

**Universidad Internacional del Ecuador**



**Facultad de Ciencias Técnicas**

**Escuela de Ingeniería Automotriz**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Artículo Investigación para la obtención del Título de Ingeniera en Mecánica  
Automotriz**

**Estudio de ruido con relación a su habitáculo en vehículos comerciales del Ecuador**

**Carlos Andrés Páez Cajas**

**Diego Fernando Teran Pazmiño**

**Director: Ing. Gorky G. Reyes C. MSc**

**Codirector: Ing. