



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**DETERMINAR LA FRECUENCIA DE DAÑOS Y FALLAS EN  
VEHÍCULOS DE TRANSPORTE PÚBLICO LIVIANO EN LA  
CIUDAD DE QUITO, PARA ELABORAR UN PLAN DE  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PARA MINIMIZAR  
ACCIDENTES DE TRÁNSITO.**

**JUAN JOSÉ VELÁSTEGUI ARCOS**

**DIRECTOR: ING EDWIN TAMAYO**

**QUITO MARZO DEL 2014**

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2013  
Reservados todos los derechos de reproducción

# DECLARACIÓN

Yo Juan José Velástegui Arcos, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

Juan José Velástegui Arcos

C.I. 171809330-3

# CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “DETERMINAR LA FRECUENCIA DE DAÑOS Y FALLAS EN VEHICULOS DE TRANSPORTE PUBLICO LIVIANO EN LA CIUDAD DE QUITO, PARA ELABORAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PARA MINIMIZAR ACCIDENTES DE TRANSITO”, que, para aspirar al título de Ingeniero Automotriz fue desarrollado por Juan José Velástegui Arcos , bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

---

Edwin Tamayo

**DIRECTOR DELTRABAJO**

C.I. 170860146-1

## **DEDICATORIA**

En primer lugar este trabajo de titulación va dedicado a las dos personas que más amo, que desde pequeño supieron creer en mí, y me brindaron el infinito apoyo incondicional por más decepciones y problemas que les haya traído en el caminar de la vida.

El fruto del esfuerzo, de levantarse después de cada y muchas caídas, va dedicado a mis padres. Fuente se sabiduría, que me han enseñado los principales valores, para que ahora pueda culminar esta etapa tan importante y hermosa de mi vida.

Mis hermanos Augusto y Luis, fieles testigos de mi andar, que con su apoyo, y nobles consejos fueron un pilar durante mi carrera.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecer a la Universidad Tecnológica Equinoccial y la escuela de Ingeniería Automotriz, por acogerme cinco largos años de mi vida, siendo cada uno de esos días llenos de aprendizaje nuevo no solo en lo profesional sino en lo personal, donde compartí grandes experiencias y amistades.

Gracias al Ing Edwin Tamayo por su dedicación y paciencia en la guía de este trabajo de titulación.

Gracias a todos los maestros de la carrera, ya que por sus enseñanzas no solo técnicas el día de mañana podré salir airoso de la lucha diaria profesional.

Gracias a mis amigos, familiares que estuvieron ahí dándome un empujón necesario para culminar este trabajo.

Y principalmente gracias a nuestro rey celestial Dios que supo guiarme en el duro camino de la vida, y me bendice cada día.

# INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 ANTECEDENTES.....	5
2.2 MANTENIMIENTO.....	6
2.2.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	7
2.2.2.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO INMEDIATO.....	8
2.2.2.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO DIFERIDO.....	8
2.2.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	8
2.2.2.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO.....	10
2.2.2.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO PREDICTIVO.....	10
2.2.2.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE OPORTUNIDAD.....	10
2.3 SISTEMA DE FRENOS.....	10
2.3.1 COMPONENTES DEL SISTEMA DE FRENO.....	11
2.3.1.1 PEDAL DE FRENO.....	12
2.3.1.2 CILINDRO MAESTRO.....	12
2.3.1.3 SOBREELEVADOR DE POTENCIA DE FRENO (BOOSTER SERVO).....	12
2.3.1.4 TUBERIAS DE FRENO.....	12
2.3.1.5 ENSAMBLE DE FRENOS EN LAS RUEDAS.....	13
2.3.1.6 FRENO DE MANO.....	13
2.3.1.7 LIQUIDO DE FRENOS.....	13
2.3.2 FRENOS DE DISCO.....	13
2.3.2.1 DISCO.....	14
2.3.2.2 PASTILLAS.....	15

2.3.3 FRENOS DE TAMBOR.....	17
2.3.4 MANTENIMIENTO AL SISTEMA DE FRENOS.....	17
2.4 NEUMÁTICOS.....	19
2.4.1 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DE UN NEUMATICO.....	19
2.4.2 ADHERENCIA O AGARRE.....	20
2.4.2.1 ADHESION.....	20
2.4.2.2 DEFORMACION.....	21
2.4.2.3 DESGARRE Y DESGASTE.....	21
2.4.3 LABRADO.....	22
2.4.3.1 SIGNIFICADO DE EL LABRADO.....	22
2.4.3.1.1 BLOQUES.....	23
2.4.3.1.2 COSTILLAS.....	23
2.4.3.1.3 CORTES.....	24
2.4.3.1.4 PERFORACIONES.....	24
2.4.3.1.5 HOMBRO.....	25
2.4.3.1.6 RELACION DE ACANALADURA.....	25
2.4.3.1.7 CANALES.....	26
2.4.4 NOMENCLATURA DE UN NEUMÁTICO.....	27
2.4.5 MANTENIMIENTO DE NEUMÁTICOS.....	28
2.4.5.1 ALINEACIÓN.....	28
2.4.5.2 BALANCEO.....	28
2.4.5.3 ROTACIÓN.....	29
2.4.5.4 CONTROL DE PRESIÓN.....	29
2.4.5.5 CAMBIO DE NEUMÁTICOS.....	29
2.5 SUSPENSIÓN.....	29
2.5.1 RESORTES.....	30
2.5.2 DISEÑO DE RESORTES.....	32
2.5.2.1 RESORTES ESPIRALES.....	32
2.5.2.2 RESORTES DE LÁMINAS.....	33
2.5.2.3 BARRA DE TORSION.....	33



2.5.2.4 RESORTES DE AIRE .....	34
2.5.2 AMORTIGUADORES .....	35
2.5.3 NEUMÁTICOS .....	36
2.5.4 BUJES.....	36
2.5.5 MANTENIMIENTO AL SISTEMA DE SUSPENSION .....	37
2.6 MOTOR .....	37
2.6.1 CICLO OTTO .....	38
2.6.1.1 ADMISIÓN .....	39
2.6.1.2 COMPRESIÓN.....	39
2.6.1.3 EXPLOSIÓN .....	40
2.6.1.4 ESCAPE.....	41
2.6.2 LUBRICANTES .....	42
2.6.2.1 LUBRICACION.....	43
2.6.2.2 ENFRIAMIENTO Y LIMPIEZA .....	43
2.6.2.3 ACEITE COMO SELLANTE.....	43
2.6.3 FILTRO DE AIRE .....	43
2.6.4 FILTRO DE COMBUSTIBLE .....	44
2.6.5 BUJIAS.....	44
2.6.6 MANTENIMIENTO DEL MOTOR.....	45
2.7 CAJA DE CAMBIOS .....	47
3. METODOLOGÍA .....	49
3.1 TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	49
3.2 UNIVERSO Y MUESTRA .....	49
3.2.1 UNIVERSO.....	50
3.2.2 MUESTRA.....	50
3.3 RECOLECCION DE LA INFORMACIÓN.....	50
3.4 ENCUESTA .....	51
3.5 ALCANCE.....	56
4. RESULTADOS.....	58

4.1 ANALISIS DE RESULTADOS .....	75
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	80
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	81
5.1 CONCLUSIONES .....	81
5.2 RECOMENDACIONES .....	82
BIBLIOGRAFÍA .....	84
ANEXOS .....	87

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Marca de vehículo.....	58
Tabla 2. Kilometraje recorrido .....	59
Tabla 3. ¿Lo compro de fábrica? .....	60
Tabla 4. ¿Sigue el plan de mantenimiento preventivo dado por el fabricante?.	61
Tabla 5. Cantidad de kilómetros recorridos al día.....	62
Tabla 6. Cantidad de horas trabajadas al día .....	63
Tabla 7. Cantidad de días trabajados a la semana.....	64
Tabla 8. Tiempo en que se realiza ABC de frenos.....	65
Tabla 9. Tiempo en que se realiza rotación de neumáticos.....	66
Tabla 10. Tiempo en que se realiza alineación y balanceo .....	67
Tabla 11. Tiempo en que se realiza cambio de neumáticos.....	68
Tabla 12. Tiempo en que se realiza reajuste y chequeo de suspensión.....	69
Tabla 13. Tiempo en que se realiza cambio de amortiguadores .....	70
Tabla 14. Tiempo en que se realiza cambio de filtro de combustible.....	71
Tabla 15. Tiempo en que se realiza cambio de filtro de aire.....	72
Tabla 16. Tiempo en que se realiza cambio de bujías.....	73
Tabla 17. Tiempo en que se realiza cambio de aceite de caja de cambios .....	74

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de mantenimiento.....	7
Figura 2. Sistema de frenos.....	12
Figura 3. Freno de disco.....	13
Figura 4. Disco.....	15
Figura 5. Pastillas.....	15
Figura 6. Sensor de desgaste.....	16
Figura 7. Freno de tambor.....	17
Figura 8. Adhesión.....	20
Figura 9. Deformación.....	21
Figura 10. Desgarre y desgaste.....	21
Figura 11. Labrado.....	22
Figura 12. Bloques.....	23
Figura 13. Costillas.....	23
Figura 14. Cortes.....	24
Figura 15. Perforaciones.....	24
Figura 16. Hombro.....	25
Figura 17. Relación de acanaladura.....	25
Figura 18. Canales.....	26
Figura 19. Hydroplane.....	26
Figura 20. Nomenclatura.....	27
Figura 21. Funcionamiento del resorte.....	31
Figura 22. Resorte espiral.....	32
Figura 23. Resorte de láminas.....	33
Figura 24. Barra de torsión.....	34
Figura 25. Resorte de aire.....	34
Figura 26. Amortiguador.....	35
Figura 27. Bujes.....	36
Figura 28. Ciclo Otto.....	38
Figura 29. Admisión.....	39
Figura 30. Compresión.....	40
Figura 31. Explosión.....	41
Figura 32. Escape.....	42
Figura 33. Porcentaje de las marcas de autos utilizados para taxis.....	58
Figura 34. Porcentaje de kilometraje recorrido por los vehículos.....	59
Figura 35. Porcentaje de los vehiculos que fueron comprados de fabrica.....	60

Figura 36. Porcentaje de vehículos que siguen el plan de mantenimiento preventivo .....	61
Figura 37. Porcentaje del kilometraje recorrido al día.....	62
Figura 38. Porcentaje de horas trabajadas al día .....	63
Figura 39. Porcentaje de días trabajados a la semana.....	64
Figura 40. Porcentaje del número de vehículos que hacen ABC de frenos cada cierto tiempo .....	65
Figura 41. Porcentaje del número de vehículos que hacen rotación de neumáticos cada cierto tiempo .....	66
Figura 42. Porcentaje del número de vehículos que hacen alineación y balanceo cada cierto tiempo.....	67
Figura 43. Porcentaje del número de vehículos que hacen cambio de neumáticos cada cierto tiempo .....	68
Figura 44. Porcentaje del número de vehículos que hacen reajuste y chequeo de suspensión cada cierto tiempo.....	69
Figura 45. Porcentaje del número de vehículos que cambian amortiguadores cada cierto tiempo.....	70
Figura 46. Porcentaje del número de vehículos que cambian filtro de combustible cada cierto tiempo.....	71
Figura 47. Porcentaje del número de vehículos que cambian filtro de aire cada cierto tiempo .....	72
Figura 48. Porcentaje del número de vehículos que cambian bujías cada cierto tiempo .....	73
Figura 49. Porcentaje del número de vehículos que cambian aceite de caja de cambios cada cierto tiempo .....	74
Figura 50. Cuadro de daños y fallas antes de los 100.000km.....	74
Figura 51. Comparación del plan de mantenimiento preventivo recomendado por el fabricante, y el de taxis .....	78
Figura 52. Cuadro comparativo de mantenimientos. ....	79

## INDICE DE ANEXOS

Anexo I. Encuesta.....	87
Anexo II. Plan de mantenimiento preventivo recomendado por el fabricante ...	91
Anexo III. Plan de mantenimiento preventivo realizado por taxis.....	92

## RESUMEN

La ciudad de Quito por estar ubicada aproximadamente a 2800 metros sobre el nivel del mar, y en el medio de una cadena montañosa, acelera el desgaste del vehículo, ya que es imposible ir al mismo régimen constantemente, a eso habría que aumentar la situación del tráfico que es un problema. Dentro de la ciudad circulan 14303 vehículos de transporte público liviano, específicamente taxis; son vehículos que trabajan alrededor de 12 horas diarias bajo las condiciones antes mencionadas. Por cada marca existe un plan de mantenimiento preventivo recomendado, que la gran mayoría de los propietarios de autos no lo cumplen. Los propietarios y conductores de taxis no son la excepción, tan solo el 9% cumplen con el plan recomendado por el fabricante, y en su totalidad son autos nuevos que lo siguen solo para no perder la garantía.

Los elementos y mecanismos expuestos a sufrir mayor desgaste, es el sistema de frenos, suspensión, y motor. Se unifico criterios de autores, y expertos profesionales en el tema, para determinar el funcionamiento de cada sistema, y al mantenimiento que debe ser sometido por su desgaste natural.

Debido a que la gran mayoría de propietarios de taxis no realizan un adecuado mantenimiento a sus autos, fue necesario diferenciar el plan de mantenimiento preventivo recomendado por el fabricante y expertos, y el mantenimiento al que son sometidos los taxis.

Son cuatro las marcas de vehículos líderes en el mercado local, empleadas para servicio de transporte público liviano. Por ende este trabajo se enfoca en esas cuatro marcas de vehículos.

Una vez analizadas las diferencias del plan de mantenimiento preventivo recomendado por el fabricante, y al que son sometidos los taxis, se procedió a

validar el plan realizado por los propietarios y choferes de taxis, recomendado seguir con lo que dice el fabricante.



## **ABSTRACT**

The city of Quito, being located within a mountain range at an altitude of approximately 2800 meters, above sea level, produces an increase of the wear and tear of a vehicle, since it is impossible to maintain a constant performance; furthermore, compounding to this problem there is a dense urban traffic situation to cope it. Within the city there are 14303 light public transportation vehicles, specifically taxi cab; these vehicles operate an average of 12 hours a day under the conditions mentioned above. Each vehicle brand has a recommended preventive maintenance schedule, which the majority of vehicle owners do not follow. The owners and taxi drivers are not the exception, only 9% follow with the maintenance schedule recommended by the car manufacturer and only in order to maintain the manufacturer's warranty. Because the vast majority of taxi owners do not perform proper maintenance on their cars, it was necessary to create a maintenance plan focused on these mechanisms suitable for this type of vehicle. The parts and elements exposed to a greater degree of wear are the break system, shock absorbers, and the engine. Unified criteria amongst authors and professional experts in order to determine the inner workings of each system. Was imperative to develop a preventive maintenance guide line aimed at the above mentioned parts, adequate for this type of vehicles. There are four leading vehicle brands in the local market used in light public transportation service. The development of the preventive plan is aimed at these four vehicle brands, taking into reference the manufacturers recommended maintenance schedule. The preventive maintained plan developed is applicable to all types of taxis, since they all share the same characteristics and specifications.

# **INTRODUCCIÓN**

# 1. INTRODUCCIÓN

Si bien en cierto, todo auto viene con un respectivo plan de mantenimiento preventivo dado por el mismo fabricante. En la realidad, muy pocos son los usuarios que lo siguen, y en la mayoría de los casos que lo siguen es por no perder la garantía del vehículo. El plan viene dado sin tener en cuenta si va a ser vehículo de transporte público, o familiar; sin embargo, este se lo aplica para ambos casos.

Debido a la topografía de la ciudad de Quito el auto está expuesto a sufrir un mayor desgaste, ya que circula por avenidas que no están al mismo nivel, forzando así varios elementos del auto.

En la actualidad circulan 14303 taxis legales en la ciudad, autos que trabajan aproximadamente de 10 a 12 horas diarias, sufriendo un mayor desgaste que un auto de casa o de uso familiar.

Este trabajo tiene como objetivo identificar la frecuencia y el tipo, de mantenimiento preventivo al que son sometidos los taxis, para reducir daños y fallas en los sistemas expuestos a mayor desgaste.

Una vez determinado el tipo de mantenimiento al que los taxis son sometidos, el objetivo es determinar si dicho plan está acorde con lo que recomienda el fabricante y expertos en la materia.

De ahí nace la necesidad de diferenciar, y comparar el tipo de mantenimiento al que son sometidos los vehículos de transporte público, y lo recomendado por el fabricante.

Es importante que los autos de transporte público liviano, estén en perfecto estado de funcionalidad, ya que miles de personas diariamente optan por este servicio para dirigirse de un lado a otro. Es indispensable realizar un

mantenimiento y chequeo periódico para así garantizar el estado mecánico del vehículo y mejorar la seguridad vial de la ciudad.

Los elementos expuestos a mayor desgaste en un vehículo son, frenos, neumáticos, suspensión, y motor; por mencionar los más importantes. Por ende es a los sistemas que se enfoca este trabajo para tratar de determinar el mantenimiento correcto en vehículos de transporte público.

## **MARCO TEÓRICO**

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 ANTECEDENTES**

La ciudad de Quito está ubicada aproximadamente a 2800 metros sobre el nivel del mar, y en el medio de una cadena montañosa. Por ende las vías y carreteras por donde circulan los vehículos no son a un solo nivel, hay pendientes y en sentido contrario bajadas que aceleran el desgaste de un vehículo. Los sistemas y componentes que sufren mayor desgaste son:

Frenos

Neumáticos

Suspensión

Motor

La situación del tráfico dentro de la ciudad de Quito, como en casi todas las grandes metrópolis a nivel mundial, es caótica, se puede llegar a tardar hasta treinta minutos en recorrer tan solo 4 o 5 kilómetros. Son treinta minutos que el auto está trabajando, y sin recorrer una distancia significativa. En el caso de los taxis pasan toda la jornada laboral por esta situación.

Gracias al dato obtenido de (Estadísticas, 2013), de la Agencia Nacional de Tránsito, en la ciudad de Quito de Enero a Agosto del 2013, se registraron 2872 accidentes de tránsito, de los cuales el 1,54% fueron por fallas mecánicas en los vehículos por un incorrecto mantenimiento. La gran mayoría de causal de accidentes es por irresponsabilidad de los conductores.

Según el dato obtenido en(movilidad, 2013) en la Secretaria de movilidad del distrito Metropolitano de Quito circulan legalmente 14303 vehículos de

transporte público livianos, específicamente taxis. La jornada laboral de estos autos es aproximadamente de doce horas; doce horas de desgaste, fricción entre piezas mecánicas, y desgaste de todos los sistemas del auto, inclusive una sobrecarga de trabajo para el conductor, de ser el caso que no se turne con un alternante.

El motor de un vehículo, comienza a trabajar una vez que se lo enciende, no hace falta poner en marcha el vehículo para que ya sufra un desgaste. Para (Arboleda, 2013), gerente propietario de COMAR motor sports, y reconocido ingeniero en el ámbito automotriz; el régimen óptimo de trabajo de un motor es de 3000 a 4000 rpm. Debido a la situación topográfica de nuestra ciudad el motor va a estar constantemente saliendo de este margen de trabajo óptimo, por ende tiene un sobre esfuerzo.

