



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

1

**TRABAJO DE UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR, PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**TEMA: “ESTUDIO DE LOS EFECTOS DE LA PISADA DEL NEUMÁTICO EN LA
GENERACIÓN DEL RUIDO Y VIBRACIÓN DEL NEUMÁTICO DE UN VEHÍCULO DE
TURISMO SEGMENTO C”**

AUTOR: TUTILLO CHINCHUÑA, CRISTIAN ANDRÉS

TUTOR: ING. IZA TOBAR, HENRY HERIBERTO MGS.

**MARZO 2022
LATACUNGA**



➤ CONTENIDO

- 1 • INTRODUCCIÓN
- 2 • JUSTIFICACIÓN
- 3 • OBJETIVOS
- 4 • METODOLOGÍA
- 5 • RESULTADOS
- 6 • CONCLUSIONES
- 7 • RECOMENDACIONES



➤ INTRODUCCIÓN



El ruido y la vibración se encuentran presentes en la mayoría de las actividades del diario vivir de toda persona.



En la práctica estos términos se pueden encontrar en las máquinas sin excepción alguna, donde cada uno posee propios valores característicos de frecuencia e intensidad.



Es común que usuarios de vehículos de combustión interna detecten ruidos y vibraciones durante el uso diario ya que provienen de diversas fuentes, uno en específico y como objeto de estudio de la presente son los neumáticos.



El ruido del neumático/carretera o ruido de rodadura, se define como el ruido emitido por un neumático que rueda como resultado de la interacción entre el neumático y la superficie de la carretera.





Con respecto a las diferentes superficies de las carreteras, estas pueden dar una gran variación en los niveles de ruido.



Cabe señalar también que el ruido de los neumáticos es uno de los principales contribuyentes al ruido ambiental, lo que representa una carga para las personas.



Ante ello se pretende determinar la influencia de diversas superficies de terreno, variables presentes en la pisada y el tipo de neumático sobre el ruido y vibraciones que se generan cuando este entra en contacto con el piso.

➤ JUSTIFICACIÓN

Cada parte del automóvil tiene un propósito donde afectará de gran o poca manera el comportamiento de la cadena cinemática, así pues, un área que a menudo se descuida y es poco estudiado son los neumáticos.

No obstante, este componente no se exenta del ruido y vibraciones que pueden ser ocasionados por factores internos y externos al automóvil que a la larga generarán ya sea comodidad o malestar al conductor y pasajeros que ocupan el vehículo.

Por tal razón fue importante realizar el proyecto para obtener resultados evidenciables que muestren si las variables que presenta la pisada del neumático en diversos tipos de terreno con características diferentes influyen en dicho comportamiento de la cadena cinemática.



➤ OBJETIVOS

Objetivo General

- Analizar los efectos de la pisada del neumático en la generación del ruido y vibración del neumático de un vehículo de turismo segmento C.

Objetivos Específicos

- Determinar los efectos y variables presentes en la pisada del neumático que se obtiene al entrar en contacto con diferentes superficies de terreno.
- Seleccionar los neumáticos a emplear de acuerdo a especificaciones del vehículo y el tipo de terreno a circular.
- Tabular los datos y valores obtenidos referidos a los efectos de la pisada del neumático.

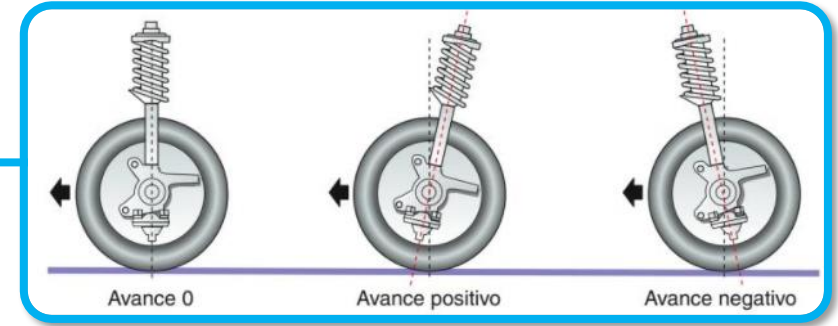


Pisada del neumático y su influencia en la vibración y ruido

Determinada por multitud de factores que afectan al uso, rendimiento y vida del neumático.

