



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

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

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

**TEMA: “ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA SUSPENSIÓN DE
UN VEHÍCULO DE TURISMO SEGMENTO "C" Y SU INFLUENCIA EN LA
GENERACIÓN DEL RUIDO Y LA VIBRACIÓN EN LOS NEUMÁTICOS”**

AUTOR: VELASCO DELGADO, EDGAR FABIÁN

TUTOR: ING. IZA TOBAR, HENRY HERIBERTO MGS.

**MARZO 2022
LATACUNGA**

E. S. P. E.



INGENIERIA AUTOMOTRIZ





- 1 Introducción
- 2 Justificación
- 3 Objetivos
- 4 Metodología
- 5 Resultados
- 6 Conclusiones
- 7 Recomendaciones



- 1 Introducción
- 2 Justificación
- 3 Objetivos
- 4 Metodología
- 5 Resultados
- 6 Conclusiones
- 7 Recomendaciones



INTRODUCCIÓN

El sonido es el resultado de variaciones de presión pequeñas y rápidas y se propaga en un medio fluido. En el caso del ruido de neumáticos sobre el pavimento el sonido no deseado se propaga en el medio del aire.

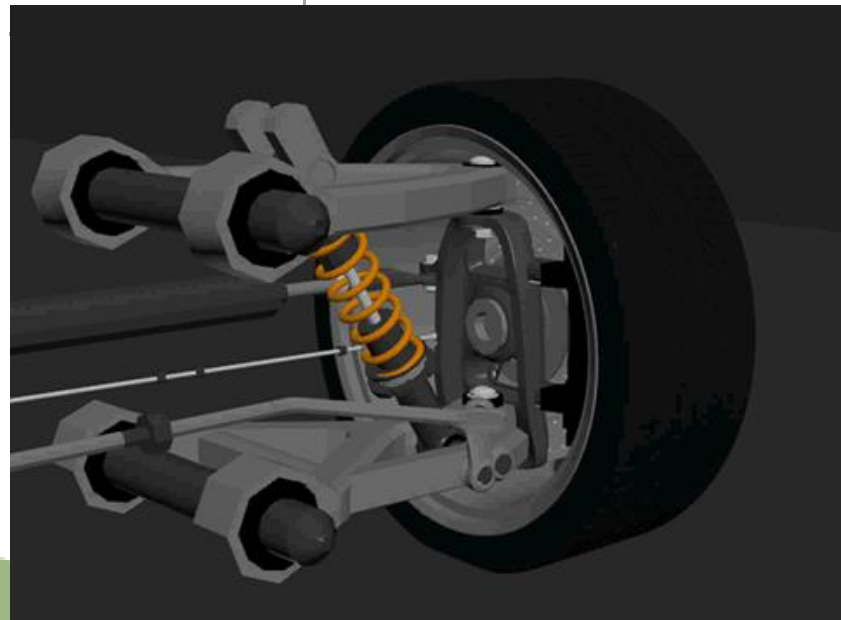
La influencia de la suspensión y el ruido que esta ocasiona va directamente a los neumáticos ya que es la estructura que amortigua la vibración del vehículo para así poder dar más confort al que lo conduce, reduciendo estrés, malestares y ayudando a un mejor manejo de los usuarios y acompañantes.

La carretera influirá directamente con el origen del ruido y la vibración del vehículo ya que dependerá mucho de la geometría de la superficie y su estado físico.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio se basa en la necesidad de entender sobre la carencia que existe acerca de información sobre la posible vibración y ruidos, donde los usuarios carecen de confort.

Para el proyecto se utilizarán los elementos de medición adecuados para realizar ensayos en las diferentes rutas que se tiene estipulado para la verificación del ruido y vibración del vehículo.



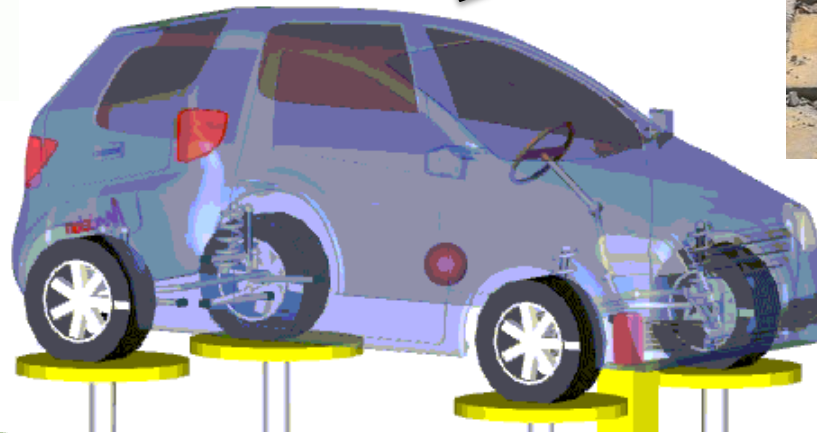
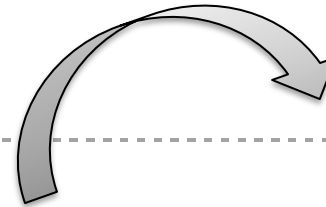
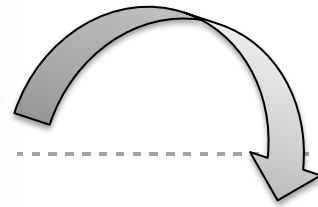


- 1 Introducción
- 2 Justificación
- 3 Objetivos
- 4 Metodología
- 5 Resultados
- 6 Conclusiones
- 7 Recomendaciones



JUSTIFICACIÓN

En el presente proyecto se pretende analizar las posibles causas que inciden con los neumáticos y con la superficie, ya que donde residimos tenemos carreteras deterioradas y una mala geografía, estas causas podrían dar origen a ruidos y vibraciones.





- 1 Introducción
- 2 Justificación
- 3 **Objetivos**
- 4 Metodología
- 5 Resultados
- 6 Conclusiones
- 7 Recomendaciones

OBJETIVOS

Objetivo General

- Analizar la influencia de la suspensión en el ruido y vibración del neumático, mediante instrumentos de medición manufacturados para comprobar los factores que inciden directamente la suspensión y en las diferentes bandas de rodadura.

Objetivos Específicos

- Analizar los puntos que indican mayormente a que se produzca ruido y vibración en la suspensión.
- Determinar las diferentes bandas de rodadura que tienen los neumáticos juntamente con su sentido de rotación.
- Identificar las diferentes suspensiones empleadas en los vehículos.
- Explicar cuál es el funcionamiento de la suspensión en el vehículo y como este ayuda a la disminución de posibles vibraciones y sonidos no deseados.

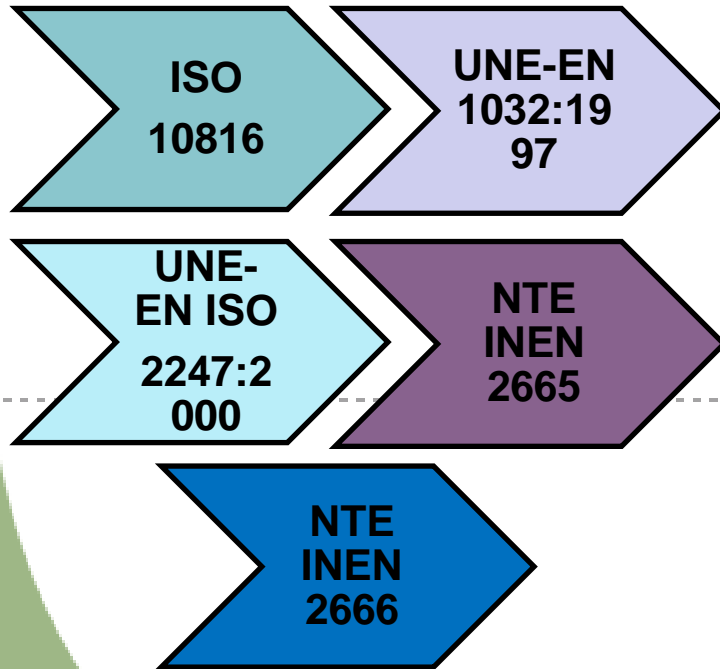


CONTENIDO

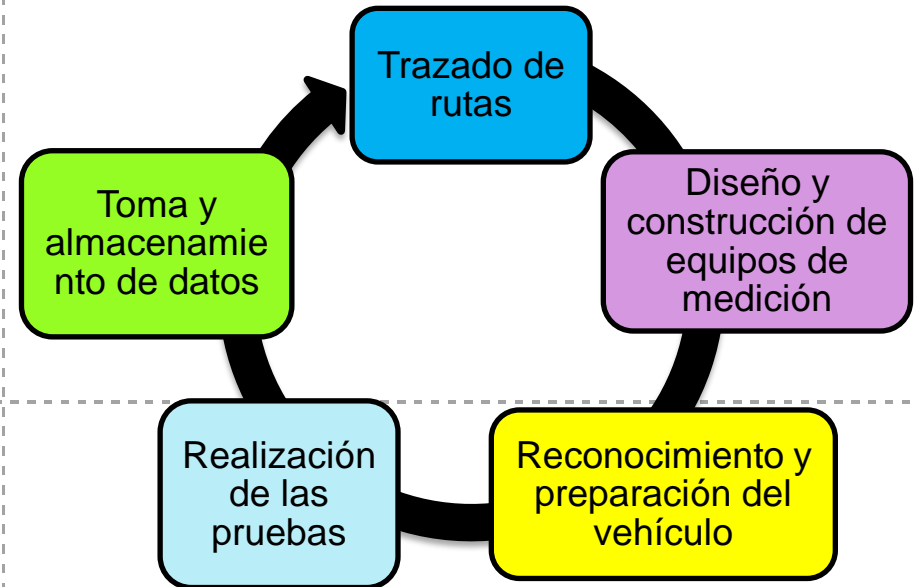
- 1 Introducción
- 2 Justificación
- 3 Objetivos
- 4 Metodología
- 5 Resultados
- 6 Conclusiones
- 7 Recomendaciones

METODOLOGÍA

Normativas



Metodología empleada para las pruebas

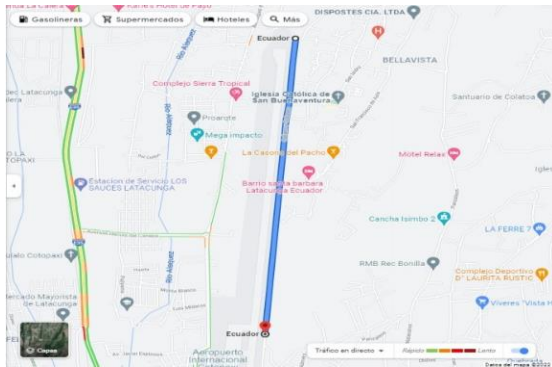




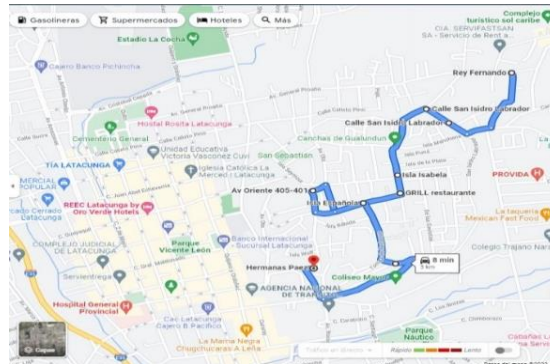
METODOLOGÍA

Caracterización de las rutas

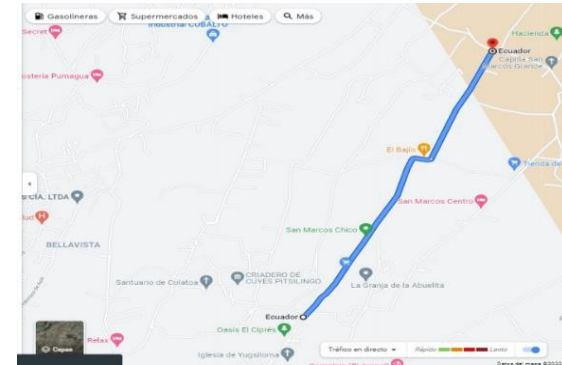
Ruta N° 1



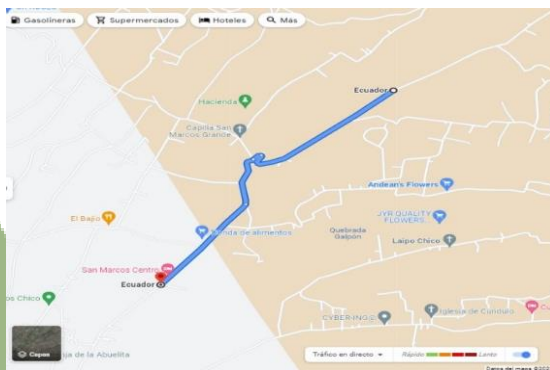
Ruta N° 2



Ruta N° 3



Ruta N° 4



Nro. de ruta	Tipo de terreno	Distancia	Velocidad
1	Asfalto	3 Km	70 Km/h
2	Adoquín	3 Km	40 Km/h
3	Empedrado	3 Km	20-30 Km/h
4	Suelo natural	3 Km	20-30 Km/h



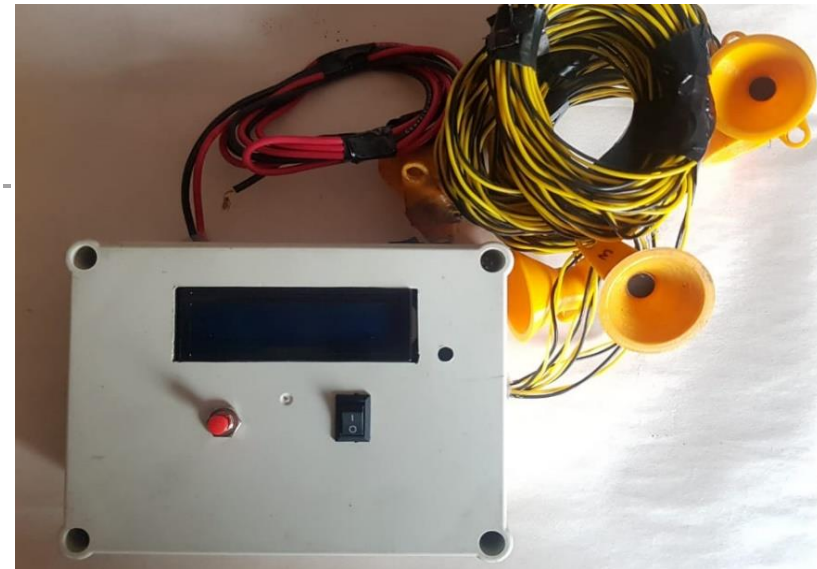
METODOLOGÍA

Equipos de medición empleados

Analizador de Vibraciones



Sonómetro





Vehículo empleado

Especificaciones técnicas del vehículo Volkswagen Gol 2002 Hatchback

Marca	Volkswagen
Modelo	Gol
Tipo	Hatchback
Año	2002
Peso bruto vehicular (Kg)	1475
Peso vehicular (Kg)	1030
Tipo de suspensión	McPherson
Disposición del motor	Longitudinal
Cilindrada (cc)	1781
Relación de compresión	8.5: 1
Sistema de combustible	Inyección multipunto EFI



METODOLOGÍA

Caracterización de los neumáticos

Neumático	Fabricante	Presión de inflado	Tipo de patrón de la banda de rodadura	Ilustración
1	Goodyear	51 PSI	Patrón asimétrico	
2	Anchee	44 PSI	Patrón simétrico	
3	Nexen	44 PSI	Patrón direccional "V"	
4	Sonar	51 PSI	Patrón asimétrico	



Preparación del vehículo

Revisión mecánica de suspensión

Actividades desarrolladas

- Cambio de los amortiguadores
- Cambio de bases de amortiguadores
- Engrase de juntas homocinéticas
- Reajuste de suspensión
- Revisión de axiales y terminales de dirección.





Preparación del vehículo Alineación

Reporte de alineación de Vehículo

	Ángulos		Inicial	Especificaciones		Final
				Min.	Max.	
Delantera	Ángulo de avance	Izquierdo	0.4°	7.2°	8.2°	0.4°
		Derecho	2.4°	7.2°	8.2°	2.4°
	Inclinación de ruedas	Izquierdo	0.6°	-0.2°	0.5°	0.6°
		Derecho	-0.3°	-1.5°	-0.9°	-0.3°
	Convergencia	Izquierdo	0.65°	-0.20°	0.15°	-0.10°
Derecho Total		0.60° 1.25°	-0.20° -0.40°	0.15° 0.35°	-0.15° -0.25°	
Trasera	Inclinación de ruedas	Izquierdo	1.3°	-1.8°	-0.8°	1.3°
		Derecho	0.8°	-1.8°	-0.8°	0.8°
	Convergencia	Izquierdo	-1.30°	0.00°	0.15°	-1.30°
		Derecho	0.10°	0.00°	0.15°	0.10°
		Total	-1.20°	0.00°	0.35°	-1.20°
Angulo Direccional			-0.7°	0.3°	-0.7°	





Preparación del vehículo

Balanceo de neumáticos



Presión de inflado de neumáticos



Neumáticos	Presión de inflado (Psi)	
	Inicial	Final
Delantero Derecho	30	32
Delantero Izquierdo	36	32
Posterior Derecho	32	34
Posterior Izquierdo	32	34

METODOLOGÍA

Instalación de sensores de vibración

Suspensión



Neumático



METODOLOGÍA

Instalación de sensores de sonómetro

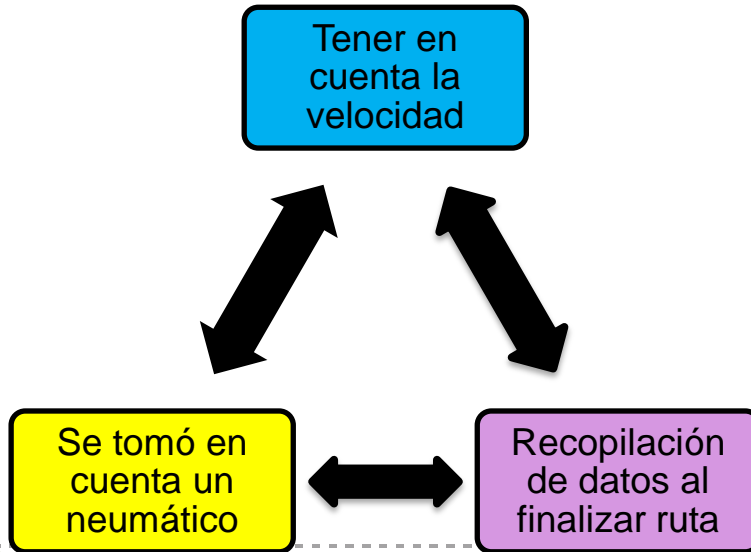
Suspensión



Neumático



Realización de las pruebas





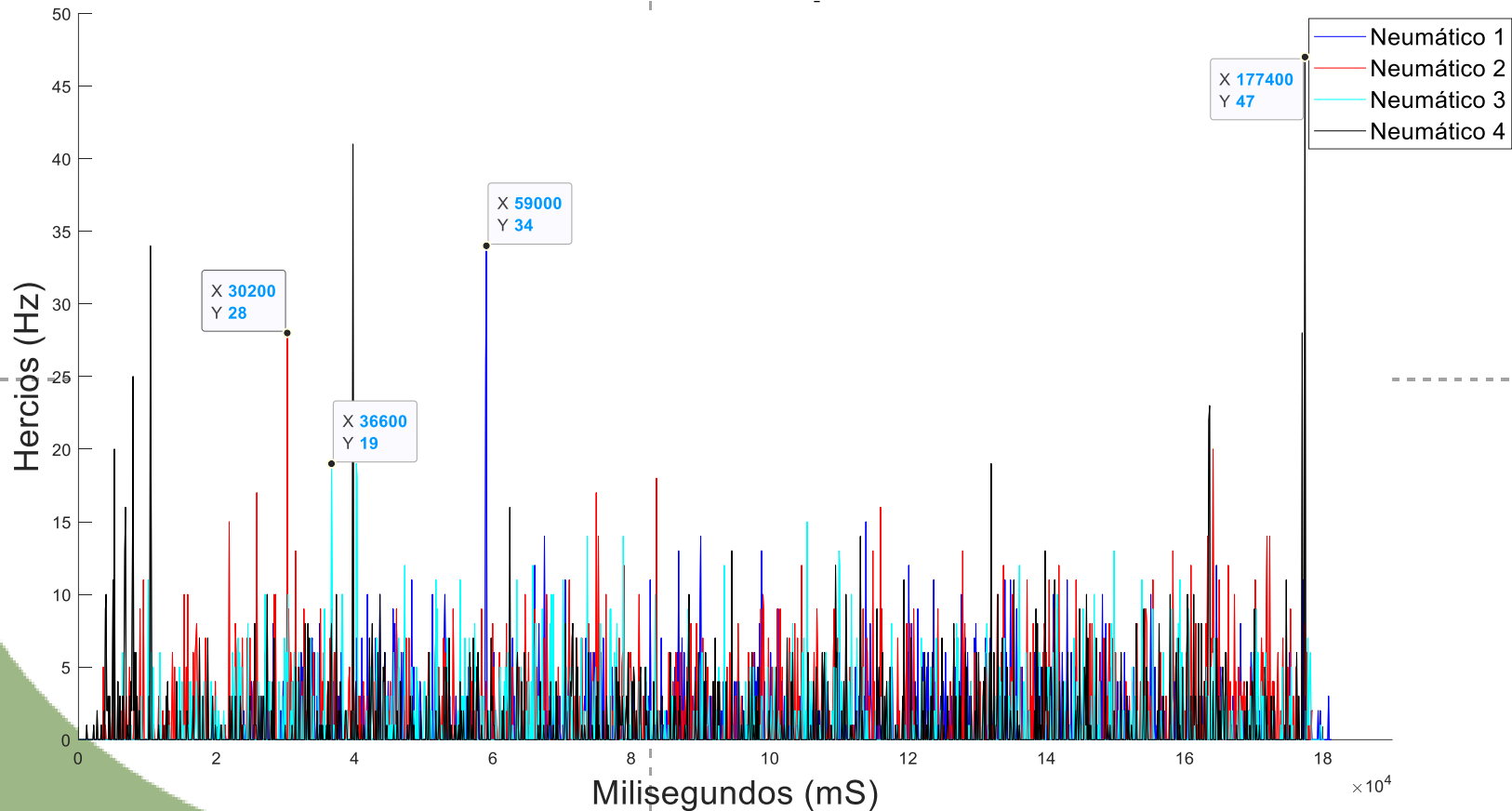
CONTENIDO

- 1 Introducción
- 2 Justificación
- 3 Objetivos
- 4 Metodología
- 5 Resultados
- 6 Conclusiones
- 7 Recomendaciones

RESULTADOS

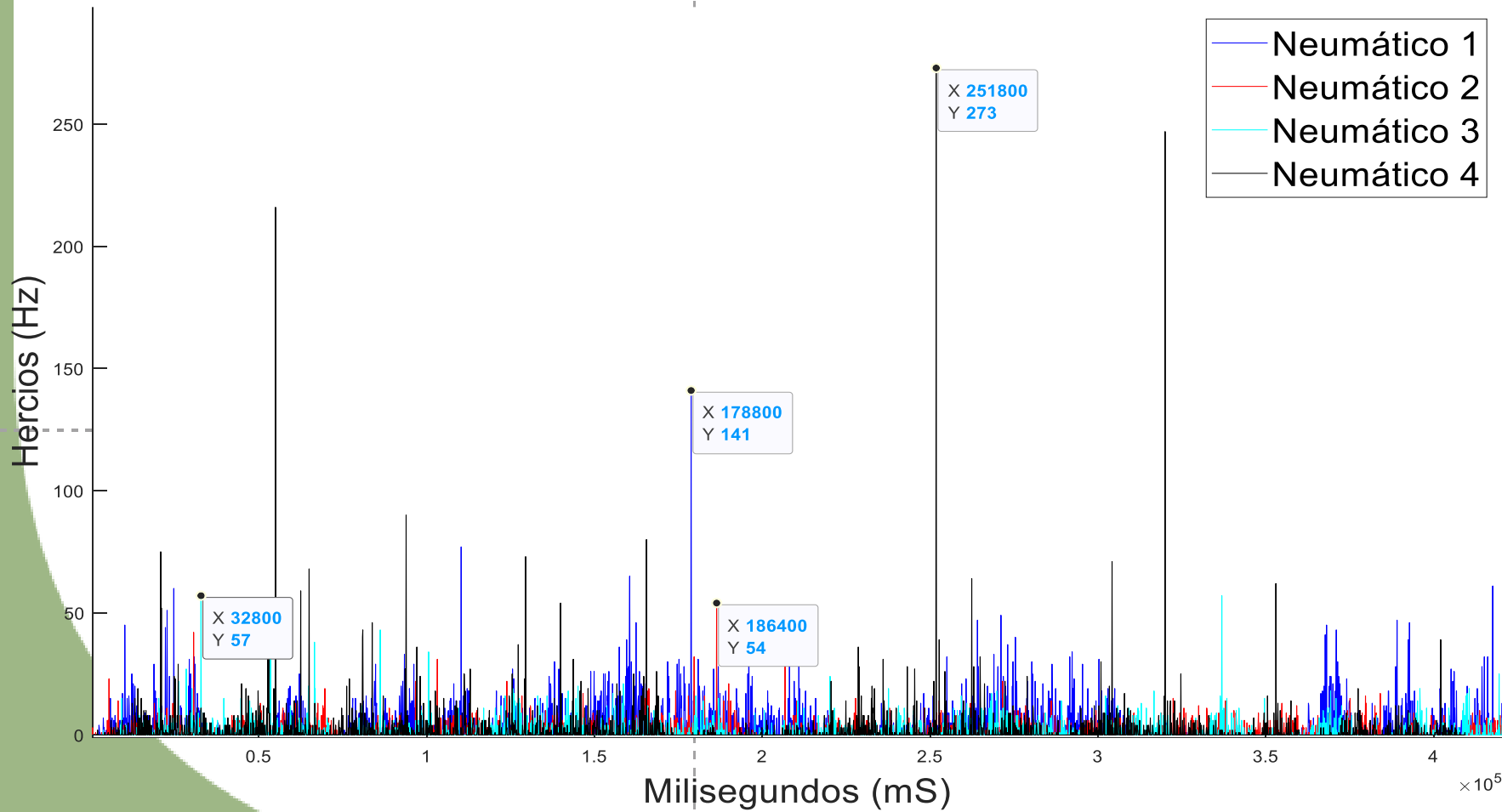
Análisis de vibraciones en la suspensión

Análisis de vibración en la suspensión de los neumáticos en la ruta de asfalto



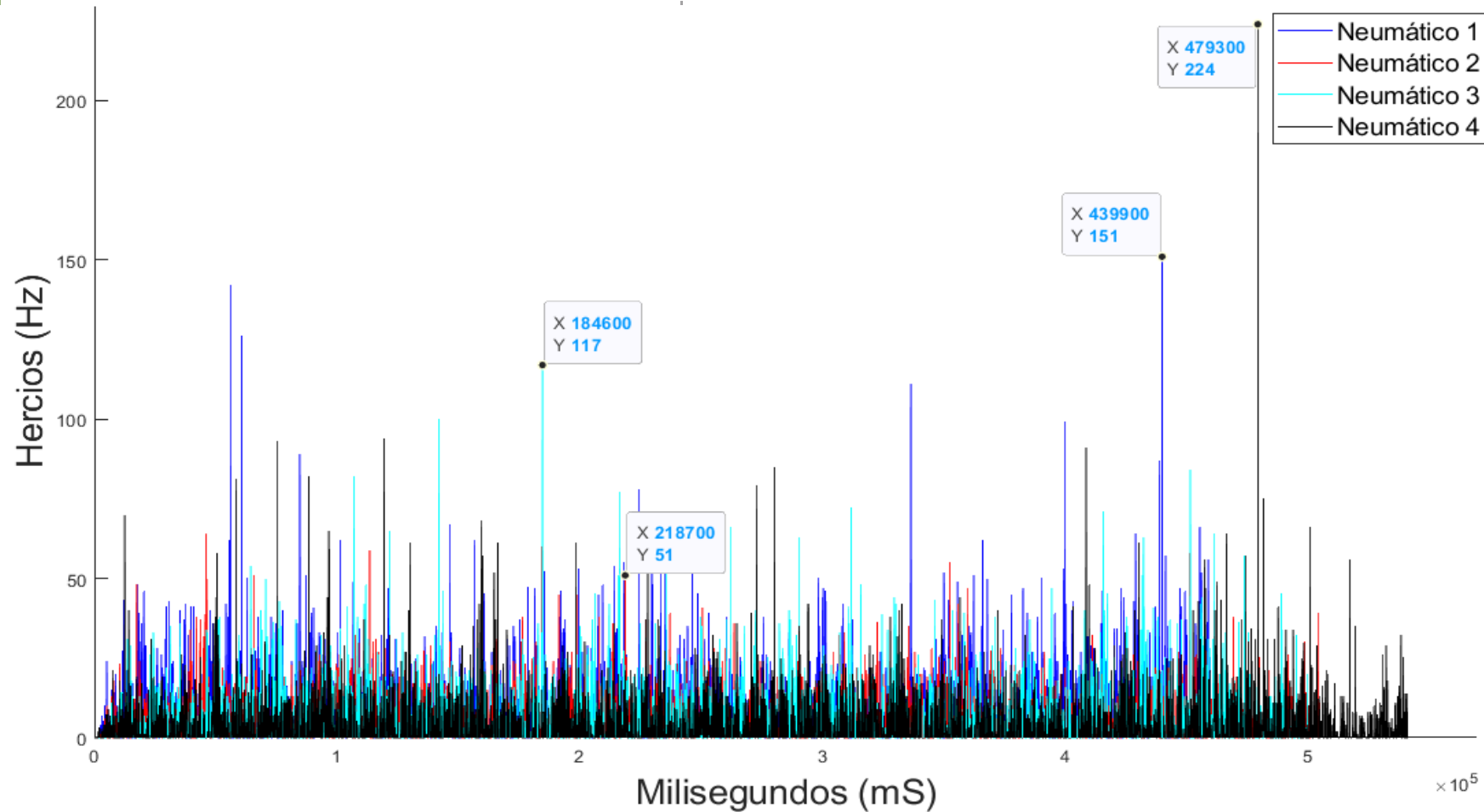
RESULTADOS

Análisis de vibración en la suspensión de los neumáticos en la ruta de adoquinado



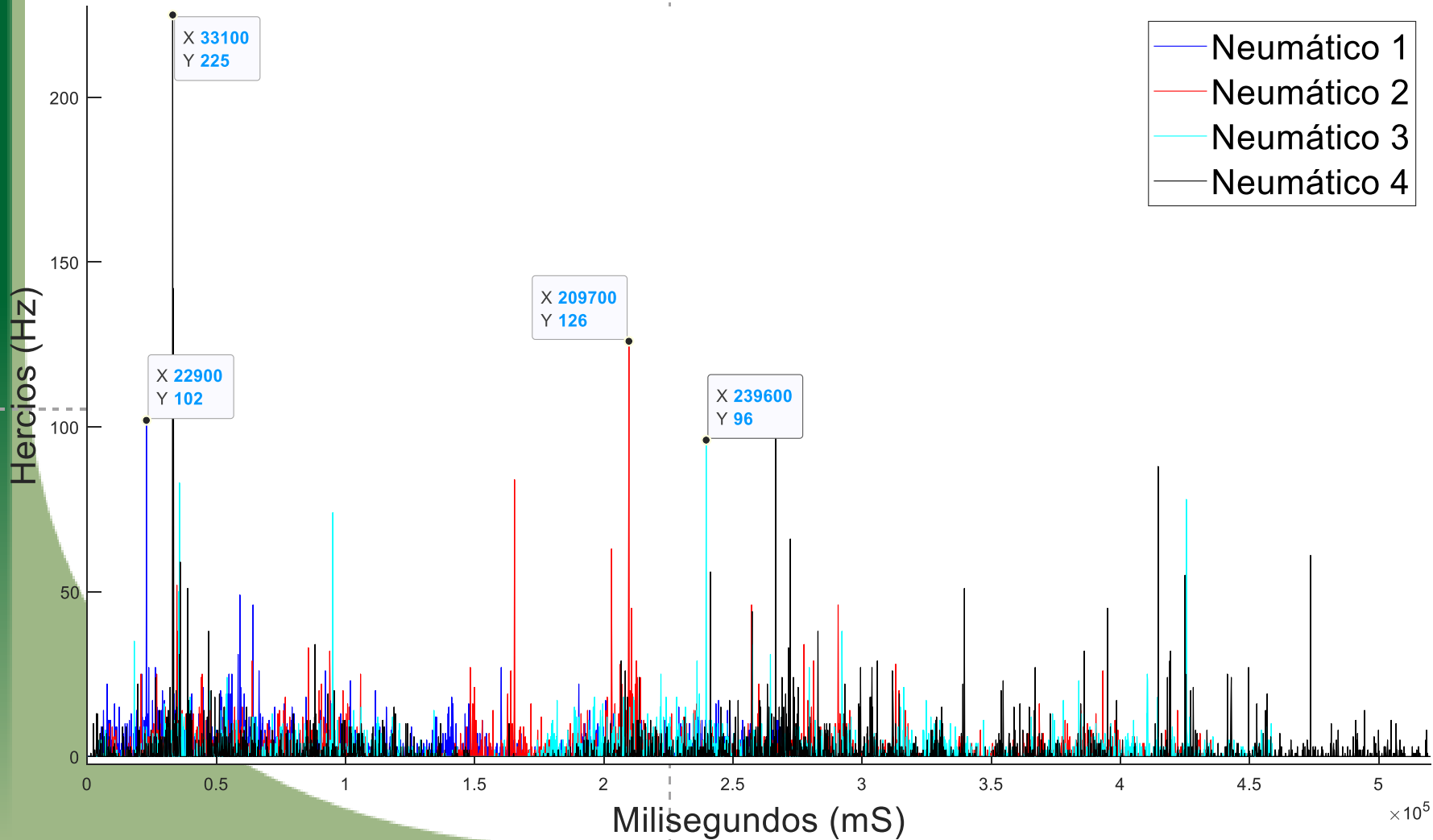
RESULTADOS

Análisis de vibración en la suspensión de los neumáticos en la ruta de empedrado



RESULTADOS

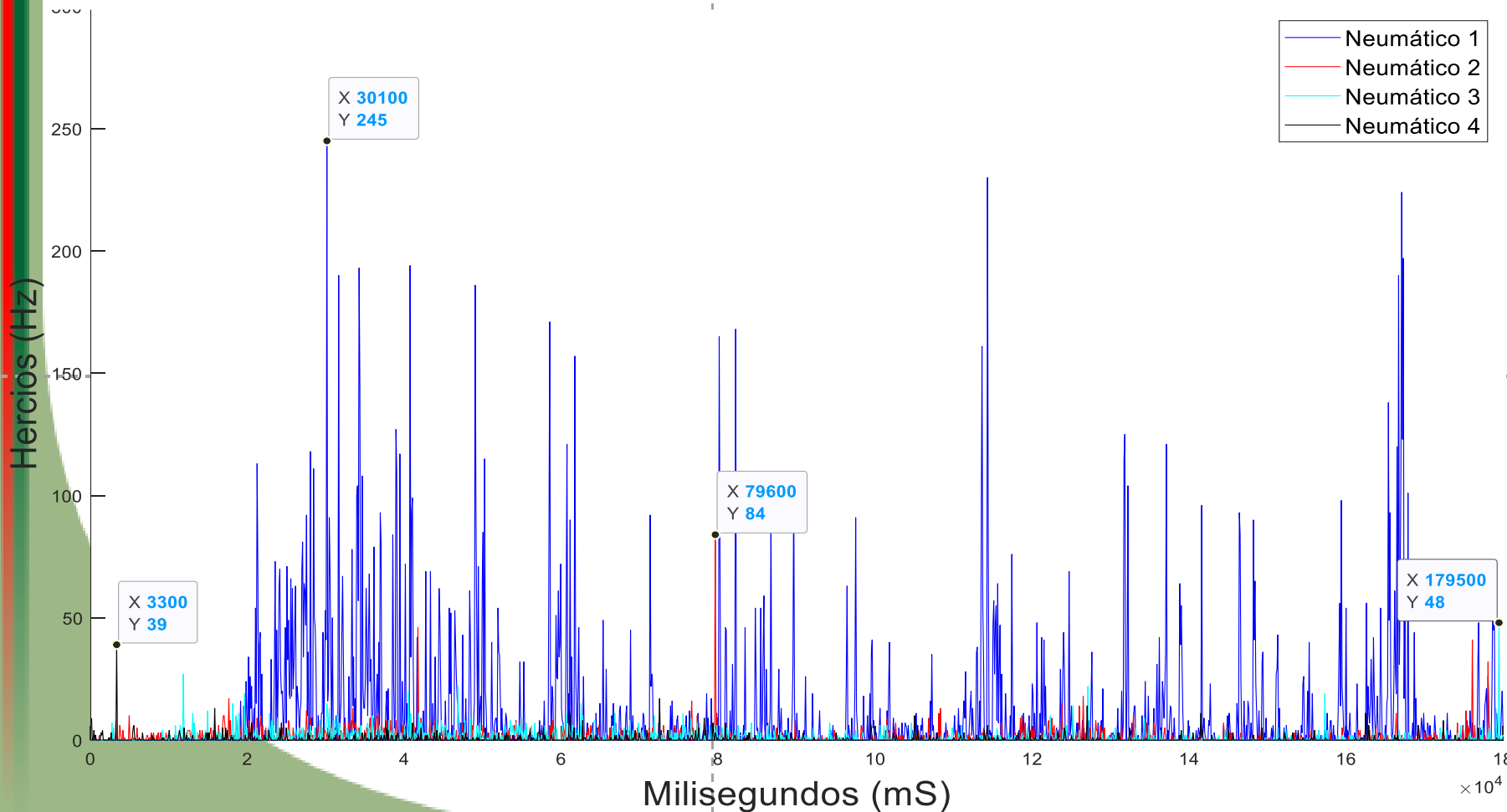
Análisis de vibración en la suspensión de los neumáticos en la ruta de suelo natural



