



# INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Proyecto previo a la Obtención del Título de Ingeniero en Mecánica Automotriz**

**Autor:** Arnoldo Andrés Alencastro Serrano  
Marco Antonio Rodríguez Triviño

**Tutor:** Ing. Adolfo Juan Peña Pinargote

**Análisis del Nivel Sonoro Admisible para Motocicletas Establecidos en el Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 136 (1R) “Motocicletas”, Mediante Ensayos Dinámicos y Estáticos Siguiendo el Procedimiento de la Directiva Europea 78/1015/CEE**



**Universidad Internacional del Ecuador**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz**

**Certificado:**

**Ing. Adolfo Juan Peña Pinargote**

Certifica

Que el trabajo “Análisis del Nivel Sonoro Admisible para Motocicletas Establecidos en el Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 136 (1R) “Motocicletas”, Mediante Ensayos Dinámicos y Estáticos Siguiendo el Procedimiento de la Directiva Europea 78/1015/CEE” realizador por los estudiantes: Arnoldo Andrés Alencastro Serrano y Marco Antonio Rodríguez Triviño ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, si recomiendo su publicación. El mencionado trabajo consta de un empastado que contiene toda la información de este trabajo.

Autorizan los señores: Arnoldo Andrés Alencastro Serrano y Marco Antonio Rodríguez Triviño, que lo entregue a biblioteca de la Escuela, en calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, noviembre del 2022

---

Ing. Adolfo Peña Pinargote

Director del Proyecto

**Universidad Internacional del Ecuador**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz**  
**Certificación y Acuerdo de Confidencialidad**

Yo, Arnoldo Andrés Alencastro Serrano, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

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

---

Arnoldo Andrés Alencastro Serrano

C.I: 0915831739

**Universidad Internacional del Ecuador**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz**  
**Certificación y Acuerdo de Confidencialidad**

Yo, Marco Antonio Rodríguez Triviño, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

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

---

Marco Antonio Rodríguez Triviño

C.I: 0919373373

## **Agradecimiento**

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por habernos dado la vida y junto con ella la posibilidad de crecer, formarnos, adquirir capacidades y conocimientos para aplicarlas en el servicio a nuestra comunidad.

Agradecer también a mis padres y familiares, por haber estado siempre presentes brindándome su apoyo incondicional y sus consejos.

A mis profesores y compañeros, por el respeto y amistad que me brindaron durante nuestros años como estudiantes.

***Arnoldo Andrés Alencastro Serrano***

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por haberme ayudado a salir adelante en tiempos difíciles y por darme la sabiduría para poder terminar mis estudios.

A mis padres por darme su apoyo motivacional y económico para poder seguir esta carrera.

A mi esposa por su apoyo incondicional.

A mis profesores y compañeros que me aportaron día a día sus enseñanzas.

***Marco Antonio Rodríguez Triviño***

## Resumen

En el año 2020 el Ecuador y el mundo entero se vio afectado por la mayor crisis sanitaria de los últimos tiempos. El covid 19 obligó a muchos de los ecuatorianos a buscar nuevas fuentes de ingresos, y encontraron en las motocicletas la posibilidad de hacerlo ya que las entregas con servicios a domicilio fue una modalidad que adaptaron muchísimos negocios. Este aumento de motocicletas trae consigo que aumente la contaminación, proveniente del ruido que estas producen. Es por esto que nos planteamos la incógnita de si en este crecimiento fuera de la tendencia que tuvo la venta de motocicletas se siguieron cumpliendo las normas y límites máximos de ruido que se permite a las motocicletas producir al circular en nuestro país. Para esto adoptamos el papel de laboratorio acreditado y realizamos los ensayos estáticos y dinámicos, siguiendo los procedimientos de la Directiva Europea 78/1015/CEE, a una muestra de cinco motocicletas para comprobar si cumplían o no con el Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 136 (1R) Motocicletas, que es en donde se exponen los valores máximos que pueden emitir por categoría de cilindrada. Con los resultados obtenidos fuimos capaces de concluir y hacer ciertas recomendaciones.

**Palabras clave:** motocicletas, contaminación, ruido, límites, reglamento.

## **Abstract**

In the year 2020 Ecuador and the whole world was affected by the biggest health crisis in recent times. Covid 19 forced many Ecuadorians to look for new sources of income, and they found the possibility of doing so in motorcycles, since deliveries were a modality that many businesses adapted. This increase in the number of motorcycles brings with it an increase in pollution, from the noise they produce. That makes us question ourselves of whether in this growth outside the trend that the sale of motorcycles had, the standards and maximum noise limits that motorcycles are allowed to produce to be able to circulate in our country continued to be complied with. For this, we adopted the role of an accredited laboratory and carried out the static and dynamic tests, following the procedures of the European Directive 78/1015/CEE, on a sample of five motorcycles to verify whether or not they complied with the RTE INEN 136 (1R) Motorcycles standard, which is where the maximum values that can be emitted by displacement category are exposed. With the results obtained we were able to conclude and make certain recommendations.

**Keywords:** motorcycle, pollution, noise, standards, limits.

## Índice de Contenido

Capítulo I: Antecedentes.....	16
1.1 Tema de Investigación.....	16
1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema .....	16
1.2.1 <i>Planteamiento del Problema</i> .....	16
1.2.1.1 El Mercado de Motocicletas y la Pandemia.....	16
1.2.1.2 El Estado Ecuatoriano Como Ente Regulador. ....	19
1.2.1.3 Motocicletas Ensambladas Nacionalmente e Importadas.. ..	19
1.2.1.4 El Ruido como Factor de Contaminación. ....	23
1.2.2 <i>Formulación del Problema</i> .....	24
1.2.3 <i>Sistematización del Problema</i> .....	24
1.3 Objetivos de la Investigación .....	25
1.3.1 <i>Objetivo General</i> .....	25
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	25
1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación.....	25
1.4.1 <i>Justificación Teórica</i> .....	25
1.4.2 <i>Justificación Metodológica</i> .....	26
1.4.3 <i>Justificación Práctica</i> .....	26
1.4.4 <i>Delimitación Temporal</i> .....	26
1.4.5 <i>Delimitación Geográfica</i> .....	26
1.5 Hipótesis .....	26
Capítulo II: Marco Referencial .....	28
2.1 Marco Teórico .....	28
2.2 Motocicletas .....	28
2.3 Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 136 (1R) “Motocicletas” .....	28

2.4	Nivel de Emisión de Ruidos de Escape .....	31
2.5	Decibel.....	31
2.6	Receptor.....	32
2.7	Certificado de Conformidad .....	32
2.8	Ensayo de Ruido Estacionario.....	32
2.9	Ensayo de Ruido Dinámico .....	32
2.10	Organismo Acreditado.....	32
2.11	Organismo Designado .....	33
2.12	Ruido Ambiental .....	33
2.13	Nivel Sonoro Admisible .....	33
2.14	Directiva Europea 78/1015/CEE .....	33
2.15	Laboratorio Certificado .....	34
Capítulo III: Equipos, Motocicletas y Procedimientos .....		35
3.1	Equipos.....	35
3.2	Motocicletas .....	41
3.3	Procedimientos .....	42
3.3.1	<i>Procedimiento para Llevar a Cabo los Ensayos Estáticos.</i> .....	42
3.3.2	<i>Procedimiento para Llevar a Cabo los Ensayos Dinámicos.</i> .....	35
Capítulo IV: Ensayos y Presentación de Resultados .....		56
4.1	Ensayos Estáticos .....	56
4.1.1	<i>Moto #1</i> .....	57
4.1.2	<i>Moto #2</i> .....	60
4.1.3	<i>Moto #3</i> .....	63
4.1.4	<i>Moto #4</i> .....	66
4.1.5	<i>Moto #5</i> .....	68

4.2	Ensayos Dinámicos .....	71
4.2.1	<i>Moto #1</i> .....	72
4.2.2	<i>Moto #2</i> .....	73
4.2.3	<i>Moto #3</i> .....	74
4.2.4	<i>Moto #4</i> .....	75
4.2.5	<i>Moto #5</i> .....	76
4.3	Presentación de Resultados .....	77
	Conclusiones .....	80
	Recomendaciones .....	83
	Bibliografía .....	84

## Índice de Figuras

Figura 1 Ventas Anuales de Motocicletas 2016 - 2021.....	16
Figura 2 Ventas Mensuales de Motocicletas 2019 - 2021 .....	17
Figura 3 Cronología Venta Motocicletas/Pandemia Año 2020.....	18
Figura 4 Ejemplo de Moto Utilitaria Marca Shineray .....	21
Figura 5 Ejemplo de Moto Doble Propósito Marca Bajaj.....	21
Figura 6 Ejemplo de Moto Scooter Marca Daytona .....	22
Figura 7 Ejemplo de Moto Enduro Marca Daytona.....	22
Figura 8 Elementos Objetos de Verificación u Homologación.....	30
Figura 9 Calibrador de Ruido .....	36
Figura 10 Sonómetro de Precisión .....	36
Figura 11 Flexómetro 10 Metros .....	37
Figura 12 Escuadra Metálica.....	37
Figura 13 Termo Higrómetro .....	38
Figura 14 Pistola Estroboscópica .....	38
Figura 15 Cinta Métrica Metálica Marca Pretul.....	39
Figura 16 Plomada Metálica .....	39
Figura 17 Nivel Láser Marca Bosch .....	40
Figura 18 Trípode Metálico.....	40
Figura 19 Esquema del Área Ensayo Estático .....	42
Figura 20 Utilización de Plomada para Marcar Punto en el Suelo .....	43
Figura 21 Utilización de Nivel Láser para Trazar un Plano Vertical .....	43
Figura 22 Ubicación Sonómetro Formando 45 Grados.....	44
Figura 23 Verificación Posición del Sonómetro.....	45
Figura 24 Altura del Sonómetro con Respecto al Suelo.....	45

Figura 25 Medición con Pistola Estroboscópica .....	46
Figura 26 Formato de Acta de Prueba Estática.....	47
Figura 27 Configuración de Sonómetro para Ensayos .....	49
Figura 28 Verificación Calibración Sonómetro.....	49
Figura 29 Ubicación del Sonómetro en Sitio con Plomada Metálica .....	50
Figura 30 Diferencia de Ruido Ambiente Entre Punto Escogido y el Centro de la Trayectoria .....	51
Figura 31 Delimitación de Inicio, Centro y Final de la Pista en el Suelo .....	52
Figura 32 Esquema del Área de Ensayo con Posición del Sonómetro .....	52
Figura 33 Formato de Acta de Prueba Ensayo Dinámico .....	55
Figura 34 Ubicación del CCICEV al Sur de Quito (Maldonado y Balzar).....	56
Figura 35 Kilometraje y Rpm Moto#1 en Tablero.....	58
Figura 36 Verificación Ruido Ambiente .....	58
Figura 37 Verificación Altura Sonómetro.....	58
Figura 38 Verificación Distancia Sonómetro.....	59
Figura 39 Verificación Calibración Sonómetro.....	59
Figura 40 Kilometraje Moto#2 en Tablero.....	61
Figura 41 Verificación Ruido Ambiente .....	61
Figura 42 Verificación Altura Sonómetro.....	61
Figura 43 Verificación Distancia Sonómetro .....	62
Figura 44 Verificación Calibración Sonómetro.....	62
Figura 45 Colocación Motocicleta en Punto de Ensayo.....	64
Figura 46 Verificación Calibración Inicial Sonómetro.....	64
Figura 47 Verificación Distancia Sonómetro.....	65
Figura 48 Verificación Altura Sonómetro.....	65

Figura 49 Verificación Final Sonómetro .....	65
Figura 50 Kilometraje Moto#4 en Tablero.....	67
Figura 51 Colocación Motocicleta en Punto de Ensayo.....	67
Figura 52 Verificación Altura Sonómetro.....	67
Figura 53 Kilometraje Moto#5 en Tablero.....	69
Figura 54 Verificación Distancia Sonómetro.....	69
Figura 55 Colocación Motocicleta en Punto de Ensayo.....	69
Figura 56 Verificación Final Sonómetro .....	70
Figura 57 Verificación Altura Sonómetro.....	70
Figura 58 Medición Rpm con Pistola Estroboscópica.....	70
Figura 59 Objetos Dentro del Rango de los 50 Metros a la Redonda del Lugar de Ensayo.....	71

## Índice de Tablas

Tabla 1 Marcas de Motocicleta más Vendidas en Ecuador Año 2021 .....	20
Tabla 2 Venta de Motocicletas por Segmento en el Año 2021.....	23
Tabla 3 Extracto de la Clasificación Vehicular INEN 2656.....	29
Tabla 4 Límites Máximos de Nivel Sonoro (dBA) para Motocicletas en Ensayo Dinámico..	33
Tabla 5 Especificaciones Motocicletas Ensayadas .....	41
Tabla 6 Revoluciones Indicadas por Norma para cada Motocicleta.....	48
Tabla 7 Velocidad de Giro del Motor Durante Ensayo Dinámico por Motocicleta .....	53
Tabla 8 Cambio a Utilizar para Ensayo Dinámico Según Norma .....	54
Tabla 9 Resultados Obtenidos Ensayo Estático Moto#1 .....	57
Tabla 10 Resultados Obtenidos Ensayo Estático Moto#2 .....	60
Tabla 11 Resultados Obtenidos Ensayo Estático Moto#3 .....	63
Tabla 12 Resultados Obtenidos Ensayo Estático Moto#4 .....	66
Tabla 13 Resultados Obtenidos Ensayo Estático Moto#5 .....	68
Tabla 14 Resultados Obtenidos Ensayo Dinámico Moto#1 .....	72
Tabla 15 Resultados Obtenidos Ensayo Dinámico Moto#2 .....	73
Tabla 16 Resultados Obtenidos Ensayo Dinámico Moto#3 .....	74
Tabla 17 Resultados Obtenidos Ensayo Dinámico Moto#4 .....	75
Tabla 18 Resultados Obtenidos Ensayo Dinámico Moto#5 .....	76
Tabla 19 Resultados Obtenidos Prueba Estática.....	77
Tabla 20 Resultados Obtenidos Prueba Dinámica.....	78

## Capítulo I

### Antecedentes

#### 1.1 Tema de Investigación

Análisis del Nivel Sonoro Admisible para motocicletas establecidos en el Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 136 (1R) “Motocicletas”, mediante ensayos dinámicos y estáticos siguiendo el procedimiento de la Directiva Europea 78/1015/CEE.

