



ING. AUTOMOTRIZ

Trabajo de Integración Curricular

Artículo de Investigación para la obtención del título de Ingeniería en Mecánica Automotriz

AUTOR:

Esteban Mateo Navarro
Chiluisa
Ricardo Andrés Criollo Borja

TUTOR:

Msc. Gorky G. Reyes

Análisis del Aislamiento Acústico en Equipos de Protección Pasiva en Vehículos L3

NOMBRE DEL TRABAJO

ARTICULO NAVARRO CRIOLLO (1).docx

AUTOR

REYES

RECUENTO DE PALABRAS

5875 Words

RECUENTO DE CARACTERES

32237 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

18 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

907.5KB

FECHA DE ENTREGA

Nov 15, 2024 12:32 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Nov 15, 2024 12:33 PM GMT-5**● 6% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 6% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Esteban Mateo Navarro Chiluisa**, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo los 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, su reglamento y demás disposiciones legales.

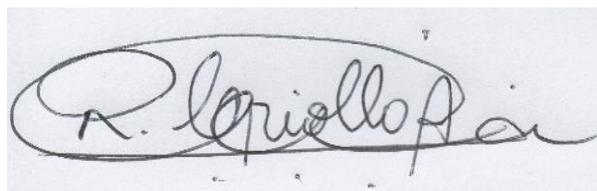
A handwritten signature in black ink, enclosed within a large, hand-drawn oval. The signature appears to read 'Esteban Mateo Navarro Chiluisa'.

Att: Esteban Mateo Navarro Chiluisa

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Ricardo Andrés Criollo Borja**, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es mi nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo los 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, su reglamento y demás disposiciones legales.

A handwritten signature in black ink on a light background. The signature is written in a cursive style and appears to read 'R. Criollo Borja'. The signature is enclosed within a large, hand-drawn oval shape.

Ricardo Andrés Criollo Borja

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Reyes Campaña Guillermo Gorky**, certifico que conozco los autores del presente trabajo, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Reyes Campaña', written over a horizontal line.

Att: Reyes Campaña Guillermo Gorky

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación es dedicado para muchas personas que me apoyaron innumerables veces durante este largo proceso, pero sobre todo para mis padres por el esfuerzo, tiempo y recursos económicos que han empleado en mi educación con la finalidad de poder seguir desarrollándome como profesional y ser humano, junto al objetivo claro de lograr un aporte significativo en mi vida y además brindar un aporte para la sociedad.

Asimismo, cabe recalcar la importancia de los valores, metas claras y sobre todo el amor a mi carrera inculcado por mis padres y hermanos ya que son un pilar fundamental en mi vida para poder llegar a esta recta final. Mi núcleo familiar del cual forman también parte mis sobrinos, mi esposa y mi hijo también son un enorme apoyo y el impulso que me permitieron lograr todo lo que me propuse en esta hermosa etapa.

Esteban.

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación es la culminación de un proceso lleno de esfuerzo, dedicación y tenacidad, dedicado a mi padre, en su memoria, dejando su legado de integridad y perseverancia, permitiéndome culminar mis estudios e integrarme a la sociedad como un profesional comprometido, que aporte a la sociedad con los valores que el me inculcó.

A mi tía Adela, por ser ese pilar lleno de paciencia infinita, por su confianza y apoyo constante, incluso en los momentos mas arduos me lleno de fuerza para seguir adelante.

A mi novia Julissa, fiel compañera y motivación en toda esta etapa, ser ese apoyo incondicional en momentos de desanimo y celebrar conmigo cada logro.

Ricardo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Internacional Del Ecuador por darme la oportunidad de formar parte de la familia UIDE, así como la facultad de Ingeniería Automotriz que, en conjunto con los ingenieros y personal, han podido dejar en mi enseñanza, conocimiento y experiencias vividas, que me sirven como una herramienta para mi desempeño profesional en la sociedad, agradezco a MSc. Gorky G. Reyes, tutor de titulación por ser la guía, punto de referencia y el apoyo que me permitio conseguir el requisito más importante para culminar mi etapa universitaria.

!!!Gracias a todos!!!

Esteban.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a la UIDE, por ser ese refugio de conocimiento, con ingenieros y docentes llenos de experiencia y conocimiento, que lograron inculcar el sentido de responsabilidad y compromiso. Agradezco a cada taller mecánico y técnicos, que me abrieron sus puertas y permitieron aplicar cada conocimiento adquirido de manera práctica. Y de manera especial al tutor de titulación MSc. Gorky G. Reyes, que orientó la realización del presente estudio, factor determinante para conseguir la titulación.

Ricardo.

Tabla de contenido

1.	<i>Resumen</i>	11
2.	<i>Abstract</i>	11
3.	<i>Introducción</i>	12
4.	<i>Marco Teórico</i>	13
4.1.	Antecedentes	13
4.2.	Seguridad Activa y Pasiva en Vehículos tipo L3	14
4.2.1.	Seguridad Activa.....	14
4.2.2.	Seguridad Pasiva.....	14
4.3.	Casco de motocicleta	15
4.4.	Ruido y contaminación Aeroacústica	16
4.5.	Aislamiento Acústico	17
5.	<i>MATERIALES Y METODOS</i>	17
5.1.	Metodología	17
5.2.	Materiales	18
5.2.1.	Lugar de Pruebas.....	18
5.2.2.	Cascos	19
5.2.3.	Vehículos.....	21
5.2.4.	Normativas.....	21
5.2.5.	Equipo de Medición.....	22
6.	<i>Resultados y Discusión</i>	22
6.1.	Análisis de datos	22
6.1.1.	Ambiente Controlado.....	22
6.1.2.	Ralentí	23
6.1.3.	Puntos Máximos en ambiente controlado	23
6.1.4.	Ambiente con Tráfico Sector Centro norte del DMQ	25
7.	<i>Conclusiones</i>	26
8.	<i>Referencias Bibliográficas</i>	27
9.	<i>ANEXOS</i>	28

Índice de Tablas

Tabla 1: Siniestros con motos reportados al 911 clasificado por cantones 2023	13
Tabla 2: Tabla Comparativa de prestaciones y materiales según muestra	19
Tabla 3: Ficha Técnica de vehículos utilizados en las pruebas de ruta en ambiente controlado.	21
Tabla 4: Límites de presión Sonora máximos según uso de suelo y vehículos automotores...	21
Tabla 5: Ficha Técnica Tasi TA652B.	22
Tabla 6: Variables de ambiente controlado	23

Índice de Figuras

Figura 1: Resistencia a la abrasión de diferentes materiales en una caída a alta velocidad	15
Figura 2: Área Critica de exposición Aeroacústica en la motocicleta	16
Figura 3: Recorrido de Prueba en Ambiente Controlado en Google Maps©	18
Figura 4: Recorrido de Prueba en Ambiente con Tráfico en Google Maps©	19
Figura 5: Muestra LS2 800 Storm	20
Figura 6: Muestra HRO 514DV	20
Figura 7: Muestra MTM M822	20
Figura 8: Tabla de ralenti de vehículo L3 de Procedencia China	23
Figura 9: Comparativa de puntos máximos de decibeles según el vehículo.....	24
Figura 10: Comparativa de puntos máximos de decibeles en ambiente con trafico	25

Análisis del Aislamiento Acústico en Equipos de Protección Pasiva en Vehículos L3

Navarro C. Esteban; Criollo B. Ricardo

esnavarroch@uide.edu.ec; ricriollobo@uide.edu.ec

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR / Escuela de Ingeniería Automotriz

1. Resumen

Los cascos se rigen a normativas para su buen uso y tienen como objetivo mejorar la comodidad, confort y brindar seguridad. El aislamiento acústico es una de las variables importantes al momento de caracterizar un casco el cual fue medido con un sonómetro específico registrando datos en condiciones de tráfico y sin tráfico comparando cascos de procedencia Colombiana, Europea y China, al realizar un análisis del porcentaje acústico que ingresa en cada casco junto a la comparativa de decibeles que ingresan en el mismo en un ambiente controlado en donde el motociclista se encontraba en ralenti y los distintos vehículos (M1, N1 y L3) pasan por el lado izquierdo del motociclista a 40 km/h; basándonos en datos de la OMS que indica afección sobre la salud si hay exposición sobre 75 decibeles por más de diez minutos. Finalmente se indica que el casco chino tiene mayor porcentaje de ingreso acústico en comparación con los de procedencia colombiana y europea por tema de materiales y aerodinámica.

Palabras Clave: acústico, sonómetro, decibeles, aerodinámica.

2. Abstract

Helmets are governed by regulations for their proper use and are intended to improve comfort and provide safety. Sound insulation is one of the important variables when characterizing a helmet, which was measured with a specific sound level meter, recording data in traffic and non-traffic conditions, comparing helmets from Colombia, Europe and China, by performing an analysis of the acoustic percentage that enters each helmet together with the comparison of decibels that enter it in a controlled environment where the motorcyclist was idling and the different vehicles (M1, N1 and L3) passed on the left side of the motorcyclist at 40 km/h; based on WHO data that indicates health problems if there is exposure to over 75 decibels for more than ten minutes. Finally, it is indicated that the Chinese helmet has a higher percentage of acoustic entry compared to those from Colombia and Europe due to the issue of materials and aerodynamics.

Keywords: acoustics, sound level meter, decibels, aerodynamics.

3. Introducción

En la actualidad, el uso de motocicleta está ligado esencialmente al empleo de accesorios de seguridad como es el casco, indispensable para evitar golpes en el cráneo. Para que un casco pueda ser ofertado en el mercado de accesorios de seguridad, se regirán a normativas que se basan en una serie de ensayos enfocados en daños por impacto, penetración, estabilidad y vista periférica. Sin embargo, no se especifica con claridad sobre la percepción acústica, la cual genera una mejor apreciación del entorno y seguridad del motociclista, de igual manera aísla el ruido traduciéndose en mayor comodidad y confort en el tiempo de uso durante un trayecto. Tomando en cuenta lo expuesto, este estudio tiene como objetivo principal analizar el porcentaje de aislamiento acústico y la percepción del sonido, tomando en cuenta la generación de ruido producida por el vehículo tipo L3, variables locales, en un entorno controlado y en condiciones de tráfico del D.M.Q.

Con el fin de cumplir con el objetivo especificado, se recopiló bibliografía relevante en el que se menciona la problemática, a su vez, se examinaron las normativas (ECE R 22.05 DOT FMVSS No. 218 NTC 4533) que regularizan el cumplimiento de parámetros y certifican la calidad del equipo de protección y garantiza su correcto desempeño. Se consideró la procedencia y disponibilidad de la gama de cascos presentes a nivel regional, a su vez se determinó el tipo de sonómetro útil para este fin, la normativa que especifica calibración y características de este. Para el registro de los datos, se consideraron variables como el sonido generado por la propia motocicleta en dos ambientes diferentes: uno en condiciones de tráfico y otro de control sin tráfico.

En el artículo, “Ruido de motos contamina y deja daños en la salud” (2021), publicado por diario El Mercurio, se hace énfasis en que los conductores de motocicletas están expuestos a ruido que supera los límites permisibles regulados por la norma expuesta por la empresa municipal de movilidad de Cuenca. Las motocicletas solas pueden generar hasta 88 decibelios (dB), lo que puede causar estragos como pérdida de sueño e insomnio, afecciones cardíacas y estomacales, según lo expone la OMS, ante una exposición prolongada de contaminación acústica. En un estudio similar publicado “*Motorcycle Helmet Noise and Active Noise Reduction*” (Brown & Gordon, 2011), publicado por la University of South Alabama, el autor realiza una encuesta a motociclistas sobre el ruido a la hora de conducir. Obtenidos los siguientes resultados, 92.1% de los encuestados son conscientes de los altos niveles de ruido asociados con el motociclismo, el 63.5% usaba tapones para los oídos, el 46.8% reportó tinnitus y el 95.2% desea un casco más silencioso. En ambos estudios se concuerda que la contaminación auditiva, producida por factores como el tráfico y la aeroacústica a altas velocidades, genera una molestia palpable y generalizada entre los usuarios de motocicleta. En estos dos estudios se concuerda, sí la continua exposición a niveles de ruido elevados como son los generados por motocicleta, pueden causar problemas significativos de la salud, se aborda a su vez medidas para mitigar el impacto del ruido, como son la recomendación del uso de tapones de oídos y el desarrollo de cascos con materiales que aíslen de mejor manera el ruido circundante.

En “Experimental evaluation on noise reduction performance of a motorcycle helmet” (Terzioglu, Ozer, & Ozturk, 2019), los autores evaluaron las capacidades de percepción del ruido en diferentes tipos de cascos de motocicleta bajo diversas cargas acústicas, después de la recopilación de datos, los autores determinaron qué casco tiene un mejor aislamiento acústico.

Cabe mencionar que este estudio se realizó en una habitación con aislamiento, considerando solo el sonido producido a diferentes RPM de la misma motocicleta, para definir la recolección y análisis de datos del estudio, se tomó en cuenta el proceso realizado por parte de este artículo mencionado.

4. Marco Teórico

4.1. Antecedentes

Hace unas décadas la seguridad no era relacionado con el uso de motocicletas, en la actualidad es una prioridad. El nacimiento de la motocicleta como se conoce se dio en 1885 con la implementación de un motor a gasolina, sin embargo, no fue hasta 1914 que se adoptó el uso obligatorio de casco para competencias. Con el tiempo, aumentó la conciencia sobre el uso de elementos de seguridad que comenzaron a ser diseñados con este fin específico, reflejándose así un desarrollo entorno al bienestar de los usuarios. Ratificando que a medida que las motocicletas evolucionaban a modelos más modernos de alta velocidad traduciéndose en riesgo de lesiones graves y muerte, cómo respuesta, evolucionaron los elementos de seguridad, que se convirtieron en necesarios y obligatorios a hora de conducir. Con el objetivo de mantener ileso al motociclista mientras circula por carretera, se añadieron elementos de seguridad divididos en activos y pasivos.

Siniestros con motos reportados al 911 clasificado por cantones 2023

Tabla 1: Siniestros con motos reportados al 911 clasificado por cantones 2023

Quito	8.599
Santo Domingo	2.024
Cuenca	1.641
Guayaquil	1.074
Machala	1.072
Otros cantones	18.277
Total	32.687

Nota: En 2023, al 9-1-1 se han reportado 32.687 accidentes de tránsito con motos

Fuente: Servicio Integrado de Seguridad ECU 911. (s/f). Gob.ec.

Manzaba, Byron en su artículo “2 personas mueren cada día en motos en Ecuador; el ABC para conducir” (2023), describe la problemática, por medio de cifras, la mayoría de los accidentes de tránsito involucran motocicletas, ocupando el 31% de la cifra total de accidentes. A través de la plataforma del 911, en el año 2023 se reportaron 32.687 accidentes viales con motocicletas, entre las causas que producen los siniestros, según expertos son: el exceso de velocidad, no uso del equipo apropiado, maniobras temerarias e imprudentes y desobediencia de las señales de tránsito. Haciendo énfasis en la segunda causa expuesta, el uso del equipo de protección destaca de forma crítica para reducir las consecuencias en caso de impacto. Por lo cual los elementos de seguridad deben combinar una estructura y funcionamiento que actúen de manera rápida ante siniestros, además de mejorar la capacidad de percepción del entorno y toma de decisiones.

4.2.Seguridad Activa y Pasiva en Vehículos tipo L3

Entrando en el ámbito de seguridad vehicular, y en específico los vehículos tipo L3, se necesita un enfoque integral para el motociclista, en conjunto la mezcla de seguridad activa y pasiva para reducir riesgos durante la conducción y posibles accidentes. En el libro *Motorcycle Dynamics* (2002), Cossalter V. hace énfasis en que la interacción entre la estabilidad del vehículo, los sistemas de control y equipos de protección son fundamentales para la reducción y mitigación de lesiones en caso de colisión, ya que su principal objetivo es la mitigación de consecuencias físicas temporales o permanentes en el usuario

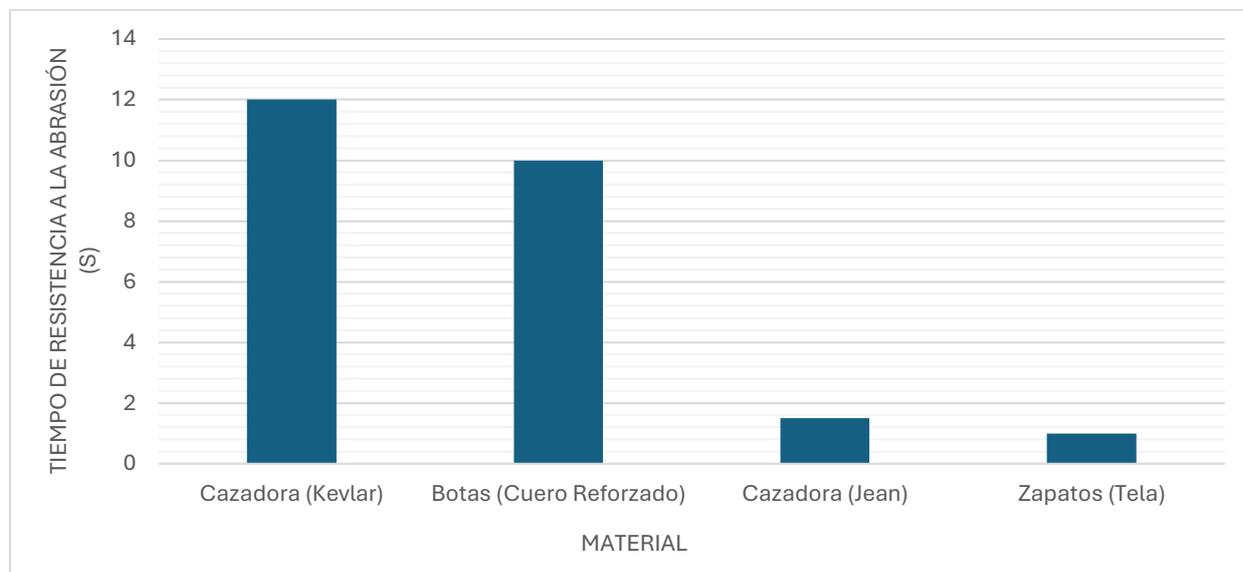
4.2.1. Seguridad Activa

En Ecuador para que un vehículo tipo L3 (Motocicletas (incluidos los ciclomotores) y velocípedos equipados con motor auxiliar de 50 cm³ a 1000cm³) pueda ser comercializado, debe cumplir una serie de requisitos y normativas especificadas en la NTE INEN 136 (2017), entre los requisitos principales se encuentra la obligatoriedad de un sistema de frenos ABS tecnología esencial para mejorar la capacidad de frenado y estabilidad en situaciones críticas. En el artículo “Estudio de efectividad del sistema ABS en motocicletas L3 de hasta 400cc a 2800msnm” (2016), se menciona la necesidad del sistema por la limitada superficie de contacto, en el estudio se pone a prueba a dos ejemplares de características similares para demostrar su desempeño, una de ellas contando con un sistema convencional de frenos y la otra asistida por ABS. El Sistema Combinado de Frenos (CBS), presente desde la EURO 4, tiene como responsabilidad distribuir la fuerza de frenado entre ruedas delanteras y posteriores. En el estudio “Influencia de los sistemas de frenado y suspensión en la evitabilidad de los accidentes de tráfico”, se basa en informes periciales de accidentes de tránsito, demostrando que sistemas auxiliares de control son decisivos para prevenir accidentes, proporcionando estabilidad y manejabilidad para maniobrar y evitar colisiones.

4.2.2. Seguridad Pasiva

Los elementos de seguridad pasiva actúan una vez producido el accidente, su papel es crucial en la protección de los usuarios, ya que salvan vidas y reducen significativamente las consecuencias ante una colisión. Entre estos elementos se debe mencionar la indumentaria reglamentaria que se debe utilizar al momento desde iniciar algún trayecto en motocicleta. Entre estos elementos están las protecciones de rodilla y la cazadora. Son extremadamente útiles para evitar la oración y raspaduras al momento de una caída sobre asfalto a altas velocidades. Los guantes Por su parte cumplen con el objetivo de proteger las manos a daños mayores ya que es un reflejo involuntario poner las manos delante ante una caída. Según el libro *The complete motorcycle manual* de Cycle World (Lindemann, 2013), se enfatiza que el usuario debe hacer uso de indumentaria específica para motociclistas, marcando una diferencia entre una lesión grave y leve, tomando como ejemplo un casco con un buen diseño y homologado puede reducir hasta un 70% de sufrir lesiones craneoencefálicas en un accidente. De igual manera la demás indumentaria con protecciones rígidas en partes del cuerpo particularmente vulnerables como hombros, codos y manos, disminuyen el riesgo de fracturas y abrasiones severas

Figura 1: Resistencia a la abrasión de diferentes materiales en una caída a alta velocidad



Nota. En el gráfico se refleja la importancia de utilizar equipo de protección adecuado para reducir la severidad de las lesiones, factores como el material calidad y diseño de los equipos son importantes para definir la efectividad en la seguridad del usuario.

Fuente: Libro del nuevo conductor: motociclistas CONASET¹(2019).

4.3.Casco de motocicleta

La OMS, en su manual de seguridad para el uso de vehículos a motor de 2 y 3 ruedas, hace énfasis en que el casco puede reducir el riesgo de muerte en un 40% y el riesgo de lesiones graves en más de un 70%, ya que estos están diseñados para absorber el impacto y reducir la fuerza transmitida (Organización Mundial de la Salud, 2017). Debido a la importancia que representa, en la gran mayoría de los países existen regulaciones que exigen su uso. El 80% de las personas que fallecen en las carreteras mientras conducen una motocicleta, independientemente de la cilindrada, lo hacen debido a un fuerte golpe en la cabeza. Esto se debe a que la cabeza es la parte más frágil del cuerpo humano y la más propensa a sufrir lesiones en caso de caída o accidente.

En el mercado existe una amplia variedad de cascos, esto por es por su desempeño a nivel seguridad. Existen varios diseños que se adaptan mejor a cada situación, tipo de moto y usuario. Entre los tipos de casco que más resaltan están los cascos tipo integral, modular, jet y off road. Para realización del estudio se seleccionó exclusivamente cascos tipo integral debido a su diseño cerrado tomándose así en cuenta una influencia en la percepción auditiva del usuario Y mayor aislante ante el ruido circundante. Recapitulando, antes de la distribución venta y adquisición de este elemento de seguridad, el mismo debe aprobar una serie de pruebas

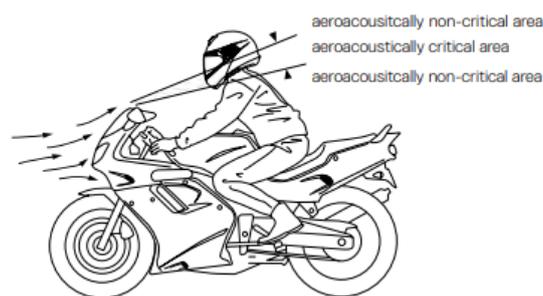
¹ CONASET: Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito Ministerio de transportes y telecomunicaciones Gobierno de Chile

rigurosas que cumplen con estándares de calidad impuestos por organizaciones internacionales como, ECE 22.05 / ECE 22.06; DOT FMVSS 218 y SNELL M2020, que garantizan su eficacia y seguridad. Los estándares mencionados constan de pruebas exhaustivas para evaluar su resistencia a impactos, capacidad de absorción de energía ante impactos, retención del sistema de sujeción y resistencia a la penetración. Cumplir con estas normativas certifica la calidad del casco para su venta, y brinda confianza a los usuarios que adquieran este elemento de seguridad.

4.4. Ruido y contaminación Aeroacústica

El ruido es definido como un sonido no deseable, que llega a ser desagradable y perturba la tranquilidad, comunicación y bienestar de los individuos. Este se mide en decibelios (dB), Tomándose en cuenta un nivel de referencia en relación con una presión sonora producida. Cuando el ruido llega a niveles elevados en un entorno se produce la contaminación auditiva o acústica, La cual en una exposición prolongada puede tener efectos adversos sobre la salud humana y calidad de esta. Sánchez Gómez S., en su artículo *Efectos de la contaminación acústica sobre la salud. Revista De Salud Ambiental, 72, p. 175*. Describe a la contaminación auditiva como omnipresente en áreas urbanas, siendo las fuentes principales del tráfico vehicular, la construcción, la industria y áreas recreativas. Entre los defectos más comunes está el estrés, pérdida de sueño, audición y problemas cardiovasculares. El aislamiento acústico afecta directamente la comodidad y seguridad del pasajero, El diseño de este y los materiales utilizados en la fabricación juega un papel fundamental en la capacidad del casco para reducir la entrada del ruido. En entornos de nivel de ruido alto como zonas de tráfico o períodos de conducción a altas velocidades el ruido generado por el viento u otros factores externos se incrementa.

Figura 2: Área Crítica de exposición Aeroacústica en la motocicleta



Fuente: Manual C4 Schubert LATAM helmets.

En la dinámica de la motocicleta, se toma en cuenta la aeroacústica, fundamental en la experiencia del usuario según la eficiencia del casco, durante la conducción a cierta velocidad se generan corrientes de aire creándose turbulencias las cuales interactúan con el casco y otras partes de la moto, generando un ruido adicional que impacta en la concentración y comodidad del conductor. Para la realización del diseño de un casco se debe incluir estudios aerodinámicos y realizado en túneles de viento que permitan reducir la presión aerodinámica en zonas críticas

donde se generen turbulencias, mejorando la capacidad del casco para aislar el ruido externo y proteger la audición del usuario.

4.5. Aislamiento Acústico

Se conoce como aislamiento acústico a la capacidad de un material para reducir la transmisión de sonido de un espacio a otro mediante la estructura que compone. Dependiendo del material esto se logra mediante la absorción, reflexión o desviación de las ondas sonoras. En equipos de protección personal el aislamiento acústico es crucial para minimizar la exposición del ruido no deseado, mejorando la comodidad y protegiendo la salud auditiva. El aislamiento acústico en cascos para vehículos tipo L3, es medido de manera porcentual, Una reducción efectiva del ruido mejora la comodidad del conductor durante viajes largos, protege la salud auditiva y minimiza el riesgo de sordera por exposición prolongada a niveles sonoros elevados que pueden causar falta de concentración y fatiga. Es por ello el nivel porcentual deslizamiento acústico es un criterio esencial de evaluar en la calidad de los cascos y su impacto en el usuario. El resultado porcentual representa la cantidad de ruido original que es efectivamente bloqueado por el casco, No sé en la diferencia entre niveles de presión Sonora dentro y fuera del mismo. Para ello existe una fórmula utilizada para el cálculo del aislamiento.

$$\text{Aislamiento Acustico (\%)} = \left(1 - \frac{NPS_{in}}{NPS_{out}}\right) * 100 \quad (\text{Ec.1})$$

Donde:

NPS_{in} : Es el nivel de presión sonora dentro del casco, en decibelios (dB).

NPS_{out} : Es el nivel de presión sonora fuera del casco, en decibelios (dB).

5. MATERIALES Y METODOS

5.1. Metodología Analítica Experimental.

Para la realización de este proyecto de investigación, la elección de las metodologías utilizadas fue primordial para garantizar la precisión de los resultados obtenidos, las metodologías aplicadas varían según la naturaleza del estudio y los objetivos propuestos, tanto el objetivo principal como los específicos, combinándose enfoques teóricos, experimentales y analíticos, de igual manera, se tomó en cuenta las variables dependientes e independientes que pueden afectar el análisis y recopilación de los resultados. Se utilizó la metodología analítica experimental.

Para lograr el objetivo principal, se propuso un enfoque experimental que incluye la comparación del porcentaje de aislamiento acústico de tres cascos de diferente procedencia, las mediciones se realizan con un sonómetro calibrado y normado, tanto en un entorno controlado como en condiciones de tráfico en el Distrito Metropolitano de Quito, se realizó búsqueda en revistas científicas, libros, manuales, bases de datos, normativas internacionales y estudios previos sobre el aislamiento acústico, ruido y equipos de protección pasiva para vehículos L3, esta revisión permitió establecer el marco teórico necesario para la introducción al estudio propuesto y posterior análisis, en el análisis bibliográfico se tomó en cuenta las normativas internacionales que regulan materiales y características esenciales sobre seguridad de los cascos, esto para determinar que la muestra utilizada en el estudio cumpla con los márgenes

estipulados las mismas, entre las demás normativas se examinó la UNE NE 61672, útil para la calibración y de los sonómetros, con el fin de asegurar que la muestra, materiales, herramientas y metodologías cumplan con estándares establecidos, para garantizar la precisión de los resultados.

La captación de datos se realizó en torno a la normativa UNE NE 61672. Para las mediciones se utilizó el sonómetro TASI TA652 calibrado bajo las normativas específicas del mismo producto, las variables para tomar en cuenta para la recopilación de datos fueron, en un entorno controlado libre de ruido externo, con diferentes vehículos que pasen cerca de la motocicleta y sonómetro, y en un entorno con ruido producido por tráfico vehicular en una zona altamente transitada del D.M.Q., se evaluaron el ruido emitido por los vehículos en el escenario del entorno controlado y tiempo de exposición al ruido producido, por medio de la fórmula propuesta² se puede calcular la diferencia porcentual en la eficiencia del aislamiento acústico de cada uno de los tres cascos que conforman la muestra del estudio, se utilizaron métricas como el promedio y la desviación estándar con el que se evaluó el rendimiento porcentual de aislamiento acústico de cada casco, en los diferentes entornos y variables, como obteniéndose así el resultado de terminar el casco que ofrece una mejor reducción de ruido en cada escenario.

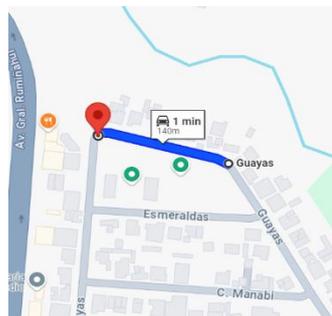
5.2. Materiales

5.2.1. Lugar de Pruebas

Ambiente Control

Se realizó las respectivas pruebas de ruta en una zona rural ya que es la ideal para la recolección de datos según el comportamiento de cascos ante las variables. La definición del ambiente controlado fue de ayuda para la correcta recolección de datos³.

Figura 3: Recorrido de Prueba en Ambiente Controlado en Google Maps©



Fuente: Google Maps

² Fórmula propuesta: Porcentaje de Aislamiento Acústico.

³ Anexo: Tabla de Datos en Ambiente Controlado con Sonómetro

Ambiente con Tráfico

Se realizó la recolección de datos en el sector centro norte del DMQ, con la finalidad de apreciar los decibeles que emite la zona de tráfico de la ciudad, se realizó el recorrido de aproximadamente cuatro kilómetros destacando la diferencia de ambientes y la comparación con los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en el ambiente controlado, así se observó la diferencia en el aislamiento aeroacústico de cada casco para así emitir el porcentaje de eficiencia de cada uno.

Figura 4: Recorrido de Prueba en Ambiente con Tráfico en Google Maps©



Fuente: Google Maps

5.2.2. Cascos

La muestra del presente estudio se compone de 3 cascos de motocicleta, la procedencia de cada uno de estos varía, sin embargo, el lugar de ensamble y fabricación es China, pero los diseños y estándares de calidad de cada casco provienen de sus respectivos lugares de origen, siendo Europa, Colombia y China.

Tabla 2: Tabla Comparativa de prestaciones y materiales según muestra

	LS2 800 Storm	HRO 514DV	MTM M822
Coraza	KPA	ABS	ABS
Interior	EPS	EPS	EPP
Visor	Policarbonato	Policarbonato	Policarbonato
Sistema de Retención	Hebilla micrométrica	Hebilla micrométrica	Hebilla de trinquete
Peso	1,530 gr ± 50	1550 gr ± 50	1,500 gr ± 50
Norma	ECE R 22.05	DOT FMVSS No. 218 NTC 4533	DOT FMVSS 49

Fuente: Autores.

Los 3 cascos de muestra cumplen con las normativas ECE 22.06, en el caso del LS2 800 Storm, mientras que el casco HRO 514DV y el MTM M822, cumplen con la normativa América DOT FMVSS 218 y 4533. En cuanto a los materiales utilizados, se puede encontrar cierta variación como está expuesto en la Tabla 2.

Figura 5: Muestra LS2 800 Storm



Fuente: LS2 Colombia

Figura 6: Muestra HRO 514DV



Fuente: HRO®

Figura 7: Muestra MTM M822



Fuente: MTM®

5.2.3. Vehículos

Para el ambiente controlado, se utilizaron cuatro vehículos, en la realización de las pruebas cada vehículo pasó al lado izquierdo a una velocidad de 40 km/h, cumpliendo con las leyes de tránsito establecidas con el vehículo L3 en ralentí y el sonómetro en la captación de datos se encuentra dentro del casco del usuario de un vehículo L3, los vehículos utilizados como foco de contaminación acústica en el ambiente controlados fueron: SUV a gasolina Vehículo tipo M1, vehículo tipo N1 (pick-up) y por último un vehículo tipo L3.

Tabla 3: Ficha Técnica de vehículos utilizados en las pruebas de ruta en ambiente controlado.

Procedencia	JAPON	CHINO	JAPON	CHINO
Cilindraje	2.7 CC	2.0 CC	300 CC	250 CC
Combustible	Gasolina Extra	Diesel	Gasolina Super	Gasolina Extra
Potencia	163 HP	141 HP	42 HP	17.4 HP
Torque	245 NM	315 NM	29.6 NM	
Cilindros	4 cilindros	4 cilindros	2 cilindros	1 cilindro
Decibeles en relanti	69 toma delantera 85 toma trasera	61 toma delantera 63 toma trasera	75 delantera 80 trasera	69 toma delantera 75 toma trasera

Fuente: Autores

5.2.4. Normativas

Para la realización del estudio, se tomaron en cuenta normativas locales e internacionales sobre la contaminación acústica permisible, en estas se detalla el máximo de decibeles por minuto que puede soportar un individuo, la OMS establece el nivel de 75 dB/min constantes. En base a esto se desarrollaron normativas con el fin de regular la intensidad, frecuencia y tiempo de exposición.

En la norma técnica N° 3516 límites permisibles de nivel de ruido ambiente para fuentes fijas, fuentes móviles y vibraciones⁴ y en la norma NOM-081-SEMARNAT-2013⁵ establecida por la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, se detalla el nivel máximo de presión sonora (dB) que deben producir diferentes tipos de vehículos, además del límite permisible en sectores y horarios del área urbana.

Tabla 4: Límites de presión Sonora máximos según uso de suelo y vehículos automotores

OMS	<65 dB/min Ruido aceptable / >75 dB/min Dañino / >120/min dB Doloroso			
Norma	Sector			Vehículo
NOM-081-SEMARNAT	Residencial	Comercial	Mixto	Motocicleta
NOM-080-ECOL	NPS max (dB)	NPS mx (dB)		NPS Max (dB)
				Vehículo Liviano
				NPS Max (dB)
	50 - 55	65-68		86
				86

⁴ Anexo V, Libro VI: De la Calidad Ambiental, del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente de Ecuador

⁵ SEMARNAT: Secretaría Mexicana de Medio Ambiente y Recursos Naturales

NOM-3516-Ministerio del Ambiente Ecuador

Residencial NPS (dB)	Comercial max (dB)	Mixto NPS mx (dB)	Motocicleta NPS Max (dB)	Vehículo Liviano NPS Max (dB)
50-60		60-70	88	88

Fuente: Autores

5.2.5. Equipo de Medición

Se utilizó el sonómetro en las pruebas de rutas urbana y rural poniendo el sonómetro en la parte interna del casco y realizamos la prueba con cada uno de los cascos y para realizar las pruebas con cada uno de los vehículos tomando en cuenta que la motocicleta procedencia China estaba en relanti y tuvimos el paso de cada uno de los vehículos a 40 km/h. Mediante la muestra que nos dio el sonómetro con el programa environmental tester y de ahí sustraemos los datos para realizar una prueba estadística y realizar el porcentaje de contaminación acústica en cada uno de los cascos.

Tabla 5: Ficha Técnica Tasi TA652B.

Rango	30dB~130dB
Rango seleccionable	30~70dB, 60~90dB, 80~110dB, 100~130dB
Precisión	±1.5dB (consulte la presión de sonido 94dB@1KHz)
Ponderación de frecuencia	Ponderación A/C/Z
Ponderación de tiempo	Rápido (0.125 s)/Lento (1 s)
Tiempo de muestreo	2 veces/segundo
Rango de frecuencia	31,5 Hz~8 KHz

Fuente: Autores.

6. Resultados y Discusión

6.1. Análisis de datos

Se realiza las pruebas correspondientes teniendo casco de marca MTM de fabricación china, casco de marca HRO de fabricación colombiana y por último el casco de marca LS2 de fabricación europea, se realizó las pruebas de ambiente controlado en una zona residencial y en ambiente con tráfico Sector Centro norte del DMQ que es zona comercial mixta, obteniéndose los siguientes resultados⁶.

6.1.1. Ambiente Controlado

Los valores obtenidos sobre la percepción acústica de cada casco se obtuvieron con la moto prendida, las pruebas de ruta se realizaron en una zona rural, considerada adecuada para recopilar datos sobre el desempeño de los cascos frente a diversas variables. En un entorno controlado, se incluyeron vehículos de las categorías N1, M1 y L3, que circularon a una velocidad de 40 km/h, velocidad establecida por la AMT⁷, lo que permitió analizar con mayor precisión la respuesta acústica de los cascos bajo condiciones específicas, tomando en

⁶ Anexo: Análisis de Datos y Tabla Comparativa

⁷ AMT: Agencia Metropolitana de Transito

consideración que el sonómetro se encuentra dentro de cada casco usado por el motociclista en la moto prendida y en ralentí.

Tabla 6: Variables de ambiente controlado

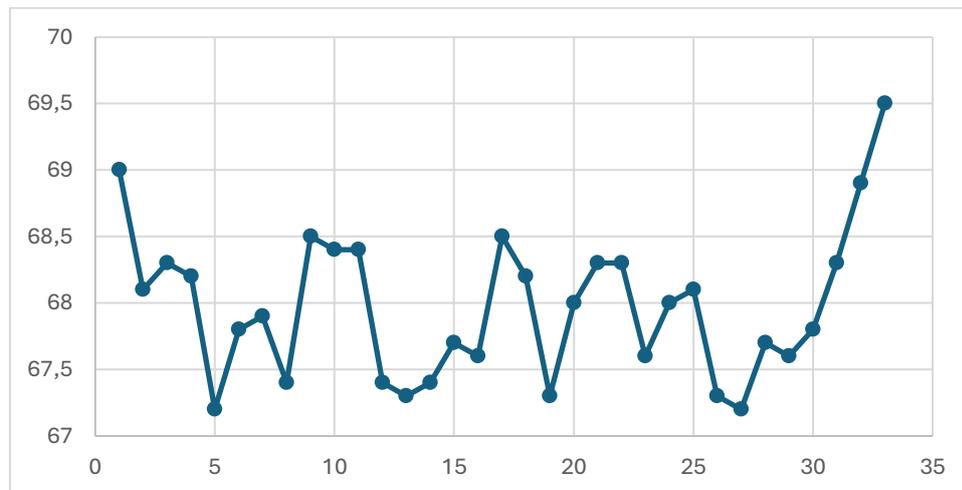
	1	2	3	4
Temp Entorno	20 grados	20 grados	20 grados	20 grados
Casco	Chino (MTM)	Colombiano (HRO)	Europeo (LS2)	
Vehículo	Japón (Fortuner)	Japón (Mt03)	Chino (Wingle 7)	Chino (F16)
Normativa	Sae15	Sae15	Sae15	Sae15

Fuente: Autores

6.1.2. Ralentí

Mientras se realizó la prueba de ambiente controlado, el vehículo L3 desde el que se realiza la captación de datos, en un ralentí de 1200 revoluciones por minuto, presentaba una variabilidad entre 67.3 y 69.5 decibeles. En la realización de las pruebas, se destaca, que el sonómetro capta tanto los decibeles emitidos por la motocicleta en ralentí como de los vehículos que pasan cerca, permitiendo una medición precisa del ruido ambiental generado en estas condiciones controladas.

Figura 8: Tabla de ralentí de vehículo L3 de Procedencia China

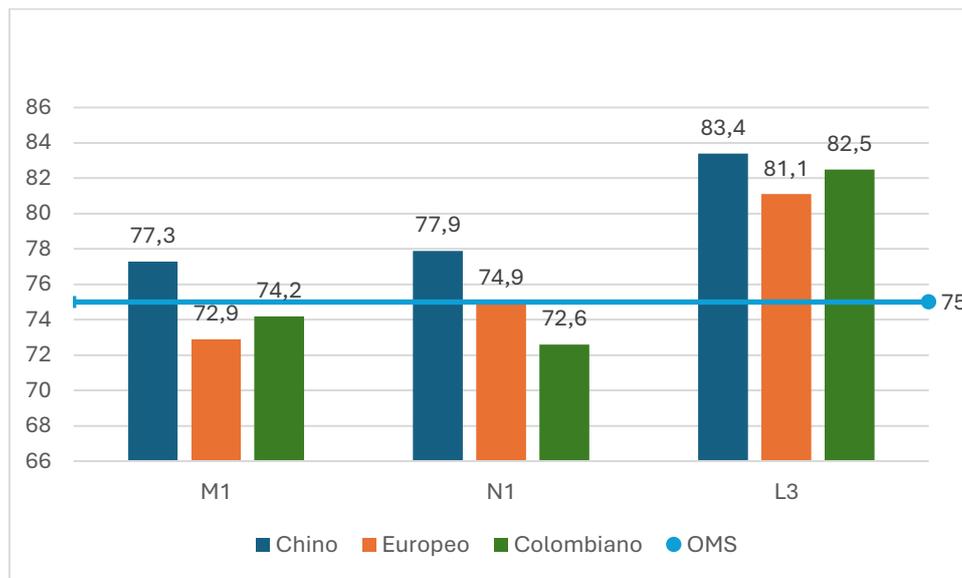


Fuente: Autores

6.1.3. Puntos Máximos (dB) en ambiente controlado

Durante la realización de la prueba en ambiente controlado, en la prueba de cada casco pasaron los 3 tipos de vehículos a una velocidad establecida de 40 km/h.

Figura 9: Comparativa de puntos máximos de decibeles según el vehículo



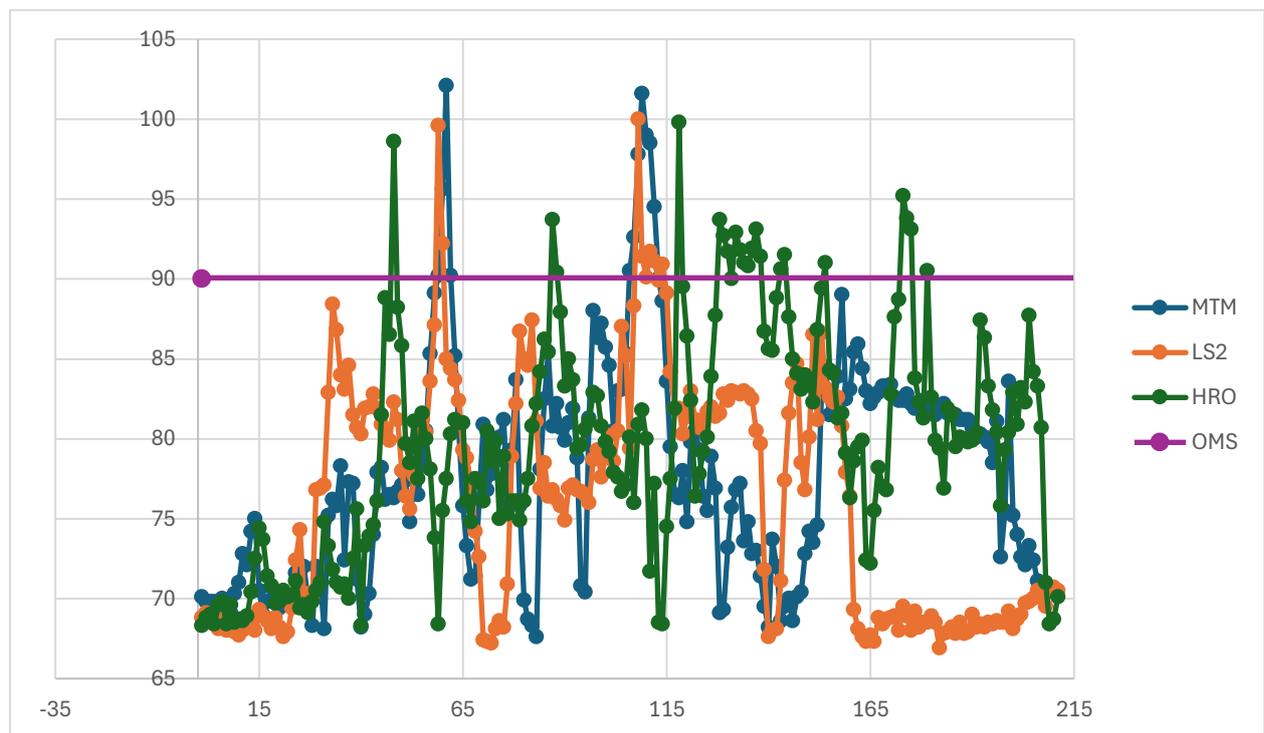
Fuente: Autores

La figura 10 muestra la comparativa de los niveles máximos de presión sonora (dB) en los diferentes cascos utilizados, diferenciados por el tipo de vehículo fuente de contaminación sonora (M1, N1, L3). Con unas líneas amarillas está representado el límite de 75 dB/min recomendado por la OMS, en la toma de datos, el ruido causado por cada vehículo está presente durante segundos mientras el vehículo pasa cerca. Tomando en cuenta que el valor máximo de decibelios producidos por el vehículo tipo M1, es de 78,5 dB, el casco de origen chino (MTM) cuenta un aislamiento acústico del 6,36 %, permitiendo una mayor entrada de ruido, sobre los 75 dB recomendados por la OMS, los cascos de origen europeo (LS2) y colombiano (HRO) preséntame un mejor comportamiento al aislar de mejor manera el ruido. El vehículo tipo N1, produce un valor máximo de 79,3 dB, el casco chino presenta la misma deficiencia en aislar el sonido por debajo delo estipulado, en este caso los demás cascos se encuentran dentro del rango permitido, siendo el colombiano el más eficiente 72,6 dB. Para el vehículo tipo L3 se debe tomar en cuenta que este produjo 84 dB en el intervalo que paso cerca del sonómetro, el aislamiento acústico fue muy inferior a los otros casos, los niveles de presión sonora percibidos exceden los 75 dB, el casco con peor desempeño es MTM, logrando solo aislar el 0,71% resultando en un casi nulo aislamiento acústico similar a ir sin casco (Scharine, 2009). Claramente, se puede apreciar que el casco de origen chino tiene un menor porcentaje de aislamiento acústico, permitiendo una percepción de ruido del 10,6% por encima de lo estipulado por la OMS en comparación a las demás muestras, Las razones de este comportamiento inciden en los materiales y polímeros utilizados por cada marca, así como su diseño y parte aerodinámica.

6.1.4. Puntos Máximos (dB) Ambiente con Tráfico Sector Centro norte del DMQ

Se realizó la recolección de datos en el sector centro norte del DMQ, con la finalidad de apreciar los decibeles que emite la zona de tráfico de la ciudad, se realizó el recorrido de aproximadamente cuatro kilómetros destacando la diferencia de ambientes y la comparación con los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en el ambiente controlado, así se observó la diferencia en el aislamiento aeroacústico de cada casco para así emitir el porcentaje de eficiencia de cada uno.

Figura 10: Comparativa de puntos máximos de decibeles en ambiente con tráfico



Fuente: Autores

La figura 11 muestra una prueba comparativa del aislamiento acústico en condiciones de tráfico. Circunvalar el perímetro establecido para la recopilación de datos tomo 10 minutos, hubo un flujo constante de vehículos circulando a una velocidad media de 50 km/h, límite permitido en avenidas del D.M.Q, la OMS, establece como límite máximo de exposición de 90 decibeles durante 10 minutos de ruido constante. Con los resultados obtenidos, se observa que todas las muestras en momentos específicos superan el límite, significando que nos brinda una protección acústica suficiente ante el ruido de tráfico en esas condiciones. Para el casco LS2, se registró un comportamiento estable sin embargo en los máximos puntuales (dB) supera los 100 dB, por su parte el casco MTM ofrece una mejor protección y más estabilidad para niveles de ruido bajos, sin embargo, sus picos de ruido están por encima del límite de 90 dB, llegándose a percibir hasta 102,1 dB. Por último, el casco HRO, tuvo un comportamiento deficiente en la prueba realizada, ya que además de los incrementos abruptos de ruido, en el que las demás muestras superaron el nivel límite establecido por la OMS, los valores fluctuaron constantemente por encima de los altos niveles transitorios, los cuales no pudieron ser aislados por las tres muestras de estudio indicándose una protección deficiente en comparación a los otros cascos que lograron reducir la percepción por debajo de los 90 dB.

7. Conclusiones

Este estudio sobre el aislamiento acústico en cascos de motocicletas tipo L3, surgió de la necesidad de mejorar la seguridad y percepción acústica durante la conducción, la exposición prolongada a ruidos intensos como son los generados por tráfico y la misma motocicleta afectan negativamente la salud del usuario, causando estrés, pérdida de audición y fatiga, el problema se agrava en entornos urbanos, donde el ruido supera los límites permisibles y estipulados por las normativas locales e internacionales. Se cumplió con el objetivo principal en analizar el porcentaje de aislamiento acústico y comportamiento de las muestras de distinta procedencia y material, a través de pruebas controladas y de condiciones de tráfico en el distrito metropolitano de Quito, el uso del sonómetro y su calibración según las normativas establecidas fue fundamental para asegurar la precisión de las mediciones, tomándose en cuenta lo expuesto en todo el estudio este análisis resalta la importancia de considerar el aislamiento acústico como factor clave en el diseño de cascos para la protección de los motociclistas, según los entornos a los que será sometidos.

Las pruebas realizadas en ambiente controlado, en un entorno sin tráfico, ofrecieron datos precisos sobre la capacidad de aislamiento de los 3 casos seleccionados, el casco de procedencia europea (LS2) demostró una mejor respuesta, entorno al aislamiento del ruido y su reducción significativa en comparación con los otros cascos, de esta prueba el casco MTM, presentó un peor rendimiento Con una diferencia del 7% entre los resultados obtenidos y el límite de 75 decibeles por encima de lo recomendado por la OMS, reflejando su inferioridad en la capacidad del ambiente acústico. Realizando un análisis se destaca que los materiales y diseño juega un papel crucial en los resultados obtenidos, considerando la tabla 2 comparativa de las prestaciones de cada una de las muestras utilizadas, ninguna de las muestras fue capaz de aislar de manera satisfactoria el sonido producido por el vehículo tipo L3 en la prueba controlada, percibiéndose una diferencia del 10,6% por encima del límite.

En las pruebas realizadas en un ambiente con tráfico, el ruido se percibe con mayor intensidad y continuidad, superando significativamente los niveles estipulados por normativas nacionales e internacionales según sector, horario y vehículo circundante a la toma de datos. En este ámbito, se resaltaron diferencias mucho más marcadas en el aislamiento acústico proporcionado por cada casco. El casco de origen chino (MTM) registró fluctuaciones máximas de hasta 102 dB, excediendo significativamente el límite de 90 decibeles para una exposición de 10 minutos, según la OMS. El casco colombiano (HRO) presentó un mejor rendimiento, con fluctuaciones entre 85 y 90 dB; sin embargo, los picos también sobrepasaron el límite, y se evidenció una sección en la que no se proporciona una protección adecuada en periodos de mayor exposición al ruido. El casco europeo (LS2) también superó los 90 dB en momentos puntuales, pero ofreció una mayor protección y estabilidad cercana a los niveles recomendados. Los resultados obtenidos demuestran que las muestras proporcionan cierta protección acústica, pero aún presentan deficiencias. Es necesario desarrollar normativas que incluyan requisitos mínimos de aislamiento acústico para cascos, garantizando una protección completa y uniforme para todos los motociclistas, independientemente de la procedencia y costo del casco, con un diseño que evidencie mejoras en el confort y percepción del usuario.

8. Referencias Bibliográficas

- Brown, C. H., & Gordon, S. M. (4 de Marzo de 2011). Motorcycle Helmet Noise and Active Noise Reduction. *The Open Acoustics Journal*, 4, 14-24.
- Cossalter, V. (2002). *Motorcycle Dynamics*.
- Diario El Mercurio/ UDA Prensa. (22 de Junio de 2021). Ruidos de Motos contamina y deja daños en la salud . *Diario El Mercurio/ UDA Prensa*. Obtenido de <https://elmercurio.com.ec/2021/06/22/el-ruido-de-motos-%E2%80%A8contamina-y-deja-%E2%80%A8danos-en-la-salud/>
- Estudio de efectividad del sistema ABS en motocicletas L3 de hasta 400cc a 2800msnm*. (2016). Quito: UIDE.
- INEN, R. (2017). *Manual Técnico Ecuatoriano Motocicletas* . Quito: RTE INEN .
- Lindemann, M. (2013). *The Total Motorcycling Manual: 291 Skills You Need*. *Cycle World*.
- Manzaba, B. (9 de Marzo de 2023). *2 personas mueren cada día en motos en Ecuador; el ABC para conducir*. Obtenido de Teleamazonas: <https://www.teleamazonas.com/2-personas-mueren-cada-dia-en-motos-en-ecuador-el-abc-para-conducir/#:~:text=2%20personas%20mueren%20cada%20d%C3%ADa,Ecuador%3B%20el%20ABC%20para%20conducir&text=El%20motociclista%20intent%C3%B3%20rebasar%20por,vida%20se%20apa>
- Organización Mundial de la Salud. (2017). *Seguridad de los Vehículos de motor de dos y tres ruedas: Manual de seguridad vial para decisores y profesionales*. Tailandia: Iris Communication.
- Sánchez Gómez, S. (s.f.). Efectos de la contaminación acústica sobre la salud . *Revista de salud Ambiental* , 175.
- Scharine, A. (2009). The Impact of Helmet Design on Sound Detection and Localization. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 117.
- TASIMETER. (s.f.). *TASIMETER*. Obtenido de <https://es.tasimeter.com/environmental-tester/sound-level-meter/data-logging-sound-level-meter.html>
- Terzioglu, F., Ozer, M., & Ozturk, S. (2019). On noise reduction of motorcycle helmets. *46th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering*, 2046-2050.

9. ANEXOS

ANEXOS INTRODUCCIÓN

1. Anexo 1. Ruidos de motos contamina y deja daños en la salud (Diario El Mercurio/

UDA Prensa, 2021)

Motocicletas pueden generar hasta 88 decibeles, pero no se cumple

Ruido de motos contamina y deja daños en la salud

En el 2020, la Empresa de Movilidad (EMOV EP), del Municipio de Cuenca, matriculó a 13.527 motocicletas.

En las próximas semanas, el Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador (IERSE) publicará los resultados de los análisis del ruido de Cuenca que se registraron en el 2020, a través de los 31 puntos de monitoreo que cuenta la ciudad.

Por el momento se conoce que si se redujo las fuentes de contaminantes de ruido entre marzo y septiembre del año pasado. Sin embargo, una vez que las restricciones vehiculares fueron disminuyendo, aumentaron los ruidos.

Hasta la publicación de los datos de lo que sucedió en 2020, la ciudadanía puede revisar los registros del IERSE, a través de su Sistema de Monitoreo del Ruido Ambiente, que también cuenta con puntos de medición en tiempo real. (1)

Los ruidos son afectaciones psicológicas, inclusive le da ansiedad, le da pérdida de sueño, le da insomnio y esto también le repercute en las afectaciones cardíacas estomacales, es decir, es una cadena de alteraciones que provocan los ruidos", dijo Martínez.

Dentro de los ruidos, la Comisión de Medio Ambiente también considerará a los vehículos que comercializan los cilindros de gas, ya que estos circulan en distintas horas, sin una ruta unificada de las distribuidoras.

"Lo que nosotros podemos como posibilidad que se analice técnicamente si se pueden establecer para las distribuidoras, las empresas puedan bajar la calle por calle para no tener este tipo de saturación la que todo el mundo ya en media hora y en horas prontas por lo general", Zamora. (AWM)-(1)

31 puntos de monitoreo

El resultado de la reunión fue la solicitud de informes técnicos a la EMOV EP, a Control Urbano y a la CGA

Datos de interés

- La Empresa de Movilidad sanciona con el 30 % del Salario Básico Unificado y seis puntos menos en la licencia de conducir a quienes conduzcan motocicletas o vehículos en las que se hayan instalado resonadores, los mismos que están prohibidos.
- El ruido del escape de la motocicleta no puede superar los 88 decibeles, de acuerdo a la norma ambiental que rige en Ecuador. Para medir el ruido, los agentes de tránsito utilizan un sonómetro como los que se usan en los centros de RTV.
- El Código Penal sanciona a los conductores que no cumplan con las condiciones técnico mecánicas en el artículo 389, numeral 7, con el cual se ordena la retención de la moto hasta que el dueño supere la infracción determinada por la autoridad.
- La Empresa de Movilidad puede retener la moto tal y como está estipulado en el Código Penal. Una vez que la moto salga de los patios de retención, en ocho días deberá presentarse en la Revisión Técnica Vehicular (RTV) para verificar los cambios.
- El número de motocicletas continúa en aumento en Cuenca. De acuerdo con los datos de la Empresa Municipal de Movilidad, en el 2020...

Scanned by TapScanner

Anexo 2. Motorcycle Helmet Noise and Active Noise Reduction (Brown & Gordon, 2011)

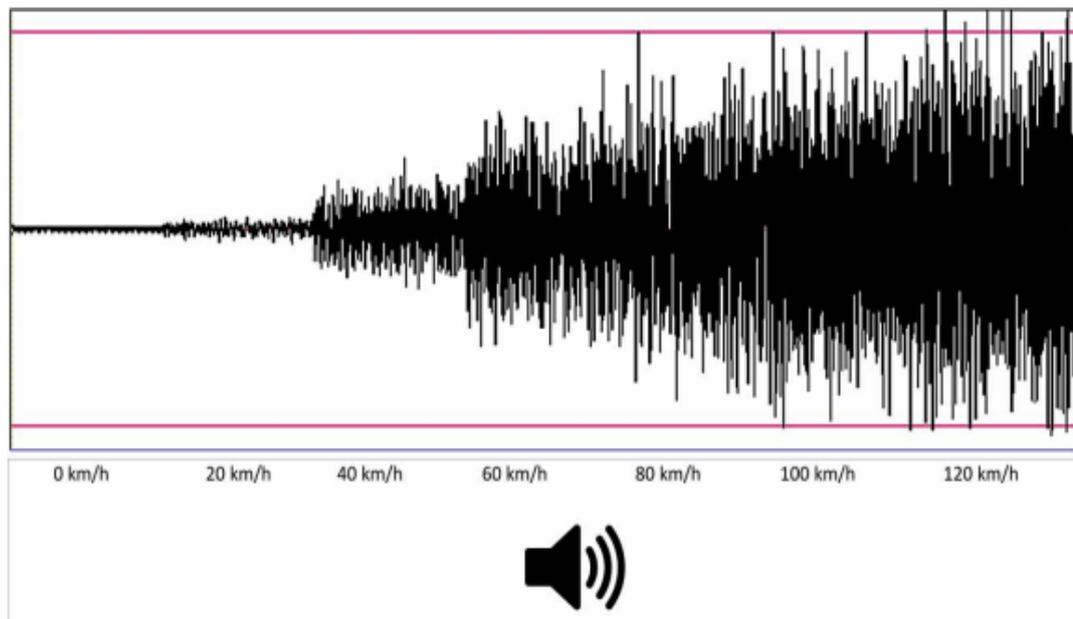


Fig. (4). Waveform created by splicing two-second noise sample for all seven velocities from 0 km/h to 120 km/h for samples recorded with the half helmet without hearing protection.

motorcycle helmets, and that the recordings obtained are ecologically valid approximations of the acoustic experience motorcyclists encounter while traveling at various velocities, on different motorcycles with different helmets. It is possible that differences in the head and neck anatomy of different motorcyclist and the interplay between variations in human anatomy and the helmet is one source of variation that can complicate the assessment of various noise abatement strategies. The development of a uniform platform and protocol for helmet testing would allow different laboratories to replicate and compare data sets, and this would stimulate product development and testing in the active noise control and safety helmet industries.

The present results show that the noise spectrum is greatest at 200 Hz and below. Though the frequency peak for the helmet noise may vary depending on the aerodynamic properties of the helmet and motorcycle being studied, researchers have consistently observed that the principle problem for helmet noise control is low-frequency noise abatement [25, 35, 36]. The optimal design for an acoustically engineered motorcycle helmet would attenuate wind turbulence noise, but permit good hearing for other portions of the audio spectrum. This would shield the rider from excess noise exposure, and yet permit the rider to clearly hear highway safety sounds. Helmet noise is not like white noise (or pink noise) which affects the entire audio spectrum. Helmet noise is largely confined to low frequencies, and because wind turbulence generates a steady noise at steady velocities, it may be possible to design an acoustically smart helmet that shields the rider from excess low-frequency noise exposure to continuous noises, but permits good hearing for intermittent signals (such as horns

and sirens), or for signals that are above the frequency range associated with wind noise.

Half Helmet Condition with Active Noise Control Hearing Protection

The active noise control (ANC) ear muff strongly changed the noise levels associated with cycling. Electronic active hearing protectors are designed to amplify quiet sounds, attenuate loud sounds, and protect the subject from excess noise exposure. The signal levels that activate the amplification or the attenuation circuitry depend on the design parameters selected by the manufacture, and its intended use. The ANC ear muff amplified quiet signals, and the highest amplitude sound recorded with this muff was 87 dB measured for the 1/3rd octave band centered at 80 Hz at a velocity of 20 km/h (Fig. 6). As shown in Fig. (3) the corresponding signal level was 78 dB without the ANC muff, thus in this instance the signal was amplified about 9 dB. Thus, at low velocities the ANC circuitry would heighten the audibility of vehicular traffic noise and highway warning sounds. At velocities of 40 km/h and above the ANC ear muff attenuation circuitry was engaged, and peak noise levels were limited to 82 dB or less. At 120 km/h the ANC muff reduced the peak noise levels measured by 26 dB. However, the perceived attenuation was much greater than this level because of the much lower noise levels measured in the range from 200 Hz to 10,000 Hz. That is, in the frequency range where human hear is most sensitive, the ANC muff strongly reduced the measured noise levels. For example at 1 kHz, the observed signal level with the ANC ear muff at 120 km/h was 35 dB was less than measured with the half-helmet alone. Fig. (7) displays a waveform created

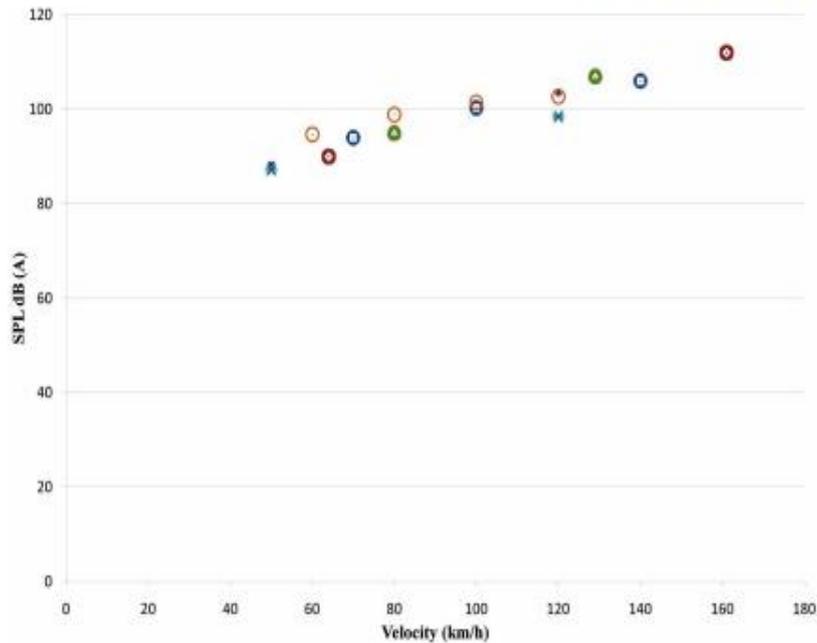


Fig. (5). Helmet noise as a function of velocity for five studies {purple and blue X for full-face and open face helmets respectively [6], green triangles [25], red squares [26], blue diamond [34], the present data is shown with tan circles}.

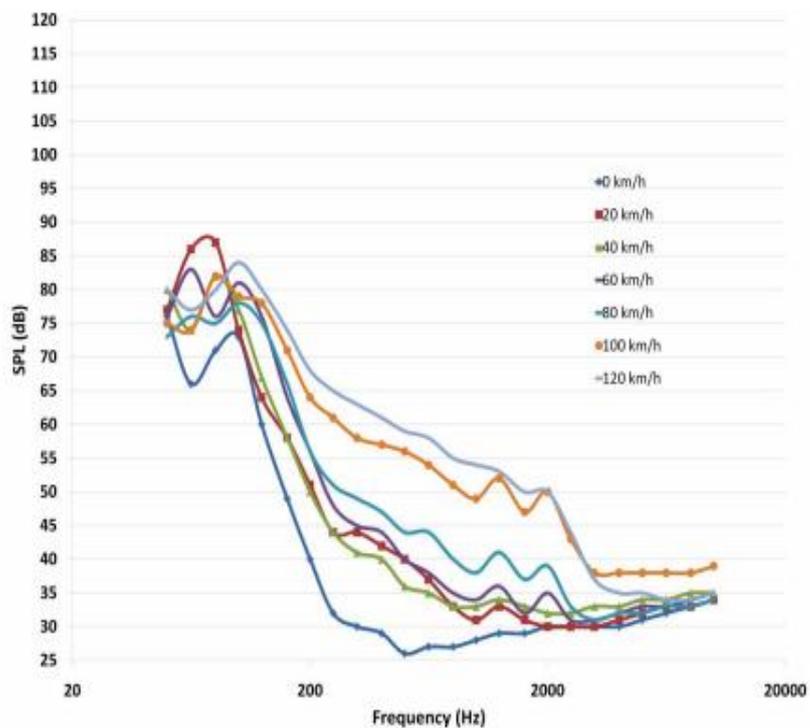


Fig. (6). Sound pressure levels as a function of velocity for a half helmet with the ANC ear muff.

by splicing together 2 second noise samples recorded at each of the seven target velocities from 0 km/h to 120 km/h. The reader can click on the speaker icon and hear the noise levels recorded by the Neumann KU-100 at all velocities from 0 km/h to 120 km/h. These recordings were conducted with settings identical to those used in Fig. (4). [Note to reader. Because the signal level was low with the ANC muff relative

to the values shown in Fig. (4), the gain on the reader's sound card may have to be incremented to be able to hear these sound samples. Furthermore, if the reader's computer speaker has a weak low-frequency response, (200 Hz and below) the reader may be unable to hear this sound file without the use of earphones].

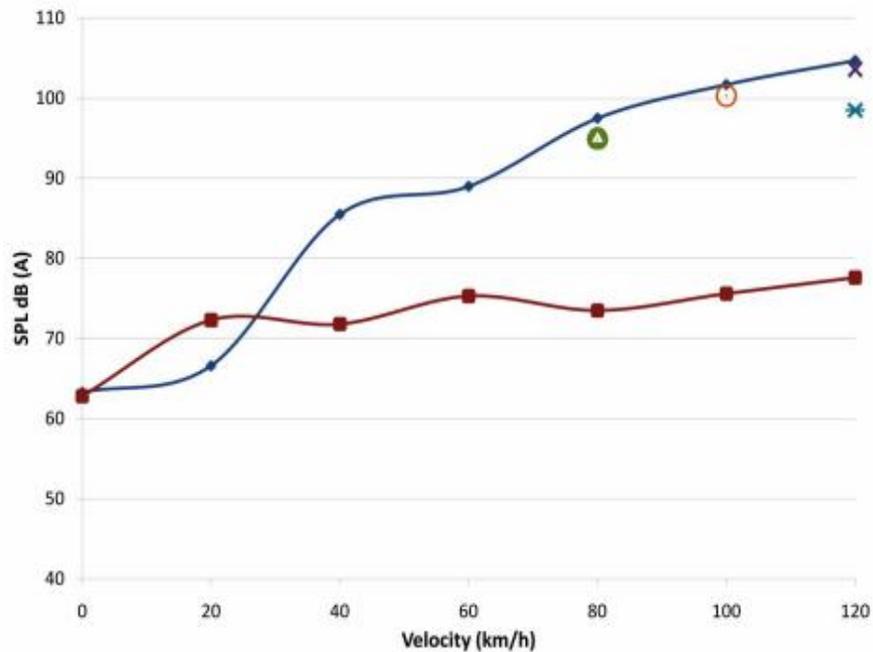


Fig. (8). Helmet noise as function of velocity. Measurement for the half-helmet as shown in blue diamonds, and measurements for the active noise control muff is shown in red squares. For purposes of comparison data at comparable velocities are shown for McCombe *et al.* [25] green triangle, Alderman *et al.* [29] orange circle, and Jordon *et al.* [6] purple X and blue X for full-face and open-faced helmets respectively.

EXPERIMENT 2: SUBJECTIVE PERCEPTIONS OF HELMET NOISE AND THE USE OF EAR PLUGS BY MOTORCYCLISTS

To our knowledge no research has attempted to survey the perceptions of helmet noise motorcyclist's experience, nor their use of earplugs. Thus all the information in the literature on the noise perceptions of cyclists and earplug use is anecdotal.

Materials and Methods

A brief 12-item questionnaire was developed and posted on-line using surveymonkey polling software. Participants were solicited using email listserves and several discussion boards catering to motorcyclists (e.g., Cycle Forums, Motorcycle Forum, Motorcycle USA). The call for the survey invited motorcyclists to voluntarily participate in a research project investigating motorcycle riding and the use of helmets. Participation was strictly voluntary and participants received no compensation for their involvement. Responses were collected from October 2009 until May 2010.

RESULTS AND DISCUSSION

During the sample interval 126 cyclists responded to the survey. Respondent demographics were as follows: The majority of the respondents were male (118 male, and 8 female). The respondents tended to be seasoned riders: 45.2% had ridden for 10 or more years. A significant proportion of the respondents rode their motorcycle on a daily basis (42.9%), and 49.2% rode their motorcycle a 100

or more miles a day at least once a month. In the present sample 84.9% use full-face or modular style helmets, and only 0.8% did not wear helmets.

The main findings are shown in Fig. (9). Panel A: the noise levels associated with motorcycling was perceived as being too loud (92.1% report that the noise levels encountered while cycling is unpleasant or disturbing at least occasionally, and 23% report that it is unpleasant much or most of the time). Panel B: the majority of the riders surveyed use ear plugs or ear bud speakers when motorcycling (63.5%). Panel C: nearly half of the riders surveyed (46.8%) reported the experience of a tinnitus (a ringing sensation in their ears). Panel D: the majority of motorcyclists indicated that they were interested in owning a motorcycle helmet that dramatically reduced noise (95.2%).

Comment Section

The survey included a comment section and 24.6% of the respondents submitted comments. Many of their remarks addressed their experience with motorcycle noise levels, a few of their remarks are provided below.

- "A noise cancelling helmet would be a great feature, to only cancel out the low frequency/high amplitude range (roar and rumble) but still allow hearing cars, horns, sirens. Etc."
- "My tinnitus gets much worse after riding if I don't wear earplugs, however, when wearing earplugs I don't suffer from it."

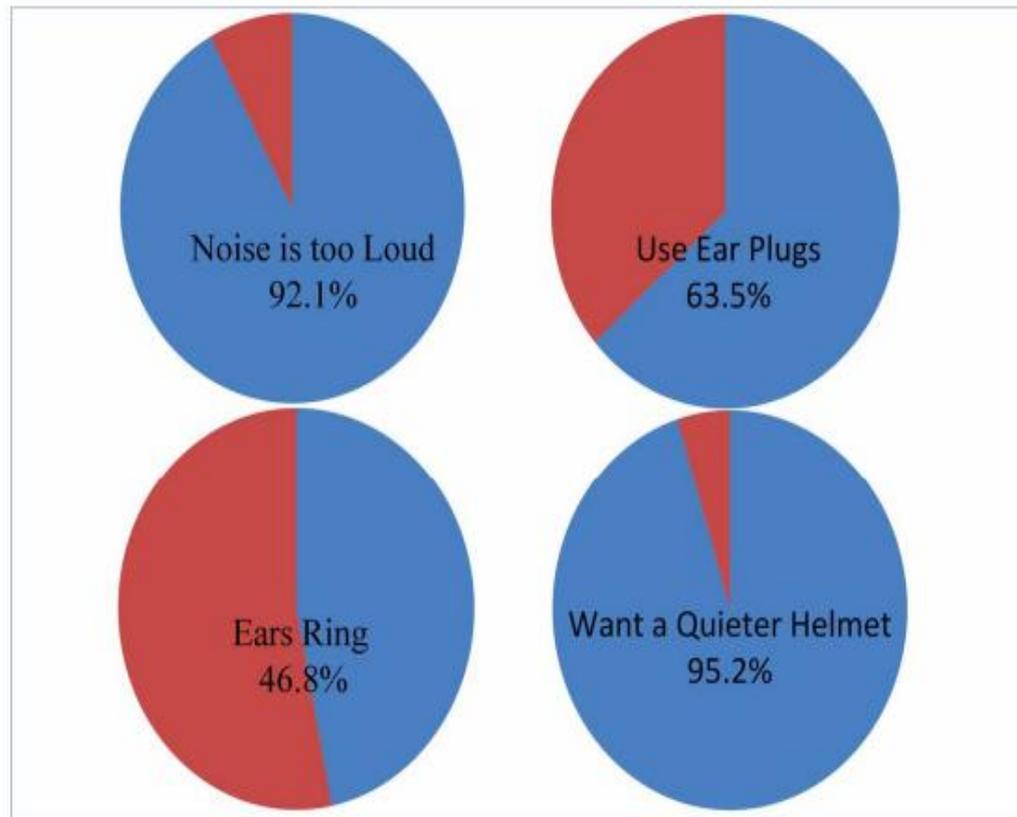


Fig. (9). The results of the on-line survey show that noise levels are perceived as too loud for most riders at least part of the time (panel A), over half of the sample used ear plugs part of the time (panel B), nearly half of the sample experienced ringing in the ears (panel C), and most would be interested in the development of significantly quieter helmets (panel D).

- "Wind noise is a frequent complaint from the riders I've talked to. My helmet tends to be quieter than most, so it's not one of my main concerns."
- "I have three helmets, and with my sportbike only one of them is very noisy, and with that helmet I ALWAYS wear earplugs. With the others I wear earplugs at the track and on any longer trip, but the Arai is quiet enough on the CBR to not need it for trips less than an hour if speeds < 75mph."
- "I developed tinnitus from the turbulence off my windscreen. Even earplugs didn't help, as the noise went right into my skull. Between a carbon Kevlar helmet, 30 dB custom made earplugs, and a newer windscreen, I don't have any further degradation in my hearing."
- "Wind noise is one of my most pressing concerns about the health effects I face from riding a motorcycle. I would be interested in any technology aimed at reducing the problem."

GENERAL DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The laws governing the use of in helmet noise attenuation, communication and entertainment technology (earplugs, ear buds or in-ear speakers, and helmet speakers) vary widely by jurisdiction. In the UK and most of Europe

hearing conservation for motorcyclists is strongly supported. Jordan and his associates [6] observed that occupational motorcyclists including police officers, couriers, paramedics and journalists are exposed to daily noise exposure levels of 90 dB (A) to 103 dB (A). European standards for noise in the work environment restrict permissible noise levels to 87 dB (A) or less [44], and motorcyclists are encouraged to wear earplugs [5] until helmets with active noise reduction technology become widely available [43]. There is good reason to be concerned about the risk of noise induced hearing impairment caused by helmet noise. A one hour ride at 80 mph can induce a temporary threshold shift of 11 dB at 1 kHz [24], and studies suggest that 45% of Grand Prix motorcyclists, 36% of motorcycle paramedics, and 6% of motorcycle driving instructors suffer noise induced hearing loss [3, 5, 6]. Noisy helmets clearly pose a risk for hearing damage, and they are also expected to slow reaction times, impede attention, and reduce the effectiveness of perceptual and behavioral responses pertinent to highway safety [8-11]. Within the United States the laws governing the use of in helmet noise attenuation, communication and entertainment technology vary between states or even municipalities [45]. It is illegal to use or have in your possession helmet speakers in Massachusetts or Rhode Island; helmet speakers are legal for communication purposes only in Georgia, Illinois, and Pennsylvania. Helmet speakers in one ear are legal in

Anexo 3. Experimental evaluation on noise reduction performance of a motorcycle helmet. (Terzioglu, Ozer, & Ozturk, 2019)

second test, the sound pressure levels at the ear level were measured in order to observe the noise that transmitted to the motorcyclist on drive. It was also aimed to observe the effect of engine speeds on noise attenuation performance of the helmet. During the test, the motorcycle was driven on its stand in laboratory conditions for four engine speeds which were specified as experimental cases considering frequently used speeds in actual road conditions. Afterward, the experimental results were analyzed according to helmet usage condition and driving speed. The calculated insertion losses were compared and it was concluded that differences were observed between test conditions.

3. Experiments

The present study has two experimental rigs. The first one was set up for determining noise reduction performance of the motorcycle helmet against artificially generated noise. The second rig was prepared to simulate the conditions of actual motorcycle noise acting on the same helmet. The tests were conducted at the Istanbul Technical University Vibration and Acoustics Laboratory.

3.1. Sound pressure measurements on white noise excitation

The measurements for the first test were performed in a cabinet shown in Figure 2, which is designed for supplying a sufficient acoustic environment for the sound pressure measurements. The width, depth, and height of the test cabinet are 70 cm, 160 cm, and 180 cm, respectively. The cabinet walls consist of three different material layers namely: shielding fabric, slat and acoustic absorber material shaped as pyramidal. Besides, the ground is shielded with acoustic lining. A Bruel & Kjaer H&T simulator, which has 4189-A-002 type microphones at the entrance of both ears, was used for obtaining sound pressure levels in experiments. To verify the consistency of the cabinet, a 4189-A-021 type Bruel & Kjaer microphone was conducted close to the mouth of the H&T mannequin as a reference microphone. Bruel & Kjaer omnidirectional sound source was used to generate the white noise and was located 1 meter in front of the H&T mannequin.

All microphones used in the experimental setup

were connected to the 16-channel 3560 D type analyzer to record the sound pressure. And this analyzer was connected to a personal computer to process the signals. For acoustical excitation, white noise generated by the personal computer. The 2416 C type amplifier was used as a junction module without gain adjustment. The measurements were carried out between 20 Hz and 10000 Hz bandwidth. Duration of excitation was determined to be 10 seconds and time averaging was subjected for all measurements.



Figure 2. Experimental setup for stationary tests.

Firstly, background noise measurements were conducted to ensure suitability of the acoustic cabinet for measurements and depicted in Figure 3. As it can be seen in this figure, measured sound pressure levels from the reference microphone and H&T unit are nearly the same through all frequencies. Hence, it shows that the characteristic of the

cabinet is the same in the measurement chamber. A sample measurement was also presented in comparison with the background noise levels to validate the measurement rig. The curves reveal that the cabinet is suitable within the interested frequency range (from 80 Hz) since the difference between the test signal and background noise exceeds 10 dB as it is suggested for measurements [19]. It is expected since the excitation frequency of the sound source is starting from 80 Hz.

The sound pressure levels were captured in the validated cabinet with the white noise excitation and the findings of the stationary cabin tests are presented in the results section.

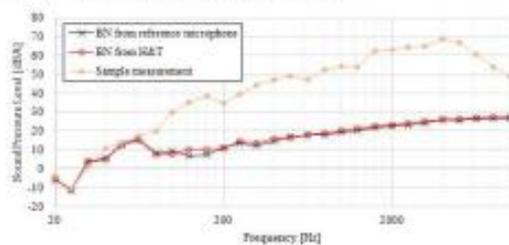


Figure 3. Background noises (BNs) in stationary tests.

3.2. On motorcycle sound pressure level measurements

In the secondary tests, the sound pressure levels were measured with the H&T unit, which was fixed onto a motorcycle in order to generate a representative environment of the driving conditions. The motorcycle used in the tests is 2013 Model Suzuki GW 250 and the maximum engine speed is restricted to 11200 rpm. The motorcycle has 22 Nm maximum torque at 6500 rpm and 24 HP maximum power at 8500 rpm. During the experiments, the motorcycle was fixed on its stand. The measurements were held in laboratory conditions with acoustic shielding base and a sound absorption panel was positioned left side of the motorcycle for avoiding reflecting sounds, see Figure 4. It should be mentioned that the other sides of the motorcycle were not isolated so as to provide free field conditions for those sides. However, the rear side of the motorcycle had to be located through the window that contains a little reflective surface (see Figure 4) due to ventilation requirements. Despite of this fact, a reference study noted that the main source of noise was concentrated on the

engine zone [20].

The sound pressure measurement was aimed to determine the sound pressure levels that transmitted to driver's ear on drive conditions. The same data acquisition and signal processing equipment, which was used in measurements in the cabinet, were employed. The experiment was performed for the engine speeds, which were idle speed, 2000 rpm, 3000 rpm and 4000 rpm with and without the helmet on the unit. The first gear was chosen for each driving speed, except idle, since it was neutral. Three measurements for each driving conditions were captured for 10 seconds for averaging purpose. Then averaged frequency spectrums were calculated to observe sound pressure levels at ear level.

The background noise was also measured as the case of the stationary tests for proposing the eligibility of the test conditions. The measured background noise levels were presented in comparison with the sample test measurements in Figure 5. The background noise levels are lower enough from sample signals in interested range.



Figure 4. On motorcycle experiment setup.

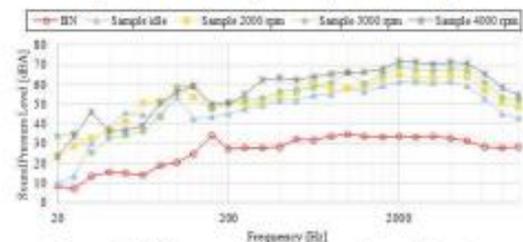


Figure 5. Background noise on motorcycle tests.

4. Results

In this section, firstly, the measured sound pressure levels in the cabinet and on a

the software can be used for acoustical excitation. It is suggested to define the position of the speaker according to the desired field conditions and tendency. Once the measurements on the test rig are validated with the measurements on road conditions (i.e., appropriate mechanical and acoustical excitation levels are determined), the accurate prediction of the noise reduction performance of motorcycle helmets can be evaluated.

6. Conclusions

In this work, the performance of a motorcycle helmet against various type of acoustical environment was assessed in terms of noise attenuation. Sound pressure level measurements were conducted inbuilt cabinet in stationary conditions with white noise excitation as well as on motorcycle with noise produced by motorcycle in several engine speeds. The obtained sound pressure levels with and without helmet conditions lead to calculate IL of helmet in 1/3 octave bands. The IL results show a general trend on the noise reduction performance of helmet that the helmet usage is more effective on high frequencies. In mid frequency range, the IL has negative values, meaning that the level of sound pressure increased in mentioned range. Moreover, it is believed that dynamic interactions between the mannequin and the helmet occurred on motorcycle tests, increase the level of the sound transmitted to sensor. In addition, scattering occurs in low and mid frequency ranges for both stationary and on motorcycle tests. It is seen that IL is obtained higher in stationary tests, in the most of the octave band in the higher frequency range. Therefore, the stationary test is claimed to be over-predicting IL values comparing with driving conditions. Finally, a simple yet practical measurement rig was suggested for identifying more accurate noise attenuation performance of the motorcycle helmet in laboratory conditions.

Acknowledgement

This work was carried out in a project funded by Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK), Grant No: 118M682.

7. References

1. B. C. Ross, "Noise exposure of

motorcyclists," *Annu. Occup. Hyg.*, vol. 33, no. 1, pp. 123–127, 1989.

2. Maue J.H., "Noise exposure of motorcyclists," *Audiol. Pract.*, vol. 7, no. 4, pp. 6–7, 1991.

3. A. W. McCombe, "Hearing loss in motorcyclists: occupational and medicolegal aspects.," *J. R. Soc. Med.*, vol. 96, no. 1, pp. 7–9, 2003.

4. J. L. Fletcher and C. W. Gross, "Effects on hearing of sports-related noise or trauma," *Sound and Vibration*, vol. 11, no. 1. pp. 26–27, 1977.

5. W. K. Van Moorhem, K. P. Shepherd, T. D. Magleby, and G. E. Torian, "The effects of motorcycle helmets on hearing and the detection of warning signals," *J. Sound Vib.*, vol. 77, no. 1, pp. 39–49, 1981.

6. A. M. Jongepier and A. van der Weerd, "A. M. Jongepier and A. van der Weerd, "Practical research into application possibilities of otoplastics with motorcycle patrols of the state police," Technical Report No. AG 90/1863, RBB, Hague, Netherlands (1990), translated from Dutch.," 1990.

7. A. W. McCombe, J. Binnington, and T. S. McCombe, "Hearing protection for motorcyclists," *Clin. Otolaryngol. Allied Sci.*, vol. 18, no. 6, pp. 465–469, 1993.

8. J. Kennedy, N. Holt, M. Carley, and I. Walker, "The influence of the acoustic properties of motorcycle helmets on temporary hearing loss in motorcyclists," *Acta Acust. united with Acust.*, vol. 100, no. 6, pp. 1129–1138, 2014.

9. M. C. Lower, D. W. Hurst, and A. Thomas, "Noise levels and noise reduction under motorcycle helmets," *Proc. Internoise 96*, no. 1, pp. 979–982, 1996.

10. A. Lower, M.C., Hurst, D.W., Thomas, "Noise levels and noise reduction under motorcycle helmets," in *Proceedings of Internoise 96*, 1989, vol. 2, no. 1, p. 1989.

11. R. Młyński, E. Kozłowski, and J. Żera, "Attenuation of noise by motorcycle safety helmets," *Int. J. Occup. Saf. Ergon.*, vol. 15, no. 3, pp. 287–293, 2009.

12. J. Kennedy, N. Holt, M. Carley, I. Walker, M. Engineering, and C. Down, "Spectral filtering characteristics of a motorcycle helmet," in *Proceedings of Meetings on Acoustics*, 2011, vol. 12.

ANEXOS MARCO TEORICO

Anexo 1. En 2023, al 9-1-1 se han reportado 32.687 accidentes de tránsito con motos



Servicio Integrado de Seguridad ECU 911 > Noticias > En 2023, al 9-1-1 se han reportado 32.687 accidentes de tránsito con motos

En 2023, al 9-1-1 se han reportado 32.687 accidentes de tránsito con motos



Quito, 02 de octubre de 2023
Del 1 de enero y hasta la fecha en el presente año, a través del 9-1-1 a escala nacional se han reportado 32.687 percances viales en los que han estado involucradas motocicletas. Al comparar esta cifra con el mismo período de 2022 se evidencia un leve incremento del 0,08%, pues el año pasado hubo 32.660 eventos y en 2023 ya se registran 27 emergencias más en esta categoría. Junio es el mes en que más siniestros de este tipo suma con 4.162.

Si se contabiliza el total de estas alertas en 2022, la cifra alcanza los 50.662 siniestros viales con motocicletas. Algunos de estos hechos y su atención se han captado con el sistema de cámaras del ECU 911.

Múltiples son las causas para que se produzcan estos siniestros, entre las principales se pueden mencionar: el exceso de velocidad (que reduce la capacidad de reacción del motociclista como de los conductores de otros automotores), el irrespeto a la distancia entre vehículos, las maniobras temerarias e imprudentes de algunos motociclistas, rebasar por lugares no permitidos, desobedecer las señales y reglas de tránsito; a estos factores se pueden sumar la falta de atención o distracciones al conducir, la fatiga y manejar bajo la influencia de sustancias y que no se usan ni la indumentaria ni el equipo apropiados para la conducción de estos vehículos...

Sobre este tema, Bolívar Tello, Director General del ECU 911, manifestó que "este tipo de emergencias de tránsito y movilidad vinculadas con motocicletas causa alarma debido a que son recurrentes. Diariamente, registramos aproximadamente 135 alertas de este tipo, que reciben atención desde las salas operativas con las entidades de primera respuesta. En el presente año, se contabilizan 32.687 siniestros con motos en las vías del país. Los cantones que más reportes de este tipo registran son Quito, Santo Domingo, Cuenca, Guayaquil y Machala, en ese orden. Es necesario recordar a la ciudadanía que los percances viales se pueden prevenir, la corresponsabilidad es fundamental para reducir estos preocupantes indicadores y aportar a la construcción de la seguridad vial".

Las llamadas de auxilio de este tipo por cantones se dividen así:

Cantones	Emergencias
Quito	8.599
Santo Domingo	2.024
Cuenca	1.641
Guayaquil	1.074
Machala	1.072
Otros cantones	18.277
Total	32.687

LOS CASOS REGISTRADOS POR LAS CÁMARAS

"En los videos captados por las cámaras del ECU 911 se puede observar que los ciudadanos que conducen motocicletas no respetan las señales de tránsito, ejecutan maniobras peligrosas y no tienen suficientes precauciones a la hora de circular por las vías, estas situaciones causan accidentes viales que en ocasiones tienen graves consecuencias materiales y pérdidas humanas", enfatizó Tello.

En el centro de Quito en la av. Guayaquil y Bolívar, un motociclista transitaba con aparente normalidad, detuvo un instante su marcha detrás de un camión, lo que impidió que visualizara que un bus articulado venía en sentido contrario, rebasó invadiendo vía y se impactó de frente con el automotor pesado. La rápida actuación de los organismos de auxilio permitió salvar la vida del motociclista a pesar de las heridas de consideración que presentó debido al fuerte choque.

En el norte, en la av. 6 de Diciembre, una persona en una moto resultó herida tras impactarse con la parte lateral de un auto cuando este quería parquearse. Un cuidador de carros incluso se retira al momento del impacto para evitar ser arrollado. En la grabación se ve cómo el motociclista y su vehículo son levantados por la fuerza de la colisión y quedan tirados sobre la vereda. Se observa la llegada de las unidades de socorro, que trasladaron al herido a una casa de salud.

En otro video del ECU 911, en la av. Grialbaldo Mino, en el valle De Los Chillios, en la madrugada, se ve a dos personas en una motocicleta que transitaban a gran velocidad y se pasaron el semáforo. Por estas imprudencias se produjo un choque fortísimo contra una camioneta, se observa cómo la moto y sus ocupantes son arrojados por el aire debido al impacto, los afectados yacen en el suelo, a su alrededor se aprecian restos de botellas y pedazos destruidos de los automotores. Los bomberos de Quito atendieron la emergencia, estabilizaron a los heridos y los llevaron a una casa de salud en ambulancias.

En un video del ECU 911 Santo Domingo se ve cómo una camioneta (que invade vía y gira de manera imprudente) se choca contra una motocicleta que venía a velocidad en el kilómetro 7 de la vía Quininde y una persona resultó herida. Otro hecho se registró en la avenida Abraham Calazación y Chone, una moto se chocó contra un auto y el motociclista salió despedido por el aire e incluso se dio un giro en el aire, pero ventajosamente no sufrió lesiones de consideración. En los dos casos los agentes de tránsito asistieron y ejecutaron las acciones respectivas.

Según información de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) "en asuntos de Seguridad Vial ha quedado claramente demostrado en la evidencia generada por multitud de estudios que el uso del casco disminuye en aproximadamente un 70% el riesgo y la severidad de los traumas y lesiones sufridos por motociclistas".

Desde el ECU 911 se hace un llamado para que los usuarios de motocicletas siempre usen casco y el equipamiento apropiado para circular como medidas de protección.

Siniestros con motos reportados al 9-1-1 a escala nacional

En 2023
(enero - septiembre)

32.687

+ 0,08%

27 emergencias más

En 2022
(enero - septiembre)

32.660

Clasificación por cantones 2023:

Quito	8.599
Santo Domingo	2.024
Cuenca	1.641
Guayaquil	1.074
Machala	1.072
Otros cantones	18.277
Total	32.687

Causas

- Exceso de velocidad
- Maniobras temerarias e imprudentes
- Rebasar por lugares no permitidos
- Desobedecer las señales tránsito
- Distracciones al conducir
- No usar el equipo apropiado

Frecuencia diaria:
135 siniestros

GUILLELMO LASSO
PRESIDENTE

2 personas mueren cada día en motos en Ecuador; el ABC para conducir



Por Bayron Manzaba

El motociclista intentó rebasar por la mitad del carril entre un automóvil y un camión, pero perdió el equilibrio tras un contacto y terminó debajo del vehículo pesado. [Su vida se apagó en segundos](#). Ocurrió el viernes 24 de febrero del 2023, en las avs. Mariscal Sucre y Ecuatoriana, en el sur de Quito.

Las cifras son desgarradoras. En Ecuador, la mayoría de accidentes de tránsito **involucra a motocicletas**: 31% de sucesos por tipo de vehículos. Le siguen los siniestros con automóviles (22%), camionetas (11%) y camiones (10%).

Es decir, tres de cada 10 accidentes involucran a personas que se movilizan en motos. Las estadísticas de la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) registran 6 709 motocicletas involucradas en **siniestros de tránsito** durante el 2022, con un **saldo trágico**: 7 649 lesionados y 750 fallecidos en Ecuador.

Lea también:

- [AMT emitió 185 sanciones por ocupación de dos personas en motocicleta](#)
- [La AMT realiza una campaña de respeto a las señales de tránsito](#)

En meses como abril, mayo, julio y diciembre las estadísticas casi se duplicaron.

CUADRO N° 13
SINIESTROS DE TRÁNSITO, SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO INVOLUCRADO, POR MESES, 2022

TIPO DE VEHÍCULO (1)	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
AUTOMÓVIL	565	409	402	415	450	374	411	317	339	375	336	426	4.819
BICICLETA	22	15	15	33	14	33	26	25	29	25	12	12	261
BUS	62	106	108	99	117	75	99	107	104	102	81	101	1.161
CAMIÓN	150	166	191	182	181	160	200	185	183	184	144	173	2.099
CAMIONETA	195	197	197	197	187	151	206	185	192	215	176	231	2.329
EMERGENCIAS	2	0	0	0	0	3	1	1	0	3	3	1	14
ESPECIAL (3)	6	1	6	6	8	5	14	5	6	7	11	8	83
FURGONETA	13	20	21	20	13	18	19	16	12	14	15	13	194
MOTOCICLETA	351	391	406	617	659	623	681	594	605	620	549	613	6.709
NO IDENTIFICADO (4)	268	282	285	185	141	162	246	242	239	241	217	294	2.802
SCOOTER ELÉCTRICO	0	1	0	0	1	6	2	4	5	4	2	6	31
TRICIMOTO	3	1	17	7	4	9	13	5	13	5	1	1	79
VEHÍCULO DEPORTIVO UTILITARIO	102	83	79	144	80	75	95	97	95	90	100	118	1.158
TOTAL	1.739	1.672	1.727	1.905	1.855	1.694	2.013	1.783	1.822	1.885	1.647	1.997	21.739

Por citar, solo el mes de **diciembre del año 2022**, hubo **992 motocicletas involucradas en 613 siniestros** con un saldo fatal de 687 lesionados y 79 fallecidos en el lugar del siniestro de tránsito en todo el Ecuador.

Datos de la OMS

Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el **riesgo de muerte** de los usuarios de motocicletas es **20 veces mayor** que el de los ocupantes de automóviles. Y conducir una motocicleta es **16 veces más peligroso** que conducir un auto.

La motocicleta ha ganado un amplio espacio en todo el Ecuador y, Quito no es la excepción. Con la entrada de marcas asiáticas el costo de estos vehículos se ha reducido considerablemente lo que permite un mayor acceso al usuario.

Sin embargo, esta realidad incrementa el riesgo de siniestros y accidentes de tránsito con este tipo de vehículos. De ahí que los **controles para precautelar la seguridad vial y ciudadana** se incrementen en varias ciudades del país.

Según **cifras de la Agencia Metropolitana de Tránsito**, (AMT) proporcionadas a Teleamazonas, durante el año 2022 se realizaron 686 operativos, en los que se registró a 17 061 motos, se emitieron 21 203 citaciones por diversas causas.

En lo que va del año **2023** (enero-febrero) se han realizado **173 operativos**, en los cuales se han registrado a 4 542 motos, se han emitido **4 109 citaciones** (por diversas causas).

Siniestros, lesionados y fallecidos en Quito

La situación en el Distrito Metropolitano de Quito, no dista de la realidad nacional, los siniestros que involucraron a motocicletas en la ciudad durante el año 2022 alcanzaron los 751, reportados a la ANT. Los lesionados fueron 833 y el número de fallecidos en la ciudad fue de 88.

En Quito las principales **causas de detención** de motocicletas son:

- Conducir sin portar licencia
- Automotor sin placas
- Motociclista que circula por sitios no permitidos
- No obedecer las señales de tránsito
- Exceso de pasajeros

El ABC de una conducción responsable

Todos los motociclistas deberían cumplir la normativa vigente a nivel nacional y local, sin excepción, para garantizar espacios seguros de movilidad donde cada una de las personas que forman parte de la pirámide de la movilidad cumpla su rol con responsabilidad.

La motocicleta, como medio de transporte, debe circular adecuadamente por las vías destinadas. Obedecer las señales de tránsito, no exceder el límite de velocidad establecido en ciudad (50 km/h), no exceder el número de pasajeros establecidos y portar los documentos habilitantes para la circulación: licencia de conducir y matrícula del vehículo.

Sobre los **equipamientos básicos** que deben portar el **motociclista** y su acompañante cuando le sea permitido son:

- Casco integral homologado.
- Guantes.
- Chaqueta / pantalón resistente a la abrasión.
- Protección de hombros, codos, rodillas y protecciones espinales.
- Durante la noche chalecos o indumentaria reflectiva (según la OMS esta pieza permite hacer visible a una persona a una distancia de 150 metros lo que contribuye a reducir los índices de mortalidad en las vías).

En junio del 2022 la ANT aprobó un Reglamento que norma la **capacidad permitida** de personas que se transportan en motocicletas en todo el Ecuador. Este Reglamento limita a que **una sola persona** podrá circular en motocicletas a **excepción** del traslado de:

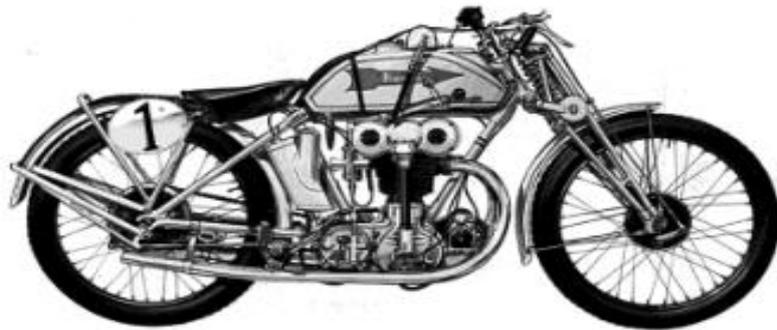
- Cónyuge o conviviente en unión de hecho.
- Hijos o hermanos.
- Personas con discapacidad.
- Adultos mayores.
- Mujeres.
- Menores de 12 años.

El adecuado estado mecánico de una motocicleta

Una motocicleta en condiciones adecuadas para circular en Quito, debe haber aprobado la Revisión Técnica Vehicular, donde se verifica el buen estado de frenos, suspensión y alineación, intensidad de luces, emisión de gases y ruidos.

Sin embargo, expertos en mecánica automotriz recomiendan, una revisión periódica de los siguientes aspectos de las motocicletas, al menos cada dos mil kilómetros de recorrido.

- Cambio de aceite del motor
- Limpieza y calibración de bujías
- Revisar y ajustar válvulas de admisión y escape
- Revisión del electrolito de la batería y sus contactos
- Revisar el sistema eléctrico: luces, pito, direccionales, etc.
- Revisar el desgaste de las zapatas de freno delantero y posterior.
- Verificar el líquido de frenos.
- Lubricar y ajustar el cable del acelerador y embrague.
- Revisar pistas de dirección.



Motorcycle Bianchi "Freccia Celeste" 350 cc of 1924

1 Kinematics of Motorcycles

The kinematic study of motorcycles is important, especially in relation to its effects on the dynamic behavior of motorcycles. Therefore, in this chapter, in addition to the kinematic study, some simple examples of the dynamic behavior of motorcycles are reported in order to show how kinematic peculiarities influence the directional stability and maneuverability of motorcycles.

1.1 Definition of motorcycles

Although motorcycles are composed of a great variety of mechanical parts, including some complex ones, from a strictly kinematic point of view, by considering the suspensions to be rigid, a motorcycle can be defined as simply a spatial mechanism composed of four rigid bodies:

- the rear assembly (frame, saddle, tank and motor-transmission drivetrain group),
- the front assembly (the fork, the steering head and the handlebars),
- the front wheel,
- the rear wheel.

These rigid bodies are connected by three revolute joints (the steering axis and the two wheel axles) and are in contact with the ground at two wheel/ground contact points as shown in Fig. 1-1.

Each revolute joint inhibits five degrees of freedom in the spatial mechanism, while each wheel-ground contact point leaves three degrees of freedom free. If we consider the hypothesis of the pure rolling of tires on the road to be valid, it is easy to ascertain that each wheel, with respect to the fixed road, can only rotate around:

2 Motorcycle Dynamics

- the contact point on the wheel plane (forward motion),
- the intersection axis of the motorcycle and road planes (roll motion),
- the axis passing through the contact point and the center of the wheel (spin).

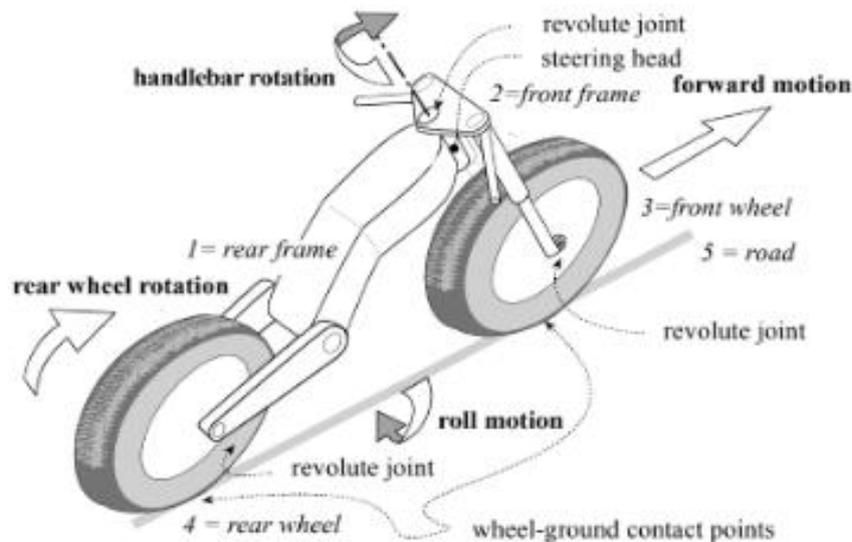


Fig. 1-1 Kinematic structure of a motorcycle.

In conclusion, a motorcycle's number of degrees of freedom is equal to 3, given that the 15 degrees of freedom inhibited by the 3 revolute joints and the 6 degrees of freedom eliminated by the 2 wheel-ground contact points must be subtracted from the 4 rigid bodies' 24 degrees of freedom, as summarized in Fig. 1-2.

A motorcycle's three degrees of freedom may be associated with three principal motions:

- forward motion of the motorcycle (represented by the rear wheel rotation);
- roll motion around the straight line which joins the tire contact points on the road plane;
- steering rotation.

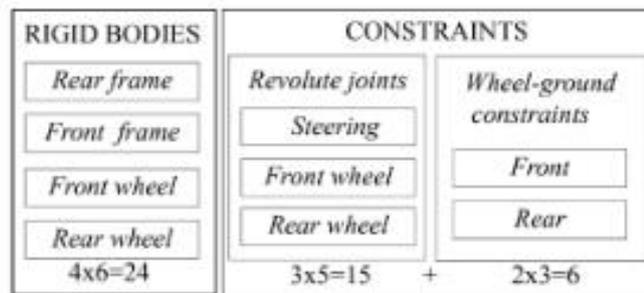
While he drives, the rider manages all three major movements, according to his personal style and skill: the resulting movement of the motorcycle and the corresponding trajectory (e.g. a curve) depend on a combination, in the time domain, of the three motions related to the three degrees of freedom. This generates one maneuver, among the thousands possible, which represents the personal style of the driver.

These considerations have been formulated assuming that the tires move without slippage. However, in reality, the tire movement is not just a rolling process.

The generation of longitudinal forces (driving and braking forces) and lateral forces requires some degree of slippage in both directions, longitudinally and laterally, depending on the road conditions. The number of degrees of freedom is

therefore seven:

- forward motion of the motorcycle,
- rolling motion,
- handlebar rotation,
- longitudinal slippage of the front wheel (braking),
- longitudinal slippage of the rear wheel (thrust or braking),
- lateral slippage of the front wheel,
- lateral slippage of the rear wheel.



Number of degrees of freedom = 24-21 = 3

Fig. 1-2 Degrees of freedom of a motorcycle.

1.2 The geometry of motorcycles

This kinematic study refers to a rigid motorcycle, i.e. one without suspensions with the wheels fitted to nondeformable tires, and schematized as two toroidal solid bodies with circular sections (Fig. 1-3).

Motorcycles can be described using the following geometric parameters:

- p wheelbase;
- d fork offset: perpendicular distance between the axis of the steering head and the center of the front wheel;
- ϵ caster angle;
- R_r radius of the rear wheel;
- R_f radius of the front wheel;
- t_r radius of the rear tire cross section;
- t_f radius of the front tire cross section.

Some important geometric parameters can be expressed in terms of these variables:

- $\rho_r = (R_r - t_r)$ radius of the front torus center circle;
- $\rho_f = (R_f - t_f)$ radius of the rear torus center circle;
- $a_n = R_f \sin \epsilon - d$ normal trail;
- $a = a_n / \cos \epsilon = R_f \tan \epsilon - d / \cos \epsilon$ mechanical trail.



MODIFICATORIA 1 (2017-11-29)

RTE INEN 136 (1R) "MOTOCICLETAS"

Cambio a considerar en todo el texto del reglamento:

La palabra "Tricimoto" se reemplaza por "Tricar".

En la página 3, Numeral 2.1:

Dice:

2.1 Este reglamento técnico se aplica a todas las motocicletas y tricimotos que se importen en CBU o ensamblen y se comercialicen en el Ecuador.

Debe decir:

2.1 Este reglamento técnico se aplica a todas las motocicletas y tricars que se importen en CBU o ensamblen y se comercialicen en el Ecuador.

En la página 3, Numeral 2.3:

Dice:

2.3 Estos productos se encuentran comprendidos en la siguiente clasificación arancelaria:

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
87.03	Automóviles de turismo y demás vehículos automóviles concebidos principalmente para transporte de personas (excepto los de la partida 87.02), incluidos los del tipo familiar («break» o «station wagon») y los de carreras.	
	- Los demás vehículos con motor de émbolo (pistón) alternativo, de encendido por chispa:	
8703.21	- - De cilindrada inferior o igual a 1.000 cm ³ :	
8703.21.00.91	- - - - Vehículo de tres ruedas	Aplica únicamente para motocicletas y tricimotos.
8703.21.00.99	- - - - Los demás	Aplica únicamente para motocicletas y tricimotos
87.11	Motocicletas (incluidos los ciclomotores) y velocípedos equipados con motor auxiliar, con sidecar o sin él; sidecares.	
8711.10.00	- Con motor de émbolo (pistón) alternativo de cilindrada inferior o igual a 50 cm ³ :	
8711.10.00.90	- - Los demás	Aplica únicamente para motocicletas y tricimotos
8711.20.00	- Con motor de émbolo (pistón) alternativo de cilindrada superior a 50 cm ³ pero inferior o igual a 250 cm ³ :	



8711.20.00.91	- - - Vehículo de tres ruedas	Aplica únicamente para motocicletas y tricimotos.
8711.20.00.99	- - - Los demás	Aplica únicamente para motocicletas y tricimotos.
8711.30.00	- Con motor de émbolo (pistón) alternativo de cilindrada superior a 250 cm³ pero inferior o igual a 500 cm³:	
8711.30.00.91	- - - Vehículo de tres ruedas	Aplica únicamente para motocicletas y tricimotos.
8711.30.00.99	- - - Los demás	Aplica únicamente para motocicletas y tricimotos.
8711.40.00	- Con motor de émbolo (pistón) alternativo de cilindrada superior a 500 cm³ pero inferior o igual a 800 cm³:	
8711.40.00.91	- - - Vehículo de tres ruedas	Aplica únicamente para motocicletas y tricimotos.
8711.40.00.99	- - - Los demás	Aplica únicamente para motocicletas y tricimotos.
8711.50.00	- Con motor de émbolo (pistón) alternativo de cilindrada superior a 800 cm³	
8711.50.00.91	- - - Vehículos de tres ruedas	Aplica únicamente para motocicletas y tricimotos.
8711.50.00.99	- - - Los demás	Aplica únicamente para motocicletas y tricimotos.
8711.90.00	- Los demás	
8711.90.00.90	- - Los demás	Aplica únicamente para motocicletas y tricimotos.

Debe decir:

2.3 Estos productos se encuentran comprendidos en la siguiente clasificación arancelaria:

CLASIFICACION	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
87.03	Automóviles de turismo y demás vehículos automóviles concebidos principalmente para transporte de personas (excepto los de la partida 87.02), incluidos los del tipo familiar («break» o «station wagon») y los de carreras.	
	- Los demás vehículos con motor de émbolo (pistón) alternativo, de encendido por chispa:	
8703.21	- - De cilindrada inferior o igual a 1.000 cm ³ :	
8703.21.00.91	- - - - Vehículo de tres ruedas	Aplica únicamente para motocicletas y tricicar.
8703.21.00.99	- - - - Los demás	Aplica únicamente para motocicletas y tricicar.
87.11	Motocicletas (incluidos los ciclomotores) y velocipedos equipados con motor auxiliar, con sidecar o sin él; sidecares.	
8711.10.00	- Con motor de émbolo (pistón) alternativo de cilindrada inferior o igual a 50 cm ³ :	
8711.10.00.90	- - Los demás	Aplica únicamente para motocicletas y tricicar.



8711.20.00	- Con motor de émbolo (pistón) alternativo de cilindrada superior a 50 cm3 pero inferior o igual a 250 cm3:	
8711.20.00.91	--- Vehículo de tres ruedas	Aplica únicamente para motocicletas y tricar
8711.20.00.99	--- Los demás	Aplica únicamente para motocicletas y tricar
8711.30.00	- Con motor de émbolo (pistón) alternativo de cilindrada superior a 250 cm3 pero inferior o igual a 500 cm3:	
8711.30.00.91	--- Vehículo de tres ruedas	Aplica únicamente para motocicletas y tricar
8711.30.00.99	--- Los demás	Aplica únicamente para motocicletas y tricar
8711.40.00	- Con motor de émbolo (pistón) alternativo de cilindrada superior a 500 cm3 pero inferior o igual a 800 cm3:	
8711.40.00.91	--- Vehículo de tres ruedas	Aplica únicamente para motocicletas y tricar
8711.40.00.99	--- Los demás	Aplica únicamente para motocicletas y tricar
8711.50.00	- Con motor de émbolo (pistón) alternativo de cilindrada superior a 800 cm3	
8711.50.00.91	--- Vehículos de tres ruedas	Aplica únicamente para motocicletas y tricar
8711.50.00.99	--- Los demás	Aplica únicamente para motocicletas y tricar
8711.90.00	- Los demás	
8711.90.00.90	-- Los demás	Aplica únicamente para motocicletas y tricar

En la página 4, Numeral 4, incluir el siguiente numeral:

3.1.5 Tricar. Vehículo de tres ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo diseñado para velocidades superiores a los 45 km/h, que su cilindrada sea mayor o igual a 50 cm3. Peso en orden de marcha < 1000 kg. Vehículos de tres ruedas que no pueden clasificarse como vehículos L2.

En la página 5, Numeral 6:

Dice:

6. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

6.1 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2556, *Seguridad en Motocicletas. Espejos retrovisores. Requisitos.*

6.2 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2557, *Seguridad en Motocicletas. Dirección. Procedimientos de Inspección.*

6.3 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2558, *Seguridad en Motocicletas. Frenos. Procedimientos de Inspección.*

Universidad Internacional Del Ecuador



Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz

**Proyecto de Investigación para la obtención del Título de Ingeniero Mecánico
Automotriz**

**Estudio de efectividad del sistema ABS en motocicletas L3 de hasta 400cc a
2800msnm**

Marcelo Alejandro Romero Eguiguren

José Mateo Vázquez Valencia

Director: Ing. Gorky Reyes Campaña, MSC.

Quito, Julio 2016

RESUMEN

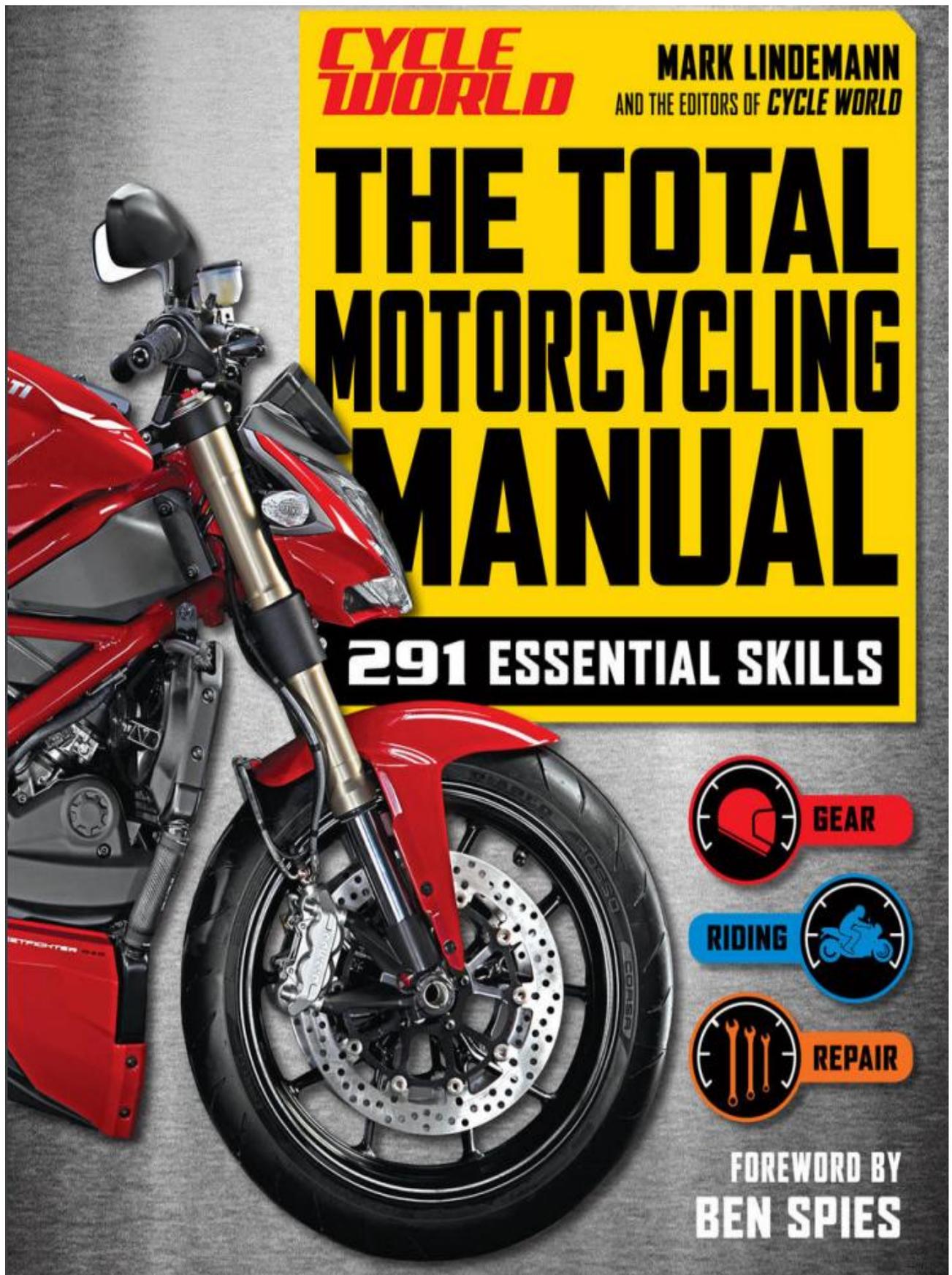
La investigación enfoca su atención en la efectividad del sistema ABS en motocicletas de hasta 400cc de la categoría L3. Al ser vehículos de dos ruedas que cuentan con una limitada superficie de contacto hacia el asfalto, el nivel de dificultad para ejecutar una maniobra de emergencia es superior así como el riesgo de perder el control en la etapa de frenado. Por este motivo se propuso poner a prueba dos ejemplares de características similares para demostrar su desempeño, una de ellas contando con un sistema convencional de frenos y la otra asistida por ABS. Para este fin se tomó referencia normas internacionales como la Regulación Técnica Global No. 3 en donde se seleccionaron pruebas de homologación permitiendo realizar una evaluación del comportamiento de cada motocicleta en diferentes condiciones de frenado, así como la comprobación de las deceleraciones producidas como principal magnitud influyente en el proceso. El análisis de estos resultados reflejó la efectividad del sistema antibloqueo de frenos y la importancia de la inclusión de este mecanismo para la seguridad del piloto.

Motocicleta, ABS, Pruebas, Efectividad, Seguridad

CONCLUSIONES

- Fue posible observar en los diferentes registros de los ensayos realizados que los sistemas de frenado que implementan estas motocicletas cumplen con la regulación seleccionada GTR no. 3 en las diversas pruebas solicitadas bajo las condiciones propuestas por este estudio. Sin embargo, es conveniente mencionar que la fuerza de frenado recomendada para los ensayos por la GTR no. 3 no fue considerada como un parámetro estricto ya que el propósito de la investigación dirige su atención hacia la comprobación de la capacidad máxima de frenado de cada motocicleta, por lo tanto, la fuerza aplicada también fue la máxima posible en todo momento. Este parámetro no solo influyó en la distancia promedio de parada, sino que también afectó en la desaceleración generada en cada motocicleta logrando alcanzar valores mucho más elevados de los solicitados.
- Si bien es cierto la Pulsar 200NS fue superior en la prueba de accionamiento separado con freno delantero obteniendo una distancia promedio de parada de 11.35 m frente a los 14.86 m de la KTM, esto no refleja necesariamente una condición de seguridad en el proceso de detención. Hay que recordar que el propósito fundamental del sistema de frenos es disminuir la velocidad manteniendo el control del vehículo en todo momento; mientras que en esta prueba la Pulsar 200NS se encontraba al borde de un posible volcamiento.
- Las distancias elevadas en comparación a la prueba de freno delantero de la Pulsar 200NS y la KTM Duke 390 de 37.42 m y 31.56 m respectivamente determinaron que el freno posterior por separado presenta poca efectividad en el proceso de frenado debido a la transferencia de peso que se recarga en el eje delantero, utilizar por únicamente el freno posterior no garantiza la reducción de velocidad en un trayecto prudente. Sin embargo, accionar el freno posterior conjuntamente con el delantero aporta no solo a la reducción de distancia de frenado sino también al incremento de desaceleración promedio en un período de tiempo.

Anexo 7. THE TOTAL MOTORCYCLING MANUAL MARK LINDEMANN (Lindemann, 2013)



7 CHOOSE THE RIGHT BIKE FOR YOU

When it comes to picking a new bike, there are a lot of options, and the next few pages of this book will take you through them one by one. Start by being brutally honest with yourself. Are you really going to be taking weeklong road trips through the Alps, or are you more likely to commute to the train station every workday? Both plans are fine, but they will point you to two different types of bike. As you start this process, there are two schools of thought: Call them left brain and right brain.

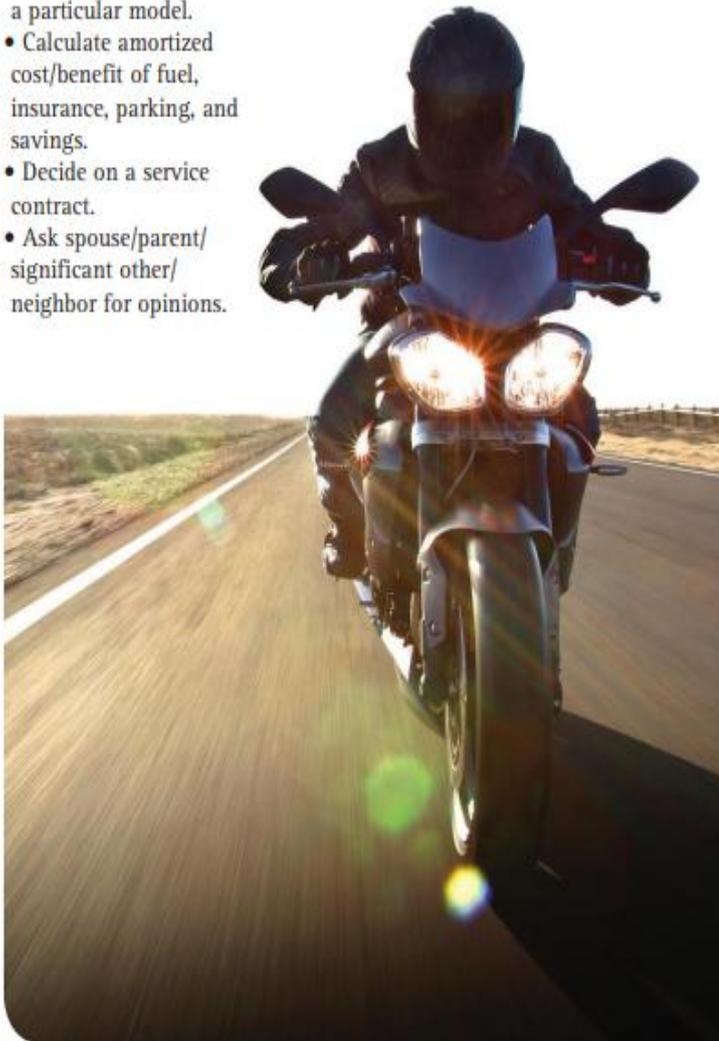
LEFT BRAIN

- Decide your primary use.
- Identify a budget.
- Decide if you want to go new or used.
- Go for a test ride.
- Compare varying brands.
- Perform online searches for the benefits and liabilities of a particular model.
- Calculate amortized cost/benefit of fuel, insurance, parking, and savings.
- Decide on a service contract.
- Ask spouse/parent/significant other/neighbor for opinions.

- Ask experienced riders for opinions.
- Research specific models online.

RIGHT BRAIN

- Pick the bike that makes your heart beat the fastest.



8

GET MORE INFORMATION

Want to find out more about your dream bike? It's as easy as 1-2-3.

STEP 1 Check out general information in magazines and in authoritative online sources. Magazines such as *Cycle World* in the U.S. offer a wide range of facts, figures, and opinions in print and digital versions, will set you up with publications in other countries/languages.

STEP 2 Identify the bikes you're most interested in, Google them, and find the info you need for your country. Make sure you visit your local dealerships, too. They'll probably have your dream (new) bike sitting in the showroom, as well as brochures and other literature for you to take home and study.

STEP 3 Ask around, both on the web and wherever the riders in your area hang out. Social media is fine—as far as it goes. But nothing beats real socialization. Motorcycles aren't virtual—they're real.



82 BECOME A BETTER RIDER IN 12 STEPS

PAY ATTENTION Thoughts drifting as you ride? Park the bike, get a cup of coffee and get your mind right.

RIDE A DIRTBIKE Nothing teaches you about traction and body positioning like a dirtbike. You'll also learn what to do when you encounter water or sand on paved roads.

RIDE BEHIND A BETTER RIDER Think you're good? Riding with someone better will show you just how much you can still learn.

COMPETE Nobody wants to finish last. Competition at any level makes you focus and try harder, even if you never make it to the podium.

LOOK FARTHER When we get lazy or tired, we look only a short distance in front of the bike. Lift your chin and look ahead. In turns, look where you want to go: through the turn, not just into the entrance.

SIT RIGHT Motorcycles are dynamic vehicles; your body position makes a tremendous difference in how they respond. Riding like a couch potato doesn't help.

ADJUST YOUR CONTROLS Always check your controls, handlebars, and footpegs.

CLEAN AND MAINTAIN YOUR RIDE As you clean your bike, you can spot problems. And doing your own maintenance makes you more aware of your machine's overall condition.

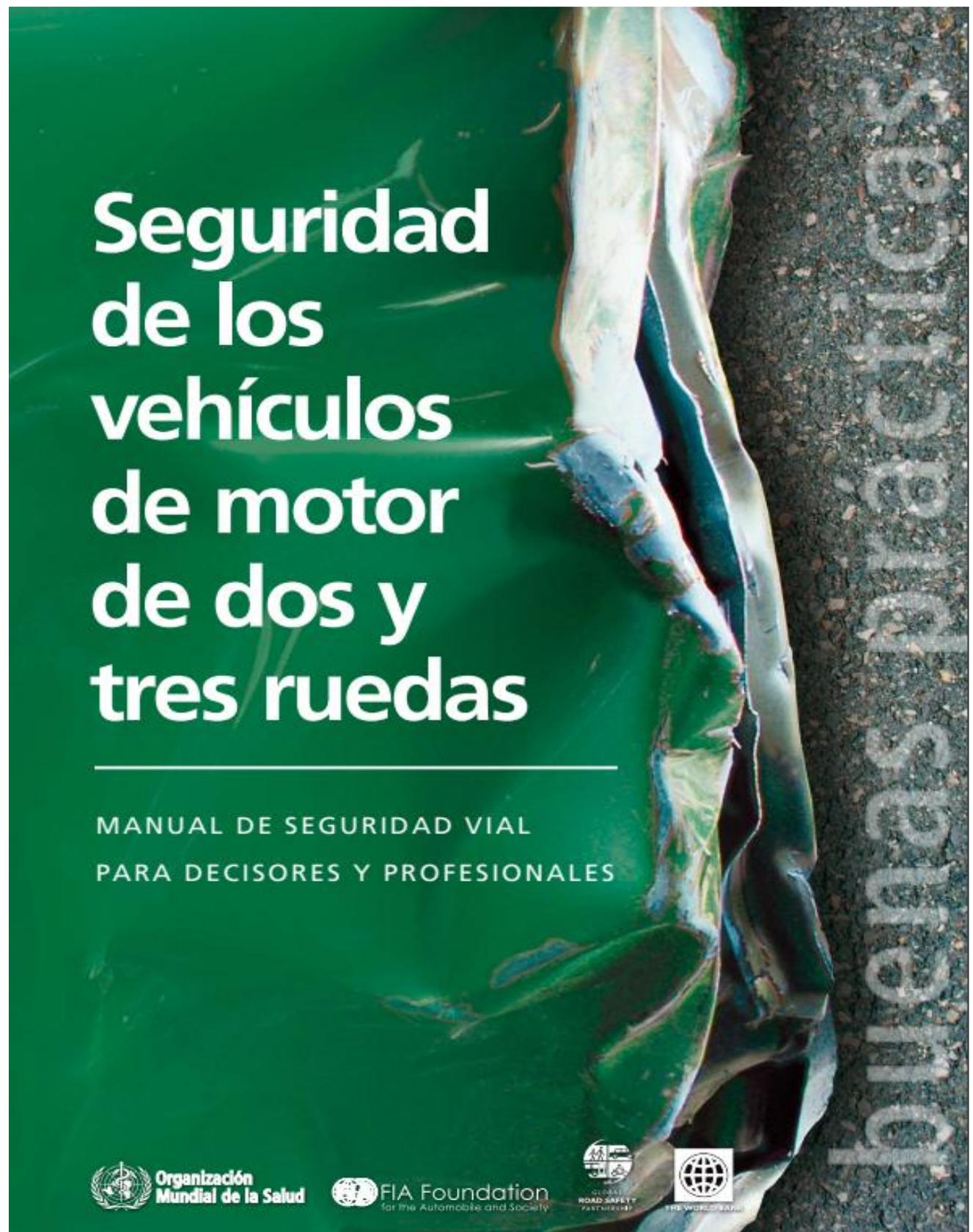
RIDE IN THE RAIN Riding well in the rain makes you focus on traction, lean angle, steering input, braking, and overall smoothness.

RIDE ANOTHER BIKE It's easy to get complacent when riding the same bike daily. A new machine makes you sharpen your focus and keeps you learning.

BE SMOOTH Pick a day of the week and forget about everything else but being smooth. It'll make you anticipate the road or trail and all of your inputs, and that builds awareness.

BRAKE HARD Don't wait for a panic stop to practice this one. In a safe area, practice hard stops using both the front and rear brakes.





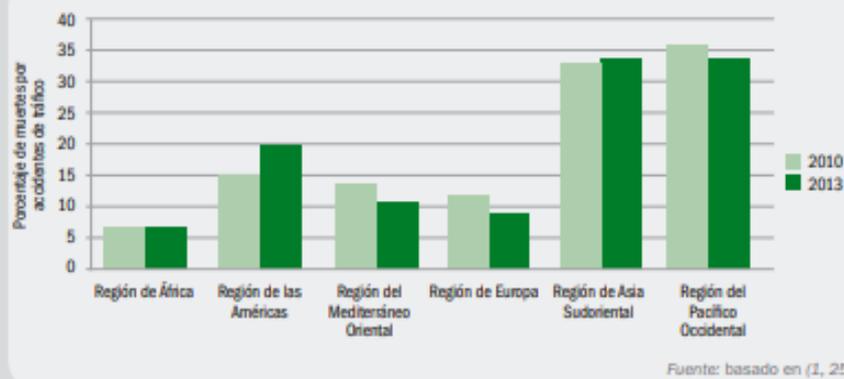
A NIVEL MUNDIAL, los accidentes de PTW causaron más de 286 000 muertes en 2013, lo que representa alrededor de un 23% de las defunciones por accidentes de tránsito de ese año (1). Este número alarmante de muertes que se podrían evitar pone de relieve la necesidad de que en las políticas de seguridad vial se preste más atención a los PTW y su utilización. La proporción de defunciones por accidentes de circulación entre los usuarios de PTW se mantuvo en gran medida sin cambios entre 2010 y 2013 en todas las regiones, excepto la Región de las Américas, en que aumentó del 15% al 20% del total de defunciones por esa causa. Este incremento se asocia al rápido crecimiento del número de PTW en la región. Algunos países africanos también experimentaron un aumento de la proporción de fallecimientos por accidentes viales vinculado al rápido incremento de la utilización de PTW. Según el *Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2015 (1)*, en la República Unida de Tanzania, por ejemplo, el número de motocicletas aumentó del 46% de los vehículos matriculados en 2010 al 54% en 2013, mientras que la proporción de las muertes de motociclistas pasó del 18% al 22% durante ese periodo.

En este módulo se ofrece información de base sobre la seguridad de los PTW y la necesidad de prestar más atención a la seguridad de sus usuarios teniendo en cuenta los puntos siguientes:

- la definición de PTW;
- la importancia de los PTW para la movilidad;
- la magnitud del problema de las lesiones causadas por accidentes de PTW;
- los factores de riesgo relacionados con los PTW; y
- el enfoque de sistema seguro y la seguridad de los PTW.

1.1 Qué son los PTW

Los PTW son vehículos de motor de dos o tres ruedas, propulsados por un motor de combustión interna o bien por baterías recargables. Se pueden dividir en diferentes categorías, por ejemplo motocicletas (de calle, clásicas, de rendimiento o super sport, de turismo, personalizadas, de campo); motonetas o escúteres; bicicletas eléctricas; y triciclos (2). Las categorías principales de vehículos de motor de dos y tres ruedas que abarca este manual son las motocicletas (incluidos los ciclomotores) y las bicicletas eléctricas. El único tipo de triciclo motorizado incluido en el manual es un *ricksshaw* de propulsión eléctrica. Las definiciones y descripciones básicas de estos vehículos figuran en el recuadro 1.1. Los problemas de seguridad relativos a las bicicletas eléctricas y los *ricksbaws* motorizados se resumen utilizando ejemplos de China (recuadro 1.2) y la India (recuadro 1.3).

Figura 1.4 Proporción de muertes de motociclistas por regiones de la OMS

1.3.2 Características demográficas de los usuarios de PTW muertos o lesionados en accidentes de tráfico

El perfil demográfico y socioeconómico de los usuarios de PTW gravemente heridos o muertos varía enormemente de una región a otra y según el nivel de ingresos del país.

- En los países de ingresos bajos y medios, la mayoría de los usuarios de PTW tienen entre 15 y 34 años, mientras que en los países de ingresos altos utilizan estos vehículos principalmente personas de 35 años o más. Así pues, en los países de ingresos bajos y medios la mayoría de las víctimas de accidentes de PTW son personas que se encuentran en los años más productivos de su vida, con una edad media de 25 años. En estos países, la edad punta de los lesionados en accidentes de motocicleta se sitúa entre los 20 y los 30 años (18).
- La mayoría de las víctimas mortales en los países de ingresos bajos y medios también se encuentra en el mismo grupo etario de jóvenes adultos (es decir, de entre 15 y 34 años), mientras que en los países de ingresos altos la edad media de los usuarios de PTW fallecidos a raíz de un accidente de tránsito ronda los 55 años. Este perfil que presentan los países de ingresos altos refleja en parte el hecho de que los PTW se utilizan más con fines recreativos que en los países de ingresos bajos y medios, donde constituyen el modo de transporte principal (18).

En la figura 1.5 se presentan datos de algunos países, correspondientes al último año en que los hay disponibles, sobre la distribución de las defunciones relacionadas con accidentes de PTW por grupo de edad, destacándose la variación entre los países. En los países de ingresos bajos y medios (como la Argentina, el Brasil, Colombia, México, Tailandia y Venezuela), más del 60% de las defunciones relacionadas con esos vehículos correspondía a adultos jóvenes de entre 15 y 34 años. En los países de ingresos

de tener en cuenta tanto la legislación como la exigencia de su cumplimiento y la sensibilización a fin de aumentar las tasas de uso de casco entre los niños.

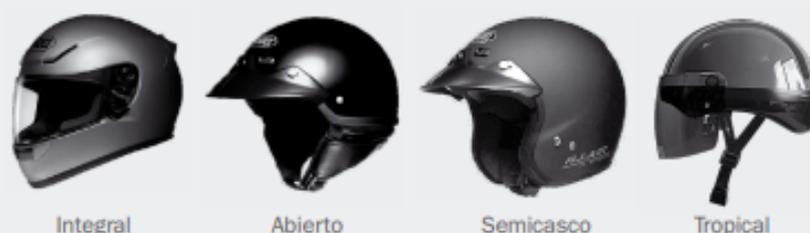
Otro obstáculo al cumplimiento de la legislación sobre el casco puede ser el uso poco coherente del casco por la policía. Su uso obligatorio por los funcionarios públicos puede ser un buen punto de partida para hacer cumplir las leyes referentes al casco de motociclista.

La falta de cascos de calidad es también un problema en algunos países, que menoscaba los posibles logros de los programas destinados a fomentar la utilización del casco (53, 54). Las dificultades para conseguir cascos de calidad y tamaño adecuado son un problema particularmente para los niños de corta edad (46). Por ello es importante contar con normas sobre seguridad de los productos y sistemas para vigilar la calidad de productos como los cascos.

Normas relativas a los cascos

Para que un casco sea eficaz debe ser de calidad suficiente para proteger al máximo la cabeza (55) (véase en la figura 3.1 distintos tipos de cascos). Las normas relativas a los cascos son una de las medidas de reglamentación encaminadas a conseguir que los cascos que se comercializan y usan los motoristas ofrezcan un grado de seguridad uniformemente reconocido.

Figura 3.1 Tipos de cascos y grado de protección



Los motociclistas que usan cascos conformes a la normativa corren menor riesgo de sufrir traumatismos craneales y lesiones cerebrales traumáticas que aquellos que no los usan (34, 56-61). El ajuste adecuado del casco es también importante para que este sea plenamente eficaz. La legislación de apoyo y el cumplimiento de la ley gracias a la información y educación del público sobre la importancia de utilizar correctamente los cascos conformes a la normativa pueden ayudar a crear una norma social compartida, que se ha constatado favorece un mayor uso del casco (55) (véase el recuadro 3.4). Si bien ha habido relativamente pocos estudios acerca de la eficacia del casco particularmente entre los niños usuarios de motocicletas, en los referentes a

Efectos sobre la audición

La deficiencia auditiva se define como un incremento en el umbral de audición. Puede estar acompañada de zumbido de oídos (*tinnitus* o acúfenos) La deficiencia auditiva causada por ruido se produce predominantemente en una banda de frecuencia de 3.000 Hz a 6.000 Hz, ocurriendo el efecto más importante en los 4.000 Hz.

Su causa reside en la muerte y pérdida progresiva de las células ciliadas del oído interno, ya que no se regeneran. El daño se produce como consecuencia de la intensidad del sonido, independientemente de su origen: resultan tan nocivos los 120 dB de un avión despegando como una sinfonía de Mozart escuchada a 120 dB. Los efectos del ruido sobre la audición son acumulativos a lo largo de toda la vida. Algunos factores favorecen el daño celular auditivo y su progresión: hipertensión arterial, dietas ricas en grasas, inhalación de monóxido de carbono, fármacos ototóxicos.

El grado de deficiencia auditiva en poblaciones expuestas al ruido ocupacional depende del valor de LAeq,8h, del número de años de exposición al ruido y de la sensibilidad del individuo. Si el LAeq,8h y el tiempo de exposición aumentan, la deficiencia auditiva puede ocurrir inclusive en frecuencias tan bajas como los 2.000 Hz. Sin embargo, no se espera que ocurra en niveles de LAeq,8h de 75 dB(A) o menos, aun cuando la exposición al ruido sea prolongada. La exposición a 85 dB A durante 8 h diarias se asocia a pérdida auditiva al cabo de 10-20 años. La propensión a la deficiencia se da por igual en hombres y mujeres.

La norma ISO de 1999 presenta un método para calcular la deficiencia auditiva provocada por el ruido en poblaciones expuestas a todo tipo de ruido (continuo, intermitente, de impulso) durante las horas de trabajo. Ese método también se debería usar para calcular la deficiencia auditiva causada por la exposición a ruidos ambientales y de actividades recreativas. Esta norma asume que la exposición a largo plazo a niveles de ruido de LAeq,24h de hasta 70 dB(A) no producirá deficiencias auditivas. Para evitar la pérdida de audición debido a la exposición a ruidos de impulso, las presiones sonoras máximas nunca deben exceder de 140 dB para adultos y de 120 dB para niños. El ruido de disparos con niveles de LAeq,24h por encima de 80 dB(A) tiene un mayor riesgo de deficiencia auditiva.

La evolución típica muestra una primera fase, con pérdida de unos 40 dB en la frecuencia de 4.000 Hz, que se recupera al acabar la exposición al ruido, siempre en relación con la audición de base previa. En una fase posterior, esta pérdida no se recupera, aunque no aparecen dificultades comunicativas. La pérdida auditiva se estabiliza si el individuo deja de estar en contacto con el ruido. Si la agresión del ruido continúa, las lesiones se extienden hacia las células sensoriales que captan ondas de frecuencias próximas a las de 4.000, ini-

ciándose un progresivo deterioro de las habilidades comunicativas auditivo-verbales.

Se conocen una serie de factores que influyen en la lesión auditiva inducida por el ruido:

- La intensidad: el umbral de nocividad del ruido se sitúa entre 85 y 90 dB(A).
- La frecuencia: las frecuencias superiores a 1.000 Hz son más perjudiciales.
- La duración de la exposición.
- La susceptibilidad individual.
- La edad: el efecto del ruido se puede sumar a la presbiacusia.
- La vulnerabilidad coclear: en aquellas personas a las cuales se les han eliminado los sistemas automáticos de protección de las células ciliadas del oído interno, como en la cirugía de la otosclerosis y de las timpanoplastias.

El ruido interfiere en la comunicación oral. La mayor parte de la energía acústica del habla está en la banda de frecuencias de 100 Hz a 6.000 Hz, con una intensidad variable entre 30 dB y 70 dB. La señal más constante se encuentra entre 300 Hz y 3.000 Hz. Cuando se escuchan mensajes complicados (en la escuela, en lengua extranjera o en una conversación telefónica), la razón de la señal en comparación con el ruido debe ser al menos de 15 dB con un nivel de voz de 50 dB(A). Ese nivel de ruido corresponde en promedio a un nivel casual de voz en hombres y mujeres ubicados a un metro de distancia. En consecuencia, para una percepción clara del habla, el nivel de ruido de fondo no debe ser mayor de 35 dB(A).

La interferencia en el habla es básicamente un proceso de enmascaramiento, en el cual el ruido simultáneo impide la comprensión. El ruido ambiental también puede enmascarar otras señales acústicas importantes para la vida cotidiana, tales como el timbre de la puerta o del teléfono, la alarma de los relojes despertadores o contra incendios, otras señales de advertencia y la música. En el ámbito laboral esto representa una disminución de la seguridad laboral, ya que el trabajador recibe con dificultad el aviso de un posible peligro y le obliga a utilizar una intensidad vocal alta, realizando un sobreesfuerzo vocal que puede desencadenar una disfonía disfuncional.

Las frecuencias agudas, las más afectadas por la pérdida auditiva, son las que transportan la información que nos permite distinguir unas palabras de otras. El sujeto pierde información al oír que le hablan pero no entiende la totalidad de lo que le dicen. Para superarlo, tanto el locutor como el receptor deben hacer esfuerzos suplementarios que en muchas ocasiones acaban en fatiga, irritación, agresividad, aislamiento o incluso en depresión.

La dificultad para entender la conversación cotidiana está influenciada por el nivel del habla, la pronuncia-

ción, la distancia entre el hablante y el oyente, las características del ruido circundante, la agudeza auditiva y el nivel de atención. El tiempo de reverberación de más de un segundo produce una pérdida en la discriminación del habla y hace que la percepción sea más difícil. Para que los oyentes con audición normal entiendan una oración completa, la relación de la señal con el ruido (la diferencia entre el nivel del habla y el nivel del ruido que interfiere) debe ser al menos de 15 dB(A). Debido a que el nivel de presión sonora de la comunicación normal es de aproximadamente 50 dB(A), el ruido con niveles de 35 dB(A) o más interfiere en la comunicación oral en habitaciones pequeñas. Para una adecuada comprensión del habla, los niveles de ruido de fondo deben ser los más bajos posibles en aulas o salas de conferencias o en grupos sensibles, para lo que se requieren niveles de fondo menores y tiempos de reverberación por debajo de 0,6 s.

El cansancio o fatiga auditiva causados por ruidos molestos en realidad representan una respuesta fisiológica de protección del oído hacia sonidos de intensidad elevada, de más de 90 dB. Se manifiestan como una elevación temporal del umbral de audición después de haber cesado la emisión del ruido, apreciándose por tanto un descenso transitorio de la capacidad auditiva sin producirse lesión orgánica. La recuperación del umbral de audición puede tardar un tiempo, pero algunos factores conducen a la persistencia del déficit auditivo:

- La intensidad del ruido recibido: cuanto más intenso sea, mayor es el desplazamiento del umbral de audición y, por lo tanto, más lenta la recuperación.
- El tiempo de exposición: cuanto más larga y/o reiterada sea la duración de la exposición más lenta es la recuperación.
- Las frecuencias afectadas: afecta a las frecuencias próximas a las del ruido expuesto, pero especialmente a las frecuencias altas. Independientemente de las frecuencias del ruido fatigante, las frecuencias alrededor de los 4.000 Hz tardan más en recuperarse.

Efectos sobre el sueño

El sueño ininterrumpido es un prerrequisito para el buen funcionamiento fisiológico y mental. El descanso requiere que el nivel de sonido equivalente no exceda de 30 dB(A) para el ruido continuo de fondo y se debe evitar el ruido episódico por encima de 45 dB(A). El ruido ambiental produce trastornos primarios y secundarios del sueño. Los efectos primarios consisten en dificultad para conciliar el sueño (aumento en la latencia del sueño), interrupción del sueño, alteración en su profundidad (disminuye el tiempo dedicado a las fases más profundas, las fases REM, necesarias para un sueño reparador, lo que implica que el sujeto suele levantarse con sensación de cansancio), cambios en la presión arterial y en la frecuencia cardíaca, vasoconstricción, variación en la respiración, y mayores movi-

mientos corporales. Los efectos secundarios o posteriores en la mañana o días siguientes se presentan bajo una percepción de menor calidad del sueño, fatiga, depresión y reducción del rendimiento.

La probabilidad de ser despertado aumenta con el número de eventos de ruido por noche, especialmente cuando aumenta la diferencia entre los niveles de sonido de un ruido y los niveles de sonido de fondo, en lugar del nivel de ruido absoluto. Se debe tener en cuenta la intermitencia del ruido para fijar límites de exposición al ruido durante la noche. También se debe prestar atención especial a las fuentes de ruido en un ambiente con bajos niveles de presión sonora de fondo, a las combinaciones de ruido y vibraciones y a las fuentes de ruido con componentes de baja frecuencia (p. ej. sistemas de ventilación).

Efectos sobre la función cardiovascular

La exposición prolongada a altos niveles sonoros en individuos susceptibles causa alteraciones pasajeras del ritmo cardíaco y excitabilidad vascular por efectos del ruido sobre el sistema neurovegetativo, a través de la acción de las catecolaminas (adrenalina y noradrenalina). El efecto cardiovascular de niveles de ruido industrial durante 5 a 30 años, así como exposiciones a largo plazo al ruido del tráfico con valores de LAeq,24h de 65dB(A)-70 dB(A), se han vinculado a cardiopatía isquémica y, en menor medida, a hipertensión arterial, si bien las asociaciones son débiles. La magnitud y duración de los efectos se determinan, en parte, por las características individuales, el estilo de vida y las condiciones ambientales. Los sonidos de intensidad no elevada también provocan respuestas neurovegetativas bajo el reflejo de defensa, en particular cuando son poco familiares y aparecen súbitamente.

Efectos hormonales

El ruido accede al hipotálamo por vías extraauditivas, activa el eje hipotálamohipofisario y acaba desencadenando una sobreproducción de las hormonas del estrés: adrenalina y noradrenalina. Su efecto es similar al del miedo y la tensión: aumento de pulsaciones, modificación del ritmo respiratorio, aumento de la tensión muscular, incremento de la presión arterial, aumento de la resistencia de la piel, afinamiento de la agudeza de visión y vasoconstricción periférica. Son efectos no permanentes y desaparecen al cesar el ruido.

Algunos estudios han aportado datos de aumento de las cifras de cortisol plasmático y alteraciones en los ciclos menstruales de las mujeres asociados a elevados niveles de ruido.

Efectos digestivos

La interrupción del descanso reparador durante el sueño puede asociarse a un incremento de la enfermedad gastroduodenal al aumentar la secreción ácida en el estómago.

Efectos sobre la salud mental

Los ruidos urbanos que interfieren el descanso y la recreación parecen ser los más importantes en incidir sobre el comportamiento. Existen pruebas consistentes de que el ruido por encima de 80 dB(A) reduce la actitud cooperativa y de que el ruido fuerte también aumenta el comportamiento agresivo en individuos predispuestos a la agresividad. También existe la preocupación de que los altos niveles de ruido crónico contribuyan a sentimientos de desamparo entre los escolares.

El ruido ambiental no causa directamente enfermedades mentales, pero puede acelerar e intensificar el desarrollo de trastornos mentales latentes. La exposición a altos niveles de ruido ocupacional se ha asociado con el desarrollo de neurosis, aunque los resultados de la relación entre ruido ambiental y efectos sobre la salud mental todavía no son concluyentes.

No obstante, los estudios sobre el uso de medicamentos, tales como tranquilizantes y pastillas para dormir, síntomas psiquiátricos y tasas de internamientos en hospitales psiquiátricos entre personas afectas de ruido ambiental molesto, sugieren que el ruido urbano puede tener efectos adversos sobre la salud mental.

Efectos sobre el aprendizaje y el rendimiento

Se ha demostrado que el ruido puede perjudicar el rendimiento de los procesos cognitivos principalmente en trabajadores y niños. Si bien un incremento provocado del ruido puede mejorar el rendimiento en tareas sencillas a corto plazo (incluso en el caso del aumento de la concentración en estudiantes que memorizan con la música alta), el rendimiento cognitivo se deteriora sustancialmente en tareas más complejas. Los efectos cognoscitivos más afectados por el ruido son la lectura, la atención, la solución de problemas y la memorización. El ruido también puede actuar como estímulo de distracción y el ruido súbito puede producir un efecto desestabilizante como resultado de una respuesta ante una alarma.

La exposición al ruido también afecta negativamente al rendimiento. En las escuelas situadas alrededor de los aeropuertos, los niños expuestos crónicamente al ruido de aviones tienen problemas en la adquisición y comprensión de la lectura, en la persistencia para completar rompecabezas difíciles y en la capacidad de motivación. Algunas de las estrategias de adaptación al ruido de los aviones y el esfuerzo necesario para desempeñar adecuadamente una tarea tienen su precio, ya que los niños que viven en áreas más ruidosas presentan alteraciones en el sistema nervioso simpático, manifestadas con mayores niveles de la hormona del estrés y una presión sanguínea más elevada en estado de reposo. El ruido también puede producir deficiencias y errores en el trabajo, así algunos accidentes pueden indicar un rendimiento deficiente.

Efectos sociales y sobre la conducta

El ruido, además de molestia, puede producir varios efectos sociales y conductuales. Estos efectos a menudo son complejos, sutiles e indirectos, y aparecen como el resultado de la interacción de diversas variables no auditivas. El efecto del ruido urbano sobre la molestia se puede evaluar con cuestionarios o estudios del trastorno de actividades específicas. Sin embargo, se debe reconocer que niveles similares de ruido del tráfico o de la industria causan diferentes grados de molestia. Esto se debe a que la molestia en las personas varía no sólo con las características del ruido, incluida la fuente del ruido, sino que depende en gran medida de muchos factores no acústicos de naturaleza social, psicológica o económica. La correlación entre la exposición al ruido y la molestia general es mucho mayor en un grupo que en un individuo. El ruido por encima de 80 dB(A) también puede reducir la actitud cooperativa y aumentar la actitud agresiva.

Durante el día pocas personas se sienten altamente perturbadas por niveles de LAeq por debajo de 55 dB(A), y pocas se sienten moderadamente perturbadas con niveles de LAeq por debajo de 50 dB(A). Los niveles de sonido durante la tarde y la noche deben ser 5 dB a 10 dB menores que durante el día. El ruido con componentes de baja frecuencia requiere valores guía inferiores. Para el ruido intermitente se debe considerar el nivel máximo de presión sonora y el número de sucesos de ruido. Las reacciones temporales más fuertes ocurren cuando la exposición aumenta con el tiempo, en comparación con una exposición constante. En la mayoría de casos, LAeq,24h y Ldn son aproximaciones aceptables de la exposición al ruido relacionada con la molestia. No existe consenso sobre un modelo para la molestia total debida a la combinación de fuentes de ruido ambiental. Por ejemplo, el ruido puede interferir la comunicación oral durante el día y perturbar el sueño durante la noche, como ocurre en zonas residenciales con alta contaminación por el ruido.

Se han observado reacciones más fuertes cuando el ruido está acompañado de vibraciones y componentes de baja frecuencia o impulsos.

SUBGRUPOS VULNERABLES

Subgrupos vulnerables son aquéllos en los que el ruido ocasiona más problemas o que necesitan menor carga de ruido para generarlos. Aquéllos en los que se deben contemplar de forma especial los diferentes efectos del ruido, sus ambientes y modos de vida específicos: personas con enfermedades específicas (por ejemplo, hipertensión); los internados en hospitales o convalecientes en su domicilio; los individuos que realizan tareas cognitivas complejas; ciegos; sordos; bebés; niños pequeños, y ancianos.

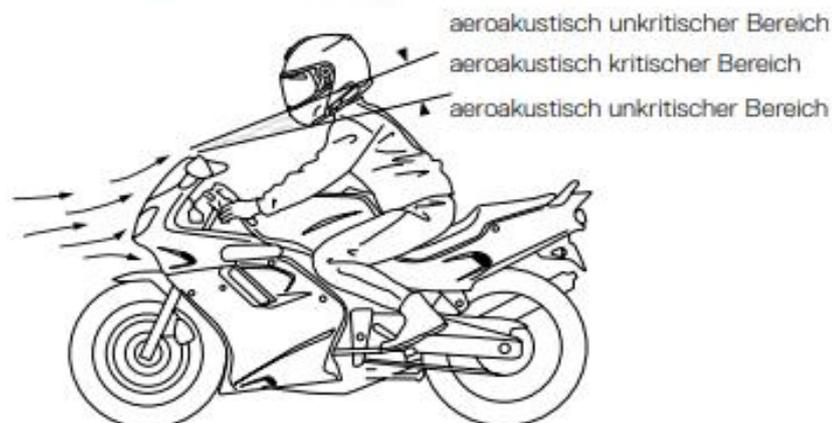
C. DER HELM

ⓘ **Achtung:**

Durch die aeroakustische Optimierung des Helms (und die damit einhergehenden geringeren Windgeräusche im Helm) kann die tatsächliche Geschwindigkeit leicht unterschätzt werden. Verlassen Sie sich bei der Einschätzung der gefahrenen Geschwindigkeit nicht auf Ihr Gehör, sondern kontrollieren Sie diese anhand Ihres Tachometers.

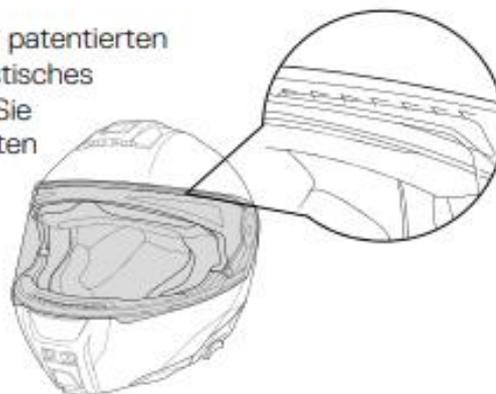
ⓘ **Achtung:**

Bei verkleideten Motorrädern treten im Randbereich des erzeugten Windschattens starke Luftverwirbelungen auf. Diese können die aeroakustische Leistungsfähigkeit des Helms erheblich reduzieren. Die Motorradverkleidung sollte so angepasst sein, dass die abgehende Wirbelschicht nicht direkt auf die Helmunterseite trifft.



Visierturbulatoren

Die an der Oberseite des Visiers befindlichen patentierten Visierturbulatoren sind ein weiteres aeroakustisches Feature zur Verbesserung der Helmakustik. Sie beseitigen störende Pfeifgeräusche bei Fahrten mit geöffnetem Visier.



DE

norma española

UNE-EN 61672-1

Noviembre 2014

TÍTULO	Electroacústica Sonómetros Parte 1: Especificaciones <i>Electroacoustics. Sound level meters. Part 1: Specifications.</i> <i>Electroacoustique. Sonomètres. Partie 1: Spécifications.</i>
CORRESPONDENCIA	Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 61672-1:2013, que a su vez adopta la Norma Internacional IEC 61672-1:2013.
OBSERVACIONES	Esta norma anulará y sustituirá a la Norma UNE-EN 61672-1:2005 antes de 2016-11-05.
ANTECEDENTES	Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 209 <i>Equipos electrónicos</i> .

EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-EN 61672-1

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 31811-2014

© AENOR 2014
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Génova, 6
28004 MADRID-España

info@aenor.es
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201
Fax: 913 104 032

55 Páginas

1 Objeto y campo de aplicación

Esta segunda edición de la Norma IEC 61672-3 describe procedimientos para la verificación periódica de sonómetros con ponderación temporal, integradores-promediadores e integradores que fueron diseñados para conformar con las especificaciones de la clase 1 o de la clase 2 de la segunda edición de Norma IEC 61672-1. El objetivo de esta norma es asegurar que la verificación periódica se realice de una forma consistente por todos los laboratorios.

NOTA 1 En esta norma, las referencias a las Normas IEC 61672-1, IEC 61672-2 e IEC 61672-3 se refieren a las segundas ediciones, a menos que se especifique lo contrario.

NOTA 2 Los procedimientos para los ensayos periódicos de los sonómetros diseñados conforme a las especificaciones de la Norma IEC 61672-1:2002 se dan en la Norma IEC 61672-2:2003.

El propósito de la verificación periódica es asegurar al usuario que el funcionamiento de un sonómetro es conforme con las especificaciones aplicables de la Norma IEC 61672-1 para una serie limitada de ensayos clave y para las condiciones ambientales bajo las que los ensayos se realizaron.

La extensión de los ensayos en esta parte de la Norma IEC 61672 se ha restringido deliberadamente al mínimo que se considera necesario para los ensayos periódicos.

Los ensayos periódicos descritos en esta edición de la Norma IEC 61672-3 se aplican a los sonómetros para los que el fabricante declara conformidad con las especificaciones de la segunda edición de la Norma IEC 61672-1. Los ensayos periódicos descritos en esta edición de la Norma IEC 61672 se aplican a los sonómetros para los que el modelo ha sido, o no ha sido, aprobado por una organización de ensayo independiente responsable de aprobaciones de modelo de acuerdo con los procedimientos de ensayo de la segunda edición de la Norma IEC 61672-2.

Debido a la extensión limitada de los ensayos periódicos, si la evidencia de la aprobación del modelo no está disponible públicamente, no se puede pronunciar una conclusión general sobre la conformidad con las especificaciones de la Norma IEC 61672-1, aun cuando los resultados de los ensayos periódicos sean conformes con todos los requisitos aplicables de esta edición de la Norma IEC 61672-3.

2 Normas para consulta

Los documentos indicados a continuación, en su totalidad o en parte, son normas para consulta indispensables para la aplicación de este documento. Para las referencias con fecha, solo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición (incluyendo cualquier modificación de ésta).

IEC 60942, *Electroacústica. Calibradores acústicos.*

IEC 61094-5, *Micrófonos de medida. Parte 5: Métodos para la calibración en presión de los micrófonos patrones de trabajo por comparación.*

IEC 61094-6, *Micrófonos de medida. Parte 6: Actuadores electrostáticos para la determinación de la respuesta en frecuencia.*

IEC 61183, *Electroacústica. Calibración de sonómetros para incidencia aleatoria y en campo difuso.*

IEC 61672-1, *Electroacústica. Sonómetros. Parte 1: Especificaciones.*

IEC 61672-2, *Electroacústica. Sonómetros. Parte 2: Ensayos de evaluación de modelo.*

IEC 62585, *Electroacústica. Métodos para determinar correcciones para obtener la respuesta en campo libre de un sonómetro.*

Guía ISO/IEC 98-3, *Incertidumbre de medida. Parte 3: Guía para la expresión de la incertidumbre de medida (GUM:1995).*

Guía ISO/IEC 99, *Vocabulario internacional de metrología. Conceptos básicos y generales y términos asociados (VIM).*

EXTRACTO DEL DOCUMENTO UNE-EN 61672-3

Anexo 2. NOM-081-SEMARNAT NOM-080-ECOL

01-13-95 NORMA Oficial Mexicana NOM-080-ECOL-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Desarrollo Social.

GABRIEL QUADRI DE LA TORRE, Presidente del Instituto Nacional de Ecología, con fundamento en los artículos 32 fracciones XXIV y XXV de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 5o. fracciones I y VIII, 8o. fracciones I y VII, 36, 37, 155, 156, 171 y 173 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 38 fracción II, 40 fracción X, 41, 43, 46, 47 y 52 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; Primero y Segundo del Acuerdo mediante el cual se delega en el Subsecretario de Vivienda y Bienes Inmuebles y en el Presidente del Instituto Nacional de Ecología, la facultad de expedir las normas oficiales mexicanas en materia de vivienda y ecología, respectivamente, y

CONSIDERANDO

Que la emisión de ruido proveniente de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación altera el bienestar del ser humano y el daño que le produce, con motivo de la exposición, depende de la magnitud y del número, por unidad de tiempo, de los desplazamientos temporales del umbral de audición. Por ello, resulta necesario establecer los límites máximos permisibles de emisión de este contaminante.

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de proyectos de normas oficiales mexicanas, el C. Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental ordenó la publicación del proyecto de norma oficial mexicana NOM-080-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de los vehículos automotores motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 22 de junio de 1994 con el objeto de que los interesados presentaran sus comentarios al citado Comité Consultivo.

Que durante el plazo de noventa días naturales contados a partir de la fecha de la publicación de dicho proyecto de norma oficial mexicana, los análisis a que se refiere el artículo 45 del citado ordenamiento jurídico, estuvieron a disposición del público para su consulta.

Que dentro del mismo plazo, los interesados presentaron sus comentarios al proyecto de norma, los cuales fueron analizados en el citado Comité Consultivo Nacional de Normalización, realizándose las modificaciones procedentes. La Secretaría de Desarrollo Social, por conducto del Instituto Nacional de Ecología, publicó las respuestas a los comentarios recibidos en la Gaceta Ecológica Volumen VI, número especial de diciembre de 1994.

Que previa aprobación del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, en sesión de fecha 10 de noviembre del año en curso, he tenido a bien expedir la siguiente

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-080-ECOL-1994, QUE ESTABLECE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION DE RUIDO PROVENIENTE DEL ESCAPE DE LOS VEHICULOS AUTOMOTORES, MOTOCICLETAS Y TRICICLOS MOTORIZADOS EN CIRCULACION Y SU METODO DE MEDICION.

PREFACIO

En la elaboración de esta norma oficial mexicana participaron:

- SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL
 - . Instituto Nacional de Ecología
- SECRETARIA DE SALUD
- ASOCIACION MEXICANA DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ, A.C.
- ASOCIACION NACIONAL DE PRODUCTORES DE AUTOBUSES, CAMIONES Y TRACTOCAMIONES, A.C.

5.8.1 Ajustar el sonómetro en integración rápida y en la ponderación "A".

5.8.2 Calibrar el sonómetro, según lo indicado por el fabricante del equipo.

5.8.3 El nivel sonoro de fondo, incluyendo los efectos de viento, que provenga de fuentes diferentes del vehículo que esté siendo medido, debe ser registrado inmediatamente antes y después de efectuar la medición del referido vehículo. Dicho registro se efectuará en tres ocasiones requiriéndose que el más alto sea de 10 dB (A) inferior al registrado durante la medición del vehículo.

5.8.4 Si lo especificado en el punto 5.8.3 de esta norma no se cumple, se debe posponer la medición del nivel sonoro del vehículo en tanto dichas condiciones no sean satisfechas.

5.9 Los límites máximos permisibles de emisión de ruido para los vehículos automotores son:

5.9.1 Los límites máximos permisibles de los automóviles, camionetas, camiones y tractocamiones son expresados en dB(A) de acuerdo a su peso bruto vehicular y son mostrados en la Tabla 1

Tabla 1

PESO BRUTO VEHICULAR (Kg)	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES dB(A)
Hasta 3,000	86
Más de y hasta 10,000	92
Más de 10,000	99

5.9.2 Los límites máximos permisibles de motocicletas y triciclos motorizados son expresados en dB(A) de acuerdo a la capacidad de desplazamiento del motor medido en centímetros cúbicos y son mostrados en la Tabla 2.

Tabla 2

DESPLAZAMIENTO EN CENTIMETROS CUBICOS	DEL LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES EN dB(A)	MOTOR
Hasta 449	96	
De 450 en adelante	99	

6. Cálculo y expresión de resultados

6.1 El nivel sonoro emitido por el vehículo será aquel que resulte del promedio aritmético del nivel mayor y de 1 nivel menor de los tres registrados.

$$\text{Nivel de ruido del escape del vehículo} = \frac{\text{Nivel mayor} + \text{Nivel menor}}{2}$$

6.2 En caso de vehículos con más de una salida de escape el valor a informar debe ser el que corresponda al resultado del tubo de escape con mayor nivel sonoro, indicándose cual fue.

7. Vigilancia

7.1 La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, así como los Gobiernos del Distrito Federal y de los Estados y en su caso de los Municipios, de acuerdo a su competencia se encargarán de vigilar el cumplimiento de la presente norma oficial mexicana.

8. Sanciones

8.1 El incumplimiento de la presente norma oficial mexicana será sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

9. Bibliografía

9.1 Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido. (D.O.F. 6 de diciembre de 1982).

NORMA TÉCNICA PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR RUIDO

1. OBJETIVO

Esta norma tiene por objeto el preservar la salud y bienestar de las personas y del medio ambiente en general, mediante el establecimiento de niveles máximos de emisión de ruido para fuentes fijas de ruido (FFR) y fuentes móviles de ruido (FMR) y describir los métodos y procedimientos para la determinación de los niveles de ruido,

2. ALCANCE

Están sujetos a las disposiciones de esta norma todas las actividades y emisores acústicos públicos o privados, fijos y móviles que se encuentran en el Distrito Metropolitano de Quito, salvo las siguientes exclusiones:

- La exposición a la contaminación acústica producida en los ambientes laborales, se sujetará al Código de trabajo y reglamentación correspondiente.
- Las aeronaves se regirán a las normas establecidas por la Dirección General de Aviación Civil y tratados internacional ratificados.
- Otros determinados por la Autoridad Ambiental Nacional.

3. DISPOSICIONES GENERALES

Adicional a las consideraciones generales que constan en la Normativa Ambiental Nacional se dispone lo siguiente:

- 3.1. En función a lo estipulado en la Normativa Ambiental Nacional, la Autoridad ambiental competente podrá practicar las visitas, inspecciones, mediciones y comprobaciones que sean necesarias para verificar el adecuado cumplimiento de las disposiciones contenidas en esta norma. El costo que ocasione la realización de inspecciones, visitas o mediciones correrá a cargo de los responsables de las actividades que generan las emisiones.
- 3.2. En función a lo estipulado en la Normativa Ambiental Nacional, El Plan de Relaciones Comunitarias del plan de manejo ambiental, debe considerar encuestas de percepción y perturbación por ruido.
- 3.3. Es deber fundamental del administrado monitorear sus emisiones de ruido con una periodicidad establecida en el Instructivo de Aplicación de la Ordenanza Metropolitana correspondiente, cuyo reporte se presentará en el formulario establecido para el efecto. La presentación de este formulario ante la Autoridad Ambiental Distrital se realizará cuando esta lo disponga.
- 3.4. Para la aprobación de estudios ambientales de aquellas actividades que involucren FER se tomará en cuenta la evaluación ambiental de ruido y las medidas de control de ruido propuestas para mitigar su impacto.
- 3.5. El regulado deberá demostrar documentada y técnicamente la eficacia de las medidas de control de ruido propuestas cuando estas fueran requeridas.
- 3.6. En proyectos que involucren la ubicación, construcción y operación de aeródromos públicos o privados deberán ajustarse a la Norma de Ruido de Aeropuertos, el promotor del proyecto proveerá a la Autoridad Ambiental Distrital el debido estudio ambiental, el cual requerirá demostrar las medidas técnicas u operativas a implementarse a fin de alcanzar el cumplimiento con la presente norma para niveles de ruido.
- 3.7. En función de la OM 138 del Capítulo 6, Art. 20.- De los actores de apoyo al seguimiento y control ambiental, la Policía Metropolitana debe controlar el uso de alarmas en vehículos y edificaciones, sistemas de amplificación de sonido. Así mismo, la Agencia Metropolitana de Tránsito debe controlar el uso de bocinas, campanas, sirenas o artefactos similares.
- 3.8. En función de lo estipulado en la Normativa Ambiental Nacional, El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito en función del grado de cumplimiento de esta norma podrá señalar zonas de restricción temporal o permanente de ruido, con el objetivo de mejorar la calidad ambiental. (CONSIDERACION GENERAL h). de la normativa nacional)

4.13 Ruido Total

Es aquel ruido compuesto por el ruido específico y el ruido residual.

4.14 Ruido Impulsivo

Ruido caracterizado por breves incrementos importantes de la presión sonora. La duración de un ruido impulsivo es generalmente inferior a 1 s.

5. NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO PARA FFR, FMR

5.1. Niveles máximos de emisión de ruido para FFR

5.1.1. El nivel de presión sonora continua equivalente corregido, LK_{eq} en decibeles, obtenido de la evaluación de ruido emitido por una FFR, no podrá exceder los niveles que se fijan en la Tabla 1, de acuerdo al uso del suelo en el que se encuentre el punto de medición.

TABLA 1: NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO (LKEQ) PARA FUENTES FIJAS DE RUIDO

Uso de suelos*	NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN DE RUIDO PARA FFR	
	LK _{eq} (dB)	
	Periodo Diurno (07:01 hasta 21:00 horas)	Periodo Nocturno (21:01 hasta 07:00 horas)
Residencial 1, 2, 3 y Múltiple	55	45
Equipamiento de Servicios Sociales (EQ1)	55	45
Equipamiento de Servicios Públicos (EQ2)	60	50
Comercial y Servicio (CMS)	60	50
Agrícola Residencial (AR)	65	45
Industrial (ID1/ID2)	65	55
Industrial (ID3/ID4)	70	65
Doble zonificación	Cuando existan usos de suelo combinados se utilizará el LK _{eq} más bajo de cualquiera de los usos de suelo que componen la combinación Ejemplo: Uso de suelo: Residencial+ID2 LK _{eq} para este caso =Diurno 55dB y Nocturno 45dB	
Protección Ecológica (PE) Recursos Naturales (RN)	La determinación de LK _{eq} para estos casos se lo llevara a cabo de acuerdo al procedimiento descrito en el Anexo 4	

*El uso de suelo es el establecido por la Autoridad Distrital Competente (IRM – ICUS)

5.1.2. La FFR deberá cumplir con los niveles máximos de emisión de ruido en los puntos de medición determinados para la evaluación (Ver 6.2.1), para lo cual deberá obtener de la administración municipal correspondiente, el informe que indique el uso de suelo específico en el que se encuentren ubicados los puntos de medición (IRM o ICUS).

5.1.3. En aquellas situaciones en que se verifiquen conflictos o inexistencia de la definición del uso de suelo, será la Autoridad ambiental competente la que determine el nivel máximo de emisión de la FFR a ser evaluada en función de los PCA. Si aún la Autoridad ambiental competente no pudiese determinar el nivel máximo de emisión, se deberá aplicar como criterio el objetivo de esta norma el cual es el preservar la salud y bienestar de las personas.

5.1.4. Es obligación de la FFR en usos de suelo PE y RN realizar un estudio del nivel de ruido ambiental existente en la zona. Este estudio debe establecer los niveles de ruido ambiental natural típicos (sin lluvias u otro ruido dominante ajeno al que existe naturalmente) para los periodos diurno y nocturno establecidos en esta norma.

5.2. Niveles máximos de emisión de ruido para FM

5.2.1. El nivel máximo de emisión de ruido emitido por FMR, expresado en dB(A) no podrá exceder los niveles que se fijan en la Tabla 2.

TABLA 2: NIVELES MÁXIMOS DE EMISIÓN PARA FUENTES MÓVILES DE RUIDO

CATEGORÍA DE VEHÍCULO	DESCRIPCIÓN	Leq [dB(A)]
Motocicletas o similares	Hasta 200 c.c	80
	Entre 200 y 500 c.c.	85
	Mayores a 500 c.c.	86
Vehículos	Transporte de personas hasta 9 asientos incluido el conductor y peso no mayor a 3.5 toneladas	81
	Transporte de personas hasta 9 asientos incluido el conductor y peso mayor a 3.5 toneladas	82
	Transporte de personas hasta 9 asientos incluido el conductor y peso mayor a 3.5 toneladas y potencia de motor mayor a 200 HP	85
Vehículos para carga mediana y pesada (incluye Buses, busetas, articulados)	Peso máximo hasta 3.5 toneladas	81
	Peso máximo de 3.5 toneladas hasta 12 toneladas	86
	Peso máximo mayor a 12 toneladas	88

6. DE LA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE EMISIÓN DE RUIDO PRODUCIDOS POR UNA FFR

6.1. De la evaluación ambiental base de ruido

6.1.1. La evaluación ambiental base de ruido tiene por objeto identificar las fuentes emisoras de ruido, los niveles de presión sonora más altos en el perímetro de la FFR y los PCA que pudiesen ser afectados por esta.

6.1.2. Esta evaluación deberá determinar toda actividad, operación o proceso industrial que conlleve emisión de ruido y que se constituya como fuente emisora de ruido (FER), así como su contribución en tiempo y nivel al ruido emitido por la FFR.

6.1.3. Se deberá identificar los lugares, en el perímetro de la FFR, donde se emiten los niveles de ruido más alto, así como los PCA cercanos.

6.1.4. Se debe levantar y reportar como mínimo la siguiente información:

- NPS y donde estos son más altos en el perímetro de la FFR.
- FER.
- El uso de suelo donde se encuentra la FFR.
- PCA geo referenciados.
- Los usos de suelo colindantes, de ser el caso o de requerirse.
- Identificación de fuentes de ruido que contribuyen al ruido residual.

6.1.5. Para cada una de las FER de la FFR:

- Descripción del proceso y de su simultaneidad con otros procesos.
- Equipos o maquinaria involucrada.

TOMA DE DATOS CONDICIONES DE AMBIENTE CONTROLADO

DATOS CAMIONETA CHINO		DATOS CAMIONETA LS2		DATOS CAMIONETA HRO	
DATOS	DB value	DB value	DB value	DB value	DB value
1	66,7		68,5		68,6
2	67,4		69,1		68,9
3	68		69,4		68,3
4	77,9		67,6		67,3
5	71,5		68,7		67,4
6	68,4		69,2		67,5
7	68,8		67		67,9
8	68,3		68		68,5
9	68,4		67,6		67,6
10	68,8		71,4		67,5
11	68,2		71,9		68,1
12	68,8		68,5		67,3
13	68,8		68,4		67,8
14	69		68,6		68,1
15	68		68,5		68,9
16	68,2		67,1		72,6
17	68,5		68,8		72,3
18	68,8		68,4		68,8
19	68		68,3		68,2
20	68,4		67,6		68,2
21	68,5		67,8		68
22	68,8		67,9		67,5
23	68,9		68,4		67,9
24	67,9		67,4		68,2
25	68,4		68,6		68,1
26	68,3		66,9		67,3
27	68,8		67,9		67,7
28	67,7		68		67,5
29	68,7		67,9		67,2
30	68,6		68		67,6
31	68		67,7		68
32	68,5		68		67,3
33	68,2		66,4		67,8
34	67,9		67,7		67,2
35	68,2		67,4		67,1
36	68,3		67,5		67,2
37	67,8		67,5		68,7
38	68,3		66,6		68,2
39	68,5		67,9		67,7
40	67,8		68,4		68,7
41	68,5		68,3		68,6
42	68,5		67,7		67,5
43	67,7		68		68,6
44	68,4		66,9		67,6

45	68,5	67,1	67,7
46	68,4	68,1	68,5
47	68	67,1	68,3
48	68,9	68	69,2
49	68,2	67,4	68,1
50	69	68	71,7
51	68,7	67,8	72,3
52	68,9	66,8	68,8
53	68,5	68,4	69
54	68,8	67,2	68,5

	DATOS FORTUNER CHINO		DATOS FORTUNER LS2		DATOS FORTUNER HRO	
DATOS	DB value		DB value		DB value	
1	68,5	68,5	69,7	69,7	68,1	68,1
2	68,7	68,7	68,5	68,5	68	68
3	68,6	68,6	68,1	68,1	68,4	68,4
4	68,5	68,5	67,6	67,6	68,4	68,4
5	68,6	68,6	67,1	67,1	67,8	67,8
6	68,3	68,3	67,1	67,1	67,9	67,9
7	69,1	69,1	67,5	67,5	68,5	68,5
8	69	69	67	67	68,1	68,1
9	69,2	69,2	67,1	67,1	67,6	67,6
10	69	69	68,1	68,1	68,5	68,5
11	69	69	67,5	67,5	68,3	68,3
12	68,3	68,3	67,1	67,1	68,5	68,5
13	68,6	68,6	67,8	67,8	67,9	67,9
14	69,3	69,3	67,2	67,2	68,7	68,7
15	69	69	67,6	67,6	68,2	68,2
16	68,6	68,6	67,3	67,3	68,6	68,6
17	68,4	68,4	67,5	67,5	68,1	68,1
18	68,9	68,9	67,8	67,8	70	70
19	68,8	68,8	67,6	67,6	74,2	74,2
20	69	69	67,4	67,4	71,6	71,6
21	68,3	68,3	67,1	67,1	68,9	68,9
22	68,7	68,7	67,6	67,6	68,1	68,1
23	68,7	68,7	67,7	67,7	68,7	68,7
24	68,4	68,4	67,9	67,9	68,5	68,5
25	68,3	68,3	68,2	68,2	67,3	67,3
26	68,7	68,7	67,2	67,2	67,8	67,8
27	68,6	68,6	67,7	67,7	67,9	67,9
28	68,6	68,6	68	68	67,8	67,8
29	69,2	69,2	68,6	68,6	68,1	68,1
30	69,1	69,1	72,9	72,9	67,3	67,3
31	68,6	68,6	69,5	69,5	68,1	68,1
32	69	69	68,5	68,5	68,3	68,3
33	69,1	69,1	67,6	67,6	67,2	67,2
34	68,6	68,6	67	67	67,3	67,3
35	68,9	68,9	67,1	67,1	68,5	68,5
36	69	69	67,5	67,5	67,6	67,6
37	68,6	68,6	67,7	67,7	68,2	68,2
38	68,3	68,3	67,2	67,2	67,5	67,5
39	68,4	68,4	67,8	67,8	68,1	68,1
40	68,9	68,9	67,4	67,4	68,5	68,5
41	69	69	67,6	67,6	67,9	67,9
42	68,2	68,2	67,1	67,1	68,3	68,3
43	69	69	67	67	67,6	67,6
44	68,8	68,8	67,5	67,5	68,4	68,4
45	69	69	67,3	67,3	67,2	67,2
46	70	70	67,5	67,5	67,7	67,7
47	71,6	71,6	67,1	67,1	67,9	67,9
48	73,5	73,5	67	67	67,6	67,6
49	69,2	69,2	67,3	67,3	67,5	67,5

50	68,8	67,4	68,8
51	69,5	67,3	67,2
52	69,1	66,8	68,4
53	69,2	67,3	67,9
54	68,6	66,8	68,8

DATOS MOTO CHINO		DATOS MOTO LS2		DATOS MOTO HRO	
DATOS	DB value	DB value	DB value	DB value	DB value
1	68,9	68,1	68,2		
2	68,4	67,8	67,7		
3	68,7	67,7	68		
4	70,2	68,7	68,4		
5	70,1	70,4	68,6		
6	70,9	69,6	67,3		
7	74	71,8	67,8		
8	74,4	71,9	68		
9	78,4	75,1	68,2		
10	82,8	80,2	69,1		
11	73,9	78,7	68,8		
12	71,5	73,2	70		
13	69,9	70,3	71		
14	68,9	69	71,9		
15	68,3	68,1	74,3		
16	68,6	68,3	80,1		
17	69,5	68,2	72,3		
18	69,3	67,2	70,3		
19	69,4	67,8	72,5		
20	68,2	67,9	70		
21	68,7	67,4	67,9		
22	68,5	68,5	69,2		
23	68,8	68,4	67,9		
24	68,7	68,4	67,9		
25	69,3	67,4	67,9		
26	68,3	67,3	67,3		
27	68,6	67,4	68,3		
28	68,3	67,7	67,7		
29	69,1	67,6	68,1		
30	69,3	68,5	67,2		
31	68,7	68,2	68		
32	69,4	67,3	67,8		
33	68,7	68	68,1		
34	69,1	68,3	68,5		
35	69,1	68,3	67,4		
36	69,3	67,6	68,6		
37	69,2	68	68,5		
38	69,4	68,1	67,7		
39	68,6	67,3	68,4		
40	68,6	67,2	69,1		
41	68,3	67,7	71,2		
42	67,9	67,6	71,7		
43	69,4	67,8	72,7		
44	68,8	68,3	76,5		
45	69,4	68,9	82,5		
46	69,2	69,5	73,1		
47	69,9	70,6	70,9		
48	70,1	71,7	68,3		
49	70,1	73,5	68,8		

50	70,8	76,3	68,1
51	71,3	81,1	68,3
52	74,5	72,8	68,2
53	83,4	69,3	67,3
54	78,1	68,1	67,8

TOMA DE DATOS CONDICIONES DE TRAFICO

CAROLINA				
DATOS	CHINO	LS2	HRO	
1		70,1	68,8	68,3
2		69,8	69,1	68,8
3		69,8	68,5	69
4		69,8	68,4	68,4
5		69,2	68,1	69,6
6		70	69	69,8
7		69,9	68	68,4
8		69,1	68,1	69,6
9		70,3	67,9	68,5
10		71	67,7	68,7
11		72,8	68	68,6
12		72,1	68,6	68,9
13		74,2	68,8	70,4
14		75	68	72,5
15		70,5	69,3	74,4
16		69	68,9	73,7
17		69,8	68,6	71,4
18		70,7	68,1	70,8
19		70,1	68,8	69,7
20		69,4	68,2	69,8
21		69,9	67,6	70,5
22		69,7	67,9	70,1
23		69,9	69,4	70,2
24		71,6	72,4	71,1
25		70	74,3	69,4
26		72	70,2	69,6
27		70	70,3	69,1
28		68,3	69,9	69,8
29		72	76,8	70,5
30		71,1	76,9	71
31		68,1	77,1	74,8
32		75,2	82,9	73,3
33		76,2	88,4	71,8
34		75,8	86,8	71
35		78,3	84	70,7
36		72,4	83,1	70,9

37	77,3	84,6	70
38	77,2	81,5	72,5
39	71,2	80,7	75,6
40	68,2	80,3	68,3
41	69	81,9	73,3
42	70,3	82	73,9
43	74	82,8	74,6
44	77,9	81,9	76,1
45	78,2	80,9	81,5
46	76,2	80,3	88,8
47	76,5	79,9	86,5
48	76,3	82,3	98,6
49	76,7	81,2	88,2
50	77,1	78	85,8
51	77,4	76,4	79,7
52	74,8	75,6	78,5
53	77,7	77,7	81,1
54	76,5	80,8	77,5
55	78,6	81,2	81,6
56	80,5	80,4	80
57	85,3	83,6	78,1
58	89,1	87,1	73,8
59	90,2	99,6	68,4
60	95,6	92,2	75,5
61	102,1	85	77,5
62	90,2	84,4	80,3
63	85,2	83,7	81,2
64	80,6	82,4	81
65	75,8	79,3	81
66	73,3	78,8	76,1
67	71,2	77,2	74,8
68	71,4	74,2	77,5
69	76,2	72,6	77,3
70	80,9	67,4	76,1
71	76,8	67,3	80,5
72	77,8	67,2	78,6
73	78,6	68,1	79,9
74	80,1	68,6	75
75	81,2	68,2	78,9
76	75,8	70,9	75,3
77	79,3	78,9	76,1
78	83,7	82,2	76,1
79	75,8	86,7	74,9
80	69,9	85	76,1
81	68,7	84,6	77,5
82	68,3	87,4	80,8

83	67,6	81,1	82,2
84	78,1	76,9	84,2
85	82,5	78,5	86,2
86	85,4	76,4	85,4
87	80,8	76,8	93,7
88	82,2	76,2	90,4
89	80,7	75,8	87,9
90	79,9	74,9	83,3
91	81	76,9	85
92	81,9	77,1	83,7
93	78,8	76,8	79,4
94	70,8	76,7	79,6
95	70,4	76,5	80,6
96	81,3	76	81,1
97	88	78,7	82,9
98	86,3	79,3	82,7
99	87,2	77,6	80,8
100	85,7	78,9	79,8
101	84,6	80,2	79,2
102	80,5	78,6	77,9
103	83	80,5	77,6
104	83,1	87	76,7
105	85,3	85,2	77,1
106	90,5	79,4	80,1
107	92,6	88,3	76
108	97,8	100	80,9
109	101,6	91,4	81,8
110	99	90,1	80
111	98,5	91,7	71,7
112	94,5	91,1	77,2
113	90	89,9	68,5
114	88,6	90,9	68,4
115	83,6	89,1	74,5
116	79,5	84,2	77,5
117	76,5	81,9	81,9
118	76,3	81,9	99,8
119	78	80,3	89,5
120	74,8	81,4	86,4
121	79,8	83	82,4
122	80,5	81,2	76,4
123	79,3	80,7	77,8
124	76,4	81,2	79,2
125	75,5	81,7	80,1
126	78,9	82	83,9
127	76,9	81,4	87,7
128	69,1	81,6	93,7

129	69,3	82,8	92,7
130	73,2	82,4	91,7
131	75,7	83	90
132	76,8	82,9	92,9
133	77,2	82,8	91,8
134	73,6	83	91
135	74,8	82,8	90,8
136	72,8	82,5	91,9
137	73	80,5	93,1
138	71,4	79,7	91,4
139	69,5	71,8	86,7
140	68,2	67,6	85,6
141	73,7	68	85,5
142	72	68,1	88,8
143	68,6	71,1	90,6
144	69,5	77,4	91,5
145	70	81,6	87,6
146	68,6	83,5	85
147	70,1	84,7	84,1
148	70,4	78,5	83,1
149	72,8	76,8	84
150	74,2	80,1	83,4
151	73,5	86,5	82,3
152	74,6	81,2	86,8
153	83,2	86,6	89,4
154	84,5	83,2	91
155	81,5	82,6	84,3
156	82,2	82,3	84,1
157	83,9	82,6	81,3
158	89	80,8	81,6
159	82,5	77,9	79,1
160	83,1	76,4	76,3
161	85,4	69,3	78,6
162	85,9	68,1	79,5
163	84,4	67,6	79,9
164	83	67,3	72,4
165	82,2	67,7	72,2
166	82,6	67,3	75,5
167	82,9	68,8	78,2
168	83,3	68,4	77
169	83,3	68,7	76,8
170	83,4	68,8	82,8
171	82,6	68,9	87,6
172	82,4	68	88,7
173	82,4	69,5	95,2
174	82,8	68,9	93,8

175	82,2	68	93,1
176	81,9	69,2	83,8
177	82,3	68,2	82,3
178	82,4	68,5	81,3
179	81,8	68,5	90,5
180	81,6	68,9	82,6
181	81,5	68,5	79,9
182	82	66,9	79,4
183	82,2	67,8	76,9
184	81,6	67,9	81,9
185	81,5	68,2	81,6
186	81,5	67,8	79,5
187	81,2	68,5	80,1
188	81,2	67,8	80
189	81,2	67,9	79,8
190	80,7	69	79,9
191	80,1	68,2	80,4
192	80,3	68,4	87,4
193	80,1	68,2	86,3
194	79,8	68,5	83,3
195	78,5	68,4	81,8
196	81,1	68,6	80,4
197	72,6	68,5	75,8
198	75,5	68,5	79,3
199	83,6	69,2	80,4
200	75,2	68,1	82,9
201	74	68,7	80,9
202	72,6	69	83,2
203	72,1	69,7	82,3
204	73,3	69,8	87,7
205	72,4	70	84,2
206	71,1	70,5	83,3