Geometrías de suspensión

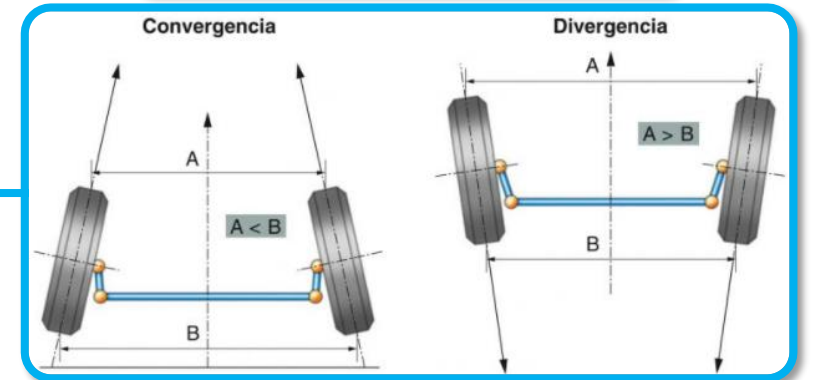
Ángulo de avance o caster

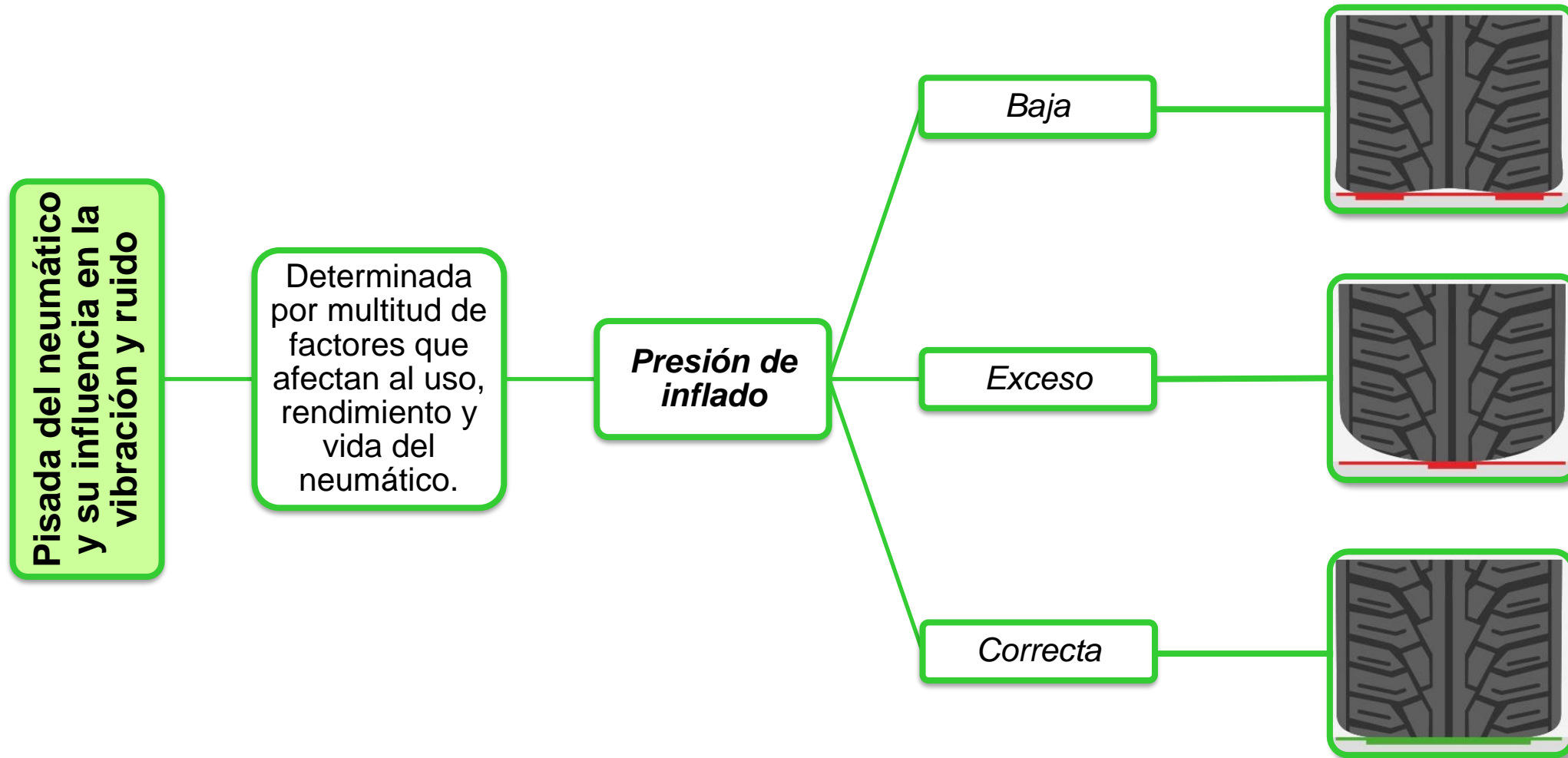


Ángulo de caída o camber

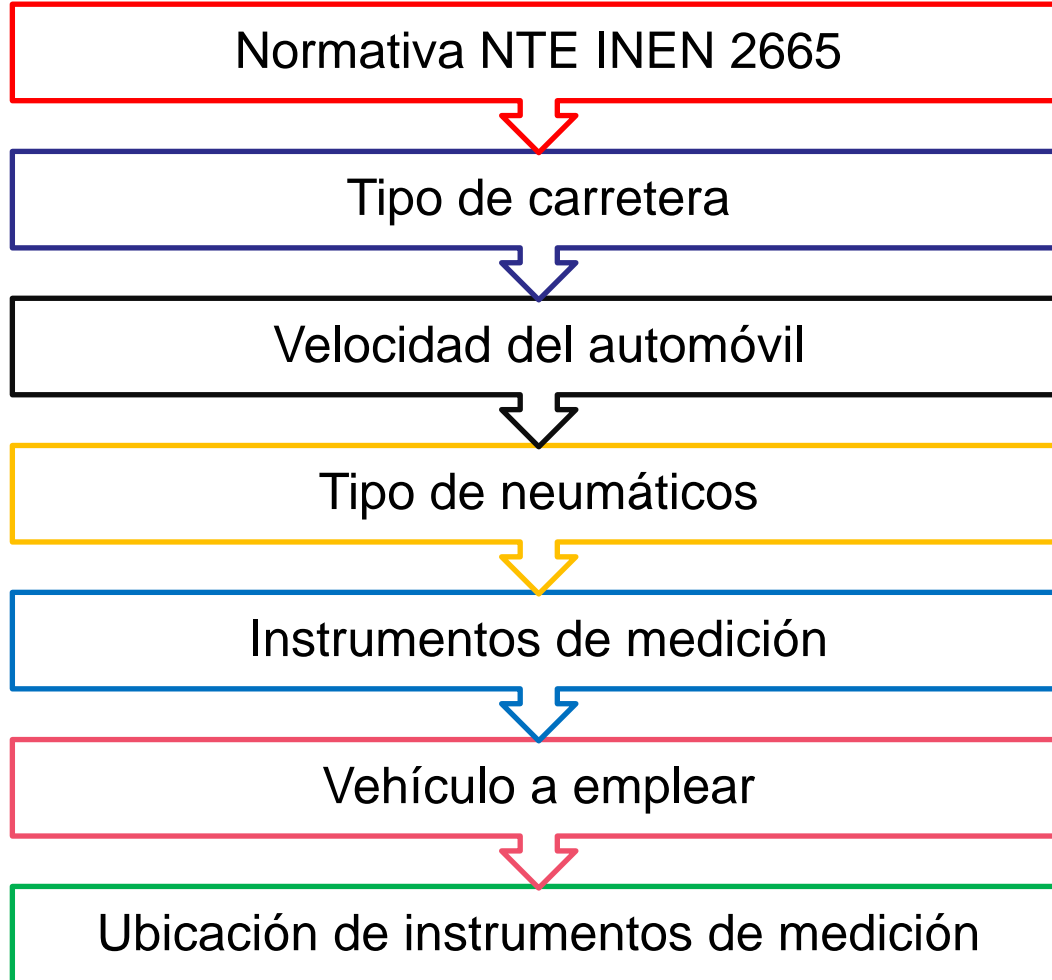


Convergencia / divergencia





Consideraciones para realizar las pruebas



Normativa NTE INEN 2665

Corresponde a la medición del ruido emitido por vehículos de combustión interna en aceleración.

No se deben tomar medidas en condiciones meteorológicas adversas.

Los neumáticos deben ser normales y deben estar inflados a la presión recomendada por el fabricante.

El motor debe encontrarse en condiciones normales de funcionamiento y recomendado por el fabricante.



Servicio Ecuatoriano de Normalización



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



➤ **METODOLOGÍA**

Configuración de los lugares de prueba

Según Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador - CONGOPE (2019):

<i>Cantón</i>	<i>Superficie de rodadura (km)</i>					Suelo Natural
	Adoquín	D-T Bituminoso	Empedrado	Lastre	Pavimento	
Latacunga	1.71	1.04	72.27	191.77	237.8	485.52

Características de los lugares de prueba

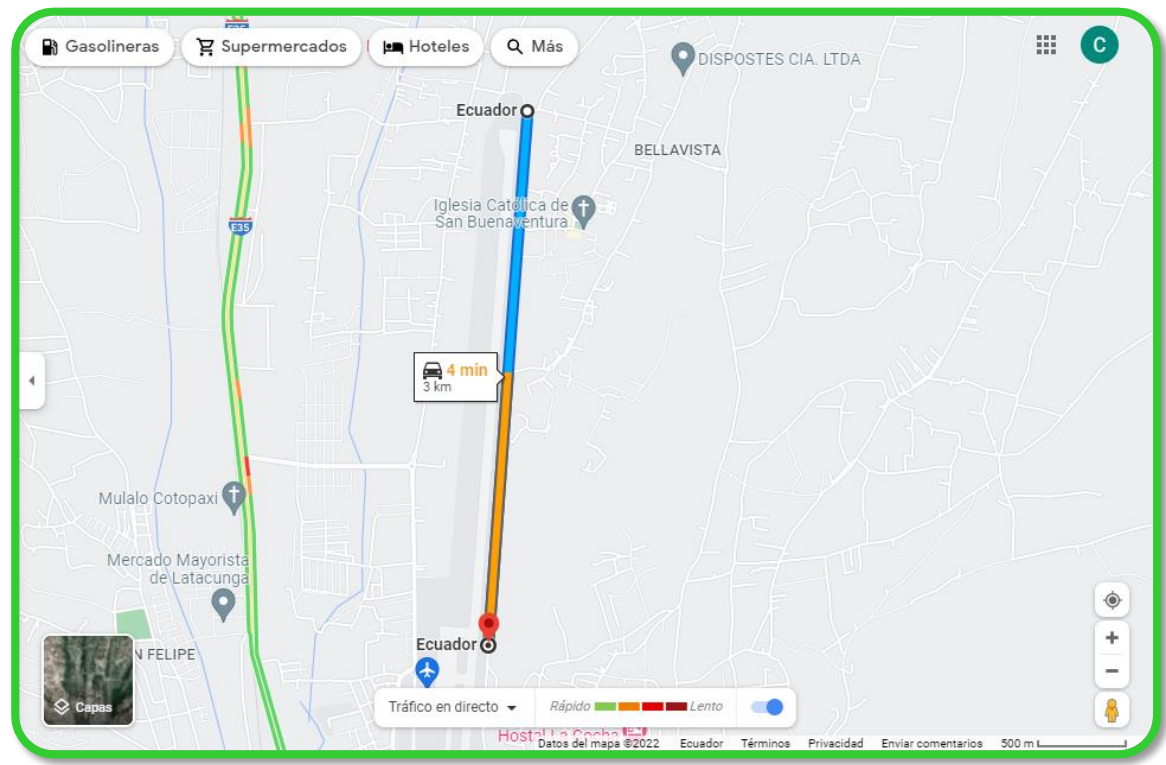
Número de ruta	Tipo de terreno	Distancia
1	Pavimento	3 km
2	Suelo natural	3 km



METODOLOGÍA

Ruta 1. Pavimento

a) Recorrido



b) Punto de inicio



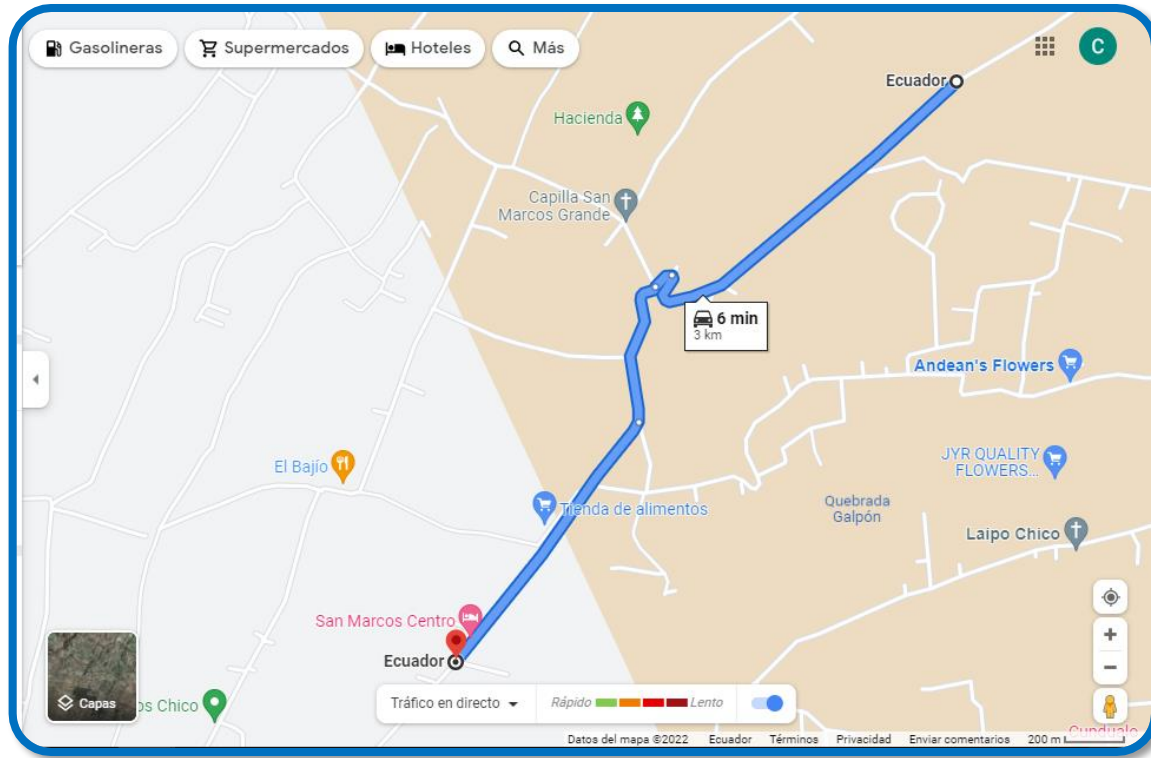
c) Punto final



➤ METODOLOGÍA

Ruta 2. Suelo natural

a) Recorrido



b) Punto de inicio



c) Punto final



Límites de velocidad

Según SPPAT Ecuador:

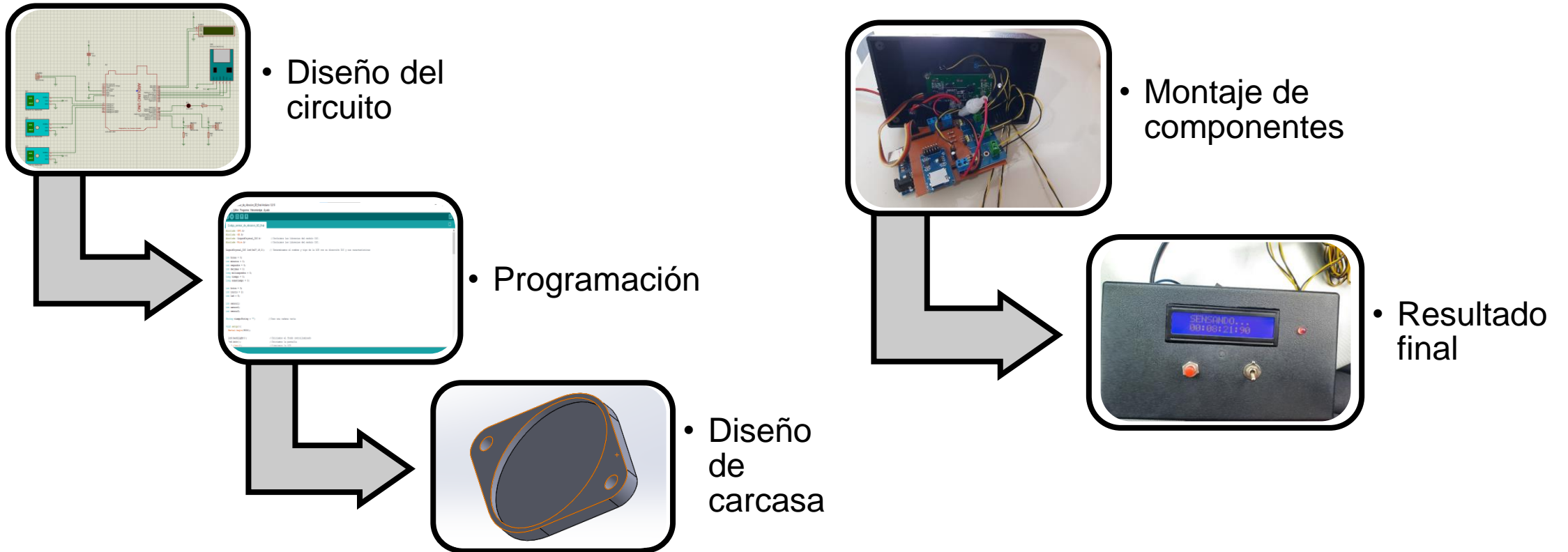
Tipo de vía	Límite máximo	Rango moderado	Fuera del rango moderado
<i>Urbana y rural</i>	50 km/h	>50 km/h – <60 km/h	>60 km/h
<i>Perimetral</i>	90 km/h	>90 km/h – <120 km/h	>120 km/h
<i>Rectas en carreteras</i>	100 km/h	>100 km/h – <135 km/h	>135 km/h
<i>Curvas en carreteras</i>	60 km/h	>60 km/h – <75 km/h	>75 km/h

Para el estudio

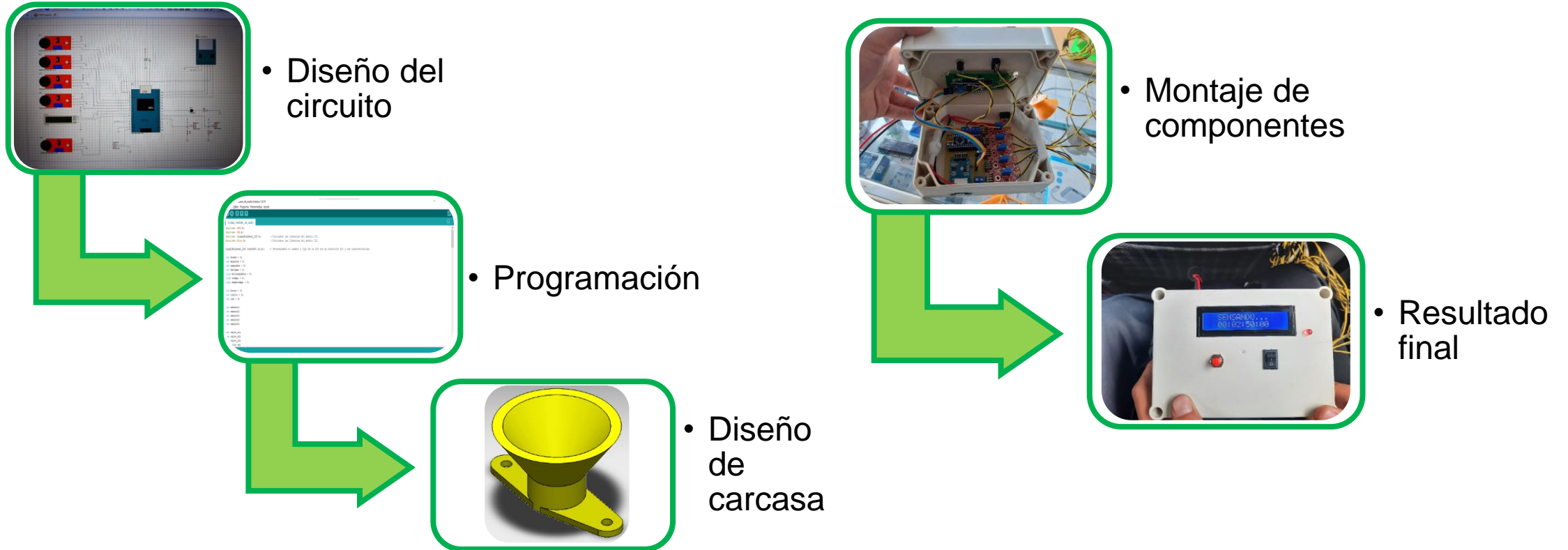
Número de ruta	Tipo de terreno	Tipo de vía	Velocidad
1	Pavimento	Rectas en carretera	70 km/h
2	Suelo Natural	Rural	20 – 30 km/h



Equipos de medición: Analizador vibraciones



Equipos de medición: Sonómetro



Vehículo de prueba

FICHA TÉCNICA

Marca	Volkswagen	Año	2002
Modelo	Gol	Color	Blanco
Combustible	Gasolina	Chasis	Hatchback
Cilindrada	1781 cc	Tipo	Turismo segmento "C"
Potencia	99.3/5250 hp/rpm	Motor - tracción	Delantero - delantera
Torque	15.5/300 Nm/rpm	Transmisión	Manual 5 velocidades
Cilindros	4 en línea	Neumáticos	195/55-R15
Velocidad máxima	180 km/h	Peso	985 kg



Datos de alineación y presión de inflado

DATOS DE ALINEACIÓN

Eje delantero

Ángulo de caída de las ruedas (camber)	(-1.167 a -0.5) °
Diferencia máxima admisible en la caída entre las ruedas	0.5 °
Ángulo de avance de una rueda (caster)	(1.25 a 2.75) °
Alabeo entre las puntas de los ejes	Máximo 5 mm
Diferencia máxima entre el avance de los lados	0.5°

Eje trasero





Ángulo de caída de las ruedas (camber)	(-2 a -1) °
Diferencia máxima de caída entre los dos lados	0.5°
Alineación de las ruedas	(0.25 a 0.58) °

PRESIÓN DE NEUMÁTICOS

Tornillos de sujeción	M12 X 15
Neumáticos	195/55 R15
Neumáticos delanteros	<i>Sin carga</i> 30 psi (2.1 bar)
	<i>Con carga</i> 33 psi (2.3 bar)
Neumáticos traseros	<i>Sin carga</i> 27 psi (1.9 bar)
	<i>Con carga</i> 37 psi (2.6 bar)



Datos de los neumáticos

Modelo	Fabricante	Código	Índices de carga y velocidad	Tipo de patrón de la banda de rodadura	Ilustración
1	Goodyear	195 / 55 R15	85H	Simétrico	
2	Nexen	195 / 55 R15	85V	Direccional "V"	
3	Sonar	195 / 55 R15	85V	Asimétrico	
4	Anchee	195 / 55 R15	85V	Simétrico	

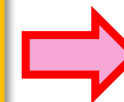
METODOLOGÍA

Preparación del vehículo

Revisión general



Balanceo



Alineación



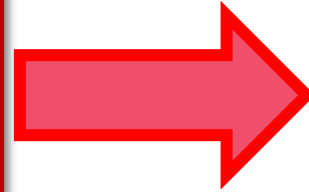
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



➤ **METODOLOGÍA**

Preparación del vehículo

Presión de inflado



Neumático
delantero



Neumático
posterior



➤ **METODOLOGÍA**

Colocación de equipos de medición

Ubicación de los sensores en el neumático



Sensor de
vibración

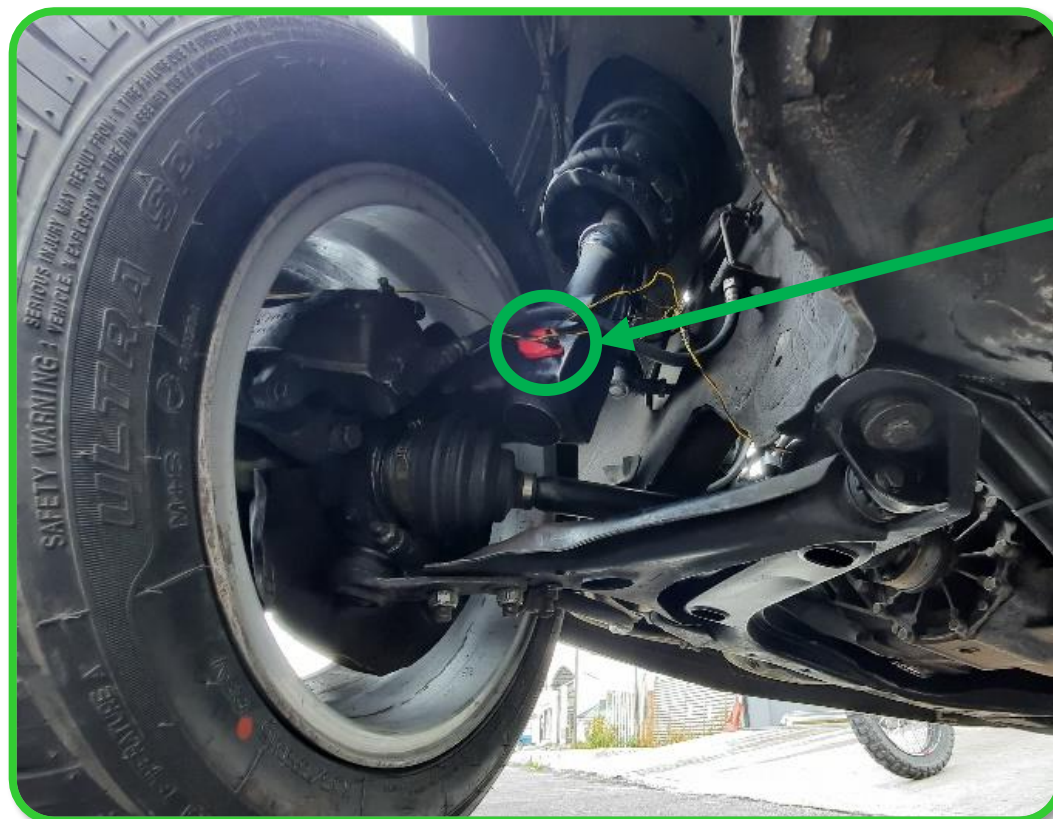
Sensor de
ruido



➤ METODOLOGÍA

Colocación de equipos de medición

Ubicación de los sensores en la suspensión



Sensor de
vibración



Sensor de
ruido



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

➤ METODOLOGÍA

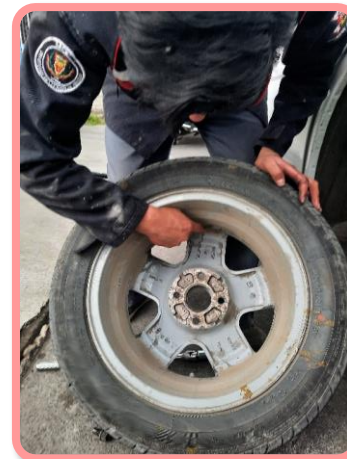
Proceso de desalineación y desbalanceo

Se procedió a desbalancear y desalinear el vehículo el cual se siguieron los siguientes pasos.

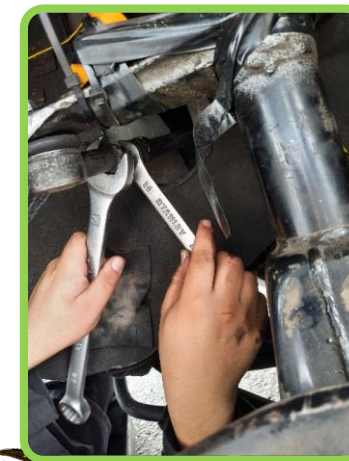
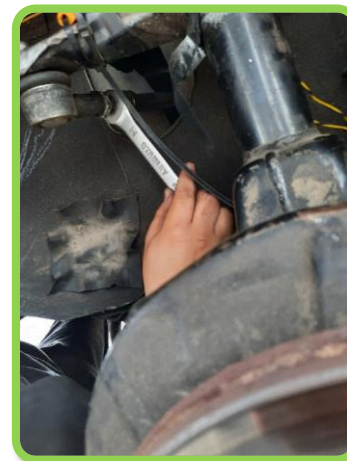
Quitar en cada rueda los contrapesos colocados al inicio.

Aflojar la tuerca de la dirección con las herramientas

Desbalanceo



Desalineación



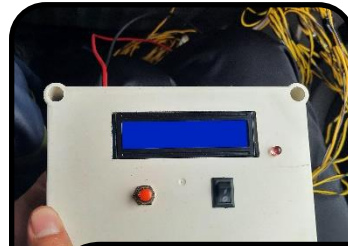
Proceso de adquisición de datos



1. Elección del orden del neumático a ensayar para colocarlo en el vehículo.



2. Trasladar el vehículo al punto inicial de la ruta 1.



3. Encender los instrumentos de medición.



4. Acelerar el vehículo hasta llegar a la velocidad establecida e iniciar el proceso de recolección de datos en los instrumentos.



5. Detener el vehículo al llegar al punto final de la ruta y detener la adquisición de datos los 2 instrumentos.



10. Repetir los pasos del 2 al 8 y guardar de manera ordenada todos los datos recopilados por los instrumentos.



9. Terminado con todos los ensayos de los neumáticos y las rutas establecidas, modificar de manera intencional las variables de la pisada como alineación y balanceo.



8. Concluido con todas las rutas, cambiar el neumático de acuerdo al orden establecido y repetir los pasos del 2 al 7.



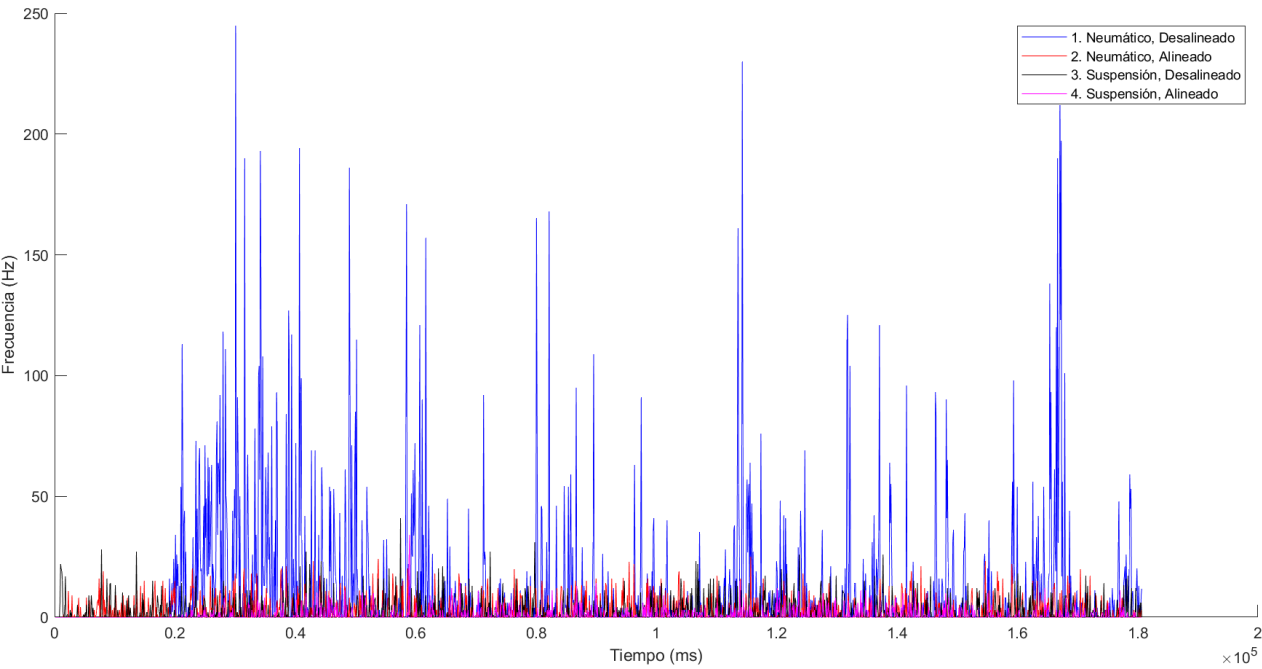
7. Trasladar el vehículo al punto inicial de la ruta 2 y repetir los pasos 3, 4, 5 y 6.



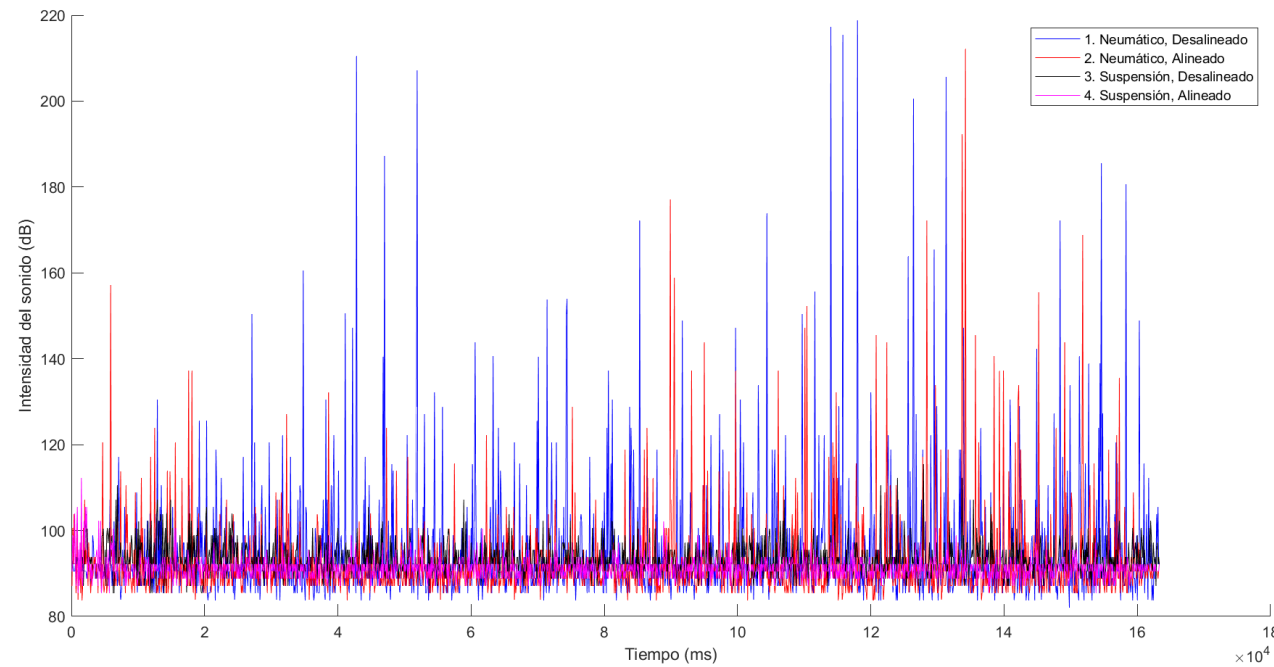
6. Guardar toda la información obtenida en una computadora.



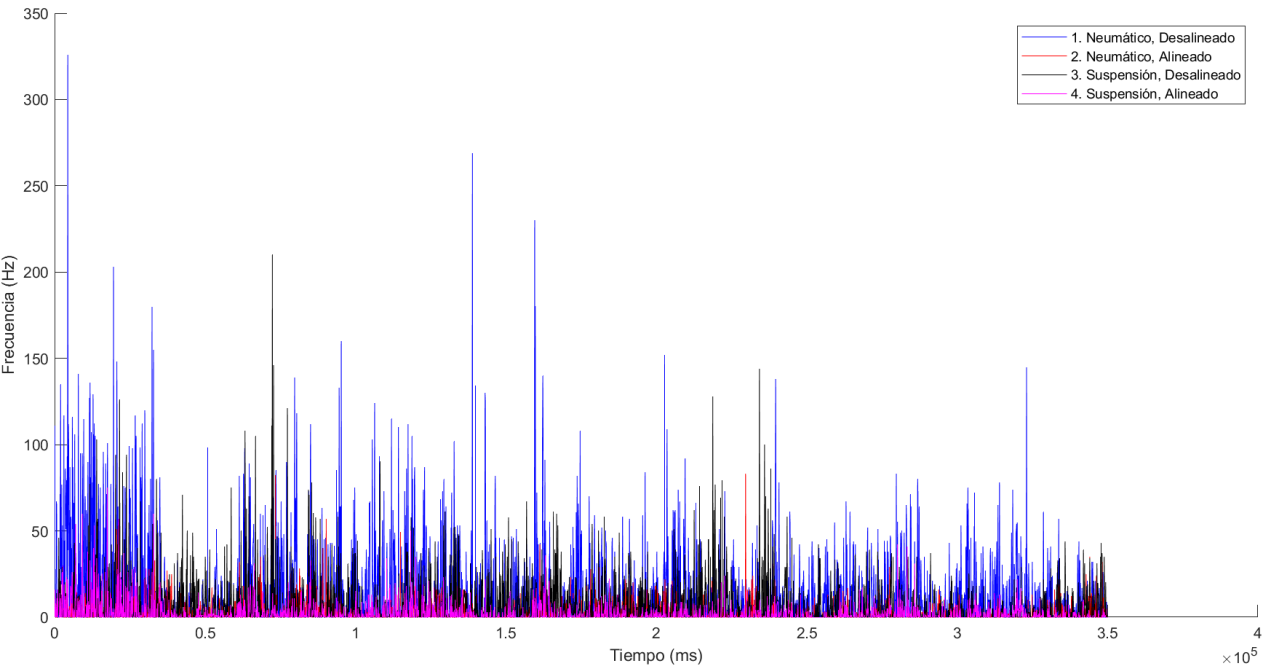
Neumático Goodyear: Pavimento Vibración



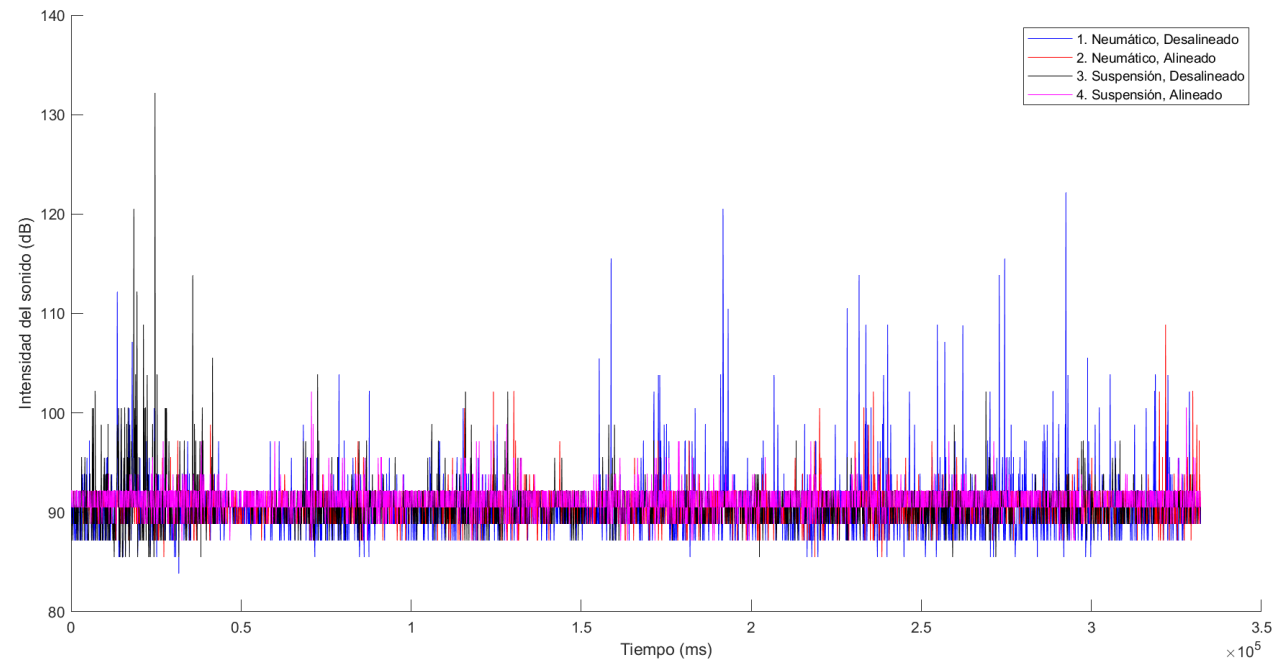
Ruido



Neumático Goodyear: Suelo Natural Vibración

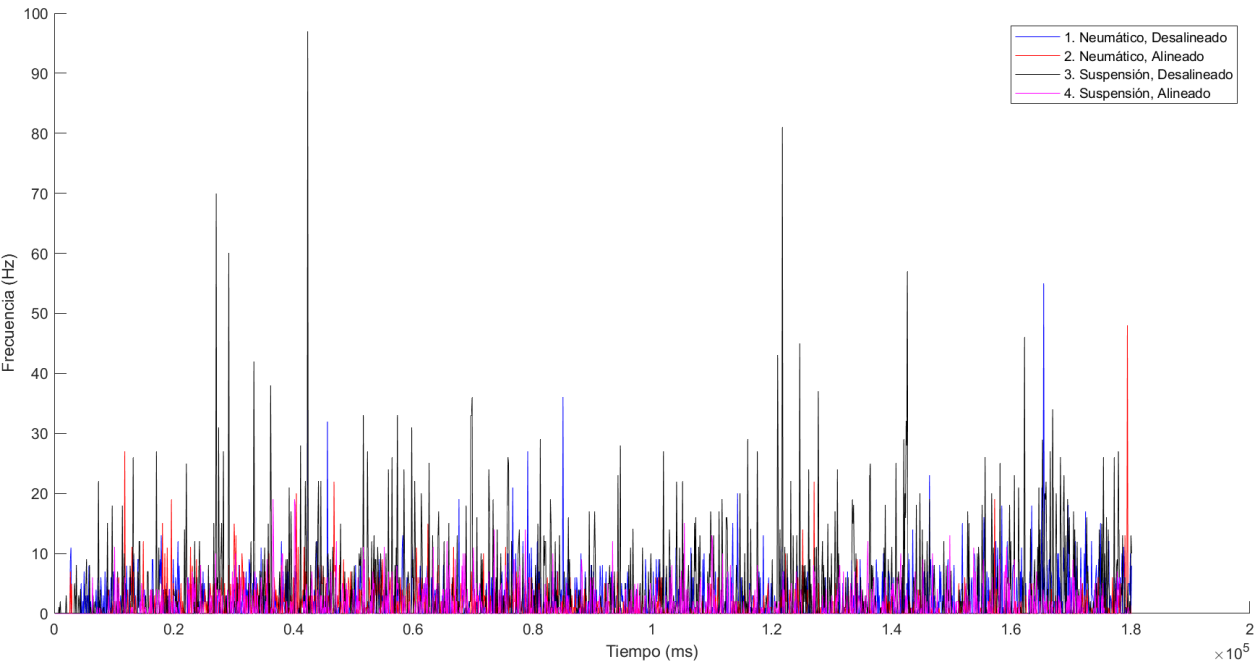


Ruido

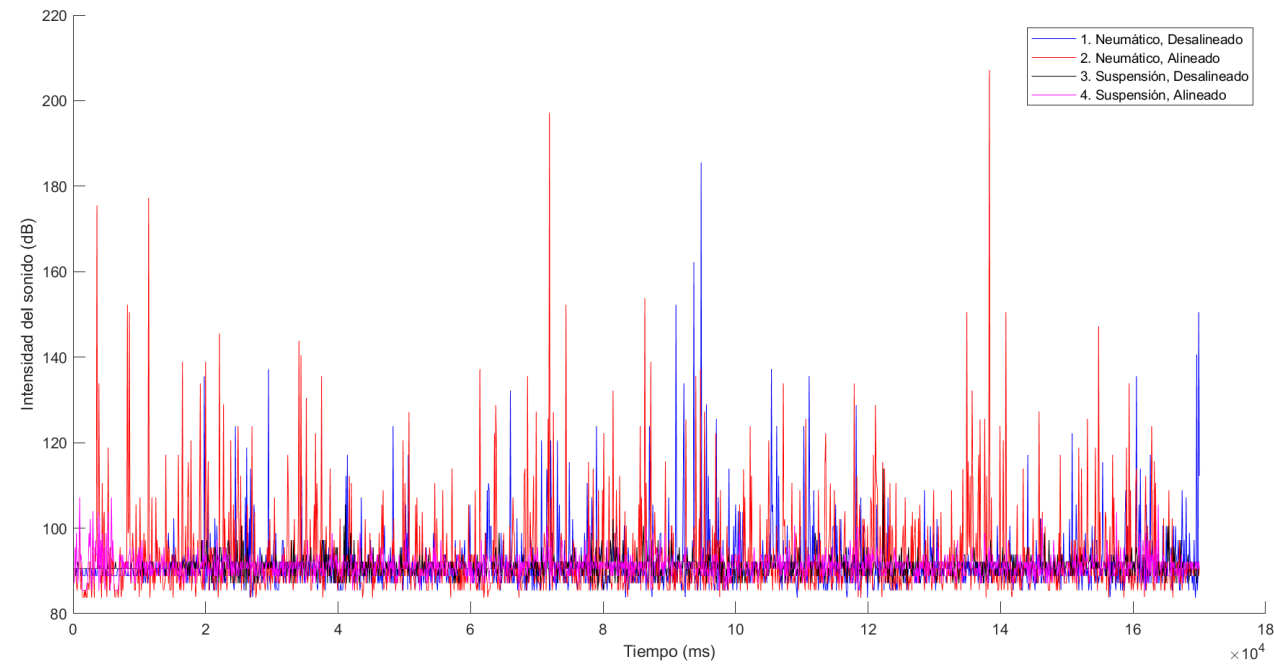