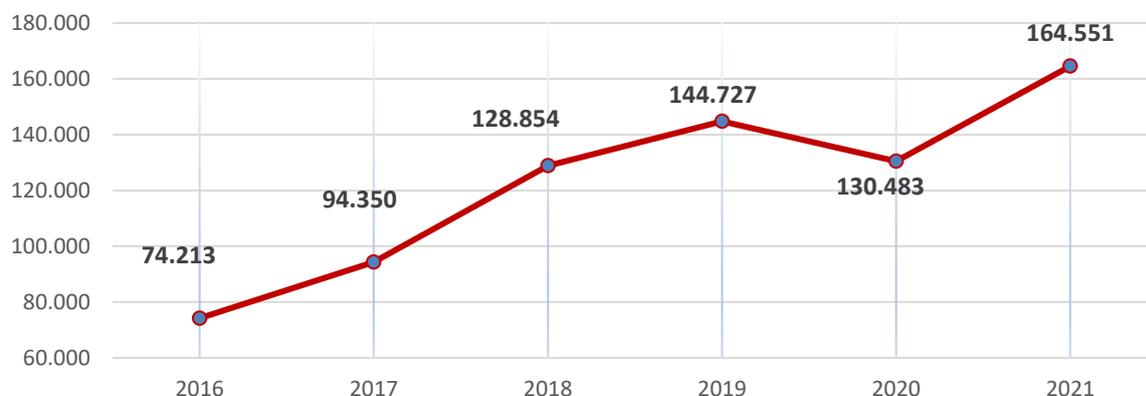
#### 1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema

##### 1.2.1 Planteamiento del Problema

**1.2.1.1 El Mercado de Motocicletas y la Pandemia.** Al estudiar las ventas anuales de motocicletas en nuestro país durante los últimos seis años (2016 – 2021) podemos observar que del año 2016 al año 2019 las ventas de motocicletas presentaban un constante crecimiento, con un total de unidades vendidas en el año 2016 de 74.213 y en el 2019 de 144.727. Sin embargo, durante el año 2020 encontramos que las ventas de motocicletas decrecen a 130.483 unidades, para luego durante el 2021 crecer nuevamente y alcanzar el record de 164.551 unidades vendidas hasta noviembre del 2021. A continuación, mostraremos este comportamiento de manera gráfica.

#### Figura 1

*Ventas Anuales de Motocicletas 2016 - 2021*

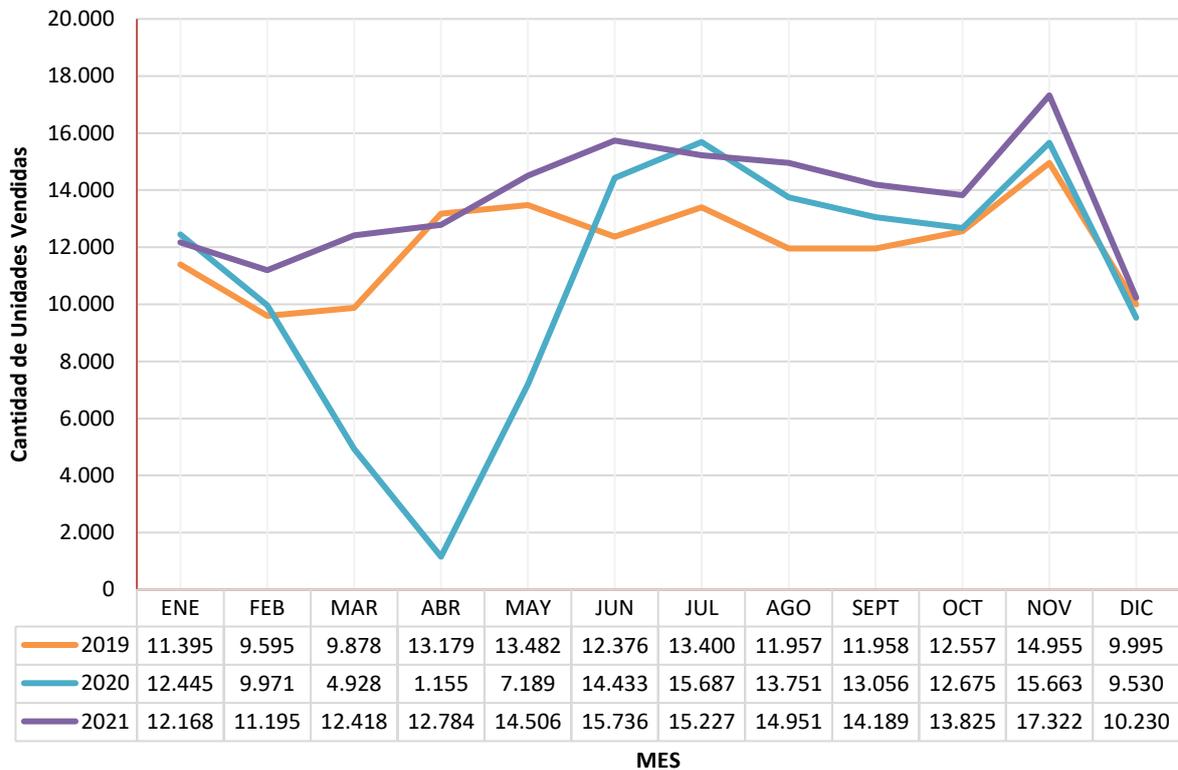


Fuente: AEADE. (2021) *Comportamiento del mercado en el 2021* [Tabla].

Para entender este comportamiento nos enfocaremos en los últimos tres años (2019-2021) estudiando la cantidad de motocicletas vendidas ahora de manera mensual (figura 2):

**Figura 2**

*Ventas Mensuales de Motocicletas 2019 - 2021*



Fuente: AEADE. (2021) *Comportamiento del mercado en el 2021* [Tabla].

En la figura anterior es claramente visible que la caída en ventas de motocicletas durante el año 2020 se concentra en los meses de marzo y abril. Tan es así que la cantidad de motocicletas vendidas en el mes de febrero para los años 2019 y 2020 es muy similar, 9.595 contra 9.971.

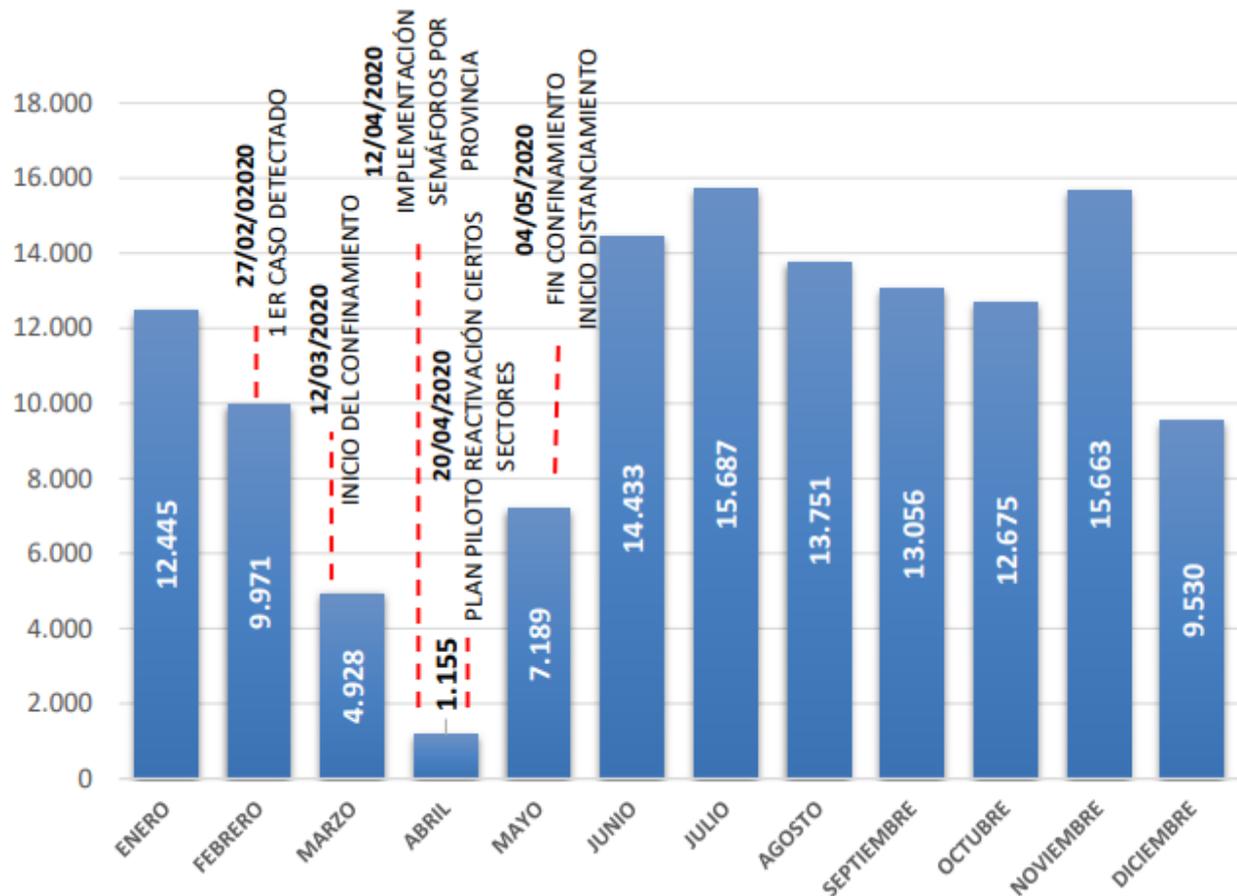
Esta reducción en las ventas de motocicletas de manera tan drástica y fuera de la tendencia que se venía mostrando obedece a que durante el año 2020 el Ecuador y el mundo entero enfrentó la mayor crisis sanitaria de los últimos tiempos. En nuestro país el virus del covid 19 fue detectado el 27 de febrero de 2020. Días más tarde, el 12 de marzo, las autoridades anunciaron una serie de medidas entre las que estuvieron declarar al país en

emergencia sanitaria, el cierre de fronteras, cuarentena obligatoria para todo el país (salvo personal médico, productos de primera necesidad, entre otros), la implementación de toque de queda y restricción vehicular con horario diferenciado por provincias según su afectación.

En el siguiente gráfico (figura 3) contrastaremos las ventas mensuales de motocicletas durante el 2020 y las medidas tomadas por nuestras autoridades debido a el desarrollo de la pandemia del covid 19.

**Figura 3**

*Cronología Venta Motocicletas/Pandemia Año 2020*



Este incremento en las ventas a finales de abril se entiende ocurrió debido a que las motocicletas se convirtieron en un medio de transporte más seguro que los autobuses, la mayoría de las empresas empezaron a utilizar las compras online y entregas a domicilio para evitar aglomeramientos, las personas que perdieron su trabajo encontraron en las motocicletas

un medio para generar ingresos para ellos y sus familias.

**1.2.1.2 El Estado Ecuatoriano Como Ente Regulador.** El estado ecuatoriano, encargado de “*garantizar el cumplimiento de los derechos ciudadanos relacionados con la seguridad, la protección de la vida y la salud humana, animal y vegetal, la preservación del medio ambiente, la protección del consumidor frente a prácticas engañosas y la corrección y sanción de estas prácticas*” según lo dice el artículo 1 de la ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, emite el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 136 (1R) “Motocicletas” el cual establece todos los requisitos que deben cumplir las mismas previo a su comercialización.

Sin importar la procedencia de las motocicletas, es decir ya sean ensambladas nacionalmente o importadas, deben someterse a los ensayos requeridos por el RTE INEN 136 (1R) “*Motocicletas*”, tales como: ensayo al sistema de frenos, neumáticos, luces, emisiones de gases y nivel sonoro admisible, para obtener el denominado “Certificado de Conformidad” que autoriza su comercialización.

Los organismos encargados de otorgar el certificado de homologación o conformidad son la Agencia Nacional de Regulación y Control del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (ANT), el Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO) y el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).

**1.2.1.3 Motocicletas Ensambladas Nacionalmente e Importadas.** Según los datos expuestos por la Asociación de Empresas Automotrices Del Ecuador (AEADE) en su publicación anual, en el año 2021 salieron al mercado aproximadamente 160,000 motocicletas, de las cuales un 70% (112,000) son ensambladas localmente, y el resto provienen de países como Japón, Colombia, India, Argentina, China, México, entre otros.

En la siguiente tabla mostraremos las 10 marcas más vendidas en el Ecuador en el año 2021 y su procedencia.

**Tabla 1***Marcas de Motocicletas más Vendidas en Ecuador Año 2021*

<b>Marca</b>	<b>Unidades Vendidas</b>	<b>Procedencia</b>
Shineray	20.775	Ensamblada en Ecuador
Daytona	14.272	Ensamblada en Ecuador
Ranger	13.211	Ensamblada en Ecuador
Bajaj	11.495	India, Colombia, México
IGM	9.843	Ensamblada en Ecuador
Suzuki	9.413	Japón, Colombia, India, Ecuador
Tundra	8.605	Ensamblada en Ecuador
Motor Uno	8.545	Ensamblada en Ecuador
Yamaha	8.436	Japón, Colombia, Argentina
Tuko	7.261	Ensamblada en Ecuador

Fuente: AEADE. (2021) *Comportamiento del mercado en el 2021* [Tabla].

En estas publicaciones anuales, la AEADE, además divide la venta de motocicletas por segmentos. Estos segmentos son categorías no muy técnicas ya que no se especifica con exactitud el cilindraje, peso o transmisión de la motocicleta. Por lo general son términos utilizados más en el ámbito comercial, hacen referencia a características como su altura, amortiguación, tipo de llantas, entre otras, por las que serán más o menos idóneas para ciertos trabajos o usos. Estos segmentos se nombran y definen a continuación:

- **Utilitaria:** también llamada de trabajo. Son motocicletas por lo general de bajo cilindraje, económicas, resistentes. Usualmente utilizadas por los repartidores. (figura 4).

**Figura 4**

*Ejemplo de Moto Utilitaria Marca Shineray*



Fuente: Shineray. (2021). *Moto Utilitaria XY 150 i Clásica*. [Figura].

- **Doble Propósito:** son motocicletas que sirven tanto para andar en el campo o en la ciudad. Combina características de la utilitaria y las de enduro (figura 5).

**Figura 5**

*Ejemplo de Moto Doble Propósito Marca Bajaj*



Fuente: Indianmotos. (2022). *Moto Doble Propósito Platina 100 ES*. [Figura].

- **Scooter:** también llamadas motonetas o pasolas. Se caracterizan por su forma y la posición del motor, que permite al conductor ir con ambas piernas juntas adelante. Esto y que suelen ser automáticas las hace más fáciles de manejar y atractivas para

ciertos compradores (figura 6).

### Figura 6

*Ejemplo de Moto Scooter Marca Daytona*



Fuente: Daytona. (2020). *Moto Scooter DY150 S1*. [Figura].

- **Enduro:** son aquellas motocicletas que son muy similares a las de motocross, pero con la diferencia que estas poseen luz delantera por lo que han podido ser homologadas para circular por la ciudad. Generalmente utilizada por los Policías (figura 7).

### Figura 7

*Ejemplo de Moto Enduro Marca Daytona*



Fuente: Daytona. (2020). *Moto Enduro DY200 Scorpion*. [Figura].

A continuación, se muestra una tabla con los segmentos más vendidos en el año 2021 y sus cantidades a nivel nacional.

**Tabla 2**

*Venta de Motocicletas por Segmento en el Año 2021*

<b>Segmento</b>	<b>Unidades Vendidas</b>
Utilitaria	86.913
Doble Propósito	49.567
Scooter	9.565
Enduro	4.844

Fuente: AEADE. (2021) *Comportamiento del mercado en el 2021* [Tabla].

Esta información muestra que la moto utilitaria es ampliamente preferida por el mercado ecuatoriano, lo que respalda lo dicho anteriormente sobre la motocicleta utilizada post pandemia como una herramienta de trabajo y sustento.

**1.2.1.4 El Ruido como Factor de Contaminación.** El crecimiento o desarrollo de una ciudad, deberíamos suponer va de la mano con el aumento de la capacidad de las autoridades competentes para manejar grandes cantidades de personas y todo lo relacionado a la contaminación que esto supone. Si bien es cierto lo primero que se viene a la mente al pensar en contaminación es en la calidad del aire, del agua, la cantidad de basura que uno ve, presencia de olores, entre otros, también debe tomarse muy en consideración la cantidad de ruido que existe dentro de la misma.

La cantidad de ruido al que una persona se ve expuesta ha sido comprobado tiene diversos efectos en la salud de una persona como por ejemplo trastornos del sueño, estrés, pérdida auditiva y alteraciones en el carácter. Los ecosistemas naturales a su vez también se

ven afectados ya que los animales, al no estar acostumbrados a estos sonidos, tienden a emigrar. Causando con esto una serie de efectos negativos y en ciertos casos, irreparables.

La cantidad de ruido es una característica medible, regulable e incluso planificable. Al decir esto nos referimos a que una ciudad en crecimiento suele sectorizarse por zonas, sean estas industriales, residenciales, hospitalarias, comerciales o protegidas. Cada una de estas zonas, por la cantidad de gente o tráfico que atraen (fuentes móviles), por los equipos que se utilicen (fuentes fijas), por los horarios en los que trabajen, tendrán diferentes niveles de producción de ruido. Con esta información las autoridades pueden realizar los llamados mapas de ruido.

Los mapas de ruido son el estudio de los niveles sonoros producido por una zona concreta, en un horario definido y la cantidad de población que se ve o verá afectada por la misma. Esto es una herramienta muy útil en el planeamiento urbanístico de una ciudad, ya que permite separar por ejemplo las zonas residenciales u hospitalarias de las industriales, las zonas protegidas de fuentes grandes de ruido como aeropuertos, beneficiando con esto a las personas y el ecosistema.

En nuestro país la autoridad competente es el Ministerio del Ambiente (MAE). Ministerio que para asegurar el cumplimiento de las normas en cuanto al ruido producido tiene entre sus funciones llevar a cabo auditorías ambientales, reportes de monitoreo y verificaciones de cumplimiento de plan de manejo ambiental.

### ***1.2.2 Formulación del Problema***

¿Cumplen las motocicletas que se comercializan en el Ecuador, ya sean nacionales o importadas, con el “Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 136 (1R) “Motocicletas” en cuanto a el nivel sonoro admisible?

### ***1.2.3 Sistematización del Problema***

- ¿De dónde provienen las motocicletas en nuestro país?

- ¿Cuántas categorías de motocicletas se comercializan en nuestro país?
- ¿Cuál es el procedimiento para realizar los ensayos de nivel sonoro admisible?
- ¿Cuáles son los equipos necesarios para realizar los ensayos de nivel sonoro admisible?

### **1.3 Objetivos de la Investigación**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Comprobar mediante los ensayos dinámicos y estáticos, expuestos en la Directiva Europea 78/105/CEE, que el ruido generado por las motocicletas de las diferentes cilindradas y marcas que circulan en nuestro país está dentro de los límites expuestos por el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 136 (1R) “Motocicletas”.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Utilizar los equipos necesarios para realizar las mediciones de nivel sonoro generado por las motocicletas.
- Obtener el nivel de ruido generado por las motocicletas seleccionadas, mediante la realización de los ensayos dinámicos y estáticos, expuestos en la Directiva Europea 78/108/CEE.
- Corroborar los resultados obtenidos con los límites expuestos en el Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN RTE 136 (1R) “Motocicletas”.

### **1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación**

#### **1.4.1 Justificación Teórica**

Esta investigación se realiza con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre los requisitos y métodos de ensayos que se les realiza a las motocicletas previo a su comercialización en nuestro país. Dar a conocer las normas y documentos en los que se sustenta el estado ecuatoriano para autorizar o negar la comercialización de ciertas motocicletas en nuestro país.

#### ***1.4.2 Justificación Metodológica***

La elaboración de este ensayo y conclusiones a las que podamos llegar se realizará comparando los resultados obtenidos de las pruebas dinámicas y estáticas con los límites expuestos por el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 136 (1R) “Motocicletas”. Dichas pruebas que se realizarán siguiendo el procedimiento de la Directiva Europea 78/1015/CEE.

#### ***1.4.3 Justificación Práctica***

Esta investigación se realiza ya que debido al rápido crecimiento que ha tenido el mercado de motocicletas en los últimos años, existe la necesidad de comprobar de manera práctica que dichas motocicletas están cumpliendo con los requisitos básicos con el propósito de proteger la seguridad de las personas y el medio ambiente.

#### ***1.4.4 Delimitación Temporal***

Este estudio se desarrollará desde el mes de noviembre del 2021 hasta el mes de julio del 2022, tiempo que consideramos apropiado para el levantamiento de la información necesaria, la obtención de las motocicletas a ensayar, así como los equipos necesarios y la realización de las pruebas tanto dinámicas como estáticas.

#### ***1.4.5 Delimitación Geográfica***

La parte teórica e interpretación de resultados se desarrollará en la ciudad de Guayaquil. Los ensayos estáticos y dinámicos se realizarán en el laboratorio del Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV) en Quito.

### **1.5 Hipótesis**

El desarrollo de los ensayos de conformidad de nivel sonoro admisible podría dar como resultado que existen ensambladoras y/o importadoras en nuestro país y entidades de control que no están cumpliendo con el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 136

(1R) “Motocicletas”, permitiendo que se comercialicen motocicletas que no cumplen con este requisito cuyo propósito es precautelar la seguridad del usuario y la del medio ambiente.

## **1.6 Variables de Hipótesis**

### ***1.6.1 Variables Independientes.***

- Motocicletas seleccionadas de entre 150 - 650 cm<sup>3</sup>.
- Equipos de medición necesarios para realizar la prueba: Sonómetro, Termo higrómetro, Flexómetro, Escuadra.
- Directiva Europea que dicta los pasos a seguir para las pruebas.

### ***1.6.2 Variables Dependientes.***

- Condiciones climáticas en los días de pruebas.
- Ubicación/terreno donde se realicen las pruebas.
- Estado de las motocicletas.

## Capítulo II

### Marco Referencial

#### 2.1 Marco Teórico

El propósito de este capítulo es familiarizar al lector sobre conceptos que se trataran en el desarrollo de este estudio y expandir el alcance, así como también los parámetros técnicos, que los dos documentos en los que se basa este estudio definen, siendo estos el Reglamento Técnico RTE INEN 136 (1R) “Motocicletas” y la Directiva Europea 78/1015/CEE.

#### 2.2 Motocicletas

Son consideradas motocicletas aquellos vehículos de dos ruedas, que poseen un motor de combustión interna con una cilindrada superior a los 50 cm<sup>3</sup> y con una velocidad de diseño superior a los 45 km/h.

La norma NTE INEN 2656, que habla sobre la clasificación vehicular para el estado ecuatoriano, ubica a las motocicletas objeto de nuestro estudio en la categoría L, subcategoría L3.

#### 2.3 Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 136 (1R) “Motocicletas”

El Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 136 (1R) “Motocicletas”, mismo que entró en vigor el 6 de marzo del 2017, es aquel documento en el que el estado ecuatoriano establece los requisitos que las motocicletas deben cumplir previo a su comercialización en nuestro país, sean las mismas de origen nacional o importadas.

Este reglamento señala al Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (MPCEIP) y a las demás instituciones que conforman el Sistema Ecuatoriano de la Calidad como las autoridades competentes encargadas de realizar las tareas de vigilancia y control del cumplimiento de los requisitos que en el mismo se detallan.

Dentro del campo de aplicación o alcance de este documento podemos encontrar que

utiliza la clasificación vehicular del documento *Clasificación Vehicular INEN 2656* y delimita su alcance a los vehículos categoría L, subcategoría L3, L4 y L5 TCR1. Como lo expresamos anteriormente, las motocicletas objeto de nuestro estudio serán únicamente las de subcategoría L3.

**Tabla 3**

*Extracto de la Clasificación Vehicular INEN 2656*

Subcategoría	Tipo	Descripción	Imagen
L3	Motocicleta	Son aquellos vehículos de dos ruedas equipados con un motor de combustión interna de cilindrada superior a los 50cm <sup>3</sup> , velocidad de diseño superior a los 45 km/h y peso técnicamente admisible declarado por el fabricante.	

Fuente: NTE INEN 2656 (2016). *Clasificación Vehicular*. [Tabla].

Los requisitos establecidos dentro de este documento como indispensables previo a la comercialización de las motocicletas en nuestro país son en su mayoría elementos de seguridad para el usuario, tomando como base el primer inciso del artículo 29 de la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad en el que se manifiesta:

*“La reglamentación técnica comprende la elaboración, adopción y aplicación de reglamentos técnicos necesarios para precautelar los objetivos relacionados con la seguridad, la salud de la vida humana, animal y vegetal, la preservación del medio ambiente y la protección del consumidor contra prácticas engañosas”.*

De aquí que los elementos de las motocicletas que son objetos de verificación de su funcionamiento y cumplimiento con el reglamento sean: sistema de frenos, neumáticos, iluminación, retrovisores, nivel de emisión de gases contaminantes y nivel sonoro admisible.

## Figura 8

### *Elementos de una Motocicleta Objetos de Verificación u Homologación*



Fuente: RTE INEN 136 (1R). (2017). *Motocicletas*. [Figura]

El Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad (PEC) con los Reglamentos Técnicos Ecuatorianos descrito en este reglamento se compone de la obtención, presentación y verificación de los siguientes documentos:

- **Presentación del Certificado de Conformidad de Primera Parte o Certificado de Declaración de Conformidad del Proveedor.** Por medio de este documento el fabricante, importador, distribuidor o comercializador se responsabiliza de que por su cuenta ha realizado las inspecciones y ensayos que le permiten verificar el cumplimiento de los requisitos de las partes de la motocicleta expuestos en el reglamento técnico RTE INEN 136 (1R). Debe ser emitido por un laboratorio acreditado reconocido por la SAE y sustentado mediante la presentación de informes de ensayos.
- **Presentación de Certificado de Conformidad de Producto o Certificado de Inspección.** Será otorgado al fabricante por un Organismo de certificación de producto o de inspección acreditado o designado en el país, o en el caso de importadores aquellos certificados que se hayan emitido de acuerdo con los

acuerdos vigentes de reconocimiento mutuo, convenio de facilitación al comercio o cualquier otro instrumento legal que el estado ecuatoriano haya suscrito con algún país.

Para cumplir el propósito de nuestro estudio nosotros ocupamos el rol de Organismo o Laboratorio de Inspección y los resultados de nuestras mediciones estáticas y dinámicas son los informes de ensayo en los que nos basamos para concluir si las motocicletas elegidas cumplen o no con el Reglamento Técnico RTE INEN 136 (1R) “Motocicletas” en cuanto al nivel sonoro admisible.

En este reglamento técnico podemos encontrar una serie de términos que fueron utilizados con frecuencia en la realización de este estudio, razón por la cual las hemos adoptado como parte de nuestro marco teórico y las detallaremos en este capítulo.

#### **2.4 Nivel de Emisión de Ruidos de Escape**

Sonido que producen los gases de combustión al salir del motor por el tubo de escape. Se mide mediante los ensayos dinámicos y estáticos en decibelios (dB).

#### **2.5 Decibel**

Unidad de medida adimensional que se utiliza para expresar la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. Se utiliza para describir los niveles de presión, potencia o intensidad sonora. Su simbología es "dB". Los sonómetros de precisión permiten realizar la medición de estos decibeles según dos tipos de ponderaciones o “frecuencias” que son:

- **Ponderación A o dB (A):** Tipo de medición en el que el sonómetro ajusta los niveles de presión sonora para que sus lecturas reflejen la sensibilidad del oído humano. Cubriendo un rango de frecuencia de 20 Hz a 20 kHz, ya que a frecuencias más altas o bajas el oído humano pierde sensibilidad.
- **Ponderación C o dB (C):** Tipo de medición en el que el sonómetro mide más

los efectos de los ruidos a baja frecuencia, también llamados ruidos impulsivos (que son repentinos y de corta duración). Utilizada para realizar mediciones de presión acústica máxima, entrega la presión sonora máxima para el ruido impulsivo a la que el oído humano está expuesto.

## **2.6 Receptor**

Persona o grupo de personas afectadas por el ruido.

## **2.7 Certificado de Conformidad**

Documento emitido por el estado ecuatoriano siguiendo un sistema de certificación que establece que un producto, proceso o servicio debidamente identificado está conforme con un reglamento técnico, norma técnica u otro documento normativo específico previo a su comercialización. Este certificado debe ser solicitado por los ensambladores o importadores de motocicletas previo a su comercialización y posterior a haber sometido sus productos a los ensayos requeridos.

## **2.8 Ensayo de Ruido Estacionario**

Ensayo o tipo de prueba utilizada para medir la emisión de ruido de un vehículo, que se realiza con el vehículo y tren motriz detenidos, pero con el motor en funcionamiento.

## **2.9 Ensayo de Ruido Dinámico**

Ensayo o tipo de prueba utilizada para medir la emisión de ruido de un vehículo, que se realiza recorriendo una distancia específica en un campo de prueba, velocidad, marcha y revoluciones del motor determinadas.

## **2.10 Organismo Acreditado**

Organismo que ha demostrado poseer la competencia técnica ante una entidad de acreditación para llevar a cabo las actividades de evaluación de la conformidad, a través del cumplimiento de normas internacionales, nacionales y cualquier otra exigencia de la entidad de acreditación.

### 2.11 Organismo Designado

Organismo o laboratorio que ha sido autorizado por el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (MPCEIP) conforme con lo establecido por la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, para que lleve a cabo actividades específicas de evaluación de la conformidad.

### 2.12 Ruido Ambiental

Es el ruido presente en el ambiente exterior y de intensidad mensurable o cuantificable. Compuesto de fuentes fijas y móviles.

### 2.13 Nivel Sonoro Admisible

Son aquellos límites máximos de emisión de ruidos de escape, medidos en decibelios, permitidos para una motocicleta de acuerdo con su categoría de cilindrada y medidos mediante un ensayo dinámico.

**Tabla 4**

*Límites Máximos de Nivel Sonoro (dBA) para Motocicletas en Ensayo Dinámico*

<b>Categoría de Cilindrada en Centímetros Cúbicos (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Valores Límites del Nivel Sonoro en Decibeles (dBA)</b>
≤ 80	78
≤ 125	80
≤ 350	83
≤ 500	85
> 500	86

Fuente: RTE INEN 136 (1R). (2017). *Motocicletas*. [Tabla]

### 2.14 Directiva Europea 78/1015/CEE

Este es documento, hecho en Bruselas en el año 1978, que utilizaron los países miembros del parlamento europeo para definir los procedimientos y tipos de ensayos que se debía realizar a las motocicletas previo a su comercialización. Los niveles máximos de nivel sonoro admisible para las motocicletas expuestos en el reglamento técnico RTE INEN 136

(1R) “Motocicletas” fueron adoptados de aquellos expuestos por esta Directiva, que desde ese entonces consideraba necesario limitar las emisiones sonoras de las motocicletas por ser consideradas un grave contaminante ambiental.

### **2.15 Laboratorio Certificado**

También llamado Organismo Reconocido, se encarga de la evaluación de la conformidad mediante pruebas de ensayo o calibración, inspección o certificación.

## Capítulo III

### Equipos, Motocicletas y Procedimientos

#### 3.1 Equipos

Realizar un ensayo de ruido a una motocicleta es una prueba relativamente fácil, pero qué para que tenga validez como ensayo de homologación para el Reglamento Técnico Ecuatoriano debe hacerse utilizando los equipos descritos en la normativa europea. Esto con el fin de poder verificar que las distancias que se deben recorrer, la ubicación del sonómetro en el campo de pruebas, el ángulo con respecto a la boca del dispositivo de escape, las revoluciones a las que se debe llevar el motor de la motocicleta al momento de tomar la medida del ruido, entre otras, sean las indicadas. Todos los equipos deberán ser calibrados en un laboratorio acreditado y poseer su respectivo certificado de calibración.

Los equipos utilizados para los ensayos fueron calibrados en ELICROM, empresa ubicada en la ciudad de Guayaquil que entre sus funciones cumple la de laboratorio acreditado. Los equipos utilizados los clasificamos en primarios y secundarios según su importancia en la realización de los ensayos.

Los equipos primarios son aquellos que para la realización de la prueba debieron ser calibrados debido a que los valores que entreguen afectarán de manera directa a los resultados y por tanto a la conclusión de nuestro estudio. Estos fueron:

- **Calibrador de Ruido:** marca 3M Quest, modelo QC/10 - QC/20. Este dispositivo emite una señal acústica estable a una frecuencia controlada de 114 dB (figura 9). Esta señal emitida puede se lee con el sonómetro y se comprueba su calibración.

**Figura 9**

*Calibrador de Ruido*



- **Sonómetro de Precisión:** marca 3M QuestTechlogies, modelo 2100, con un rango de medición de 0 a 140 decibeles (figura 10).

**Figura 10**

*Sonómetro de Precisión*



- **Flexómetro:** marca Pretul, longitud máxima 10 metros, unidad de medida centímetros o metros (figura 11).

**Figura 11**

*Flexómetro 10 Metros*

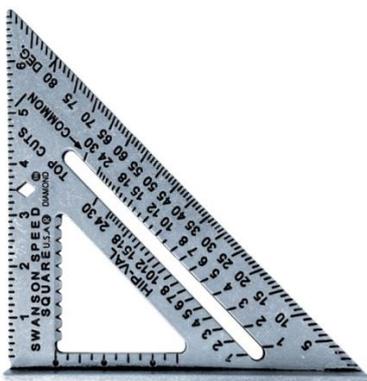


Fuente: H&B. (2022). *Flexómetro de 10 metros*. [Figura]

- **Escuadra Metálica:** marca Swanson, herramienta metálica que tiene la forma de triángulo isósceles, con un ángulo recto y dos de 45 grados (figura 12).

**Figura 12**

*Escuadra Metálica*



Fuente: Swanson Tool Co. (2022). *Escuadra Metálica*. [Figura]

- **Termo Higrómetro:** marca Elicrom, modelo SH-110. Equipo utilizado para registrar la humedad relativa (%) y la temperatura del ambiente el día y hora en que se realizan los ensayos (figura 13).

**Figura 13***Termo Higrómetro*

Fuente: Elicrom. (2022). *Termo Higrómetro*. [Figura]

- **Cinta Métrica:** marca Pretul, longitud máxima 20 metros, cinta metálica con unidad de medida milímetros, centímetros y metros (figura 14). Herramienta utilizada para la delimitación del lugar de los ensayos.

**Figura 14***Cinta Métrica Metálica Marca Pretul*

Los equipos secundarios son aquellos que no requirieron ser calibrados para la realización de nuestros ensayos ya que su uso fue más como un apoyo y no entregaban valores que puedan afectar a nuestros resultados y conclusiones. Estos fueron:

- **Pistola Estroboscópica:** equipo utilizado para medir la velocidad de giro del motor (rpm) en aquellas motocicletas en las que estas no se muestran en el tablero (figura 15).

**Figura 15**

*Pistola Estroboscópica*



- **Plomada Metálica:** herramienta utilizada para marcar la posición exacta de la boca del tubo de escape en el suelo (figura 16).

**Figura 16**

*Plomada Metálica*



Fuente: Reviewbox. (2021). *Plomada Metálica*. [Figura]

- **Nivel Láser:** marca Bosch, equipo utilizado para trazar un plano vertical en el centro de la boca de salida de los gases de escape. Esta herramienta es esencial para la correcta colocación del sonómetro. (figura 17).

**Figura 17**

*Nivel Láser Marca Bosch*



Fuente: Robert Bosch. (2022). *Nivel Láser*. [Figura]

- **Trípode:** herramienta utilizada para dejar en una posición fija el sonómetro durante las pruebas (figura 18).

**Figura 18**

*Trípode Metálico para Soporte Sonómetro*



Fuente: La Victoria. (2022). *Trípode Metálico para Soporte Sonómetro*. [Figura]

Los equipos que se presupuestaron en el anteproyecto de esta tesis fueron adquiridos y al culminar los ensayos realizados en Quito fueron donados al CCICEV con el objetivo de que, así como a nosotros, puedan seguir ayudando a alumnos de este y otros centros educativos a realizar proyectos que busquen mejorar nuestra sociedad, aportar conocimiento,

busquen hacer cumplir nuestras normas y promuevan la revisión de aquellas que lo ameriten.

### 3.2 Motocicletas

Se ensayó una muestra de 5 motocicletas, mismas que se encuentran en el rango de cilindradas unitarias de los 150 a los 650 centímetros cúbicos. La muestra posee motocicletas de diferente procedencia, tamaño del motor, materiales, métodos abastecimiento de combustible, cantidad de bocas de escape, ubicación del dispositivo de escape, etc.

**Tabla 5**

*Especificaciones Motocicletas Ensayadas*

<b>Especificaciones de las Motocicletas Ensayadas</b>					
	<b>Moto # 1</b>	<b>Moto # 2</b>	<b>Moto # 3</b>	<b>Moto # 4</b>	<b>Moto # 5</b>
<b>Procedencia</b>	China	India	Colombia	China	Ecuador
<b>Año Fabricación</b>	2018	2019	2019	2018	2019
<b>Segmento</b>	Utilitaria	Utilitaria	Doble Propósito	Doble Propósito	Enduro
<b>Kilometraje</b>	10.588	6.595	25.954	8.045	19.123
<b>Cilindrada (cm<sup>3</sup>)</b>	248	155	645	250	200
<b>Máximas rpm motor</b>	8.500	8.000	8.000	8.000	8.000
<b>Transmisión</b>	Mecánica	Mecánica	Mecánica	Mecánica	Mecánica
<b>Marchas</b>	5	5	6	5	5
<b>Ubicación tubo escape</b>	Derecho	Derecho	Derecho	Derecho	Derecho

En la tabla anterior (tabla 5) se encuentran las características de las motocicletas. Las marcas, modelos y números de chasis han sido censurados en el desarrollo y presentación de

resultados de esta tesis, sin embargo, la información completa puede ser encontrada en los registros de los ensayos entregados al CCICEV.

### 3.3 Procedimientos

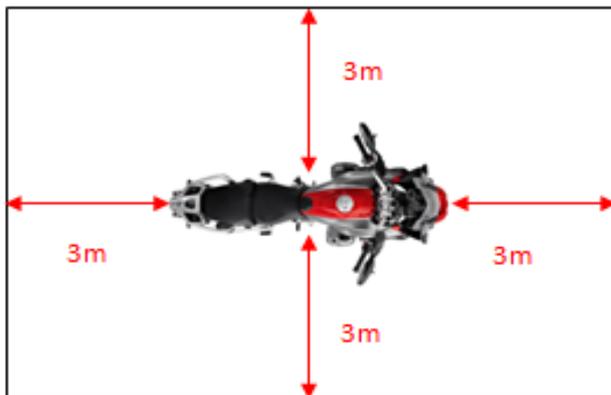
#### 3.3.1 Procedimiento para Llevar a Cabo los Ensayos Estáticos.

Los ensayos estáticos consisten en acelerar la motocicleta, en neutro o con la ayuda de un banco que levante la llanta posterior, hasta alcanzar un número dado de revoluciones del motor y tomar la medida del sonido que produce con la ayuda de un sonómetro de precisión. Esto debe hacerse cumpliendo los siguientes requisitos específicos marcados por la normativa:

- El campo de prueba debe ser un lugar cerrado, que forme un rectángulo dejando como mínimo un espacio de 3 metros con los extremos de la motocicleta (figura 19). El suelo debe ser de un material duro como el hormigón o asfalto.

**Figura 19**

*Esquema del Área en Ensayo Estático*



- Con la motocicleta en posición perpendicular utilizamos la plomada para marcar en el suelo la posición exacta de la boca del tubo de escape con un punto (figura 20).

**Figura 20**

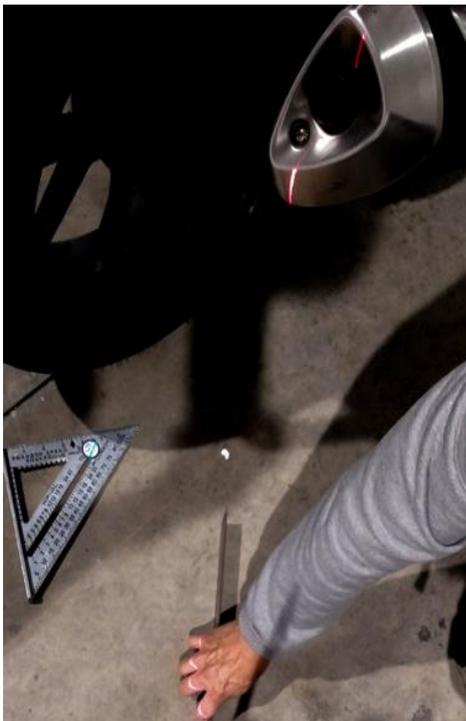
*Utilización de Plomada para Marcar Punto en el Suelo*



- Este punto servirá para, con la ayuda del nivel láser, marcar el plano vertical en el que se inscribe la boca de salida de los gases de escape (figura 21).

**Figura 21**

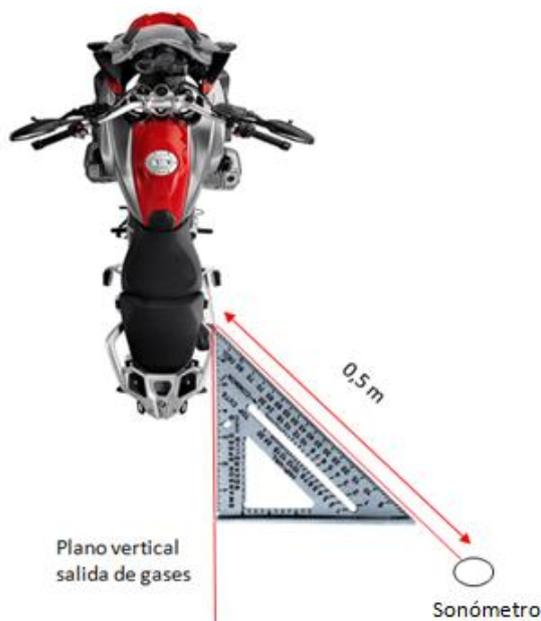
*Utilización de Nivel Láser para Trazar un Plano Vertical*



- Por norma la orientación del sonómetro se encuentra formando un ángulo de  $45^{\circ} \pm 10^{\circ}$  grados en relación con el plano vertical en el que se inscribe la boca de la salida de los gases de escape. Para esto se utiliza la escuadra metálica. Se coloca uno de sus dos lados iguales contra la línea marcada por el nivel láser, apuntado con el ángulo agudo al punto marcado en el suelo (figura 22). La línea de orientación del sonómetro será la que marca el lado más largo de la escuadra.

**Figura 22**

*Ubicación Sonómetro Formando 45 Grados*



- Una vez marcada la línea de orientación la norma indica que el sonómetro estará situado a una distancia de 50 centímetros del punto marcado en suelo o lo que es lo mismo decir a 50 centímetros del plano vertical formado por la boca de salida de los gases de escape (figura 23). Se miden los 50 centímetros y se marca otro punto en el suelo. Este nuevo punto será la posición de la boca del sonómetro, mismo que servirá para ensayar todas las motocicletas.

**Figura 23**

*Verificación Posición del Sonómetro*



- Se procede a colocar el sonómetro, recordando que la altura mínima indicada es 20 centímetros desde el suelo. Para verificar esto se puede ayudar de con la escuadra metálica y el flexómetro (figura 24).

**Figura 24**

*Altura del Sonómetro con Respecto al Suelo*



- Si la motocicleta no indicara las revoluciones del motor en su tablero, será necesario utilizar la pistola estroboscópica para poder llevar la motocicleta al régimen de giro requerido (figura 25).

### Figura 25

#### *Medición con Pistola Estroboscópica*



- Es importante destacar que hay cierta información que debe ser registrada antes de encender la motocicleta y permitirle llegar a su temperatura de funcionamiento como por ejemplo el ruido ambiente. Tener presente esto para evitar repetir pasos.
- Con la motocicleta y el sonómetro en posición se procede a llenar el acta de prueba (figura 26). En este documento se registrarán toda la información que se recopile como, por ejemplo: fecha, hora, condiciones ambientales (temperatura ambiente, humedad relativa, presión atmosférica), características de la motocicleta (marca, modelo, kilometraje, número de chasis), información del sonómetro, ruido ambiente antes y después de la prueba y claro está los resultados obtenidos.

Figura 26

## Formato de Acta de Prueba Estática

<b>CCICEV</b>		Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares			
<b>REGISTRO DE DATOS DE PRUEBA ESTÁTICA DE PRESIÓN SONORA DE ESCAPE</b>					
CODIGO: CCICEV-04-00-03-NSEE		N°			
		FECHA:			
TÉCNICOS RESPONSABLES					
<b>OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN</b>		<b>TIPO DE EVALUACIÓN</b>			
Evaluación Inicial <input type="checkbox"/>		Evaluación Regular <input type="checkbox"/>	Prechequeo RTV* <input type="checkbox"/>		
Reevaluación <input type="checkbox"/>		Evaluación RTV*4,ta rev <input type="checkbox"/>	Evaluación Tesis <input type="checkbox"/>		
No. Visita <input type="text"/>		Otros <input type="checkbox"/>			
<small>*RTV: Revisión Técnica Vehicular ** Los resultados expresados en el presente documento no pueden ser utilizados para aprobar ningún proceso de RTV</small>					
<b>DATOS GENERALES DEL VEHÍCULO</b>					
Marca		VIN Chasis / Placa:			
Modelo:		Versión			
Fabricante		Kilometraje:			
<b>MOTOR (Datos del fabricante)**</b>					
Fabricante motor		Modelo/Tipo			
Posición de motor		No. Motor			
No. de cilindros y disposición		Cilindrada [cm3]	248 CM3		
Maxima Potencia (kw/rpm)		Máximo Torque (Nm/rpm)			
Sistema de enfriamiento		Tipo de aspiración			
Combustible / Fuente de energía		Tipo (NTE INEN 2656)			
Subcategoría (NTE INEN 2656)		Año modelo vehículo			
Tonelaje (t)		País de origen			
<b>TRANSMISIÓN /CAMBIO DE VELOCIDADES</b>					
Tipo		Nro. De marchas			
Relación marcha directa		Neumáticos (dimensiones)			
<small>**Opcional en RTV</small>					
Hora de inicio		Hora final			
Temperatura ambiente (°C)		Humedad relativa (%)			
		Serie equipo			
		Presión Atmosférica (hPa)			
<b>RESULTADOS DEL SONÓMETRO</b>					
Nivel de ruido ambiente (dBA)		Verificación inicial pistófo de referencia 114 (dBA)	Verificación final pistófo de referencia 114 (dBA)		
<b>PRUEBAS DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA</b>					
Parámetros	RPM	Nivel de ruido 1 [dBA]	Nivel de ruido 2 [dBA]	Nivel de ruido 3 [dBA]	Promedio [dBA]
PRUEBA 1					
PRUEBA 2					
PRUEBA 3					
<b>VALOR PROMEDIO</b>					
OBSERVACIONES: _____					
_____					
_____					
Técnico No 1		Técnico No 2			
Firma Responsables: _____		Firma Responsable de Unidad: _____			
Nombres: Arnoldo Alencastro		Marco Rodríguez		Nombre : Ing. Diego Lincango	
<small>Formato de registro primario para prueba de nivel de ruido de escape / Los resultados aplican únicamente al ítem evaluado</small>					

- La normativa nos indica que las mediciones se deben realizar cuando la motocicleta se encuentre estabilizada en un número de revoluciones que viene dada por la siguiente fórmula (considere  $S$  el número de revoluciones máximas expresadas por el fabricante):

$$\frac{S}{2} \text{ si "S" es superior a 5000 rpm}$$

$$\frac{3S}{4} \text{ si "S" es menor o igual a 5000 rpm}$$

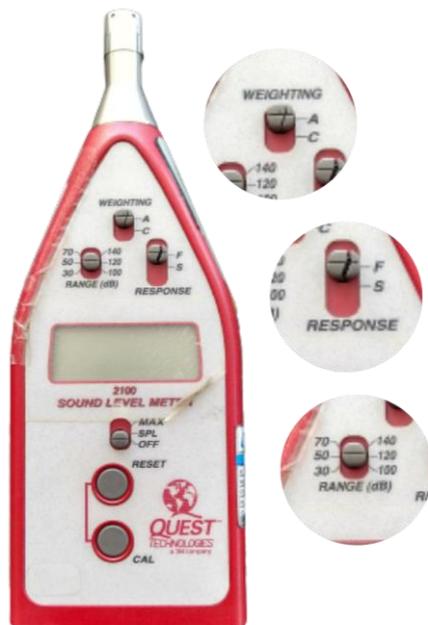
A continuación, podemos encontrar el régimen de giro en el que se tienen que ensayar las motocicletas basados en esta fórmula (tabla 6):

**Tabla 6**

*Revoluciones Indicadas por Norma para cada Motocicleta*

	<b>Máximas RPM del Motor</b>	<b>RPM para Ensayo Según Fórmula</b>
<b>Moto # 1</b>	8.500	4250
<b>Moto # 2</b>	8.000	4000
<b>Moto # 3</b>	8.000	4000
<b>Moto # 4</b>	8.000	4000
<b>Moto # 5</b>	8.000	4000

- En el sonómetro se coloca el tiempo de reacción en la posición “F” de fast o rápido, el rango de decibeles en 50 - 120 dB, ya que el valor máximo del reglamento es de 86 dB, y la curva en la posición “A” (figura 27).

**Figura 27***Configuración de Sonómetro para Ensayos*

- La precisión de este equipo debe ser verificada con el calibrador de ruido al final de cada prueba (figura 28).

**Figura 28***Verificación Calibración Sonómetro*

- Se acelera la motocicleta hasta estabilizarla en el régimen de giro previamente definido y se registra el valor obtenido. Se realizarán 3 mediciones consecutivas por cada motocicleta. Los valores obtenidos serán aceptados como válidos cuando no exista una diferencia superior a 2 dB entre ellos.
- Es importante recalcar que los resultados obtenidos de las emisiones de ruido de escape de las motocicletas durante este ensayo no serán utilizados para nuestras conclusiones, ya que la directiva europea indica los límites máximos permitidos únicamente para ensayos dinámicos. Los valores obtenidos durante este ensayo serán meramente informativos.

### ***3.3.2 Procedimiento para Llevar a Cabo los Ensayos Dinámicos***

Los ensayos dinámicos son aquellos en los que se mide el sonido que genera una motocicleta al pasar por un punto dado. Dicho esto, el primer paso para empezar el ensayo dinámico del ruido generado por una motocicleta es fijar un punto y marcarlo en el suelo. Con la ayuda de la plomada ubicaremos la punta del sonómetro justo por encima de este punto, sobre un soporte que ayudará a mantenerlo fijo durante los ensayos (figura 29).

#### **Figura 29**

*Ubicación del Sonómetro en Sitio con Plomada Metálica*



Este punto será el lugar donde se ubicará el sonómetro de precisión, a una altura de 1,20 metros del suelo razón por la que se deben tener en cuenta los siguientes requisitos:

- Alrededor de este punto, mínimo 50 metros a la redonda, no deben existir elementos de gran tamaño como vallas, letreros, edificios o montañas que pudieran afectar el campo acústico del lugar.
- Tener en cuenta que se medirá la cantidad de ruido en un lapso de tiempo, por lo que no deben existir alrededor de este punto fuentes de ruido externas a la del ensayo (motocicleta) que puedan afectar nuestra lectura. Un ejemplo de esto podría ser tráfico, equipos como taladros o amoladoras trabajando cerca, vendedores ambulantes, etc. La normativa nos dice que la diferencia del ruido ambiente entre el punto escogido para el sonómetro y el centro de la pista por donde circulará la motocicleta debe ser de máximo  $\pm 1$  dB (figura 30).

