



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

TEMA: “EVALUACIÓN DEL DESGASTE DE NEUMÁTICOS POR CAUSA DE FALTA DE BALANCEAMIENTO”

AUTOR: JOSE LUIS CHASIQUIZA CAMPAÑA

DIRECTOR: ING. ERICK PAÚL HERNÁNDEZ RUEDA Msc.

IBARRA, MARZO 2019

CERTIFICADO

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Concejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es **Evaluación del desgaste de neumáticos por causa de falta de balanceamiento** presentado por el señor **José Luis Chasiquiza Campaña** con número de cédula 1003095633, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 12 días del mes de Marzo del 2019.

Atentamente



Ing. Paúl Hernández MSc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003095633		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Chasiquiza Campaña José Luis		
DIRECCIÓN:	Sánchez y Cifuentes s/n y Rio Blanco		
EMAIL:	madec_ibarra@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062958740	TELÉFONO MÓVIL:	0999354874

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación del Desgaste de Neumáticos por Causa de Falta de Balanceamiento
AUTOR (ES):	Chasiquiza Campaña José Luis
FECHA: DD/MM/AAAA	12 de Marzo de 2019
PROGRAMA:	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERIA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Hernández Rueda Erick Paúl

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 12 días del mes de marzo de 2019

EL AUTOR:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'JOSECH', is written over a horizontal dotted line.

Nombre: Chasiquiza Campaña José Luis



CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **Chasiquiza Campaña José Luis** con cédula de identidad Nro. **1003095633**, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado **Evaluación del desgaste de neumáticos por falta de balanceamiento**. Que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ** en la Universidad Técnica del Norte quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi Condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

AUTOR

Firma

José Luis Chasiquiza Campaña
1003095633

Ibarra, a los 12 días del mes de Marzo del 2019

DEDICATORIA

A mis padres Luis Chasiquiza y Magdalena Campaña por darme la vida, por ser un ejemplo de superación para mí y por ser mi apoyo incondicional en todo momento porque gracias a ellos con su esfuerzo apoyo y dedicación he logrado cumplir mi objetivo.

En especial a mi amada esposa Karen Reina por el amor, la paciencia, la motivación y el apoyo que me ha brindado para la elaboración de este trabajo.

A mis hijas Doménica Isabel y Luciana Estefanía por ser mi razón de vida y la alegría de mi corazón.

A mis hermanos Pedro y Pablo y a mi familia que me ha apoyado en todo momento.

José Luis Chasiquiza Campaña

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser el motor fundamental de mi existencia, por ser quien guía mis pasos y por darme la sabiduría y fortaleza para lograr cada meta.

Al Magister Paul Hernández quien guio la realización de este trabajo, por su tiempo y dedicación.

Y a los docentes, amigos y maestros quienes impartieron sus conocimientos y experiencia a lo largo de mi vida estudiantil, y contribuyeron a mi formación profesional y personal.

José Luis Chasiquiza Campaña

ÍNDICE

ÍNDICE.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS:	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE ECUACIONES	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCIÓN	ix
CAPITULO I	1
1.REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1OBJETIVOS	1
1.1.1OBJETIVO GENERAL.....	1
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	1
1.3 ALCANCE.....	2
1.4 ANTECEDENTES	2
1.5 NEUMÁTICO.....	4
1.5.1 Generalidades.....	6

1.5.2 Composición	8
1.5.3 Estructura de una llanta.....	10
1.5.4 Simbología del Neumático.....	13
1.6 BALANCEO	18
1.7 VIBRACIÓN	19
1.8 FORMA Y UNIFORMIDAD	21
1.8.1 Deformación	21
1.8.2 Rotación de llanta	21
1.9 SISTEMAS DE SUSPENSIÓN DEL VEHÍCULO	22
1.9.1 Resortes o Ballestas	23
1.9.2 Amortiguadores.....	25
1.9.3 Puntales y barras estabilizadoras	27
1.9.4 barras estabilizadoras	28
1.10 LA FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	29
1.11 CORRELACION DE VARIABLES	31
1.11.1 Coeficiente de correlación	32
1.12 REGRESION LINEAL.....	32
1.12.1 MODELOS	33
1.13 R STUDIO	34
CAPITULO II.....	35
2.MATERIALES Y METODOS	35

2.1 METODOLOGIA	35
2.2 MATERIALES Y METODOS	36
2.2.1 Método hipotético-deductivo.	36
2.2.2 Conjunto de datos	37
2.2.3 Uso de R Studio	38
2.2.4 Correlación y aplicación	42
2.2.5 Determinación de la ecuación lineal	43
2.2.6 Hipótesis de normalidad	44
2.2.8 Análisis de la hipótesis de correlacionalidad	45
<u>2.2.9 Análisis del coeficiente de determinación</u>	<u>45</u>
CAPITULO III.....	47
3.RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
3.1 ESTABLECIMIENTO DE HIPOTESIS	47
3.2 ANÁLISIS DE LA TABLA DE FRECUENCIAS DE LA VARIABLE CANTIDAD DE BALANCEOS.....	48
3.3 ANÁLISIS CORRELACIONAL ENTRE LA CANTIDAD DE BALANCEOS Y LA CANTIDAD DE KILÓMETROS DE UN JUEGO DE NEUMÁTICOS	49
3.4 DETERMINACION Y ANALISIS DE LA ECUACIÓN DE REGRESION LINEAL	50
3.4 ANALISIS DE LA HIPOTESIS ESTABLECIDA	52
3.4.1 Hipótesis de normalidad	52
3.4.2 Análisis de la hipótesis de correlacionalidad	54

La hipótesis planteada es	54
3.4.2 Análisis del coeficiente de determinación	54
CAPITULO IV.....	55
4.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
4.1 CONCLUSIONES:	55
4.2 recomendaciones.....	56
REFERENCIAS Y CITAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXOS	61

ÍNDICE DE FIGURAS:

<i>Figura 1: Accidentes de tránsito en Ecuador (por Provincia de enero a julio del 2018)</i>	<i>4</i>
<i>Figura 2: estructura de un neumático</i>	<i>5</i>
<i>Figura 3:Tipos de neumáticos.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 4 :Estructura de los componentes del neumático.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 5: Simbología del neumático</i>	<i>14</i>
<i>Figura 6: Sistema de suspensión del vehículo</i>	<i>22</i>
<i>Figura 7: sistemas elásticos de suspensión.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 8:Amortiguador</i>	<i>25</i>
<i>Figura 9:Barra estabilizadora</i>	<i>28</i>
<i>Figura 10: Barra estabilizadora</i>	<i>28</i>
<i>Figura 11: Variables en regresión</i>	<i>33</i>
<i>Figura 12: Ejemplo de modelo lineal.....</i>	<i>34</i>

Figura 13: <i>Uso de R en la actualidad</i>	39
Figura 14: <i>ejemplo del panel de R studio en ejecución</i>	40
Figura 15: Entrenamiento de R con la variable cant_balanceo	41
Figura 16: Calculo de la correlación entre la cantidad de balaceas y el kilometraje durante la vida útil de un juego de neumáticos.....	49
Figura 17: valoración del coeficiente de correlación.....	50
Figura 18: cálculo de la pendiente para reemplazo en la ecuación lineal.....	51
Figura 19: Grafica representativa de cantidad de balanceos vs kilómetros recorridos entre cambios	51
Figura 20: Representación grafica de percentiles teóricos de la regresión lineal entre las variables kilometraje y cant_balanceo	51
Figura 21: Grafica de la densidad de normalidad de la variable cantidad de balanceos	52
Figura 22: Diferentes pruebas de normalidad de la variable cantidad de balanceos	53
Figura 23: Grafica de la densidad de normalidad de la variable kilometraje	53
Figura 24: Diferentes pruebas de normalidad de la variable	54
Figura 25: Coeficiente de determinación del kilometraje en función de la cantidad de balanceos.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Influencia de los componentes del neumático principalmente por su rendimiento ...	13
Tabla 2: Datos usados en Proyecto	38
Tabla 3: tabla de frecuencias correspondiente a la variable cant_balanceo	48

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 2: Ecuación de la Correlación para datos no agrupados</i>	32
Ecuación 3: formula del coeficiente de determinación.....	46

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: TABLA DE DATOS OBTENIDA DE EMPRESA NORLLANTAS.....	62
ANEXO 2: Código de generación de modelo en herramienta R Studio.....	63
ANEXO 3: Modelo de carta de solicitud de datos.....	¡Error! Marcador no definido.

RESUMEN

La tesis “Evaluación del desgaste de neumáticos por causa de falta de balanceamiento” presenta una investigación sobre la importancia del balanceo para evitar el desgaste prematuro de las llantas y de los componentes de la suspensión y del sistema de dirección teniendo el propósito de eliminar la vibración causada por el desajuste entre la llanta y la rueda mismo desajuste puede ser producido hasta por una diferencia mínima de peso en cada llanta. En el desarrollo de la revisión bibliográfica se utilizó el método de investigación, el cual permitió recabar información en textos, revistas, sitios web y artículos científicos que permitieron sustentar teóricamente el presente trabajo. Se ha considerado como caso de estudio un grupo de cien registros proporcionados por una empresa distribuidora de llantas con servicio de alineado y balanceo. En el cual constan datos como cantidad de balanceos en un periodo de vida útil de los neumáticos y la cantidad de kilómetros que dura un juego de neumáticos. Para la validación estadística de esta relación entre las variables se ha utilizado la herramienta R Studio en la cual se ha hecho un análisis correlacional y una regresión lineal que nos permite determinar una ecuación lineal para proyectar la cantidad de kilómetros que se podría esperar en un juego de neumáticos en función de la cantidad de balanceos que se deberían hacer. El proyecto inicia esbozando la introducción a la problemática y la justificación para la realización de este, posteriormente los principios técnicos que la sustentan y la metodología de trabajo para su desarrollo. Y posteriormente se utilizan modelos de entrenamiento para generar una ecuación que demuestra la correlación entre las variables seleccionadas para el desarrollo del proyecto

ABSTRACT

The thesis "Evaluation of tire wear due to lack of balance" presents an investigation of the importance of balance to avoid premature wear of tires and components of suspension and steering systems considering the purpose of eliminating the vibration caused for a minimum weight difference in each tire. In the development of the literature review, the research method was used, which allowed gathering information in texts, magazines, websites and scientific articles that allowed theoretically to sustain the present work. A group of one hundred records provided by a tire distribution and alignment company with balancing service has been considered as a case study. In which are recorded data such as number of balances in a period of useful life of the tires and the number of kilometers that a set of tires lasts. For the statistical validation of this relationship between the variables, the R Studio tool has been used in which a correlation analysis and a linear regression have been performed, which allows us to determine a linear equation to project the number of kilometers that could be expected in a game of tires based on the amount of swaying that should be done. The project begins by outlining the introduction to the problem and the justification for its realization, then the technical principles that sustain it and the work methodology for its development. And later, training models are used to generate an equation that shows the correlation between the variables selected for the development of the project.

INTRODUCCIÓN

La hipótesis planteada en este trabajo es demostrar que la cantidad de balanceos realizados influyen en el desgaste mecánico de los neumáticos y su vida útil. La obtención de una correlación de desgaste con los parámetros del proceso y propiedades intrínsecas. Al obtener este tipo de correlaciones, se establecen las herramientas de diseño, evaluación, monitoreo y predicción de vida útil de algunos de los componentes de los sistemas relacionados con los neumáticos.

El balanceo es el proceso de compensación realizado para equilibrar el conjunto de las llantas y las ruedas del vehículo. Tiene importancia por evitar un desgaste desigual o no normal en los neumáticos, componentes de la suspensión y de la dirección.

La principal función del balanceo de las llantas es eliminar la vibración causada por el desajuste entre la llanta y la rueda. Este desajuste puede ser producido hasta por una diferencia mínima de peso en cada llanta.

Una pequeña fuerza que se repite rápida y frecuentemente puede causar daño a casi todo el vehículo. Pensemos en que la rueda de un auto que viaja a 80 kilómetros por hora está haciendo aproximadamente cuatro revoluciones cada segundo. Cada una de esas revoluciones está produciendo un pequeño impacto que es pasado a cada parte del vehículo que está conectado a ella. Esta vibración se traduce en 12444 micro impactos por cada hora de recorrido normalmente, se comienza a notar que las llantas delanteras están desbalanceadas por las vibraciones que transmite a través del volante hacia las manos del conductor. Sin embargo, estas mismas vibraciones no se sienten cuando son producidas por las llantas traseras, pero igual contribuyen al desgaste mecánico del automóvil. Esta es la razón por la cual balancear cada llanta nueva es altamente recomendable como práctica habitual.

CAPITULO I

1.REVISION BIBLIOGRAFICA

1.1OBJETIVOS

1.1.1OBJETIVO GENERAL

Evaluar del desgaste de neumáticos por causa de falta de balanceamiento

1.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Analizar las características de los componentes del conjunto de rodaje
2. Investigar sobre el proceso de balanceamiento y su funcionamiento
3. Levantar la información pertinente para desarrollar la hipótesis que se analizara en el presente trabajo
4. Realizar un modelo de entrenamiento en la herramienta R Studio para afirmar o refutar la hipótesis
5. Debatir los resultados obtenidos en el modelo correlacional de la hipótesis planteada

1.2 JUSTIFICACION

Para la elaboración del presente proyecto en el aspecto científico podemos decir que las características dinámicas de un vehículo dependen en gran medida de las fuerzas y momentos generados en el contacto neumático-calzada. Por este motivo, resulta fundamental el desarrollo de investigaciones precisas para el estudio de la dinámica vehicular (Guo, 2007) , El desgaste

de los neumáticos es inevitable durante el uso y se ve afectado por las condiciones de operación, el entorno, la estructura del neumático y las propiedades del compuesto; no solo afecta el rendimiento funcional del neumático, sino también a los componentes del vehículo como la vibración, el ruido y la capacidad de control, también se relaciona con la vida útil y la seguridad de conducción. Por lo tanto, el análisis del desgaste de los neumáticos es de gran valor teórico y práctico. En los últimos años, muchos investigadores han dedicado mucho tiempo a centrarse en los micro y macro mecanismos de interacción entre la banda de rodadura y el pavimento para explicar las diversas formas de uso y desgaste (Tamada & Shiraishi, 2017)

1.3 ALCANCE

Investigar bibliográficamente acerca de la incidencia del desgaste de los neumáticos por la falta de balanceamiento

- Se estudiará los diferentes factores que intervienen en el desgaste de los neumáticos
- Se definirá las características de cada componente del sistema de suspensión del vehículo.

Realizar un levantamiento de variables que propendan a la elaboración de un modelo de hipótesis

- Se levantará datos acordes a los requerimientos del proyecto
- Se creará un modelo de entrenamiento en la herramienta R Studio en el que se pueda demostrar una correlación entre las variables y una regresión lineal que permita generar una ecuación para predecir posibles comportamientos futuros.

1.4 ANTECEDENTES

En el presente trabajo se ha tomado en cuenta varios aspectos tanto científicos como humanos

podemos citar entre otros la mortalidad que se da a partir de los accidentes de tránsito que según datos estadísticos de la Agencia Nacional de Tránsito (ANT). La tasa de fallecidos respecto al número de siniestros ha aumentado en el primer semestre del 2018, respecto al mismo período de los años 2014, 2015, 2016 y 2017, según estadísticas de la Agencia Nacional de Tránsito (ANT).

En el 2014 la tasa de fallecidos hasta junio era de 6,43 por cada 100 accidentes de tránsito (1.276 muertos en 19.842 siniestros)

En el 2015 esa tasa bajó a 5,93 (1.038 fallecidos en 17.492 accidentes).

En el 2016 volvió a subir a 6,28 (972 muertos en 15.473 siniestros).

En el 2017 siguió al alza para llegar a 7,06 (1.011 muertos en 14.322 accidentes).

En el 2018 alcanzó su tasa de mortalidad más alta de los últimos cinco años, con 8,49 (1.058 fallecidos en 12.460 siniestros).

Por lo que se puede determinar en breves cálculos un crecimiento de casi 1 punto anual en la tasa de los datos que maneja la ANT las provincias que están por lejos con la mayor cantidad de fallecidos por siniestros se encuentran en las provincias de Pichincha y Guayas.



natural para recubrir las ruedas de madera o de acero. Ahora bien, como la goma se desgastaba con rapidez, su futuro no parecía muy prometedor, hasta que, en 1839, un resuelto inventor de Connecticut (EE. UU.) llamado Charles Goodyear descubrió la vulcanización, proceso mediante el cual el caucho se mezcla con azufre y se le aplica calor y presión, lo que mejora su plasticidad y resistencia. Fue entonces cuando se hicieron populares las llantas de goma maciza, solo que los viajes eran muy incómodos.

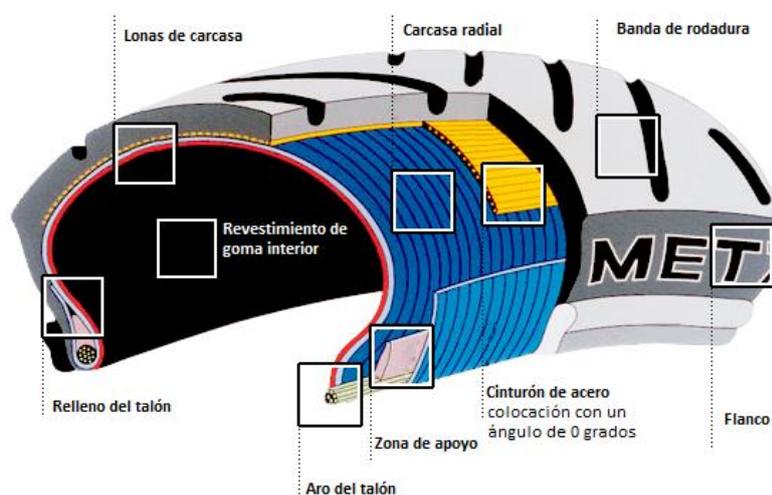


Figura 2: estructura de un neumático

(<https://www.oponeo.es/img/es-articulos/fotos/Estructura-neumatico-moto.png>)

La primera llanta neumática, o llena de aire, fue patentada en 1845 por el ingeniero escocés Robert W. Thomson. Sin embargo, no fue sino hasta que su compatriota John Boyd Dunlop se propuso hacer más agradable el paseo en bicicleta de su hijo, que la rueda llena de aire se convirtió en un éxito comercial.

En 1885 la empresa de fabricación Goodrich decidió fabricar ruedas de color negro, hasta entonces eran blancas (El color del caucho natural extraído del *Hevea Brasiliensis*). La razón de este color fue que el blanco resultaba muy sucio para desplazarse por los caminos. Al tinter el caucho se hizo un descubrimiento sorprendente, los neumáticos negros duraban más. Esto

fue debido a que el tinte negro absorbía los rayos ultravioletas que son, en parte, los causantes del agrietamiento de las gomas de caucho.

El desarrollo del neumático con cámara de Dunlop llegó en un momento crucial durante la expansión del transporte terrestre, con la construcción de nuevas bicicletas y automóviles.

1.5.1 Generalidades

El neumático también denominado llanta en nuestro país. Constituye la parte elástica de la rueda, está formada por la cubierta y la cámara. Su función principal es permitir un contacto adecuado por adherencia y fricción con la superficie, posibilitando el arranque, el frenado y la dirección deseada.

Dependiendo de las características de construcción, los materiales empleados, y el diseño del dibujo de la banda de rodadura, el neumático presenta las siguientes propiedades:

Adherencia. - La adherencia es la capacidad de pegarse o agarre del neumático a la calzada. La cual no solo depende de las fuerzas de rozamiento. Por ser el neumático un medio elástico, sufre pequeñas deformaciones al adaptarse al granulado firme de la carretera. Mientras mayor sea la superficie de contacto, mayor será el agarre del neumático.

La adherencia también depende del material de construcción del neumático. Un neumático suave representa mayor adherencia y a su vez mayor desgaste. Un neumático duro representa menor adherencia y a su vez menor desgaste.

Amortiguación. - “Capacidad de adaptarse a las irregularidades del terreno, y de absorber elásticamente los choques producidos por obstáculos como pequeños baches, piedras, etc.”

(GIL, 2004)

Esta propiedad fundamentalmente depende de la elasticidad del material de la banda de rodadura, de la flexibilidad de los flancos de la cubierta, y de la presión de inflado.

Flexibilidad. - Los neumáticos por su composición se deforman con la aplicación de fuerzas exteriores. La facilidad que presentan estos al deformarse y luego a volver a su forma inicial se denomina flexibilidad.

Según la dirección de las fuerzas la flexibilidad puede ser vertical, transversal y longitudinal.

La flexibilidad Vertical es la que permite el aplastamiento del neumático por efecto del peso del vehículo. Esta flexibilidad depende de la rigidez de los flancos y de la presión de inflado.

La flexibilidad transversal es la provocada por las fuerzas laterales como la fuerza centrífuga en curvas, vientos laterales o peraltes en la carretera.

“La deformación consiste en un desplazamiento del plano de la rueda respecto a la zona de contacto del neumático con el suelo”³

Este desplazamiento sin que ocurra un derrape modifica la trayectoria teórica del vehículo impuesta por el mecanismo de dirección.

La flexibilidad longitudinal se presenta cuando actúan las fuerzas de aceleración y frenado. En ambos casos el eje de la rueda avanza en dirección a la marcha respecto al neumático y se produce la deformación de este.

Capacidad de carga Es el peso máximo que puede soportar un neumático. Depende de sus características constructivas, de la presión de inflado, velocidad del vehículo, y de la clase del terreno. A mayor presión de inflado mayor es la capacidad de carga. Sin embargo, sobrecargas y sobre presiones deterioran mucho más rápido el neumático.

1.5.2 Composición

La cubierta de un neumático está formada por más de 200 elementos diferentes. Parte de una base de goma a la que se añaden un gran número de productos químicos y diversos componentes metálicos y textiles dependiendo del uso, del tamaño, y diseño, sin embargo, la composición de los productos de los distintos fabricantes es muy similar. (GIL, 2004)

Los porcentajes aproximados de cada uno de los diferentes componentes que dan forma a un neumático son:

“18 % Caucho natural 29 % Caucho sintético derivado del petróleo.

21 % Carga de refuerzo en negro de carbón o sílice provenientes de hidrocarburos o del gas natural 17 % Hilos metálicos de acero 6 % Hilos textiles de nailon 9 % Aditivos químicos: Azufre, óxido de zinc.” (Quispe, 2014)

El caucho natural es una sustancia que se extrae de árboles de zonas tropicales. Este material se extrae al sangrar el árbol, luego se recoge este líquido lechoso llamado látex que en parte está compuesto por partículas de goma pura. Desecado este material es mezclado con proporciones variables de azufre (vulcanización) y otros productos obteniendo caucho vulcanizado en diversos grados de dureza, desde el blando usado para las cámaras hasta la ebonita que es el compuesto rígido utilizado para aisladores.

De esta forma el caucho obtenido es resistente al agua y a los ácidos, pero lo atacan el aceite mineral y la gasolina; y bajo la acción de la luz y en el transcurso del tiempo se oxida, haciéndose quebradizo (Avalos, 2016)

El caucho sintético en cambio se obtiene en su mayoría del petróleo bruto. Hasta ahora el más empleado es el SBR o “Bruna S” a base de estireno y butadieno. El SBR es el que más se ha vendido empleándose para la banda de rodadura de los neumáticos, con un 30% más de

duración que el caucho natural. La mitad aproximadamente del consumo actual de caucho procede de variedades sintéticas.

El negro de carbón es un componente de gran importancia en los neumáticos, ya que les brinda resistencia contra la abrasión mientras protege al caucho de la luz ultravioleta.

El azufre durante el vulcanizado une a las moléculas de caucho entre sí, proporcionándoles resistencia tanto al frío como al calor.

El neumático está compuesto por tres partes fundamentales: una infraestructura, estructura intermedia y la banda de rodadura.

La infraestructura o armazón se constituye por “cordones de hilos engomados, de seda artificial, nylon o poliéster. Los cordones se superponen en capas, y concretamente en diagonal, en ángulo agudo respecto a la dirección de marcha, o radialmente, en ángulo recto respecto a la dirección de marcha. También se utilizan cordones de muchos hilos de acero o de fibra de vidrio.” (GERSCHLER, 1985)

En la actualidad los neumáticos radiales son mucho más fabricados que los normales.

NEUMÁTICO NORMAL



NEUMÁTICO RADIAL



Figura 3: Tipos de neumáticos

La estructura intermedia consta de varias capas de tejido y cojines de goma, amortigua los choques y protege la carcasa.

La banda de rodadura está dotada de un labrado. El labrado, dibujo o perfil de estrías longitudinales proporciona la guía lateral al neumático y el de estrías transversales transmite la fuerza de tracción

La pestaña está compuesta por un conjunto de alambres de acero recubiertos con caucho, que permiten al neumático adherirse al aro del vehículo formando un solo cuerpo evitando que lo desmonten

1.5.3 Estructura de una llanta

El neumático es un producto más complejo de lo que parece. Está compuesto de distintos elementos que influyen a sus propiedades. Hay elementos primarios y secundarios.

Elementos primarios: obligatorios

Capa de butilo Un revestimiento de caucho impermeable ante el aire y el agua, que sustituye la cámara interior en los neumáticos sin cámara de aire.

- Está hecha de butilo (goma sintética) que es un compuesto que obstruye el aire.
- Se caracteriza por su alta resistencia a los agentes hidróxidos, ácidos y oxidantes.
- Su función es disminuir la fuga de aire y proteger los componentes internos ante la entrada de oxígeno, ozono y agua.

Tejido de carcasa Está compuesto de tejido de lonas el cual forma una especie de esqueleto.

El neumático para turismos consta de 1, 2 o 3 capas textiles con un grosor de 1-1,5 mm.

La capa textil mantiene la formación del neumático con presión interna y desplazando la carga al girar, frenar y acelerar.

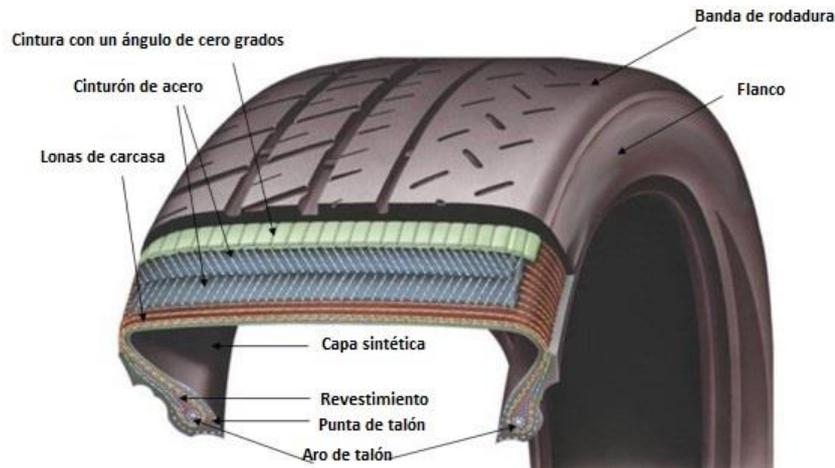


Figura 4 :Estructura de los componentes del neumático.

Aro de talón: son alambres resistentes y de varios rollos. Gracias a él permite fijar del neumático en el aro. En el neumático se encuentra dos alambres y en alrededor de ellos hay una capa de tejido de carcasa.

Revestimiento: es un caucho perfilado que fortalece el talón y el aro de talón. Es el responsable de la durabilidad del neumático, maniobrabilidad y confort de la conducción.

Punta del talón: Garantiza que el neumático sea hermético y duradero, también permite aislar el aro de talón de la llanta. La punta del talón está hecha de un material que permite reducir el desgaste en el contacto constante con la llanta.

Flanco del neumático: La goma otorga la protección del neumático. Protege contra las raspaduras, abrasiones y factores ambientales tales como: los rayos ultravioletas, la variación de temperatura, las sustancias químicas, etc.

En la materia del compuesto de caucho el elemento más importante es la presencia de sustancias contra el deterioro.

Cinturón de acero: El tejido metálico que forma el armazón de la rueda. Por lo general, el neumático está compuesto de dos cinturones. La función de los cinturones en los neumáticos

radiales es mejorar el movimiento de la dirección ordenado por el conductor en la carretera y corregir la maniobrabilidad.

Banda de rodadura: tiene como objetivo garantizar la maniobrabilidad, la adherencia, la resistencia al desgaste, la tracción trazando la curva, la reducción del ruido y de la resistencia a la rodada. La banda de rodadura está compuesta de caucho sintético y caucho natural.

Un elemento primario es, por ejemplo: hollín, elastómeros, aceites precipitados, sílice, activadores de recauchutado.

Elementos complementarios - secundarios

Cinturón aislante: Es una goma situada en el borde que protege a la carcasa ante los daños mediante un cinturón de fibras de metal.

Cinturón con un ángulo de cero grados: Este tejido de fibra consolida la cima del neumático.

Por lo general, es un cinturón estrecho que consta de unas decenas de tejidos de fibra descremada. Es de vital importancia ya que proporciona una adecuada resistencia a gran velocidad.

Carcasa de caucho: Goma perfilada que está localizada encima y en todo el revestimiento.

Gracias a ella el coche logra una mejor tracción, resistencia y dureza.

Relleno reforzado: Cinturones de fibras textiles y de acero que fortalecen el talón del neumático. Esto se utiliza en modelos de la denominada capa de relleno.

Caucho de reforzamiento complejo Sustancias de caucho que sirve como un base entre el talón y la capa NC.

Cinturón de reforzamiento interior: Caucho que refuerza al neumático en la zona interior del hombro y evita la penetración de goma sintética dentro del tejido de fibra textil.

Base de la banda de rodadura: Caucho que reduce el calentamiento de la cima del neumático y cumple la función de proteger respectivamente a los cinturones de acero. (OPONEO.ES, 2015)

Tabla 1: Influencia de los componentes del neumático principalmente por su rendimiento

	Lonas de carcasa	Flanco	Aro de Talón	Cinturón de acero	Compuesto	Dibujo de la banda	Forma del molde
Agarre en suelo mojado	Poco	No aplica	Poco	Poco	Mucho	Mucho	Medio
Agarre en suelo seco	Poco	No aplica	Poco	Medio	Mucho	Mucho	Medio
Conducción	Mucho	No aplica	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho
Durabilidad	Medio	Medio	Medio	Medio	Mucho	Mucho	Mucho
Resistencia a la rodada	Medio	Poco	Poco	Medio	Mucho	Medio	Poco
Ruido	Medio	Poco	Mucho	Medio	Poco	Mucho	Medio
Confort	Medio	Poco	Mucho	Mucho	Medio	Mucho	Mucho

1.5.4 Simbología del Neumático

En la banda o parte lateral del neumático se encuentra varios datos interesantes, todos ellos estandarizados para todas las marcas, que reflejan algunas de las características más importantes del mismo.

Como referencia para esta descripción la siguiente medida: P 205/45 ZR16TL 83W.

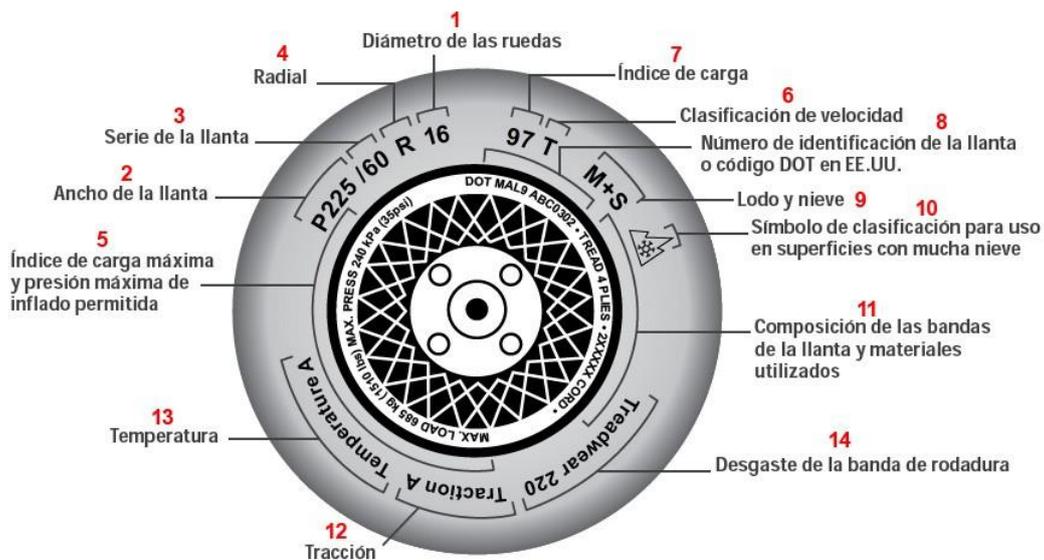


Figura 5: Simbología del neumático

(<http://www.ruedafeliz.com/wp-content/uploads/2015/06/tire-1-b.jpg>)

El primer código designa el tipo de uso al que está destinado este neumático. En el ejemplo caso P.

LT (Light Truck) = Camioneta o Furgoneta

P (Passenger vehicle) = Vehículo de pasajeros o turismos.

T (Temporary use) = Ruedas de emergencia.

El siguiente código hace referencia al ancho del neumático, en esta ocasión 205. Siempre es en milímetros. En el ejemplo se trata de una rueda considerada ya bastante ancha, aunque las hay más anchas.

El siguiente número, 45, indica un porcentaje del ancho del neumático. En este caso hace referencia al 45% de 205mm, es decir, 92,25mm. Esto nos informa que es una rueda de perfil bajo ya que lo más común en los coches de serie es llevar una altura de entre 60 y 50.

La siguiente letra, la R, significa el tipo de construcción del neumático. Podemos encontrar:

R = Radial, siendo este el más extendido, aunque también encontraremos variaciones como ZR.

B = Bias Belted, actualmente en desuso.

D = Diagonal Bias, también en desuso.

El siguiente número que va después de la letra, 16, indica el tamaño de la llanta para el cual fue diseñado, en nuestro caso se trata de una llanta grande, aunque también se encuentran frecuentemente de 17. Esta medida se toma en pulgadas. Encontraremos por norma general para turismos medidas de llantas de 14, 15, 16 y 17, aunque también las hay más grandes.

A continuación, encontraremos un número, 83, que indica el índice de carga que puede soportar el neumático. Siendo el mínimo de 71 (345 kgs. Por rueda) y el máximo de 125 (1677 kgs. Por rueda). Se recomienda, no poner jamás un índice de carga inferior al que traían las ruedas originales, si no se acuerda, consulte el manual o a un mecánico especializado. Esto es importante ya que hay que tener en cuenta que cuando se circula, sobre todos a altas velocidades, el peso del vehículo se concentra y se multiplica al dar una curva, sobre todo en el lado contrario del coche al que se da la curva. Esto es debido a la fuerza centrífuga.

La siguiente letra después del índice del peso, indica la velocidad máxima para la cual fue diseñado nuestro neumático. En el caso que aquí proponemos en W.

Los códigos son los siguientes:

J = Hasta 100 km/h

K = Hasta 110 km/h

L = Hasta 120 km/h

M = Hasta 130 km/h

N = Hasta 140 km/h

P = Hasta 150 km/h

Q= Hasta 160 km/h

R = Hasta 170 km/h

S = Hasta 180 km/h

T = Hasta 190 km/h

U = Hasta 200 km/h

H = Hasta 210 km/h

V = Hasta 240 km/h

W = Hasta 270 km/h

Y = Hasta 300 km/h

ZR = Por encima de los 300 kms/h

A continuación de esta simbología otras descripciones importantes como:

Tread Ware 180 Traction A Temperature A

Tread Ware. - Es una medida que determina la duración en un neumático. Un neumático con **Tread Ware** 200 debería durar (en las mismas condiciones) el doble que un neumático con **Tread Ware** 100. Un neumático con más agarre no tiene que significar necesariamente que se desgaste antes. Por supuesto, el Tread Ware, depende del tipo del compuesto que emplea cada marca. Encontraremos este indicativo también por las siglas TW.

Traction A.- Hace referencia a la capacidad de detención del neumático en superficies de prueba de asfalto y cemento mojado. La clasificación es la siguiente:

AA = Excelente resultado en ambas superficies.

A = Buen resultado en ambas superficies.

B = Buen resultado sólo en una de las dos superficies.

C = Desempeño regular en una de las dos superficies.

Estos indicativos hacen referencia a cuando se circula en línea recta.

Temperature A.- Hace mención de la capacidad que tiene el neumático de disipar el calor producido por el roce con la superficie, el aire y la presión y cómo se comporta con ese calor. Se clasifica en A, B y C, siendo A el mejor desempeño de su función disipando el calor, y C el peor comportamiento.

FECHA DE FABRICACIÓN DEL NEUMÁTICO

Hay una combinación de números y letras con hasta once dígitos (posteriormente a 1.999 son 12) que identifican al fabricante, la fábrica, la medida y la fecha de fabricación del neumático. Por ejemplo, DOT M5H3 459X 087. En este caso lo verdaderamente importante para el usuario es la fecha de fabricación 087 que significa semana 8 del año 1.987. Si a continuación del 7 aparece un pequeño triángulo el año sería 1.997. A partir de 1.999 la fecha se indica con cuatro números: 3200 sería la semana 32 del año 2000.

OTRAS INDICACIONES

- 1.- Tipo de material empleado en la pared lateral y debajo de la banda de rodadura, y el número de capas (plies) que tiene.
- 2.- Presión máxima de inflado en frío, generalmente en PSI, y la carga máxima a esa presión.
- 3.- Los neumáticos diseñados para barro y nieve (mud and snow) llevan la marca M+S o M&S.
- 4.- Tubeless indica un neumático sin cámara, y Tubetype con ella.
- 5.- TWI (treadwear indicator) situada en los bordes del neumático en correspondencia a los indicadores de desgaste. Su aparición indica que la profundidad de los relieves ha llegado al umbral límite de 1,6 mm.
- 6.- E. Es la homologación europea. Seguida de un pequeño número indica el país homologador, apareciendo a continuación otros números normales identificativos de la homologación.

7.- En los neumáticos unidireccionales que sólo pueden trabajar con un sentido de giro, una flecha indica dicho sentido. La marca outer, exterieur indica el lado a montar en la parte exterior del coche. (Romeo , 2009)

1.6 BALANCEO

El balanceo de llantas es uno de los servicios recomendados que figuran en el manual del propietario de su vehículo. A menudo confundido con la alineación de las ruedas, el equilibrio de los neumáticos es importante para garantizar el mejor rendimiento de un vehículo y para obtener la vida útil más larga de los neumáticos.

El balanceo de las llantas brinda una marcha suave y asegura un desgaste uniforme de las llantas al ajustar adecuadamente la distribución del peso de las llantas alrededor del vehículo. El balanceo de los neumáticos es diferente de la alineación de las ruedas, que implica el ángulo de las ruedas y su relación con el suelo.

Al conducir, sus neumáticos pierden el equilibrio, por lo que se necesita un servicio periódico de balanceo de los neumáticos para devolver el equilibrio adecuado. Con el tiempo, el desgaste de la banda de rodadura provoca un cambio en la distribución del peso alrededor del neumático, lo que lleva al desequilibrio. Esto se puede sentir en inusuales sacudidas o vibraciones mientras conduce.

Cuando termina el servicio de balanceo de llantas, el técnico usará un balanceador giratorio calibrado, que probará el balance estático / no móvil y el balance dinámico / dinámico. Los neumáticos se restaurarán al equilibrio adecuado de acuerdo con los resultados de la prueba.

El balanceo de llantas generalmente se realiza en combinación con la rotación de llantas, y generalmente se realiza cada 5 a 6,000 millas o 6 meses.

El equilibrio de los neumáticos es la acción de corregir el equilibrio del conjunto del neumático y los aros. El neumático y los aros se colocan en una máquina de balanceo de ruedas para determinar si se requiere algún peso (pegar, sujetar o presionar) para que el ensamblaje vuelva a un estado equilibrado. Esta práctica es común en la industria y se acepta como un método general de control de vibraciones. Sin embargo; Estos tipos de balanceadores de rueda se limitan a qué tipo de diagnóstico se puede proporcionar para eliminar vibraciones. Si un conjunto de ruedas tiene un desgaste lateral excesivo (movimiento de lado a lado mientras gira), añadir peso no corregirá el equilibrio, pero puede ocultar la preocupación. Al girar el conjunto de la rueda en la máquina de equilibrado, un instalador experimentado puede detectar el desgaste lateral y radial y recomendar una inspección adicional.

1.7 VIBRACIÓN

La vibración de la rueda es una condición desagradable que puede provocar un desgaste prematuro de los neumáticos o fallas mecánicas costosas de los componentes de la dirección y la suspensión.

Un técnico experimentado hará una inspección visual primero para determinar si alguna rueda está floja. Si todas las ruedas están apretadas, entonces una prueba en carretera ayudará a identificar la causa de la vibración.

El motivo de la vibración podría ser tan simple como el peso faltante de una rueda, poniendo la rueda en una condición de desequilibrio.

Las vibraciones de las ruedas aumentan la probabilidad de dañar los componentes de la dirección y la suspensión del vehículo. Ciertos materiales presentes en estos componentes, como el nylon utilizado para amortiguar el punto de giro de las juntas de rótula y los extremos de la barra de acoplamiento, experimentarán una presión extrema cuando la rueda o las ruedas no estén equilibradas. Esto no solo se arriesga a dañar los componentes de la dirección y la suspensión del vehículo, sino que el neumático se desgastará a un ritmo acelerado debido a la constante "fricción " en el pavimento.

Al final del día, una rueda desequilibrada no es buena para el conductor, los pasajeros o el vehículo. Se debe tener en cuenta que existen varios tipos diferentes de balanceadores de ruedas en el mercado; Las mejores tiendas tienen equipos modernos que pueden identificar problemas con la tecnología de láser infrarrojo y las capacidades de diagnóstico.

Para que exista una vibración, debe haber una anomalía en la línea de transmisión. Esta perturbación debe ser lo suficientemente significativa como para ser experimentada por el conductor. Una vibración es el resultado de uno de los siguientes elementos: conjunto de ruedas incorrectamente equilibrado, borde doblado, descentramiento radial, desgaste lateral y acumulación de barro o nieve dentro del borde, inflado incorrecto o falla mecánica tal como Como cojinete de rueda o eje del eje defectuoso. Para la seguridad del conductor y los pasajeros, siempre se debe consultar la placa del fabricante del vehículo, generalmente ubicada en el montante de la puerta lateral del conductor, para conocer la presión de inflado correcta de los neumáticos.

1.8 FORMA Y UNIFORMIDAD

En algunos casos, el conjunto de rueda (neumático y aro) puede contribuir a la condición de vibración. Un término denominado "desviación lateral", que es el movimiento de lado a lado de las ruedas alrededor de su eje de giro, puede hacer que el conjunto de la rueda se mueva hacia adelante y hacia atrás, interrumpiendo la rotación natural del conjunto. Este hecho poco común puede ser percibido como una vibración por el conductor.

Otro término de la industria que se conoce como "desviación radial" es una condición en la que el conjunto de la rueda se mueve en un patrón excéntrico alrededor de su eje de giro. Se puede comparar un huevo tratando de rodar por la calle, el movimiento hacia arriba y hacia abajo crea vibración y movimiento excesivo. El mismo principio se aplica al vehículo.

1.8.1 Deformación

La superficie de la banda de rodadura del neumático puede experimentar una deformidad causada por el bloqueo de las ruedas hasta en una ubicación plana durante el estacionamiento del vehículo. Los avances en la tecnología de la máquina para equilibrar neumáticos ahora pueden indicar la diferencia en el bloqueo de las ruedas en la localización plana durante el estacionamiento. Ningún otro equipo en el mercado puede realizar estas mismas funciones. Como precaución adicional para eliminar los problemas de vibración, algunos fabricantes de equipos recomiendan tomar el vehículo para una conducción de "calentamiento" antes de realizar el balance real de la rueda.

1.8.2 Rotación de llanta

La rotación de sus neumáticos es una parte esencial del mantenimiento regular de su vehículo. El propósito de rotar los neumáticos es lograr un desgaste más uniforme para todos sus neumáticos, lo que le ahorrará dinero a largo plazo. Se debe consultar el manual de su

propietario para conocer el intervalo recomendado para rotar los neumáticos. Si esto no está disponible, los fabricantes de vehículos recomiendan que use el mismo intervalo para cambiar el aceite y el filtro (cada 7,500 millas o 12,000 km o 6 meses, lo que ocurra primero) para rotar las llantas. Cuanto más preste atención a la rotación de los neumáticos y al inflado de los mismos, más durarán los neumáticos. (oktire, 2019)

1.9 SISTEMAS DE SUSPENSIÓN DEL VEHÍCULO

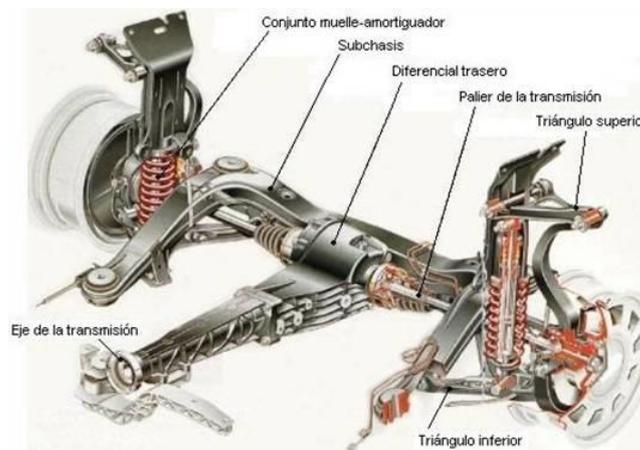


Figura 6: Sistema de suspensión del vehículo

(<https://www.monografias.com/trabajos95/sistema-suspension-direccion-y-frenos/image013.jpg>)

La suspensión de un automóvil es en realidad parte del chasis, que comprende todos los sistemas importantes ubicados debajo de la carrocería del automóvil. Estos sistemas incluyen:

El bastidor: componente estructural de carga que soporta el motor y la carrocería del automóvil, que a su vez están soportados por la suspensión

El sistema de suspensión: configuración que soporta el peso, absorbe y amortigua los golpes y ayuda a mantener el contacto con los neumáticos

El sistema de dirección: mecanismo que permite al conductor guiar y dirigir el vehículo.

Los neumáticos y las ruedas: componentes que hacen posible el movimiento del vehículo a través del agarre y / o la fricción con la carretera.

1.9.1 Resortes o Ballestas

Los sistemas de resortes de hoy se basan en uno de los cuatro diseños básicos:

Resortes helicoidales son el tipo más común de resorte y es, en esencia, una barra de torsión resistente enrollada alrededor de un eje. Los muelles helicoidales se comprimen y expanden para absorber el movimiento de las ruedas.

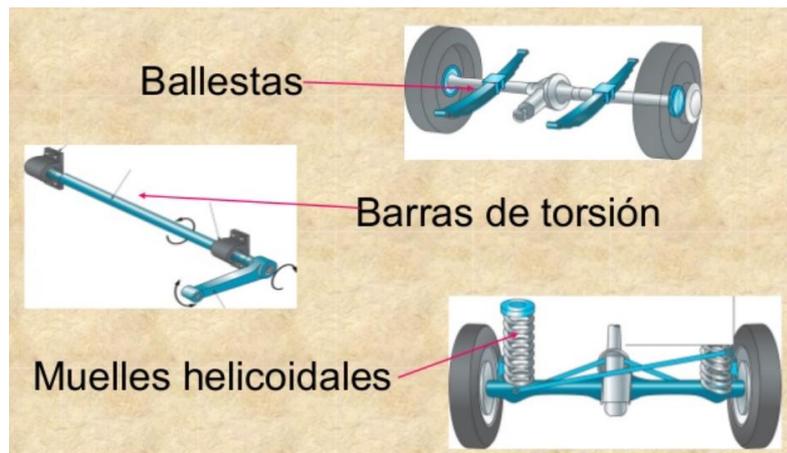


Figura 7: sistemas elásticos de suspensión

Los resortes de las hojas consisten en varias capas de metal (llamadas "Ballestas") unidas para actuar como una sola unidad. Los resortes de hojas se utilizaron por primera vez en carros tirados por caballos y se encontraron en la mayoría de los automóviles estadounidenses hasta 1985. Todavía se usan en la mayoría de los camiones y vehículos pesados.

Las barras de torsión utilizan las propiedades de torsión de una barra de acero para proporcionar un rendimiento similar a un resorte helicoidal. Así es como funcionan: un extremo de una barra está anclado al chasis del vehículo. El otro extremo está unido a una rotula, que actúa como una palanca que se mueve perpendicular a la barra de torsión. Cuando la rueda golpea un bache, el movimiento vertical se transfiere a la espoleta y luego, a través de la acción de apalancamiento, a la barra de torsión. La barra de torsión luego gira a lo largo de su eje para proporcionar la fuerza del resorte. Los fabricantes de automóviles europeos utilizaron este

sistema ampliamente, al igual que Packard y Chrysler en los Estados Unidos, durante los años cincuenta y sesenta.

Los resortes de aire consisten en una cámara cilíndrica de aire colocada entre la rueda y la carrocería del automóvil; utilice las cualidades de compresión del aire para absorber las vibraciones de la rueda. El concepto en realidad tiene más de un siglo de antigüedad y se puede encontrar en carretas tiradas por caballos. Los manantiales de aire de esta época estaban hechos de diafragmas de cuero llenos de aire, como un fuelle; Fueron reemplazados por resortes de aire de caucho moldeado en la década de 1930.

En función de dónde se encuentran los resortes en un carro, es decir, entre las ruedas y el bastidor, los ingenieros a menudo encuentran conveniente hablar de la masa suspendida y la masa no suspendida.

Muelles: muelles suspendidos y no suspendidos

La masa suspendida es la masa del vehículo soportado en los resortes, mientras que la masa no suspendida se define de manera general como la masa entre la carretera y los resortes de suspensión. La rigidez de los resortes afecta la forma en que responde la masa suspendida mientras se conduce el automóvil. Los carros con muelles sueltos, como los de lujo (como el Lincoln Town Car), pueden tragar baches y proporcionar un andar súper suave; sin embargo, un automóvil de este tipo es propenso a bucear y agacharse durante el frenado y la aceleración y tiende a experimentar balanceo o balanceo del cuerpo durante las curvas. Los autos con muelles rígidos, como los deportivos (piense en Mazda Miata), son menos tolerantes en carreteras con baches, pero minimizan el movimiento del cuerpo, lo que significa que se pueden conducir de manera agresiva, incluso en las curvas.

Entonces, aunque los resortes por sí mismos parecen dispositivos simples, diseñarlos e implementarlos en un automóvil para equilibrar la comodidad del pasajero con el manejo es una tarea compleja. Y para hacer las cosas más complejas, los resortes por sí solos no pueden

proporcionar una marcha perfectamente suave. ¿Por qué? Porque los manantiales son excelentes para absorber energía, pero no tan buenos para disiparlos. Se requieren otras estructuras, conocidas como amortiguadores, para hacer esto.

En función de dónde se encuentran los resortes en un carro, es decir, entre las ruedas y el bastidor, los ingenieros a menudo encuentran conveniente hablar de la masa suspendida y la masa no suspendida.

1.9.2 Amortiguadores

A menos que esté presente una estructura de amortiguación, el resorte de un automóvil se extenderá y liberará la energía que absorbe de un golpe a una velocidad incontrolada. El resorte continuará rebotando a su frecuencia natural hasta que se agote toda la energía que originalmente se utiliza. Una suspensión construida solo con resortes haría un viaje extremadamente inflable y, dependiendo del terreno, un automóvil incontrolable.

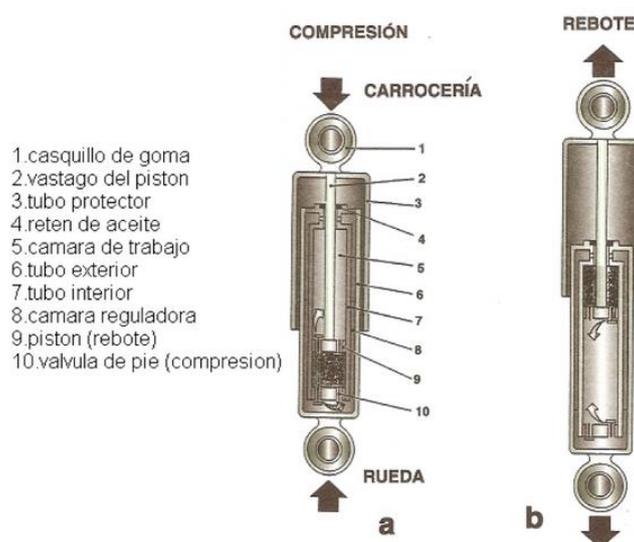


Figura 8: Amortiguador

El amortiguador es un dispositivo que controla el movimiento de resorte no deseado a través de un proceso conocido como amortiguación. Los amortiguadores disminuyen la velocidad y reducen la magnitud de los movimientos vibratorios al convertir la energía cinética del movimiento de la suspensión en energía térmica que puede disiparse a través del fluido hidráulico. Para entender cómo funciona esto, es mejor mirar dentro de un amortiguador para ver su estructura y función.

Un amortiguador es básicamente una bomba de aceite colocada entre el chasis del automóvil y las ruedas. El soporte superior del amortiguador se conecta al bastidor (es decir, el peso suspendido), mientras que el soporte inferior se conecta al eje, cerca de la rueda (es decir, el peso no suspendido). En un diseño de doble tubo, uno de los tipos más comunes de amortiguadores, el montaje superior está conectado a un vástago de pistón, que a su vez está conectado a un pistón, que a su vez se asienta en un tubo lleno de fluido hidráulico. El tubo interno se conoce como tubo de presión y el tubo externo se conoce como tubo de reserva. El tubo de reserva almacena el exceso de fluido hidráulico.

Cuando la rueda del automóvil se topa con una protuberancia en la carretera y hace que el resorte se enrolle y se desenrolle, la energía del resorte se transfiere al amortiguador a través del montaje superior, a través del vástago del pistón y al pistón. Los orificios perforan el pistón y permiten que el líquido se filtre a medida que el pistón se mueve hacia arriba y hacia abajo en el tubo de presión. Debido a que los orificios son relativamente pequeños, solo pasa una pequeña cantidad de líquido, bajo gran presión. Esto reduce la velocidad del pistón, lo que a su vez reduce la velocidad del resorte.

Los amortiguadores funcionan en dos ciclos: el ciclo de compresión y el ciclo de extensión. El ciclo de compresión ocurre cuando el pistón se mueve hacia abajo, comprimiendo el fluido hidráulico en la cámara debajo del pistón. El ciclo de extensión ocurre cuando el pistón se mueve hacia la parte superior del tubo de presión, comprimiendo el fluido en la cámara por encima del pistón. Un automóvil o camión ligero típico tendrá más resistencia durante su ciclo de extensión que su ciclo de compresión. Teniendo eso en cuenta, el ciclo de compresión controla el movimiento del peso no suspendido del vehículo, mientras que la extensión controla el peso más pesado y suspendido.

Todos los amortiguadores modernos son sensibles a la velocidad: cuanto más rápido se mueve la suspensión, más resistencia ofrece el amortiguador. Esto permite que los amortiguadores se ajusten a las condiciones de la carretera y que controlen todos los movimientos no deseados que pueden ocurrir en un vehículo en movimiento, incluyendo rebote, balanceo, inmersión en frenos y sentadilla de aceleración.

1.9.3 Puntales y barras estabilizadoras

Otra estructura de amortiguación común es el puntal, básicamente un amortiguador montado dentro de un resorte helicoidal. Los puntales realizan dos tareas: brindan una función de amortiguación como los amortiguadores y brindan soporte estructural para la suspensión del vehículo. Eso significa que los puntales entregan un poco más que los amortiguadores, que no soportan el peso del vehículo, solo controlan la velocidad a la que se transfiere el peso en un automóvil, no el peso en sí.

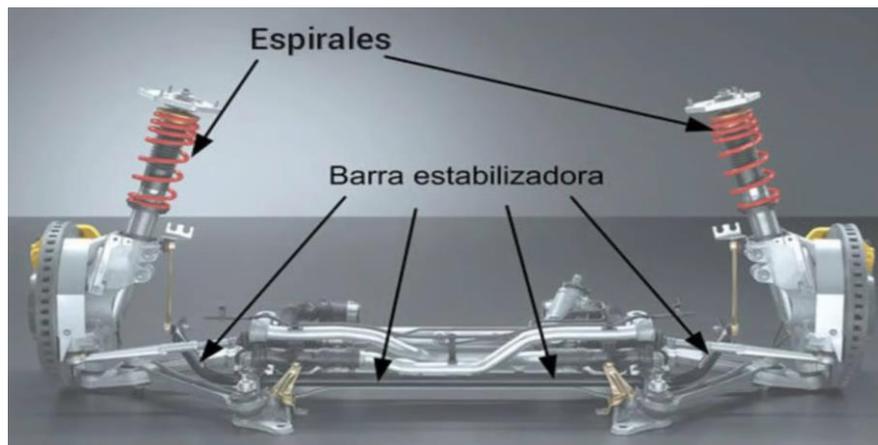


Figura 9: Barra estabilizadora

(<https://i.ytimg.com/vi/hAF9xGoUOnc/maxresdefault.jpg>)

Debido a que los amortiguadores y los puntales tienen mucho que ver con el manejo de un automóvil, pueden considerarse características de seguridad críticas. Los amortiguadores y los puntales desgastados pueden permitir una transferencia excesiva de peso del vehículo de lado a lado y de adelante hacia atrás. Esto reduce la capacidad del neumático para agarrarse a la carretera, así como el rendimiento de manejo y frenado.

1.9.4 barras estabilizadoras

Las barras estabilizadoras (también conocidas como barras estabilizadoras) se utilizan junto con amortiguadores o puntales para dar estabilidad adicional a un automóvil en movimiento. Una barra estabilizadora es una barra de metal que se extiende por todo el eje y une con eficacia cada lado de la suspensión.

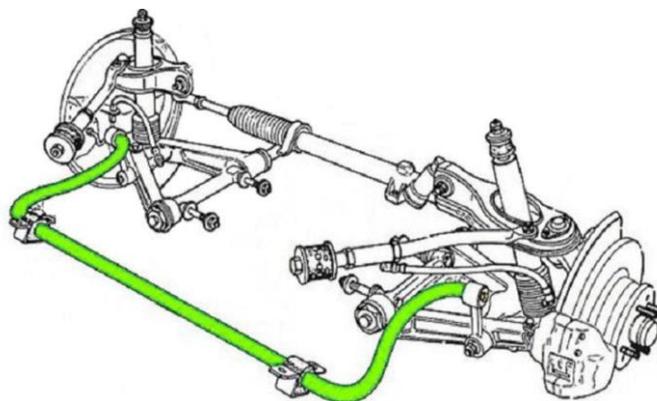


Figura 10: Barra estabilizadora

(<https://www.actualidadmotor.com/wp-content/uploads/2019/03/barra-torsion-coche-830x460.jpg>)

Cuando la suspensión en una rueda se mueve hacia arriba y hacia abajo, la barra estabilizadora transfiere el movimiento a la otra rueda. Esto crea una marcha más nivelada y reduce la oscilación del vehículo. En particular, combate el balanceo de un automóvil sobre su suspensión cuando gira. Por esta razón, casi todos los automóviles de hoy están equipados con barras estabilizadoras como equipo estándar, aunque si no lo están, los kits facilitan la instalación de las barras en cualquier momento.

1.10 LA FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

“El término hipótesis y su utilización dentro del proceso de investigación científico es de empleo reciente, quizá las ideas pioneras del historiador William Whewell escritas en 1847 (*History of the inductive sciences*) y la influencia de la obra monumental de Hegel (1779-1831), Comte (1798-1857) y Federico Engels (1820-1895), como reconocidos pensadores, nos proporcionan ese marco de referencia conocido como método científico; sin embargo, es muy probable que a partir de la obra del gran fisiólogo y médico francés Claude Bernard (1813-1878) sea clásico distinguir en la investigación experimental tres etapas: la observación, la hipótesis y la comprobación, y que es a través del cual que reconocemos que la hipótesis es la brújula que guía la generación de conocimiento científico. De tal manera que cualquier investigador está obligado a formular o plantear una o varias hipótesis, que una vez contrastadas le permitirán generar conocimiento científico.” (Huertas, 2002)

Una vez que haya identificado su pregunta de investigación, es hora de formular su hipótesis. Si bien la pregunta de investigación es amplia e incluye todas las variables que quiere que su estudio considere, la hipótesis es una afirmación de la relación específica que espera encontrar al examinar estas variables. Al formular la (s) hipótesis (s) para su estudio, hay algunas cosas que debe tener en cuenta. Las buenas hipótesis cumplen con los siguientes criterios:

- 1) Identificar las variables independientes y dependientes a estudiar.
- 2) Especifique la naturaleza de la relación que existe entre estas variables.
- 3) Simple (a menudo referido como parsimonioso). Es mejor ser conciso que ser largo aliento. También es mejor tener varias hipótesis simples que una hipótesis complicada.
- 4) No incluye referencia a medidas específicas.
- 5) No se refiere a procedimientos estadísticos específicos que se utilizarán en el análisis.
- 6) Implica la población que vas a estudiar.
- 7) Es falsificable y verificable.

Como se indicó anteriormente, es mejor tener varias hipótesis simples que una compleja. Sin embargo, también es una buena idea limitar la cantidad de hipótesis que usa en un estudio a seis o menos. Los estudios que abordan más hipótesis que seis a menudo llevarán demasiado tiempo para mantener a los participantes interesados, y los participantes no interesados no toman la importancia de sus respuestas tan en serio. Otra ventaja de limitar el número de hipótesis formales que usted formula es que demasiadas pueden hacer que la sección de discusión de su artículo sea muy difícil de escribir.