Neumático Nexen: Pavimento

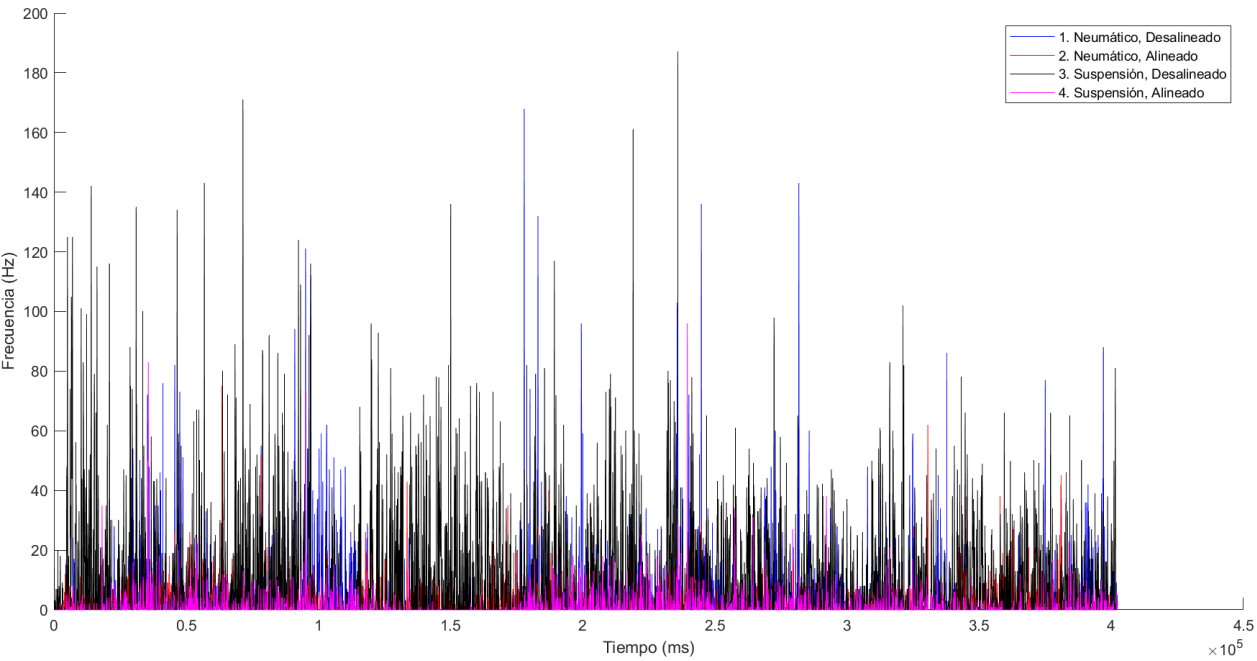
Vibración



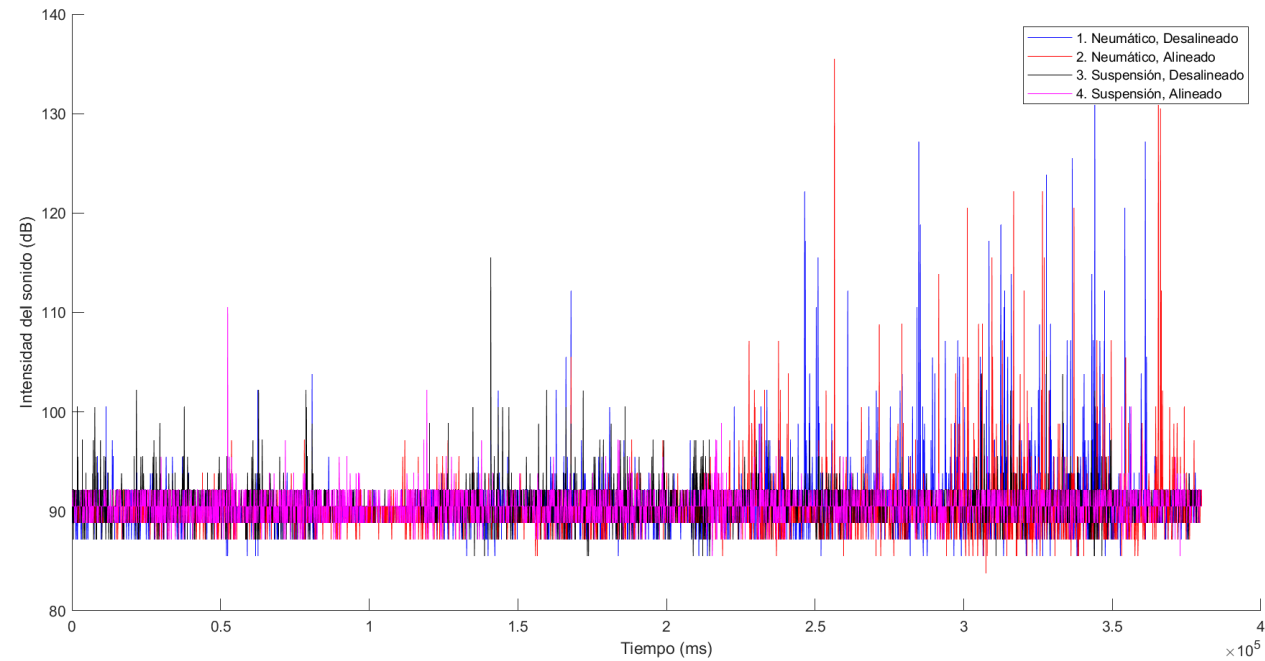
Ruido



Neumático Nexen: Suelo Natural Vibración

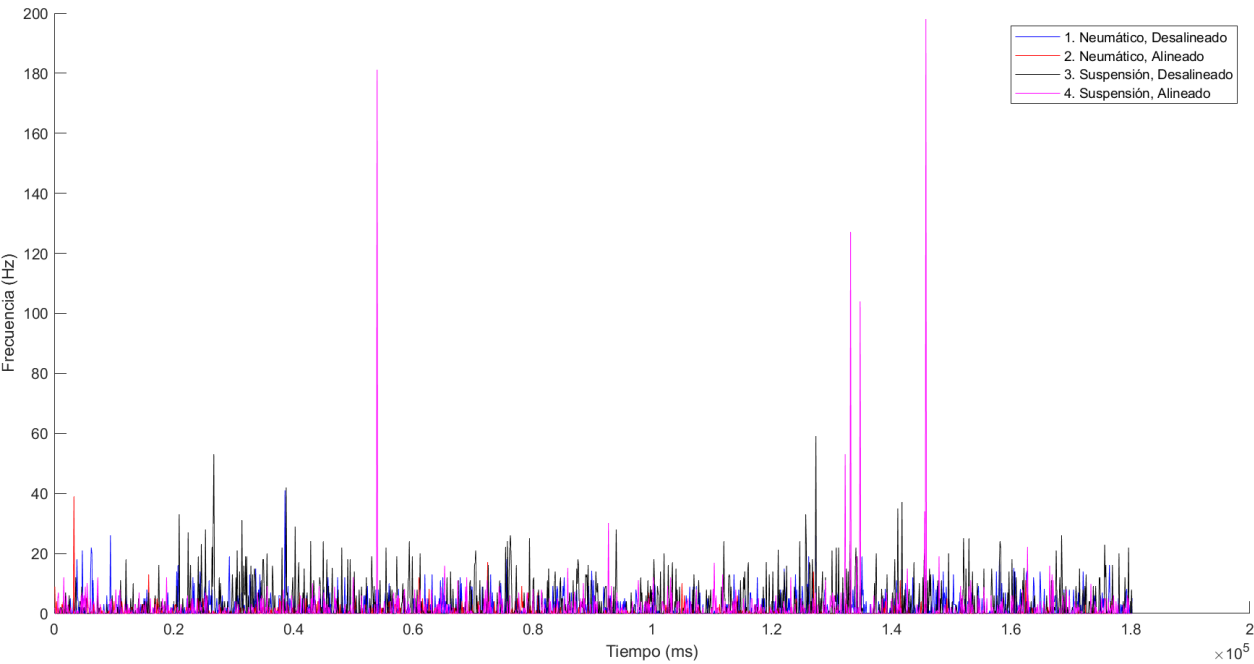


Ruido

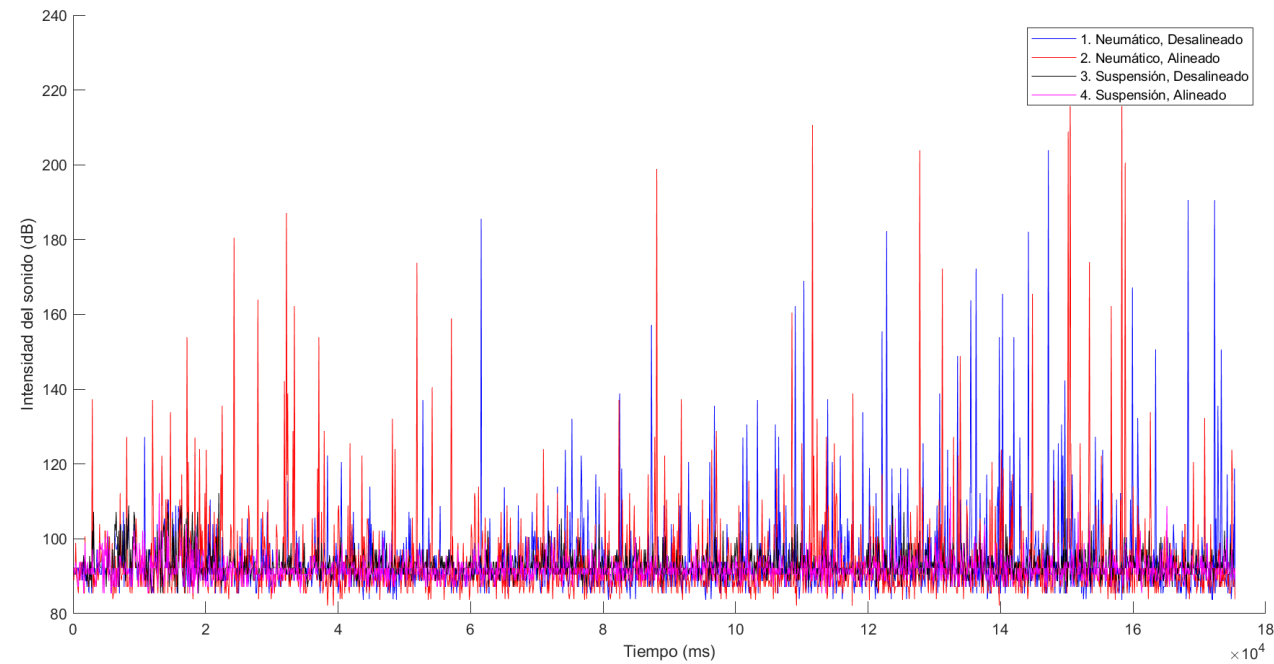


Neumático Sonar: Pavimento

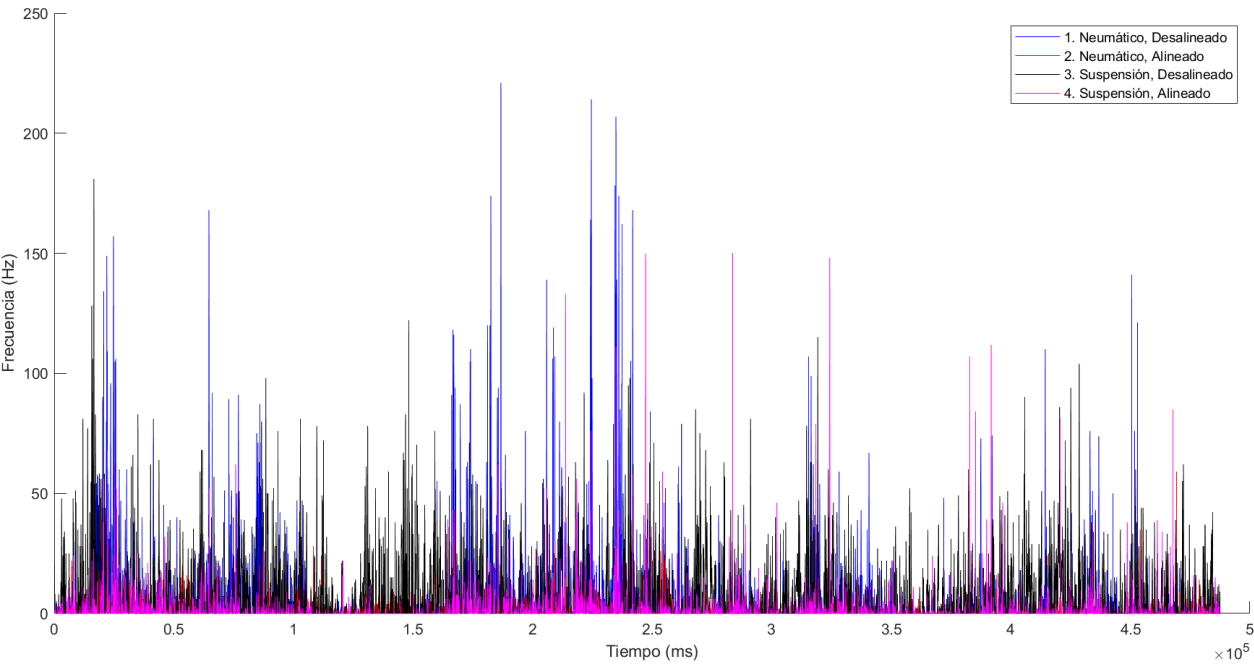
Vibración



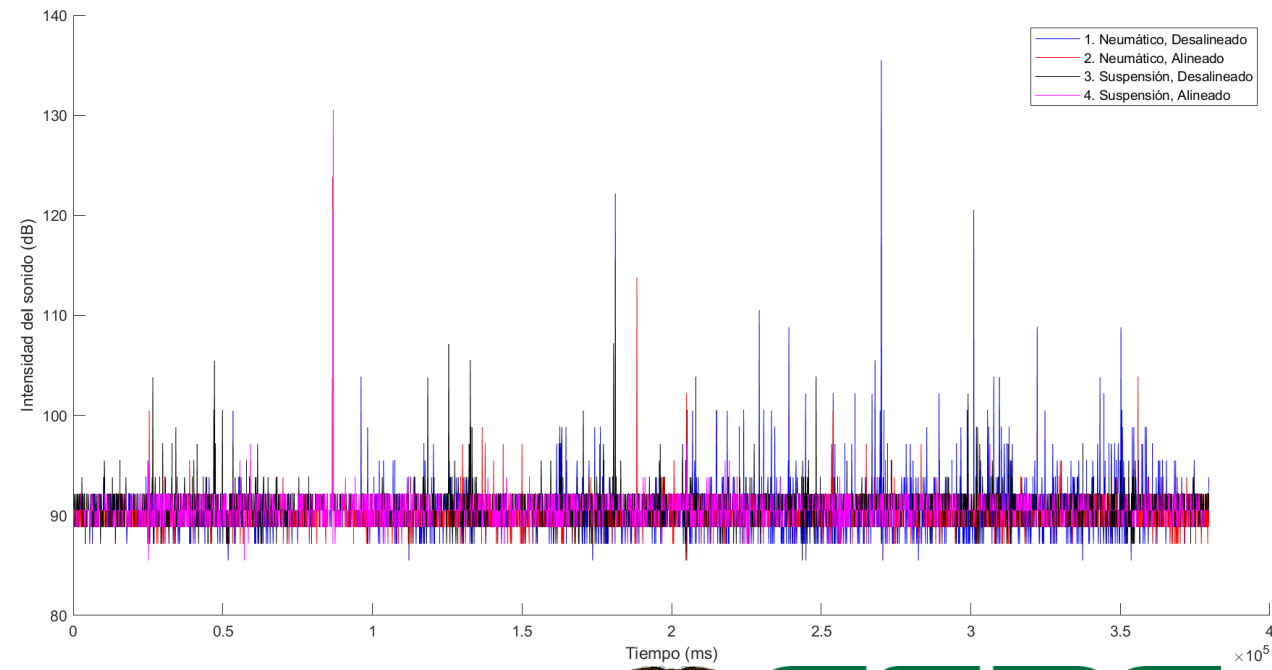
Ruido



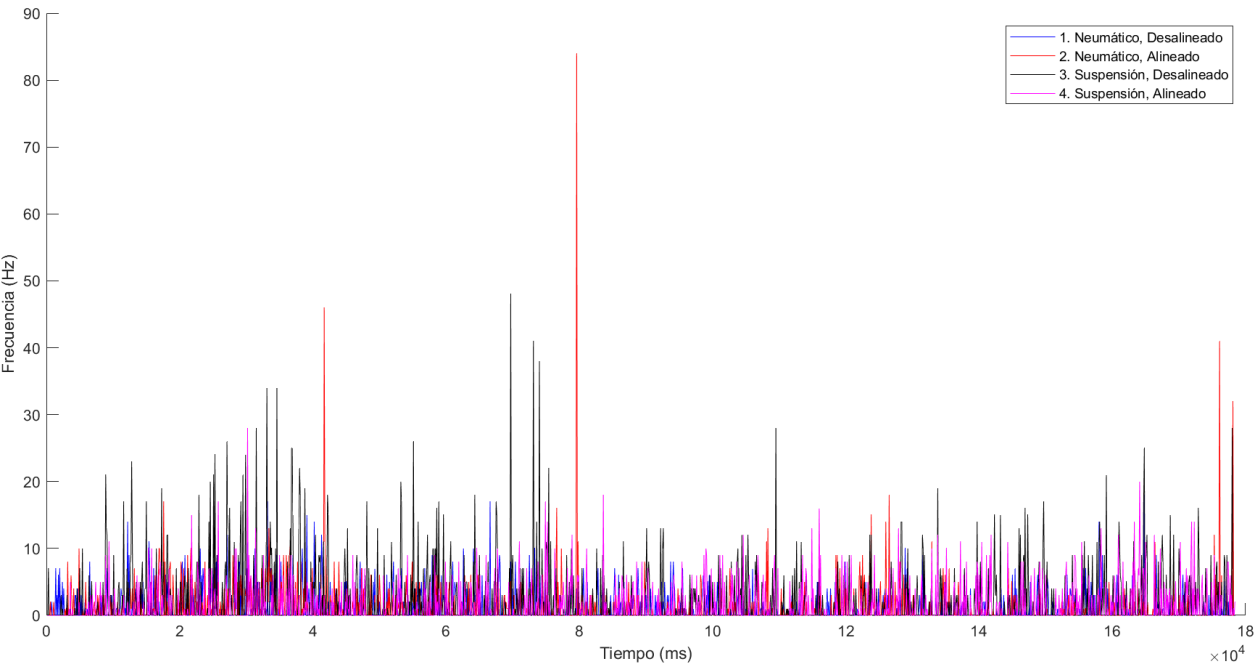
Neumático Sonar: Suelo Natural Vibración



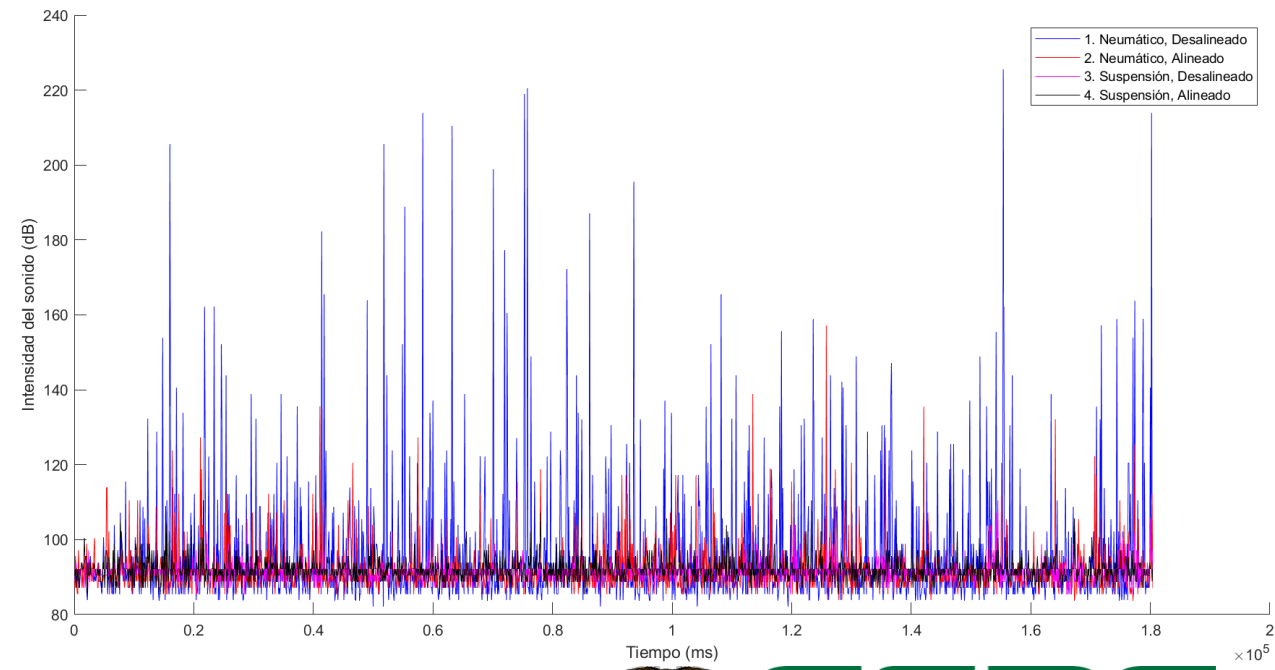
Ruido



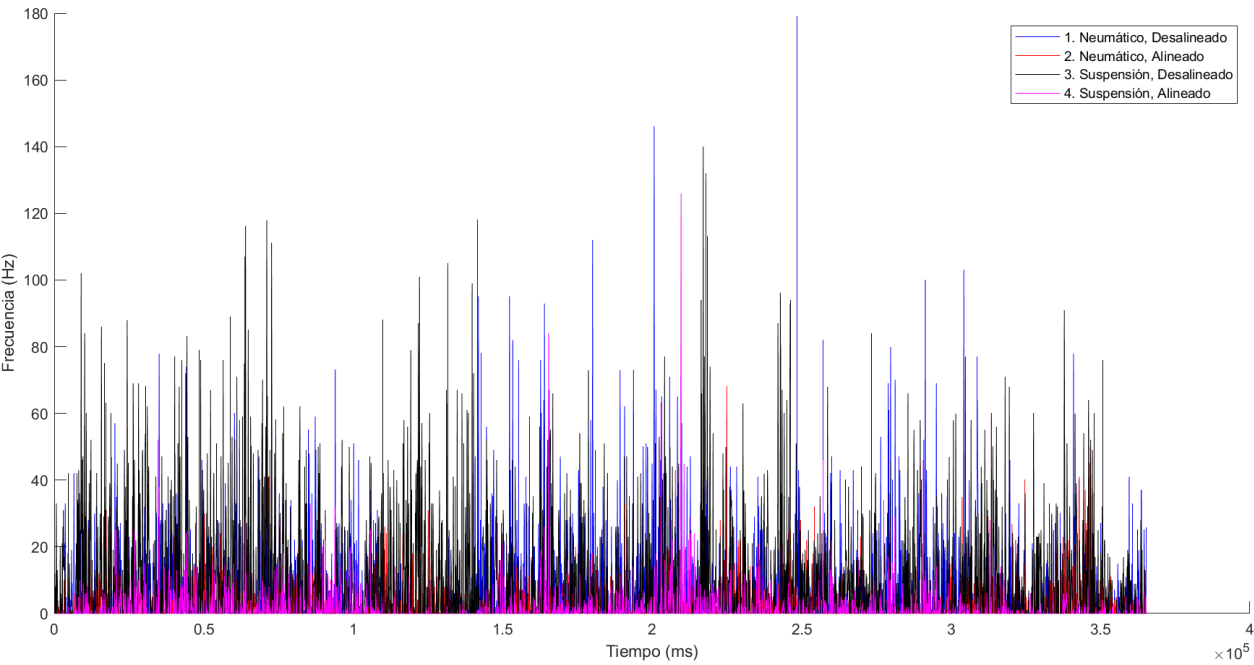
Neumático Anchee: Pavimento *Vibración*



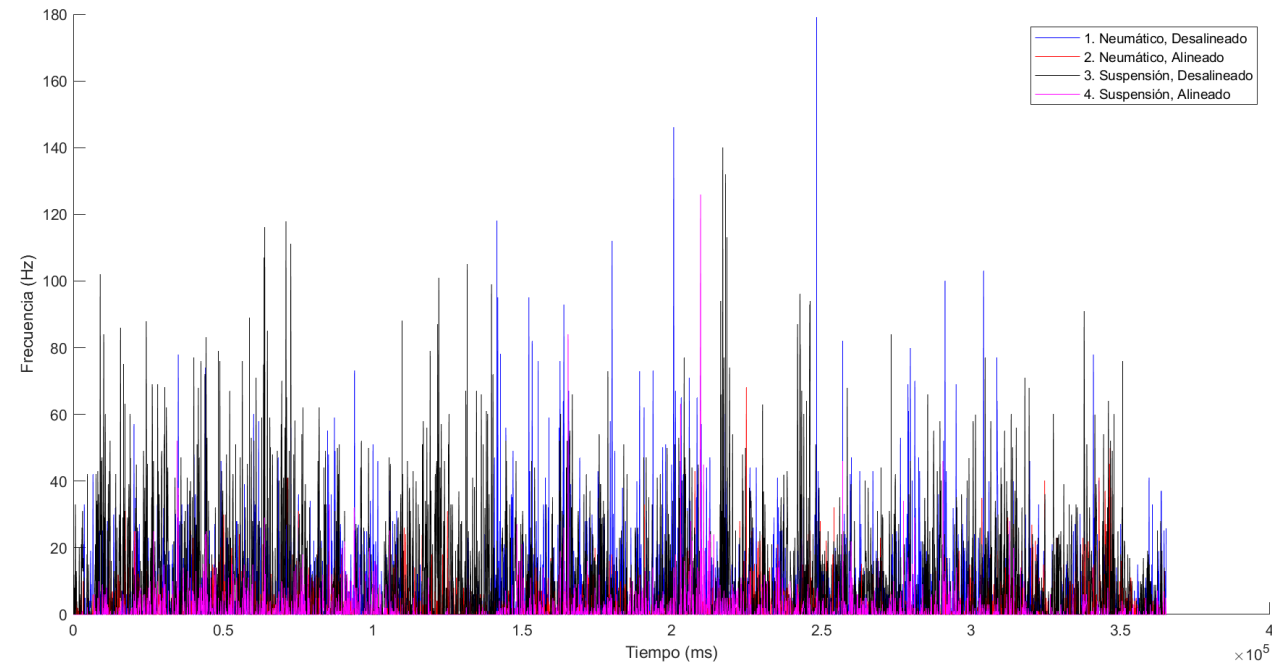
Ruido



Neumático Anchee: Suelo Natural Vibración



Ruido



➤ CONCLUSIONES

Se evidenció que el automóvil presentaba mayores vibraciones y ruidos cuando se encontraba modificado las variables como alineación y balanceo.

En los diferentes ensayos realizados, en su mayoría el neumático Goodyear alcanzaba valores muy altos en sus gráficas, por tanto, produjo más ruido y vibraciones a diferencia de los 3 neumáticos restantes que eran nuevos y su banda de rodadura no se encontraba utilizada.

Para el comportamiento cuando el vehículo fue modificado sus variables se tiene que, para el pavimento el neumático Nexen obtuvo los menores valores en cuanto a vibración y ruido con 61 Hz y 185,5 decibeles; y el neumático Goodyear fue quien produjo más con 245 Hz y 218,83 decibelios.

Para el suelo natural se obtuvo que el neumático Nexen arrojó una menor cantidad de vibración y sonido con 168 Hz y 135,5 decibelios; mientras que el neumático Anchee obtuvo 179 Hz de vibración y 138,83 decibelios de ruido. Cabe señalar que los valores indicados se produjeron en un corto lapso.



➤ CONCLUSIONES

Para las pruebas realizadas al vehículo en estado óptimo de las variables presentes en la pisada y con referencia al pavimento, en el neumático Nexen se obtuvieron los menores valores en cuanto a vibración y ruido con 19 Hz y 207,16 decibeles; y el neumático Sonar fue quien produjo más vibración y ruido con 39 Hz y 225,5 decibelios.

Para el suelo natural se obtuvo que el neumático Anchee arrojó una menor cantidad de vibración y sonido con 68 Hz y 117,16 decibelios; mientras que el neumático Nexen obtuvo 75 Hz de vibración y 135,5 decibelios de ruido. Por lo que se determinó que, cada tipo de neumático tiene un comportamiento diferente en determinados tipos de terrenos.

Se determinó que la alineación y el balanceo son operaciones de mantenimiento muy importantes ya que evitan la generación de ruido y vibraciones, lo que afecta de manera negativa a la cadena cinemática del vehículo y directamente la comodidad del usuario, en adición los neumáticos pueden sufrir un desgaste prematuro.



➤ RECOMENDACIONES

Realizar las pruebas con el vehículo en un dinamómetro de rodillos con un sonómetro y analizador de vibraciones más avanzados.

Adquirir un número considerable de sensores tanto para el sonómetro como para el analizador de vibraciones.

Realizar las pruebas de ruta en condiciones climáticas adecuadas, no deben de tomarse cuando la temperatura de la superficie de terreno a ensayar sea superior a 50 °C o inferior a 5 °C.

Realizar las pruebas en otros tipos de suelos existentes en la ciudad de Latacunga para así determinar si existen variaciones en el comportamiento de los neumáticos.



GRACIAS
POR SU
ATENCIÓN



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA