta tenga mayor durabilidad.
- Aceites y grasas. Para hacer más maleable la mezcla y para ayudar en el mezclado de todos los ingredientes.

Estos insumos son mezclados según una fórmula o receta científica, después de haber pasado por muchas y diversas pruebas de laboratorio.

El mezclado de la "pesada" (así es como se llama a una receta de caucho) se hace en el segundo piso del Banbury (sistema donde se realiza el mezclado de la pesada). Se corta el caucho en cubos, se añaden los otros ingredientes y toda esta carga se deja caer en la recámara del mismo. El banbury es una recámara, la cual tiene en su interior dos rodillos en forma de espiral que sirven para mezclar todos los ingredientes. Cuando toda esta "pesada" ha sido mezclada (alrededor de 200 KI.) se le deja caer a un molino ubicado en el primer piso. En este molino se termina de pesar de mezclar dicha pesada, que luego es pasada a través de una faja transportadora a otro molino. De este, último molino, el laminador automático extrae en forma continua el compuesto ya bien mezclado y homogenizado que, después de ser lubricado y enfriado por una línea de ventiladores, es almacenado sobre parihuelas para así ser transportado a las máquinas en las cuales será utilizado. Al llegar a este punto de la operación, se sacan muestras de cada pesada para ser examinadas en el laboratorio de la fábrica (ver Fig, N° 1).

A continuación, se detalla los procedimientos de preparación de los diferentes componentes de la llanta.

PREPARACIÓN DE LAS PESTAÑAS



Si se mira la sección de una llanta, podrá apreciarse que en el interior de cada filo de la llanta, hay un atado de alambres de acero bañado en bronce. Este lleva el nombre de pestaña.

Las pestañas se elaboran en la sección constituida por cuatro máquinas, cada una con una función distinta pero complementarias, éstas son:

Tubuladora de aros. Forra por extrusión el alambre de acero con caucho.

Formadora de aros. Enrolla el alambre ya forrado, según el número de vueltas y circunferencia interior especificados, formando propiamente el aro de la llanta.

Máquina encintadora. Envuelve el aro, en forma de espiral, con una cinta de tela cuadrada que servirá para mantener unidas las diferentes capas de alambre y evitar que se desenvuelvan durante su manipuleo.

Máquina colocadora de aletas. Coloca las aletas que son cintas preparadas de pliegos de tela cuadrada gruesa y que cubren el aro a lo largo de su circunferencia.

PREPARACIÓN DEL RODANTE



La tubulación o extrusión es un proceso comúnmente usado en la industria del caucho. La tubuladora es una máquina que está formada por un cuerpo cilíndrico, un tornillo sin fin y un cabezal, en el cual se instala un dado (matriz) con un diseño especial para cada pieza que se desee obtener.

Una forma sencilla de visualizar la operación de tubulación sería compararla con la acción de presionar un tubo de pasta dental, al hacer esto forzamos a la pasta a través de la boca del tubo. Generalmente la pasta sale redonda a través de la boca, pero si se cambiara la forma de ésta la pasta adquirirá una forma distinta.

A diferencia del tubo de pasta dental que posee una cantidad limitada de pasta, en el caso de la tubuladora, debemos alimentarla continuamente con caucho a medida que avanza el proceso de extrusión, esto se realiza desde un par de molinos alimentadores.

Caucho en láminas proveniente del banbury es cargado en el primer molino con el propósito de ser calentado, luego pasa al segundo molino en donde se le da un espesor determinado y desde donde se alimenta la tubuladora con una tira continua de ancho especificado, a través de una faja transportadora. A medida que la lámina de rodante va saliendo de la boca de la tubuladora es llevada a través de una tina de enfriamiento, cortándose luego en piezas de longitud especificada, las cuales son almacenadas en carros especiales que las mantienen libres de suciedad y deformaciones.

El último paso en la preparación de los rodantes consiste en cortar sus extremos con una inclinación (sesgo) determinada que facilitará su utilización en la construcción de la llanta (ver Fig. N° 2).

PREPARACIÓN DE PLIEGUES



Los pliegos son piezas de tejidos (rayón, nylon, fibra de vidrio o acero) que inicialmente viene en forma de rollos de 1,000 metros de largo, que luego es

recubierto de caucho en la calandria y cortado en tamaños y ángulos variables en la mesa cortadora y empalmados para su almacenamiento.

CONSTRUCCIÓN DE LA LLANTA

Es la sección de la llanta donde se utiliza el material ya preparado en las secciones anteriores.

Para las llantas de automóvil, este trabajo se hace aplicando sobre un tambor giratorio los diferentes componentes de la llanta con el auxilio de un "castillo" donde se colocan los pliegos y otros materiales que se van a utilizar en la construcción.

Para las llantas de camión se utilizan las bandas ya preparadas, por lo tanto, no existe "castillo" auxiliar para este tipo de construcción.

Las bandas OTR son construidas en una mesa especial de 9 metros de largo por 2 de ancho, ya que debido a su gran tamaño, no se pueden trabajar en un tambor. [Figura 3](#)

a.- Carcasa.- O conjunto de pliegos que soportan la presión interna y tienen gran resistencia para soportar los impactos que reciben al rodar y las torsiones internas, provocadas por el manejo y el frenado.

b.- Pestaña.- Forma parte integrante de la carcasa y tiene como función fijar la llanta al aro del vehículo.

c.- Rodante.- Llamada también banda de rodamiento es la parte que va en contacto con el suelo. Está formada de un compuesto de caucho resistente al desgaste con un diseño adecuado al servicio que prestará la llanta.

VULCANIZACIÓN

Todas las llantas son vulcanizadas en las prensas de vulcanización en donde se transforma químicamente las características de los compuestos, haciendo reaccionar el azufre con el caucho por medio de factores físicos como son: tiempo, temperatura y presión.

Las llantas son colocadas en las prensas unas a mano y otras automáticamente mediante dispositivos especiales. En estas prensas están instalados los moldes que serán los que proporcionarán los diseños ("colocadas") en la banda de rodamiento y las dimensiones finales de las llantas.

CONTROL DE CALIDAD

La calidad de un producto se define como la medida en que las características del producto satisfacen los requerimientos del usuario. Desde este punto de vista, todo aquello que afecta al producto o sus características, afecta consecuentemente su calidad, por lo cual es necesario mantener un control constante sobre todo el proceso de fabricación.

El proceso de control de calidad se inicia con el control de la calidad de las materias primas que intervienen en la composición de las llantas afines. Esto se realiza en un laboratorio, debidamente equipado, mediante procedimientos físico-químicos

preestablecidos comparando resultados con los patrones o parámetros de calidad establecidos.

Al iniciarse propiamente el proceso de fabricación, se certifican la calidad de las mezclas en cuanto a gravedad específica, velocidad de vulcanización, viscosidad, dispersión del negro de humo, etc., mientras que control de calidad verifica los procedimientos de pesado de componentes y su mezcla, de acuerdo a los estándares existentes.

Luego, deben continuarse los controles en las diversas etapas de producción verificando condiciones de trabajo, adecuada preparación del compuesto, dimensiones, temperaturas, etc., yendo esto a la par de análisis de laboratorio de muestras extraídas a lo largo de determinadas etapas del proceso para comprobar la calidad existente.

Se ejerce control asimismo sobre la construcción de las llantas donde no solo se chequea las condiciones y dimensiones de los materiales, sino el proceso mismo de ensamble, así como el funcionamiento de la maquinaria.

Finalmente, durante la etapa de vulcanización se controla temperatura, presiones y tiempo, de manera de asegurar la calidad de las llantas vulcanizadas.

Los productos terminados, deben ser sometidos a un exigente muestreo por parte de control de calidad, con lo cual se asegura un adecuado control de las características del producto.

Además es necesario evaluar las llantas constantemente a través de pruebas de rendimiento en condiciones determinadas en laboratorio, como también en carreteras, a través de continuas pruebas de desgaste comparativas en diferentes rutas.

ANEXO 5

INTRODUCCION

COMPONENTES DE LOS NEUMATICOS Y NEGRO DE HUMO OBTENIDO DE SU TRATAMIENTO POR PIROLISIS.

*Los neumáticos son estructuras tubulares complejas (se utilizan hasta 200 compuestos químicos diferentes) compuestas fundamentalmente de caucho natural (su principal componente), cauchos sintéticos, negro de humo (carga de refuerzo), agentes químicos (azufre, óxido de zinc, **Cadmio** y aditivos), aceites minerales y fibras reforzantes (hilos de acero y textiles). Los cauchos sintéticos más utilizados en la actualidad son **estireno-butadieno (SBR)**, **polisoprenos sintéticos (IR)** y **polibutadienos (BR)**.*

La matriz de caucho más utilizada es el copolímero estireno-butadieno (SBR), con un 25% en peso de estireno o una mezcla de caucho natural y SBR.

La combinación de cauchos naturales y sintéticos, se realiza de modo que los cauchos naturales proporcionen elasticidad y los sintéticos, estabilidad térmica. El proceso de vulcanización o a que se someten los **neumáticos**, es un entrelazamiento de cadenas de polímeros con moléculas de azufre a **alta** presión temperatura. En este proceso, el caucho pasa de ser un material termoplástico a ser un elastómero.

El **negro de humo**, formado por partículas muy pequeñas de carbono, aumenta la tenacidad y la resistencia a la tracción, a la torsión y al desgaste.

De forma general, el neumático está compuesto por diversos componentes. En la Tabla 4 se recoge la composición típica porcentual por componentes de los NFUs. La composición química elemental media de los **neumáticos** usados⁶, se recoge en la Tabla 5.

Tabla 4. Composición típica porcentual por componentes de un neumático fuera de uso (European Tyre Recycling Association, ETRA)

ANEXO 6

INTRODUCCION

¿Qué funciones cumple un neumático?



El neumático, producto de alta tecnología, constituye el único punto de unión entre el vehículo y el suelo. El área de contacto corresponde, para cada rueda, a una superficie equivalente a la de una tarjeta postal. El neumático, con pocos cm^2 en contacto con el suelo, debe cumplir un gran número de misiones muchas veces contradictorias. ¿Pero, cuáles son las funciones de un neumático?

Soportar

El peso del vehículo parado y también resistir las sobrecargas dinámicas que se producen en aceleración y frenada.

Transmitir

La potencia útil del motor, los esfuerzos en curva, en la aceleración y en la frenada.

Rodar

Regularmente, de forma más segura y por más tiempo, con el mayor placer de conducción.

Guiar

El vehículo con precisión, por cualquier tipo de suelo y condición climática.

Amortiguar

Las irregularidades de la carretera, asegurando el confort del conductor y de los pasajeros y la duración mecánica del vehículo.

Durar

Es decir, mantener el mejor nivel de prestaciones durante su vida útil, haciendo muchos millones de vueltas de rueda.

ANEXO 7
NEUMATICO

-
-
-
-
-

Término inglés que literalmente significa «sin cámara de aire». Genéricamente, designa los neumáticos que carecen de una cámara propiamente dicha, es decir, aquellos en que el mantenimiento de la presión se encomienda exclusivamente a la estanquidad del sistema llanta-cubierta. Los neumáticos tubeless están constituidos por una cubierta del mismo tipo que las que llevan cámara de aire (es decir, puede tener estructura diagonal, biasbelted o radial), dotada por el interior de una delgada capa de caucho blando e impermeable denominada liner, que se prolonga hasta los talones con el fin de que quede adherida a la garganta de la llanta.

Evidentemente, la válvula es de tipo distinto, ya que debe quedar fija y con una perfecta hermeticidad respecto al orificio de la llanta.

Con relación a los neumáticos normales con cámara de aire, los tubeless son menos sensibles a los pinchazos, ya que, mientras no se extraiga el cuerpo que ha penetrado en ellos, no se producen grandes pérdidas. Además, están exentos de los peligros de abrasión debida a posibles roces entre la cámara y la cubierta. Otra ventaja es su peso, ligeramente inferior, característica especialmente interesante para los neumáticos de competición, en los que incluso se suprime el liner para ahorrar más peso.

La difusión de los tubeless puede verse obstaculizada por su coste ligeramente superior y, sobre todo, por la escasa difusión de los equipos necesarios para su reparación.

ANEXO 8
NEUMÁTICO

¿Cómo se fabrica un neumático?

El neumático es el único punto de contacto entre el auto y el suelo. Los neumáticos deben tener un equilibrio entre tracción, confort, durabilidad, eficiencia energética, y costo global. Como resultado de estas necesidades, diseñar y fabricar un neumático es más complejo de lo que pensás.

Tomemos como ejemplo un smartphone. Parece ser mucho más complejo que un neumático. Pero en realidad, en el proceso de desarrollo se necesita la misma cantidad de investigación y de tecnología para crear un neumático.

Pasos del proceso de fabricación del neumático

1- Conocimiento por medio de la investigación

Estudiamos los hábitos de manejo y de uso de neumáticos de las personas para asegurarnos de que nuestros neumáticos cubran las necesidades de todos.

2- Desarrollo y combinación de materiales

Se utilizan más de 200 componentes en un neumático. Todos juegan un papel fundamental en la seguridad, el rendimiento del combustible, el funcionamiento y el cuidado del medio ambiente.

Estos componentes se dividen en cinco grupos:

- **Goma natural:** es el componente principal de las capas de la banda de rodamiento.
- **Goma sintética:** parte de las bandas de los neumáticos de autos, camionetas y 4x4.
- **Negro de carbón y sílice:** usado como agente de refuerzo para mejorar la durabilidad.
- **Cables de refuerzo metálicos y textiles:** el "esqueleto" del neumático, generando formas geométricas y ofreciendo rigidez.
- **Varios productos químicos:** para obtener cualidades únicas, como resistencia a la rodadura o alta adherencia.

3- Diseño

Creamos varios diseños y usamos simulaciones para evaluar y seleccionar los mejores conceptos de neumático.

4- Fabricación

Creamos con nuestros expertos cada neumático por medio de procesos tanto manuales como mecánicos. Cuando es necesario, inventamos nuestra propia maquinaria para lograr nuestras exigencias.

5- Control de calidad

El control de calidad no es solo el último paso. Medimos la calidad a lo largo de todo el proceso.

Hacemos más de mil millones de kilómetros de pruebas de neumáticos al año, el equivalente a manejar alrededor del planeta 40 veces.

¿Cómo afecta el diseño del neumático en el desempeño?

El diseño de la banda de rodadura del neumático, los surcos y dibujos en la goma de la superficie del neumático, es crucial para el funcionamiento. El diseño de la banda de rodadura cumple un papel fundamental en la adherencia del neumático en diferentes condiciones de manejo, y puede afectar tanto la seguridad como el confort al manejar.

Seguridad, ejemplo de adherencia en piso mojado

Para comprender el papel de la banda de rodadura del neumático sobre superficies mojadas, conviene pensar en una bomba de agua. Cuanto más canales tiene la banda de rodadura del neumático, mejor bombea el agua hacia afuera entre el neumático y la calle. Es notable que puede desplazar el agua en algunos milisegundos. Un neumático 195/65 R 15, por ejemplo, puede desplazar cerca de 15 **litros** de agua por segundo.

Elementos del diseño que afectan a la adherencia:

- **Radio de hendidura:** Cuanto más largos y más cantidad de surcos tenga el neumático, mejor se bombea el agua hacia afuera.
- **Forma y diseño:** La forma del diseño de la banda de rodadura (simétrica, direccional, asimétrica) contribuye a la velocidad con que se drena el agua.
- **Microsurcos:** Son pequeñas rajaduras en la superficie de goma de la banda de rodadura. Mejoran la tracción en superficies mojadas o congeladas. Los microsurcos actúan como limpiaparabrisas, ayudando a los bordes y surcos del neumático a drenar el agua hacia afuera.

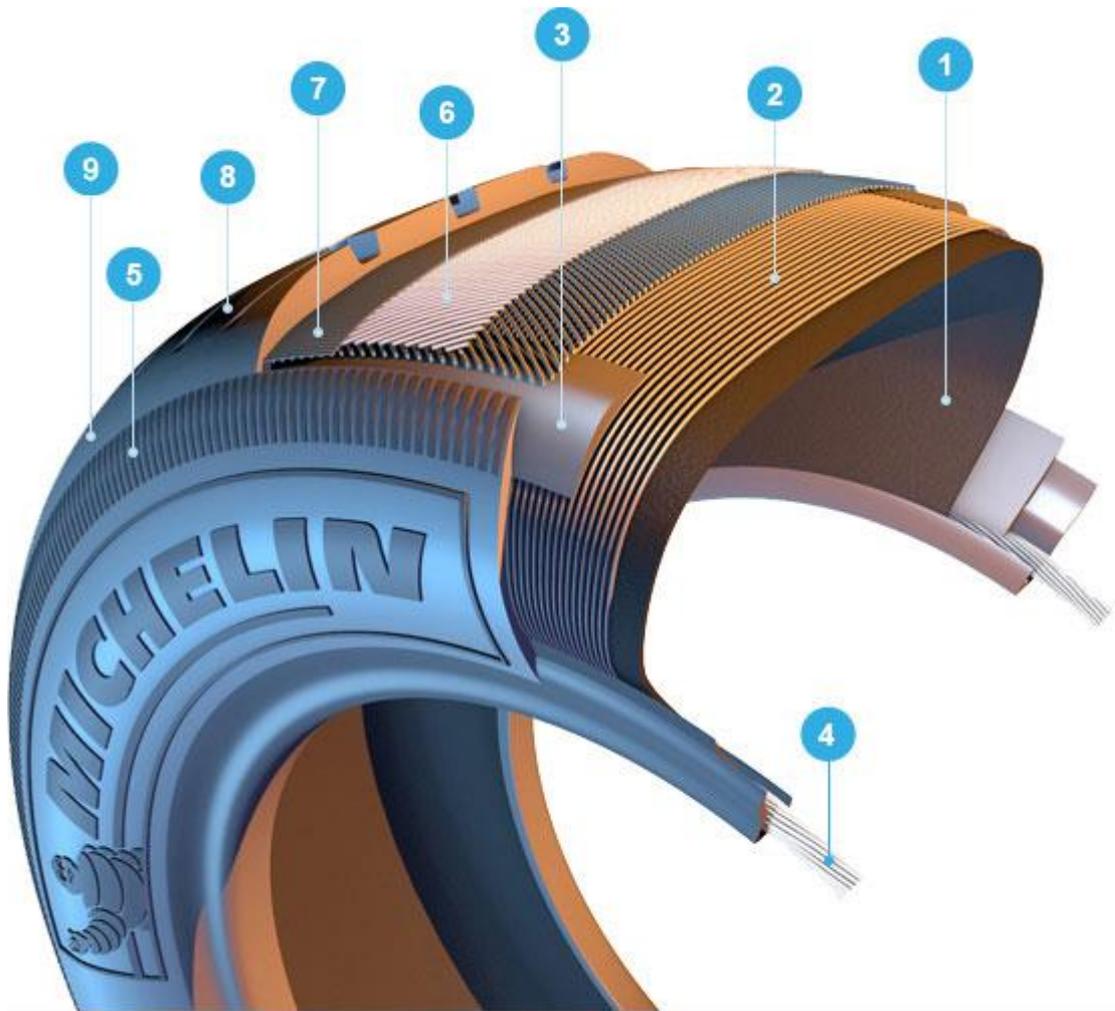
Placer de manejo, ejemplo de adherencia en calle seca

Uno de los principales factores que contribuyen a una maniobra precisa y a la reactivación, es la dureza del diseño de la banda de rodadura.