**Figura 30**

*Diferencia de Ruido Ambiente entre Punto Escogido y el Centro de la Trayectoria*



- Es importante en la prueba dinámica también tener en cuenta el ruido que la motocicleta en movimiento produce debido a la fricción con el piso. Es por esto que la normativa nos dice que el suelo debe de ser de hormigón, asfalto o

cualquier otro material duro, que se encuentre seco y limpio de hiervas o tierras sueltas.

- Durante el ensayo la motocicleta recorrerá una distancia de 20 metros, desde la línea A-A' hasta la línea B-B' y de vuelta. La motocicleta llevará una trayectoria recta, la cual será una línea de referencia que llamaremos C-C' (figura 31).

**Figura 31**

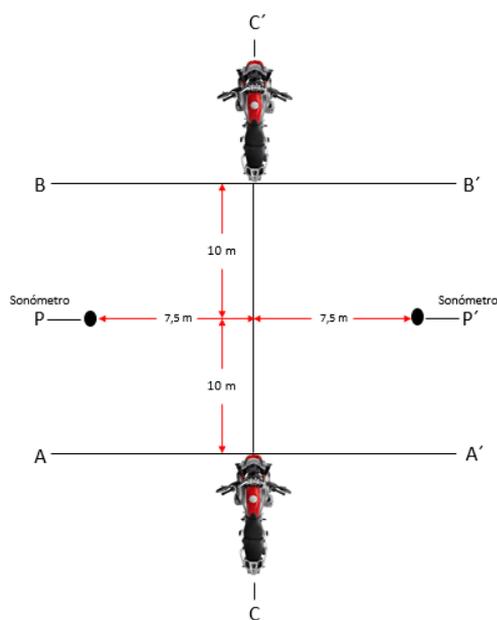
*Delimitación de Inicio, Centro y Final de la Pista en el Suelo*



- El sonómetro debe estar ubicado a mitad de la línea de referencia C-C', a una distancia de 7,5 metros. A continuación, mostraremos de manera gráfica lo descrito anteriormente (figura 32):

**Figura 32**

*Esquema del Área de Ensayo con Posición del Sonómetro*



Luego de haber delimitado el lugar y ubicado los equipos debemos trasladar nuestra atención a la motocicleta. Previo a la realización de la prueba es necesario conocer las revoluciones máximas del motor, la cilindrada y la cantidad de cambios que tiene su sistema de transferencia. Estos datos son utilizados por la normativa para indicar los siguientes parámetros que deberán ser cumplidos por el conductor:

- La motocicleta debe haber alcanzado su temperatura de funcionamiento, tener suficiente combustible y su sistema de escape debe estar en buen estado y no presentar alteraciones.
- La velocidad de aproximación a la línea de inicio de la prueba será de 50 km/h, estable y con una velocidad de giro del motor (rpm) entre el 50% - 75% de las indicadas como máximas por el fabricante (tabla 7).

**Tabla 7**

*Velocidad de Giro del Motor Durante Ensayo Dinámico por Motocicleta*

	<b>Máximas RPM del Motor</b>	<b>50 - 75 % RPM Máximos</b>
<b>Moto # 1</b>	8.500	4.250 – 6.375
<b>Moto # 2</b>	8.000	4.000 – 6.000
<b>Moto # 3</b>	8.000	4.000 – 6.000
<b>Moto # 4</b>	8.000	4.000 – 6.000
<b>Moto # 5</b>	8.000	4.000 – 6.000

- Una vez que la llanta delantera cruce la línea de inicio A-A´ el conductor deberá acelerar al máximo durante todo el recorrido hasta que la llanta posterior de la motocicleta cruce la línea B-B´. Posterior a esto el conductor debe soltar inmediatamente el acelerador y permitir a la motocicleta desacelerar sin frenadas bruscas.
- El cambio o marcha que se utilizar para el recorrido de la prueba lo indica la

normativa de la siguiente manera (tabla 8):

**Tabla 8**

*Cambio a Utilizar para Ensayo Dinámico según Norma*

<b>Tipo de Caja de Cambios</b>	<b>Cantidad de Cambios</b>	<b>Cilindrada</b>	<b>Cambio a Utilizar</b>
No automática	Máximo 4	Indistinto	Segunda
No automática	Más de 4	Menor o igual a 350 cm <sup>3</sup>	Tercera
No automática	Más de 4	Superior a 350 cm <sup>3</sup>	Segunda
Automática	Selector en posición inmediata inferior a la de máxima velocidad		

Fuente: RTE INEN 136 (1R). (2017). *Motocicletas*. [Tabla]

- En cuanto a la cantidad de ensayos que se deben realizar por motocicleta la normativa nos indica que deben ser 2 ensayos por cada lado de la motocicleta. Los resultados se deberán redondear al decibelio más próximo y sólo serán aceptados como válidos cuando no exista una diferencia entre ellos mayor de 2 dB. El valor de la medición que se debe reportar será el obtenido en las mediciones restado de 1 dB por contrarrestar posibles imprecisiones.
- Los datos obtenidos serán registrados en un acta de prueba (figura 33). Misma que además también contendrá información sobre la motocicleta (marca, modelo, número de chasis, máximas rpm, procedencia), de las condiciones ambientales (temperatura ambiente, humedad relativa), información sobre el sonómetro (verificación inicial, número de serie) y los resultados separados por lado de la motocicleta (derecha o izquierdo).
- La motocicleta ensayada cumplirá con la conformidad cuando el resultado de las cuatro mediciones sea inferior o igual a los límites expuestos por el RTE INEN 136 (1R) “Motocicletas”, para la categoría de dicha motocicleta. En todos los demás casos se considerará como incumplida.

Figura 33

## Formato de Acta de Prueba Ensayo Dinámico

		Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares									
<b>REGISTRO DE DATOS DE PRUEBA DINÁMICA DE PRESIÓN SONORA DE ESCAPE</b>											
CODIGO: CCICEV-04-00-03-NSEM		N°									
		FECHA:									
TÉCNICOS RESPONSABLES											
<b>OBJETIVO DE LA EVALUACIÓN</b>		<b>TIPO DE EVALUACIÓN</b>									
Evaluación Inicial <input type="checkbox"/>		Evaluación Regular <input type="checkbox"/>	Prechequeo RTV* <input type="checkbox"/>								
Reevaluación <input type="checkbox"/>		Evaluación RTV*4 <sub>ta</sub> rev <input type="checkbox"/>	Evaluación Tesis <input type="checkbox"/>								
No. Visita <input type="text"/>		Otros <input type="checkbox"/>									
*RTV: Revisión Técnica Vehicular ** Los resultados expresados en el presente documento no pueden ser utilizados para aprobar ningún proceso de RTV											
<b>DATOS GENERALES DEL VEHÍCULO</b>											
Marca		VIN Chasis / Placa:									
Modelo:		Versión									
Fabricante		Kilometraje:									
<b>MOTOR (Datos del fabricante)**</b>											
Fabricante motor		Modelo/Tipo									
Posición de motor		No. Motor									
No. de cilindros y disposición		Cilindrada [cm3]									
Maxima Potencia (kw/rpm)		Máximo Torque (Nm/rpm)									
Sistema de enfriamiento		Tipo de aspiración									
Combustible / Fuente de energía		Tipo (NTE INEN 2656)									
Subcategoría (NTE INEN 2656)		Año modelo vehículo									
Tonelaje (t)		País de origen									
<b>TRANSMISIÓN /CAMBIO DE VELOCIDADES</b>											
Tipo	MANUAL	Nro. De marchas	5 velocidades								
Relación marcha directa		Neumáticos (dimensiones)									
**Opcional en RTV											
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">Hora de inicio</td> <td style="width: 25%;">Hora final</td> <td style="width: 25%;">Serie equipo</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td>VELOCIDAD DE APROXIMACIÓN</td> <td></td> <td>Presión Atmosférica (hPa)</td> <td></td> </tr> </table>		Hora de inicio	Hora final	Serie equipo		VELOCIDAD DE APROXIMACIÓN		Presión Atmosférica (hPa)			
Hora de inicio	Hora final	Serie equipo									
VELOCIDAD DE APROXIMACIÓN		Presión Atmosférica (hPa)									
<b>RESULTADOS DEL SONÓMETRO. PRUEBA DINÁMICA</b>											
Verificación inicial Pistófono de referencia 114 dB		Verificación final Pistófono de referencia 114 dB		Nivel de ruido ambiente [dBA]							
Parámetros	<b>PRUEBAS DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA</b>										
	Posición de marcha	<b>RESULTADOS</b>									
		Nivel de ruido [dBA] lado izquierdo	Nivel de ruido [dBA] lado derecho	Incertidumbre U K = 2	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)					
PRUEBA 1	Tercera marcha										
PRUEBA 2											
PRUEBA 3											
PRUEBA 4											
<b>VALOR MÁXIMO RESULTADO [dBA]:</b>											
<b>OBSERVACIONES:</b> _____											
_____											
_____											
_____											
Técnico No 1			Técnico No 2								
Firma _____			Firma Responsable _____								
Nombres: Arnoldo Alencastro			Marco Rodriguez		Nombre : Ing. Diego Lincango						

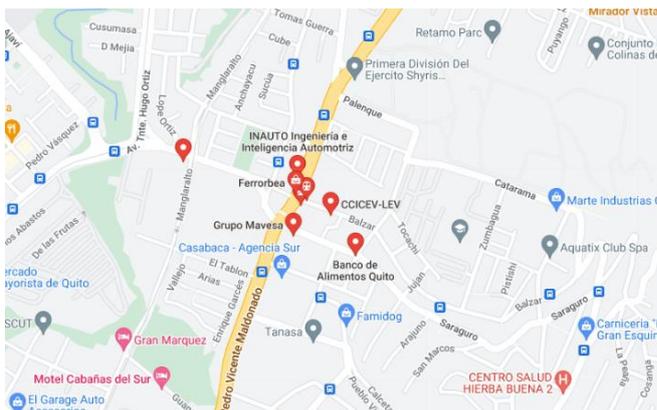
## Capítulo IV

### Ensayos y Presentación de Resultados

Todos los ensayos fueron realizados en la ciudad de Quito, en las instalaciones del Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV), ubicado en el sector de San Bartolo, al sur de la ciudad (figura 34). Este laboratorio se caracteriza por ser el primer laboratorio de emisiones vehiculares a 2800 metros de altura. Una obra conjunta entre el Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO) y la Escuela Politécnica Nacional (EPN).

**Figura 34**

*Ubicación del CCICEV al Sur de Quito (Maldonado y Balzar)*



Fuente: (Google Maps, 2022)

#### 4.1 Ensayos Estáticos

Los ensayos estáticos son utilizados para conocer el ruido que produce un motocicleta como tal, más sus resultados no son considerados para ser comparados con la norma ya que esta busca asemejar de la manera más exacta la cantidad de ruido que afectará a las personas. Esta prueba, por la cercanía del sonómetro al tubo de escape, por ser un lugar cerrado, por el tiempo que se ve expuesto el sonómetro al ruido, entre otras, suele dar un resultado mayor que la prueba dinámica.

#### 4.1.1 Moto #1

**Tabla 9**

*Resultados Obtenidos Ensayo Estático Moto#1*

<b>MOTO # 1</b>	
<b>Características Motocicleta</b>	
Procedencia	China
Año Fabricación	2018
Kilometraje	10,888 km
Máxima Potencia	8500 rpm
Número de Cambios	5
Cilindrada Unitaria	248 cm <sup>3</sup>
<b>Fecha, Hora y Condiciones Ambientales</b>	
Fecha	10/05/2022
Hora Inicio Prueba	09h30 min
Hora Final Prueba	10h10 min
Temperatura Ambiente	17,8 °C
Humedad Relativa	53%
Nivel de Ruido Ambiente (dB)	50,2 (dB)
Verificación Inicial Sonómetro (dB)	113,9 (dB)
Verificación Final Sonómetro (dB)	113,8 (dB)
Rpm para ensayo	4250 rpm
<b>Resultados Obtenidos</b>	
Nivel de Ruido 1 (dB)	80,2 (dB)
Nivel de Ruido 2 (dB)	80,8 (dB)
Nivel de Ruido 3 (dB)	80,8 (dB)
<b>Valor Máximo:</b>	<b>80,8 (dB)</b>

**Figura 35**

*Kilometraje y RpmMoto#1 en Tablero*

**Figura 36**

*Verificación Ruido Ambiente*

**Figura 37**

*Verificación Altura Sonómetro*



**Figura 38**

*Verificación Distancia Sonómetro*

**Figura 39**

*Verificación Calibración Sonómetro*



#### 4.1.2 Moto #2

**Tabla 10**

*Resultados Obtenidos Ensayo Estático Moto#2*

<b>MOTO # 2</b>	
<b>Características Motocicleta</b>	
Procedencia	India
Año Fabricación	2019
Kilometraje	6,595 km
Máxima Potencia	8000 rpm
Número de Cambios	5
Cilindrada Unitaria	155 cm <sup>3</sup>
<b>Fecha, Hora y Condiciones Ambientales</b>	
Fecha	10/05/2022
Hora Inicio Prueba	11h50 min
Hora Final Prueba	12h20 min
Temperatura Ambiente	19,9 °C
Humedad Relativa	44%
Nivel de Ruido Ambiente (dB)	50,3 (dB)
Verificación Inicial Sonómetro (dB)	113,8 (dB)
Verificación Final Sonómetro (dB)	113,8 (dB)
Rpm para ensayo	4000 rpm
<b>Resultados Obtenidos</b>	
Nivel de Ruido 1 (dB)	78,0 (dB)
Nivel de Ruido 2 (dB)	78,8 (dB)
Nivel de Ruido 3 (dB)	78,7 (dB)
<b>Valor Máximo:</b>	<b>78,8 (dB)</b>

**Figura 40**

*Kilometraje Moto#2 en Tablero*

**Figura 41**

*Verificación Ruido Ambiente*

**Figura 42**

*Verificación Altura Sonómetro*



**Figura 43**

*Verificación Distancia Sonómetro*

**Figura 44**

*Verificación Calibración Sonómetro*



### 4.1.3 Moto #3

**Tabla 11**

*Resultados Obtenidos Ensayo Estático Moto#3*

<b>MOTO # 3</b>	
<b>Características Motocicleta</b>	
Procedencia	Colombia
Año Fabricación	2019
Kilometraje	25,954 km
Máxima Potencia	8000 rpm
Número de Cambios	6
Cilindrada Unitaria	645 cm <sup>3</sup>
<b>Fecha, Hora y Condiciones Ambientales</b>	
Fecha	10/05/2022
Hora Inicio Prueba	14h50 min
Hora Final Prueba	15h27 min
Temperatura Ambiente	19,3 °C
Humedad Relativa	55 %
Nivel de Ruido Ambiente (dB)	61,4 (dB)
Verificación Inicial Sonómetro (dB)	113,8 (dB)
Verificación Final Sonómetro (dB)	113,7 (dB)
Rpm para ensayo	4000 rpm
<b>Resultados Obtenidos</b>	
Nivel de Ruido 1 (dB)	82,6 (dB)
Nivel de Ruido 2 (dB)	81,8 (dB)
Nivel de Ruido 3 (dB)	82,4 (dB)
<b>Valor Máximo:</b>	<b>82,6 (dB)</b>

**Figura 45**

*Colocación Motocicleta en Punto de Ensayo*

**Figura 46**

*Verificación Calibración Inicial Sonómetro*



**Figura 47**

*Verificación Distancia Sonómetro*



**Figura 48**

*Verificación Altura Sonómetro*



**Figura 49**

*Verificación Final Sonómetro*



#### 4.1.4 Moto #4

**Tabla 12**

*Resultados Obtenidos Ensayo Estático Moto#4*

<b>MOTO # 4</b>	
<b>Características Motocicleta</b>	
Procedencia	China
Año Fabricación	2018
Kilometraje	8,045 km
Máxima Potencia	8000 rpm
Número de Cambios	5
Cilindrada Unitaria	250 cm <sup>3</sup>
<b>Fecha, Hora y Condiciones Ambientales</b>	
Fecha	11/05/2022
Hora Inicio Prueba	16h24 min
Hora Final Prueba	16h40 min
Temperatura Ambiente	18,9 °C
Humedad Relativa	58%
Nivel de Ruido Ambiente (dB)	64 (dB)
Verificación Inicial Sonómetro (dB)	114,1 (dB)
Verificación Final Sonómetro (dB)	114,0 (dB)
Rpm para ensayo	4000 rpm
<b>Resultados Obtenidos</b>	
Nivel de Ruido 1 (dB)	81,6 (dB)
Nivel de Ruido 2 (dB)	81,4 (dB)
Nivel de Ruido 3 (dB)	82,0 (dB)
<b>Valor Máximo:</b>	<b>82,0 (dB)</b>

**Figura 50**

*Kilometraje Moto#4 en Tablero*

**Figura 51**

*Colocación Motocicleta en Punto de Ensayo*

**Figura 52**

*Verificación Altura Sonómetro*



#### 4.1.5 Moto #5

**Tabla 13**

*Resultados Obtenidos Ensayo Estático Moto#5*

<b>MOTO # 5</b>	
<b>Características Motocicleta</b>	
Procedencia	Ecuador
Año Fabricación	2018
Kilometraje	19,123 km
Máxima Potencia	8500 rpm
Número de Cambios	5
Cilindrada Unitaria	200 cm <sup>3</sup>
<b>Fecha, Hora y Condiciones Ambientales</b>	
Fecha	11/05/2022
Hora Inicio Prueba	15h17 min
Hora Final Prueba	15h36 min
Temperatura Ambiente	18,5 °C
Humedad Relativa	53%
Nivel de Ruido Ambiente (dB)	63 (dB)
Verificación Inicial Sonómetro (dB)	113,8 (dB)
Verificación Final Sonómetro (dB)	113,7 (dB)
Rpm para ensayo	4250 rpm
<b>Resultados Obtenidos</b>	
Nivel de Ruido 1 (dB)	86,2 (dB)
Nivel de Ruido 2 (dB)	85,7 (dB)
Nivel de Ruido 3 (dB)	85,8 (dB)
<b>Valor Máximo:</b>	<b>86,2 (dB)</b>

**Figura 53**

*Kilometraje Moto#5 en Tablero*

**Figura 54**

*Verificación Distancia Sonómetro*

**Figura 55**

*Colocación Motocicleta en Punto de Ensayo*



**Figura 56**

*Verificación Final Sonómetro*

**Figura 57**

*Verificación Altura Sonómetro*

**Figura 58**

*Medición Rpm con Pistola Estroboscópica*



## 4.2 Ensayos Dinámicos

Los ensayos dinámicos son aquellos cuyo resultado es usado por el reglamento RTE INEN 136 (1R) “Motocicletas” ya que están diseñados para medir de la manera más apegada a la realidad la cantidad de ruido al que las personas se ven afectadas cuando los vehículos circulan en su proximidad.

La Directiva 78/1015 CE del Parlamento Europeo especifica una serie de parámetros para realizar este ensayo, mismos que fueron cumplidos tal como se indica, con la excepción, por temas de logística y mal clima, de aquel que expresa:

*"no deben existir objetos de gran tamaño que reflejen el sonido tales como vallas, puentes o edificios a una distancia de 50 metros alrededor del centro de trayectoria de aceleración".*

Sin embargo, la diferencia del campo acústico entre el medio de la trayectoria de aceleración y el sonómetro no excedió de  $\pm 1$  dB como la expresa la norma, por lo que proseguimos con los ensayos de manera “experimental”.

### Figura 59

*Objetos Dentro del Rango de los 50 Metros a la Redonda del Lugar de Ensayo*



### 4.2.1 Moto #1

**Tabla 14**

*Resultados Obtenidos Ensayo Dinámico Moto#1*

<b>MOTO # 1</b>	
<b>Características Motocicleta</b>	
Procedencia	China
Año Fabricación	2018
Kilometraje	10,888 km
Máxima Potencia	8500 rpm
Número de Cambios	5
Cilindrada Unitaria	248 cm <sup>3</sup>
<b>Fecha, Hora y Condiciones Ambientales</b>	
Fecha	10/05/2022
Hora Inicio Prueba	16h45 min
Hora Final Prueba	17h12 min
Temperatura Ambiente	22,4 °C
Humedad Relativa	42%
Nivel de Ruido Ambiente (dB)	60,9 (dB)
Verificación Inicial Sonómetro (dB)	114,1 (dB)
Verificación Final Sonómetro (dB)	114,1 (dB)
<b>Condiciones para Ensayo</b>	
Velocidad de Aproximación	50 km/h
Régimen de Giro	4250 rpm
Cambio	3 era
<b>Resultados Obtenidos</b>	
Lado Derecho - Nivel de Ruido 1 (dB)	74,5 (dB)
Lado Derecho - Nivel de Ruido 2 (dB)	74,1 (dB)
Lado Izquierdo - Nivel de Ruido 1 (dB)	73.3 (dB)
Lado Izquierdo - Nivel de Ruido 2 (dB)	73,4 (dB)
<b>Valor Máximo:</b>	<b>74,5 (dB)</b>

#### 4.2.2 Moto #2

**Tabla 15**

*Resultados Obtenidos Ensayo Dinámico Moto#2*

<b>MOTO # 2</b>	
<b>Características Motocicleta</b>	
Procedencia	India
Año Fabricación	2019
Kilometraje	6,595 km
Máxima Potencia	8000 rpm
Número de Cambios	5
Cilindrada Unitaria	155 cm <sup>3</sup>
<b>Fecha, Hora y Condiciones Ambientales</b>	
Fecha	12/05/2022
Hora Inicio Prueba	10h20 min
Hora Final Prueba	10h37 min
Temperatura Ambiente	21,2 °C
Humedad Relativa	42%
Nivel de Ruido Ambiente (dB)	52,8 (dB)
Verificación Inicial Sonómetro (dB)	114,1 (dB)
Verificación Final Sonómetro (dB)	114,1 (dB)
<b>Condiciones para Ensayo</b>	
Velocidad de Aproximación	50 km/h
Régimen de Giro	4000 rpm
Cambio	3 era
<b>Resultados Obtenidos</b>	
Lado Derecho - Nivel de Ruido 1 (dB)	73,7 (dB)
Lado Derecho - Nivel de Ruido 2 (dB)	73,2 (dB)
Lado Izquierdo - Nivel de Ruido 1 (dB)	72,7 (dB)
Lado Izquierdo - Nivel de Ruido 2 (dB)	72,3 (dB)
<b>Valor Máximo:</b>	<b>73,7 (dB)</b>

### 4.2.3 Moto #3

**Tabla 16**

*Resultados Obtenidos Ensayo Dinámico Moto#3*

<b>MOTO # 3</b>	
<b>Características Motocicleta</b>	
Procedencia	Colombia
Año Fabricación	2019
Kilometraje	25,954 km
Máxima Potencia	8000 rpm
Número de Cambios	5
Cilindrada Unitaria	645 cm <sup>3</sup>
<b>Fecha, Hora y Condiciones Ambientales</b>	
Fecha	13/05/2022
Hora Inicio Prueba	09h00 min
Hora Final Prueba	09h4 min
Temperatura Ambiente	21,5 °C
Humedad Relativa	48%
Nivel de Ruido Ambiente (dB)	52,8 (dB)
Verificación Inicial Sonómetro (dB)	113,9 (dB)
Verificación Final Sonómetro (dB)	113,8 (dB)
<b>Condiciones para Ensayo</b>	
Velocidad de Aproximación	50 km/h
Régimen de Giro	4000 rpm
Cambio	2 da
<b>Resultados Obtenidos</b>	
Lado Derecho - Nivel de Ruido 1 (dB)	80,9 (dB)
Lado Derecho - Nivel de Ruido 2 (dB)	80,4 (dB)
Lado Izquierdo - Nivel de Ruido 1 (dB)	77,2 (dB)
Lado Izquierdo - Nivel de Ruido 2 (dB)	76,9 (dB)
<b>Valor Máximo:</b>	<b>80,9 (dB)</b>

#### 4.2.4 Moto #4

**Tabla 17**

*Resultados Obtenidos Ensayo Dinámico Moto#4*

<b>MOTO # 4</b>	
<b>Características Motocicleta</b>	
Procedencia	China
Año Fabricación	2018
Kilometraje	8,045 km
Máxima Potencia	8000 rpm
Número de Cambios	5
Cilindrada Unitaria	250 cm <sup>3</sup>
<b>Fecha, Hora y Condiciones Ambientales</b>	
Fecha	12/05/2022
Hora Inicio Prueba	14h10 min
Hora Final Prueba	14h34 min
Temperatura Ambiente	20,1 °C
Humedad Relativa	55%
Nivel de Ruido Ambiente (dB)	52,8 (dB)
Verificación Inicial Sonómetro (dB)	114,1 (dB)
Verificación Final Sonómetro (dB)	114,1 (dB)
<b>Condiciones para Ensayo</b>	
Velocidad de Aproximación	50 km/h
Régimen de Giro	4000 rpm
Cambio	3 era
<b>Resultados Obtenidos</b>	
Lado Derecho - Nivel de Ruido 1 (dB)	78,5 (dB)
Lado Derecho - Nivel de Ruido 2 (dB)	78,9 (dB)
Lado Izquierdo - Nivel de Ruido 1 (dB)	72,4 (dB)
Lado Izquierdo - Nivel de Ruido 2 (dB)	72,8 (dB)
<b>Valor Máximo:</b>	<b>78,9 (dB)</b>

#### 4.2.5 Moto #5

**Tabla 18**

*Resultados Obtenidos Ensayo Dinámico Moto#5*

<b>MOTO # 5</b>	
<b>Características Motocicleta</b>	
Procedencia	Ecuador
Año Fabricación	2019
Kilometraje	19,123 km
Máxima Potencia	8500 rpm
Número de Cambios	5
Cilindrada Unitaria	200 cm <sup>3</sup>
<b>Fecha, Hora y Condiciones Ambientales</b>	
Fecha	12/05/2022
Hora Inicio Prueba	11h00 min
Hora Final Prueba	11h25 min
Temperatura Ambiente	25,3 °C
Humedad Relativa	40%
Nivel de Ruido Ambiente (dB)	52,8 (dB)
Verificación Inicial Sonómetro (dB)	114,1 (dB)
Verificación Final Sonómetro (dB)	114,1 (dB)
<b>Condiciones para Ensayo</b>	
Velocidad de Aproximación	50 km/h
Régimen de Giro	4250 rpm
Cambio	3 era
<b>Resultados Obtenidos</b>	
Lado Derecho - Nivel de Ruido 1 (dB)	77,3 (dB)
Lado Derecho - Nivel de Ruido 2 (dB)	77,5 (dB)
Lado Izquierdo - Nivel de Ruido 1 (dB)	76,9 (dB)
Lado Izquierdo - Nivel de Ruido 2 (dB)	76,2 (dB)
<b>Valor Máximo:</b>	<b>77,5 (dB)</b>

### 4.3 Presentación de Resultados

Los resultados obtenidos en los ensayos ahora serán comparados por los límites máximos de ruido expuestos por el reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 136 (1R) “Motocicletas”, en la categoría que le correspondiente, para poder concluir cuál de ellas cumple con la conformidad de este requisito.

Como podremos ver a continuación los resultados obtenidos para cada motocicleta en los ensayos estáticos suelen ser superiores que los obtenidos para la misma motocicleta en los ensayos dinámicos. Esto se debe a distintos factores entre los cuales está que la ubicación del sonómetro en los ensayos dinámicos se encuentra considerablemente más apartado de la motocicleta que en los ensayos estáticos, los ensayos dinámicos se realizan en un lugar abierto permitiendo la disipación del ruido producido y que en los ensayos dinámicos el sonómetro menor tiempo para la captación exacta del ruido debido a que la motocicleta se encuentra circulando y alejándose del mismo, mientras que en los ensayos estáticos la cantidad de ruido al que es sometido el sonómetro es constante.

**Tabla 19**

*Resultados Obtenidos Prueba Estática*

<b>Presentación de Resultados: Prueba Estática</b>				
<b>Vehículo</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Cilindrada</b>	<b>Valor Obtenido en Ensayo</b>	<b>Valor Máximo por Norma</b>
Moto # 1	China	240 cm <sup>3</sup>	81 dB	83 dB
Moto # 2	India	155 cm <sup>3</sup>	79 dB	83 dB
Moto # 3	Colombia	645 cm <sup>3</sup>	83 dB	86 dB
Moto # 4	China	250 cm <sup>3</sup>	82 dB	83 dB
Moto # 5	Ecuador	200 cm <sup>3</sup>	87 dB	83 dB

Al comparar los resultados obtenidos con aquellos expuestos en el Reglamento Técnico INEN 136 podemos observar que, en este ensayo, la motocicleta de procedencia

ecuatoriana supera al valor expuesto en la norma por 4 decibeles. En cuanto a las otras motocicletas, todas se encuentran dentro del rango permitido. Es decir, el ruido que producen es menor al permitido por la norma.

Como se indicó anteriormente los resultados de este ensayo suelen ser mayores que los obtenidos en los ensayos dinámicos, y no son considerados por el RTE INEN 136 (1R) “Motocicletas” para determinar la conformidad de una motocicleta con el reglamento, pero nos indica el ruido que produce una motocicleta ensayada en banco y por ende una idea clara de lo que sucederá en los ensayos dinámicos que presentaremos a continuación:

**Tabla 20**

*Resultados Obtenidos Prueba Dinámica*

<b>Presentación de Resultados: Prueba Dinámica</b>					
<b>Vehículo</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Cilindrada</b>	<b>Valor Obtenido en Ensayo</b>	<b>Valor Máximo por Norma</b>	<b>Conformidad</b>
Moto # 1	China	240 cm <sup>3</sup>	74 dB	83 dB	Sí cumple
Moto # 2	India	155 cm <sup>3</sup>	73 dB	83 dB	Sí cumple
Moto # 3	Colombia	645 cm <sup>3</sup>	80 dB	86 dB	Sí cumple
Moto # 4	China	250 cm <sup>3</sup>	78 dB	83 dB	Sí cumple
Moto # 5	Ecuador	200 cm <sup>3</sup>	77 dB	83 dB	Sí cumple

Nota: Los valores expuestos han sido redondeados al decibel más cercano y restados una unidad como lo indica la norma.

En el caso de los resultados obtenidos mediante la prueba Dinámica, al compararlos con los límites expuestos por la norma podemos observar que la totalidad de las motocicletas se encuentran por debajo, es decir sí cumplen.

En base a los resultados obtenidos en los ensayos estáticos, la única motocicleta que estaba en cuestión de si superaría los límites expuestos por el reglamento en estos ensayos era la de procedencia ecuatoriana, misma que en su ensayo estático superó el reglamento para su categoría de cilindrada por 4 decibeles (87 contra 83). Sin embargo, en el ensayo dinámico se

mantuvo 6 decibeles por debajo del reglamento, lo que le da la conformidad para ser comercializada y circular en nuestro país.

## Conclusiones

Como hemos podido observar a lo largo de este estudio la cantidad de ruido en una ciudad es una característica medible, regulable e incluso planificable. Las autoridades de nuestro tienen la información y herramientas para establecer niveles de ruido que no sean dañinos para la salud de sus habitantes y ecosistemas, y además la obligación de hacer cumplir las normas que se han impuesto para esto.

Cuando ocurre un fenómeno, fuera de lo habitual, como lo fue pandemia del Covid 19, es muy difícil prever comportamientos o tendencias en la población. El aumento en las ventas de motocicletas post pandemia podemos decir que fue una de estas tendencias, ya que pasamos de un registro de ventas de 1.155 unidades para abril del 2020 a 14.433 unidades para junio del 2020. Lo cual fue bueno para el mercado y las familias ecuatorianas, pero no debemos dejar de hacer cumplir nuestras normas, para que la solución de hoy no sea el problema de mañana.

Las motocicletas, como hemos podido observar, representan una fuente de contaminación de ruido móvil, que produce en promedio unos 83 decibeles, dependiendo de su cilindraje. Ahora si multiplicáramos este valor por el número de motocicletas que circulan por la ciudad a hora pico tendríamos una considerable cantidad de decibeles sumándose al ruido ambiente que afecta a la población. Debemos agregar a esto que en el año 2020 las revisiones técnicas vehiculares, requisito indispensable para el permiso de circulación, se suspendió debido a la pandemia. Es decir, aumentamos el número de motocicletas circulando en nuestro país y suspendimos la revisión del cumplimiento de los requisitos para su circulación.

Mediante nuestros ensayos estáticos pudimos demostrar que, aunque las motocicletas importadas sí cumplieron con los límites máximos expuestos en el reglamento INEN RTE 136 (1R) “Motocicletas”, hubo el caso de la moto #5 ensamblada en el Ecuador que superó

los valores máximos permitidos por 4 decibeles. Aunque los resultados obtenidos mediante este tipo de ensayo no se consideran para determinar la conformidad con el reglamento, es un factor a tomar en cuenta en los productos ensamblados nacionalmente.

Mediante la realización de este estudio y los ensayos a las motocicletas pudimos cumplir con el objetivo de determinar, en una pequeña muestra, que las motocicletas que tanto las motocicletas ensambladas en el país, como las importadas cumplen con el reglamento técnico RTE INEN 136 (1R) “Motocicletas”. Sin embargo, la diferencia que existe entre el límite expuesto en el reglamento y los valores obtenidos consideramos que es muy pequeña y que podría mejorarse.

Las ensambladoras de motocicletas en nuestro país traen la mayoría de los componentes de China. Son muy pocas las partes que se fabrican en nuestro país. Siendo que la cantidad de ruido producido por una motocicleta se controla con el dispositivo de escape, y este a su vez está siendo importado para ensamblarse en nuestro país, deberíamos pensar en traer productos de mejor calidad. Exigir a los importadores o fabricantes a que presenten la respectiva declaración de conformidad de proveedor. Documento con el cual el fabricante o importador se responsabiliza de haber realizado por su cuenta los ensayos que confirman que sus productos cumplen con el reglamento RTE INEN 136 (1R) “Motocicletas”.

El reglamento INEN RTE 136 (1R) “Motocicletas”, toma como valores límites los expuestos en la Directiva Europea 78/1015/CEE. Esta directiva fue hecha en Bruselas, en el año 1978. Con el paso de los años, y el desarrollo de la tecnología debemos de pensar que estamos en la capacidad de adquirir y producir productos que generen una cantidad de ruido menor a los expuestos en ese año. Decimos esto ya que las motocicletas que si cumplieron con la conformidad en los ensayos también se encuentran muy cerca de los límites.

Es necesario se sigan haciendo esfuerzos por reducir la cantidad de ruido que como sociedad generamos, no sólo por la afectación a las personas que este produce sino también

porque representa un factor importante en el cuidado del medio ambiente.

### **Recomendaciones**

Con los resultados obtenidos consideramos necesario llevar a cabo una mayor cantidad de ensayos. En este estudio se ensayaron cinco motocicletas y obtuvimos un valor, en los ensayos estáticos, que sobrepasaba el reglamento. Como dijimos anteriormente, aunque este resultados no es considerado para determinar la conformidad de una motocicleta, los productos que se comercializan en nuestro país (en este caso motocicletas) deberían cumplir con todos los tipos de ensayos.

Consideramos necesario realizar una mayor cantidad de pruebas, con motocicletas de mayor variedad de marcas, cilindrajes y procedencias, ya que, aunque en este estudio todas la motocicletas cumplieron con el reglamento, la realidad que vivimos en las distintas ciudades de nuestro país es otra. Diariamente se pueden escuchar motocicletas, que ya sea porque presentan algún daño o por la edad que tienen emiten una cantidad de ruido que seguramente estará por encima de los límites.

Es necesario el control en la importación, en la fabricación y en el control por las autoridades de tránsito competentes.

## Bibliografía

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2019). *Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN136(1R) Motocicletas*. <https://www.normalizacion.gob.ec/>

Directiva 2002/51 CE del Parlamento Europeo y del Consejo. (2002). *Reducción del nivel de emisiones contaminantes de los vehículos de motor de dos o tres ruedas*. <https://www.boe.es/doue/2002/252/L00020-00030.pdf>

Directiva 78/1015 CE del Parlamento Europeo y del Consejo. (1978). *Aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre el nivel sonoro admisible y el dispositivo de escape de las motocicletas*. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1a4acba5-ccac-49b8-bc9a-0405f075b2c8/language-es>

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2016). *Norma NTE INEN 2656: Clasificación Vehicular*. [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_2656-1.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2656-1.pdf)

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *Norma ISO/IEC 17067: Evaluación de la conformidad. Fundamentos de certificación de productos y directrices aplicables a los esquemas de certificación de producto*. <https://www.normalizacion.gob.ec/>

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2017). *Norma ISO/IEC 17025: Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración*. <https://www.normalizacion.gob.ec/>

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2012). *Norma ISO/IEC 17020: Evaluación de la conformidad. Requisitos para el funcionamiento de diferentes tipos de organismos que realizan la inspección*. <https://www.normalizacion.gob.ec/>

Agencia Nacional de Tránsito. (2018). *Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial: Revisión Técnica Vehicular y Homologaciones*. [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/08/LOTAIP\\_6\\_Ley-Organica-de-Transporte-Terrestre-Transito-y-Seguridad-Vial-2021.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/08/LOTAIP_6_Ley-Organica-de-Transporte-Terrestre-Transito-y-Seguridad-Vial-2021.pdf)

Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador AEADE. (2021). *Boletín sector automotriz en cifras*. <https://www.aeade.net/>

Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador AEADE. (2021). *Boletín mercador automotor regional*. <https://www.aeade.net/>

Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador AEADE. (2021). *Boletín de prensa: venta de vehículos*. <https://www.aeade.net/>

Diario El Universo. (2020). *El "delivery" ayuda a sostener la venta de las motos en el mercado ecuatoriano, El Universo*. <https://www.eluniverso.com/noticias/2020/08/29/nota/7955623/motos-ventas-ecuador-2020/>

Automagazine.ec (2020). *Ventas de la Industria Automotriz año 2020.*

<https://automagazine.ec/ventas-de-la-industria-automotriz-en-ecuador-durante-2020/>

Mercado Automotriz Ecuatoriano (2021). *Comportamiento del Mercado Automotriz del*

*Ecuador.* <https://mae-ecuador.com/report/700>

Revista Líderes (2020). *Ensambladoras de motos se asocian en Ecuador.*

<https://www.revistalideres.ec/lideres/12-ensambladoras-motos-asocian-velocidad.html>

Ministerio del Ambiente del Ecuador (2020). *Ecuador le dice NO al ruido.*

<https://www.ambiente.gob.ec/hoy-ecuador-le-dice-no-al-ruido/>

Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2015). *Texto Unificado de Legislación Secundaria del*

*Ministerio del Ambiente.* <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2014). *Módulo de información ambiental 2014.*

<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web->

[inec/Encuestas\\_Ambientales/Hogares\\_2014/Modulo\\_ECV/Resultados%20Principales%20ECV%20Ambiental.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Hogares_2014/Modulo_ECV/Resultados%20Principales%20ECV%20Ambiental.pdf)