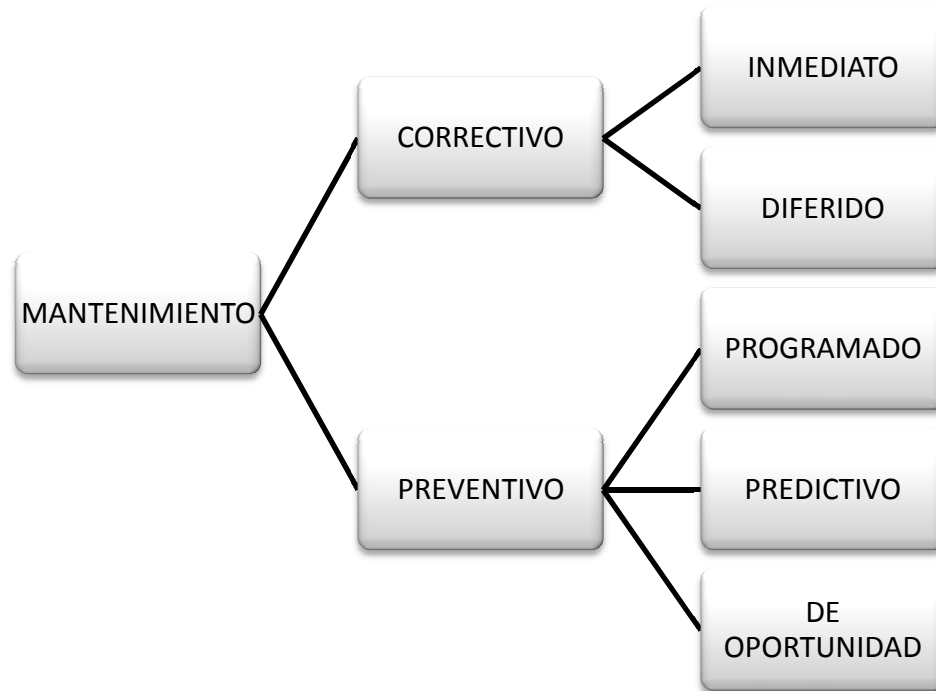
Todo fabricante de autos, recomienda realizar un mantenimiento periódico a los vehículos, mantenimiento que por lo general es recomendado cada 5000 kilómetros de recorrido, que cabe recalcar poca gente los sigue a pie de la letra, más aun los dueños o conductores de taxis.

## **2.2 MANTENIMIENTO**

Mantenimiento es el proceso o acciones que realizamos con el objetivo de mantener un artículo sea cual sea en un correcto estado de funcionalidad, apariencia, seguridad etc.

La industria automotriz, y los autos deben tener un mantenimiento apropiado, para que su funcionamiento sea el óptimo la mayor cantidad de tiempo posible. El mantenimiento preventivo automotriz, no es más que revisiones periódicas, donde se realizan diferentes actividades, para evitar fallas en algún sistema del vehículo, y alargar la vida útil lo más que se pueda.

Existen varios tipos de mantenimiento, en el campo automotriz los utilizados son; preventivos y correctivos.(Mantenimiento, Wikipedia, 2013)



**Figura 1.** Tipos de mantenimiento

### **2.2.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Según(mantenimiento, 2013), el mantenimiento correctivo es aquel que una vez encontrada la falla se procede con la reparación del equipo o maquinaria. Consiste en localizar la avería o defecto para corregirlo o repararlo.

En la antigüedad dada la simplicidad de la maquinaria y los quipos utilizados en las diferentes industrias, solo se conocía el concepto de mantenimiento correctivo, ya que era sencillo el cambio de las pocas piezas que los equipos tenían y el posterior arreglo de la misma.



Existen dos tipos de mantenimiento correctivo, o al menos los que más usa, que son; inmediato, y diferido.

#### **2.2.2.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO INMEDIATO**

Una vez encontrada la falla o avería en el equipo, con este tipo de mantenimiento lo que se hace es inmediatamente corregirla, con los recursos que se tenga ese instante. Por obvias razones dicho mantenimiento es difícil de realizarlo, ya que no solo en un taller automotriz, sino en plantas industriales de cualquier índole, no siempre se cuenta con todos los repuestos o materiales necesarios para corregir una falla.

#### **2.2.2.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO DIFERIDO**

Si en un taller o planta industrial, no se cuenta con los materiales para corregir inmediatamente una falla, se realiza el mantenimiento correctivo diferido. Consiste en adquirir las partes y materiales necesarios para el arreglo de la máquina para posteriormente cambiarlas, y componer la falla. Cabe recalcar que en este tipo de mantenimiento, el auto, equipo, maquinaria, etc. que este con la avería va a estar en para, es decir detenida sin trabajar hasta componerla una vez adquiridos todos los recursos para el arreglo.

#### **2.2.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Existen varios términos para decir que es un mantenimiento preventivo. Para (Morrow, 1986), si preguntamos a cada funcionario de una planta industrial, o taller automotriz, cada uno va a salir con un término distinto, esto no quiere decir que esto sea erróneo.

Mucha gente piensa que el mantenimiento preventivo no es más que una simple inspección periódica del vehículo y equipos, para evitar paras de funcionamiento. Además de esta consideración un poco limitada, hay gente que

agrega servicios repetitivos de conservación, tales como lubricación, engrase, entre otras actividades. Hay que agregar también el uso de equipos.

Posteriormente hay gente que además de lo antes mencionado agrega algo sustancial a lo que es un mantenimiento preventivo que, se refiere a cualquier actividad no solo que prevenga para o reducción de costos de producción en el funcionamiento de una máquina, sino también que mejore la eficiencia, fiabilidad y rendimiento de dicha máquina, en este caso específico de un automotor.

En conclusión el mantenimiento preventivo es de vital importancia en la vida útil de un auto o cualquier maquinaria que haga un trabajo, para evitar fallas que generen para de trabajo, que significa aumento de costos, y evitar realizar un mantenimiento correctivo a corto o mediano plazo.

Según(Carburando, 2013), revista especializada de la industria automotriz, que nos ayuda semana a semana con consejos prácticos tanto a profesionales, como personas comunes, a estar al tanto de las novedades y cuidados que debemos tener en nuestros autos. En este caso nos dice que el costo que los propietarios de vehículos deban pagar por concepto de mantenimiento no se lo tiene que ver como gasto, sino como inversión. Gracias a las diferentes actividades realizadas en un mantenimiento, un conductor puede dirigirse de un lugar a otro en su vehículo con la tranquilidad de saber que su auto, es seguro confiable, y se encuentra en perfecto estado. Dejando a un lado la marca y/o modelo del vehículo, la experiencia demuestra que la fiabilidad depende de si el propietario lleva a su vehículo a un taller a que le efectúen tareas sencillas, parte de un plan de mantenimiento preventivo.

Tomando como referencia el gráfico número uno, el mantenimiento preventivo se clasifica en tres:

Mantenimiento preventivo programado.

Mantenimiento preventivo predictivo.

Mantenimiento preventivo de oportunidad.

#### **2.2.2.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO**

Es el más utilizado, ya que este tipo de mantenimiento es el que nos dice periódicamente, en función de tiempo o kilometraje, que realizar en la maquinaria o vehículo. En el caso de la industria automotriz en nuestro país, todas las marcas tienen un plan de mantenimiento preventivo programado, cada 5000km.

#### **2.2.2.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO PREDICTIVO**

Realiza las intervenciones, prediciendo el momento en el que la maquina quedara fuera de servicio, mediante un seguimiento periódico de comportamiento y funcionamiento de la misma.

#### **2.2.2.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE OPORTUNIDAD**

Es aquel que, se realiza cuando la maquinaria esta sin trabajar, y se aprovecha esta para efectuar cualquier actividad relacionada al mantenimiento preventivo.

### **2.3 SISTEMA DE FRENOS**

El sistema de frenos debe ser capaz de detener el vehículo, evitar el exceso de velocidad cuando el auto desciende y mantenerlo estable cuando se encuentra sobre partes inclinadas. El sistema de frenos es diseñado para que el esfuerzo de frenado pueda ser controlado por el conductor y así tener el vehículo bajo control.

Para (Santander, 2005), el funcionamiento del sistema de freno consiste en, empujar un material de fricción, contra un miembro rotativo. Los frenos son controlados al vacío o hidráulicamente a medida que la fuerza del pedal empuja

los revestimientos estacionarios contra una superficie movable de frenado. El frenado máximo ocurre al momento antes que la rueda se bloquee y se deslice sobre la calzada.

La distancia de frenado, es la que el vehículo recorre desde el momento en el que el conductor tiene la necesidad de frenar, hasta el que le vehículo se detiene. La distancia de frenado depende de varios factores:

Tiempo de reacción del conductor

Velocidad del automóvil

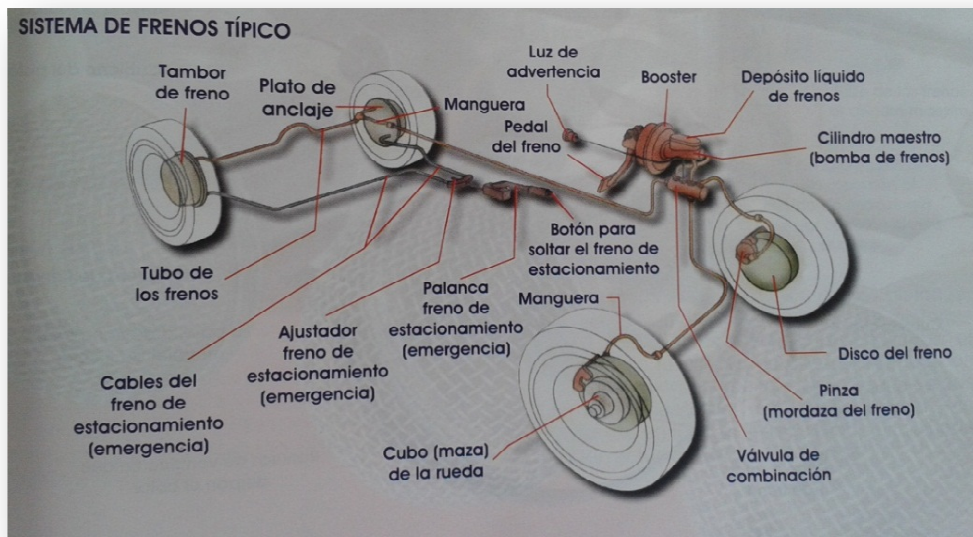
Peso del automóvil

La superficie de fricción

Tipo de calzada

### **2.3.1 COMPONENTES DEL SISTEMA DE FRENO**

El sistema de frenos al ser uno de los más importantes en la seguridad activa del vehículo cuenta con un gran número de componentes y partes, como se muestra en la figura 2:



**Figura 2.** Sistema de frenos

(Santander, 2005)

### 2.3.1.1 PEDAL DE FRENO

El pedal es el único componente que es accionado por el conductor, y este actúa sobre el cilindro maestro y el sobre elevador de potencia de freno (booster o servo)

### 2.3.1.2 CILINDRO MAESTRO

El cilindro y el pistón desarrollan una presión hidráulica al presionar el pedal, para operar en cada rueda el frenado.

### 2.3.1.3 SOBREELEVADOR DE POTENCIA DE FRENO (BOOSTER SERVO)

El servo es el dispositivo operado generalmente por un fluido neumático, ayuda a reducir el esfuerzo requerido en el pedal.

### 2.3.1.4 TUBERIAS DE FRENO

Son tuberías de acero, que transmiten la presión hidráulica desde el cilindro maestro a las unidades de frenado en cada rueda.

### 2.3.1.5 ENSAMBLE DE FRENOS EN LAS RUEDAS

Unidad de frenado, ya sea de disco o tambor, que utiliza la fricción para reducir la velocidad.

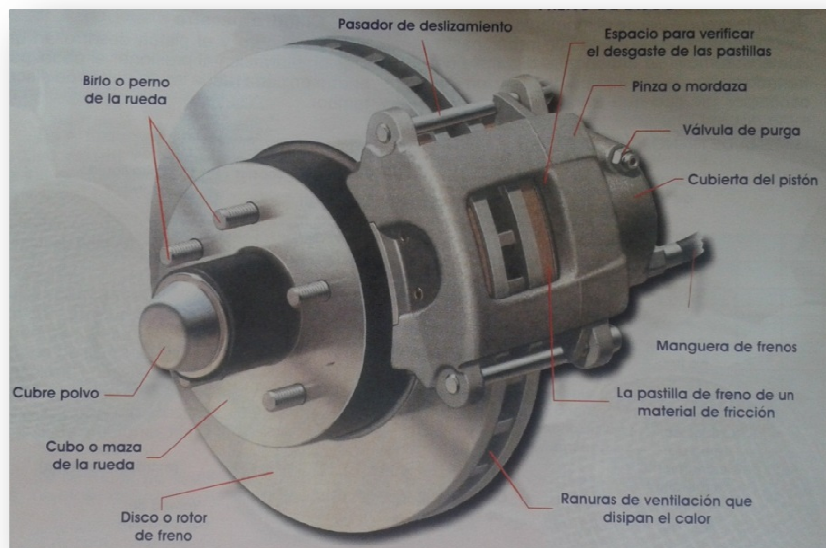
### 2.3.1.6 FRENO DE MANO

Palanca o pedal en algunos casos, para la aplicación de frenos en las ruedas posteriores.

### 2.3.1.7 LIQUIDO DE FRENOS

Líquido hidráulico especial que se utiliza para transmitir potencia de frenado desde el cilindro maestro a las ruedas.

## 2.3.2 FRENOS DE DISCO



**Figura 3.** Freno de disco

(Santander, 2005)

El freno de disco, detallado en la figura 3 consiste en un disco de metal que gira con la rueda, y una pinza llamada mordaza en la suspensión que presiona las pastillas contra el disco.

Las mordazas corredizas que son las más utilizadas en los autos hoy en día, se montan de modo que se puedan correr unos milímetros hacia ambos lados. Al pisar el pedal, la presión hidráulica empuja el pistón que obliga a la pastilla entrar en contacto con el disco. Esta presión mueve toda la mordaza y hala la otra pastilla contra el disco.

La gran ventaja de los frenos de disco, es que se enfrían fácilmente y no se desvanecen. Cuando el disco se calienta y se dilata se hace más grueso, y aumenta la presión con las pastillas. En condiciones adversas, como el disco desecha agua y polvo por efecto centrifugo, este tipo de frenos tiene mejor condición de frenado.

Mientras no se está frenando, las pastillas rozan suavemente el disco, y eso mantiene el sistema limpio. En este caso la presión hidráulica es cero. Al momento que se aplica el freno la presión hidráulica, hace que el pistón y la mordaza opriman las pastillas contra el disco hasta detenerlo.

### **2.3.2.1 DISCO**



**Figura 4. Disco**

(Manu, 2012)

La mayor parte de discos de freno, en vehículos livianos, son de hierro fundido. El disco puede o no estar integrado a la masa de la rueda. Los discos pueden ser sólidos o ventilados, el disco ventilado posee unas aletas entre las superficies de fricción que actúan como una bomba de aire centrifuga, estos discos son más utilizados en vehículos de alto rendimiento.

#### **2.3.2.2 PASTILLAS**



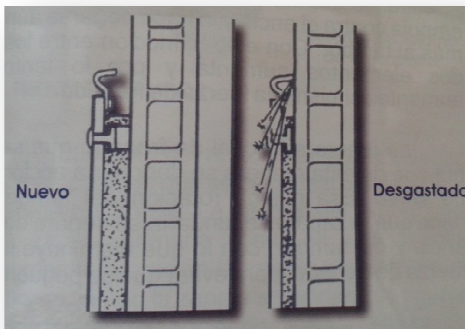
**Figura 5. Pastillas**

(Manu, 2012)



Las pastillas de freno de disco, consiste en una almohadilla de fricción remachada a una placa o zapata de metal, cerámica, asbesto, entre otros materiales según la necesidad. Las pastillas están colocadas en la mordaza, mediante grapas de montaje. Para alcanzar las especificaciones deseadas de fricción y vida útil, se utilizan resinas y modificadores de fricción.

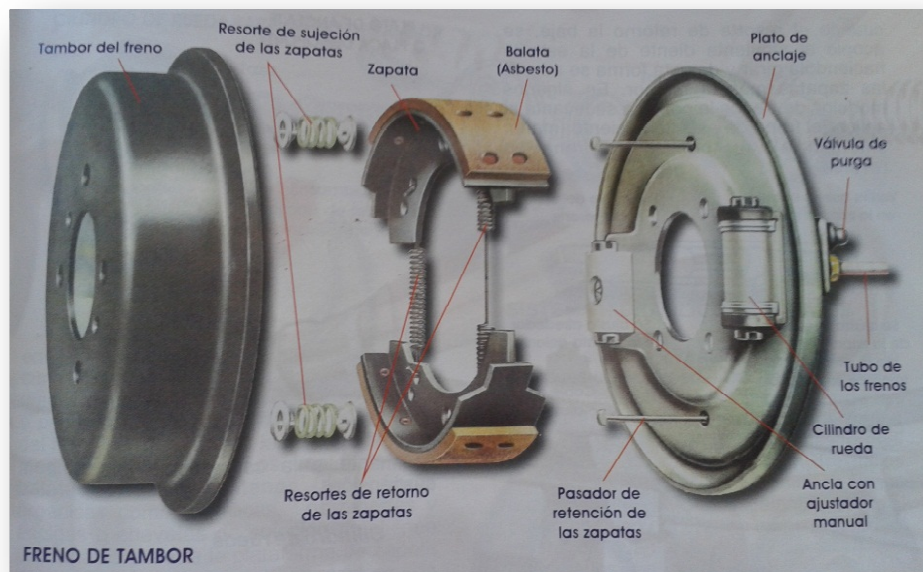
Las pastillas de freno contienen un sensor de desgaste, que una vez que la pastilla se desgasta una oreja raspa con el disco generando un sonido característico que nos indica que la pastilla está en su espesor mínimo.



**Figura 6.** Sensor de desgaste

(Santander, 2005)

### 2.3.3 FRENOS DE TAMBOR



**Figura 7.** Freno de tambor

(Santander, 2005)

El freno de tambor posee dos zapatas semicirculares, que presionan contra la superficie interna del tambor que gira con la rueda. Las zapatas están montadas en un plato de anclaje, que se encuentra sujeto al eje trasero para que no gire.

Cuando el conductor pisa el pedal de freno, la presión hidráulica aumenta en el cilindro maestro, y pasa a cada cilindro de las ruedas. El cilindro de la rueda empuja el extremo de cada zapata contra el tambor.

### 2.3.4 MANTENIMIENTO AL SISTEMA DE FRENOS

El sistema de frenos es el mecanismo prioritario y fundamental para la seguridad activa del vehículo, y de este sistema depende la vida de los ocupantes del auto y de terceros. De ahí la necesidad de realizar un correcto mantenimiento al sistema.

Como es de conocimiento en un plan de mantenimiento preventivo se realizan acciones preventivas, antes de corregir una falla que tarde o temprano va a llegar, por el desgaste natural del vehículo.

En el sistema de frenos según(Servifrenos, 2010), el líquido está a altas temperaturas, es recomendable cambiarlo al menos una vez al año, y cada que se realice un ABC completo.

Las pastillas y zapatas es importante cambiarlas también periódicamente, ya que sufren el desgaste natural por la fricción. Esto depende netamente de la cultura de manejo del conductor y en las circunstancias que maneje. Pero por experiencia se dice que unas pastillas de freno deberían durar al menos 25.000 km, y las zapatas de los frenos posteriores el doble. La razón es porque el 80% de la acción del frenado lo hacen las ruedas delanteras. No obstante se sabe que las pastillas tienen un sensor de ruido, que avisa que es necesario el cambio de las mismas.

Es necesario también rectificar discos y tambores, ya que la superficie de frenado depende si esta está pandeada, o deformada, es frecuente que esto suceda ya que el sistema siempre está trabajando a muy altas temperaturas, y está expuesto al ambiente, específicamente agua, y tiene un enfriamiento brusco y toma la forma del metal caliente dilatado. Para (Martinez, 2008) se recomienda hacer este proceso cada cambio de pastillas y zapatas.

Es importante purgar el sistema si el pedal está demasiado bajo. Si esto sucede quiere decir que hay aire en el sistema hidráulico. El aire da una sensación esponjosa al momento de frenar. El purgado o sangrado como se lo conoce en términos mecánicos, es un proceso que se lo incluye dentro del mantenimiento una vez que se halle los síntomas antes mencionados.

A esto hay que añadir una revisión periódica del sistema, y si presenta alguna falla, extra a lo que se podría realizar en un mantenimiento preventivo, de

inmediato ir al taller de servicio para corregir la falla ya que se trata del principal sistema de seguridad activa del vehículo.(Dietsche, 2005)

## **2.4 NEUMÁTICOS**

El neumático es el único dispositivo del automóvil que está en contacto directo con el suelo, y depende de unos buenos neumáticos para poder controlar o maniobrar al vehículo.

Para (Read, 2001), el neumático cumple con dos básicas funciones importantes.

Proporcionar una buena superficie de contacto con el suelo.

Minimizar la transmisión al vehículo de los golpes asociados con las irregularidades del terreno.

### **2.4.1 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DE UN NEUMATICO**

Un neumático es capaz de transmitir todo el par motor disponible a través de la superficie de contacto. Esta misma superficie de contacto debe soportar también las fuerzas de control de la dirección y del frenado.

En condiciones ideales, de una calzada totalmente seca, la mayor superficie de contacto se la conseguiría con un neumático totalmente liso, usado en autos de competencia con el nombre de slick. Pero en un vehículo de calle es imposible montar este tipo de neumáticos ya que está expuesto a la variación de clima, y dichos neumáticos en piso mojado no cumple tiene muy poca por no decir ninguna adherencia o agarre.

Para ofrecer niveles de adherencia razonables en ambos casos, los neumáticos de uso general presentan una serie de propiedades, entre las que destacan el método de construcción, y el labrado que tienen.

## 2.4.2 ADHERENCIA O AGARRE

Para (Peralvo, 2010), el agarre de un neumático, fundamental en la seguridad activa de un vehículos, se da gracias a tres componentes.

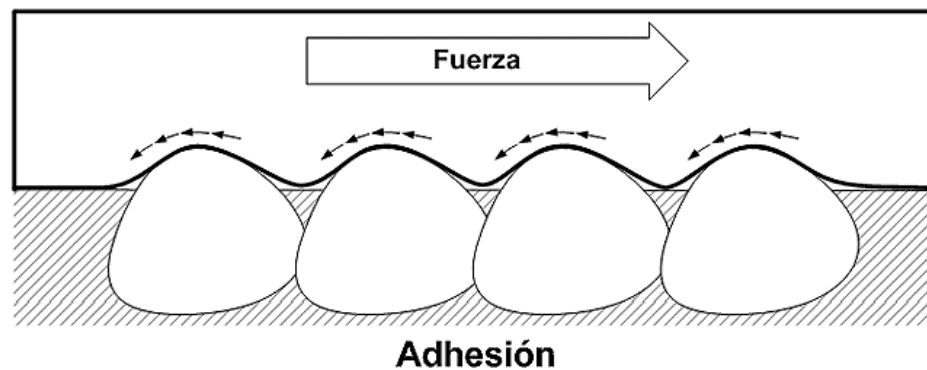
Adhesión

Deformación

Desgarre y desgaste

### 2.4.2.1 ADHESION

La adhesión, para (Madej, 2010) tiene lugar cuando las moléculas de goma, del neumático, entran en contacto directo con el suelo. El caucho o también llamado goma del neumático, es un polímero, mientras que el asfalto es una estructura cristalina. Cuando ambas estructuras se encuentran a alta velocidad las moléculas del caucho del neumático, cambian de forma. Algunas uniones se rompen, otras nuevas se crean y ese proceso se repite cíclicamente mientras una superficie se mueve a lo largo de la otra. La rotura y presionado de las uniones moleculares absorben una energía llamada, precisamente, fuerza de adhesión.

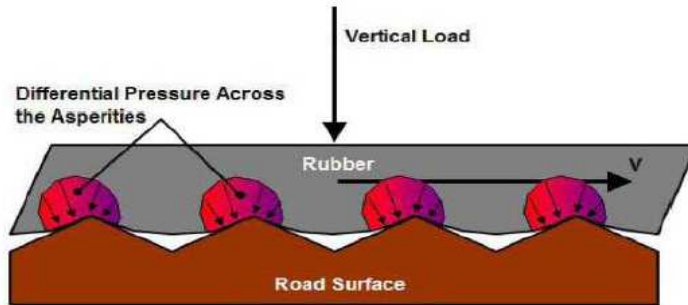


**Figura 8.** Adhesión

(Peralvo, 2010)

### 2.4.2.2 DEFORMACION

Cuando un neumático rueda, sobre una superficie irregular tal como la de cualquier carretera o asfalto, este sufre una pequeña deformación en sus picos, lo que produce un trabe mecánico con la superficie.

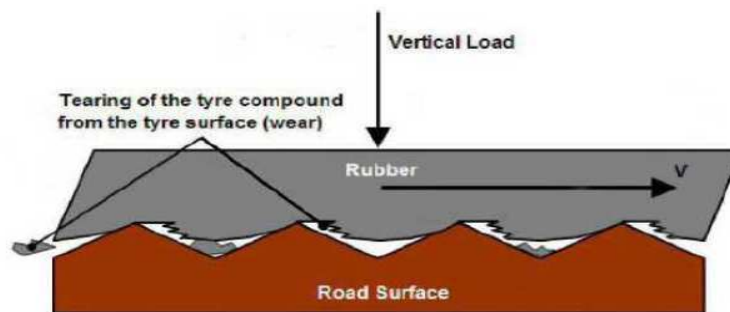


**Figura 9.** Deformación

(Peralvo, 2010)

### 2.4.2.3 DESGARRE Y DESGASTE

El desgarre del compuesto produce desgaste, y esto ayuda al agarre del neumático con la calzada.



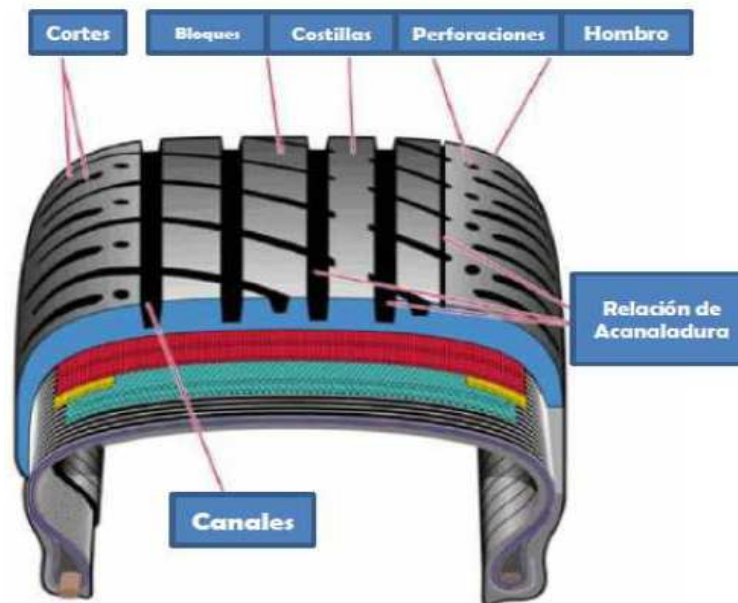
**Figura 10.** Desgarre y desgaste

(Peralvo, 2010)

### 2.4.3 LABRADO

El labrado en un neumático es vital ya que, es lo que está en contacto con el suelo. Un buen labrado mejora notablemente la tracción, maniobrabilidad, y durabilidad del neumático.

El labrado de un neumático está compuesto por diferentes cortes y formas según la necesidad. En la siguiente imagen se muestra un tipo de labrado usado en autos turismo de calle.



**Figura 11.** Labrado

(Peralvo, 2010)

#### 2.4.3.1 SIGNIFICADO DE EL LABRADO

A continuación de detalla, uno a uno el significado y la función de cada corte del labrado de un neumático.(Peralvo, 2010)

### 2.4.3.1.1 BLOQUES

Son los segmentos en forma de islas principales del labrado, cuya función es otorgar tracción.



**Figura 12.** Bloques

(Peralvo, 2010)

### 2.4.3.1.2 COSTILLAS

Es la banda que da vuelta a todo el neumático sin ningún corte, cuya función es dar estabilidad direccional, mayor sujeción lateral, y silenciar al neumático.



**Figura 13.** Costillas

(Peralvo, 2010)



### 2.4.3.1.3 CORTES

Estos cortes transversales añaden flexibilidad extra a los bloques, ayuda a crear un filo de trabe mecánico.



**Figura 14.** Cortes

(Peralvo, 2010)

### 2.4.3.1.4 PERFORACIONES

Son agujeros simples, cuya única función es enfriar el neumático.



**Figura 15.** Perforaciones

(Peralvo, 2010)

### 2.4.3.1.5 HOMBRO

Es el ángulo de curvatura del neumático, que hace contacto con el suelo y por ende adherencia, al momento de curvar.



**Figura 16.** Hombro

(Peralvo, 2010)

### 2.4.3.1.6 RELACION DE ACANALADURA

La relación de espacio abierto en el labrado. Una mayor relación significa mayor contacto con la calzada, mientras que con una menor relación significa mayor capacidad de drenaje o desfogaje de agua.



**Figura 17.** Relación de acanaladura

(Peralvo, 2010)

### 2.4.3.1.7 CANALES

La función principal de los canales es que al momento que la calzada este mojada, el agua fluya por estos canales, y así evitar que haya una capa de agua que separe el neumático del piso, que genera el llamado “aquaplaning” o “hydroplane”



**Figura 18.** Canales

(Peralvo, 2010)



**Figura 19.** Hydroplane

(Memocars, 2013)

## 2.4.4 NOMENCLATURA DE UN NEUMÁTICO



**Figura 20.** Nomenclatura

(magazine, 2013)

(magazine, 2013) Entre el gran número de dígitos y especificaciones de un neumático los más importantes, y a los que debemos poner mayor atención son:

- A. Es el ancho del neumático, se mide en milímetros.
- B. Es el perfil del neumático, es el porcentaje del ancho, en este caso es el 65% de los 195mm
- C. Es el tipo del neumático, en este caso la R significa radial el que más se usa.
- D. Es el rin del neumático, es decir el radio interior medido en pulgadas, en este caso es rin 15.
- E. Índice de carga máxima en kg
- F. Rango de velocidad en km/h
- G. DOT significa que el neumático cumple con las normas de seguridad del Departamento de transporte de Estados Unidos.

## **2.4.5 MANTENIMIENTO DE NEUMÁTICOS**

Para (Carburando, Las claves de la vida útil, 2013), para optimizar el desempeño de los neumáticos y alargar la vida útil de los mismos, hay realizar un mantenimiento adecuado, enfocado en cuatro procesos:

Alineación

Balanceo

Rotación

Control de presión

### **2.4.5.1 ALINEACIÓN**

Consiste en corregir la geometría de la suspensión que se altera por efecto del rodaje, con el fin de devolver la perpendicularidad en relación al suelo. Además de contribuir al desgaste uniforme de la banda de rodamiento, evita ruidos al tomar curvas a gran velocidad, y mejora la eficacia del frenado. Es recomendable realizarla cada 10.000km

### **2.4.5.2 BALANCEO**

El neumático siempre está expuesto a golpes, por malos caminos, veredas rompe velocidades etc, estos golpes hacen que los neumáticos sufran pequeñas deformaciones que generan vibraciones. Para evitar dichas vibraciones, en el proceso de balanceo, se colocan pequeñas pesas de plomo en los bordes de los aros. Este proceso se lo debe hacer al mismo tiempo de la alineación.

### **2.4.5.3 ROTACIÓN**

La rotación consiste en cambiar las ruedas entre los ejes delanteros y posterior para tener un desgaste uniforme, ya que de ser el caso que auto sea tracción delantera, los neumáticos delanteros cumplen la función de dirección, frenado, tracción, soportan mayor peso, y por ende se desgastan más rápido. Este proceso es recomendable hacerlo a los 10.000km al igual que los dos anteriores.

### **2.4.5.4 CONTROL DE PRESIÓN**

La presión de inflado del neumático es muy importante para obtener el mejor rendimiento del mismo. La presión es dada por el fabricante y la podemos ver en el manual del vehículo, pero según(Valoare) la presión adecuada para vehículos livianos es de 28 a 30 psi. Este proceso es recomendable hacerlo cada 15 días.

### **2.4.5.5 CAMBIO DE NEUMÁTICOS**

El cambio de neumáticos en función de tiempo o kilometraje es un poco relativo, pero por experiencia se los cambia aproximadamente 45.000km, teniendo en cuenta que cada chequeo hay que ver cómo va la banda de rodamiento, y si es necesario antes pues hacerlo antes.

## **2.5 SUSPENSIÓN**

Para(Hermógenes), llamamos suspensión al conjunto de elementos que se interponen entre los organismos suspendidos: motor, carrocería, carga, pasajeros etc. Y los órganos que no están suspendidos: ruedas, frenos, puentes

rígidos. Los componentes del sistema de suspensión realizan seis funciones básicas:

Mantener la altura correcta del vehículo

Reducir el efecto de las fuerzas de impacto

Mantener una alineación correcta de las ruedas

Soportar el peso del vehículo

Mantener los neumáticos en contacto con la vía

Controlar la dirección de viaje del vehículo

Los principales componentes en sistema de suspensión, son los amortiguadores, resortes, y neumáticos.

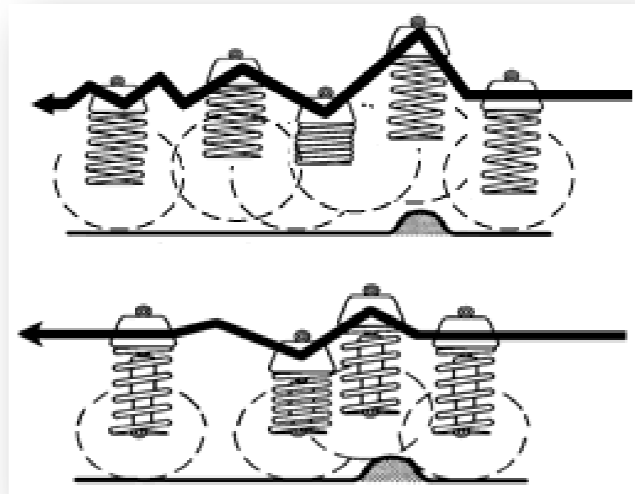
### **2.5.1 RESORTES**

Los resortes soportan el peso del vehículo, mantienen la altura del mismo, y absorben los impactos de la carretera. Los resortes son los enlaces flexibles que permite que el bastidor y la carrocería se desplacen relativamente inalterados, mientras que los neumáticos y la suspensión siguen los baches de la carretera o el mal camino.

Cuando se pone carga adicional al auto, o el auto cae en un bache del camino, los resortes absorben la carga comprimiéndose, dando comodidad en el trayecto. Los amortiguadores ayudan a controlar que tan rápido los resortes y la suspensión se mueve, para mantener los neumáticos pegados al suelo.

Según(Monroe, 2009), el termino bote se refiere al movimiento vertical del sistema de suspensión. El movimiento hacia arriba que comprime tanto el

resorte como el amortiguador se llama aplastamiento o compresión. El movimiento hacia abajo que extiende el resorte y los amortiguadores se denomina rebote o extensión.



**Figura 21.** Funcionamiento del resorte

(Monroe, Monroe, 2009)

Cuando el resorte sufre una compresión o extensión es necesario que tenga la ayuda del amortiguador ya que si no tuviera el complemento del amortiguador, el resorte liberaría toda la energía y no se podría mantener los neumáticos pegados a la calzada.

Al controlar el movimiento de los resortes y la suspensión, los componentes tales como los terminales de la dirección funcionarían dentro de sus límites, y mientras el vehículo está en movimiento, se mantendrá la alineación dinámica de las ruedas.

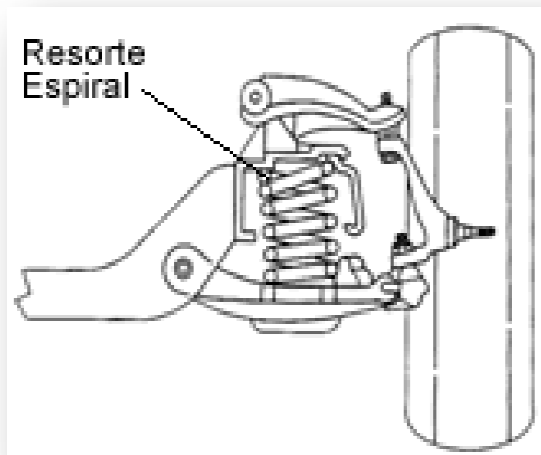


## 2.5.2 DISEÑO DE RESORTES

En la actualidad existen cuatro tipos de resortes que son los más utilizados, espiral, de láminas, de barra de torsión, y de aire.

### 2.5.2.1 RESORTES ESPIRALES

Este tipo de resorte es el más común y el más utilizado. El resorte espiral es un tramo de barra de acero para resortes con forma redonda que esta enrollada en forma espiral. A diferencia de los resorte de láminas, estos no están en fricción uno con el otro y proporciona una suspensión más suave.



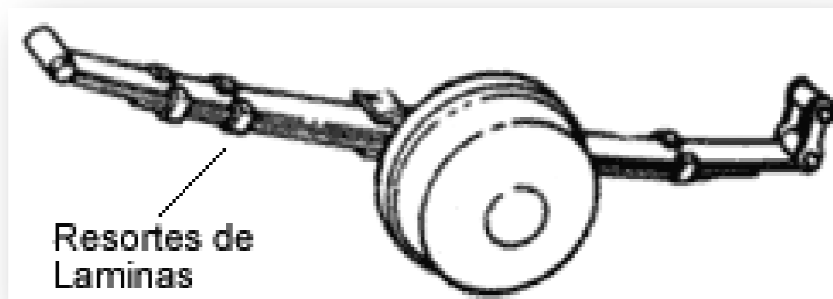
**Figura 22.** Resorte espiral

(Monroe, Monroe, 2009)

Los resortes espirales no requieren ajuste y en la mayoría de los casos no presentan dificultades. La falla más común es el pandeo. Esto puede crear desgaste de los neumáticos y problemas de maniobrabilidad.

### 2.5.2.2 RESORTES DE LÁMINAS

El resorte de láminas está hecho con varios platos de acero de diferentes longitudes, apilados unos sobre el otro. Durante el funcionamiento normal, el resorte se comprime para absorber los impactos de la carretera. Los resortes de láminas se arquean y se deslizan uno sobre el otro, permitiendo el movimiento de la suspensión.

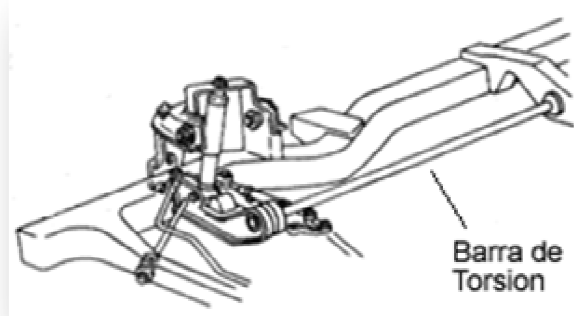


**Figura 23.** Resorte de láminas

(Monroe, Monroe, 2009)

### 2.5.2.3 BARRA DE TORSION

La barra de torsión es una barra recta o con forma de L de acero para resortes. Se la coloca longitudinalmente, y se montan en el bastidor en un extremo y se conectan a una pieza móvil de la suspensión en el otro extremo. En el movimiento de la suspensión, la barra de torsión experimenta una torsión proporcionando una acción de resorte.

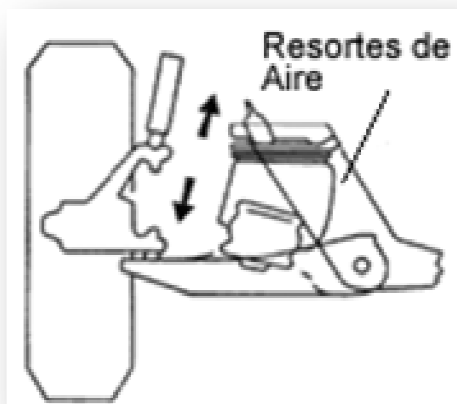


**Figura 24.** Barra de torsión

(Monroe, Monroe, 2009)

#### 2.5.2.4 RESORTES DE AIRE

Para (Monroe, 2009), los resortes de aire, cada vez se utilizan más en autos de pasajeros. El resorte de aire es un cilindro de caucho lleno de aire comprimido. Un pistón sujeto al brazo de control inferior se mueve de arriba abajo con el brazo de control inferior. Esto hace que el aire comprimido proporcione una acción resorte.



**Figura 25.** Resorte de aire

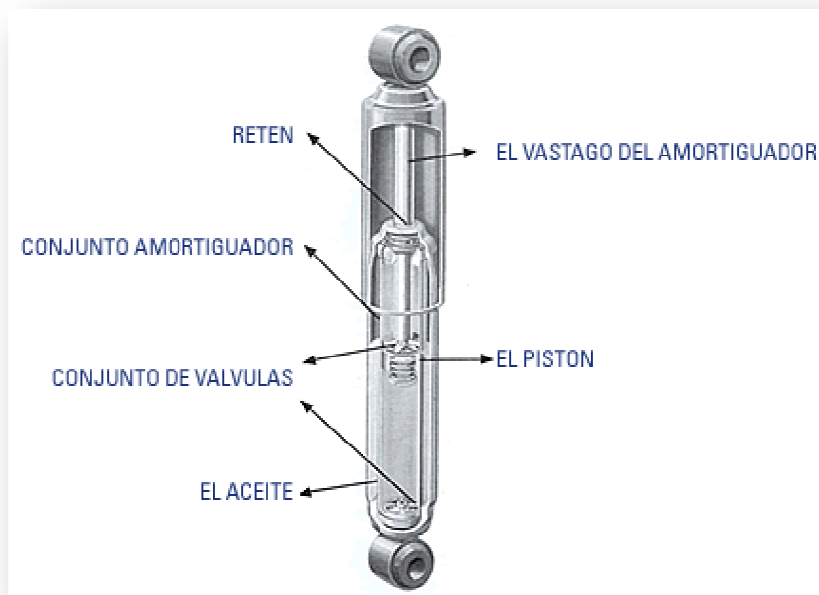
(Monroe, Monroe, 2009)

## 2.5.2 AMORTIGUADORES

Un amortiguador básicamente es un cilindro con un pistón que se mueve dentro de él. El pistón posee unas aberturas y orificios internos.

El líquido o fluido hidráulico es empujado a través de los orificios a medida que el pistón se mueve dentro del cilindro. (Santander, 2005).

Los amortiguadores se instalan sobre un sistema de suspensión para detener rápidamente el sacudimiento natural de los muelles del automóvil, lo cual mejora el desplazamiento, control y manejo.



**Figura 26.** Amortiguador

(Santander, 2005)

Cuando el amortiguador ya presenta fallas es necesario el cambio del mismo.

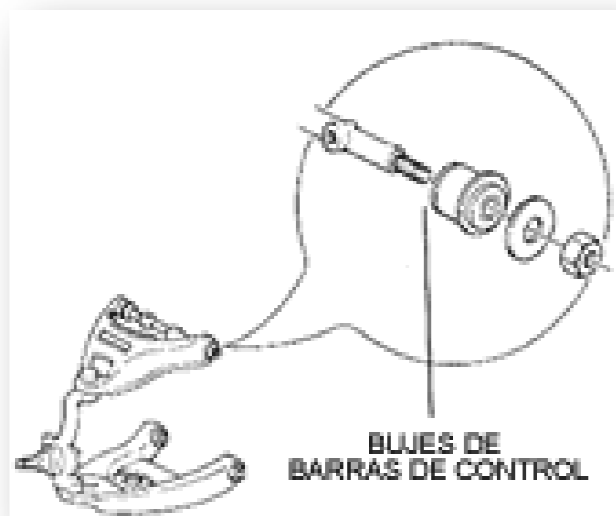
### 2.5.3 NEUMÁTICOS

Los neumáticos son resortes de aire, parte fundamental en el sistema de suspensión, ya que soportan el peso total del vehículo. Tomando como referencia el numeral correspondiente a neumáticos, uno de los aspectos principales a ser tomados en cuenta para el correcto funcionamiento como parte del sistema de suspensión es la presión de aire.

### 2.5.4 BUJES

Los bujes son hechos de caucho sintético, y están en muchas ubicaciones del sistema de suspensión. La función de estos es aislar las vibraciones pequeñas, reducir los impactos de la carretera.

Durante el recorrido de la suspensión, la parte de caucho del buje debe realizar una torsión para permitir el movimiento del brazo de control.



**Figura 27.** Bujes

(Monroe, Monroe, 2009)

### **2.5.5 MANTENIMIENTO AL SISTEMA DE SUSPENSION**

Básicamente el mantenimiento preventivo de este sistema, es de simple inspección.

Determinar si los amortiguadores están en correcto estado es fácil, se empuja al vehículo hacia abajo, y si rebota más de dos veces, es un síntoma de que los amortiguadores están fallando y es recomendable cambiarlos, ambos a la vez ya sea frontales o posteriores. El cambio de amortiguadores no está estandarizado, ya que el desgaste depende el camino frecuentado y el manejo del vehículo, pero por experiencia según (Sarmiento, 2011), es recomendable hacer aproximadamente de 40.000 km a 45.000km

Es recomendable también hacer un reajuste general con limpieza y engrase de piezas móviles, y bujes, revisión de la altura de la suspensión, y revisión de rotulas. Se recomienda hacer este chequeo y reajuste cada 20.000km.

### **2.6 MOTOR**

Para (Ceac, 2004), podemos definir un motor como el mecanismo, o conjunto de mecanismos que producen energía mecánica a partir de otra forma de energía, ya sea esta calorífica, hidráulica, eléctrica, etc. Los motores de combustión interna son térmicos, es decir que transforman energía calorífica, en energía mecánica.

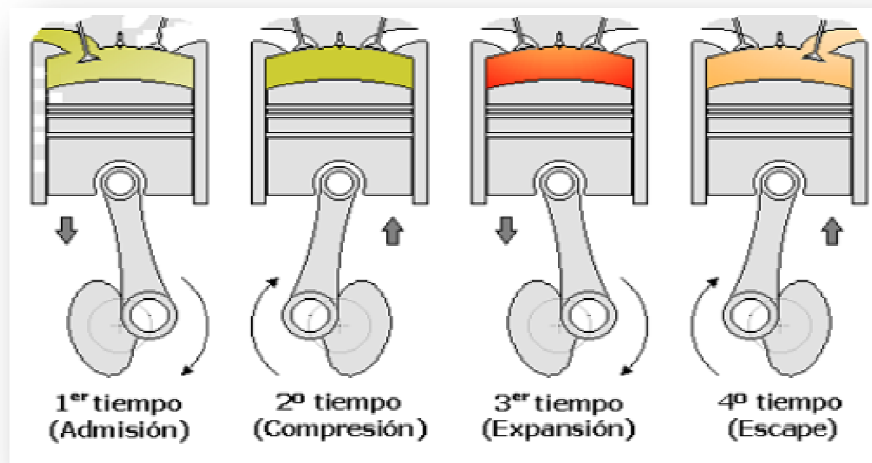
El fundamento de su funcionamiento es el siguiente; cuando el combustible se quema se produce una gran cantidad de calor y una transformación de gases. El calor hace aumentar el volumen de los gases, por ende aumenta también la presión ya que todo este proceso se produce en una cámara cerrada. La fuerza originada por esta presión es la que hace mover los diferentes mecanismos

móviles del motor. Es necesario que exista oxígeno para originar dicho proceso, por eso es necesario introducir a la cámara la cantidad de aire necesario a que este se quemé.

Sorprendentemente el motor de combustión interna, no es un buen convertidor de energía. Para (Read, 2001) la mayor parte del combustible se pierde en forma de calor ya sea a través de los gases de escape, o absorbida por el sistema de refrigeración. Solo cerca del 25% de la energía química suministrada al motor se usa para mover el auto.

### 2.6.1 CICLO OTTO

Los motores de combustión interna empleados en automotores, en su gran mayoría por no decir totalidad, son motores de ciclo Otto o cuatro tiempos. Es decir que cada ciclo del motor tiene cuatro tiempos: admisión, compresión, combustión, y escape.

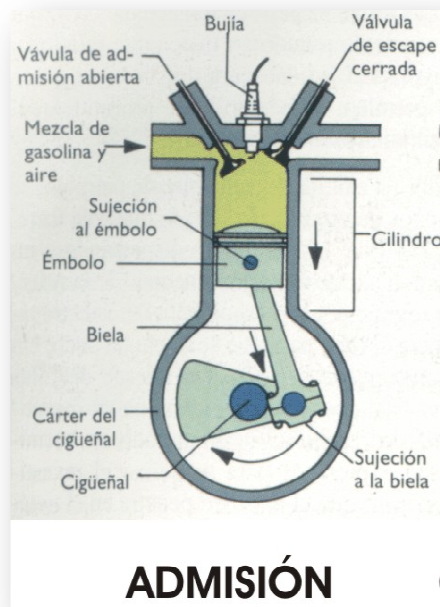


**Figura 28.** Ciclo Otto

(Yomecánico, 2009)

### 2.6.1.1 ADMISIÓN

El pistón se mueve hacia abajo en el interior del cilindro, aumentando el espacio por encima del pistón. Al mismo tiempo abre la válvula de admisión, y debido al aumento de espacio creado por el movimiento descendente del pistón y la diferencia de presión que se produce el aire entra. Una vez que el pistón alcanza el punto muerto inferior de la carrera, la válvula de admisión se cierra. El cigüeñal de media vuelta, es decir media rpm.



**Figura 29.** Admisión

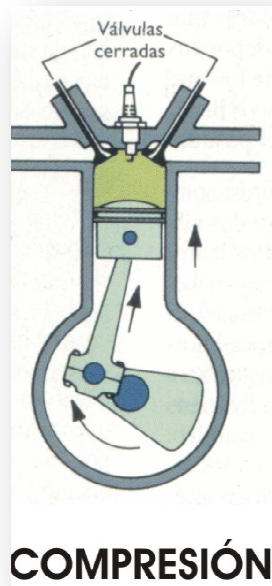
(motores, 2012)

### 2.6.1.2 COMPRESIÓN

En este proceso la válvula de admisión y escape están cerradas. El pistón se desplaza hacia arriba, comprimiendo la mezcla aire combustible en un espacio



reducido, que es la cámara de combustión. La temperatura aumenta y esto ayuda la combustión de la mezcla. El cigüeñal da media vuelta más. Es decir que ya dio una rpm.

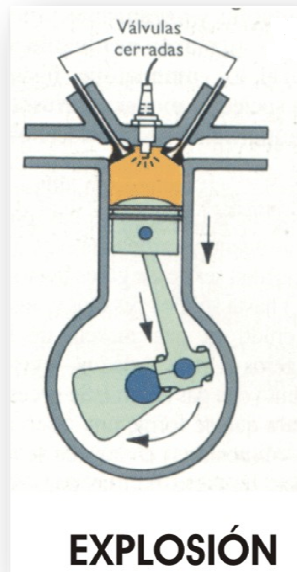


**Figura 30.** Compresión

(motores, 2012)

### **2.6.1.3 EXPLOSIÓN**

Cuando el pistón alcanza el punto superior del cilindro durante la compresión, la bujía enciende la mezcla, que se quema rápidamente. La temperatura aumenta, así como la presión también, forzando al pistón que se desplace hacia abajo. El cigüeñal da otra media vuelta.

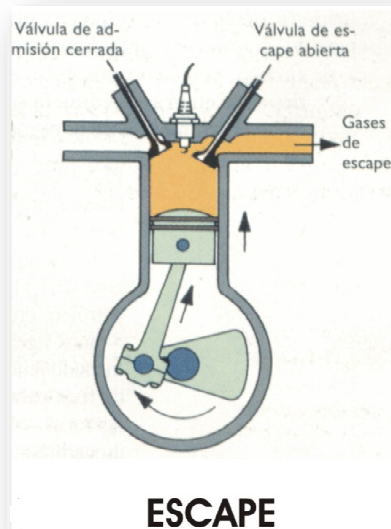


**Figura 31.** Explosión

(motores, 2012)

#### **2.6.1.4 ESCAPE**

En el punto muerto inferior del tiempo de combustión, la válvula de escape se abre, y los gases quemados fluyen hacia el exterior. El pistón regresa al punto superior del cilindro empujando los gases. Una vez alcanzado el punto superior la válvula de escape se cierra, y se abre la de admisión para repetir el ciclo. El cigüeñal de media vuelta más. El ciclo se cumple con dos vueltas del cigüeñal.



**Figura 32. Escape**

(motores, 2012)

## 2.6.2 LUBRICANTES

Una vez revisado el ciclo que cumple un motor, es evidente que adentro del mismo existe un gran número de piezas fijas y móviles, que por el trabajo que estas realizan están en constante fricción una con la otra. Otro factor evidente es las altas temperaturas que el motor en su interior genera, que dicho sea de paso según (Carburando, El aceite y su función, 2013), el sistema de enfriamiento no llega a ciertas áreas del motor. De ahí parte la necesidad de cambiar periódicamente el aceite y por obvias razones con el filtro, cada 5000km o en su efecto si es un vehículo que no recorre casi nada cada seis meses.

Las funciones elementales del aceite en un motor son: lubricación, enfriamiento, limpieza, sellar.

### **2.6.2.1 LUBRICACION**

La lubricación es la acción por la cual se reduce el rozamiento, y los efectos que este pueda generar en el trabajo de distintas piezas en un motor. Una adecuada lubricación permite un funcionamiento continuo y suave de los equipos mecánicos con un ligero desgaste. Cuando falla la lubricación al producirse rozamiento entre dos piezas metálicas estas pueden sufrir daños y hasta destruirse, causando daños irreparables. (Extremo, 2008)

### **2.6.2.2 ENFRIAMIENTO Y LIMPIEZA**

Gracias a la buena conductividad de calor del aceite, al ponerse en contacto con una superficie caliente, absorbe parte del calor para transmitirlo a otro sitio, normalmente al aire o aun disipador de algún tipo. Además de enfriar, limpia e inhibe la corrosión.

### **2.6.2.3 ACEITE COMO SELLANTE**

Los motores que ya superan los 200.000km, son motores que por más correcto mantenimiento que hayan tenido, ya tienen un leve desgaste en sus piezas internas debido a la inevitable fricción al momento de trabajar. Por ende otra función del lubricante es sellar, milimétricas holguras e irregularidades dentro del motor. Estos lubricantes tienen un mayor grado de viscosidad.

### **2.6.3 FILTRO DE AIRE**

Se sabe que, para que exista una explosión en el motor y se cumpla con el ciclo de trabajo, es obligatoria la presencia de oxígeno, por eso la mezcla que explota se denomina mezcla aire/combustible.

El filtro de aire es un dispositivo que elimina partículas sólidas, como polvo, y bacterias del aire, que sería perjudiciales en el interior del motor, ya que producirían desgaste mecánico y contaminación en el aceite.

El tipo de filtro más usado, son de papel filtro plegado de forma plana. El filtro es un dispositivo que tiene que ser reemplazado periódicamente, para que cumpla con la función, de no dejar impurezas a la cámara de combustión y al cilindro.

#### **2.6.4 FILTRO DE COMBUSTIBLE**

Al igual que el filtro de aire, la función de filtro de combustible es evitar el paso de impurezas, en este caso impurezas que pueda contener el combustible.

El incorrecto funcionamiento del filtro, podría ocasionar obstrucciones en los inyectores, y en las cañerías, y averías graves en la bomba, que pueden ser notorias con pérdidas de potencia en el vehículo.

Por lo mencionado anteriormente es importante realizar cambio del filtro, y evitar daños mayores.

#### **2.6.5 BUJIAS**

La bujía es un electrodo recubierto con un material aislante de cerámica. En su extremo superior se conecta uno de los cables de alta tensión o voltaje procedentes del distribuidor, por donde recibe una carga eléctrica de entre 15.000 y 20.000 volt aproximadamente. En el otro extremo la bujía posee una rosca metálica para ajustarla en la culata y un electrodo que queda situado dentro de la cámara de combustión.

La función de la bujía es hacer saltar en el electrodo una chispa eléctrica dentro de la cámara de combustión del cilindro cuando recibe la carga de alta tensión

procedente de la bobina de ignición y del distribuidor. En el momento justo, la chispa provoca la explosión de la mezcla aire/combustible que pone en movimiento a los pistones. Cada motor requiere una bujía por cada cilindro que contenga su bloque.

La bujía es una pieza fundamental en el funcionamiento del motor, ya que es la encargada de encender la mezcla aire/combustible. El correcto funcionamiento de la bujía afecta, al desempeño del vehículo, y al medio ambiente.(NGK, 2013)

Al igual que todos los componentes antes mencionados, la bujía tiene su vida útil, y como es un componente de vital importancia en el motor hay que reemplazarla una vez que cumpla con ese periodo de kilometraje o tiempo. Las bujías más utilizadas son las de platino. Para(Arboleda, 2013), es recomendable cambiarlas cada 50.000km a 60.000km antes que presenten fallos, y nos perjudique a todo el vehículo.

## **2.6.6 MANTENIMIENTO DEL MOTOR**

El motor un elemento que está compuesto de un gran número de piezas internas, fijas y móviles en constante fricción y trabajo, depende de un mantenimiento para su correcto funcionamiento.

Al aceite elemento vital del motor es necesario cambiarlo cada 5.000km o seis meses, esto porque por más que no trabaje el vehículo, el aceite almacenado en el cárter del motor por mucho tiempo a diferentes temperaturas y condiciones pierde sus cualidades. En el caso de vehículos de trabajo, siempre se lo va hacer a los 5.000km de recorrido. Al mismo tiempo cambiar el filtro.

El filtro de aire como es de conocimiento es un dispositivo importante para la correcta explosión en el motor, ya que no permite el paso de partículas del aire a la cámara. Según (Widman), no existe un tiempo específico en función de horas o kilometraje para hacer el cambio de filtro de aire, ya que esto

dependería de donde circule el vehículo el clima, en fin factores externos que no dejan crear un estándar exacto. Existe un sensor o medidor de restricción. Este sensor hará que se encienda un testigo en el tablero cuando al motor le falte aire. Pero por experiencia (Arboleda, 2013) dice que el filtro debe cambiarse en un aproximado de 20.000km. Cabe recalcar que al filtro no se lo puede limpiar, y peor aún como lo hace mucha gente limpiarlo con aire a presión, ya que esto en vez de ayudar, agranda los microscópicos orificios del papel filtro y deja entrar partículas al motor.

Al igual que el filtro de aire, la función del filtro de gasolina es impedir que pasen partículas al motor y en este caso tapar o dañar los inyectores. Para (Blancarte, 2011) se lo debe cambiar cada 20.000km.

Las bujías, encargadas de la explosión en el ciclo del motor, como todo compuesto cumplen con una vida útil, es recomendable cambiarlas cada 45.000km antes que presenten fallos.

Los inyectores de combustible, son los encargados de dosificar la dosis de combustible que el motor necesita para la correcta mezcla con aire. Ya que en el depósito de combustible existen partículas ajenas, y el mismo combustible tiene impurezas; se recomienda hacer una limpieza de inyectores cada 45.000km.

Además a los cambios antes mencionados, es recomendable realizar el cambio del líquido refrigerante cada 50.000km aproximadamente, ya que con el tiempo y el recorrido este pierde sus cualidades anticorrosivas e inhibidoras.

## **2.7 CAJA DE CAMBIOS**

La caja de cambios es un elemento mecánico que transforma el par motor y las revoluciones desarrolladas por el motor para adaptar la fuerza y las condiciones sobre el terreno. Si no existiera la caja de cambios, el número de vueltas del motor fuerza exactamente el mismo que deberían dar las ruedas.

Según (Freudenberger, 2010), recibió un testimonio de un propietario de taxi que por cada tres trabajos correctivos que debía de hacerle a la caja de cambios, hacia uno del motor.

Esto se debe a las altas temperaturas en las que trabaja la caja. De ahí la necesidad de que siempre este con el lubricante adecuado.

Para (Orenos, 2012), debido a que la caja de cambios es un mecanismo sellado, con una serie de engranajes y acopladores a su interior, el único mantenimiento preventivo que se puede realizar es cambiar el lubricante, ya que si presentaría alguna falla es necesario desmontar la caja y hacer un diagnóstico completo y pasaría a ser un mantenimiento correctivo. Es recomendable realizar el cambio de aceite de la transmisión entre los 40.000km y 50.000km.



## **METODOLOGÍA**

## **3. METODOLOGÍA**

### **3.1 TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

Para comenzar con la investigación del proyecto, lo primordial era saber la necesidad de la creación de un nuevo plan de mantenimiento preventivo alternativo al ya recomendado por el fabricante, sabiendo el porcentaje de vehículos de transporte público que se rigen al plan de mantenimiento preventivo dado por el fabricante cada 5000km. La manera más óptima de saber dicha necesidad era preguntando a los dueños o conductores de los vehículos de transporte público liviano dentro de la ciudad de Quito.

El método aplicado fue el de investigación cuantitativa ya que nos permite analizar los datos de manera científica, basada en un muestreo con la realización de una encuesta. Era necesario saber el número de taxis al que se tenía que hacer las preguntas o encuesta para tener una tendencia acertada. Lo cual se nos facilita con la herramienta estadística de toma de muestras, sabiendo cierto universo. (Salkind, 1999)

Otro método o modalidad de investigación aplicado, fue el bibliográfico que básicamente se basa en libros, documentos relacionados tales como fichas técnicas de los vehículos o planes de mantenimiento preventivo ya existentes, internet, y archivos de carácter documental.

### **3.2 UNIVERSO Y MUESTRA**

En la mayoría si no en todas las investigaciones cuantitativas de carácter científico, es difícil estudiar todos los elementos a los cuales se refiere el problema. Es por eso que se debió tomar un grupo (muestra) del total de vehículos (universo) y generalizar los resultados.

### 3.2.1 UNIVERSO

Población o universo, se refiere al grupo finito o infinito de elementos o sujetos, en este caso específico al grupo finito de vehículos de transporte público (taxis) que circulan dentro de la ciudad de Quito.

### 3.2.2 MUESTRA

La muestra es un subconjunto de la población o el universo, que obtuve para averiguar las características o tendencias del grupo total.

## 3.3 RECOLECCION DE LA INFORMACIÓN

El primer paso a tomar, fue saber a ciencia cierta el número de vehículos de transporte público liviano, en este caso específico taxis, legales que hay en la ciudad. El dato base para iniciar con la investigación se lo pudo obtener gracias a la información prestada por la Secretaria de Movilidad del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.

El número total de taxis que circulan legalmente dentro de Quito es de 14303. Una vez determinado el grupo total o universo, se determina la muestra necesaria para realizar las encuestas, con la siguiente formula:

$$n = \frac{Z^2PQN}{e^2(N - 1) + Z^2PQ}$$

n = el tamaño de la muestra.

N= tamaño de la población

P= probabilidad que el evento ocurra (90%)

Q= probabilidad que el evento no ocurra (1-P)

Z = Valor niveles de confianza. Es un valor constante tomado en relación al

90% de confianza equivale a 1,65 este valor que queda a criterio del investigador.

e = error de la muestra a utilizarse el 5% (0,05) valor de estimación.

Aplicando dicha fórmula y a criterio personal del 90% de aceptación el resultado de la muestra es de 266. Es decir fueron 266 los conductores o dueños de los taxis, los encuestados.

El siguiente paso a tomar fue, la formulación de las preguntas que iban a estar dentro de la encuesta identificando el por qué y para que de cada pregunta, siendo estas formuladas técnicamente, para saber las necesidades mecánicas, fallas, el mantenimiento empírico realizado por los conductores o dueños de los vehículos; para la creación del manual de mantenimiento preventivo de ser necesario. (Mode, 2005)

### **3.4 ENCUESTA**

Las preguntas de la encuesta, fueron formuladas con la finalidad que me ayude a llegar a la conclusión de crear un nuevo plan de mantenimiento preventivo para taxis. Aplicando los conocimientos técnicos ya adquiridos, y revisando planes de mantenimiento preventivo de las diferentes marcas más usadas para este tipo de vehículos.

Con los resultados arrojados de las encuestas, voy a poder determinar el tipo de mantenimiento preventivo, cada que tiempo o frecuencia se lo realiza, para así poder reducir la frecuencia de daños y fallas más comunes en los vehículos de transporte público liviano.

A continuación detallo las preguntas que fueron escritas en la encuesta y el porqué de cada una entre paréntesis. Las preguntas fueron respondidas por los conductores, o dueños de los vehículos.

1. Detalle por favor los datos de su vehículo.

a) Marca

b) Kilometraje recorrido

c) Modelo

d) Lo compro de fábrica    Sí    No

(Tener una idea del mayor porcentaje de marcas usadas para taxis y poder comparar con el plan de mantenimiento dado por dichas marcas, además de saber si ya llego a los 100mil km donde termina el plan)

2. ¿Sigue el plan de mantenimiento preventivo dado por el fabricante?

a) Si

b) No

(Saber si cumplen o no con el plan, para justificar el porqué de crear un plan alternativo para vehículos de trabajo en este caso taxis)

3. ¿Cuántos kilómetros recorre diariamente?

a) De 100 a 200

b) De 201 a 300

c) Más de 300

4. ¿Cuántas horas trabaja diariamente?

a) De 6 a 9

b) De 9 a 12

c) Mas de 12

5. ¿Cuántos días trabaja a la semana?

a) 5

b) 6

c) 7

(Pregunta 3 4 y 5, para sacar un dato aproximado de cuanto recorre un taxi en cierta cantidad de tiempo, y saber si los diferentes cambios que realizan son innecesarios o pasados de tiempo)

6. ¿Cada que tiempo realiza ABC de frenos? (cambio de pastillas, zapatas, revisión general)

a) Mensual

b) Bimensual

c) Trimestral.

d) Semestral

e) Anual

7. ¿Cada que tiempo realiza rotación de neumáticos?

a) Mensual

b) Bimensual

c) Trimestral

d) Semestral

e) Anual

8. ¿Cada que tiempo realiza alineación y balanceo?

- a) Mensual
- b) Bimensual
- c) Trimestral
- d) Semestral
- e) Anual

9. ¿Cada que tiempo realiza cambio de neumáticos?

- a) Trimestral
- b) Semestral
- c) Anual
- d) Más de un año

10. ¿Cada que tiempo realiza un reajuste y chequeo general de la suspensión?

- a) Mensual
- b) Bimensual
- c) Trimestral
- d) Semestral
- e) Anual

11. ¿Cada que tiempo realiza cambio de amortiguadores?

- a) Bimensual
- b) Trimestral

c) Semestral

d) Anual

e) Más de un año

12. ¿Cada que tiempo realiza cambio de filtro de combustible?

a) Bimensual

b) Trimestral

c) Semestral

d) Anual

e) Más de un año

13. ¿Cada que tiempo realiza cambio de filtro de aire?

a) Bimensual

b) Trimestral

c) Semestral

d) Anual

e) Más de un año

14. ¿Cada que tiempo realiza cambios de bujías?

a) Bimensual

b) Trimestral

c) Semestral

d) Anual



e) Más de un año

15. ¿Cada que tiempo realiza cambio de aceite de la caja de cambios?

a) Trimestral

b) Semestral

c) Anual

d) Más de un año

e) Nunca

(4-15 Saber a qué kilometraje aproximado realizan, en función de tiempo, los diferentes cambios o chequeos dados en el plan de mantenimiento preventivo dado por el fabricante, y así comparar para crear el plan alternativo).

### **3.5 ALCANCE**

La investigación se realizó, sabiendo que el universo total de taxis legales que circulan dentro del Distrito Metropolitano de Quito son 14303 vehículos. Utilizando las herramientas estadísticas ya investigadas, la encuesta se realizó a un total de 266 vehículos de transporte público liviano, taxis, con un 90% en el nivel de confianza de los resultados.

Para llegar a cumplir con el número total de encuestas, fue necesario ir a diferentes cooperativas de taxis y en las calles, a veces recibiendo una respuesta negativa. Las encuestas fueron realizadas a conductores o dueños de los vehículos que son los encargados de realizar el mantenimiento del vehículo, ya sea este preventivo o correctivo.

## **RESULTADOS**

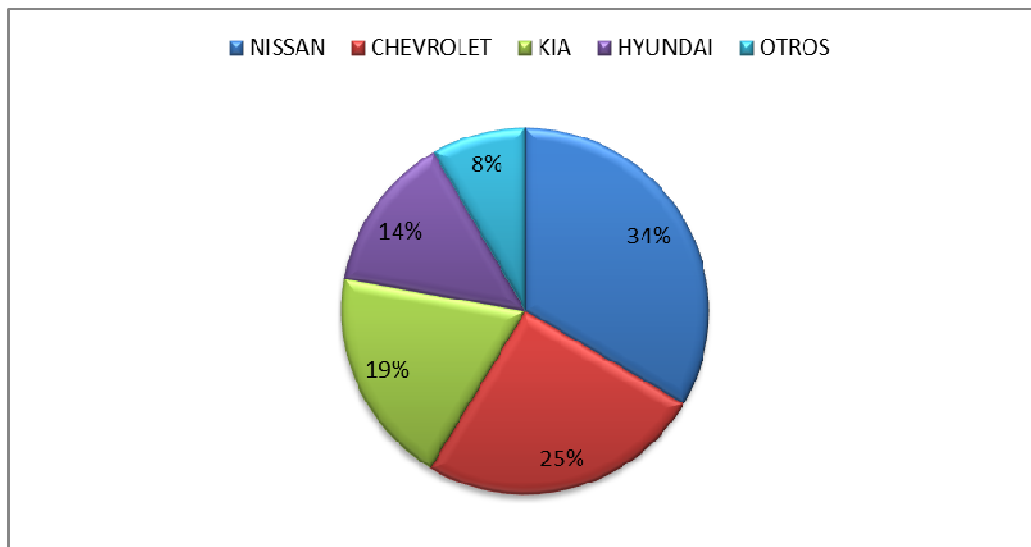
## 4. RESULTADOS

Una vez recolectado los datos de lo investigado y de los encuestados se procedió a la tabulación de los mismos para sacar muestras gráficas. Se analizó una a una las preguntas de la encuesta formulada y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

**Pregunta1.**Detalle por favor los datos de su vehículo.

**Tabla 1.** Marca de vehículo

OPCION	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
NISSAN	89	34%
CHEVROLET	67	25%
KIA	51	19%
HYUNDAI	37	14%
OTROS	22	8%
TOTAL	266	100%

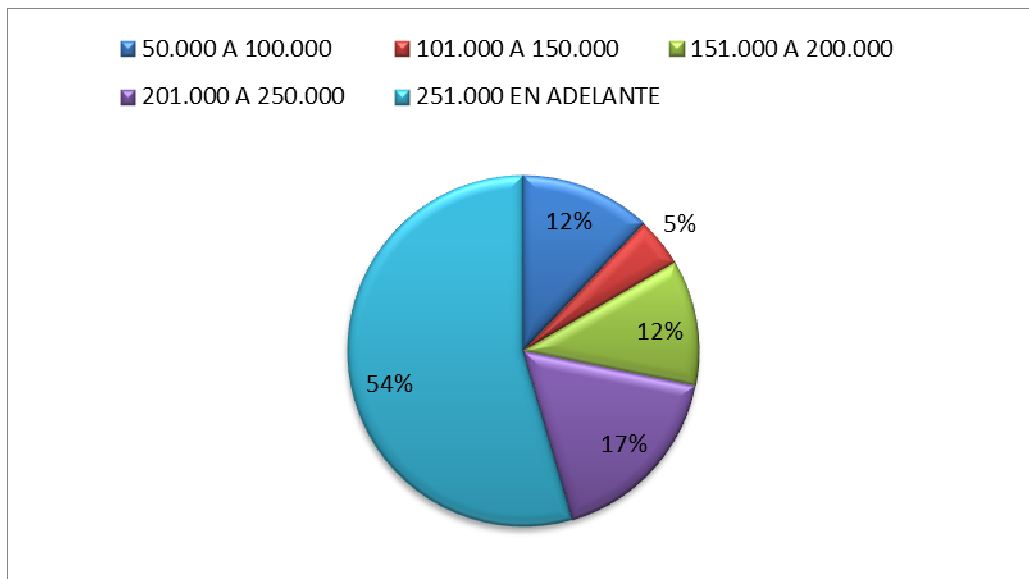


**Figura 33.** Porcentaje de las marcas de autos utilizados para taxis

Cuatro son las marcas más usadas como vehículos de transporte público liviano que son, Nissan, Chevrolet, Kia, y Hyundai.

**Tabla 2.** Kilometraje recorrido

OPCION	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
50.000 A 100.000	32	12%
101.000 A 150.000	12	5%
151.000 A 200.000	31	12%
201.000 A 250.000	46	17%
251.000 EN ADELANTE	145	54%
TOTAL	266	100%

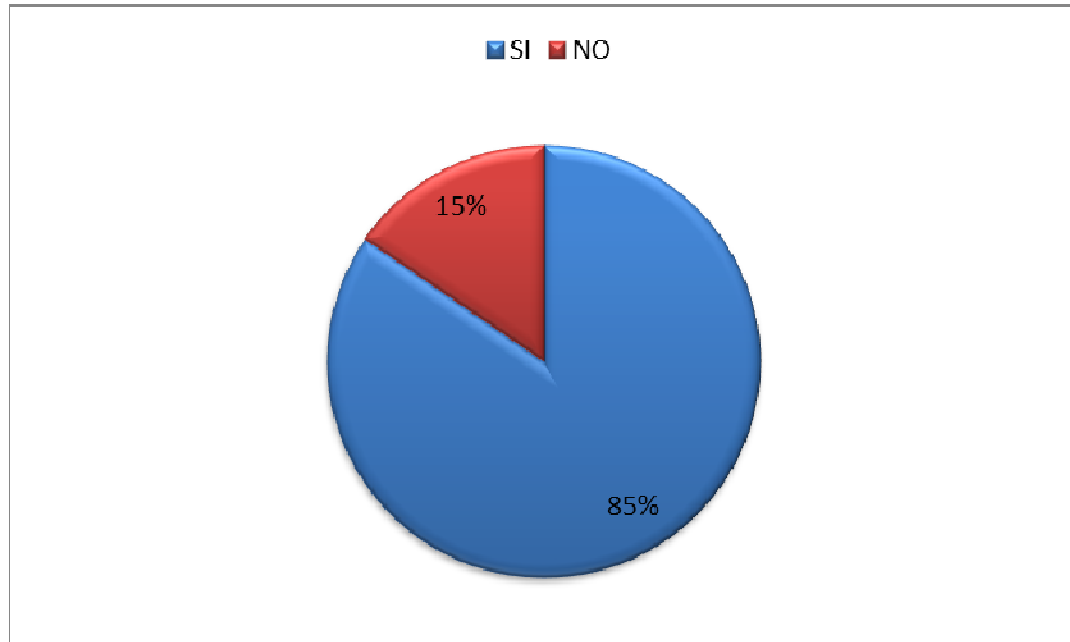


**Figura 34.** Porcentaje de kilometraje recorrido por los vehículos

La tabla 2 dice que tan solo el 12% de los encuestados, aun no llegan a los 100.000km. Lo que significa que el otro 88% de una u otra manera ya no están atados al servicio de postventa del concesionario para seguir el plan de mantenimiento preventivo dado por el fabricante a consecuencia de perder la garantía. Sin embargo siempre recomiendan seguir con el plan para el correcto funcionamiento del vehículo.

**Tabla 3.** ¿Lo compro de fábrica?

OPCION	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
SI	225	85%
NO	41	15%
TOTAL	266	100%



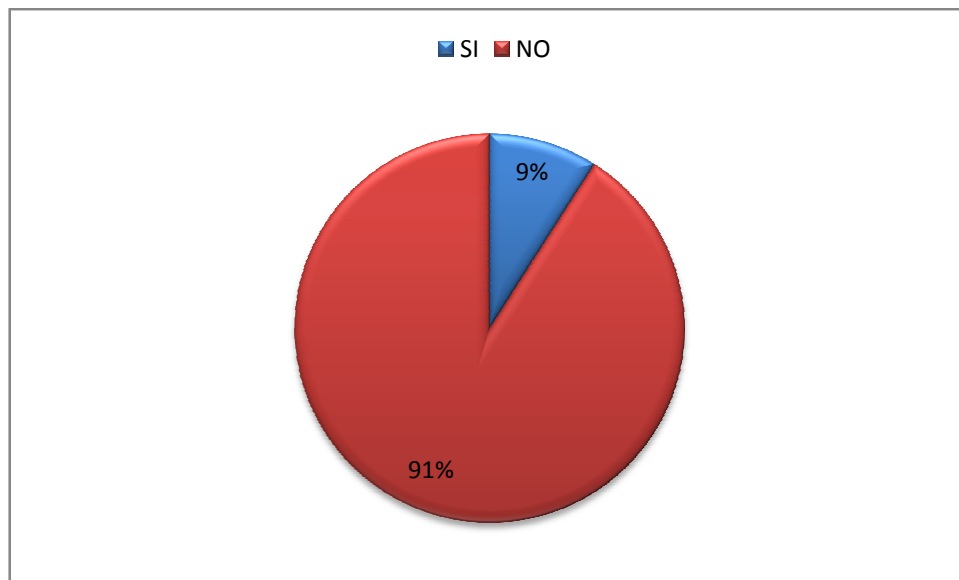
**Figura 35.** Porcentaje de los vehiculos que fueron comprados de fabrica

El 85% de los encuestados compraron su vehículo 0km de fábrica, lo que quiere decir que tenían pleno conocimiento del plan de mantenimiento recomendado por el fabricante, y los beneficios que este representa,

**Pregunta 2.** ¿Sigue el plan de mantenimiento preventivo dado por el fabricante?

**Tabla 4.** ¿Sigue el plan de mantenimiento preventivo dado por el fabricante?

OPCION	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
SI	24	9%
NO	242	91%
TOTAL	266	100%



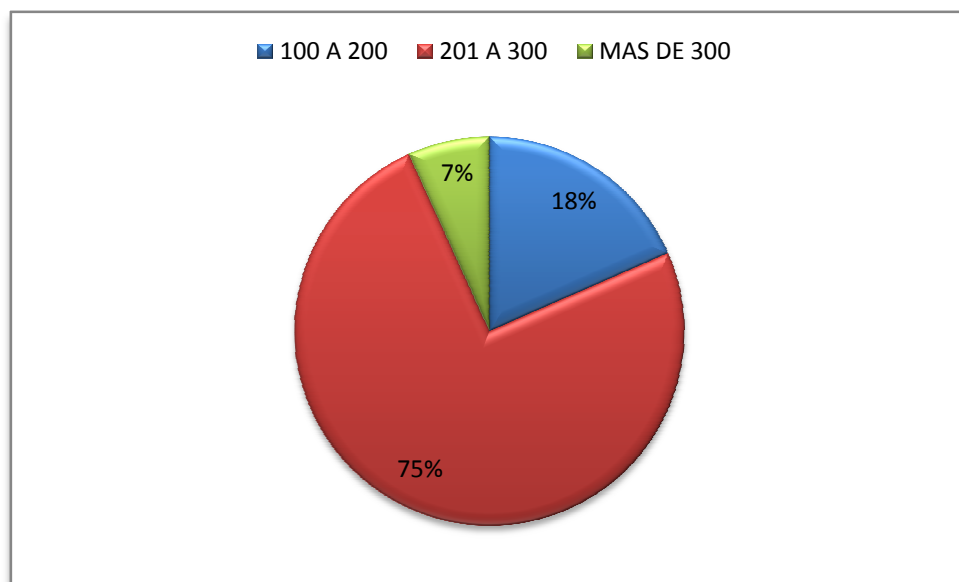
**Figura 36.** Porcentaje de vehículos que siguen el plan de mantenimiento preventivo

Tan solo el 9% de los encuestados, cumplen con el plan de mantenimiento preventivo, de los cuales la mayoría son los vehículos que aún no llegan a los 100.000km, que quiere decir que lo siguen solo para no perder la garantía. De todos modos no todos los autos que tienen menos de 100.000km son sometidos al mantenimiento, lo que nos dice que sin importar la pérdida de la garantía los conductores de taxis creen innecesario seguir el plan.

**Pregunta 3.** ¿Cuántos kilómetros recorre diariamente?

**Tabla 5.** Cantidad de kilómetros recorridos al día

OPCION	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
100 A 200	49	18%
201 A 300	199	75%
MAS DE 300	18	7%
TOTAL	266	100%



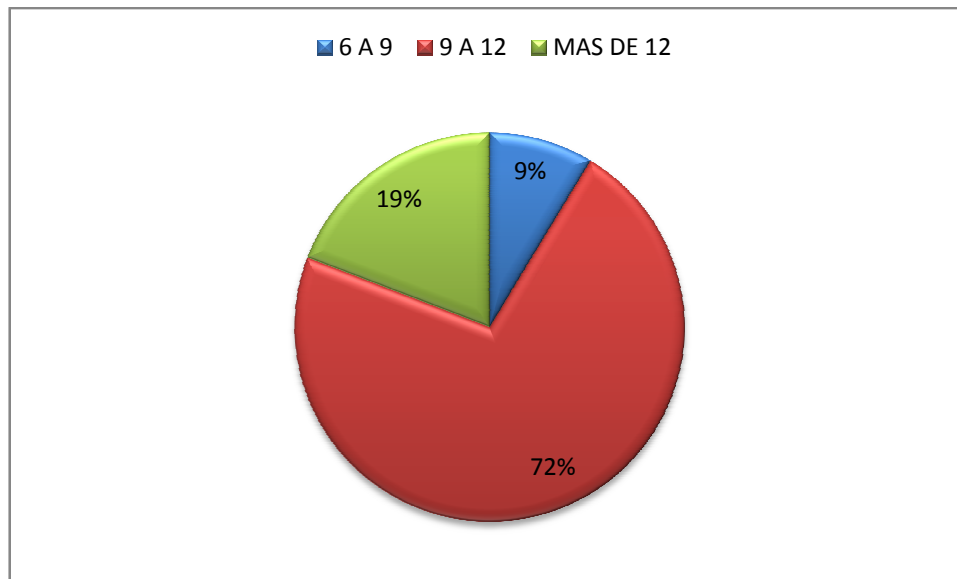
**Figura 37.** Porcentaje del kilometraje recorrido al día

La gran mayoría de los autos, recorren aproximadamente la misma cantidad de kilómetros, lo que nos ayuda a crear un plan general, para la totalidad de los vehículos teniendo como referencia esa gran mayoría, considerando que la diferencia entre la mayoría y el resto es de poco kilometraje.

**Pregunta 4.** ¿Cuántas horas trabaja diariamente?

**Tabla 6.** Cantidad de horas trabajadas al día

OPCION	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
6 A 9	23	9%
9 A 12	192	68%
MAS DE 12	51	23%
TOTAL	266	100%



**Figura 38.** Porcentaje de horas trabajadas al día

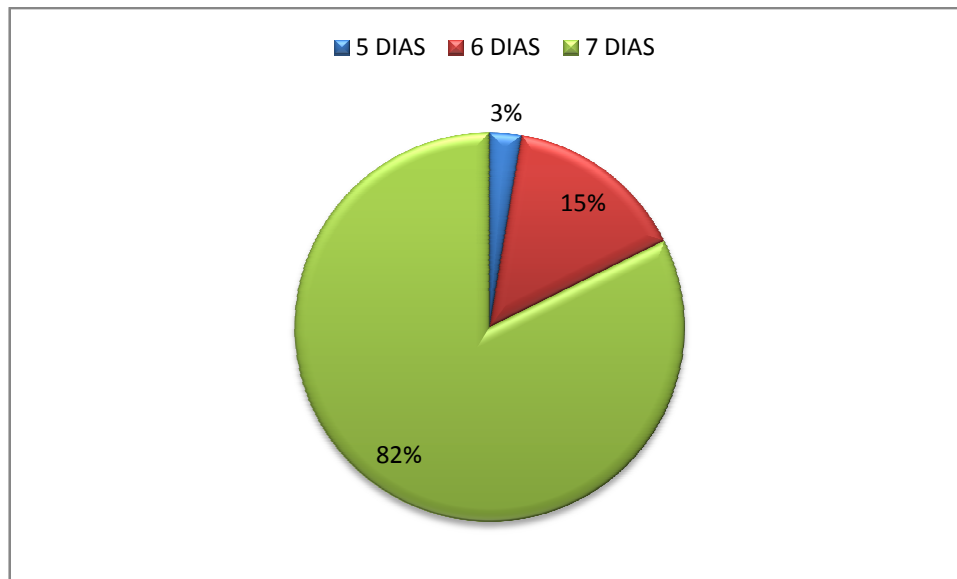
Al igual que en la pregunta 3 la tabla 6 nos dice que la gran mayoría de los autos, coinciden en las horas trabajadas al día, lo que nos ayuda a crear un plan general, para la totalidad de los vehículos.



**Pregunta 5.** ¿Cuántos días trabaja a la semana?

**Tabla 7.** Cantidad de días trabajados a la semana

OPCION	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
5 DIAS	7	3%
6 DIAS	40	15%
7 DIAS	219	82%
TOTAL	266	100%



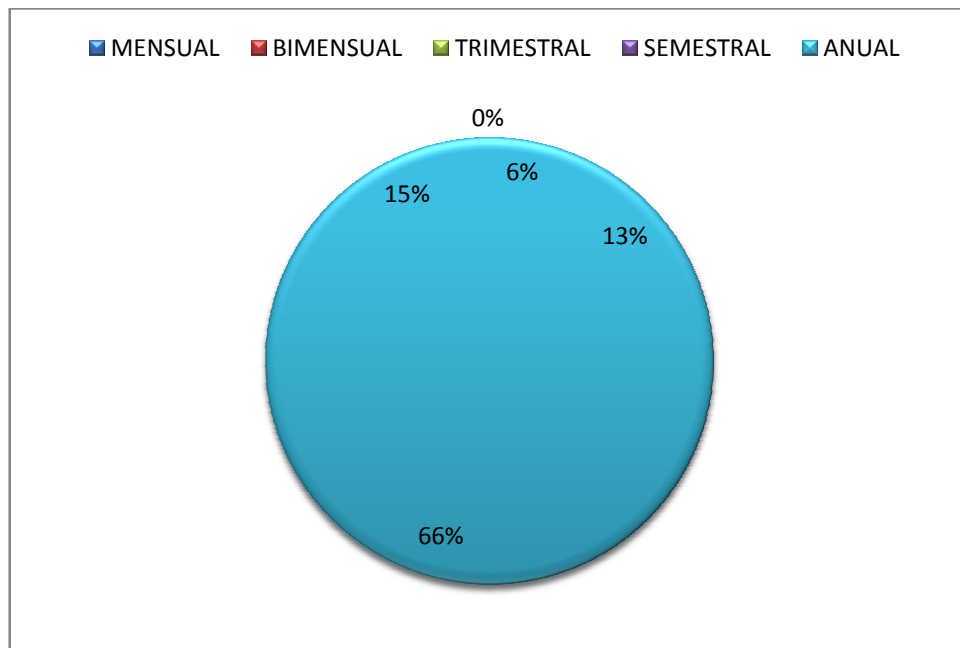
**Figura 39.** Porcentaje de días trabajados a la semana

Al igual que en la pregunta 3 y 4 La gran mayoría de los autos, coinciden en los días trabajados a la semana, lo que nos ayuda a crear un plan general, para la totalidad de los vehículos teniendo como referencia esa gran mayoría, tomando en cuenta que la diferencia entre la mayoría y el resto no es mucha.

**Pregunta 6.** ¿Cada que tiempo realiza ABC de frenos? (cambio de pastillas, zapatas, revisión general)

**Tabla 8.** Tiempo en que se realiza ABC de frenos

OPCION	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
MENSUAL	16	6%
BIMENSUAL	36	13%
TRIMESTRAL	175	66%
SEMESTRAL	39	15%
ANUAL	0	0%
TOTAL	266	100%

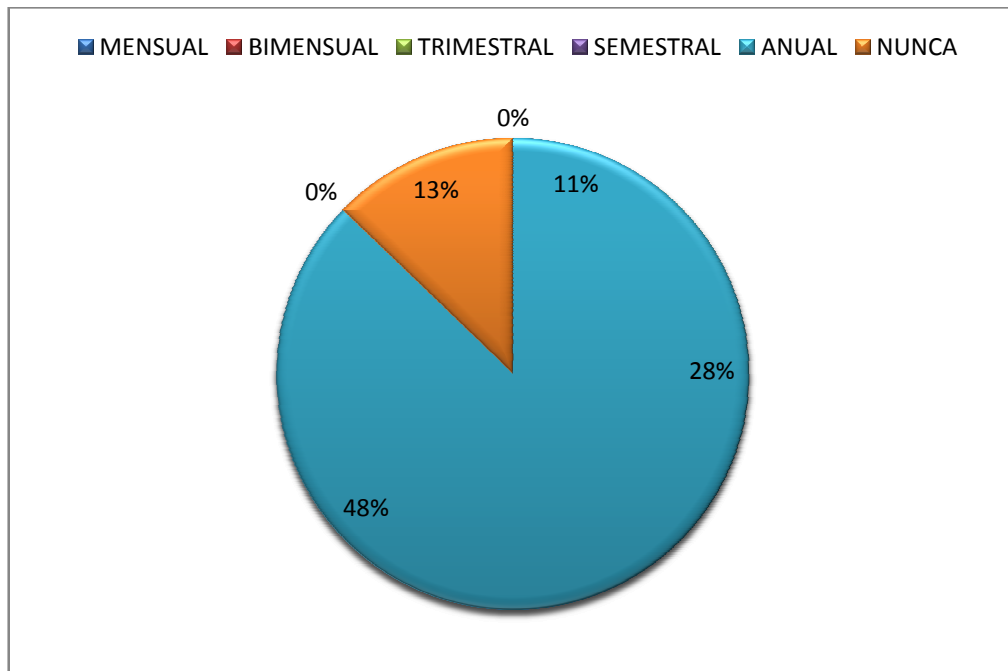


**Figura 40.** Porcentaje del número de vehículos que hacen ABC de frenos cada cierto tiempo

**Pregunta 7.** ¿Cada que tiempo realiza rotación de neumáticos?

**Tabla 9.** Tiempo en que se realiza rotación de neumáticos

OPCION	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
MENSUAL	0	0%
BIMENSUAL	28	11%
TRIMESTRAL	75	28%
SEMESTRAL	129	48%
ANUAL	0	0%
NUNCA	34	13%
TOTAL	266	100%

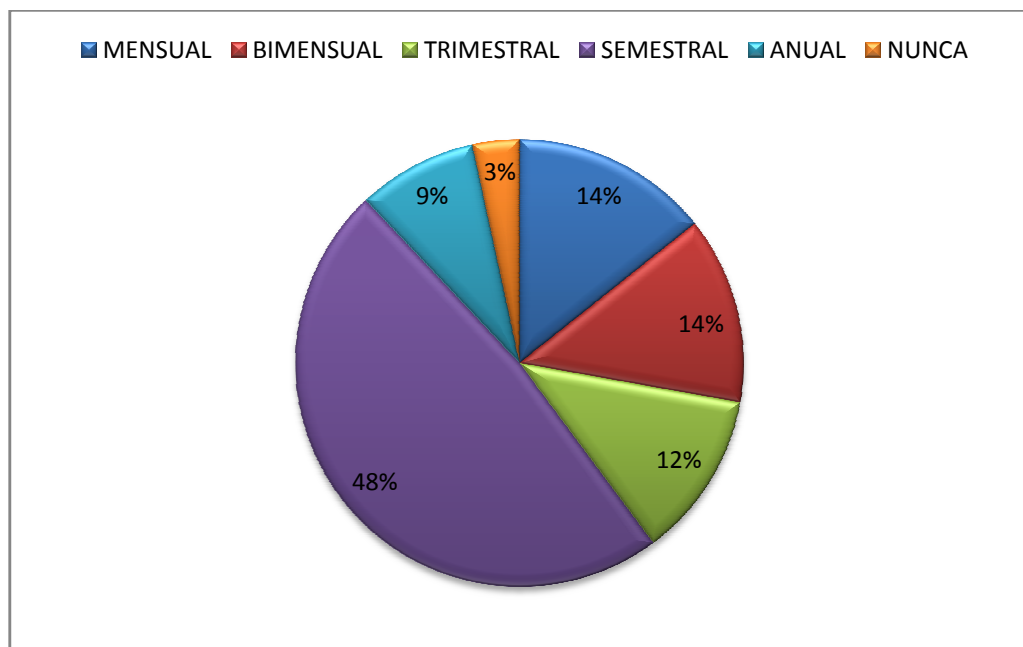


**Figura 41.** Porcentaje del número de vehículos que hacen rotación de neumáticos cada cierto tiempo

**Pregunta 8.** ¿Cada que tiempo realiza alineación y balanceo?

**Tabla 10.** Tiempo en que se realiza alineación y balanceo

OPCION	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
MENSUAL	38	14%
BIMENSUAL	36	14%
TRIMESTRAL	32	12%
SEMESTRAL	128	48%
ANUAL	23	9%
NUNCA	9	3%
TOTAL	266	100%

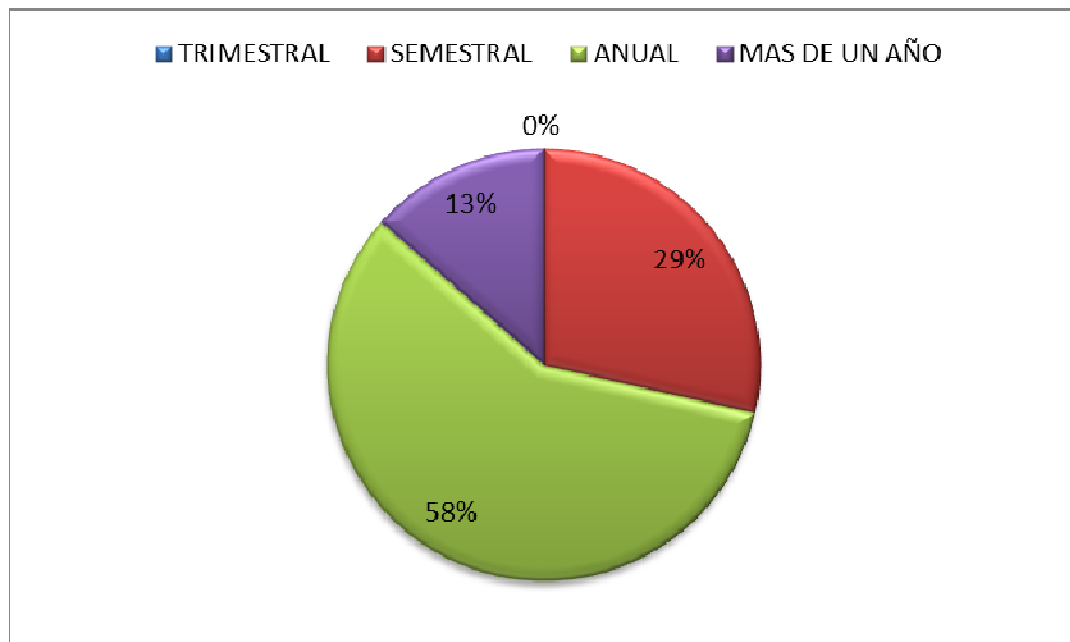


**Figura 42.** Porcentaje del número de vehículos que hacen alineación y balanceo cada cierto tiempo

**Pregunta 9.** ¿Cada que tiempo realiza cambio de neumáticos?

**Tabla 11.** Tiempo en que se realiza cambio de neumáticos

OPCION	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
TRIMESTRAL	0	0%
SEMESTRAL	76	29%
ANUAL	154	58%
MAS DE UN AÑO	36	13%
TOTAL	266	100%

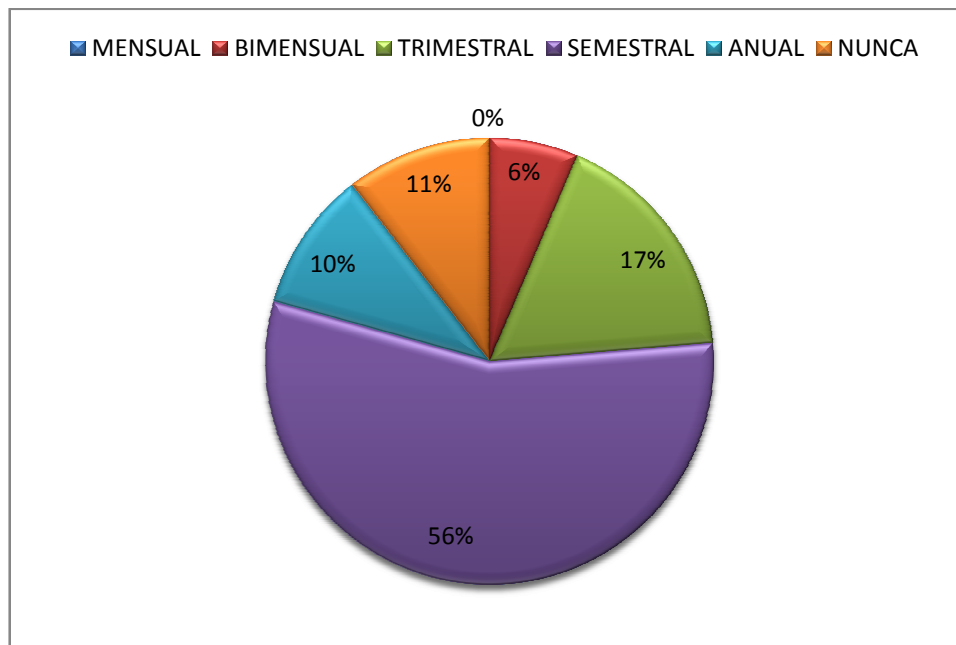


**Figura 43.** Porcentaje del número de vehículos que hacen cambio de neumáticos cada cierto tiempo

**Pregunta 10.** ¿Cada que tiempo realiza un reajuste y chequeo general de la suspensión?

**Tabla 12.** Tiempo en que se realiza reajuste y chequeo de suspensión

OPCION	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
MENSUAL	0	0%
BIMENSUAL	17	6%
TRIMESTRAL	46	17%
SEMESTRAL	148	56%
ANUAL	27	10%
NUNCA	28	11%
TOTAL	266	100%

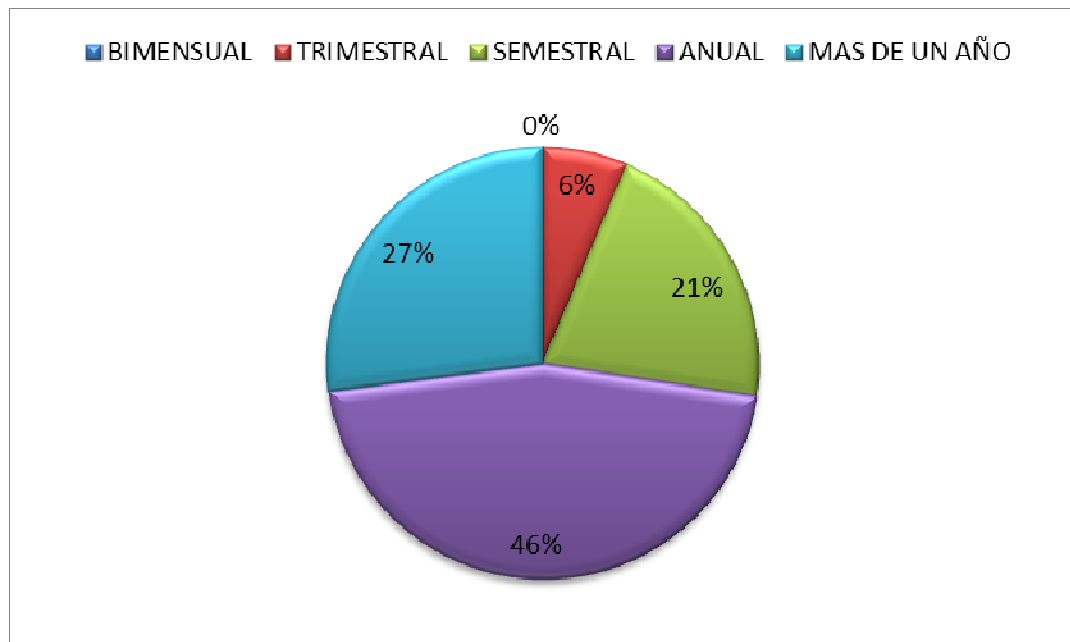


**Figura 44.** Porcentaje del número de vehículos que hacen reajuste y chequeo de suspensión cada cierto tiempo

**Pregunta 11.** ¿Cada que tiempo realiza cambio de amortiguadores?

**Tabla 13.** Tiempo en que se realiza cambio de amortiguadores

OPCION	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
BIMENSUAL	0	0%
TRIMESTRAL	17	6%
SEMESTRAL	56	21%
ANUAL	121	46%
MAS DE UN AÑO	72	27%
TOTAL	266	100%

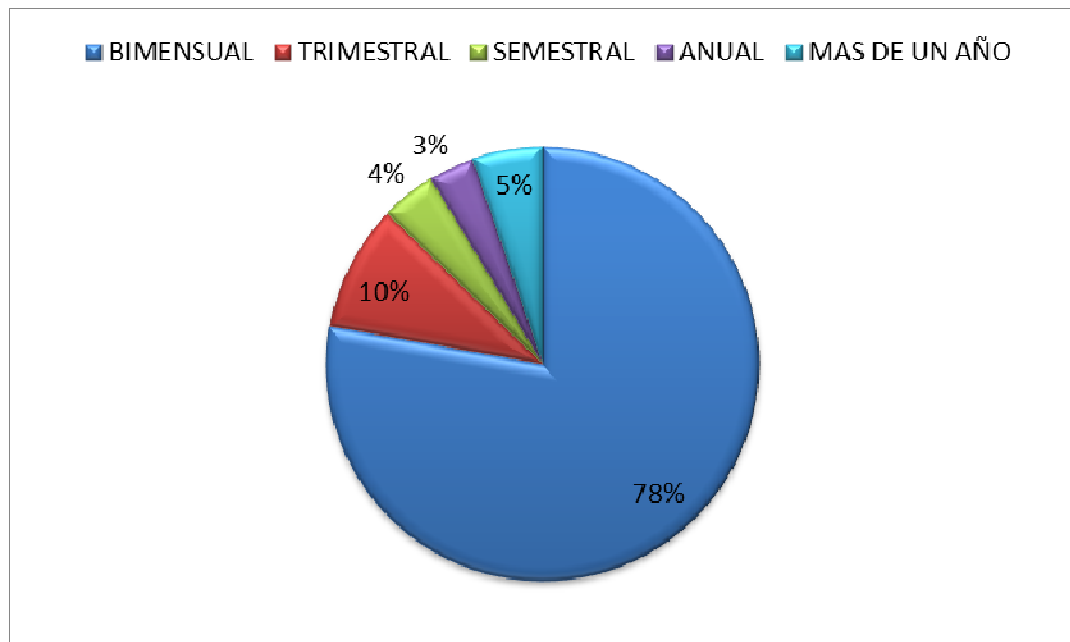


**Figura 45.** Porcentaje del número de vehículos que cambian amortiguadores cada cierto tiempo

**Pregunta 12.** ¿Cada que tiempo realiza cambio de filtro de combustible?

**Tabla 14.** Tiempo en que se realiza cambio de filtro de combustible

OPCION	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
BIMENSUAL	207	78%
TRIMESTRAL	25	10%
SEMESTRAL	11	4%
ANUAL	9	3%
MAS DE UN AÑO	14	5%
TOTAL	266	100%



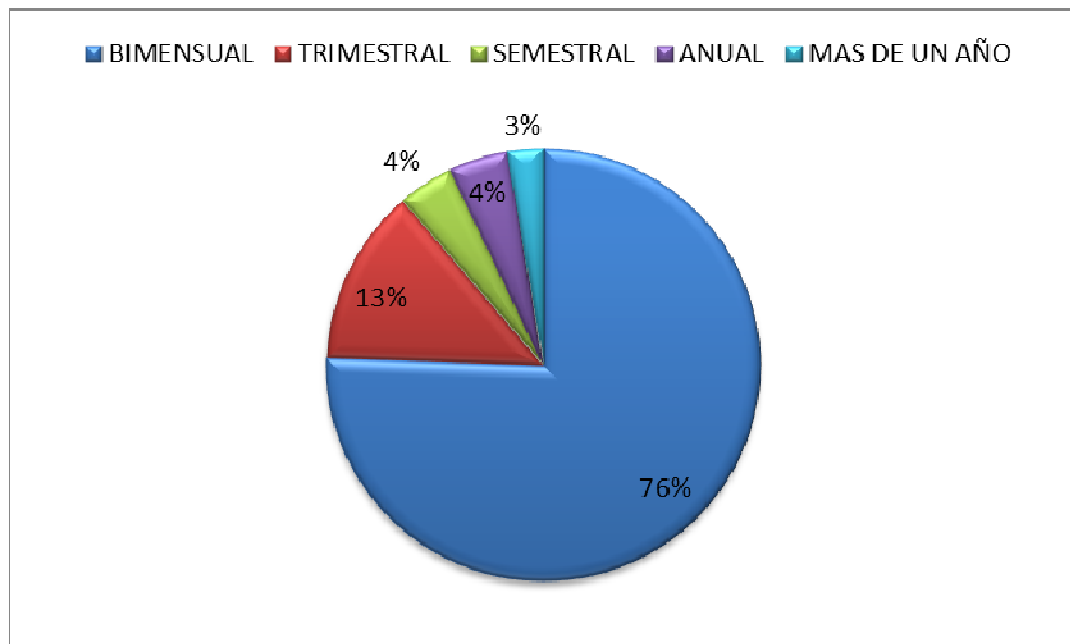
**Figura 46.** Porcentaje del número de vehículos que cambian filtro de combustible cada cierto tiempo



**Pregunta13.** ¿Cada que tiempo realiza cambio de filtro de aire?

**Tabla 15.** Tiempo en que se realiza cambio de filtro de aire

OPCION	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
BIMENSUAL	201	76%
TRIMESTRAL	35	13%
SEMESTRAL	11	4%
ANUAL	12	4%
MAS DE UN AÑO	7	3%
TOTAL	266	100%

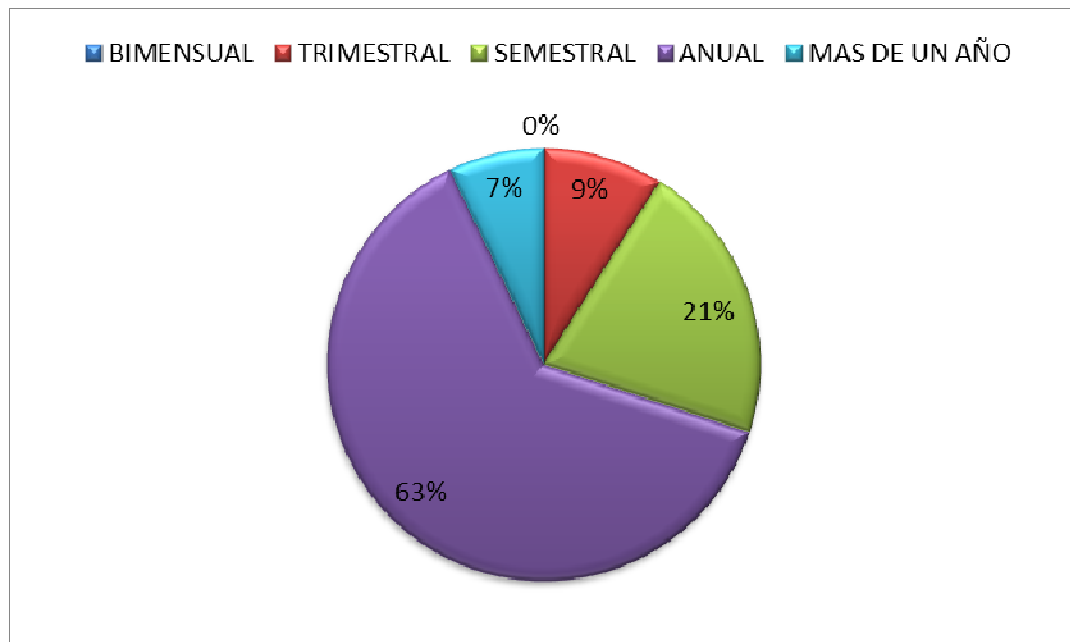


**Figura 47.** Porcentaje del número de vehículos que cambian filtro de aire cada cierto tiempo

**Pregunta 14.** ¿Cada que tiempo realiza cambios de bujías?

**Tabla 16.** Tiempo en que se realiza cambio de bujías

OPCION	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
BIMENSUAL	0	0%
TRIMESTRAL	24	9%
SEMESTRAL	56	21%
ANUAL	167	63%
MAS DE UN AÑO	19	7%
TOTAL	266	100%

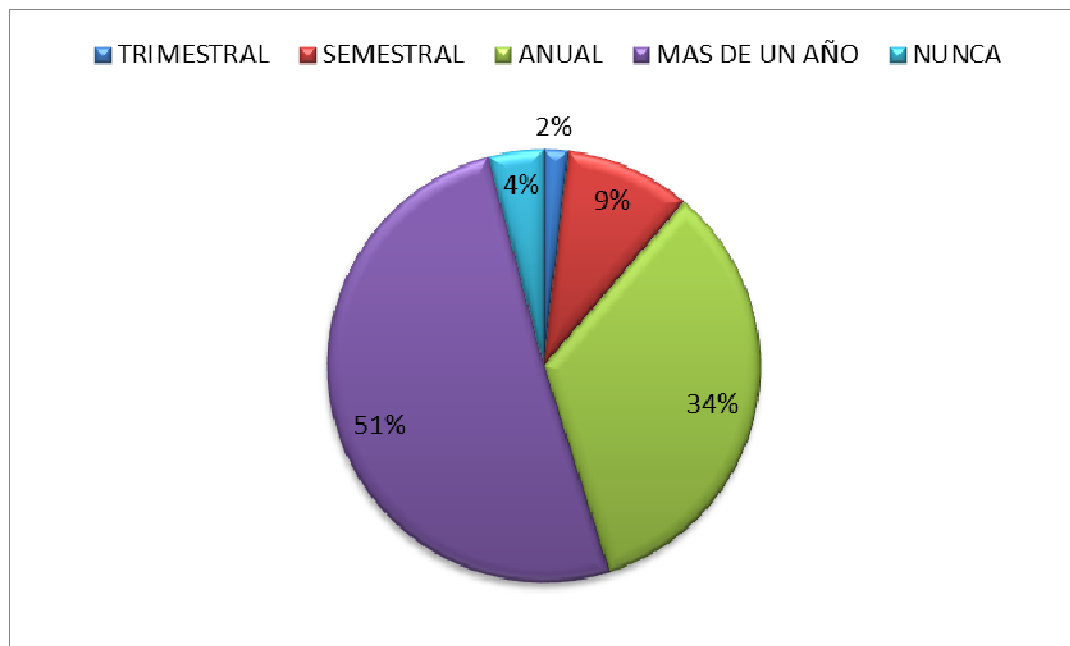


**Figura 48.** Porcentaje del número de vehículos que cambian bujías cada cierto tiempo

**Pregunta 15.** ¿Cada que tiempo realiza cambio de aceite de la caja de cambios?

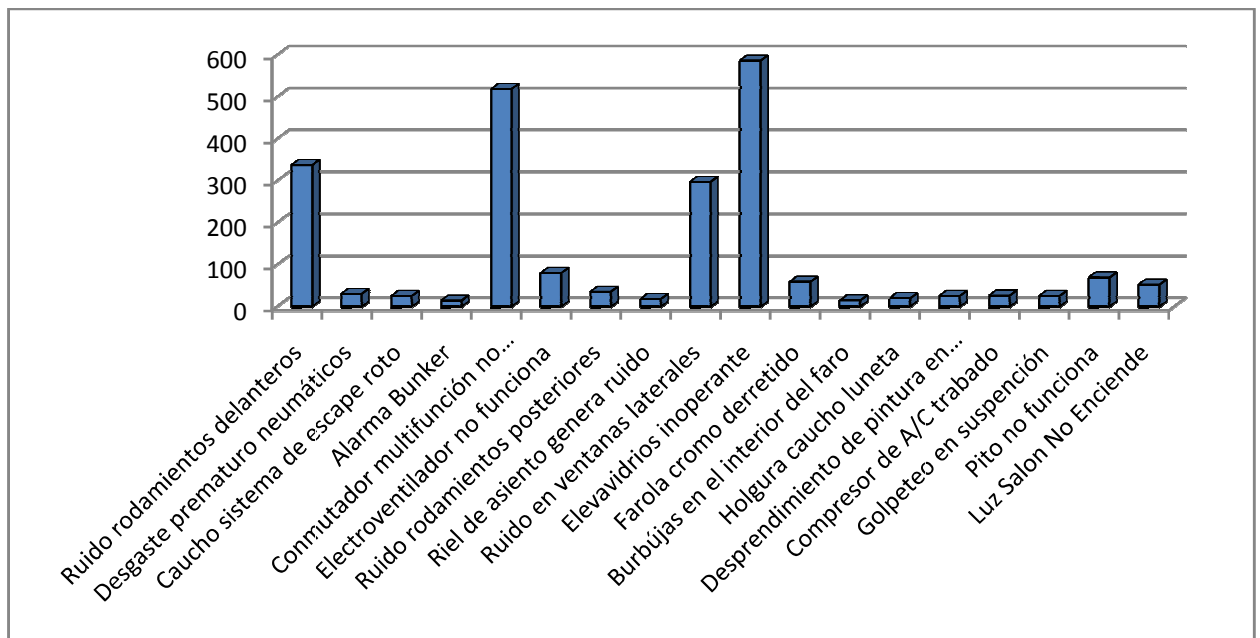
**Tabla 17.** Tiempo en que se realiza cambio de aceite de caja de cambios

OPCION	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
TRIMESTRAL	5	2%
SEMESTRAL	25	9%
ANUAL	90	34%
MAS DE UN AÑO	135	51%
NUNCA	11	4%
TOTAL	266	100%



**Figura 49.** Porcentaje del número de vehículos que cambian aceite de caja de cambios cada cierto tiempo

Para determinar la frecuencia de fallas y daños en los vehículos se obtuvo datos desde el año 2009 al 2013, de reclamos de garantías, es decir antes de cumplir los 100.000km, ya que después de dicho kilometraje la causa de cualquier daño o falla podría ser por el uso y el desgaste normal del vehículo, mas no por falta de mantenimiento. En la figura 50 se muestra los reclamos más representativos, tanto por criticidad, como por cantidad.



**Figura 50.**Cuadro de fallas y daños antes de los 100.000km

## 4.1 ANALISIS DE RESULTADOS

Cuatro son las marcas más usadas para taxis, el 92% de los taxis en Quito corresponden a Nissan, Chevrolet, Kia, Hyundai, lo cual facilita la investigación y si el mantenimiento realizado es el correcto, enfocado a estas cuatro marcas, considerando que los diferentes modelos en su totalidad son de las mismas características de cilindrada, capacidad de carga, tamaño etc.

Partiendo de los resultados expuestos, sabemos en el 91% de los taxis en Quito son sometidos a un plan de mantenimiento preventivo alterno al del fabricante, sin saber si es o no el correcto.

Ya que el 78,5% de taxis recorre un estimado de 7.000km mensuales, y considerando que del 21,5% restante la gran mayoría recorre poco menos kilómetros; sabemos que el 92% de taxis realizan las diferentes actividades correspondientes al mantenimiento preventivo dentro de un margen similar de recorrido.

Según lo investigado y lo recomendado por el fabricante, el ABC de frenos es adecuado hacerlo en un aproximado de 20.000km a 25.000km. Gracias a los datos arrojados de la encuesta, sabemos que el 19% de los encuestados realiza el ABC antes del kilometraje recomendado, el 66% lo hace al kilometraje adecuado, y el 15% lo realiza después.

En lo referente a neumáticos y su mantenimiento, que abarca alineación, balanceo, y rotación; se lo recomienda hacer a los 10.000km para tener un gasto uniforme. La mayoría, el 48% de los taxis en Quito realizan el mantenimiento muy pasado de tiempo de lo recomendado, aproximadamente de 40 a 45 mil km de recorrido.

El cambio de neumáticos, según el fabricante y lo investigado, tienen una vida útil aproximada de 45.000km. Según el resultado de la encuesta el 71% lo hace pasado el kilometraje aproximado.

Un reajuste y chequeo de suspensión, es vital para el confort y seguridad del vehículo. Tanto el fabricante como los expertos recomiendan hacerlo a los 25.000km. Tan solo el 17% de los encuestados lo realiza este procedimiento al kilometraje aproximado recomendado.

La vida útil de los amortiguadores, según el fabricante y lo investigado va aproximadamente de 40.000km a 45.000km. Tomando en cuenta los resultados

de lo encuestado tan solo el 21% realiza el kilometraje aproximado adecuado, el 79% restante lo hace pasado el kilometraje recomendado.

El cambio de filtro de aire y combustible, el fabricante y expertos recomienda hacerlo a los 15.000km. Según los datos expuestos el 78% de los encuestados realiza el cambio al kilometraje recomendado para el correcto funcionamiento del motor.

La limpieza de inyectores y cambio de bujías se lo debe hacer al mismo tiempo, según los expertos a los 45.000km y según el fabricante a los 50.000km. En Quito tan solo el 21% realiza el proceso al kilometraje recomendable para el funcionamiento del vehículo.

El cambio de aceite de la caja de cambios es un proceso importantísimo, y que queda en el olvido de muchos propietarios de vehículos. Tan solo el 9% de los encuestados hace el cambio al tiempo que se lo debe hacer. El resto lo hace muy pasado de tiempo.

Una vez analizados los resultados de las diferentes preguntas de las encuestas, nos podemos dar cuenta que en su totalidad, los vehículos de transporte público liviano en Quito, son sometidos a un mantenimiento preventivo inadecuado, ya que lleva al límite de funcionabilidad los diferentes sistemas. En la siguiente figura se muestra la comparación entre el plan recomendado por el fabricante y expertos, con el mantenimiento al que son sometidos la mayoría de taxis en la capital.

Analizando los datos de garantías, podemos ver que la mayoría de los daños y fallas en los vehículos antes de los 100.000km, no son daños mecánicos a causa de un mantenimiento o falta de mantenimiento, sino por falla de fabricación en sus componentes.

Plan de mantenimiento preventivo	Fabricante/Expertos	Taxis
	km	km
ABC de frenos	20.000	21.000
Alineación, balanceo, rotación de neumáticos	10.000	42.000
Cambio de neumáticos	50.000	80.000
Reajuste y chequeo de suspensión	25.000	45.000
Cambio de amortiguadores	40.000	85.000
Cambio filtro de combustible	15.000	14.000
Cambio filtro de aire	15.000	14.000
Cambio bujías de encendido	50.000	85.000
Limpieza de inyectores	50.000	85.000
Cambio aceite caja de cambios	45.000	100.000
Cambio aceite del motor	5.000	5.000

**Figura 51.** Comparación del plan de mantenimiento preventivo recomendado por el fabricante, y el de taxis

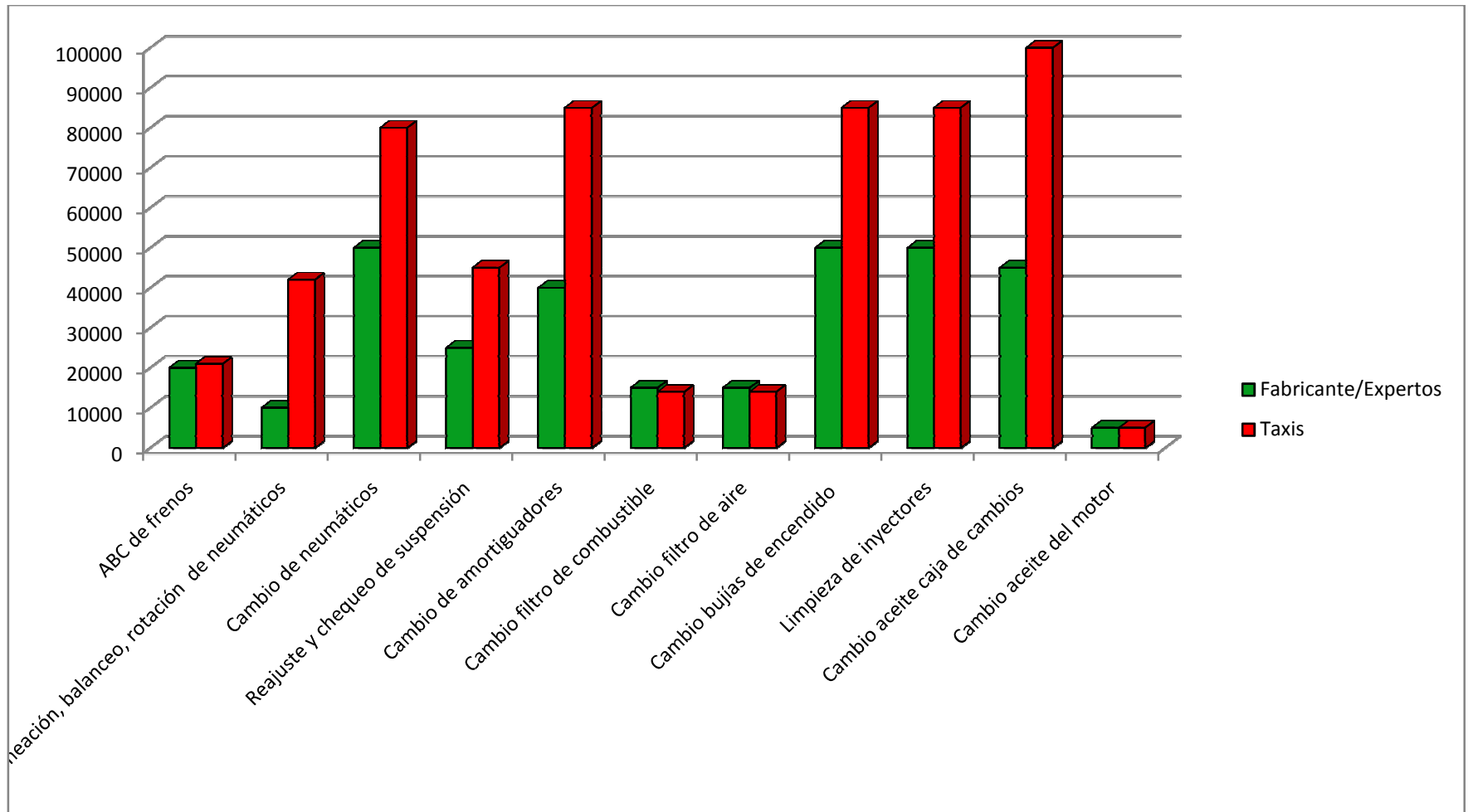


Figura 52. Cuadro comparativo de mantenimientos.



## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 CONCLUSIONES**

Una vez concluida con la investigación, se determinó que es necesario la creación de un plan de mantenimiento preventivo para vehículos de transporte público liviano, ya que la inmensa mayoría realiza el mantenimiento a lo que creen conveniente, o hasta que se les presente algún fallo.

A criterio de varios expertos, y autores, se determinaron los mecanismos del vehículo que sufren mayor desgaste por el trabajo, y por ende los que tienen que ser sujetos a un mantenimiento preventivo.

El propietario o conductor de un taxi, no sigue un plan de mantenimiento preventivo estructurado, ya que es inexistente, y el dado por el fabricante dice que tiene un costo excesivo y es innecesario, en algunos mecanismos.

Los vehículos de transporte público en nuestra ciudad, circulan en un número representativo, con los mecanismos, y elementos de seguridad al límite de su vida útil, y funcionalidad. Poniendo en riesgo a la ciudadanía.

Un porcentaje de los propietarios de taxis por “bien hacer” realizan cambios prematuros de componentes relacionados a un plan de mantenimiento preventivo, siendo estos innecesarios, y afectando directamente a la economía del negocio.

Según los datos obtenidos, se sabe que la gran mayoría de taxis, son vehículos relativamente nuevos y actuales, lo cual ayuda a la seguridad vial.

Existen cuatro marcas de autos que son las más usadas para transporte público liviano, lo cual facilita la creación y estandarización de un plan de mantenimiento preventivo aplicable a las cuatro marcas. Tomando en cuenta que son autos casi de las mismas características y especificaciones.

## 5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda a los propietarios de vehículos de transporte público liviano, que no se realice un mantenimiento empírico, ya que ponen en riesgo la vida de miles de ciudadanos, debido a una posible falla de su vehículo.

Se recomienda seguir el plan de mantenimiento preventivo dado por el fabricante por más costoso e innecesario que crean que lo sea, ya que uno estructurado para vehículos de trabajo no lo hay.

Se recomienda posterior a este trabajo, investigar con pruebas de campo, experimentales y prácticas la diferencia de desgaste, sistema a sistema para poder llegar a crear en un futuro un plan de mantenimiento preventivo para taxis diferenciando el desgaste de vehículos.

Depende de cada conductor el estado y eficacia de su vehículo, al momento de sentir alguna falla o un funcionamiento fuera de lo normal, se recomienda de inmediato dirigirse a un taller especializado a que arregle la falla, ya que si no se arregla a tiempo podría influir en otras averías.

Es recomendable que los conductores de taxis sean capacitados en temas de mecánica básica, para que ellos mismos puedan realizar procedimientos sencillos de un mantenimiento, como medir presión de llantas, revisar niveles de líquidos, cambiar un foco quemado, o realizar algún arreglo curita frente a una falla, hasta llevarlo donde el especialista.

Ya que la gran mayoría de vehículos taxis son sometidos a gran esfuerzo de trabajo, y el mantenimiento no es el adecuado. A los propietarios y conductores de dichos vehículos, se les recomienda seguir el plan de mantenimiento preventivo recomendado por el fabricante, y así poder reducir ese 1,54% de accidentes de tránsito por causa de alguna falla mecánica.

De cada uno depende el estado de nuestros vehículos, según el trato, el mantenimiento que se le dé, y el tipo de manejo al que esté sometido. De los

conductores que pasan 10 horas al día trabajando en sus taxis, siendo este la fuente de ingreso para sus familias, depende que esta herramienta siga rindiendo lo esperado, y aporten a la seguridad vial.

## BIBLIOGRAFÍA

Arboleda, C. (Septiembre de 2013). (J. Velástegui, Entrevistador)

Blancarte, J. (15 de Febrero de 2011). *Auto Cosmos*. Recuperado el 16 de Octubre de 2013, de <http://especiales.autocosmos.com.mx/tipsyconsejos/noticias/2011/02/15/cada--cuando-debo-cambiar-del-filtro-de-gasolina>

Carburando. (2013). El aceite y su función. *Carburando*, 12.

Carburando. (2013). El cuidado automotor. *Carburando*, 3.

Carburando. (2013). Las claves de la vida útil. *Carburando*, 8.

Ceac. (2004). *Manual Ceac del Automóvil*. Barcelona: CEAC S.A.

Dietsche, K. (2005). *Manual de la técnica del automóvil*. Alemania: Robert Bosh.

Estadísticas, A. (09 de 09 de 2013). *Agencia Nacional de Tránsito*. Recuperado el 29 de 11 de 2013, de <http://www.ant.gob.ec/index.php/descargable/file/277-hasta-noviembre-2012>

Extremo, T. (2008). Lubricantes larga vida al motor. *Terreno Extremo*, 30-31.

Freudenberger, B. (2010). Prácticas de mantenimiento: Más allá del cambio de aceite. *Aftermarket International*, 4.

Hermógenes, D. (s.f.). *Manual Práctico del automóvil*. Madrid: Cultural, S.A.

Madej, J. (Agosto de 2010). *Oponeo*. Recuperado el Octubre de 2013, de <http://www.oponeo.es/articulo/la-adherencia-del-neumatico-condicion-de-seguridad-en-carretera>

magazine, A. (Febrero de 2013). *autobodymagazine*. Recuperado el Octubre de 2013, de [http://www.autobodymagazine.com.mx/abm\\_previo/2013/02/elegir-llantas3/](http://www.autobodymagazine.com.mx/abm_previo/2013/02/elegir-llantas3/)

Mantenimiento. (Septiembre de 2013). *Wikipedia*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2013, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento>

- mantenimiento, T. d. (2013). *Mantenimiento mundial*. Recuperado el Octubre de 2013, de <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/tipos.asp>
- Manu. (1 de Agosto de 2012). *Motores*. Recuperado el 16 de Octubre de 2013, de <http://motores.com.py/foro/index.php?threads/hola-a-todos.35653/>
- Martinez, D. (8 de Abril de 2008). *Motor a fondo*. Recuperado el 16 de Octubre de 2013, de <http://www.motorafondo.net/mantenimiento-del-sistema-de-frenado/>
- Memocars. (5 de Marzo de 2013). *Mi Taller*. Recuperado el 20 de Octubre de 2013, de <http://www.mitaller.com/content/%C2%BFque-es-aquaplaning>
- Mode, E. B. (2005). *Elementos de Probabilidad y Estadística*. Barcelona: Editorial Reverté.
- Monroe. (2009). *Monroe*. Recuperado el 15 de Octubre de 2013, de <http://www.monroe.com/es-US/support/Technical-Training/Suspension-System-Fundamentals/>
- Monroe. (2009). *Monroe amortiguadores*. Recuperado el 8 de Octubre de 2013, de <http://www.monroe.com/es-US/support/Technical-Training/Suspension-System-Fundamentals/>
- Morrow, L. (1986). *Enciclopedia del mantenimiento industrial*. Mexico D.F: Ediciones monitor s.a.
- motores, M. y. (21 de Diciembre de 2012). *Mecánica y Motores*. Recuperado el 5 de Octubre de 2013, de <http://www.mecanicaymotores.com/el-ciclo-otto.html>
- movilidad, S. d. (Septiembre de 2013). (J. Velástegui, Entrevistador)
- NGK. (2013). *NGK*. Recuperado el 9 de Octubre de 2013, de <http://www.ngk.de/es/tecnologia-en-detalle/bujias-de-encendido/principios-basicos-de-las-bujias-de-encendido/>
- Orenos, A. (2012 de Julio de 2012). *Motores y más*. Recuperado el 16 de Octubre de 2013, de <http://www.motoresymas.com/blog/2012/07/23/mantenimiento-preventivo-a-la-caja-estandar-o-manual-de-velocidades/>
- Peralvo, A. (2010). *Neumáticos*. Quito, Ecuador.

- Read, P. (2001). *Manual técnico del automóvil*. Madrid: A. Madrid Vicente, Ediciones.
- Salkind, N. (1999). *Métodos de investigación*. México: Prentice hall.
- Santander, J. R. (2005). *Técnico en Mecánica y Electrónica Automotriz*. Colombia: Diseli.
- Sarmiento, P. (25 de Noviembre de 2011). *Patio Tuerca*. Recuperado el 13 de Octubre de 2013, de <http://comunidad.patiotuerca.com/profiles/blogs/especial-mantenimiento-suspensi-n>
- Servifrenos. (2010). *servicyf*. Recuperado el Octubre de 2013, de <http://www.serviclutchyfrenos.com/tips.html>
- Valoare. (s.f.). *Motor*. Recuperado el 7 de Octubre de 2013, de <http://motor.uncomo.com/articulo/como-medir-la-presion-de-un-neumatico-437.html>
- Widman, R. (s.f.). *Mantenimiento Mundial*. Recuperado el 15 de Octubre de 2013, de <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/w70.pdf>
- Yomecánico. (2009 de Diciembre de 2009). *Demecanicos*. Recuperado el 18 de Octubre de 2013, de <http://www.demecanicos.com/ciclo-otto-o-de-4-tiempos/#>

# **ANEXOS**

## **Anexo I. Encuesta**

### **ENCUESTA**

**1. Detalle por favor los datos de su vehículo.**



- a) Marca
- b) Modelo
- c) Kilometraje
- d) Lo compro de fábrica Sí No

**2. ¿Sigue el plan de mantenimiento preventivo dado por el fabricante?**

- a) Si
- b) No

**3. ¿Cuántos kilómetros recorre diariamente?**

- a) De 100 a 200
- b) De 201 a 300
- c) Más de 300

**4. ¿Cuántas horas trabaja diariamente?**

- a) De 6 a 9
- b) De 9 a 12
- c) Mas de 12

**5. ¿Cuántos días trabaja a la semana?**

- a) 5
- b) 6
- c) 7

**6. ¿Cada que tiempo realiza ABC de frenos? (cambio de pastillas, zapatas, revisión general)**

- a) Mensual
- b) Bimensual
- c) Trimestral.
- d) Semestral
- e) Anual

**7. ¿Cada que tiempo realiza rotación de neumáticos?**

- a) Mensual
- b) Bimensual
- c) Trimestral

d) Semestral

e) Anual

**8. ¿Cada que tiempo realiza alineación y balanceo?**

a) Mensual

b) Bimensual

c) Trimestral

d) Semestral

e) Anual

**9. ¿Cada que tiempo realiza cambio de neumáticos?**

a) Trimestral

b) Semestral

c) Anual

d) Más de un año

**10. ¿Cada que tiempo realiza un reajuste y chequeo general de la suspensión?**

a) Mensual

b) Bimensual

c) Trimestral

d) Semestral

e) Anual

**11. ¿Cada que tiempo realiza cambio de amortiguadores?**

a) Bimensual

b) Trimestral

c) Semestral

d) Anual

e) Más de un año

**12. ¿Cada que tiempo realiza cambio de filtro de combustible?**

a) Bimensual

b) Trimestral

- c) Semestral
- d) Anual
- e) Más de un año

**13. ¿Cada que tiempo realiza cambio de filtro de aire?**

- a) Bimensual
- b) Trimestral
- c) Semestral
- d) Anual
- e) Más de un año

**14. ¿Cada que tiempo realiza cambios de bujías?**

- a) Bimensual
- b) Trimestral
- c) Semestral
- d) Anual
- e) Más de un año

**15. ¿Cada que tiempo realiza cambio de aceite de la caja de cambios?**

- a) Trimestral
- b) Semestral
- c) Anual
- d) Más de un año
- e) Nunc

## Anexo II. Plan de mantenimiento preventivo recomendado por el fabricante

Miles de km	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
<b>Mantenimiento periodico</b>																					
ABC de frenos				X				X				X				X					X
Alineacion, balanceo, rotación de neumáticos		X		X		X		X		X		X		X		X		X			X
Cambio de neumáticos										X											X
Reajuste y chequeo de suspensión					X					X					X						X
Cambio de amortiguadores								X								X					
Cambio filtro de combustible			X			X			X			X			X			X			
Cambio filtro de aire			X			X			X			X			X			X			
Cambio bujías de encendido										X											X
Limpieza de inyectores										X											X
Cambio líquido refrigerante										X											X
Cambio aceite de caja de cambios									X										X		
Cambio de aceite y filtro de motor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

### Anexo III. Plan de mantenimiento preventivo realizado por taxis

Miles de km	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
<b>Mantenimiento periodico</b>																					
ABC de frenos				X				X				X				X					X
Alineacion, balanceo, rotación de neumáticos									X										X		
Cambio de neumáticos																X					
Reajuste y chequeo de suspensión									X										X		
Cambio de amortiguadores																		X			
Cambio filtro de combustible			X			X			X			X			X			X			
Cambio filtro de aire			X			X			X			X			X			X			
Cambio bujías de encendido																		X			
Limpieza de inyectores																		X			
Cambio aceite de caja de cambios																					X
Cambio de aceite y filtro de motor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X