Es importante recordar que no es necesario tener una hipótesis formal para justificar todas las comparaciones y procedimientos estadísticos que pueda utilizar. Por ejemplo, solo cuando comienza a hacer un análisis exploratorio de sus datos, se da cuenta de que el género es un factor de influencia. No tiene que hacer una copia de seguridad y escribir una hipótesis que aborde este hallazgo. De hecho, es mejor en la mayoría de los casos no hacer esto. Puede informar cualquier hallazgo estadístico que considere relevante, tenga o no una hipótesis que los haya abordado. El criterio final mencionado anteriormente merece una mención adicional. Una buena hipótesis no solo es verificable, es decir, algo que realmente puede probar en su estudio, sino que también debe ser falsificable. Es tentador ignorar este requisito, especialmente

como nuevo investigador. Queremos encontrar cosas geniales y nuestro estudio resulta exactamente como lo esperamos, que tendemos a ignorar la posibilidad de que no lo sepamos todo y que ninguna predicción sea infalible cuando se trata de seres humanos. Trate de tener en cuenta que todas las investigaciones son relevantes. Ya sea que sus hallazgos sean o no lo que espera, encontrará algo. Lo creas o no, no encontrar las diferencias de grupo puede ser tan importante como encontrar las diferencias de grupo esperadas. De hecho, los estudios que devuelven resultados en oposición a lo que esperábamos, o creíamos que ocurriría lógicamente, a menudo conducen a muchos más grandes estudios de los que podríamos haber esperado. Después de todo, podría ser genial que los hallazgos de su investigación actual sirvan de guía para su investigación futura es probable que esto requiera menos trabajo en términos de revisión de la literatura, ya que siempre estará familiarizado con Al menos una parte de la literatura relevante para su último estudio.

1.11 CORRELACION DE VARIABLES

“Correlación entre variables La Correlación es una técnica estadística usada para determinar la relación entre dos o más variables. La relación entre la duración de una carrera de distancia y la prueba del escalón, o la relación entre las características de la personalidad y la participación en deportes de alto riesgo. La correlación puede ser de al menos dos variables o de una variable dependiente y dos o más variables independientes, denominada correlación múltiple”. (S, 2009)

Así en estadística podremos calcular la correlación para **datos no agrupados** con la siguiente fórmula.

Ecuación 1: Ecuación de la Correlación para datos no agrupados

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i * \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{\left[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}}$$

En donde:

R = coeficiente de correlación

N = número de pares ordenados

X = variable independiente

Y = variable independiente

1.11.1 Coeficiente de correlación

El Coeficiente de Correlación es un valor cuantitativo de la relación entre dos o más variables.

El coeficiente de correlación puede variar desde -1.00 hasta 1.00. La correlación de proporcionalidad directa o positiva se establece con los valores +1.00 y de proporcionalidad inversa o negativa, con -1.00. No existe relación entre las variables cuando el coeficiente es de 0.00.

El coeficiente de correlación de Pearson, pensado para variables cuantitativas (escala mínima de intervalo), es un índice que mide el grado de covariación entre distintas variables relacionadas linealmente. Adviértase que decimos "variables relacionadas linealmente". Esto significa que puede haber variables fuertemente relacionadas, pero no de forma lineal, en cuyo caso no proceder a aplicarse la correlación de Pearson.

1.12 REGRESION LINEAL

El análisis de regresión involucra el estudio la relación entre dos variables CUANTITATIVAS.

En general interesa:

- Investigar si existe una asociación entre las dos variables testeando la hipótesis de independencia estadística.
- Estudiar la fuerza de la asociación, a través de una medida de asociación denominada coeficiente de correlación.
- Estudiar la forma de la relación. Usando los datos propondremos un modelo para la relación y a partir de ella será posible predecir el valor de una variable a partir de la otra. Para ello proponemos un MODELO que relaciona una variable dependiente (Y) con una variable independiente (X). La decisión sobre qué análisis usar en una situación particular, depende de la naturaleza del OUTCOME y del tipo de función que se propone para relacionar el otoño y la variable independiente. (Orellana, 2008)

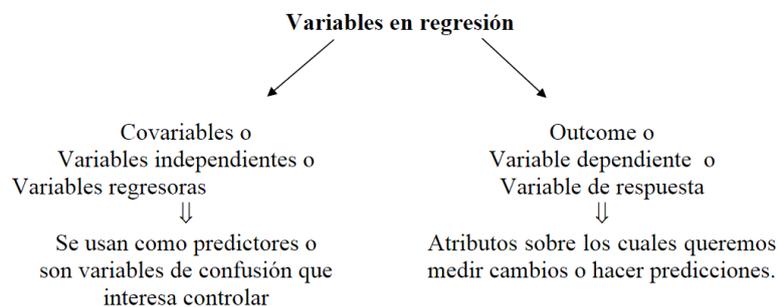


Figura 11: Variables en regresión

1.12.1 MODELOS

Se llama MODELO MATEMÁTICO a la función matemática que propone como forma de relación entre la variable dependiente (Y) y la o las variables independientes. La función más simple para la relación entre dos variables es la

FUNCIÓN LINEAL $Y = a + b X$

Esta expresión es una aproximación de la verdadera relación entre X e Y.

Para un dado valor de X el modelo predice un cierto valor para Y.

Mientras mejor sea la predicción, mejor es el modelo para explicar el fenómeno.

Por ejemplo, $Y = 2X + 3$

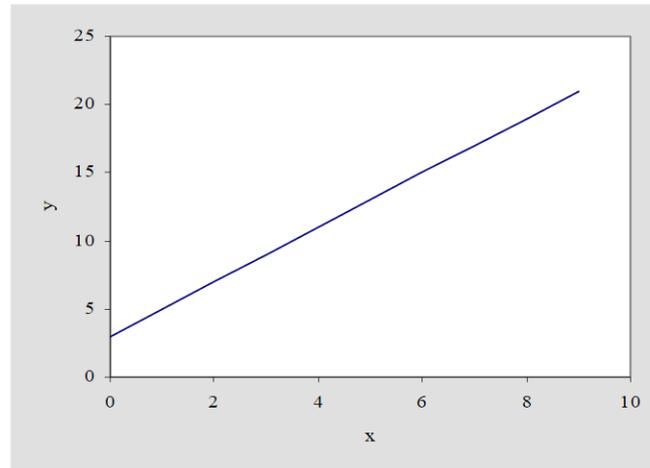


Figura 12: Ejemplo de modelo lineal

Interpretación de los coeficientes: a es la PENDIENTE de la recta, mide el cambio en Y por cada unidad de cambio en X, en el ejemplo la pendiente es 2. b es la ORDENADA AL ORIGEN, el punto donde la recta intercepta el eje Y, es decir el valor de Y cuando $X = 0$.

Consideremos el modelo $Y = a + bX$

Este modelo es una aproximación de la verdadera relación entre X e Y.

Para un dado valor de X el modelo predice un cierto valor para Y.

Mientras mejor sea la predicción, mejor es el modelo

1.13 R STUDIO

R es un software y lenguaje de programación de código abierto gratuito desarrollado en 1995 en la Universidad de Auckland como un entorno para computación estadística y gráficos (Ihaka and Gentleman, 1996). Desde entonces, R se ha convertido en uno de los entornos de software

dominantes para el análisis de datos y es utilizado por una variedad de disciplinas científicas, incluidas las ciencias del suelo, la ecología y la geo informática (Vista de tareas de CRAN de Envirometrics; Vista de tareas de CRAN espacial). R es particularmente popular por sus capacidades gráficas, pero también es apreciado por sus capacidades GIS que hacen que sea relativamente fácil generar modelos basados en ráster. Más recientemente, R también ha ganado varios paquetes que están diseñados específicamente para analizar datos del suelo.

un entorno de software:

estadística, gráficos, programación, calculadora, GIS, etc. ...

Un lenguaje para explorar, resumir y modelar datos.

funciones = verbos

objetos = sustantivos

CAPITULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 METODOLOGIA

El propósito de la investigación fue determinar la relación existente en el desgaste de los neumáticos por falta de balanceamiento para esto se ha realizado un levantamiento de información en una empresa de la ciudad de Ibarra dedicada a la venta de neumáticos y al servicio de alineación y balanceo lo que nos facilitó la obtención de estos. Los siguientes pasos por seguir fueron generar una hipótesis y usando la herramienta estadística R studio determinar una relación entre las dos variables para poder definir con modelo de regresión lineal una ecuación que permita predecir posibles comportamientos futuros del cambio de neumáticos en función de la cantidad de balanceos.

2.2 MATERIALES Y METODOS

A continuación, se detallan los materiales y métodos que se utilizaron para la investigación.

2.2.1 Método hipotético-deductivo.

Método hipotético-deductivo, también llamado método HD o HD, procedimiento para la construcción de una teoría científica que explicará los resultados obtenidos a través de la observación directa y la experimentación y que, a través de la inferencia, predecirá efectos adicionales que luego pueden verificarse o refutarse por medios empíricos. Evidencia derivada de otros experimentos.

Una versión temprana del método hipotético-deductivo fue propuesta por el físico holandés Christiaan Huygens (1629–95). El método generalmente asume que las teorías formadas correctamente son conjeturas destinadas a explicar un conjunto de datos observables. Estas hipótesis, sin embargo, no pueden establecerse de manera concluyente hasta que las consecuencias que lógicamente se derivan de ellas se verifiquen mediante observaciones y experimentos adicionales. El método trata la teoría como un sistema deductivo en el que se explican fenómenos empíricos particulares al relacionarlos con los principios generales y las definiciones. Sin embargo, rechaza la afirmación de la mecánica cartesiana de que esos principios y definiciones son evidentes y válidos; asume que su validez está determinada solo por la luz exacta que sus consecuencias arrojan sobre fenómenos previamente inexplicables o sobre problemas científicos reales.

2.2.2 Conjunto de datos

Los datos fueron proveídos por la empresa Norllantas S.A en el que se facilitó un conjunto de 100 registros que correspondían a un grupo de 100 clientes con diferentes tipos de vehículos por detalles de seguridad de la empresa estos registros no indicarían información mayor a la solicitada es decir no contienen nombres, números de cedula, números de placa ni ningún tipo de información de carácter personal. La información de este grupo de datos corresponde únicamente a la cantidad de balanceos de los vehículos desde su compra hasta el próximo cambio de llantas y la cantidad de kilómetros entre dichos cambios, lo que hace que el conjunto de datos que va a entrenar al código que se va a introducir en la herramienta R studio tiene características variadas porque puede corresponder tanto a vehículos de uso comercial como a vehículos de uso particular y a diferente tipo de marcas y variedades de neumáticos lo que es bueno para determinar una ecuación general.

Kilometraje	cant de balanceos								
34674	2	37623	4	39160	3	48056	4	35240	3
49230	4	47767	4	59946	5	44715	4	69879	5
30940	2	53015	5	44271	3	30741	2	52340	4
53438	5	32274	2	54747	4	52519	4	48744	4
50579	4	44857	4	41217	3	52251	4	34727	3
45365	4	37853	3	35959	2	43450	3	55384	4
37285	3	45609	3	50442	5	57671	5	31168	2
58957	5	58599	5	49287	4	48612	4	37531	3
30268	2	53989	5	58482	5	50147	4	43149	4
37913	3	37071	3	43593	3	41305	3	52588	4
40388	3	42118	4	52661	4	50927	4	50279	4
53856	5	57754	6	57207	5	46805	3	32521	3
55866	5	30649	3	37829	3	33468	2	31082	2
58222	5	55723	4	52521	4	41070	3	38253	3
58648	6	57123	5	50550	4	57960	5	32784	3
55981	5	59101	5	51439	4	59119	5	35792	3
35565	2	58785	5	31092	2	41256	3	51894	4
39944	3	56497	5	51993	4	68951	5	48869	3
35556	3	50309	4	30936	2	44483	3	44622	4
36265	3	35915	3	30213	2	49772	4	44749	3

Tabla 2: Datos usados en Proyecto

2.2.3 Uso de R Studio

Las razones de uso de la herramienta R en este proyecto es debido a las ventajas que presenta, como:

- Costo. R es gratis.

- Investigación reproducible (auto documentación, repetible).
- código + salida en un solo documento ('Quiero la respuesta correcta, no una respuesta rápida' - Paul Finnell).
- Escalable: aplicable a pequeños o grandes problemas.
- Existe una comunidad R con numerosos grupos R específicos de disciplina.
- Desbordamiento de pila
- Recursos de aprendizaje (cantidad y calidad) Libros de r
- R Libros (Gratis en línea)
- R se está "convirtiendo" en la nueva norma "Si no aceptamos estos desafíos, otros que están menos calificados lo harán; y los científicos del suelo serán desplazados por la apatía". (Arnold y Wilding, 1992).

Si bien algunas personas consideran que el uso de un entorno de línea de comando es desalentador, se ha convertido en una habilidad necesaria para los científicos a medida que aumenta el volumen y la variedad de datos. Por lo tanto, los scripts o la programación se han convertido en un tercer idioma para muchos científicos, además de su lenguaje nativo y terminología específica de la disciplina. Otros lenguajes de programación populares incluyen: SQL (es decir, NASIS), Python (es decir, ArcGIS) y JavaScript.

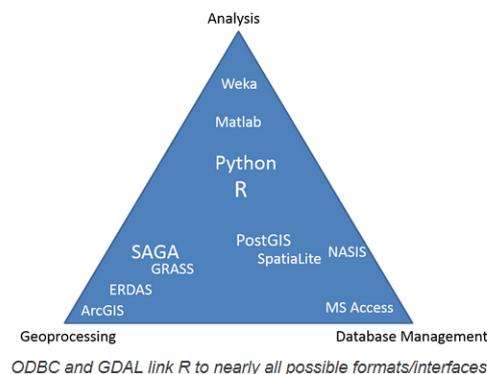


Figura 13: *Uso de R en la actualidad*

(http://ncss-tech.github.io/stats_for_soil_survey/chapters/1_introduction/1_introduction.html)

El ingreso de información a la herramienta es de la siguiente forma:

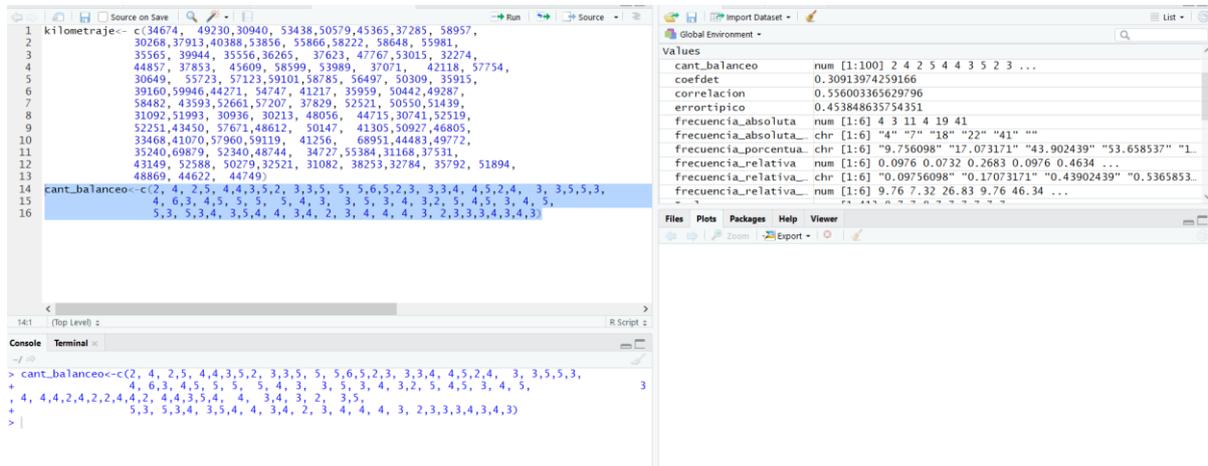


Figura 14: ejemplo del panel de R studio en ejecución

Como se puede observar en la figura anterior se puede apreciar cuatro ventanas en la de la parte superior Izquierda estará el código de la herramienta, en la parte superior derecha se puede observar las variables existentes, en la parte inferior izquierda se ve la parte de ejecución de comandos y en la parte inferior derecha es el panel donde se tiene la impresión de las gráficas, explorador de archivos, paquetes y la vista de ayuda

Para este análisis vamos a entrenar al Programa R estudio creando y cargando la variable `cant_balanceo` (cantidad de balanceos entre cada cambio de neumáticos)

```

cant_balanceo<-c(2, 4, 2,5, 4,4,3,5,2, 3,3,5, 5, 5,6,5,2,3, 3,3,4, 4,5,2,4, 3, 3,5,5,3, 4, 6,3, 4,5,
5, 5, 5, 4, 3, 3, 5, 3, 4, 3,2, 5, 4,5, 3, 4, 5,3, 4, 4,4,2,4,2,2,4,4,2, 4,4,3,5,4, 4, 3,4, 3, 2, 3,5,
5,3, 5,3,4, 3,5,4, 4, 3,4, 2, 3, 4, 4, 4, 3, 2,3,3,3,4,3,4,3)

```

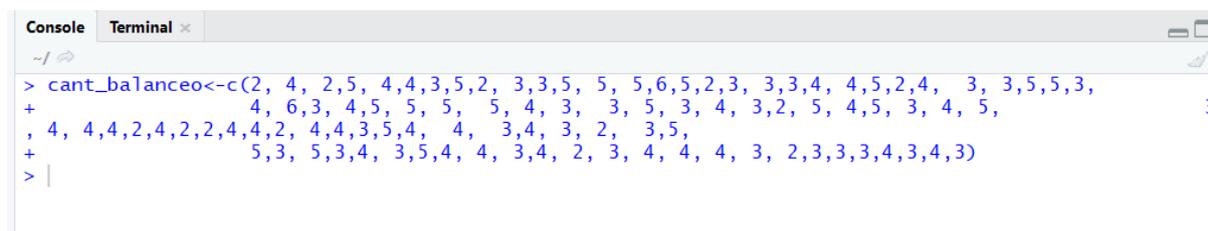


Figura 15: Entrenamiento de R con la variable cant_balanceo

Para la creación de la tabla de datos ocupamos el siguiente código:

```

repetidos<-factor(cant_balanceo)

summary(repetidos)

balanceo<-c (2, 3 ,4 ,5 ,6,"Total")

frecuencia_absoluta<-c (13, 31, 32, 22, 2 ,100)

frecuencia_relativa_porcent<-frecuencia_relativa*100

cumsum(frecuencia_absoluta)

frecuencia_absoluta_acum<- c (13, 44, 76, 98, 100,"")

frecuencia_relativa_acum<-cumsum(frecuencia_relativa)

frecuencia_relativa_acum<-c (0.13, 0.44, 0.76, 0.98, 1.00,"")

frecuencia_porcentual_acumulada <- cumsum(frecuencia_relativa_porcent)

frecuencia_porcentual_acumulada<-c (13, 44, 76, 98, 100,"")

xtiempos<-factor(balanceo)

xfrecuencia_absoluta<-factor(frecuencia_absoluta)

xfrecuencia_relativa<-factor(frecuencia_relativa)

xfrecuencia_porcentual<-factor(frecuencia_relativa_porcent)

xfrecuencia_absoluta_acum<-factor(frecuencia_absoluta_acum)

xfrecuencia_porcentual_acumulada<- factor(frecuencia_porcentual_acumulada)

xfrecuencia_relativa_acum<-factor(frecuencia_relativa_acum)

tabla_datos<-data.frame ("Notas"=
xtiempos,"fi"=xfrecuencia_absoluta,"ni"=xfrecuencia_relativa,"pi"
=xfrecuencia_porcentual,"Fi"=xfrecuencia_absoluta_acum,"Ni"=xfrecuencia_relativa_acum,
"Pi"=xfrecuencia_porcentual_acumulada, row.names = TRUE)

```

tabla_datos

2.2.4 Correlación y aplicación

El análisis de correlación es un método de evaluación estadística utilizado para estudiar la fortaleza de una relación entre dos variables continuas, medidas numéricamente (por ejemplo, altura y peso). Este tipo particular de análisis es útil cuando un investigador quiere establecer si hay posibles conexiones entre variables. A menudo se malinterpreta que el análisis de correlación determina la causa y el efecto; sin embargo, este no es el caso porque otras variables que no están presentes en la investigación pueden haber impactado en los resultados.

Si se encuentra correlación entre dos variables, significa que cuando hay un cambio sistemático en una variable, también hay un cambio sistemático en la otra; Las variables se alteran juntas durante un cierto período de tiempo. Si se encuentra correlación, dependiendo de los valores numéricos medidos, esto puede ser positivo o negativo.

Existe una correlación positiva si una variable aumenta simultáneamente con la otra, es decir, los valores numéricos altos de una variable se relacionan con los valores numéricos altos de la otra.

Existe una correlación negativa si una variable disminuye cuando la otra aumenta, es decir, los valores numéricos altos de una variable se relacionan con los valores numéricos bajos de la otra.

El coeficiente producto-momento de Pearson es la medición de la correlación y los rangos (dependiendo de la correlación) entre +1 y -1. +1 indica la correlación positiva más fuerte posible, y -1 indica la correlación negativa más fuerte posible. Por lo tanto, cuanto más cercano sea el coeficiente a cualquiera de estos números, más fuerte será la correlación de los datos que

representa. En esta escala, 0 indica que no hay correlación, por lo tanto, los valores más cercanos a cero resaltan la correlación más débil / más pobre que aquellos cercanos a + 1 / -1.

2.2.5 Determinación de la ecuación lineal

El modelo de regresión lineal simple se representa así: $y = (\beta_0 + \beta_1 x + E$

Por convención matemática, los dos factores que intervienen en un análisis de regresión lineal simple se designan x e y . La ecuación que describe cómo se relaciona y con x se conoce como el modelo de regresión. El modelo de regresión lineal también contiene un término de error que está representado por E , o la letra griega ϵ . El término de error se utiliza para explicar la variabilidad en y que no puede explicarse por la relación lineal entre x e y . También existen parámetros que representan a la población estudiada.

Estos parámetros del modelo que están representados por $(\beta_0 + \beta_1 x)$.

La ecuación de regresión lineal simple se representa así: $E(y) = (\beta_0 + \beta_1 x)$.

La ecuación de regresión lineal simple se grafica como una línea recta.

β_0 es la intersección y de la línea de regresión.

β_1 es la pendiente.

$E(y)$ es la media o el valor esperado de y para un valor dado de x .

Una línea de regresión puede mostrar una relación lineal positiva, una relación lineal negativa o ninguna relación. Si la línea graficada en una regresión lineal simple es plana (no inclinada), no hay relación entre las dos variables. Si la línea de regresión se inclina hacia arriba con el extremo inferior de la línea en la intersección y (eje) de la gráfica, y el extremo superior de la

línea se extiende hacia arriba en el campo de la gráfica, lejos de la intersección x (eje) existe una relación lineal positiva. Si la línea de regresión se inclina hacia abajo con el extremo superior de la línea en la intersección y (eje) del gráfico, y el extremo inferior de la línea se extiende hacia abajo en el campo del gráfico, hacia la intersección (eje) x existe una relación lineal negativa.

2.2.6 Hipótesis de normalidad

Una prueba de hipótesis prueba formalmente si la población que representa la muestra tiene una distribución normal.

La hipótesis nula establece que la población está distribuida normalmente, en contra de la hipótesis alternativa de que no está distribuida normalmente. Si el valor de p de la prueba es menor que el nivel de significación predefinido puede rechazar la hipótesis nula y concluir que los datos no son de una población con una distribución normal. Si el valor p es mayor que el nivel de significación predefinido no puede rechazar la hipótesis nula.

Se debe cuenta que las pequeñas desviaciones de la normalidad pueden producir un valor p estadísticamente significativo cuando el tamaño de la muestra es grande y, a la inversa, puede ser imposible detectar la no normalidad con una muestra pequeña. Siempre debe examinar la trama normal y usar su juicio, en lugar de confiar únicamente en la prueba de hipótesis. Muchas pruebas estadísticas y estimadores son robustos contra desviaciones moderadas en la normalidad debido al teorema del límite central.

Para el propósito de la investigación se tomó en cuenta un nivel de significancia del 5%

2.2.8 Análisis de la hipótesis de correlacionalidad

Una hipótesis es una afirmación comprobable sobre cómo funciona algo en el mundo natural. Mientras que algunas hipótesis predicen una relación causal entre dos variables, otras hipótesis predicen una correlación entre ellas. De acuerdo con la Base de Conocimiento de Métodos de Investigación, una correlación es un número único que describe la relación entre dos variables. Si no predice una relación causal o no puede medirla objetivamente, establezca claramente en su hipótesis que simplemente está prediciendo una correlación.

Investiga el tema en profundidad antes de formar una hipótesis. Sin un conocimiento adecuado sobre el tema, no podrá decidir si escribir una hipótesis para la correlación o la causalidad. Lee los resultados de experimentos similares antes de escribir tu propia hipótesis.

Identificar la variable independiente y la variable dependiente. Su hipótesis se ocupará de lo que sucede con la variable dependiente cuando se realiza un cambio en la variable independiente. En una correlación, las dos variables experimentan cambios al mismo tiempo en un número significativo de casos. Sin embargo, esto no significa que el cambio en la variable independiente cause el cambio en la variable dependiente.

2.2.9 Análisis del coeficiente de determinación

El coeficiente de determinación (indicado por R^2) es una salida clave del análisis de regresión. Se interpreta como la proporción de la varianza en la variable dependiente que es predecible a partir de la variable independiente.

El coeficiente de determinación es el cuadrado de la correlación (r) entre las puntuaciones y pronosticadas y las puntuaciones y reales; por lo tanto, varía de 0 a 1.

Con la regresión lineal, el coeficiente de determinación también es igual al cuadrado de la correlación entre las puntuaciones x e y.

Un R2 de 0 significa que la variable dependiente no puede predecirse a partir de la variable independiente.

Un R2 de 1 significa que la variable dependiente puede predecirse sin error desde la variable independiente.

Un R2 entre 0 y 1 indica la medida en que la variable dependiente es predecible. Un R2 de 0.10 significa que el 10 por ciento de la varianza en Y es predecible a partir de X; un R2 de 0.20 significa que el 20 por ciento es predecible; y así.

La fórmula para calcular el coeficiente de determinación para un modelo de regresión lineal con una variable independiente se presenta a continuación.

Coeficiente de determinación. El coeficiente de determinación (R2) para un modelo de regresión lineal con una variable independiente es:

$$R^2 = \left\{ \left(\frac{1}{N} \right) * \sum [(x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})] / (\sigma_x * \sigma_y) \right\}^2$$

Ecuación 2: formula del coeficiente de determinación

donde N es el número de observaciones utilizadas para ajustar el modelo, Σ es el símbolo de suma, x_i es el valor x para la observación i, \bar{x} es la media x valor, y_i es el valor y para la observación i, \bar{y} es la media y el valor, σ_x es la desviación estándar de x, y σ_y es la desviación estándar de y.

CAPITULO III

3.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo, se analiza los valores y resultados de información estadísticos que se obtuvieron después de analizar los conjuntos de datos, en dicho procesamiento de información se pudo establecer una hipótesis general que nos permite demostrar que la cantidad de balanceos es directamente proporcional a la cantidad de kilometraje que puede recorrer un juego de neumáticos durante su vida útil antes de realizar el cambio por un juego de neumáticos nuevos, en la variable de cantidad de balanceos por juego de neumáticos se elaboró una tabla de frecuencias con las dos variables que permitio saber la cantidad de personas que realizaron una x cantidad de balanceos y en porcentaje del total de la muestra, se realizó un estudio correlacional entre la cantidad de balanceos y la cantidad de kilometraje recorrido del juego de llantas y se logró establecer una regresión lineal con la cual se pudo plantear una ecuación de predicción

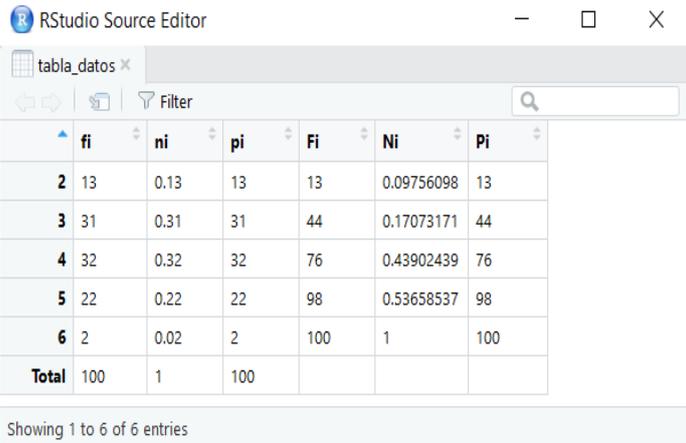
3.1 ESTABLECIMIENTO DE HIPOTESIS

La hipótesis estadística es una suposición sobre un parámetro poblacional. Esta suposición puede o no ser cierta. La prueba de hipótesis se refiere a los procedimientos formales utilizados por los estadísticos para aceptar o rechazar hipótesis estadísticas. En nuestro caso tomaremos dos Hipótesis

H₀= La cantidad de balanceos entre cambio de juegos de llantas es directamente proporcional a la duración en kilómetros de estas

H₁= La cantidad de balanceos entre cambio de juegos de llantas no es directamente proporcional a la duración en kilómetros de estas

3.2 ANÁLISIS DE LA TABLA DE FRECUENCIAS DE LA VARIABLE CANTIDAD DE BALANCEOS



The screenshot shows the RStudio Source Editor window with a table titled 'tabla_datos'. The table displays the following data:

	fi	ni	pi	Fi	Ni	Pi
2	13	0.13	13	13	0.09756098	13
3	31	0.31	31	44	0.17073171	44
4	32	0.32	32	76	0.43902439	76
5	22	0.22	22	98	0.53658537	98
6	2	0.02	2	100	1	100
Total	100	1	100			

Showing 1 to 6 of 6 entries

Tabla 3: tabla de frecuencias correspondiente a la variable cant_balanceo

De la elaboración de la tabla podemos obtener los siguientes análisis:

- 1) La mayor parte de las personas del grupo realizan entre 3 y 4 balanceos de los neumáticos durante su tiempo de vida útil.
- 2) Casi el 76% del total de la muestra realiza como máximo 4 balanceos y como mínimo 2
- 3) Solo el 22% del total de la muestra realiza 5 balanceos a los neumáticos durante su tiempo de vida útil
- 4) Solo 2 de cada 100 personas realizan 6 balanceos de los neumáticos durante el tiempo de vida útil de los mismos
- 5) El 13% de las personas de la muestra realiza solo 2 balanceos

Haciendo un análisis básico a la variable cantidad de balanceos se obtiene que:

Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
2.00	3.00	4.00	3.69	4.00	6.00

La media de balanceos es 3.69

La mediana de balanceos en el grupo de 100 personas es 4

El mínimo de balanceos en el tiempo de vida útil es de 2 y la máxima cantidad de balanceos es 6.

3.3 ANÁLISIS CORRELACIONAL ENTRE LA CANTIDAD DE BALANCEOS Y LA CANTIDAD DE KILÓMETROS DE UN JUEGO DE NEUMÁTICOS

Para el cálculo de la correlación en R studio ocuparemos el comando **cor** entre las variables **cant_balanceo** (cantidad de balanceos en el tiempo de vida útil del juego de neumáticos) y **kilometraje** (cantidad de kilómetros en el uso de un juego de neumáticos en su recambio) de la siguiente forma:

Correlacion =cor (cant_balanceo, kilometraje)

```
> Correlacion <- cor(cant_balanceo, kilometraje)# calculo de la correlacion entre variables
> Correlacion
[1] 0.9012752
```

Figura 16: Calculo de la correlación entre la cantidad de balaceas y el kilometraje durante la vida útil de un juego de neumáticos

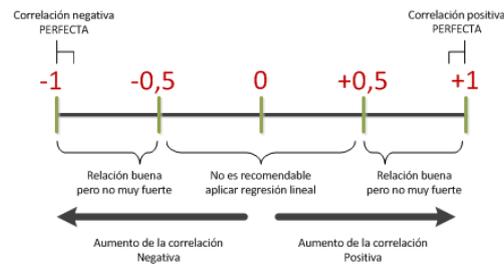


Figura 17: valoración del coeficiente de correlación

Como se puede observar el coeficiente de correlación corresponde a: 0.9012752 que si comparamos con la tabla de análisis podemos determinar que existe una **fuerte correlación positiva** entre la cantidad de balancesos y el kilometraje, este análisis nos permite decir que podemos realizar una regresión lineal.

3.4 DETERMINACION Y ANALISIS DE LA ECUACIÓN DE REGRESION LINEAL

Para el cálculo de la regresión lineal en R studio utilizamos el comando `lm` entre las variables `cant_balanceo` y `kilometraje` de la siguiente manera

```

Console Terminal
~/
> Regresion <- lm(kilometraje ~ cant_balanceo)
> summary(Regresion)

Call:
lm(formula = kilometraje ~ cant_balanceo)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-11112.1  -2765.0   294.4   2705.5  12643.4

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  14732.8    1579.9     9.325 3.53e-15 ***
cant_balanceo  8500.6     412.8    20.594 < 2e-16 ***
---

```

Figura 18: cálculo de la pendiente para reemplazo en la ecuación lineal

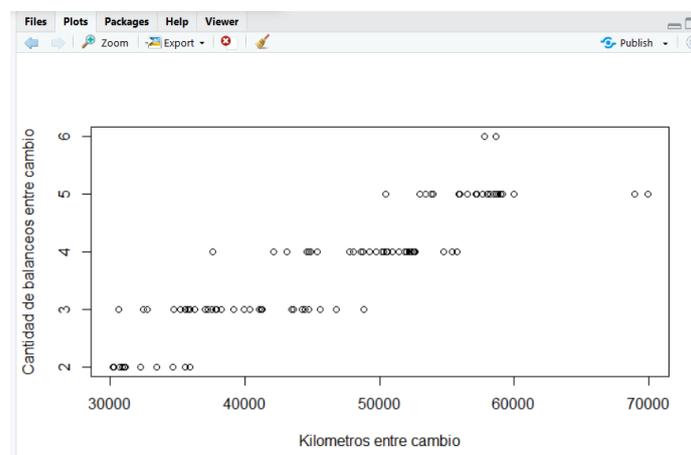


Figura 19: Grafica representativa de cantidad de balanceos vs kilómetros recorridos entre cambios

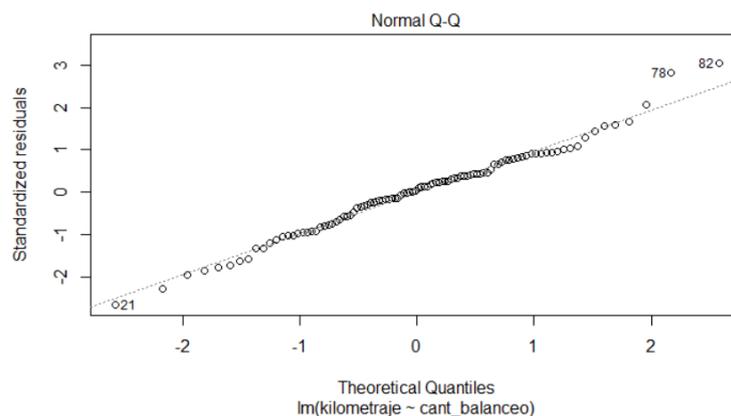


Figura 20: Representación gráfica de percentiles teóricos de la regresión lineal entre las variables kilometraje y cant_balanceo

De esto podemos determinar la ecuación lineal como:

$$y=14732.8 + 8500.6x$$

donde y va a representar la cantidad de kilómetros promedio que se obtendrán por cada x cantidad de balanceos.

3.4 ANALISIS DE LA HIPOTESIS ESTABLECIDA

3.4.1 Hipótesis de normalidad

Análisis de normalidad para la variable cant_balanceo

H0= La media es menor igual que 3

H1=es mayor a 3

Para esto en la herramienta R studio se utiliza el comando **rnorm de la siguiente forma**

muestra1<-rnorm(length(cant_balanceo), mean=3.69, sd= 1.021931)

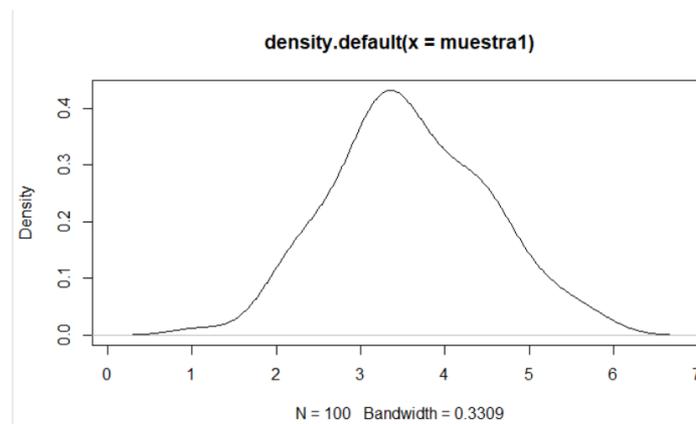


Figura 21: Grafica de la densidad de normalidad de la variable cantidad de balanceos
Aplicando las diferentes pruebas de normalidad con una tasa de 5% referencial: Shapiro, Anderson-Darling, Cramer-von Mises, Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov), Pearson, Shapiro-Francia

obtenemos los siguientes resultados:

```

> shapiro.test(muestral)$p.value
[1] 0.9110991
> ad.test(muestral)$p.value
[1] 0.782347
> cvm.test(muestral)$p.value
[1] 0.6429674
> lillie.test(muestral)$p.value
[1] 0.5034936
> pearson.test(muestral)$p.value
[1] 0.920856
> sf.test(muestral)$p.value
[1] 0.87299

```

Figura 22: Diferentes pruebas de normalidad de la variable cantidad de balanceos

En todos los test el valor de p sobre pasa el valor referencial del 5% por lo que no rechazamos H_0 , con lo que se determina que la mayor parte de las personas de la muestra realizan al menos 3 balanceos a los neumáticos durante el tiempo de vida útil de estos

Análisis de normalidad para la variable Kilometraje

H_0 = La media es menor igual a 45000km

H_1 =es mayor a 45000km

Para esto en la herramienta R studio se utiliza el comando **rnorm de la siguiente forma**

`muestral<-rnorm (length (kilometraje), mean=47286, sd= 9638.559)`

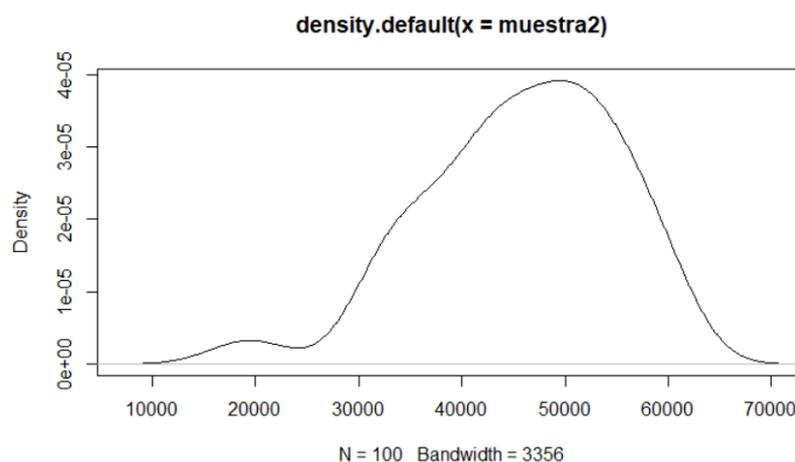


Figura 23: Grafica de la densidad de normalidad de la variable kilometraje

Aplicando las diferentes pruebas de normalidad con una tasa referencial del 5%: Shapiro, Anderson-Darling, Cramer-von Mises, Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov), Pearson, Shapiro-Francia

obtenemos los siguientes resultados:

```
> shapiro.test(muestra2)$p.value
[1] 0.01005498
> ad.test(muestra2)$p.value
[1] 0.09423416
> cvm.test(muestra2)$p.value
[1] 0.1805973
> lillie.test(muestra2)$p.value
[1] 0.2485653
> pearson.test(muestra2)$p.value
[1] 0.88849
> sf.test(muestra2)$p.value
[1] 0.01630203
```

Figura 24: Diferentes pruebas de normalidad de la variable

En todos los test el valor de p esta por debajo del valor el valor referencial del 5% por lo que rechazamos H0, por lo que se puede generalizar que en promedio un juego de neumaticos sobrepasa los 45000 km de vida util

3.4.2 Análisis de la hipótesis de correlacionalidad

La hipótesis planteada es

H0= La cantidad de balanceos entre cambio de juegos de llantas es directamente proporcional a la duración en kilómetros de estas

H1= La cantidad de balanceos entre cambio de juegos de llantas no es directamente proporcional a la duración en kilómetros de estas

En el punto 3.3 se pudo determinar que el coeficiente de correlación es de 0.9012752 lo que da lugar a que con una probabilidad de error del 90.13% podemos decir que la cantidad de balanceos influye directamente en el rendimiento en kilómetros del tiempo de vida útil de los neumáticos. Por lo que podemos decidir la hipótesis H0 como correcta

3.4.2 Análisis del coeficiente de determinación

En R estudio este coeficiente lo obtenemos mediante la sentencia:

```
coefdet<- (cor (kilometraje, cant_balanceo) ^2) *100
```

```
> coefdet<-(cor(kilometraje,cant_balanceo)^2)*100
> coefdet
[1] 81.2297
```

Figura 25: Coeficiente de determinación del kilometraje en función de la cantidad de balanceos

El 81.23% de la relación del kilometraje tiene que ver con la cantidad de balanceos realizados durante la vida útil de los neumáticos el 18.77% es por causas externas

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES:

- ✓ Se ha logrado determinar a través del uso de herramientas estadísticas que el balanceo de los neumáticos influye directamente en el tiempo de vida útil de los mismos a través de la ecuación lineal $y=14732.8 + 8500.6x$
- ✓ Se determinó que la influencia del balanceo de los neumáticos sobre el tiempo de vida útil está dado por una dependencia del 81.23% mientras que el restante 18.77 % está dado por factores externos tales como: temperatura, tipo de suelo, etc.
- ✓ En Ecuador los neumáticos deben reequilibrarse realizado u balanceo después de cualquier reparación, para tener en cuenta la sutil diferencia de peso introducida por el parche o el tapón.
- ✓ El desgaste desigual de la banda de rodadura es el indicador más común de desbalance de los neumáticos. Cuando los neumáticos se vuelven significativamente desequilibrados, muchos conductores comienzan a notar una vibración a velocidades

de alrededor de 40 mph y más, especialmente si los neumáticos no están equilibrados en la parte delantera. Sin embargo, los desequilibrios no siempre son detectables por el conductor.

- ✓ Un desbalance en los neumáticos por más mínimo que sea incide en el desgaste o daño prematuro en los componentes de la suspensión
- ✓ A partir de la generalización podemos decir que la mayor parte de personas realizan entre 3 y 4 mantenimientos de balanceo durante la vida útil de los vehículos
- ✓ A pesar de las adversidades de la realidad local los neumáticos en su gran mayoría tienen un tiempo de vida útil mayor a 45000km

4.2 recomendaciones

- ✓ Se recomienda el manejo de más variables aparte de la cantidad de balanceos para poder ajustar el modelo de regresión lineal.
- ✓ La subdivisión de variantes en los neumáticos vuelve un tanto dispersa a la muestra por lo que se aconseja en estudios futuros seleccionar un fabricante con un modelo específico
- ✓ Los diferentes usos de los vehículos no permiten apreciar de manera clara la variable por lo que para estudios futuros se aconseja delimitar las muestras en función del tipo de vehículo y el uso
- ✓ Al generalizar las condiciones en donde transitan los vehículos hace pertinente una división entre vehículos que transitan en zonas urbanas y los que transitan en zonas rurales esto permitirá que próximos modelos permitan ver un enfoque más ajustado a la realidad

- ✓ La falta de fidelización o un control excelso de los mantenimientos de balanceo y alineación de un vehículo hacen difícil la obtención de una cantidad de datos mayor que sería lo ideal para el modelo de entrenamiento
- ✓ Durante el uso típico, es una buena idea tener sus neumáticos balanceados cada 6000 km a 8000 km contrario a los 10000 km que aconseja el fabricante.

REFERENCIAS Y CITAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alroqi, A. A., & Wang, W. (2015). Comparison of aircraft tire wear with initial wheel rotational speed. *International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace*, 2(1), 2. Retrieved 4 24, 2019, from <https://commons.erau.edu/ijaaa/vol2/iss1/2>
- Avalos, A. F. (2016). *Estudio para la valorización de los neumáticos nacionales e importados mediante norma INEN NTE 2097 e INEN NTE 2099*. Quito: UIDE.
- Ávila, M., Ávila, J., Hernández, H., Verde, O., Romero, M., & Alejos, Y. (2013). Precision evaluation of two Venezuelan laboratories for apparent amylose determination in milled rice (*Oryza sativa* L.). *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 4(1), 24-31. Retrieved 4 24, 2019, from <https://cabdirect.org/cabdirect/abstract/20133249056>
- Bolt, T. D., & Dannenberg, E. M. (1961). Effects of Carbon Black Structure on Tire Tread Wear. *Rubber Chemistry and Technology*, 34(1), 43-56. Retrieved 4 24, 2019, from <https://rubberchemtechnol.org/doi/abs/10.5254/1.3540208>
- Brenner, F. C., Scheiner, S. R., & Kondo, A. (1975). Effect of Tire Wear on Wear Rate. *Tire Science and Technology*, 3(4), 235-251. Retrieved 4 24, 2019, from <https://tiresciencetechnology.org/doi/abs/10.2346/1.2167207>
- Bridges, K. L. (1937). *Method of making a wear indicating tire*. Retrieved 4 24, 2019, from <https://patents.google.com/patent/us2102784a/en>

- Cerny, J., Manas, D., Holik, Z., Ovsik, M., Bednarik, M., Mizera, A., . . . Manas, M. (2013). *Wear of Heavy Industry Tires*. Retrieved 4 24, 2019, from <http://naun.org/main/naun/mcs/16-605.pdf>
- Chamblin, K. D. (1976). *Indicator for tire wear patterns*. Retrieved 4 24, 2019, from <http://freepatentsonline.com/4074742.html>
- Cuny, A., & Severens, F. (2010). *Tire tread wear indicator and molding device therefore*. Retrieved 4 24, 2019, from <https://patents.google.com/patent/ep2329967b1/en>
- Cuny, A., Severens, F., & Cambron, A.-F. G.-M. (2007). *Tire tread wear indicator molding device for forming a tread wear indicator*. Retrieved 4 24, 2019, from <http://freepatentsonline.com/y2007/0163691.html>
- Daugherty, R. H., Yager, T. J., & Stubbs, S. M. (1988). *Shuttle landing runway modification to improve tire spin-up wear performance*. Retrieved 4 24, 2019, from <https://sae.org/publications/technical-papers/content/881402>
- GERSCHLER, H. (1985). Tecnología del automóvil Tomo 2. In H. GERSCHLER, *Tecnología del automóvil* (p. 492). Ecuador Quito: Editorial Edibosco.
- GIL, H. (2004). Manual CEAC del automóvil, 1era. Ed.,. España: ,Grupo editorial CEAC.
- Gültlinger, J., Gauterin, F., Brandau, C., Schlittenhard, J., & Wies, B. (2014). *Investigations of Road Wear Caused by Studded Tires*. Retrieved 4 24, 2019, from <http://tiresciencetechnology.org/doi/abs/10.2346/tire.14.420101>
- Gunaratne, M., Bandara, N., Medzorian, J., Chawla, M., & Ulrich, P. (2000). CORRELATION OF TIRE WEAR AND FRICTION TO TEXTURE OF CONCRETE PAVEMENTS. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 12(1), 46-54. Retrieved 4 24, 2019, from <https://trid.trb.org/view.aspx?id=639452>
- Guo, K. &. (2007). Unified tire model for vehicle dynamicsimulation. In *vehicle System Dynamics* (pp. 79-99).
- He, J. F., Jin, X. X., & Hou, C. Y. (2011). Simulation Analysis and Research of Tire Wear. *Advanced Materials Research*, 1212-1216. Retrieved 4 24, 2019, from <https://scientific.net/amr.299-300.1212>
- Honkinmax. (2009). *Uneven front tire wear*. Retrieved 4 24, 2019, from https://brickboard.com/rwd/volvo/1340035/220/240/260/280/uneven_front_tire_wear.html
- Huertas, D. P. (2002). *Cinta de Moebio No. 15*. Mexico: Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Chile y IRENAT-CP. Montecillo.
- Inafuko, J. T., & Donet, J. L. (2007). *Estadística aplicada. Primera Parte*. Retrieved 4 24, 2019, from <https://econpapers.repec.org/repec:pai:bookup:12-04>
- Li, Y., Zuo, S., Lei, L., Yang, X., & Wu, X. (2012). Analysis of impact factors of tire wear. *Journal of Vibration and Control*, 18(6), 833-840. Retrieved 4 24, 2019, from <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1077546311411756>
- Lowne, R. W. (1970). *THE EFFECT OF ROAD SURFACING TEXTURE ON TIRE WEAR*. Retrieved 4 24, 2019, from <https://trid.trb.org/view.aspx?id=97878>

- Maître, O. L., Süßner, M., & Zarak, C. E. (1998). *Evaluation of Tire Wear Performance*. Retrieved 4 24, 2019, from <https://sae.org/publications/technical-papers/content/980256>
- MARN. (2010). *Ministry of Environment and Natural Resources*. Retrieved 4 24, 2019, from MARN: <http://www.marn.gob.sv/>
- Martínez, L. D., Valenzuela, C. M., Peña, A. H., Mendoza, J. O., Castro, E. S., & Villanueva, J. L. (2014). Use and management of pesticides in greenhouses in the northern region of the state of Puebla, Mexico. *Acta Universitaria*, 24(3), 3-12. Retrieved 4 24, 2019, from http://actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/570/pdf_11
- ndesouza. (2004). *Question about interpreting a saw-tooth Tire-Wear pattern*. Retrieved 4 24, 2019, from https://brickboard.com/rwd/volvo/889244/740/760/780/question_interpreting_sawtooth_h_tirewear_pattern_tire_wear_pressure_saw_tooth_toe_alignment.html
- O'Brien, J. M., & O'Brien, P. M. (2005). *Method of making tire having wear indicators*. Retrieved 4 24, 2019, from <https://patents.google.com/patent/us7291237b2/en>
- oktire. (2019, 3 20). *Tire Balancing and Vibration*. Retrieved from <https://www.oktire.com:https://www.oktire.com/tire-balancing-and-vibration/>
- OPONEO.ES. (2015, 7 23). *Estructura de los neumáticos: la función de cada uno*. Retrieved from OPONEO.ES: <https://www.oponeo.es/articulo/estructura-de-los-neumaticos-la-funcion-de-cada-uno>
- Orellana, L. (2008). *Regresión Lineal Simple*. Mexico: http://www.dm.uba.ar/materias/estadistica_Q/2011/1/clase%20regresion%20simple.pdf.
- Pinos, E. M., & Vázquez, G. P. (2017). *Perfil de sensibilidad y resistencia antibiótica en mujeres diabéticas tipo 2 con infección del tracto urinario por Escherichia Coli. Hospital Vicente Corral Moscoso, Cuenca 2014-2016*. Retrieved 4 24, 2019, from http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28253/1/proyecto_de_investigaci%C3%B3n.pdf
- Porto, A., & Huben, C. (1990). *Wear-indicating tire*. Retrieved 4 24, 2019, from <http://freepatentsonline.com/h001283.html>
- Pottinger, M. G. (1992). The Three- Dimensional Contact Patch Stress Field of Solid and Pneumatic Tires. *Tire Science and Technology*, 20(1), 3-32. Retrieved 4 24, 2019, from <https://tiresciencetechnology.org/doi/abs/10.2346/1.2139508>
- Quispe, G. G. (2014, 11 11). *neumaticos michellin*. Retrieved from <https://es.slideshare.net/https://es.slideshare.net/jorgeluisquispegarriazo/neumaticos-michellin>
- Raskas, E. J. (2004). *Tire wear sensor*. Retrieved 4 24, 2019, from <https://patents.google.com/patent/us20060090558a1/en>
- Romeo . (2009, 5 1). *Ruedas: simbología y tipos*. Retrieved from <https://www.mediavida.com:https://www.mediavida.com/foro/motor/ruedas-simbologia-y-tipos-357508>
- S, G. R. (2009). *Correlación entre variables*. Antioquia(Colombia): niversidad de Granada.
- Saibel, E., & Tsai, C. (1973). Tire wear by ablation. *Wear*, 24(2), 161-176. Retrieved 4 21, 2019, from <https://sciencedirect.com/science/article/pii/0043164873902299>

- Sakai, H. (1996). Friction and Wear of Tire Tread Rubber. *Tire Science and Technology*, 24(3), 252-275. Retrieved 4 21, 2019, from <https://tiresciencetechnology.org/doi/abs/10.2346/1.2137522>
- Sanchez, J. (2006). *UN ANÁLISIS DEL SECTOR AUTOMOTRIZ Y SU MODELO DE GESTIÓN EN EL SUMINISTRO DE LAS AUTOPARTES*. Retrieved 4 24, 2019, from <http://imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt288.pdf>
- Shih, A. J., & McCall, R. C. (2004). Kinematics and Wear of Tool Blades for Scrap Tire Shredding. *Machining Science and Technology*, 8(2), 193-210. Retrieved 4 24, 2019, from http://wumrc.engin.umich.edu/wp-content/uploads/sites/51/2013/08/04_mst_blade_tool_wear.pdf
- Singh, K. B., & Parsons, A. W. (2013). *TIRE WEAR STATE ESTIMATION SYSTEM AND METHOD*. Retrieved 4 24, 2019, from <https://patents.google.com/patent/us9050864b2/en>
- Tamada, R., & Shiraishi, M. (2017). Prediction of Uneven Tire Wear Using Wear Progress Simulation. *Tire Science and Technology*, 45(2), 87-100. Retrieved 4 21, 2019, from <https://tiresciencetechnology.org/doi/full/10.2346/tire.17.450201>
- Tandy, D. F., Pascarella, R. J., Neal, J. W., Baldwin, J. M., & Rehkopf, J. D. (2010). Effect of Tire Wear on Tire Force and Moment Characteristics. *Tire Science and Technology*, 38(1), 47-79. Retrieved 4 24, 2019, from <http://tiresciencetechnology.org/doi/pdf/10.2346/1.3298680>
- Tire Tech Information: UTQG*. (n.d.). Retrieved 4 24, 2019, from TireRack.com: <http://www.tirerack.com/tires/tiretech/techpage.jsp?techid=48>
- Tire wear foremost source of microplastics*. (n.d.). Retrieved 4 24, 2019, from IVL Swedish Environmental Research Institute: <http://www.ivl.se/english/startpage/top-menu/pressroom/press-releases/press-releases---arkiv/2016-03-29-tire-wear-foremost-source-of-microplastics.html>

ANEXOS

ANEXO I

ANEXO 1: TABLA DE DATOS OBTENIDA DE EMPRESA NORLLANTAS

Kilometraje	cant de balanceos								
34674	2	37623	4	39160	3	48056	4	35240	3
49230	4	47767	4	59946	5	44715	4	69879	5
30940	2	53015	5	44271	3	30741	2	52340	4
53438	5	32274	2	54747	4	52519	4	48744	4
50579	4	44857	4	41217	3	52251	4	34727	3
45365	4	37853	3	35959	2	43450	3	55384	4
37285	3	45609	3	50442	5	57671	5	31168	2
58957	5	58599	5	49287	4	48612	4	37531	3
30268	2	53989	5	58482	5	50147	4	43149	4
37913	3	37071	3	43593	3	41305	3	52588	4
40388	3	42118	4	52661	4	50927	4	50279	4
53856	5	57754	6	57207	5	46805	3	32521	3
55866	5	30649	3	37829	3	33468	2	31082	2
58222	5	55723	4	52521	4	41070	3	38253	3
58648	6	57123	5	50550	4	57960	5	32784	3
55981	5	59101	5	51439	4	59119	5	35792	3
35565	2	58785	5	31092	2	41256	3	51894	4
39944	3	56497	5	51993	4	68951	5	48869	3
35556	3	50309	4	30936	2	44483	3	44622	4
36265	3	35915	3	30213	2	49772	4	44749	3

ANEXO II

ANEXO 2: Código de generación de modelo en herramienta R Studio

```

kilometraje<- c (34674, 49230,30940, 53438,50579,45365,37285, 58957,
30268,37913,40388,53856, 55866,58222, 58648, 55981,
35565, 39944, 35556,36265, 37623, 47767,53015, 32274,
44857, 37853, 45609, 58599, 53989, 37071, 42118, 57754,
30649, 55723, 57123,59101,58785, 56497, 50309, 35915,
39160,59946,44271, 54747, 41217, 35959, 50442,49287,
58482, 43593,52661,57207, 37829, 52521, 50550,51439,
31092,51993, 30936, 30213, 48056, 44715,30741,52519,
52251,43450, 57671,48612, 50147, 41305,50927,46805,
33468,41070,57960,59119, 41256, 68951,44483,49772,
35240,69879, 52340,48744, 34727,55384,31168,37531,
43149, 52588, 50279,32521, 31082, 38253,32784, 35792, 51894,
48869, 44622, 44749)

cant_balanceo<-c (2, 4, 2,5, 4,4,3,5,2, 3,3,5, 5, 5,6,5,2,3, 3,3,4, 4,5,2,4, 3, 3,5,5,3,
4, 6,3, 4,5, 5, 5, 5, 4, 3, 3, 5, 3, 4, 3,2, 5, 4,5, 3, 4, 5, 3, 4, 4,4,2,4,2,2,4,4,2, 4,4,3,5,4,
4, 3,4, 3, 2, 3,5,
5,3, 5,3,4, 3,5,4, 4, 3,4, 2, 3, 4, 4, 4, 3, 2,3,3,3,4,3,4,3)

repetidos<-factor(cant_balanceo)

summary(repetidos)

balanceo<-c (2, 3 ,4 ,5 ,6,"Total")

frecuencia_absoluta<-c (13, 31, 32, 22, 2 ,100)

frecuencia_relativa_porcent<-frecuencia_relativa*100

cumsum(frecuencia_absoluta)

```

```

frecuencia_absoluta_acum<- c (13, 44, 76, 98, 100,"")
frecuencia_relativa_acum<-cumsum(frecuencia_relativa)
frecuencia_relativa_acum<-c (0.13, 0.44, 0.76, 0.98, 1.00,"")
frecuencia_porcentual_acumulada <- cumsum(frecuencia_relativa_porcent)
frecuencia_porcentual_acumulada<-c (13, 44, 76, 98, 100,"")
xtiempos<-factor(balanceo)
xfrecuencia_absoluta<-factor(frecuencia_absoluta)
xfrecuencia_relativa<-factor(frecuencia_relativa)
xfrecuencia_porcentual<-factor(frecuencia_relativa_porcent)
xfrecuencia_absoluta_acum<-factor(frecuencia_absoluta_acum)
xfrecuencia_porcentual_acumulada<- factor(frecuencia_porcentual_acumulada)
xfrecuencia_relativa_acum<-factor(frecuencia_relativa_acum)
tabla_datos<-          data.          frame          ("Notas"=
xtiempos,"fi"=xfrecuencia_absoluta,"ni"=xfrecuencia_relativa,"pi"
=xfrecuencia_porcentual,"Fi"=xfrecuencia_absoluta_acum,"Ni"=xfrecuencia_relativa_acum,
"Pi"=xfrecuencia_porcentual_acumulada, row. names = TRUE)
tabla_datos
summary(cant_balanceo)
Correlacion <- cor (cant_balanceo, kilometraje) # cálculo de la correlación entre variables
Regresion <- lm (kilometraje ~ cant_balanceo)
summary (Regresion)
plot (kilometraje, cant_balanceo, xlab = "Kilometros entre cambio", ylab = "Cantidad de
balanceos entre cambio")
abline (Regresion)
muestra1<-rnorm(length(cant_balanceo), mean=3.69, sd= 1.021931)

```

```
sd(cant_balanceo)

plot(density(muestra1))

shapiro.test(muestra1) $p.value

ad.test(muestra1) $p.value

camotes(muestra1) $p.value

Lillie. Test(muestra1) $p.value

pearson.test(muestra1) $p.value

sf.test(muestra1) $p.value

muestra2<-rnorm(length(kilometraje), mean=47286, sd= 9638.559)

sd(kilometraje)

plot(density(muestra2))

shapiro.test(muestra2) $p.value

ad.test(muestra2) $p.value

cvm.test(muestra2)$p.value

lillie.test(muestra2)$p.value

pearson.test(muestra2)$p.value

sf.test(muestra2)$p.value

coefdet<-(-cor(kilometraje,cant_balanceo)^2)*100

coefdet
```

ANEXO III**ANEXO 3: Modelo de carta de solicitud de datos**

Norllanta S.A. (Empresa patrocinadora)

Ibarra, 24 de febrero de 2019

Estimados señores:

Yo José Luis Chasiquiza Campaña portador de la CI:10030956331 es escribo esta carta solicitando su participación en el proyecto de tesis "Evaluación de desgaste de neumáticos por falta de balanceamiento" misma que estoy realizando como proyecto de titulación de la carrera de Ingeniería automotriz en la Universidad Técnica del Norte. La manera en la que solicito su participación es facilitándome un conjunto de datos de cantidad de balanceos y tiempos de cambio de llantas de sus clientes. Sabedor de los derechos y protección de su clientela no solicito datos de carácter personal como nombres números de cedula ni ninguna información de este tipo

Por la atención prestada a la presente y el visto bueno a la misma les anticipo mis agradecimientos.

Un saludo afectuoso

Atentamente


José Luis Chasiquiza Campaña