Elementos del diseño que afectan a la adherencia seca:

- **El perfil (forma) del neumático:** Un perfil con hombros cuadrados ofrece un buen soporte en las curvas.
- **La cantidad de hendiduras:** Cuanto menor es el porcentaje de hendiduras en el diseño de la banda de rodadura, más goma hará contacto con el piso y será mayor el nivel de adherencia.
- **Bloques de banda de rodadura:** Cuanto mayores sean los bloques individuales de la banda de rodadura en el diseño, mayor será la tracción. Pero esto puede generar más ruido de ruta.
- **Microsurcos auto bloqueantes:** Los bloques de la banda de rodadura con muchos microsurcos reducen la rigidez en el diseño de la banda de rodadura. Para contrarrestar este efecto, hemos introducido microsurcos complejos de 3 dimensiones, que se traban entre sí al sentir carga.

¿Cuál es la estructura de un neumático?



El típico neumático radial está compuesto por nueve partes principales.

1

Forro interno: una capa de goma sintética hermética (es el equivalente moderno al tubo interno).

2

Capa de la carcasa: la capa que hay sobre el forro interno, hecho de cables de fibra textil, amalgamada en la goma. Estos cables determinan en gran medida la resistencia del neumático y le ayudan a resistir la presión. Los neumáticos estándar contienen cerca de 1.400 cables, y cada uno puede resistir una fuerza de 15 **kg**.

3

Área de talón inferior: es allí donde el neumático de goma se adhiere al aro de metal. La potencia del motor y del frenado se transmite desde el aro al neumático por medio del área de contacto con la superficie de la calle.

4

Talones: se ajustan con firmeza en contra del aro del neumático para garantizar un calce hermético y mantener el neumático ubicado correctamente en el aro. Cada cable puede resistir una carga de hasta 1.800 kg sin comprometer el frenado. Existen ocho en el auto, dos por neumático. Equivalen a un total de 14.400 kg de fuerza de resistencia. Un auto promedio pesa cerca de 1.500 kg.

5

Flanco: protege el costado del neumático contra impactos con las curvas y con la calle. Hay detalles importantes acerca del neumático escritos en el flanco, como el ancho del neumático y el índice de velocidad.

6

Capa de la cubierta: determina en gran medida la resistencia del neumático. Está hecha de cables de acero muy finos y resistentes, amalgamados con la goma. Esto significa que el neumático puede resistir la tensión de los giros, y no se expande debido a la rotación del neumático. Es además lo suficientemente flexible para absorber las deformaciones causadas por lomos de burro, pozos, y otros obstáculos de la calle.

7

Capa de tapa (o lona de cima de "cero grados"): esta importante capa de seguridad reduce la fricción causada por el calor y ayuda a mantener la forma del neumático cuando se maneja a alta velocidad. Para evitar el estiramiento centrífugo del neumático, se utilizan cables reforzados a base de nailon incrustados en una capa de la goma y alrededor de la circunferencia del neumático.

8

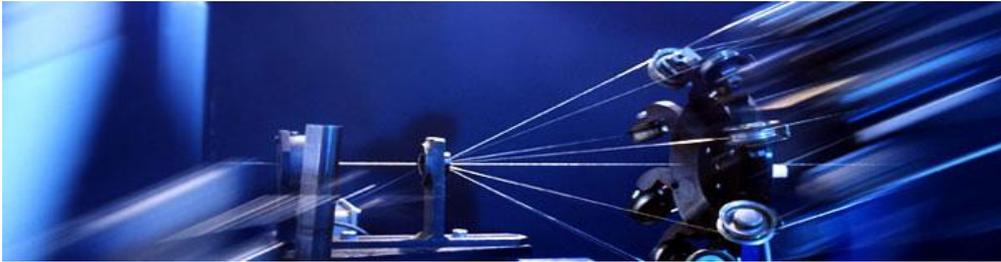
Pliegues de corona (o lonas de cima): ofrecen una base rígida para la banda de rodamiento.

9

Banda de rodamiento: ofrece tracción y adherencia al doblar para el neumático, y está diseñada para resistir el desgaste, la abrasión y el calor.

ANEXO 9
COMPONENTES

¿Cómo se fabrica un neumático?



El neumático es el único punto de contacto entre el vehículo y la carretera, teniendo que alcanzar un equilibrio adecuado de adherencia, tracción, confort, sonido, duración, eficiencia energética y coste.

Fabricado según unos procesos minuciosos.

La extrema complejidad del neumático exige una fabricación larga y minuciosa antes de la cocción, necesario para conseguir una calidad perfecta y constante. El estándar de calidad Michelin se aplica igualmente y con el mismo rigor en todas nuestras fábricas, esto garantiza el mismo nivel de calidad independientemente del lugar en el que se fabrique.

La fabricación, un proceso de innovación permanente.

Seguramente habrás oído hablar de los neumáticos "verdes" Michelin que ahorran energía. Estos neumáticos, ahorran carburante gracias a la menor resistencia a la rodadura. En Michelin trabajamos en nuestra quinta generación de neumáticos "verdes". Se trata de conseguir una mejora de al menos un 2% de ahorro de carburante y una reducción de las emisiones de CO₂ con cada nueva generación. Gracias a nuestra contribución, hemos conseguido reducir el consumo mundial de combustible en más de 12.000 millones de litros y evitado la emisión de 30 millones de toneladas de CO₂ desde 1992.

Michelin se ha comprometido a reducir el consumo de carburante, manteniendo las cualidades en cuanto a duración y seguridad.

El neumático, una suma de compuestos.

Es un producto extremadamente avanzado con un elevado nivel de tecnología, que utiliza una amplia variedad de materias primas. De hecho, para hacer un neumático se utilizan más de 200 compuestos.

Pueden agruparse en cinco grupos:

- Caucho natural. Principal componente de la banda de rodadura de los neumáticos.
- Caucho sintético. Elemento esencial en la escultura de los neumáticos de turismo, vehículos comerciales y 4x4.
- Negro de carbono y sílice. Se utilizan para reforzar el neumático y mejorar sus propiedades de desgaste.
- Cables metálicos y textiles. Constituyen el esqueleto del neumático y garantizan su geometría y rigidez.
- Numerosos productos químicos. Dan al neumático sus propiedades específicas como la baja resistencia a la rodadura o el extraordinario agarre.

ANEXO 10

**FUERZA LATERAL
MECANISMOS DE AGARRE
SENSIBILIDAD DE CARGA
VISCOELASTICIDAD**

➔ INTRODUCCIÓN:

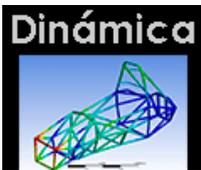


➔ COCHES DE INERCIA:

Carrilanas / Goitiber / Carretons



- [Introducción](#)
- [Compra](#)
- [Construcción](#)
- [Telemetría](#)
- [Seguridad](#)
- [Bibliografía](#)
- [Enlaces](#)



- [VIDEOTUTORIALE CONSTRUCCIÓN Y PUESTA A PUNTO](#)

• [APUNTES](#)



- [VIDEOTUTORIALE PILOTAJE](#)

Noticia: **Agarre del neumático**



1) AGARRE DEL NEUMÁTICO

- Fuerza lateral
- Mecanismo de agarre
- Sensibilidad a la carga
- Ángulo de deriva
- Régimen deslizante
- Viscoelasticidad
- Histéresis
- Otros factores
- Autoalineamiento

FUERZA LATERAL (*lateral force*)

Cuando un vehículo de masa m toma una curva de radio r a una velocidad v , su tendencia es a continuar con su trayectoria recta anterior. Podemos representar la fuerza centrífuga como una fuerza que nos impulsa hacia el exterior de la curva con esta intensidad:

$$F_c = m \frac{v^2}{r}$$

Esta fuerza será mayor cuanto más pesado sea el vehículo (m), cuanto menor es el radio (r) de la curva - cuanto más cerrada es y, sobre todo, cuanto más rápido vamos (v que, en la fórmula, está al cuadrado).

GRAVITY BIKE:



- Construcción
- Ajuste y pilote

VIDEOTUTORIALE:

LONGBOARD:



- Construcción
- Ajuste y pilotaje

STREET LUGE:



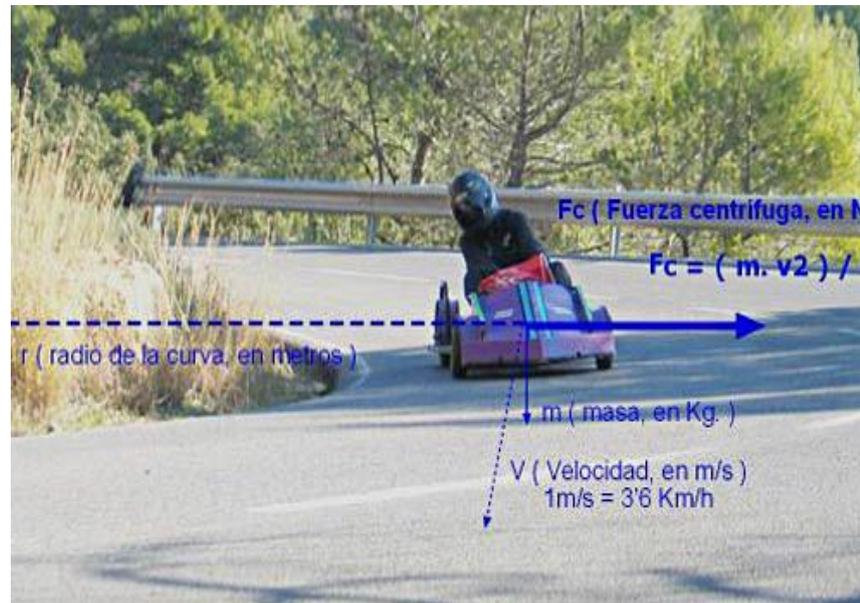
- Construcción
- Ajuste básico
- Ajuste avanzado
- Pilotaje

PATINAJE DE DESCENSO:



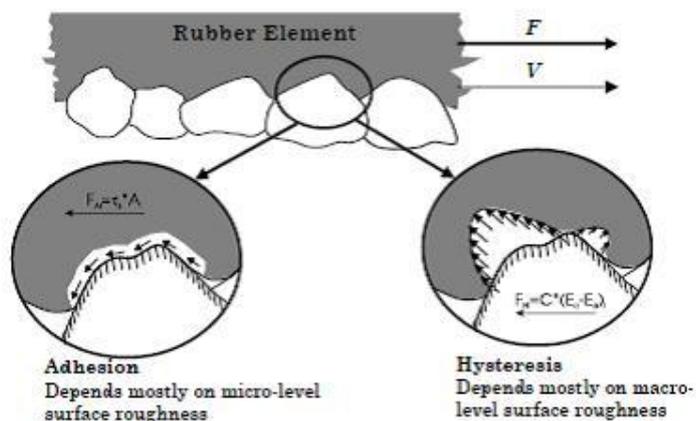
- Ajuste y pilotaje

Para hacerle girar, necesitamos generar una **fuerza lateral** hacia el interior de la curva de esta misma magnitud. Esto lo lograremos a través de los neumáticos.



MECANISMO DE AGARRE

El mecanismo físico de agarre de la goma con el suelo es una mezcla de **rozamiento mecánico** (un "enganche" nivel milimétrico similar al de un engranaje) con una **adhesión** en las que influye la composición del neumático.



Si una rueda fuese infinitamente dura y el suelo fuese perfectamente liso, el punto de contacto entre ambos sería simplemente una línea - si el neumático fuese de perfil plano (de coche) o un punto - si fuese de perfil curvo (de moto). En la vida real cuando un neumático soporta el peso de nuestro vehículo sufre una deformación tanto en su perfil como en el punto de contacto con el suelo, que pasa a ser aproximadamente una elipse conocida como **huella**.

Además, un neumático gira constantemente sobre el asfalto. Cuando una

partícula del mismo alcanza el suelo se ve aplastada, además de por el peso del vehículo, por la fuerza centrífuga de la propia rueda. Esto hace que la parte delantera de la huella se comprima un poco más, de manera que el radio real en ese punto es algo menor que en otro punto de la rueda y que esta huella pase de una forma elíptica a otra con forma de pera, ligeramente más ancha por la parte delantera, al soportar más peso.

El giro de la rueda va haciendo avanzar a este punto del neumático por la huella. A medida que avanza va soportando menos carga, volviendo a expandirse hacia el radio inicial de la rueda y la huella se va estrechando ligeramente hasta que por fin se separa del suelo.

Esta expansión no es instantánea sino que tarda un cierto tiempo (piensa en una gomaespuma "perezosa" que se expande lentamente tras aplastarla). Además, no devuelve toda la energía que recibió al comprimirse, sino que una parte se pierde en forma de calor y sonido, esto es lo que se conoce como **histéresis**.

Cuando giramos una rueda, esta tiende a continuar con su dirección inicial. La parte delantera de la huella lo consigue ya que soporta más peso y genera más rozamiento. Sin embargo, la parte trasera de la huella, que soporta menos peso, no es capaz de adoptar esta nueva dirección y sufre un **pequeño y continuo deslizamiento** sobre el asfalto que fuerza al neumático a "retorcerse" ligeramente. Esta torsión del neumático es la que genera una fuerza en sentido perpendicular a la marcha que es lo que llamamos **fuerza lateral** y que nos permite cambiar la dirección del vehículo.

SENSIBILIDAD A LA CARGA (*load sensitivity*)

El rozamiento entre el neumático y el asfalto se define por la ecuación:

$$F_r = N\mu$$

- F_r es la Fuerza de rozamiento
- N es la fuerza normal que soporta el neumático. Es la suma del peso sobre la rueda con el vehículo en reposo más los posibles incrementos o decrementos por las fuerzas aerodinámicas o por las transferencias de carga longitudinales (aceleración y frenada) o laterales (en las curvas).
- μ es el coeficiente de rozamiento, que depende de los componentes que están en contacto.

Al aumentar la carga, la goma se ve deformando más y va "rellenando" las pequeñas irregularidades del asfalto. De esta manera logramos aumentar la superficie de adhesión y la profundidad de los "enganches" mecánicos entre goma y asfalto.

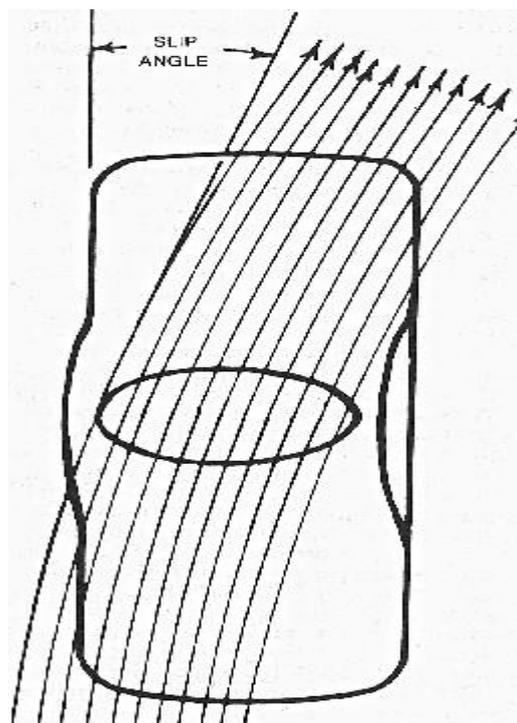
Este aumento de rozamiento es casi lineal en los niveles bajos de carga (si doblamos la carga prácticamente se dobla el agarre). Sin embargo, llega un punto en el la mayor parte de las irregularidades del asfalto ya están "reellenas" y el aumento de carga no logra el mismo aumento de agarre (si multiplicamos por 2 la carga el agarre se multiplica por ejemplo por 1,8).

Este fenómeno es lo que llamamos **SENSIBILIDAD A LA CARGA** y es **FUNDAMENTAL** en el estudio de la dinámica de nuestro vehículo, ya

que implica que las ruedas ofrecen el máximo agarre cuando las cargas son reducidas: tanto las debidas al peso del vehículo como a las transferencias de peso en frenadas o curvas. En teoría, la geometría que otorgaría la máxima capacidad de agarre sería un reparto igual del peso (25% en cada una de las 4 ruedas) y ninguna transferencia de peso en frenadas o curvas - cosa que, desgraciadamente, es imposible.

ÁNGULO DE DERIVA (*slip angle*)

Cuando tomamos una curva, le pedimos a nuestro neumático que genere una fuerza lateral hacia el interior de la misma que evite que salgamos hacia el exterior.



Al girar la rueda, la huella de contacto entre el neumático y el suelo se deforma ligeramente - recordad el concepto de histéresis explicado anteriormente.

La parte delantera (que es "aplastada" contra el suelo por el giro de la rueda) resiste el efecto de la curva y mantiene prácticamente la dirección de giro. Sin embargo la parte trasera, que soporta menos presión, cede ante la fuerza lateral y se "retuerce" un cierto ángulo deslizando ligeramente sobre el asfalto. Este ángulo es el **ÁNGULO DE DERIVA**. Cuanto mayor sea este ángulo, más se "retorcerá" la huella de

contacto y más fuerza lateral generará.

También se puede definir como el ángulo formado entre la dirección en la que apuntan las ruedas y la dirección en la que realmente tuerce la carrilana.

Un neumático de goma es capaz de "retorcerse" y tiene un buen agarre lateral, sin embargo, las Goitibeheras de ruedas de rodamientos metálicos tienen un ángulo de deriva prácticamente 0 (el metal prácticamente no se deforma). No hay que confundir este ángulo de deriva con la posible flexión de los flancos del neumático ante cargas muy elevadas.

La relación entre el ángulo de deriva y la fuerza lateral (que es la que nos da agarre en la curva) **crece linealmente para ángulos de deriva bajos**, luego va disminuyendo hasta que se alcanza un máximo a partir del cual cae de repente. En la práctica un neumático agarra en una misma curva a velocidades cada vez mayores hasta que llega un momento en que "se va", justo después del momento de máximo agarre lateral.

Los neumáticos de **serie** tienen la curva más aplanada (agarran menos pero "se van" poco a poco derrapando ligeramente), los neumáticos de **competición** tienen la curva más vertical (agarran más pero no avisan, cuando se va, se va de golpe. Del mismo modo, los neumáticos **radiales** obtienen la máxima fuerza lateral con ángulos de deriva más reducidos que los neumáticos **diagonales**.

Este ángulo de deriva no tiene porqué ser el mismo en el tren delantero y en el trasero. Estudiaremos esto en profundidad cuando hablemos del subviraje y el sobreviraje.

RÉGIMEN DESLIZANTE

Cuando dos cuerpos están en contacto, la fuerza de rozamiento es el producto de la fuerza normal (peso soportado más apoyo aerodinámico) por el coeficiente de rozamiento. El **coeficiente de rozamiento** es mayor cuando los dos cuerpos están en reposo entre ellos (coeficiente de rozamiento estático) que cuando están deslizando (coeficiente de rozamiento dinámico)

A medida que vamos aumentando la aceleración lateral, va aumentando la proporción de la huella del neumático que desliza sobre el asfalto, disminuyendo el agarre lateral.

Para hacernos una idea de la velocidad de este deslizamiento lateral, un neumático rodando a 80 Km/h y girando con un ángulo de deriva de 5° tiene una **velocidad lateral** de 7 Km/h.

Los neumáticos de sección más ancha tienen, a igualdad de construcción y presión de inflado, una huella de contacto más corta y más ancha. Esto implica que, para el mismo ángulo de deriva, hay menos porcentaje de la goma deslizando sobre el asfalto. Esta es la causa de que los neumáticos más anchos suelen ofrecer mayor agarre lateral.

VISCOELASTICIDAD

Cuando apretamos un muelle, la constante de dureza del mismo es independiente de la velocidad a la que lo comprimamos. Sin embargo, la goma que compone el neumático es un material viscoelástico: esto significa que para velocidades bajas de compresión, su constante de dureza es menor y que para **compresiones rápidas aumenta esta dureza**, disminuyendo su capacidad de agarre.

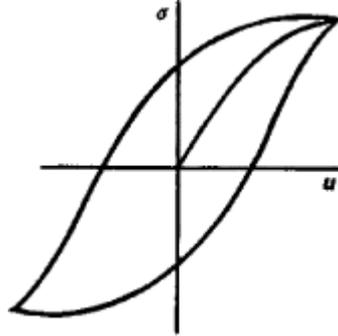
Esto implica que existe una velocidad de deslizamiento óptima en la que la combinación del porcentaje de la huella que está en régimen deslizando y su constante de dureza debido a su naturaleza viscoelástica nos da el máximo agarre con el asfalto, que lograremos con un determinado ángulo de deriva: ni más ni menos.

Para acabar de complicar las cosas, esta velocidad de deslizamiento óptima (y, por tanto un ángulo de deriva óptimo) varía en función de las características del asfalto: un grano muy fino necesita velocidades de deslizamiento (y ángulos de deriva) menores que un asfalto de grano

más grueso.

HISTÉRESIS (*hysteresis*)

En este gráfico puedes encontrar el grado de compresión de la goma (eje horizontal) respecto al tiempo (eje vertical). La compresión se realiza por el "camino" inferior y la expansión por el superior. La compresión es más rápida que la expansión.



Una goma con mucha histéresis absorbe mucha energía (rebota poco) y una con baja histéresis absorbe poca energía (rebota mucho)

Como hemos visto en el apartado del mecanismo de agarre, durante los pequeños deslizamientos sobre el asfalto, la goma ejerce presión sobre las pequeñas protuberancias que forman las irregularidades del asfalto.

Cuando la goma ejerce presión sobre la cara del interior de la curva, dicha presión se opone al deslizamiento, ofreciéndonos agarre lateral. Sin embargo, si dicha presión de la goma se produce en la cara de la protuberancia orientada hacia el exterior de la curva, esta presión favorece el deslizamiento, lo que no nos interesa.

Una goma de **alta histéresis** (un neumático de competición de circuito) recupera su forma más lentamente tras una deformación. Esto permite que, durante los pequeños deslizamientos sobre el asfalto, la goma ejerza presión en la parte de la irregularidad del asfalto que se opone a ese deslizamiento pero no en la contraria, ya que todavía está comprimida.

Sin embargo, una goma de **baja histéresis** (un neumático de turismo) recupera su forma muy rápidamente tras una compresión. Esto significa que ejercerá presión en la cara del interior de la protuberancia pero también ejercerá una elevada presión en la cara del exterior, disminuyendo el agarre total. Este grado de amortiguación en un neumático estándar de calle ronda el 7% del coeficiente de amortiguación crítica (que veremos en el capítulo 7).

Sin embargo, ya sabemos que la histéresis, además de aumentar el agarre, aumenta la resistencia a la rodadura. En el caso de los deportes de inercia, al no disponer de motor tenemos que equilibrar estos dos efectos: no siempre la goma con más agarre es la más rápida. Puede que lo que ganemos en las curvas lo perdamos con creces en las rectas.

OTROS FACTORES:

- **Presión de inflado:** La fuerza lateral se transmite desde la huella hasta la llanta a través de los flancos. La presión de inflado mantiene la rigidez de la carcasa y de la banda de rodadura. El máximo agarre lateral puede producirse con presiones relativamente elevadas.

- **Ancho de llanta:** El máximo agarre lateral del neumático se genera cuando sus flancos están rectos. Esto se logra con una llanta de +/- 1/2 pulgada de la anchura real del neumático.

Una llanta demasiado ancha hace que los laterales de la banda de rodadura trabajen en exceso. Una llanta demasiado estrecha "abomba" el neumático sobrecargando la parte central.

- **Ángulo de caída:** Como hemos estudiado en el apartado de geometría de la rueda, un ángulo de caída negativo durante un apoyo lateral produce un agarre lateral adicional. Lo analizaremos más en profundidad en el capítulo 5.

AUTOALINEAMIENTO (*self aligning torque*)

Ya hemos visto que tanto el ángulo de avance como una salida negativa producen un par de autoalineamiento de la dirección - el volante vuelve solo a la posición recta al soltarlo porque la rueda, al girar, baja por debajo de la cota cero (el nivel del asfalto).

Adicionalmente, el mecanismo de agarre a través del ángulo de deriva produce un par de autoalineamiento en sentido contrario - el volante se vuelve más duro y cuesta más y más girarlo.

Este par de autoalineamiento va aumentando hasta **poco antes** del ángulo de deriva donde obtendremos el **máximo agarre lateral**. Este ángulo se encuentra poco después de que el volante vuelva a "ablandarse". Esto es útil ya que nos permite tener una indicación aproximada de este ángulo con el máximo agarre lateral.

El autoalineamiento causado por el ángulo de avance o por la salida negativa enmascara este efecto y la dureza del giro del volante se mantiene más constante. Los amortiguadores de dirección, aunque vuelven la conducción más descansada y suave en algunos casos, también enmascaran este par de autoalineamiento.

ANEXO 11
VULCANIZACION

TECNOLOGIA

[Partes de un neumático](#)

[Tipos de construcción](#)

[Como leer un neumático](#)

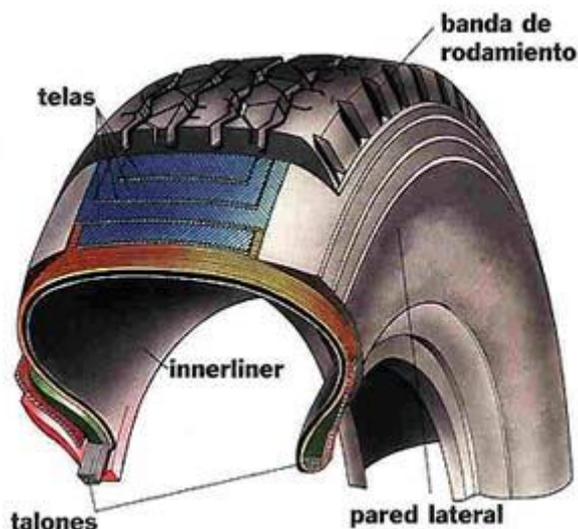
[Símbolos de velocidad](#)

[Índice de carga](#)

[Lo que hay que tener en cuenta](#)

Partes de un Neumático

Partes de un neumático radial (F-570)



Telas. En la construcción radial, las cuerdas de la tela de carcasa corren de talón a talón en el sentido radial. Son ellas las que tienen la función de soportar la carga. Sobre las telas de la carcasa, en el área de la banda de rodamiento son montadas las telas estabilizadoras. Sus cuerdas corren en sentido diagonal y son las que mantienen la estabilidad del neumático.

Banda de rodamiento. Es la parte del neumático que permite la adherencia al suelo. Su diseño debe proporcionar capacidad de frenado y tracción. Su compuesto de caucho debe resistir la abrasión y el desgaste.

Pared Lateral. Es la parte de la estructura que va de la banda de rodamiento hasta el talón, siendo revestida por un compuesto de caucho con alta resistencia a la fatiga por flexión.

Innerliner. Es el revestimiento protector de la estructura en la parte interna del neumático. En el caso de los neumáticos radiales de acero sin cámara, éstos tienen impermeabilidad al aire y a la humedad.

Talones. Están compuestos de cables de acero revestidos en cobre para evitar la oxidación, separados individualmente por compuestos de caucho para evitar el contacto entre ellos y revestidos de tejido tratado. Su función es amarrar el neumático a la llanta y tener alta resistencia a la rotura.

ANEXO 12

TABLA DE NEUMATICOS

Estudio del Neumático.

Normas de Designación

- 1 - Introducción
 - 1.1 - Generalidades
 - 1.2 - Composición de los neumáticos
- 2 - Partes de un Neumático
 - 2.1 - Banda de rodadura
 - 2.2 - Cinturón estabilizador
 - 2.3 - Capa radial o carcasa
 - 2.4 - Flanco, costado o pared lateral
 - 2.5 - Sellantes
 - 2.6 - Relleno
 - 2.7 - Ribete
 - 2.8 - Talón
- 3 - Tipos de Neumáticos
 - 3.1 - Neumático convencional o diagonal
 - 3.2 - Neumático radial
- 4 - Identificación de los Neumáticos
 - 4.1 - Generalidades
 - 4.2 - Designación dimensional
 - 4.3 - Designación estructural
 - 4.4 - Distintivo de homologación
 - 4.5 - Otras informaciones
- 5 - Equivalencia entre Neumáticos
- 6 - Preguntas Frecuentes sobre el Montaje de Neumáticos

ANEXOS:

- A.1- Reglamento (CE) No. 1222/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009, sobre el etiquetado de los neumáticos en relación con la eficiencia en términos de consumo de carburante y otros parámetros esenciales.
- A.2- Informe sobre etiquetado de neumáticos y normativa que lo regula
- A.3- Tabla de Relación Ancho de Llanta - Ancho de Neumático
- A.4- Índices de Carga de Neumáticos
- A.5- Códigos de Velocidad de Neumáticos
- A.6- Otras Reglamentaciones Aplicables

DESARROLLO DEL CONTENIDO

1- Introducción

1.1- Generalidades

La importancia en el diseño de los neumáticos es vital, no sólo en lo que se refiere a seguridad, sino también en consumo y eficiencia, dado que un 20% del consumo de combustible se emplea en salvar la resistencia a la rodadura generada en los neumáticos.

Y ello es así, porque en cada giro la zona del neumático que trabaja y entra en contacto con el suelo (esto es, banda de rodadura, flanco, talones, etc.), se deforma y se calienta consumiendo energía en forma de calor. Este fenómeno se llama histéresis y es el origen del 90% de la "resistencia a la rodadura" de los neumáticos.

En general, en la estructura de cualquier neumático se puede distinguir una parte interior, formada por láminas de caucho, una malla de acero y/o textil, y una capa exterior de caucho macizo moldeado, que constituye lo que se llama la banda de rodadura. Esta banda exterior es la que va en contacto con la superficie del camino, posee una alta resistencia al desgaste y a través de su diseño proporciona las características de tracción, frenado y adherencia propia de cada neumático.

1.2- Composición de los neumáticos

Aunque con ligeras diferencias de un fabricante a otro, la gran mayoría de los neumáticos responden a la siguiente composición básica porcentual:

- Caucho: 45-47%
- Negro de carbono: 21-22%
- Acero: 16,5-25%
- Textil: 5,5% (sólo para automóviles turismos y motocicletas)
- Óxido de cinc: 1-2%
- Aditivos: 5-7,5%

Además de lo anterior, cabe destacar la presencia de ciertos metales pesados presentes en la composición química de los neumáticos, lo que le confiere la calificación de residuos

peligrosos. Entre ellos se podrá encontrar en su composición trazas de cobre, cadmio y plomo.

Los neumáticos poseen un alto poder calorífico: 32-34 MJ/kg (es decir, que 1 tonelada de neumáticos es equivalente a emplear 0,7 toneladas de fuel-oil). Esta propiedad hace que se utilice como combustible alternativo en ocasiones para calderas y hornos, siendo su temperatura de auto-ignición de 400 °C aproximadamente.

2- Partes de un neumático



Figura 1. Sección Transversal de un Neumático Radial

2.1- Banda de rodadura

La banda de rodadura (indicado con número 3 en la Figura 1 anterior) es la parte del neumático externa en contacto con el piso del pavimento, y por tanto, dada su función es la parte del neumático más resistente al desgaste.

Pero además de tener buenas prestaciones al desgaste, toda banda de rodadura debe ofrecer buenas prestaciones de tracción, tener un rodado silencioso y baja generación de calor.

La banda de rodadura está compuesta de una goma o caucho artificial normalmente realizada de una mezcla de SBR o "Bruna S" a base de estireno y butadieno (en neumáticos de gran tamaño también se usa goma natural) que tiene que ser formulada con adición de negro de humo, aceites, agentes vulcanizantes, y otros compuestos químicos y pigmentos usados para su coloración.

La composición de la goma, la forma de la sección transversal de la banda de rodadura, el número de ribetes y surcos, y el diseño de los elementos del rodado son importantes en la determinación de la calidad del desgaste, la tracción que pueda ofrecer el neumático, y la generación de mayor o menor temperatura durante su rodadura.

En resumen, las funciones que debe desempeñar la banda de rodadura en todo neumático son las siguientes:

- Proporcionar la adherencia (agarre, grip) en suelo seco y mojado.
- Duración y resistencia al desgaste y agresiones.
- Participar en la baja resistencia a la rodadura.
- Participar en el confort acústico (sonoridad en el rodaje).
- Participar en la direccionalidad y manejabilidad del vehículo.
- Estética, que es importante para muchos usuarios.

Como se ha dicho, en la anterior Figura 1 "Sección Transversal de un Neumático Radial" del comienzo de esta sección está indicado con el número 3.

2.2- Cinturón estabilizador

Las capas que conforman el cinturón estabilizador (indicado con los números 6 y 7 en la Figura 1) proporcionan resistencia al neumático, estabiliza la banda de rodamiento y protege a ésta de picaduras.

Están formadas de telas de acero (cables metálicos de acero revestidos de goma) y están colocadas por encima de la carcasa y por debajo de la banda de rodadura en la dirección de giro del

neumático. Restringe la deformación del neumático e incorpora estabilidad a la banda de rodadura a la vez que contribuyen al mejor agarre y tracción del neumático.

Se posicionan sobre la carcasa formando un cinturón que garantiza la resistencia mecánica del neumático a la velocidad y a la fuerza centrífuga.

Las lonas que forman el cinturón se cruzan oblicuamente y se pegan una encima de la otra. El cruce de sus hilos con los de la carcasa forma triángulos indeformables, que garantiza la rigidez de la cima. Estas capas, que rodean toda la cima del neumático formando un cinturón, desempeñan un papel muy complejo, entre ellos:

- Tienen que ser lo bastante rígidas en el sentido circunferencial del neumático para no extenderse bajo el efecto del centrifugado y para controlar perfectamente el diámetro del neumático, independientemente de las condiciones de uso.

- También tienen que ser rígidas en sentido transversal para resistir a los esfuerzos de deriva, pero a la vez, deben ser muy flexibles en sentido vertical para beberse cualquier obstáculo que pueda presentarse durante la rodadura.

2.3- Capa radial o carcasa

La capa radial o carcasa (indicado con número 2 en la anterior Figura 1), junto con las capas que conforman el cinturón estabilizador, contienen la presión de aire. Es una estructura flexible formada por hilos (textiles o de acero) embutidos en goma, que forman arcos rectos y se enrollan en el aro del talón del neumático.

La capa radial se encarga de transmitir todas las fuerzas originadas durante la rodadura de la rueda desde la banda de rodadura exterior en contacto con el piso del pavimento hasta la llanta.

Además, la carcasa desempeña las siguientes funciones:

- Soportar la carga y la velocidad con ayuda de la presión.
- Participar en la estabilidad y el confort.

- Participar en el rendimiento y eficiencia energética de la cubierta.

En una carcasa de neumático de coche, existen unos 1400 cables, cada uno de ellos puede resistir una fuerza de 15 kg.

2.4- Flanco, costado o pared lateral

Las paredes que conforman el flanco de la rueda (indicado con número 5 en la Figura 1) son las porciones laterales del contorno de la rueda que se sitúan entre los talones y la banda de rodadura. El flanco representa la altura de la sección o perfil (H) de la cubierta.

Su diseño está especialmente orientado para resistir a los continuos esfuerzos de flexión y a soportar las condiciones climatológicas ambientales, a la vez que ofrece protección a la capa radial que queda en su interior.

2.5- Sellantes

Las capas sellantes (indicado con número 1 en la Figura 1) cumplen la misma función que las cámaras interiores de los neumáticos que dispongan de ellas, sirviendo de elemento contenedor del aire interior y resistir su presión.

2.6- Relleno

El relleno consiste en una goma de características especiales para rellenar el hueco que queda entre el talón y la parte inferior del flanco o pared lateral, de manera que se proporciona una transición suave de la parte más rígida del talón hacia la parte más flexible del flanco.

Además, al envolver el cuerpo del talón, permite proporcionarle mayor rigidez y de darle el ángulo de anclaje necesario del conjunto neumático-llanta o rim.

[- Ver Figura 1 "Sección Transversal de un Neumático Radial" -](#)

2.7- Ribete

Son los elementos de goma de la banda de rodadura orientados en una sola dirección, generalmente circunferencial, que son

usados como referencia para el asentamiento adecuado del talón sobre la llanta o rim.

Proporcionan al neumático la rigidez necesaria ante los esfuerzos producidos durante las frenadas y aceleración.

En la Figura 1 "Sección transversal de un neumático radial" del comienzo de esta sección está indicado con el número 8.

2.8- Talón

El talón es la parte del neumático que está compuesto de alambres de acero de alta tenacidad que previene de su fractura, formando un aro inextensible, que puede soportar hasta 1800 kg sin riesgo de rotura, lo que proporciona gran robustez al cuerpo del neumático.

La función principal del talón es de servir de ancla del cuerpo del neumático y de retener el ensamble del neumático con el rim o llanta, es decir, de fijar el neumático a la llanta. La forma o contorno del talón se adapta al borde de la rueda para prevenir que el neumático se deslice y desasiente de la llanta o rim, asegurando asimismo la estanqueidad del neumático.

Por último, la misión también del talón es la de transmitir el par motor (la potencia del motor del vehículo) en los esfuerzos de aceleración y frenada.

En la Figura 1 "Sección Transversal de un Neumático Radial" del comienzo de esta sección está indicado con el número 4.

[- Ver Figura 1 "Sección Transversal de un Neumático Radial" -](#)

3- Tipos de neumáticos

3.1- Neumático convencional o diagonal

El neumático convencional está construido por lonas cruzadas entre sí en dirección diagonal y siempre en número par. En este tipo de neumático las capas se colocan de manera tal, que las cuerdas de cada capa queden inclinadas con respecto a la línea del centro y orientadas de ceja a ceja.

En el neumático convencional o diagonal las capas textiles se encuentran colocadas, como ya se ha dicho, de forma oblicua, de asiento a asiento, es decir, desde cada lado de la zona de contacto del neumático con la llanta, y en direcciones alternas.

El número de capas dependerá del tamaño del neumático y de la carga que tiene que soportar. El número y grosor de las capas es el mismo en la banda de rodadura que en las bandas laterales.

Este tipo de estructura brinda al neumático dureza y estabilidad que le permiten soportar la carga del vehículo, tanto en la banda de rodadura como en los flancos.

La desventaja de este diseño son varias, entre ellas está que proporciona al neumático una dureza tal que no le permite ajustarse adecuadamente a la superficie de rodamiento, ocasionándose así un menor agarre, menor estabilidad en curvas y mayor consumo de combustible. Y ello es así porque, sin carga, la huella del neumático (la parte en contacto con el suelo) es redondeada, con sólo una pequeña parte elíptica haciendo contacto. Al recibir peso la rueda, el neumático se aplana, de forma proporcional a la carga, mientras el dibujo de la zona central de la banda de rodadura tiende a levantarse, con lo que pierde agarre.

Por otro lado, el rozamiento que se produce entre las capas que hay entre goma y goma, al moverse éstas, tiene como resultado que la goma se calienta, aumentando la temperatura del neumático, y esta circunstancia, con el tiempo, perjudica al neumático, reduciendo su vida útil.

Hasta los años 60, los neumáticos diagonales eran los habituales. Hoy en día, se fabrican más que nada en casos particulares, como puedan ser para los coches antiguos y en motocicletas.

3.2- Neumático radial

Inventado en 1946, el neumático radial revolucionó el mundo de los neumáticos. En los neumáticos radiales la carcasa textil es flexible, donde las cuerdas de las lonas van dirigidas de talón a talón, según la dirección radial de la rueda. Posteriormente, sobre esta carcasa, y tal como se ha visto en el apartado 2 "Partes de un neumático", se le superpone una faja o cinturón textil

estabilizador a base de hilos de acero como refuerzo de la banda de rodadura.

En el neumático radial, flanco del neumático y banda de rodamiento trabajan de manera independiente uno de otro, por lo que no interfieren entre ellos.

Como resultado de esta configuración resultan las siguientes ventajas con su montaje:

- Mejora la adherencia: Debido a que en los neumáticos radiales el flanco del neumático trabaja de manera independiente a la banda de rodadura, esto implica que las deformaciones de ambos no interfieren entre sí. Así, en aquellos momentos críticos, como puedan ser circulando en una curva o durante una frenada brusca, la flexibilidad de los flancos de los neumáticos radiales absorben parte importante de ese incremento de fuerzas que se generan en esos instantes (especialmente, fuerza centrífuga) mediante la deformación que experimentan. Sin embargo esta deformación en los flancos no se va a transmitir a la banda de rodadura, que mantiene su rigidez, y por tanto, al no deformarse ésta va a mantener un área de contacto constante entre neumático y carretera. Esto implica que el rozamiento entre neumático y carretera tampoco disminuya, que es la fuerza que impide el deslizamiento entre ambos, y por lo tanto, esto se traduce en una mejor adherencia del neumático al piso del pavimento.

- Menor generación de calor: La propia disposición geométrica de las capas de lonas internas en los neumáticos radiales se deforman menos durante la rodadura que la deformación interna existente en el neumático diagonal. Al haber menos deformación interna en la estructura de lonas, implica que haya menos movimiento y deslizamiento entre ellas, y por tanto menos rozamiento, que es lo que genera calor. Por tanto, los neumáticos radiales se calentarán menos durante la rodadura que los diagonales.

- Mayor duración: Como consecuencia directa de lo anterior, al calentarse menos el neumático radial y al deformarse menos, la estructura interna de lonas sufre menos por fatiga y el material durará mucho más tiempo.

- Mejor direccionabilidad: la mayor rigidez en la banda de rodadura que presentan los neumáticos radiales repercute en un mejor control de la trayectoria, sobre todo en las curvas donde por

la fuerza centrífuga hay tendencia a salirse hacia el exterior. Igualmente en las trayectorias rectas, la rigidez de la banda de rodadura hace que el neumático no derive, variando su trayectoria recta.

- Menor resistencia a la rodadura: Igualmente, como consecuencia de la mayor rigidez en la banda de rodadura, ésta se deforma mucho menos al rodar la rueda, y por tanto absorbe menos energía, que realmente son pérdidas, por lo que el rendimiento del conjunto mejora, lo que se traduce en un ahorro de combustible.

Como desventaja clara en los neumáticos radiales es la debilidad que presentan los flancos. En efecto, si la flexibilidad que posee los flancos de los neumáticos radiales era ventajosa para algunos aspectos, constituye un punto débil para otros usos, por ejemplo, en las maniobras de aparcamiento junto a bordillos, dado que cualquier contacto sobre la pared de los flancos puede dañarlos, dejando al neumático fuera de servicio.

Como es de esperar, no está permitido en ningún caso, el montaje de neumáticos de diferentes clases (diagonales y radiales) en un mismo vehículo.

4- Identificación de los neumáticos

4.1- Generalidades

Los neumáticos deben incluir de manera que sean legibles, todas las inscripciones especificadas en la legislación vigente, en relieve o en hueco, situadas en ambos flancos del neumático, y al menos, en un lado del flanco exterior.



Figura 2. Identificación de los Neumáticos

La figura anterior muestra cómo comúnmente viene inscrita sobre el neumático toda la información relativa al mismo, en lo que se refiere a sus datos dimensionales, estructurales y otra información útil sobre las características del neumático. A continuación se detalla cada una de ellas, indicándose también la numeración que aparece en la figura para su mejor comprensión.

4.2- Designación dimensional

Como se ha dicho, y siguiendo como referencia la anterior Figura 2 Identificación de los Neumáticos, a continuación se detalla más a fondo aquellas inscripciones sobre el neumático que hacen referencia a sus características dimensionales.

- Anchura (número 3 de la Figura 2): se refiere a la anchura nominal (S) de la sección del neumático. Es la distancia lineal que existe entre el exterior de los flancos del neumático inflado, según se puede comprobar en la Figura 3 siguiente, despreciándose lo que pueda sobresalir el relieve constituido por las inscripciones, las decoraciones y los cordones o nervios de protección.

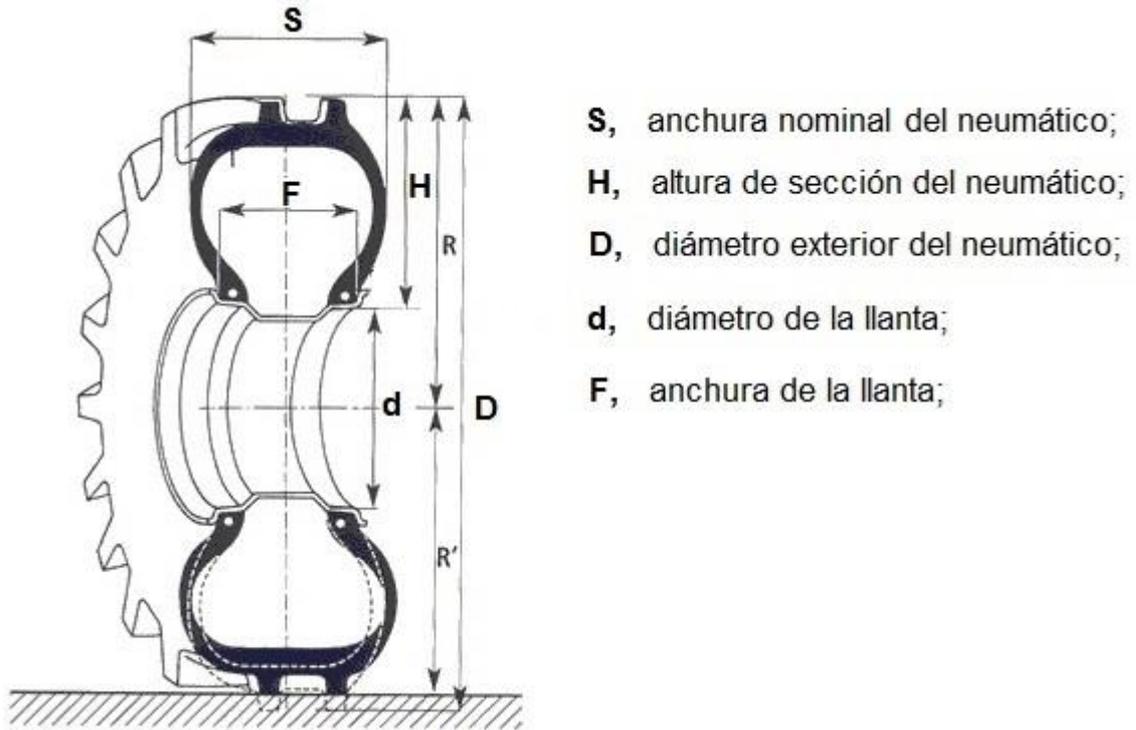


Figura 3. Sección de un Neumático

Debe expresarse en milímetros, salvo excepciones. Por ejemplo, en la figura se indica 195, que se corresponde con una anchura nominal del neumático de 195 mm.

La gama de anchos de los neumáticos convencionales suele estar entre 125 (por ejemplo, 125/80R12) y 335 mm (por ejemplo, 335/30R19). El valor de la misma se expresa en intervalos de 10 milímetros. Estas medidas pueden ser modificadas para el caso de neumáticos especiales con un nuevo sistema de ruedas (como los neumáticos TD de Dunlop o los neumáticos TRX o TDX de Michelin), cuyos anchos alcanzan desde 160 hasta 240 mm.

La estandarización internacional de los anchos de los neumáticos permite su montaje en diversos tipos de llantas. No obstante, existen ciertas limitaciones en el montaje de neumáticos según la anchura de la llanta (F) que se trate. La siguiente tabla muestra, para cada tipo de ancho de llanta o rim, la gama de anchos de neumáticos a los que se permite su montaje:

Relación Anchos de Llanta / Anchos de Neumáticos			
Ancho de Llanta (pulgadas/inches)	Ancho Mínimo Neumático (mm)	Ancho Máximo Neumático (mm)	Ancho Recomendado Neumático (mm)
5,0	155	185	165-175
5,5	165	195	175-185
6,0	175	205	195
6,5	185	215	195-205
7,0	195	225	205-215
7,5	205	235	215-225
8,0	215	245	225-235
8,5	225	255	235-245
9,0	235	265	245-255
9,5	245	275	255-265
10,0	255	285	265-275
10,5	265	295	275-285
11,0	275	305	285-295
11,5	285	315	295-305
12,0	295	325	305-315

12,5	305	335	315-325
------	-----	-----	---------

- Relación de forma (número 4 de la Figura 2) o también llamado serie del neumático: se refiere a la relación entre la altura del perfil (H) y el ancho (S) del neumático expresada en porcentaje. Dicho de otra manera, es el valor porcentual (R_a) obtenido al dividir la altura por la anchura de sección, expresadas ambas en milímetros y multiplicado por cien, según se indica en la siguiente expresión matemática:

$$R_a = \frac{H}{S} \cdot 100 (\%)$$

Expresión para el Cálculo de la Relación de Forma

Así, un porcentaje del 50% (serie 50) significa que el neumático tiene una altura de sección del perfil del neumático igual a la mitad de su anchura. Cuanto más bajo sea este porcentaje, más bajo será el neumático, como es el caso especial de los coches deportivos (225/45...).

Generalmente, las series que se utilizan más comúnmente son las series 50, 60, 70 y 80. Otros casos especiales son el de aquellos coches antiguos, de las series 80 y 82 que en la documentación antigua no aparecía reflejada la serie, y sólo se indicaba el tipo de neumático de la forma, por ejemplo, "155 R13", que ahora se correspondería con la denominación "155/80 R13".

- Altura o altura de sección o de perfil (H): esta información no aparece inscrita en el neumático, pero puede ser calculada. Es la distancia (H) entre el asiento del talón hasta la banda de rodamiento, según se puede comprobar en la Figura 3 anterior, estando el neumático sin carga. Esta distancia se corresponde a la semi-diferencia entre el diámetro exterior del neumático (D) y el diámetro nominal de la llanta (d), según se indica en la siguiente expresión matemática:

$$H = \frac{D - d}{2} (mm)$$

Expresión para el Cálculo de la Altura de Sección del Neumático

- Diámetro nominal de la llanta (indicado con número 6 en la Figura 2): el diámetro de la llanta (d) sobre el cual se monta el neumático medido en diagonal, de borde a borde de la llanta, según se puede comprobar en la Figura 3 anterior, y se expresa en pulgadas. Suele estar comprendido entre 10 y 20 pulgadas. No obstante, para los casos especiales que se monten neumáticos TD de Dunlop, y los neumáticos TRX, TDX y PAX de Michelin, el diámetro de la llanta se indica en milímetros. Éste suele estar comprendido entre los 315 y 440 mm.

Para el caso de la figura, la inscripción que aparece sobre el neumático para el diámetro de la llanta es 15, es decir, que debe ser montado en una llanta de 15 pulgadas de diámetro.

- Diámetro exterior del neumático (D): esta información no aparece inscrita en el neumático, sin embargo también puede ser calculada (ver Figura 3 anterior). Para obtener el diámetro teórico de rodadura (D) bajo las condiciones de neumático nuevo e inflado, se utiliza la siguiente expresión matemática:

$$D = d \cdot 25,4 + \frac{2 R_a}{100} \cdot S \text{ (mm)}$$

Expresión para el Cálculo del Diámetro Exterior del Neumático

siendo:

R_a = Relación de forma (adimensional)

S = Anchura de la sección del neumático en mm.

d = Diámetro de la llanta en pulgadas

D = Diámetro exterior en mm, a calcular.

Aplicado al ejemplo del neumático de la Figura 2 anterior, resultan los siguientes valores:

Tipo de Neumático: 195/65 R 15, donde:

$R_a = 65\%$

$S = 195 \text{ mm.}$

$d = 15 \text{ pulgadas}$

Resulta que el diámetro exterior del neumático, aplicando la expresión anterior, resulta ser de:

$$D = 15 \times 25,4 + 2 \times (65/100) \times 195 = 634,5 \text{ mm.}$$

4.3- Designación estructural

Siguiendo con el ejemplo de la Figura 2, se pasa a estudiar aquellas inscripciones que hacen referencia a las características estructurales del neumático. Como siempre, se hará indicación también de la numeración que aparece en la figura anterior de referencia para su mejor comprensión.

- Estructura del neumático (aparece con número 5 en la Figura 2): Para designar el tipo de estructura interna del neumático, es decir, cómo está construido, se incluye una letra delante de la indicación del diámetro de la llanta. En el ejemplo de la figura, aparece la letra "R" que significa que se trata de un neumático de estructura radial. Opcionalmente puede incluirse la palabra "RADIAL" para indicar que se trata de un neumático de este tipo.

Si se tratase de neumáticos de estructura diagonal aparecería la letra "D", o incluso en algunos casos ninguna indicación ("-"). Para el caso de tratarse de neumáticos de estructura diagonal cinturada la letra que aparecería sería la "B" y, además, las palabras "BIAS-BELTED".

- Indicación del tipo de neumático (aparece con número 2 en la Figura 2): en esta inscripción se codifica el código correspondiente al tipo de neumático y el diseño realizado sobre la banda de rodadura.

- Indicador sin cámara (tubeless) (9 en la Figura 2): La inscripción "TL" que aparece en la figura sirve para indicar que se trata de un neumático sin cámara interior. En general, los neumáticos de automóviles turismos son normalmente del tipo

"sin cámara". En caso de pinchazo, el neumático sin cámara ofrece mayor seguridad, sirviendo su estructura estanca como una solución de emergencia provisional.

4.4- Distintivo de homologación

La marca de homologación "E" ó "e" que pueda llevar inscrita el neumático en su flanco certifica que el neumático cumple la normativa europea (reglamento 30 de la CE). El número que acompaña a la letra "E" ó "e" hace referencia al país que ha realizado la homologación. Es importante además señalar que desde la fecha de fabricación del 1 de octubre de 1998 (semana 40 de 1998, que corresponde al DOT 408), es obligatorio que los neumáticos en Europa lleven esta marca en el flanco. Por lo tanto, no se pueden montar neumáticos que hayan sido fabricados después de esta fecha y que no lleven esta marca de homologación. Las estaciones de Inspección Técnica de Vehículos (ITV) lo considerarán como una falta grave.

De esta manera, todo neumático conforme a un tipo al que se haya concedido la homologación de componente de acuerdo a las prescripciones establecidas en los Reglamentos CEPE/ONU N° 30, N° 54 y N° 64, actualmente en vigor, así como con arreglo a lo dispuesto en la Directiva 92/23/CE del Consejo de 31 de Marzo de 1992 sobre los neumáticos de los automóviles a motor y de sus remolques así como de su montaje, llevará una marca de homologación CE de componente que le corresponda.

Esta marca de homologación CE de componente consistirá en un rectángulo que rodeará a la letra minúscula "e" según la Directiva 92/23/CE, o bien, mediante un círculo con la letra mayúscula "E" según el Reglamento CEPE/ONU N° 30, seguida del distintivo del Estado Miembro que haya concedido la homologación de componente, según se detalla a continuación en la siguiente Tabla adjunta.

País	Distintivo del país
Alemania	1
Francia	2

Italia	3
Países Bajos	4
Bélgica	6
España	9
Reino Unido	11
Luxemburgo	13
Dinamarca	18

4.5- Otras informaciones

Por último, y siguiendo con el ejemplo de la Figura 2 Identificación de los Neumáticos, se pasa a estudiar otras inscripciones presentes en el neumático y que hacen referencia a otro tipo de información útil acerca de las características y prestaciones del neumático. Como siempre, se hará indicación también de la numeración que aparece en la figura anterior de referencia para su mejor comprensión.

- Índice de carga (número 7 en la Figura 2 anterior): A continuación del diámetro nominal de la llanta aparece la inscripción correspondiente al índice de carga, que se refiere a la carga máxima que puede soportar el neumático. Éste índice se corresponde con una carga determinada, según la siguiente tabla de equivalencias:

Índice de carga	Peso en Kg.						
20	80	71	345	107	975	143	2725
22	85	72	355	108	1000	144	2800
24	85	73	365	109	1030	145	2900
26	90	74	375	110	1060	146	3000
28	100	75	387	111	1090	147	3075
30	106	76	400	112	1120	148	3150
31	109	77	412	113	1150	149	3250
33	115	78	425	114	1180	150	3350
35	121	79	437	115	1215	151	3450
37	128	80	450	116	1250	152	3550
40	136	81	462	117	1285	153	3650
41	145	82	475	118	1320	154	3750
42	150	83	487	119	1360	155	3875
44	160	84	500	120	1400	156	4000
46	170	85	515	121	1450	157	4125
47	175	86	530	122	1500	158	4250
48	180	87	545	123	1550	159	4375
50	190	88	560	124	1600	160	4500
51	195	89	580	125	1650	161	4625
52	200	90	600	126	1700	162	4750
53	206	91	615	127	1750	163	4875
54	212	92	630	128	1800	164	5000
55	218	93	650	129	1850	165	5150
58	236	94	670	130	1900	166	5300
59	243	95	690	131	1950	167	5450
60	250	96	710	132	2000	168	5600
61	257	97	730	133	2060	169	5800
62	265	98	750	134	2120	170	6000
63	272	99	775	135	2180	171	6150
64	280	100	800	136	2240	172	6300
65	290	101	825	137	2300	173	6500
66	300	102	850	138	2360	174	6700
67	307	103	875	139	2430	175	6900
68	315	104	900	140	2500	176	7100
69	325	105	925	141	2575	177	7300
70	335	106	950	142	2650	178	7500

Tabla con los Índice de Carga de los Neumáticos

En nuestro ejemplo de la figura, el índice de carga que aparece es el "91", que según la anterior tabla, se corresponde con una carga máxima que puede soportar el neumático de 615 kg.

En los neumáticos de automóviles turismo, únicamente habrá un índice de carga, según la tabla anterior. En los neumáticos de

vehículos comerciales podrá haber uno o dos índices de carga, siendo el primero para una utilización simple, y el segundo para una utilización doble (ruedas gemelas), en cuyo caso, ambos índices deberán separarse por una barra (/).

- Código de velocidad (aparece con el número 8 en la Figura 2 anterior): Expresa la velocidad máxima de utilización del neumático en servicio (ver Tabla adjunta de equivalencias). Los neumáticos cuyas prestaciones de servicio sean para velocidades superiores a 270 Km/h, se identificarán mediante el código "Z", incluido en el espacio de designación del tamaño del neumático.

Índice de velocidad	Velocidad en Km/h	Índice de velocidad	Velocidad en Km/h	Índice de velocidad	Velocidad en Km/h
A1	5	D	65	Q	160
A2	10	E	70	R	170
A3	15	F	80	S	180
A4	20	G	90	T	190
A5	25	J	100	U	200
A6	30	K	110	H	210
A7	35	L	120	V	240
A8	40	M	130	ZR	>240
B	50	N	140	W	270
C	60	P	150	Y	300

Tabla con los Códigos de Velocidad de los Neumáticos

En nuestro ejemplo de la figura, el código de velocidad que aparece es "H", que según la anterior tabla, se corresponde con una velocidad máxima de 210 km/h.

Importante: SI SE CAMBIAN LOS NEUMÁTICOS DE ORIGEN POR OTROS, ÉSTOS DEBERÁN TENER UNAS CARACTERÍSTICAS DE CARGA Y VELOCIDAD DE IGUAL VALOR O SUPERIOR A LAS ORIGINALES.

- Fabricante del neumático (marca) (1 en la Figura 2 anterior): Caracteres que identifican la marca del fabricante.

- Fecha de fabricación (10 en la Figura 2 anterior): Hasta ahora, las tres últimas cifras de la matrícula DOT identificaban la fecha de fabricación. Los dos primeros números indicaban la semana de fabricación, mientras que el último número era el último dígito del año. Por ejemplo, 409 indicaba que se trata de un neumático fabricado en la semana 40 de 1999. Se empleaban diferentes símbolos para identificar la década. A partir del 1 de enero de 2000 entró en vigor la nueva nomenclatura para indicar la fecha de fabricación del neumático mediante el empleo de cuatro dígitos: por ejemplo, 0100 indica que se fabricó la primera semana (01) del año 2000 (00).

- Indicadores de desgaste (TWI, por sus siglas en inglés) (11 en la Figura 2 anterior): En el flanco del neumático, para indicar el desgaste, aparecen varias veces las letras "TWI" (también son posibles otras abreviaturas). Éstas señalan la posición de los indicadores de desgaste que nos indican que las ranuras principales de la banda de rodadura han alcanzado la profundidad mínima de dibujo, que es de 1,6 mm. Sin embargo, se recomienda sustituir antes los neumáticos, ya que se ha demostrado que con un dibujo inferior a 3 mm disminuye ya significativamente la adherencia, sobre todo en pavimento mojado.

- M+S (Neumáticos de invierno/para todas las estaciones) (13 en la Figura 2 anterior): Los neumáticos de invierno llevan la marca "M+S" u otras abreviaturas similares. Este tipo de neumáticos está diseñado para circular en condiciones adversas en la carretera. Además, el código de velocidad con estos neumáticos suele ser inferior al indicado por el fabricante con neumáticos normales. En ciertos países europeos con épocas invernales severas, se exige que la profundidad del dibujo sea como mínimo de 4 mm. Neumáticos con un dibujo inferior se consideran de verano.

- Indicador del sentido de giro: Sobre todo en neumáticos con un diseño de la banda de rodadura especial, podemos encontrar en el flanco del neumático indicaciones como "rotación", "sentido

de giro", "dirección", que irán acompañadas de una flecha. A la hora de montar el neumático, hay que tener en cuenta estas directrices.

- Neumáticos recauchutados: Se reconocen por la letra "R" o la indicación "recauchutado". La fecha del recauchutado se indica de la misma manera que se hace con la fecha de fabricación de los neumáticos nuevos.

5- Equivalencia entre neumáticos

Los criterios de equivalencia para neumáticos son los siguientes:

- Índice de capacidad de carga igual o superior;
- Código de categoría de velocidad igual o superior;
- Igual diámetro exterior (se admite una tolerancia de $\pm 3\%$);
- Que el perfil de la llanta de montaje sea el que corresponde al neumático.

A continuación se adjunta una serie de enlaces que incluyen tablas de equivalencia entre neumáticos:

[>> Equivalencia entre neumáticos para llanta de 14"](#)

[>> Equivalencia entre neumáticos para llanta de 15"](#)

[>> Equivalencia entre neumáticos para llanta de 16"](#)

[>> Equivalencia entre neumáticos para llanta de 17"](#)

>> [Equivalencia entre neumáticos para llanta de 18"](#)

>> [Equivalencia entre neumáticos para llanta de 19"](#)

>> [Equivalencia entre neumáticos para llanta de 20"](#)

6- Preguntas frecuentes sobre el montaje de neumáticos

- ¿Se puede montar un neumático con un índice de carga mayor al señalado en la documentación del vehículo? Sí. Por ejemplo: si la ficha técnica dice "165/65 R13 76 T", podemos montar el neumático de tipo "165/65 R13 77 T" que tiene un índice de carga mayor al que figura en la documentación técnica del vehículo.

- ¿Se puede montar un neumático con un código de velocidad mayor al señalado en la documentación del vehículo? Sí. Como en el caso anterior si en la documentación técnica del vehículo figura el tipo de neumático "185/65 R 86 H", podemos montar neumáticos nuevos del tipo "185/65 R 86 V".

- Neumáticos de invierno y neumáticos para todas las estaciones. El código de velocidad aplicado a este tipo de neumáticos puede ser inferior al definido por el fabricante para los neumáticos de verano. En este caso, se debe colocar una pegatina con la velocidad máxima permitida para estos neumáticos M+S en un lugar visible para el conductor. Por ejemplo: en vez de "195/65 R 14 89H" (neumático de verano), también está permitido emplear neumáticos "195/65 R 14 89 Q M+S".

- Los neumáticos "P" que indica el uso para automóviles de pasajeros (clasificación de Estados Unidos, p.ej. P 225/60 R 15...). En Europa únicamente se pueden emplear estos neumáticos si la identificación se ha llevado a cabo conforme al reglamento 30 de la CE. Si la identificación no se corresponde con la normativa europea (por ejemplo, no hay código de carga o de velocidad), entonces el fabricante del neumático deberá certificar que el neumático en cuestión cumple los requisitos exigidos por este reglamento. El conductor debe llevar consigo siempre esa certificación. Si, por el contrario, en la documentación del vehículo (sobre todo de modelos estadounidenses) se indica "neumáticos P", se permite el empleo de neumáticos homologados conforme al reglamento 30 de la CE, siempre y cuando todas las características indicadas en el neumático, a excepción de la letra "P", coincidan con lo indicado en la ficha técnica del vehículo.

- Neumáticos VR y ZR. Si éstos aparecen en la documentación de los vehículos antiguos, se pueden emplear también neumáticos W (hasta 270 km/h) con suficiente capacidad de carga, siempre que la velocidad máxima del vehículo no supere los 260 km/h y que no se especifique otros tipos o marcas de neumáticos.

ANEXOS

A.3- Tabla de Relación Ancho de Llanta - Ancho de Neumático

Relación Anchos de Llanta / Anchos de Neumáticos			
Ancho de Llanta (pulgadas/inches)	Ancho Mínimo Neumático (mm)	Ancho Máximo Neumático (mm)	Ancho Recomendado Neumático (mm)
5,0	155	185	165-175
5,5	165	195	175-185

6,0	175	205	195
6,5	185	215	195-205
7,0	195	225	205-215
7,5	205	235	215-225
8,0	215	245	225-235
8,5	225	255	235-245
9,0	235	265	245-255
9,5	245	275	255-265
10,0	255	285	265-275
10,5	265	295	275-285
11,0	275	305	285-295
11,5	285	315	295-305
12,0	295	325	305-315
12,5	305	335	315-325

A.4- Índices de Carga de Neumáticos

Índice de carga	Peso en Kg.						
20	80	71	345	107	975	143	2725
22	85	72	355	108	1000	144	2800
24	85	73	365	109	1030	145	2900
26	90	74	375	110	1060	146	3000
28	100	75	387	111	1090	147	3075
30	106	76	400	112	1120	148	3150
31	109	77	412	113	1150	149	3250
33	115	78	425	114	1180	150	3350
35	121	79	437	115	1215	151	3450
37	128	80	450	116	1250	152	3550
40	136	81	462	117	1285	153	3650
41	145	82	475	118	1320	154	3750
42	150	83	487	119	1360	155	3875
44	160	84	500	120	1400	156	4000
46	170	85	515	121	1450	157	4125
47	175	86	530	122	1500	158	4250
48	180	87	545	123	1550	159	4375
50	190	88	560	124	1600	160	4500
51	195	89	580	125	1650	161	4625
52	200	90	600	126	1700	162	4750
53	206	91	615	127	1750	163	4875
54	212	92	630	128	1800	164	5000
55	218	93	650	129	1850	165	5150
58	236	94	670	130	1900	166	5300
59	243	95	690	131	1950	167	5450
60	250	96	710	132	2000	168	5600
61	257	97	730	133	2060	169	5800
62	265	98	750	134	2120	170	6000
63	272	99	775	135	2180	171	6150
64	280	100	800	136	2240	172	6300
65	290	101	825	137	2300	173	6500
66	300	102	850	138	2360	174	6700
67	307	103	875	139	2430	175	6900
68	315	104	900	140	2500	176	7100
69	325	105	925	141	2575	177	7300
70	335	106	950	142	2650	178	7500

Tabla con los Índices de Carga de Neumáticos

A.5- Códigos de Velocidad de Neumáticos

Índice de velocidad	Velocidad en Km/h	Índice de velocidad	Velocidad en Km/h	Índice de velocidad	Velocidad en Km/h
A1	5	D	65	Q	160
A2	10	E	70	R	170
A3	15	F	80	S	180
A4	20	G	90	T	190
A5	25	J	100	U	200
A6	30	K	110	H	210
A7	35	L	120	V	240
A8	40	M	130	ZR	>240
B	50	N	140	W	270
C	60	P	150	Y	300

Tabla con los Códigos de Velocidad de Neumáticos

A.6- Otras Reglamentaciones Aplicables

>> [Directiva 92/23/CEE del Consejo, de 31 de marzo de 1992, sobre los neumáticos de los vehículos de motor y de sus remolques así como de su montaje](#)

>> [Reglamento \(CE\) No. 1222/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009, sobre el etiquetado de los neumáticos en relación con la eficiencia en términos de consumo de carburante y otros parámetros esenciales](#)

>> [Reglamento CEPE/ONU N°. 30: Neumáticos para los vehículos de motor y sus remolques](#)

>> [Reglamento CEPE/ONU N°. 54: Neumáticos para vehículos comerciales y sus remolques](#)

>> Reglamento CEPE/ONU N°. 64: Neumáticos y ruedas de repuesto para uso temporal

>> Reglamento CEPE/ONU N°. 75: Neumáticos para motocicletas y ciclomotores

>> Reglamento CEPE/ONU N°. 106: Neumáticos para vehículos agrícolas y sus remolques

>> Reglamento CEPE/ONU N°. 117: Neumáticos: resistencia a la rodadura y generación de ruido

ANEXO 13

TABLA DE NEUMÁTICOS

TIRE TECH

Original Equipment (OE) Tires

Vehicle manufacturers understand that there is little reason to spend millions of dollars developing the ride and handling qualities of a new vehicle's suspension if they are going to omit integrating the influence of its Original Equipment tires. This has resulted in either completely new tire designs or fine-tuned versions of existing designs being engineered for every new car and light truck from the beginning of the vehicle's development process.

There was a time in America when it was thought that the only reasons a vehicle manufacturer chose Original Equipment tires were "how wide were the whitewalls" and "which manufacturer would sell their bias ply tires for the lowest price." Well even if that had been true, times have changed and neither whitewalls nor cheap bias ply tires are used on vehicles today.

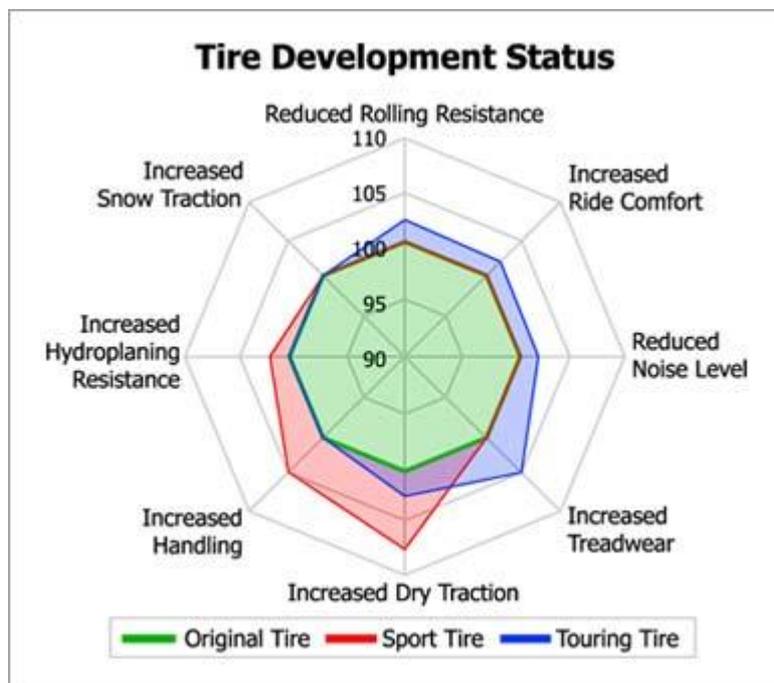
Part of the reason for this is because tire comfort and tire performance directly correlate with the driver's overall vehicle satisfaction. Original Equipment tires play an integral role in achieving the vehicle's desired comfort and performance capabilities, and greatly influence the vehicle's personality. And as vehicles have evolved, so have OE tires. For the most part, today's vehicles are lighter, more fuel-efficient and more responsive than those built a decade ago. This has caused corresponding reductions in tire weight and rolling resistance, while enhancing the tire's handling capabilities.

Unfortunately even the best tires are still a compromise. This is because the current materials and manufacturing technologies that provide many desirable tire attributes are directly opposed to other desirable attributes. For example, a "hard" tread compound that could provide long wear and low rolling resistance would also reduce traction. An "aggressive" tread design that could better resist hydroplaning or provide enhanced snow traction would also generate more noise. And a "stiff" sidewall that could provide responsive handling and high-speed stability would also reduce ride comfort. These opposing goals require blending and balancing the tire's comfort and performance traits until they are optimized for the OE tire's intended vehicle application.

Each vehicle manufacturer prioritizes the areas that they feel are of greatest benefit to help their vehicles satisfy their drivers. For example, a vehicle manufacturer that offers a line of fuel-efficient vehicles may be able to place more emphasis on traction and less emphasis on lowering rolling resistance than a vehicle manufacturer that builds a line of larger, less fuel-efficient cars.

A tire's characteristics can be represented graphically in a "spider" chart (see below). These charts provide a visual means of presenting multiple performance characteristics to allow direct comparison of an existing tire's capabilities (usually established at the 100 level as a baseline) to the targets and/or realized performance levels for a new tire.

While the tire manufacturer's ultimate goal is to develop technology that allows them to expand the new tire's entire comfort and performance envelope in all directions compared to the original tire, frequently they are only able to expand the tire's capabilities in several areas without causing compromises that would result in less performance in other areas. This type of analysis allows confirmation of the accomplished improvements and any resulting compromises.