RESULTADOS

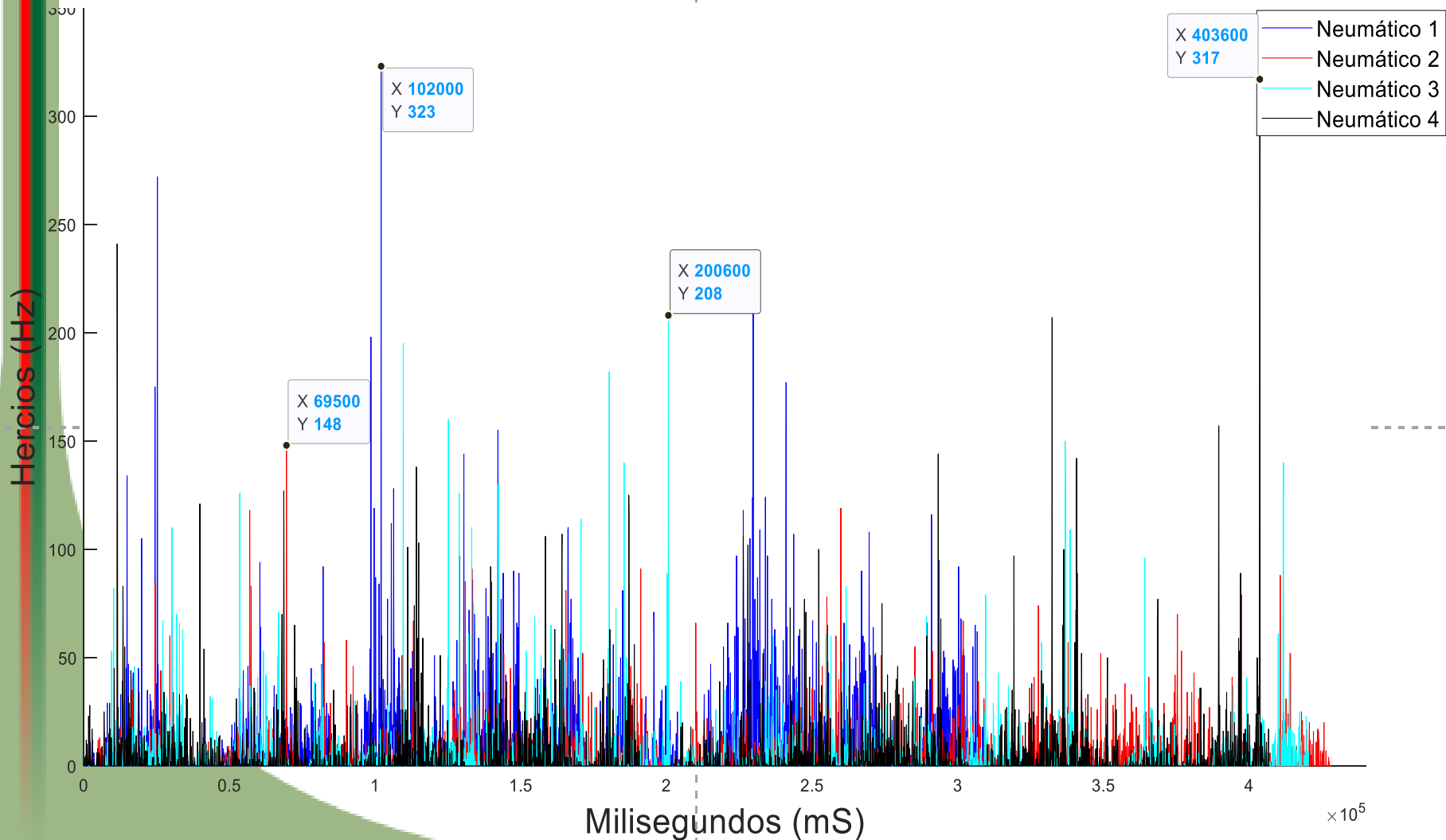
Análisis de vibraciones de neumático

Análisis de vibración de los neumáticos en la ruta de asfalto



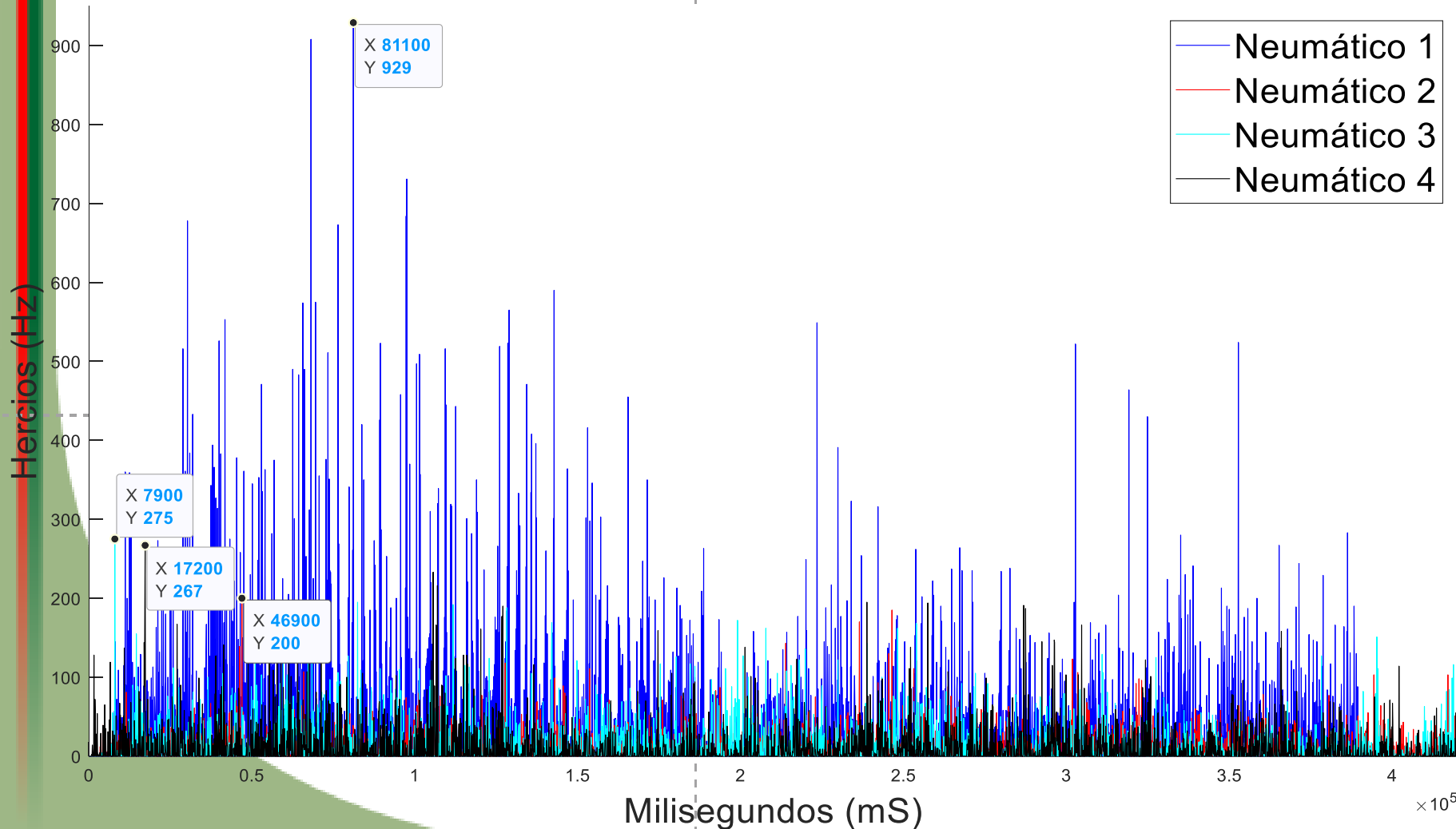
RESULTADOS

Análisis de vibración de los neumáticos en la ruta de adoquinado



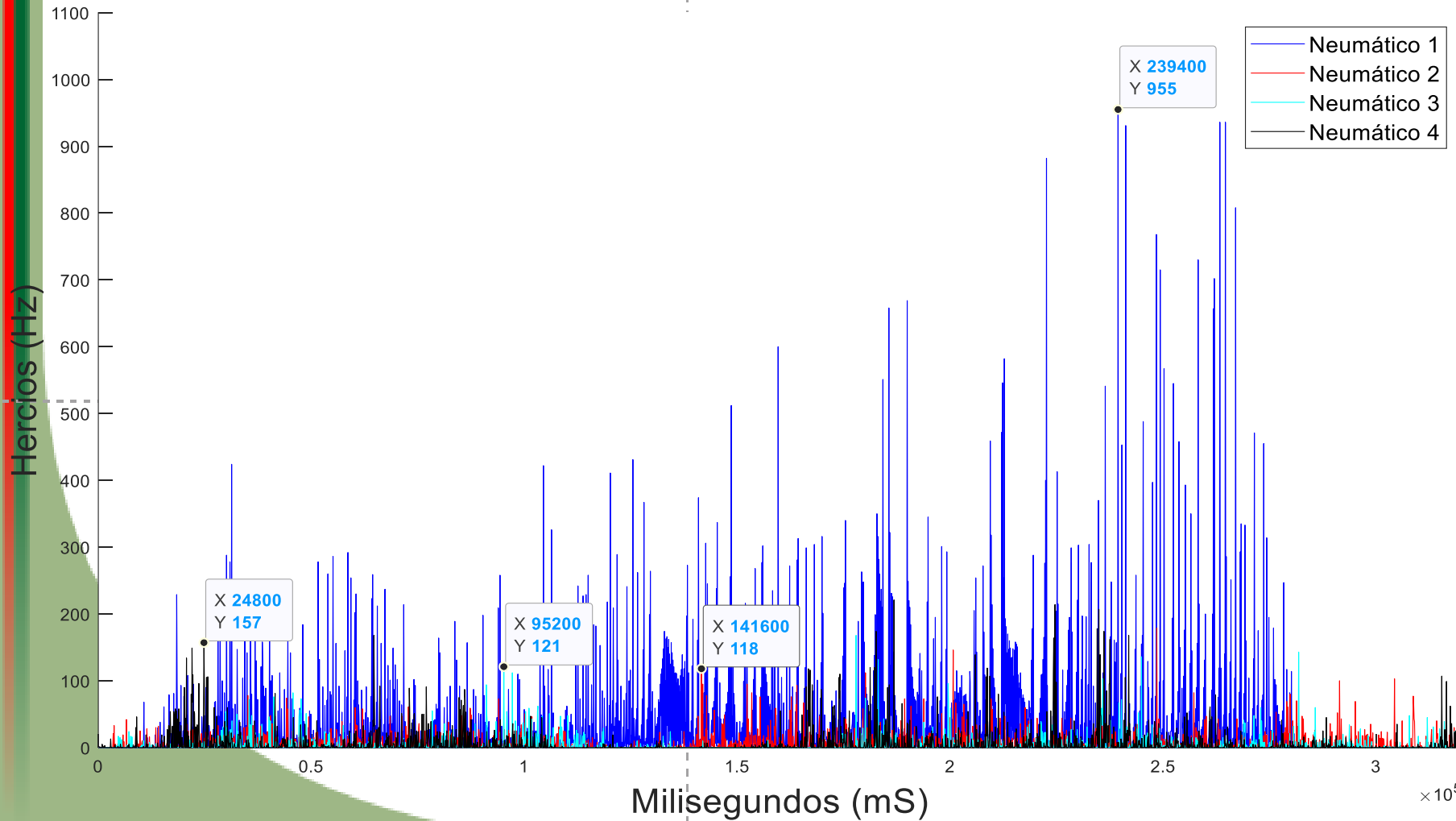
RESULTADOS

Análisis de vibración de los neumáticos en la ruta de empedrado



RESULTADOS

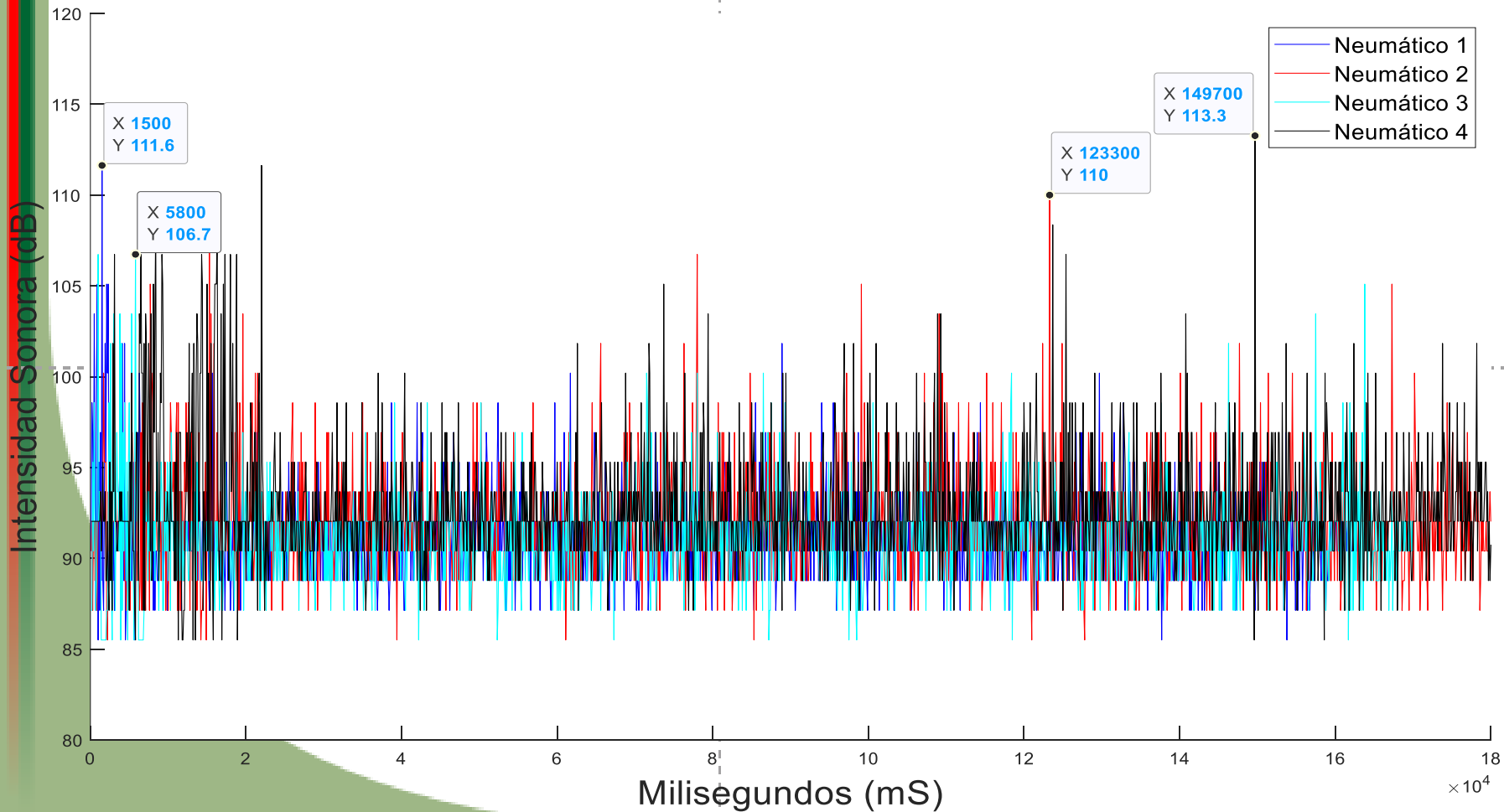
Análisis de vibración de los neumáticos en la ruta de suelo natural



RESULTADOS

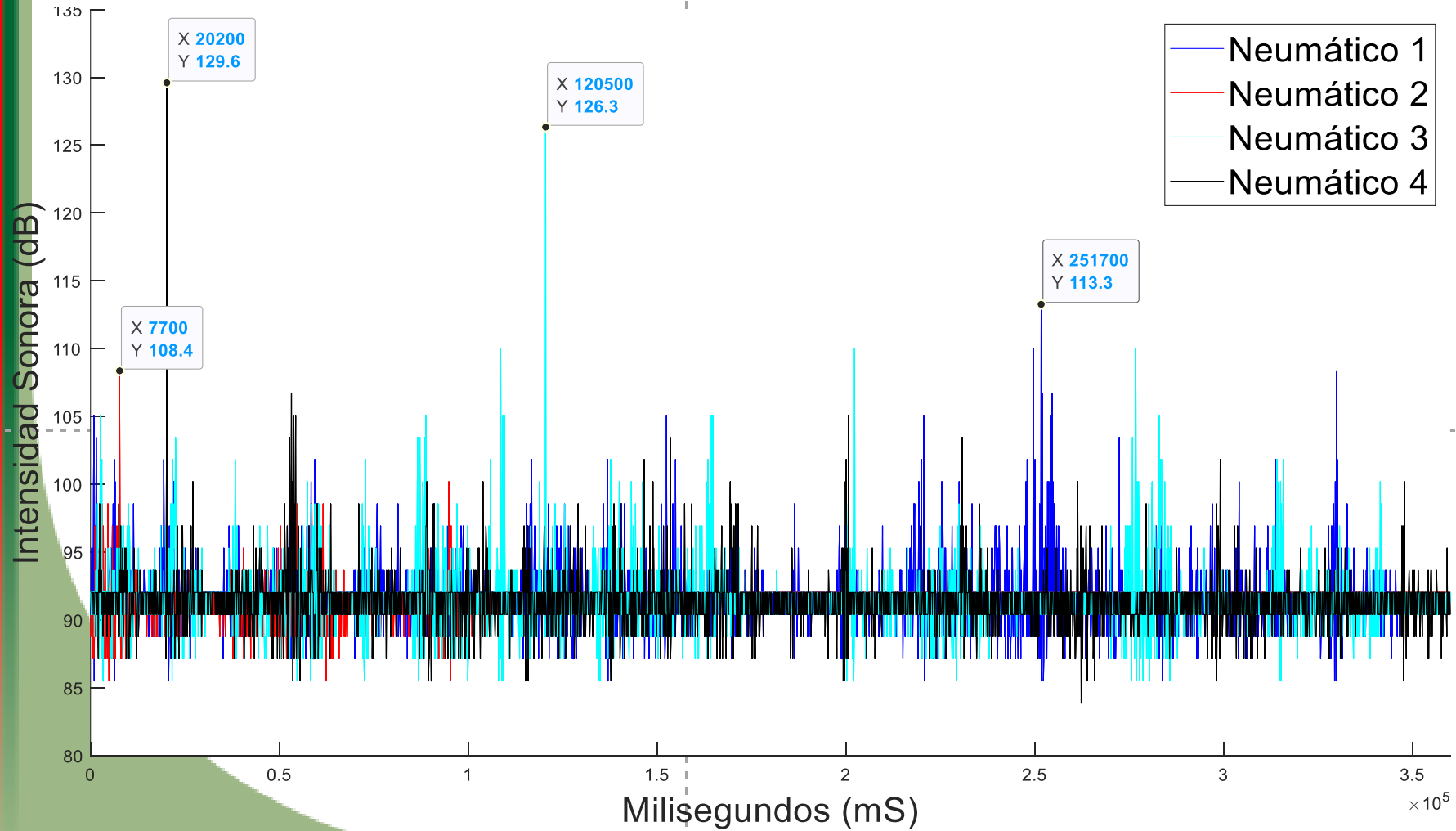
Análisis de ruido en la suspensión

Análisis de ruido en la suspensión en asfalto



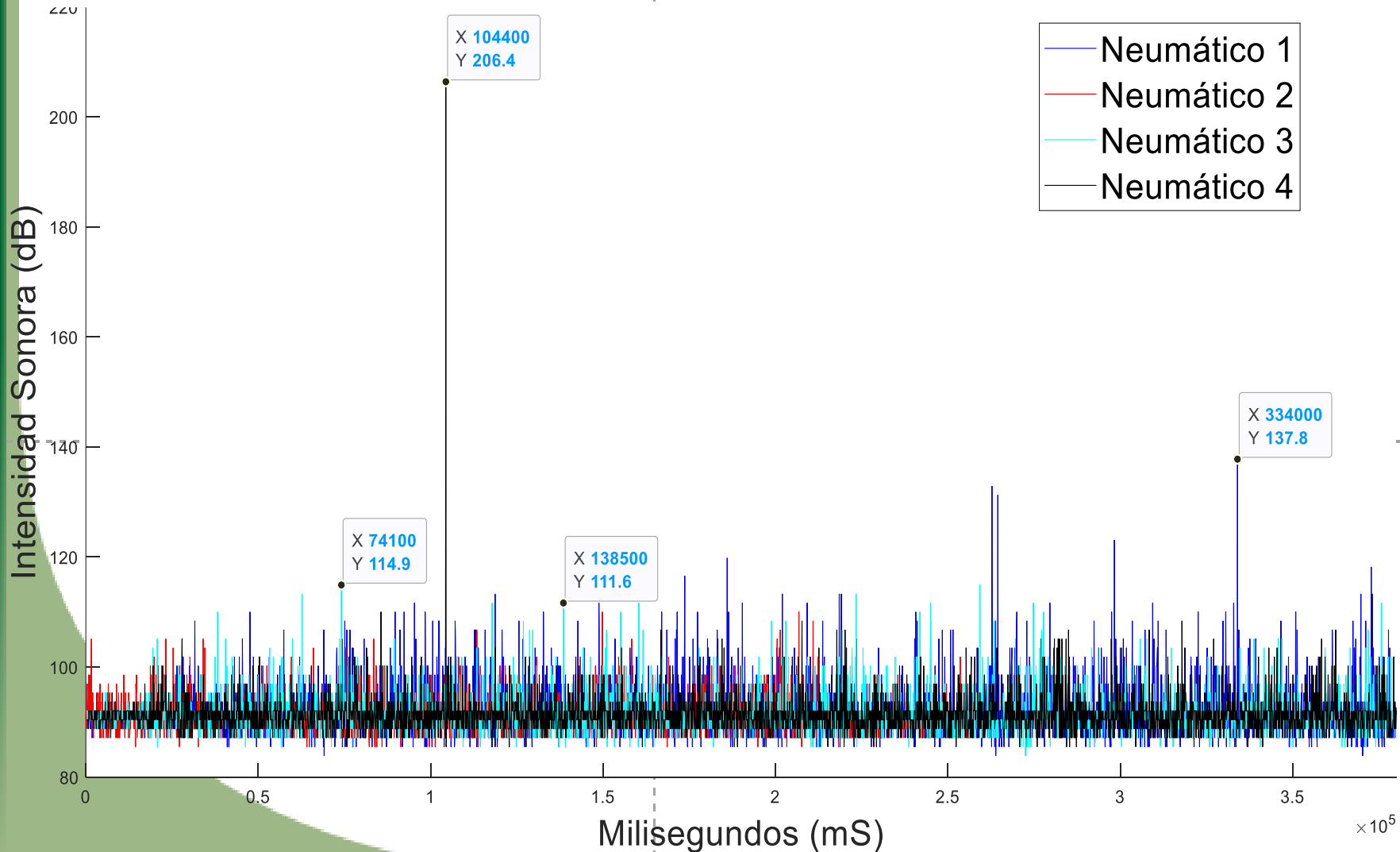
RESULTADOS

Análisis de ruido en la suspensión en adoquinado



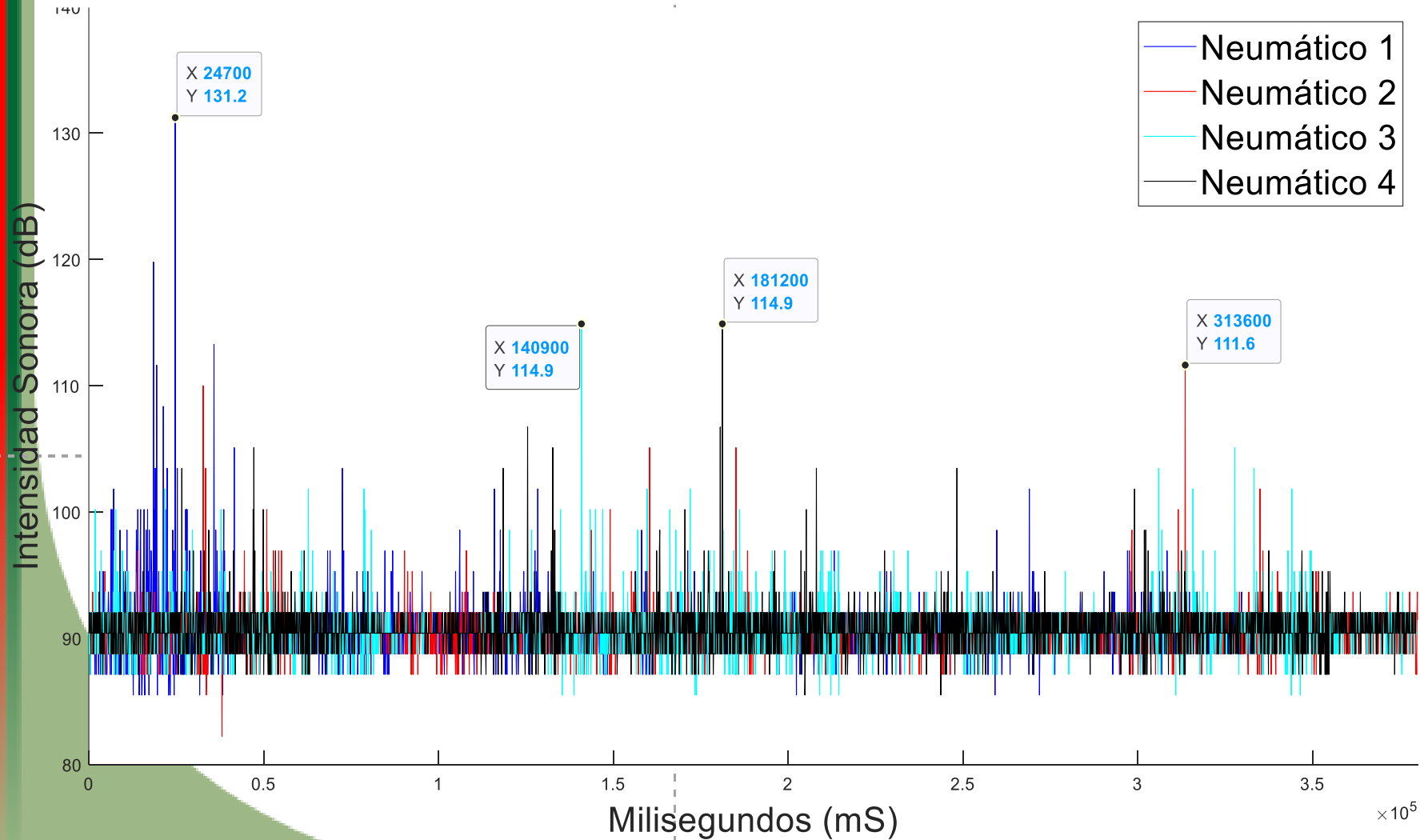
RESULTADOS

Análisis de ruido en la suspensión en empedrado



RESULTADOS

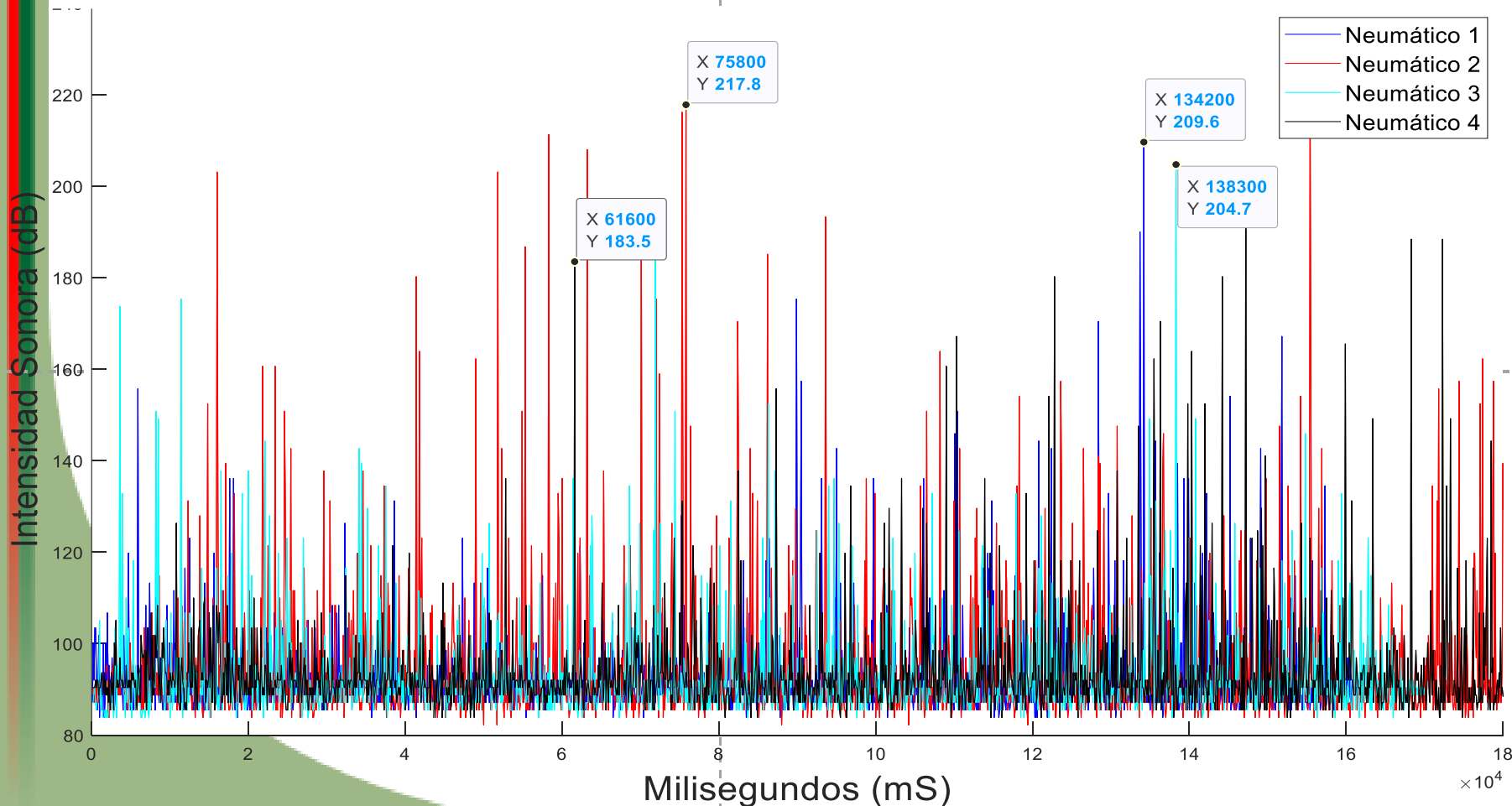
Análisis de ruido en la suspensión en suelo natural



RESULTADOS

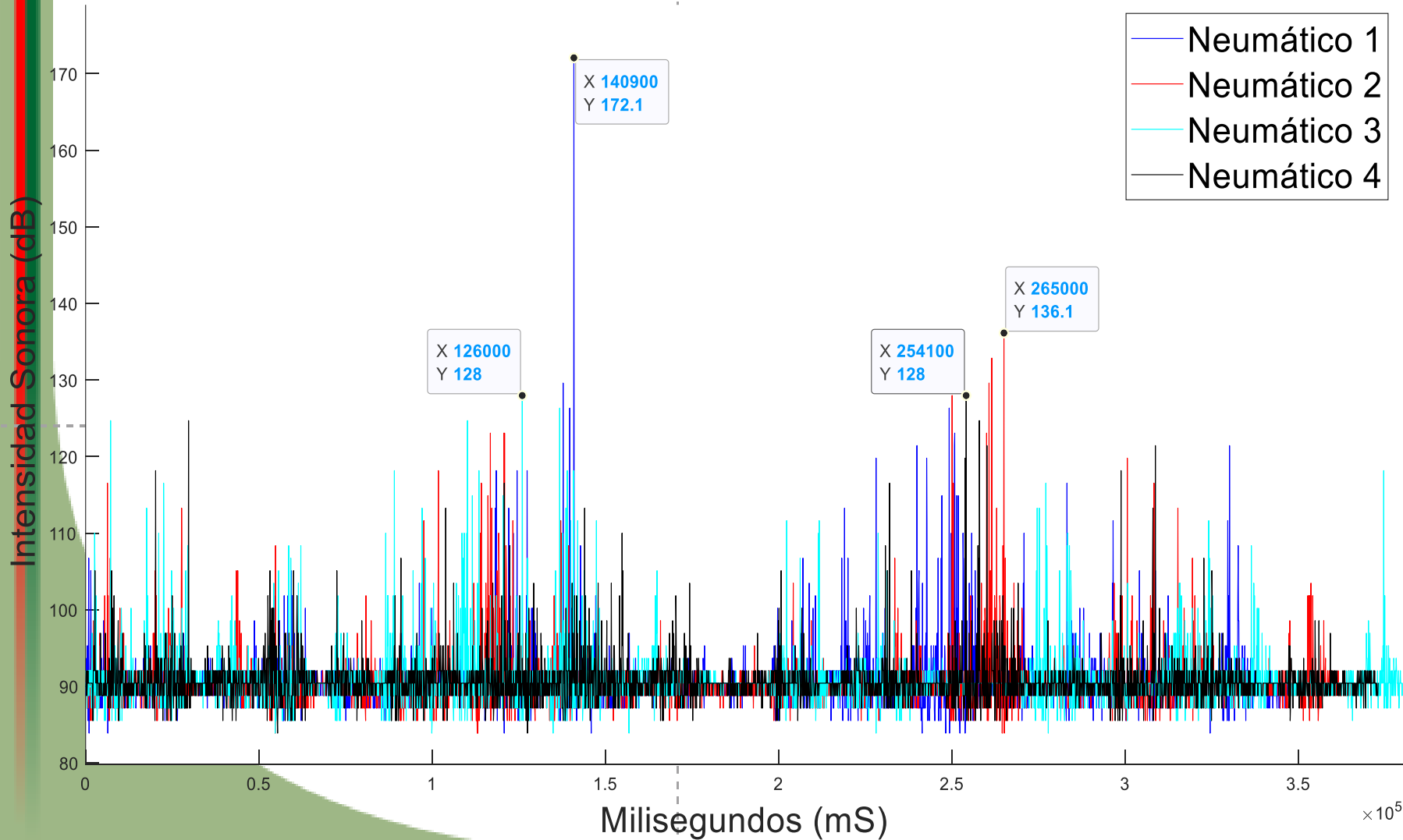
Análisis de ruido en los neumáticos

Análisis de ruido en los neumáticos en asfalto



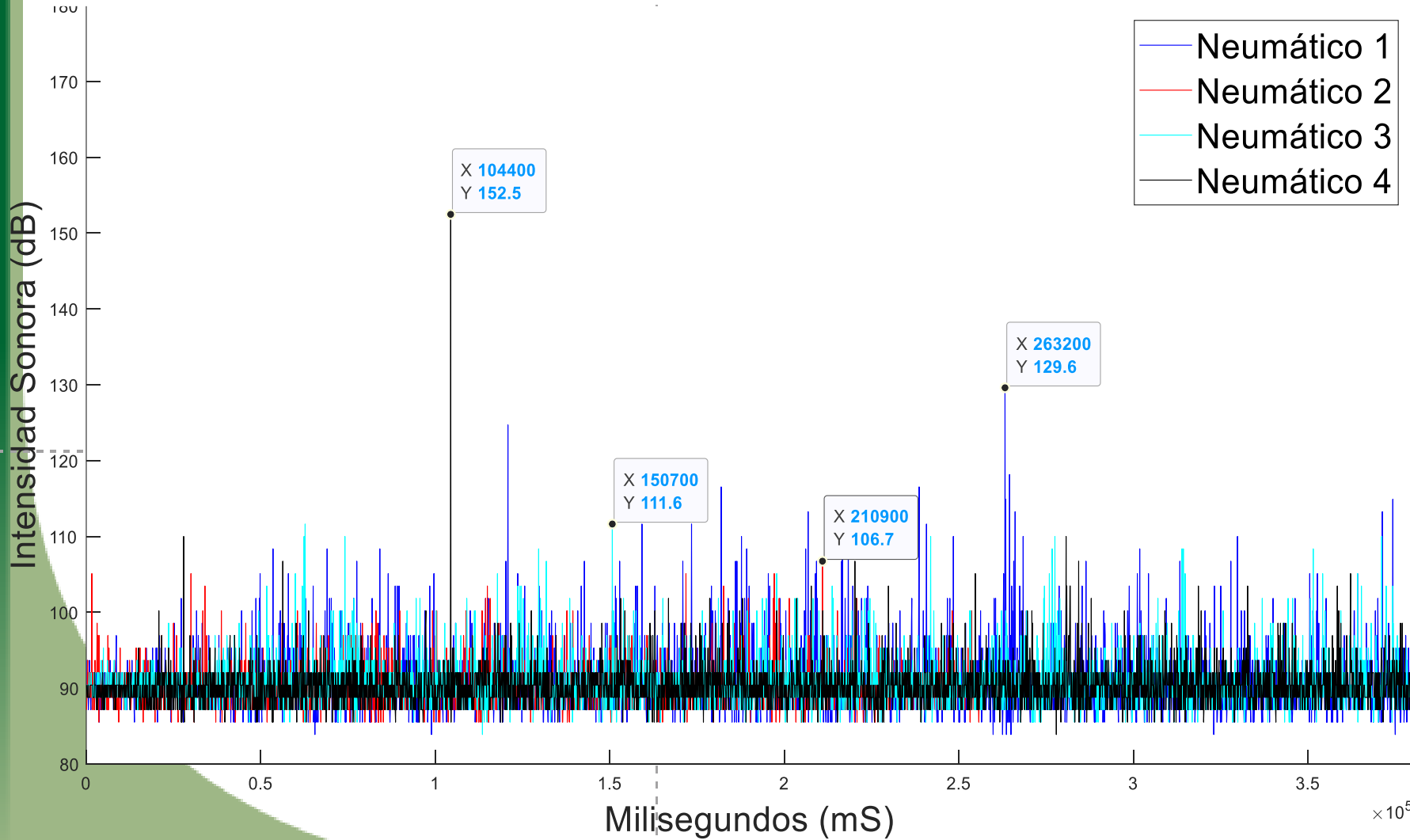
RESULTADOS

Análisis de ruido en los neumáticos en adoquinado



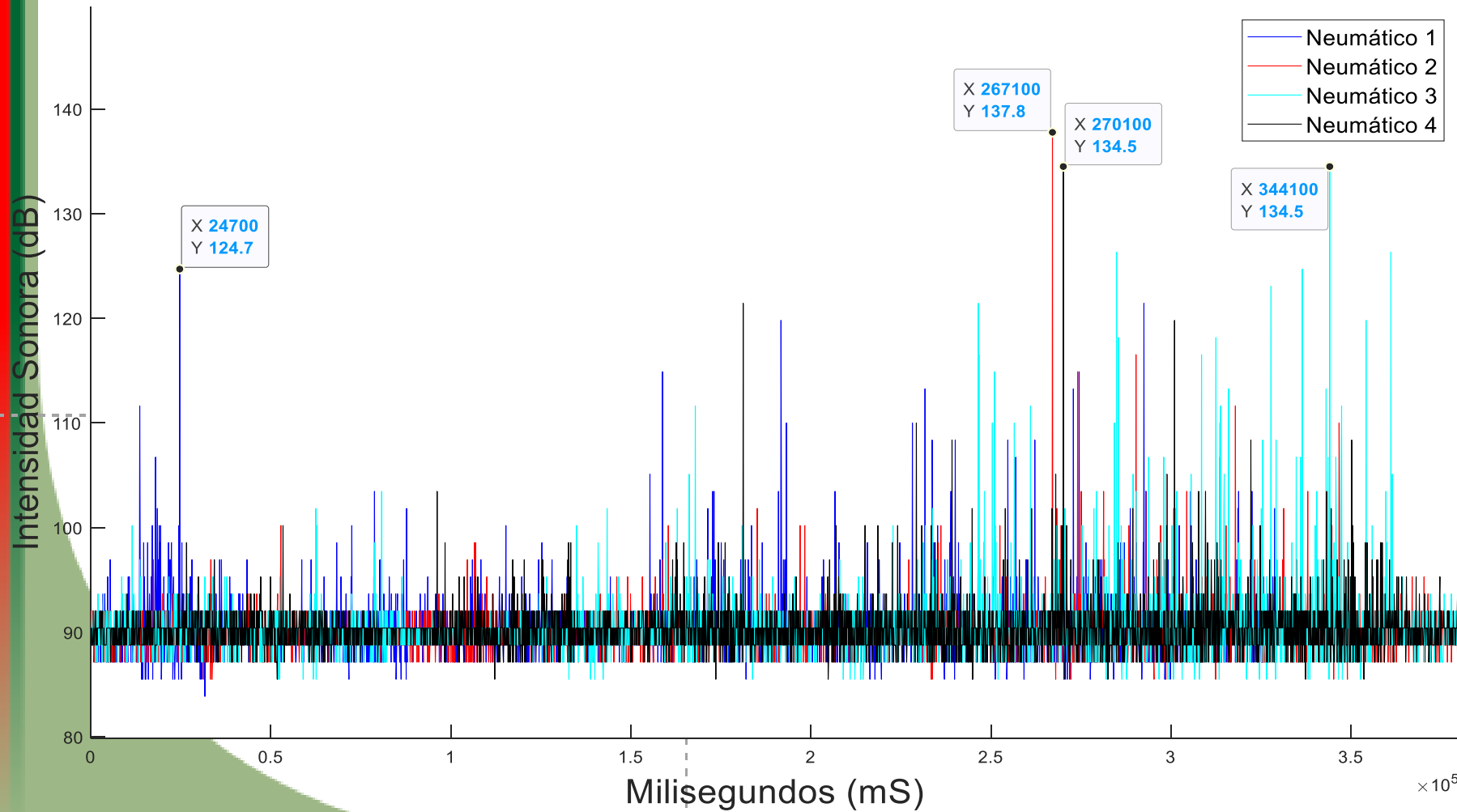
RESULTADOS

Análisis de ruido en los neumáticos en empedrado



RESULTADOS

Análisis de ruido en los neumáticos en suelo natural





CONTENIDO

- 1 Introducción
- 2 Justificación
- 3 Objetivos
- 4 Metodología
- 5 Resultados
- 6 Conclusiones
- 7 Recomendaciones



CONCLUSIONES

Con los datos obtenidos con los equipos de medición empleados tales como son el analizador de vibraciones y el sonómetro los cuales ayudaron a conocer los valores tanto de frecuencia (Hz) como se intensidad de sonido (dB) respectivamente, dichos valores se encontraron en la suspensión como en los neumáticos.

El ruido ocasionado en todos los ensayos, estuvieron enlazados con ruidos parásitos de forma aerodinámica por lo que dieron valores altos en algunos casos donde el vehículo iba a una velocidad considerable, ya sea por el ambiente y el aire que choca directamente con el sensor del sonómetro.

Se pudo analizar la influencia que tienen las diferentes bandas de rodadura con el ruido y vibración del neumático y como esta va a influir que la suspensión tenga el ruido y la vibración en las diferentes superficies empleadas para los ensayos.



CONCLUSIONES

En las diferentes pruebas realizadas con el analizador de vibraciones se pudo evidenciar como varía la frecuencia llegando a un pico máximo de vibración en la suspensión de 273 Hz con el neumático número “4”, mientras que en el neumático se alcanzó un pico máximo de vibración de 955 Hz en el neumático “1” esto producido por el desgaste prematuro que mantenía este neumático.

En los ensayos realizados se mantuvo una correcta clasificación de factores los cuales fueron las tablas de velocidad, los tipos de neumático con su correspondiente caracterización y las distintas rutas fueron claves para el desarrollo de las pruebas de manera más ordenada y oportuna, lo que sirvió para una correcta elaboración de gráficas de los ensayos en la suspensión como en los neumáticos mediante el software de Matlab (versión prueba).

Con respecto a la intensidad sonora obtenida con el sonómetro se pudo evidenciar que se tuvo rangos altos por los sonidos parásitos antes descritos, para el ruido de la suspensión se llegó a un pico máximo de 206.4 dB instantáneos, mientras que para el ruido del neumático se llegó a un pico máximo de 222.7 dB instantáneos de igual manera ocasionados por ruidos parásitos.



CONCLUSIONES

Al identificar los elementos que constituyen la suspensión, la función que desempeña cada uno de estos y como estos influyen a la reducción de vibración en la suspensión, se pudo comprobar que la suspensión influye directamente a la generación de ruido y vibración teniendo en cuenta elementos importantes de la misma como son amortiguadores y bases de amortiguador, los cuales cuando se encuentran deteriorados no realizan su función para la cual fueron diseñados.

Se determinaron las diferentes bandas de rodaduras que se utilizaron para los ensayos, mediante una revisión minuciosa de cada neumático y con ayuda de manuales de fabricantes de estos para obtener datos correctos acerca de los neumáticos empleados.

Se sabe que cada suspensión es muy importante, por lo que cada vehículo ha ido cambiando de sistema de suspensión para el confort de los usuarios, es decir, que el sistema de suspensión ha ido evolucionando juntamente con los vehículos.



CONTENIDO

- 1 Introducción
- 2 Justificación
- 3 Objetivos
- 4 Metodología
- 5 Resultados
- 6 Conclusiones
- 7 Recomendaciones



RECOMENDACIONES

Es recomendable tener en estado óptimo a la suspensión para así evitar posibles ruidos y vibraciones por los componentes en mal estado, se debe realizar un mantenimiento preventivo al momento de realizar la alineación del vehículo, es decir cada 10.000 km.

Para las futuras investigaciones se recomienda emplear un banco de pruebas de ruido y vibración mismos que garanticen resultados, se recomienda construirse de manera adiabática para que el ruido y el viento del ambiente no influyan perjudicando los resultados en los ensayos.

De igual manera se recomienda mantener el vehículo alineado para que el neumático tenga un desgaste normal, verificando los ángulos de divergencia como de convergencia (camber y caster).



RECOMENDACIONES

Es sumamente importante revisar la presión de inflado que tienen los neumáticos, ya que cuando se tiene la presión adecuada, el vehículo tendrá más estabilidad y adherencia a la superficie que al estar con poco o mucho aire.

Para un análisis profundo del tema de investigación se recomienda que se efectúen pruebas en condiciones diferentes de la suspensión, es decir, con la suspensión deteriorada y otra cuando la suspensión se encuentre en óptimas condiciones como se lo realizó esto se recomienda para validar como influye la suspensión en el ruido y vibración de los neumáticos.

Para la adquisición de datos con los equipos de medición (de ruido y vibración) se recomienda el uso de escalas de tiempo muy reducidas, con el fin de captar cualquier variación considerable para el análisis.

RECOMENDACIONES

Se recomienda reducir escalas al momento de realizar la medición de los factores tanto del ruido como de la vibración, esto se lo realiza con el fin de tener una mejor visualización en tramos cortos de tiempo y así un mejor análisis de las ondas generadas.

Se debe tomar muy en cuenta en que vehículo se va a realizar el análisis del ruido y de la vibración ya que los vehículos no vienen todos con las mismas características, cada vehículo viene con un diferente sistema de suspensión lo cual puede influenciar directamente en el ruido y vibración del neumático, con esto reduciendo o ampliando el confort de los usuarios.

Un consejo muy importante para la medición y tabulación de datos es la adquisición de equipos calibrados con las normas adecuadas, obteniendo certificados para así obtener resultados más confiables y un análisis más seguro.

Gracias