Starting from the same original tire would result in identifying different goals for a tire intended for a luxury coupe vs. a tire intended for a true sports car. Which is the better tire? In reality, neither of them is better; but they are both different. Most importantly, both would be tuned to meet the desired personality of the car. However, if misapplied, the driver would experience a loss of performance if the luxury coupe tire was installed on the sports car, or a loss of comfort if the sports car tire were installed on the luxury coupe.

Only the vehicle manufacturer and tire manufacturer working together to develop the OE tire can determine exactly which tire design and internal construction will produce the most satisfactory results. A tire manufacturer who builds "all-purpose" replacement tires will never receive the benefit of the vehicle manufacturer's insight and intent, and is relegated to producing "average" tires.

Does It Really Make a Difference?

Since 1990, J.D. Power and Associates has conducted an annual Original Equipment Tire Satisfaction Study to report on how consumers rate their satisfaction with Original Equipment tires on their one-, two- or three-year-old vehicles. The study conducted in 2017 was based on the experiences and opinions of more than 29,600 drivers. The study includes a nationally representative sample of all makes and models of passenger cars, vans, pickup trucks and sport utility vehicles sold in the U.S.

The study monitors consumer perceptions regarding tire quality, performance, brand image and service. Results are calculated using a tire satisfaction index that includes four measures: tire wear, tire ride, tire appearance and tire traction/handling, and rankings are based solely on owner experiences with their tires after two years of vehicle ownership. The 2017 study found Michelin brand products achieve the highest tire index score with passenger car and light truck drivers.

Maintaining high customer satisfaction is key to vehicle and tire manufacturers alike. Vehicle manufacturers benefit from higher vehicle satisfaction ratings, and tire manufacturers that have high levels of driver satisfaction also have the highest percentage of drivers who remain brand loyal when it is time to replace their tires.

Additionally, the vehicle manufacturers have learned that if the driver is satisfied with their tires they are also likely to be satisfied with their vehicle, increasing their intent to repurchase the same brand of vehicle in the future.

ANEXO 14

TABLA DE NEUMÁTICOS

Aprende a comprar y cuidar las llantas de tu vehículo

29 de noviembre de 2012 por Andrés Restrepo Vanegas



¿Sabes cuáles son las llantas que verdaderamente necesita tu vehículo? Si tu respuesta se enfoca más a una marca o diseño en particular, tu respuesta no va por buen camino.

Otros factores, como el peso que tu carro puede soportar, la velocidad máxima que puede alcanzar o la fecha en la cual fueron fabricadas **las llantas son los verdaderos indicadores en los que te debes enfocar para realizar tu compra**, y así brindarle a tu auto la seguridad que requiere para andar por el mundo.

Una camioneta o campero no requiere las mismas llantas que un automóvil normal, y mucho menos un vehículo de carga necesitará las mismas llantas de uno pequeño. Lógicamente, para cada tipo de carro hay unas llantas a su medida. Saberlas comprar de acuerdo a ciertos cánones puede ser decisivo para tu seguridad.

Las consecuencias de llevar unas llantas que no son las adecuadas para tu vehículo son varias y algunas preocupantes que van desde **un mayor consumo de combustible**, un incremento en la rigidez de la dirección, un desgaste más rápido en las mismas, **hasta problemas en la pérdida de potencia del vehículo y en la adherencia de las llantas** al asfalto. También, al usar unas llantas que no

son las adecuadas, estas pueden deformarse, rasgarse y dañarse muy fácilmente, incrementando las posibilidades de sufrir un accidente de tránsito.

Por eso, es fundamental para cualquier conductor preventivo aprender a comprar las llantas perfectas, además de que le realice el mantenimiento preventivo y así evitar su desgaste prematuro. En el siguiente artículo te enseñaremos cómo comprarlas y cuidarlas.

¿Cómo comprar las llantas perfectas para tu vehículo?

Lo primero que debes hacer es **leer, en el manual del propietario del automóvil, cuáles son las llantas que éste necesita**. Esto se hace debido a que el fabricante consigna en dicho manual la referencia exacta de las llantas para las que fue diseñado el vehículo, para facilitar la compra de unas nuevas llantas cuando éstas deban cambiarse, las cuales son capaces de soportar sin ningún inconveniente las especificaciones del vehículo (peso, potencia de motor, potencia de frenado, entre otros).

Si no tienes este manual, debes acercarte a un centro de servicios confiable para que un experto te diga exactamente cuáles son las llantas que debes comprar (recuerda que si cuentas con una póliza de [Autos Sura](#), **podrás contar con el centro de servicio Autos Sura donde un experto te recomendará las llantas que necesita tu carro y las puedas comprar con excelentes precios**).

Fecha de fabricación

Un importante dato que debes tener en cuenta a la hora de comprar las llantas nuevas para un automóvil es la fecha de fabricación de las mismas, la cual **no debe ser superior a seis años**, ya que son unas llantas viejas así no hayan sido usadas, debido a que el caucho al entrar en contacto con el ambiente se empieza a degradar, se vuelve duro, frágil y no tiene las mismas capacidades de transmitir las fuerzas de aceleración y frenado.



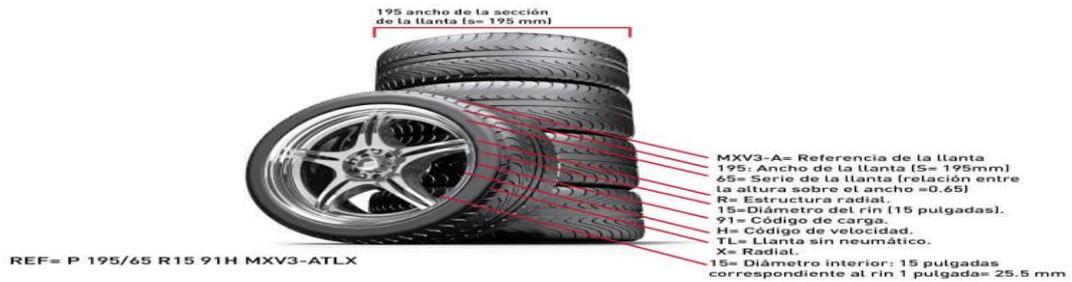
En la parte derecha del código DOT encontramos, encerrado dentro de un óvalo, la fecha de fabricación de la llanta. Es un número de 4 dígitos que señalan la semana y el año en que la llanta fue fabricada. **En el ejemplo anterior, tenemos que esta llanta fue fabricada en la semana 48 o última semana de noviembre del año 2000 (4800).**

Todas las llantas deben tener su fecha de fabricación visible, para que así el propietario conozca qué tan nuevas o viejas están. Es necesario conocer esta fecha, puesto que el estado de la llanta no es en sí mismo un indicador confiable de su buen estado.

Código DOT (Referencia de la llanta)

El código DOT es una referencia particular para cada vehículo y se debe consultar en el manual del propietario de cada carro. Este código está dispuesto en cada llanta así:

Marcaje de llantas



Donde:

MXV3- A: referencia de la llanta (marca)

P: significa passanger o pasajero. Quiere decir que esa llanta sirve para carros particulares. Para camionetas carga se utilizan las letras LT.

195: ancho de banda de la rodadura de la llanta (en milímetros).

65: porcentaje (%) del ancho de la banda de rodadura por el alto de la llanta. Para este caso, la altura de la llanta sería el 65% de 195 mm. en total. La altura es de 127 mm aproximadamente .

R: tipo de llanta **R es de tipo radial y D es de tipo diagonal o convencional.**

15: diámetro del rin en pulgadas.

91: es el **índice de carga** que soporta el vehículo (en kilogramos)

H: código de velocidad: velocidad máxima **que soportan las llantas de un vehículo por una hora continua** (en kilómetros por hora).

En la siguiente tabla, encontrarás los valores correspondientes para identificar el índice de carga y el código de velocidad de tu automóvil:

Índice de carga	Carga por llanta (en kg)	Índice de carga	Carga por llanta (en kg)	Código de velocidad	Velocidad (en km/h)
75	387	88	550	J	100
76	400	89	580	K	110
77	412	90	600	L	120
78	425	91	615	M	130
79	437	92	630	N	140
80	450	93	650	P	150
81	462	94	670	Q	160
82	475	95	690	R	170
83	487	96	710	S	180
84	500	97	730	T	190
85	515	98	750	H	210
86	530	99	775	V	240
87	545	100	800	W	270
				Y	300
				VR	>210
				ZR	>240

Para el ejemplo anterior, **el número 91 indica que el vehículo resiste 615 kilogramos de peso** (sumando el peso que se le ponga al vehículo entre pasajeros y carga **y la letra H indica que las llantas del vehículo resisten hasta 210 kilómetros durante una hora de viaje**).

Recuerda tener cuidado con las llantas que compras en temporadas de promociones y descuentos. Cuando hay promociones de llantas normalmente son llantas o muy viejas, o con indicadores de carga y velocidad muy bajos, lo cual puede perjudicar la seguridad de los que van montados en el vehículo.

¿Cómo cuidar las llantas de un vehículo?

Ahora que ya has comprado las llantas para tu vehículo, debes aprender a cuidarlas. Generalmente, estas tienen una vida útil aproximada de **cuatro años**. Sin embargo, dependiendo del uso y cuidado que le des a tu carro, **este periodo puede ser menor**.

Para cuidarlas, es recomendable que les realices un mantenimiento constante, periódico y concienzudo. Todos los días, **antes de encender tu carro**, realiza un

chequeo visual de las cuatro llantas y comprueba si éstas tienen perforaciones o cortes. También, cuando le pongas combustible a tu vehículo, pide que las calibren (llenarlas de aire) con un calibrador preferiblemente metálico, pues es más preciso. Revísalas también cuando reciban un fuerte golpe.

Alineación y balanceo

Para saber en qué estado se encuentran las llantas de tu vehículo, es necesario que **cada 6 meses o cuando el vehículo haya recorrido 10 mil kilómetros, realices una alineación y balanceo a tu carro. La alineación se le realiza a la dirección pero influye directamente en las llantas porque los ángulos permiten que la banda de rodadura entre en contacto perfecto con el piso. Cuando la alineación no se cuida la llanta se apoya en los costados, que es la parte más débil de la llanta, ocasionando daños en las mismas.**

La alineación es el reglaje de los ángulos que la llanta debe de tener con respecto a la carrocería y las líneas verticales y horizontales paralelas al vehículo para lograr, de esta manera, una conducción suave y segura. Es recomendable realizarla **cada 10 mil kilómetros (o cada seis meses si el vehículo transita por lugares difíciles (caminos ahuecados, carreteras destapadas, etc.)).** También, realízala cuando cambies algún elemento de la dirección o suspensión de tu vehículo.

Por su parte, el balanceo es un procedimiento que busca que la llanta y el rin tengan un peso uniformemente distribuido en todo su perímetro y evitar así vibraciones, deformaciones, ruidos y el desgaste prematuro de las llantas. Este diagnóstico debe realizarse cuando se escuche algún ruido extraño en las llantas o cada 6 meses o cada 10000 Km.

Conducción segura

Cuando conduces tu carro de manera segura y eficiente, sus llantas pueden alargar su tiempo de funcionamiento. Sigue las siguientes recomendaciones:

- No frenes ni arranques bruscamente el vehículo.
- Revisa constantemente la presión de inflado. Verifícala en frío una vez a la semana.

- Pide que calibren las llantas cada vez que le pongas combustible al vehículo. Recuerda calibrar también la llanta de repuesto.
- No manejes a altas velocidades especialmente por calles destapadas.
- No conduzcas por calles ahuecadas a altas velocidades.
- Evita los giros rápidos en curva y esquinas.
- Evita también parquear sobre andenes y manejar sobre las [bermas](#) de la [carretera](#), baches u otros obstáculos, para que la llanta no se estropee contra ellas.
- Realiza el chequeo periódico de tus llantas. En caso de ruidos o problemas, lleva el vehículo de inmediato a un centro de servicios autorizado.
- Evita al máximo tener contacto con piedras o vidrios, pues estos pueden perder el balanceo del carro, producir rayones en la llanta y debilitar su integridad.

ANEXO 15
RESULTADOS

DINAMÓMETRO

Tecnología: CÓMO FUNCIONAN

Escrito por Bob Bergeron

1. ¿POR QUÉ CONVIENE TENER UN DINAMÓMETRO?

Todos los corredores comprenden que sin caballos de fuerza (sin potencia) ese kart no irá a ningún lado. Debido a que los dinamómetros son la única herramienta diseñada específicamente para medir la potencia del motor, no es sorprendente que los corredores líderes quieran tener un dinamómetro propio. Este artículo examina puntos que se deben considerar antes de seleccionar y utilizar esta costosa herramienta.

Como sucede con la mayoría de los equipos de prueba, un dinamómetro ayuda a aislar y a cuantificar un parámetro en particular (en este caso la potencia de salida del motor) del rendimiento general del vehículo. ¿Por qué usted necesita hacer esto? Los corredores (que no utilizan dinamómetros) a menudo racionalizan y dicen: "Yo sólo hago las pruebas en la pista, ¡es allí en donde realmente importa!" Inferen que la potencia de salida es buena si los tiempos de vuelta son bajos. Pero, ¡esto no puede discriminar entre la contribución de un conductor experimentado y un motor potente! ¿Prefiere que el médico, en lugar de medir la presión arterial con instrumentos, determine si los pacientes están bien si sobreviven entre una consulta y otra?

Muchas modificaciones destinadas a mejorar la potencia sólo ayudan a rpm elevadas, pero, en realidad, reducen la potencia. Incluso con días enteros de pruebas en pista, es posible que arruine alguna tubería nueva con rpm elevadas, a menos que también pruebe con muchos cambios de cadena. ¿Qué sucede si también necesita combinar la mezcla de combustible? ¡Agregue las combinaciones que crecen exponencialmente y extienda las pruebas en pista para que duren años! Los propietarios de dinamómetros apuntan en el sentido correcto con sólo un par de "tracciones" que duran 20 segundos.

El uso de un dinamómetro también le ayuda a evitar descuentos "insignificantes" de menos del 1% de ganancias de las modificaciones. Solamente porque no puede "sentir" un único aumento de potencia de menos del 1%, ¡no significa que desea renunciar a diez de esos trucos! Al combinar pequeñas mejoras los profesionales ganan trofeos.

2. ¿QUÉ NECESITO EN UN DINAMÓMETRO?

Supongo que usted es un constructor de motores serio que desea comenzar a realizar pruebas con un dinamómetro en sus instalaciones. ¿Qué necesita? En primer lugar, para medir el par del motor, su sistema de dinamómetro debe proporcionar una carga. Los ingenieros automotrices se refieren a este dispositivo de carga como absorbedor o "freno" (porque los primeros absorbedores de dinamómetro utilizaban un tambor y un freno de cinta para cargar el motor). En realidad, los absorbedores no absorben la potencia. En cambio, la convierten en otra forma de energía, como calentar agua o aire.

En la actualidad, existen varias opciones de absorbedores comercialmente disponibles para motores de karts. Los ingenieros profesionales, con presupuestos de Fortune 500, a menudo usan generadores eléctricos de CC con excitación de campo controlada por computadora para cargar y regular sus motores. La potencia del motor a menudo se disipa como calor en el área de la armadura o conectado a elementos de calentamiento remoto. Si las rpm operativas del motor de pruebas son lo suficientemente bajas, se puede acoplar de manera directa a la armadura con un eje de transmisión. Los motores de karts con más de 6.000 rpm necesitarán una transmisión con reducción de engranajes para hacerlos coincidir con estos generadores de bajas rpm.



¡Este pequeño freno DYNomite para karts posee capacidades de potencia que exceden las del freno de corrientes parásitas que está a su lado!

La ventaja principal de los sistemas de generador eléctrico es que se pueden reajustar en cualquier punto, desde carga cero hasta plena carga, en microsegundos. Esto le permite al ingeniero regular la velocidad del motor dentro de un margen de muy pocas rpm (incluso mientras cambia las configuraciones del acelerador). Desafortunadamente, el costo de un generador con capacidad adecuada, el controlador de excitación y el hardware de soporte asciende a decenas de miles de dólares. Después, falta comprar el sistema de adquisición de datos. Si el motor de su kart funciona con altas rpm, necesitará una adecuada reducción de engranajes. Las transmisiones con reducción agregan aún más costos, complejidad y arrastre parásito.

El dinamómetro generador de CC tiene otra desventaja. Posee un momento polar de inercia demasiado alto. Esa es la manera elegante de decir que la armadura del generador parece un volante gigante para el motor diminuto del kart. Alta inercia significa que se necesita mucha potencia para acelerar la armadura. Del mismo modo, mucha potencia almacenada será devuelta al bajar las rpm. Esto distorsiona los datos de prueba siempre que cambian las rpm. De manera que, mientras que los dinamómetros generadores son adecuados para el control en estado estacionario, no resultan útiles para pruebas en condiciones transitorias de aceleración rápida.

Los frenos de corrientes parásitas son similares en características operativas a los absorbedores eléctricos generadores de CC. La diferencia principal es que el freno de corrientes parásitas, en realidad, no genera electricidad. En su lugar, usted usa una fuente de alimentación eléctrica para cargar sus bobinas electromagnéticas. El eje de entrada del freno hace girar un rotor metálico dentro de ese campo magnético resultante. Cuando el operador del dinamómetro aumenta el suministro de corriente a las bobinas, el eje del rotor se endurece para que el motor de prueba gire. Al igual que el generador de CC, la ventaja de un freno de corrientes parásitas es su respuesta rápida a las instrucciones de carga de la computadora de control. Desafortunadamente, esto también se agrega al costo elevado del dinamómetro generador de CC.

Estos frenos de corrientes parásitas disipan la potencia del motor como entrada de calor al rotor. Es preciso enfriar el rotor o, de otro modo, podría derretirse. Los frenos de corrientes parásitas refrigerados con aire cuentan con aletas de refrigeración sobre un gran rotor de hierro, lo cual les da aspecto de rotores de frenos de disco para automotores. Sin embargo, estos grandes rotores tienen demasiada masa en el volante y dominan la inercia giratoria de una instalación típica de un dinamómetro de un kart.

Existen frenos de corrientes parásitas refrigerados con agua que tienen inercia giratoria mucho más baja (al menos comparada con corrientes parásitas refrigeradas con aire y sistemas generadores de CC). Desafortunadamente, el sistema de refrigeración agrega complejidad y aumenta aún más el costo. Aún así, si cuenta con un presupuesto de más de \$50.000 para un dinamómetro, puede darse el lujo de tomarlos en cuenta.

Antes de que se asuste con estos símbolos de estatus tan costosos, examinemos absorbedores más accesibles. La primera y la más simple de las formas de frenos era, por supuesto, los frenos. Tan sencillo como eso. Se usaba un tambor giratorio con una pastilla de freno a fricción para aplicar arrastre en el eje de salida del motor. Tenían el aspecto de viejos frenos para camiones. Para medir la torsión, se insertaba alguna clase de unión de escala calibrada en los puntos de anclaje de la pastilla de freno para desplegar la carga de arrastre aplicada. Los problemas con los frenos a fricción incluían gran dificultad para regular con exactitud la carga y la refrigeración de la pastilla de freno.

Un dispositivo de carga más controlable es la bomba hidráulica de aceite. Éstas se encuentran a veces en dinamómetros de motor con potencia moderada y bajas rpm. Una bomba de aceite con desplazamiento positivo actúa como el freno y el orificio ajustable de la válvula de descarga de aceite establece la carga. Si la bomba es pequeña, puede tener una inercia más baja que el generador de CC y las unidades de corrientes parásitas, pero a veces las unidades necesarias de reducción de engranajes y los adaptadores acoplados vuelven a elevarla. Como muchos absorbedores, las unidades de bomba de aceite convierten la potencia del motor de pruebas en un aumento de temperatura del fluido. Debido a que no es posible descargar libremente el aceite, se debe usar un sistema de refrigeración (por lo general, un intercambiador de agua-calor), para mantener la temperatura del aceite dentro de límites seguros.

Cuando se requieren costos reducidos, baja inercia, límites altos de rpm y capacidad de potencia de un motor de carreras, la opción de absorbedor que prevalece es la de freno de agua. Durante décadas, éstos han sido los favoritos de los fabricantes profesionales de motores para automóviles. Los frenos de agua son otra forma de absorbedor de bomba hidráulica. Por lo general, estas bombas tienen uno o más rotores de paletas que giran entre cubiertas embolsadas del estator. La carga se controla al variar el nivel de agua en el freno por medio de orificios

ajustables de entrada y/o salida. Al elevarse el nivel de agua, aumenta el arrastre giratorio del rotor de la bomba, lo cual aplica más resistencia al motor que lo hace girar. Lo interesante es que el freno de agua es, por su diseño, una bomba muy ineficaz. ¡Agota la potencia de salida de su motor al hacer "agua caliente instantánea"! Debido a que el agua caliente descargada está limpia, se puede permitir que salga o se puede enfriar y hacer que vuelva a circular.

La capacidad de potencia comparada con el tamaño de los frenos de agua es sorprendente. ¡El freno de agua de 8 libras mostrado en la foto de la página 15 soporta alrededor de 65 Hp continuas a 12.000 rpm! Al compararlos, el freno de corrientes parásitas de 300 libras que se muestra a su lado tiene el mismo índice de potencia continua y sólo es útil a 7.000 rpm. No es casualidad que los frenos de agua sean casi la única opción para probar el arrastre de los motores de autos de más de 2.000 Hp. Los frenos de agua modernos, como el que se ilustra, tienen el peso y la inercia lo bastante bajos como para montarlos directamente sobre el eje de salida del motor del kart. El montaje directo elimina la inercia y el arrastre parásito de los ejes de mando, las juntas en U, el rodamiento de tejuelo, etc.

Todos los absorbedores mencionados pueden ser controlados a mano por un operador (con una perilla simple) o por computadora. El control de carga del freno de agua con válvula manual no responde de igual manera que el generador de CC ni los controles de corrientes parásitas, pero si cuenta con buenos controles electrónicos de servoválvulas, usted podrá reducir bastante la diferencia.

3. PROBLEMAS DE ENERGÍA EN EL VOLANTE

Al considerar las ventajas y desventajas de los diferentes absorbedores, sigo mencionando los problemas relacionados con la alta inercia. Para ilustrar cuánta potencia puede absorber "misteriosamente" la energía del volante, ¡construyamos un dinamómetro simple y económico sin frenos! Éste será un "dinamómetro de inercia", porque la salida de potencia del motor "terminará" en un volante pesado.

Este ejemplo utiliza un volante que es grande en relación con el motor, para que el acelerado de la combinación de ralentí al máximo de rpm lleve varios segundos. Un sistema rápido de adquisición de datos registra los períodos de tiempo y los cambios de rpm. A partir de esa información calculamos la torsión y la potencia que el motor suministró para acelerar la masa conocida del volante. La fórmula para determinar la torsión es:

$$\text{Torsión} = \text{JM} * \text{rpm por segundo} / 9.551$$

donde JM representa el momento polar de la inercia del volante de inercia de nuestro dinamómetro.

Si desconocemos el momento polar de inercia del volante (y nuestro volante tiene una sección transversal de grosor constante) podemos calcularlo con la fórmula:

$$\text{JM} = (\text{W} * \text{r}^2) / 32.16 / 2$$

donde W representa el peso del volante en libras y r es su radio en pies.

Cuando tenga la torsión, es sencillo calcular la potencia con la fórmula estándar:

$$Hp = \text{Torsión} * \text{rpm} / 5252$$

Considere que las rpm en la última fórmula deben ser las rpm promedio durante el período de prueba.

Digamos que nuestro ejemplo usa un volante de 10 libras, de 8" de diámetro (por lo tanto, tendría un momento polar de inercia de .017 pies-libras-segundos²). Si el motor pudo acelerar este volante de por ejemplo 4,800 rpm a 5,200 rpm en 2/10 de segundo (una tasa de 2,000 rpm por segundo) esto representaría un par de 3.6 libras-pies. Dado que nuestro ejemplo anterior tenía rpm promedio de 5,000, produjo 3.4 Hp durante la prueba. Eso es todo.

Desafortunadamente, los dinamómetros inerciales por sí mismos no son útiles para llevar a cabo la prueba en estado estacionario necesaria para el desarrollo metódico de revoluciones, tuberías, etc. No es posible ajustar la carga para mantener el motor en un punto determinado de rpm, debe estar siempre acelerando. Aún así, la prueba inercial es útil para determinar problemas de aceleración y manejabilidad.

La razón real para el ejercicio matemático anterior es ilustrar cuánta potencia fue necesaria para acelerar ese pequeño volante. Si usted compra un absorbedor con un momento polar de inercia en el mismo rango que el de nuestro volante del ejemplo previo, no espere poder efectuar pruebas de aceleración de barrido. Incluso si acelera a sólo 200 rpm por segundo, ¡consumirá menos de 10% de la potencia de nuestro motor de muestra! Por fortuna, los sistemas computados de adquisición de datos de alta gama brindan algoritmos de composición para quitar los efectos de la inercia del absorbedor (y del tren del cigüeñal) de los datos de aceleración. En un dinamómetro de alta inercia, se requiere compensación incluso para pruebas de barrido con índice bajo.

4. MEDICIÓN DE POTENCIA

Supongamos que instala un lindo freno con baja inercia para cargar la salida de torsión del motor, ¿cómo mide esa torsión? ¿Algunos dinamómetros generadores de CC y de corrientes parásitas usan transductores de torsión giratoria en línea porque miden el par motor antes de la influencia del rotor de alta inercia! Sin embargo, el transductor giratorio solo agrega de \$3,000 a \$10,000 al costo de su sistema de adquisición de datos. Por fortuna, la baja inercia del freno de agua hace que se pueda prescindir del transductor giratorio.

Para obtener más datos de torsión sin un transductor giratorio, la carcasa externa del freno se debe montar con flotación libre (es decir, en rodamientos del soporte). Luego se evita la rotación de la carcasa con una especie de "brazo de torsión" que sobresale de manera radial desde la carcasa. Algunas uniones estacionarias de soporte sostienen el extremo del brazo. Se denomina brazo de torsión, porque "siente" el 100% del par motor que intenta hacer girar al freno cargado. En esta unión de brazo de torsión anti-rotación, se inserta una escala calibrada o "transductor de célula de carga". Este transductor convierte cualquier fuerza aplicada en una señal de par utilizable que le suministra a un medidor o a una unidad de adquisición de datos.

Considere que algunos dinamómetros con bomba de aceite saltean el gasto de una célula de carga e intentan usar presión del aceite de descarga (por lo general, en conjunto con una tabla de búsqueda), como una estimación rudimentaria de la salida de potencia. Esto no es adecuado para las pruebas de rendimiento del motor. Independientemente del tipo de absorbedor que seleccione, debe obtener un transductor que pueda medir la torsión de manera directa y exacta, no “adivinarla”.

Se supone que una pantalla electrónica o un sistema de adquisición de datos se comunican con una célula de carga eléctrica con puente de extensímetro. Este tipo de célula de carga incluye una sección transversal metálica con una cuadrícula electrónica de alambre muy fino adherida a su superficie. A medida que esa sección transversal se comprime, se tensiona o se pliega (según la unión y el diseño de la célula de carga), la cuadrícula de alambre adherida se deforma de igual manera. La deformación casi infinitesimal de la cuadrícula de alambre cambia apenas su resistencia eléctrica. El circuito electrónico actúa como un medidor de ohmios para leer el cambio de resistencia, sólo que se calibra en libras-pies. Se utiliza este mismo principio en todo, desde los dinamómetros que cuestan \$500,000 hasta las balanzas digitales para baño que valen \$19.95.

Generalmente, la calibración de la visualización de torsión para obtener exactitud es simple. Por lo general, se cuelga un peso certificado hacia fuera del extremo del brazo de torsión horizontal mientras se observa la visualización de torsión. Se multiplica la distancia desde el centro del freno hacia fuera, de donde se colgó el peso, y dicha distancia debe coincidir con las libras-pies de la torsión indicada. Si la lectura no coincide, el sistema de adquisición de datos brindará los medios necesarios para recalibrarla y así eliminar la desviación.

Cuando tenga un sistema que mida con exactitud la torsión en ejecución, sólo necesita un tacómetro calibrado para calcular la potencia. Los caballos de fuerza especifican la tasa a la cual su motor es capaz de producir un nivel determinado de torsión (consulte la fórmula anterior de caballos de fuerza).

5. REGISTRO DE DATOS

En los dinamómetros antiguos, un observador debía registrar con lápiz y papel las lecturas simultáneas del tacómetro y del medidor de torsión. Hoy, la mayoría de los tacómetros reemplazan las notas del observador por la electrónica de la adquisición computarizada de datos. ¡No creería cuán frecuentemente quienes observan una prueba se emocionan por el ruido y el entusiasmo y, en consecuencia, nadie registra los datos! O peor aún, el constructor de motores que tiene intereses creados "redondea" las lecturas. Un buen sistema computarizado de adquisición de datos debería ser obligatorio para todas las pruebas reales, punto. Por fortuna, hoy es posible obtener capacidades de registro, control y reproducción en un paquete portátil que vale \$2,000 y que hace años hubiera costado lo mismo que una casa y ocupado una pequeña habitación.

Un sistema computarizado de adquisición de datos adecuado debe tener una tasa rápida de muestreo, en especial para probar motores de un solo cilindro y de cuatro tiempos. Al decir rápida, me refiero a 100 muestras por segundo (100Hz), como mínimo, de todos los canales sensores. Una tasa de registro de 200Hz es aún mejor. ¿Por qué? Hay que comprender que, entre las chispas de las bujías hay una caída mensurable en la torsión instantánea del cigüeñal y las rpm. El cigüeñal se acelera en los momentos posteriores a la combustión, luego comienza a detenerse hasta llegar a casi dos revoluciones, después la bujía se vuelve a encender. Usted no

siente estas subidas y bajadas rápidas mientras conduce por la pista (con toda la inercia del vehículo), ¡pero el dinamómetro sí!

¡Si toma la muestra a sólo 50Hz, eso será nada más una única torsión y una muestra de rpm revolución de por medio (a 6,000 rpm)! Periódicamente, una serie de muestras se sincronizará con las chispas de las bujías, en tanto que en otras ocasiones, las muestras se sincronizarán con los tiempos de compresión con potencia más baja. Al usar un sistema rápido de adquisición de datos para leer cada ciclo de encendido varias veces, se capturan los datos suficientes para extraer el promedio de este fenómeno. Las ilustraciones de este artículo muestran los mismos datos con y sin amortiguamiento y promedios. En tanto que los operadores de dinamómetros ven la misma curva de potencia en ambos gráficos, los operadores inexpertos esperan una línea suave de “calidad para publicar”.

La capacidad del sistema de adquisición para promediar y amortiguar los datos es obligatoria por otras razones. A 200Hz, usted recibe 2,000 líneas de datos aún para una tracción de dinamómetro de diez segundos. ¿Quién desea recorrer siempre 40 hojas de datos para una ejecución de unos pocos segundos? Al promediar ambos se elimina el “ruido” transitorio y se produce una impresión más práctica de sólo media página.

6. CAMPANAS Y SILBATOS

Todo lo que sus pruebas necesitan puede ser una computadora que sólo registra potencia, torsión, rpm y tiempo. De seguro, lo colocará a la vanguardia de quienes no tengan dinamómetros en sus instalaciones. Sin embargo, para desarrollos de motores más avanzados, hay muchos más datos que podría desear capturar.

Los datos climáticos, es decir, la temperatura del aire, la presión barométrica y la humedad, deben ser registradas para cada sesión de prueba con un dinamómetro. Como usted sabe, las presiones barométricas bajas, las temperaturas altas del aire y la humedad bajarán la salida de potencia de los motores (y viceversa). Sin efectuar correcciones atmosféricas, los datos obtenidos bajo otras condiciones no se pueden comparar de manera directa. A menudo los dinamómetros vienen con las tablas de corrección atmosférica que se encuentran en la mayoría de los manuales de ingeniería. Estas tablas incluyen factores para las diferentes condiciones climáticas, que luego se multiplican por sus datos de torsión observados. Los datos "corregidos" son estimaciones más cercanas a lo que el motor debería haber producido si se hubiera probado bajo, por ejemplo, condiciones atmosféricas “estándar”. Un buen software de adquisición de datos permitiría ingresar o registrar estas condiciones y calcular de manera automática los datos correctos.

Es útil contar con termopares idénticos de temperatura del escape y del cabezal del cilindro a los que quizás ya ejecutó en la pista. Éstos brindan una verificación de seguridad e información acerca de lo que está sucediendo dentro del motor. ¡Controlar las lecturas de temperatura de los gases del escape (EGT) es una buena medida para sentirse seguro! En motores refrigerados con aire, los termopares de las bujías tienen igual importancia. ¡Algunos dinamómetros incluyen un software que le permite incluso programar límites de seguridad que detendrán la prueba si se eleva la temperatura!

Los termistores montados en el bloque le permiten monitorear variables de temperatura que podrían influir, sin que se note, en la potencia del motor. Para obtener datos de prueba

repetibles deberá probar con temperaturas constantes. Los datos de los termistores también le permiten verificar la sensibilidad del motor a las alteraciones del sistema de refrigeración.

La medición del flujo de aire transforma al dinamómetro y al sistema de adquisición de datos en un banco de flujo dinámico. Se encuentran disponibles pequeños transductores del tipo de turbina que se conectan a la entrada del carburador, como si fueran un filtro de aire. Con las cifras de pies cúbicos estáticos por minuto, usted puede determinar mejoras en la eficiencia de combustión a partir de las ganancias de masa de flujo de aire. El software debe combinar la información del flujo de aire con los datos de potencia y brindar una cifra de consumo de aire específico de los frenos. Los datos del consumo específico de aire de frenos (BSAC, por su sigla en inglés) le permiten comparar la eficiencia de su motor con datos de dinamómetros en otros motores que se encuentren publicados. Tales comparaciones lo ayudan a enfocarse en áreas donde es muy probable que deba introducir mejoras.

Como las turbinas de flujo de aire, una turbina de flujo de combustible brinda consumo instantáneo de combustible y cifras de consumo de combustible específico de los frenos. Me agrada contar con las cifras del consumo específico de combustible de frenos (BSFC, por su sigla en inglés), además de las temperaturas del termopar, para que me ayuden a distinguir los problemas derivados por la mezcla de combustible de los inducidos por la sincronización de las bujías, etc. Este valor agregado se paga a sí mismo en sesiones de prueba que se acortan en gran medida. Combinado con los datos de flujo de aire, el software puede incluso rastrear la relación aire-combustible del motor en tiempo real. Sin embargo, considere que el motor Briggs necesita cierta actualización del carburador/tanque para permitir la lectura del flujo de combustible.

Otra característica del sistema computarizado de adquisición de datos, una en la que los compradores no piensan hasta después de hacer funcionar el sistema, es la activación automática del registro de datos. Del mismo modo en que, a menudo, los observadores no miden las lecturas, ¡los ocupados operadores de dinamómetros se olvidan de presionar el botón de registro de datos, al comienzo y al final de pruebas importantes! ¡Es frustrante presionar el botón "imprimir" y que no salga nada, o terminar con cientos de páginas de datos del motor que no sirven! El registro comienza de manera automática, cuando se superan los puntos de disparo para rpm y potencia, que se pueden configurar con sistemas de mejor calidad. Algoritmos similares deberían controlar el final del registro. Esta función simplifica significativamente la tarea y la vida del operador de dinamómetros.

Para proteger la inversión a largo plazo, asegúrese de que su sistema de adquisición se pueda adaptar a aplicaciones futuras. ¡Debería manejar numerosos tipos de señales de rpm de sistemas de encendido, contar con disposiciones para relaciones de transmisión diferentes a 1:1 (algún día podría utilizar el dinamómetro con una bicicleta) y además debería manejar una amplia variedad de tipos de transductores de torsión y rangos (cuando comience a construir motores para Fórmula-1)!

Al seleccionar un paquete electrónico portátil, puede duplicar el valor de su inversión. Sólo agregue los sensores de velocidad del vehículo, acelerómetros, etc. y tendrá un sistema profesional de adquisición de datos de a bordo. En realidad, ¡el software de dinamómetro DYNO-MAX para Windows es tan sofisticado que incluso sustenta el mapeo de Posicionamiento Global Satelital de la ubicación del kart y las pistas de carrera! Me agrada usar el mismo equipo en el celular y en la pista, porque purifica las comparaciones de datos.

7. CONSIDERACIONES PARA LA INSTALACIÓN

Cuando le hayan entregado el dinamómetro, aún le faltará conectarlo. Esto significa conectarlo a un buen suministro de agua (excepto que sólo tenga un absorbedor refrigerado con aire). La leyes termodinámicas indican que los absorbedores refrigerados con agua (incluso los de corrientes parásitas y las unidades de bomba hidráulica) necesitan un galón por minuto por cada 20 caballos de fuerza que se cargan (se supone un aumento de temperatura de 100° F). Idealmente, el suministro debería mantener una presión estacionaria en el rango de 20 a 40 psi.

La mayoría de los suministros de agua de los talleres municipales cumplen los requisitos para las pruebas de motores de kart. En realidad, quizá pueda obtener el flujo adecuado de una manguera de jardín de ¾". Sin embargo, si no tiene suministro suficiente, intente reemplazar ese grifo restrictivo de manguera de jardín por una válvula de bola de alto flujo. Si tiene un pozo privado, podría recibir grandes cambios de presión cuando la bomba se encienda y se apague. De ser así, establezca la situación con una válvula reductora de presión de ¾", ajustada a alrededor de 25 libras por pulgada cuadrada. ¡También puede usar algo como la pequeña bomba energizada de dos tiempos Land & Sea y una cubeta de agua para probar el dinamómetro de manera remota en la pista

Además de un suministro de agua, necesitará mucho aire fresco. La mayoría de los operadores de dinamómetro menosprecian los requisitos de ventilación de la sala. Se necesita un área amplia con conductos de entrada y salida combinados con (más de 3) ventilador(es) potente(s) bastante grande(s) para ventilar la sala. En particular, si intenta hacer funcionar el escape hacia el aire "abierto" de la célula. Aunque tenga un buen silenciador, saldrá mucho ruido del sistema de ventilación. Puede utilizar conductos aislados de paneles de fibra para amortiguar el sonido. Si no tiene presupuesto para fabricar una célula de dinamómetro con ventilación adecuada, lo mejor sería llevar a cabo las pruebas al aire libre, en un día con brisa.

Si su absorbedor no incluye acoplamiento para banco y motor, deberá fabricar uno que pueda sustentar las cargas de la prueba. Serán suficientes los tubos de acero estructural de menos de 1½" cuadradas con una pared de 3/16". El bastidor también debe brindar aislamiento para vibraciones y amortiguamiento para proteger el costoso transductor de torsión, los componentes del dinamómetro y el motor en sí mismo. Los frenos acoplados de manera remota al motor necesitan acoplamientos al eje de mando que permitan la aparición de algunos errores de alineación paralela y angular. Si tiene un freno liviano que se acopla directo al motor, la tarea es mucho más sencilla, pero asegúrese de que tenga un amortiguamiento adecuado para las vibraciones en algún lugar del sistema de soporte del brazo de torsión.

8. OBTENCIÓN DE RESULTADOS CONSISTENTES

Más allá del tipo de dinamómetro que elija, es vital controlar las condiciones de prueba para obtener datos utilizables. No es suficiente que el equipo de dinamómetro sea exacto, usted debe asegurarse de que ningún procedimiento inadecuado del dinamómetro esté modificando la salida del motor. Por ejemplo, si no puede comenzar ninguna de sus pruebas a partir de un motor y temperatura de cabezal estándares y estables, no hay manera de determinar qué variable es la responsable de las diferencias de potencia medidas.

De igual manera, la ventilación insuficiente de la célula puede permitir que los gases de escape ingresen en el motor, lo cual reduciría su potencia de manera drástica. ¡He visto operadores de dinamómetros que cierran los ojos por el olor de los gases de escape al intentar descubrir por qué el motor de pronto perdió menos del 50% de su torsión!

Es vital amortiguar y/o promediar los datos de torsión si está usando un motor de kart con el tanque de combustible funcionando con trabajo doble, como si fuera la taza de flotación de un carburador gigante. Este diseño, en tanto que es adecuado para equipos de mantenimiento de césped, no se destaca por un control preciso de la relación aire/combustible. Cuando el motor tiembla, el combustible chapotea en el enorme tanque, cambiando la cabeza en el chorro de medición. Lo mejor es mantener el nivel del tanque consistente y casi lleno para minimizar este efecto. Según su manual de normas, se podrían implementar soluciones más sofisticadas. ¡Que no lo desalienten problemas como éste, son oportunidades! Los corredores usan sus dinamómetros para rastrear y detener estas fugas de potencia.

Incluso si selecciona un freno de baja inercia, recuerde que los componentes móviles del motor tienen su propia inercia. Si toma lecturas mientras el motor está acelerando o desacelerando, se sustrae o se agrega respectivamente la energía inercial a lo que indican los medidores. Es lamentable que algunos operadores inescrupulosos de dinamómetros usen la inercia para mostrar lecturas sorprendentes de potencia al instante de aumentar de golpe la carga del freno. Es obvio que estas cifras de "energía inercial aumentada" no tienen nada que ver con la verdadera capacidad de potencia del motor. Después de operar un dinamómetro durante cierto tiempo, usted notará las "trampas" en los datos impresos de dinamómetros de otros operadores. Esta es otra razón por la cual los fabricantes de motores compran sus propios dinamómetros.

El tema de la energía inercial nos regresa a las capacidades del dinamómetro en sí mismo. Si está controlando el freno de manera manual con su muñeca, estará limitado a pruebas en estado estacionario con pasos discretos de RPM. Puede ser casi imposible hacer un barrido controlado con índice bajo en algunos motores de carrera irregulares. En cambio, deberá conformarse con ajustar la válvula de carga a un punto de prueba con rpm estables y recopilar datos suficientes para poder promediar las influencias inevitables de pequeñas puntas inerciales y transitorias. Cuando haya recopilado estos datos, pase con rapidez a las siguientes rpm y repita el proceso. Al promediar la cantidad suficiente de datos, este método produce datos muy útiles para quienes trabajan con un presupuesto.

Si logró comprar un sistema con control computarizado de carga, las normas cambian. En la instalación típica, la servoválvula, bajo el control de la computadora del sistema de adquisición de datos, ajusta la carga en reemplazo del operador, que lo hace a mano. Los frenos de agua equipados con control de carga computarizado con servo mantienen al motor en una rutina de menos de 1% de las rpm objetivo. Esto es mucho mejor de lo que se puede esperar con una operación manual. El control computarizado de carga permite pruebas de barrido con índices programables y pruebas de escalón automatizadas (es decir, haciendo funcionar el motor cada 250 rpm, durante algunos segundos de tiempo de estabilización y luego registrando, de manera automática, dos segundos de datos). En realidad, con el control electrónico adicional del acelerador además del control electrónico de carga usted puede programar una simulación completa en la pista de carreras y luego sentarse y esperar que el dinamómetro haga lo suyo.

9. SU PRIMERA PRUEBA CON EL DINAMÓMETRO

Suponga que ha seleccionado un dinamómetro adecuado y que lo ha instalado en una célula de prueba bien diseñada. ¿Cómo debería efectuar las pruebas? Si ésta es su primera experiencia con un dinamómetro, es mejor comenzar con un motor no demasiado potente. Me refiero a un motor que no funcione con revoluciones muy irregulares, compresión muy elevada ni ninguna otra cosa que pudiera complicar su funcionamiento. Utilice algún motor de baja tecnología que sea confiable y que a usted no le moleste hacerlo funcionar en su máxima potencia (o hacerlo pasar de revoluciones en ciertas ocasiones).

Cuando haya montado el motor, caliéntelo hasta que alcance una temperatura de funcionamiento. Durante el precalentamiento, practique aplicándole cargas livianas al motor. Esto también acelera el calentamiento. A continuación, abra el acelerador gradualmente hasta llegar a plena carga mientras usa la válvula de control del freno para regular las rpm. ¡Observe que es el acelerador el que controla la carga del motor, mientras que la válvula de “carga” del freno, en realidad regula las rpm!

Cuando esté con el acelerador abierto por completo (donde se hará la mayor parte de la prueba) déjelo ahí mientras usted se mueve entre los puntos de rpm deseados con la válvula de carga del freno. Si está recopilando datos con el sistema de papel y lápiz, es tiempo de patear a uno de los observadores en la pantorrilla, para recordarle que debe anotar los resultados. Quienes tengan sistema electrónico de adquisición de datos pueden comenzar a presionar el botón (una tercera mano ayuda). Con un buen sistema computarizado, puede preconfigurar los parámetros de recopilación de datos, para que, en pruebas futuras, los registros comiencen de manera automática según los puntos de umbral de rpm que haya preestablecido.

Cuando haya pasado por cada punto de rpm (mantenga cada uno lo suficiente como para obtener datos significativos) sólo suelte el acelerador mientras que descarga, al mismo tiempo, el freno para que el motor se detenga. Deje de registrar datos, su primera prueba está completa.

Si no salió bien, inténtelo una vez más. Aprender a operar un dinamómetro controlado a mano es como aprender a andar en bicicleta. Todos creen que no lo lograrán o que la válvula de carga, el freno, etc. están defectuosos. En realidad, con la práctica, los operadores lo aprenden rápidamente, hasta que se convierte en un acto reflejo.

Si tiene una servoválvula automática, programe las rpm de detención y el punto de finalización de la prueba, antes de arrancar el motor. Luego acelere por completo, para permitir que el servo mantenga las rpm por usted. Presione para comenzar la prueba y deje que la computadora haga el resto.

10. EXAMEN DE LOS DATOS

En un sistema de registro manual, es hora de tomar la calculadora y expresar las lecturas de torsión y rpm en cantidades de caballos de fuerza. Si recopiló datos electrónicos de manera manual, es hora de reproducir o imprimir los datos. En dinamómetros equipados con computadoras personales, por lo general, convendrá nombrar el nuevo archivo de datos y quizás ingresar todos los datos pertinentes del motor o notas especiales acerca de la operación de prueba que se ha completado. Muchos paquetes de software le permiten ingresar casi todos los parámetros, en cualquier lugar, en ventanas predeterminadas. Esto es útil para que no se olvide de registrar algo importante, además de que estará todo en una base de datos para que lo pueda

volver a revisar. Si su sistema no está equipado con sensores que capturen las condiciones climáticas de manera automática, debería anotarlas ahora.

También es importante elegir el mejor formato de registro de salida para revisar los datos del dinamómetro. En casos donde solamente se pueden ver los datos presentados de una manera, me parece más útil mirarlos en gráficos comparados con tiempo, en lugar de comparados con rpm. Presentados con resolución lo suficientemente fina y/o promedios adecuados, una impresión temporal ayuda a distinguir entre datos de potencia válidos y lecturas rápidas falsas. Al examinar los datos, no confíe en la información capturada durante períodos de cambios rápidos en las rpm. En cambio, busque intervalos (durante el período de funcionamiento abierto del acelerador), donde el motor mantenga rpm estables a lo largo de varios segundos consecutivos. Cuando examine los datos registrados comparados con el tiempo será sencillo notar los intervalos donde mantuvo las rpm lo suficientemente estables para que los datos de torsión sean válidos, y sin influencia de la inercia del tren del cigüeñal.

Asegúrese de promediar los datos. Se puede extraer incluso el promedio de las cifras con un pequeño error inercial, para producir información utilizable. Los sistemas computarizados de adquisición de datos le permiten establecer períodos de promedio y amortiguamiento que se adaptan al tipo de prueba que está efectuando. Para nuestro ejemplo de tracción en estado casi estacionario debería establecer aproximadamente un segundo de amortiguamiento y alrededor de 1/10 segundos de promedio.

Si algo sale mal con los resultados, por ejemplo, si las rpm fallan por un factor de dos, es posible que haya seleccionado una configuración incorrecta del pulso del tacómetro. O bien, si los caballos de fuerza son sólo una fracción de lo que deberían ser, ¿estaba abierto por completo el acelerador durante la prueba? Los operadores que prueban por primera vez tienen el hábito de retrasar el acelerador, en lugar de aumentar el arrastre del freno, al intentar regular las rpm. No se olvide del problema de que los gases de escape regresan al sistema de admisión. Entonces, si la potencia parece sólo un poco baja, bienvenido a la realidad de los caballos de fuerza. ¡Alégrese de que el motor que sus amigos están mirando sea el de una chatarra y no ese motor con “mega potencia” acerca del cual estuvo exagerando!

Efectúe una segunda prueba de tracción, repita los mismos procedimientos que en la primera. Recuerde primero llevar el motor hasta una temperatura consistente. Como no hemos introducido cambios, estamos buscando repetición, no un aumento de potencia. En realidad, está probando su propia repetición y la del motor, dado que el dinamómetro no cambia entre una operación y la siguiente. Siempre que sea posible, en especial al buscar pequeñas mejoras, vuelva a probar el motor en su forma de base. Esta verificación adicional de la realidad ahorra mucho tiempo a largo plazo.

11. DÍA DE GRADUACIÓN

Solamente después de haber adquirido ciertas capacidades como operador de dinamómetro y cuando pueda demostrar repetición, podrá avanzar para introducir modificaciones en busca de potencia. De la misma manera en que no es recomendable comenzar a probar nuevas modificaciones del motor en pista si no ha corrido numerosas vueltas durante semanas, no tiene

sentido hacer esto mismo con el dinamómetro. Por supuesto, es casi obvio, ¡haga sólo una modificación a la vez!

Debería intentar algunos cambios en ese motor "chatarra", para obtener más experiencia en el manejo de dinamómetros. Es sencillo probar una combinación de cabezal de cilindro de alta compresión y/o empaquetadura más delgada. También puede experimentar con combinaciones diferentes de avance de encendido y chorro. Si ha equipado el dinamómetro con sondas de temperatura de escape, etc., verifique cómo cambian a medida que agrega caballos de fuerza con modificaciones y tiempo de funcionamiento.

Si posee otros instrumentos, practique con ellos también ahora. Un motor con fuerte flujo de aire, la relación correcta entre aire/combustible y la temperatura adecuada de escape, pero con salida estelar de potencia, le indica cosas tales como una baja relación de compresión. Temperaturas de escape demasiado elevadas, con relación correcta entre aire/combustible, indica sincronización tardía de la chispa de encendido. Intente verificar el flujo de aire al probar con otras tuberías de escape. Si la nueva súper tubería envía tanto el flujo de aire como la potencia hacia abajo, es probable que no la recupere con cambios en la afinación.

La belleza de tener un dinamómetro propio es que éste le brinda la oportunidad de efectuar las pruebas metódicas que todos desean hacer. Prepárese para las sorpresas. Le parecerá increíble cómo ciertos detalles pueden introducir mejoras, en tanto que otros trucos más elaborados no aportan nada.

RESULTADO

Con la ayuda del equipo dinamómetro, se toman registros de los valores de torque y potencia que marca en cada prueba el vehículo con las diferentes medidas de neumáticos, realizando tres pruebas por cada neumático y obteniendo un promedio por medida [15].

Un motor posee un valor de revoluciones por minuto o RPM en el cual se alcanza su mayor torque, así como potencia.

Para esto se tomó de referencia la ficha técnica del vehículo de prueba que se observa en la tabla 5, donde muestra que a las 5700RPM se alcanza el máximo torque, y a las 4200RPM se alcanza el máximo de potencia.

Tabla 5. Ficha técnica de vehículo

Motor	Hatch 5P 1.0 MT
Cilindrada (cc)	1000
Dirección	Asistida
Frenos (delanteros / traseros)	Discos ventilados / Tambores
Motor	4 cilindros, 8v, SOHC
Potencia máxima (HP @ rpm)	63 HP a 5.400 rpm
Relación de compresión	9,3:1
Suspensión (delantera / trasera)	Independiente Mc Pherson / Dual link
Tipo de combustible	Gasolina
Torque máximo (Nm @rpm)	87 Nm a 4,200 rpm
Tracción	Delantera
Transmisión	Manual de 5 velocidades

Fuente: Chevrolet Ecuador

Dado los valores de las pruebas, se muestran los resultados teóricos y experimentales de medición de torque en color azul y potencia, en color naranja, en la figura 4.

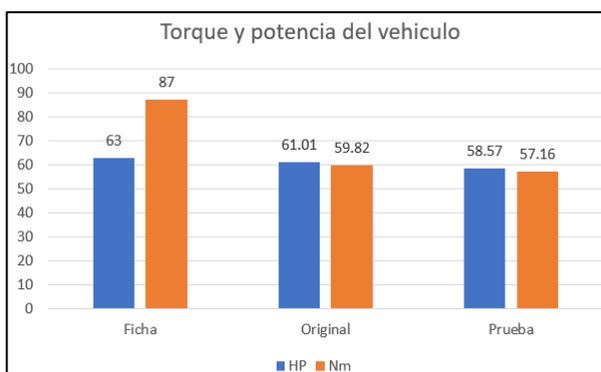


Figura 4. Valores máximos de torque y potencia

Fuente: Autores – pruebas

Las columnas de potencia muestran una gran diferencia de la ficha técnica del vehículo, con las pruebas realizadas en el dinamómetro con el neumático original y el de prueba. Esto debido a la

altura aproximada de 2800msnm de la ciudad de Quito en donde se realizó las pruebas. Con el neumático de prueba se obtuvo una pérdida de 4.45%, con respecto al neumático original.

Las columnas de torque muestran que el neumático original es el cercano al mejor rendimiento del vehículo, esto debido a que el neumático de prueba tiene una pérdida del 4% de torque con respecto al original, y del 7,03% a la ficha técnica.

En la figura 5 se aprecia los resultados impresos por el dinamómetro, los cuales son: la curva de torque, en color rojo, y la curva de potencia en color azul. Cada una representa como va aumentado sus valores hasta alcanzar su máximo, en el régimen de las 5700RPM, la cual nos indica la marca fabricante del vehículo.

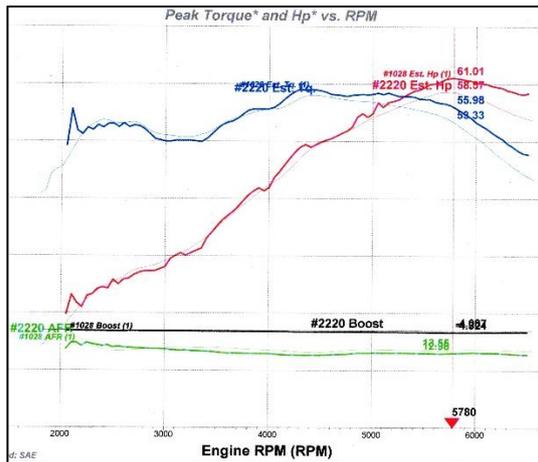


Figura 5. Resultado de dinamómetro

Fuente: Autores

La curva de torque muestra al neumático original alcanzar los 61.01Hp de torque y los 59.82Nm de potencia. Mientras que el neumático de prueba muestra valores más bajos dando 58.57Hp de torque y 57.16Nm de potencia.

Se determina que el neumático original del vehículo o recomendada por el fabricante es el que mejor rendimiento brinda, así como en torque y potencia del mismo.

CONCLUSIONES

El neumático original del vehículo presento un mejor desempeño de torque y potencia, logrando reflejar un valor más alto que el neumático de prueba.

El neumático de prueba presento un valor de pérdida del 7.04% de torque con respecto a la ficha técnica, y del 4.45% de potencia con respecto al neumático de prueba.

El uso de neumáticos no recomendados por el fabricante influye también en el desempeño del motor y produce un consumo excesivo de combustible provocando más gases de contaminación.

Los neumáticos originales son diseñados para trabajar bajo las condiciones específicas de cada modelo de vehículo, de esta, manera se protegen los componentes del motor y evitan daños prematuros.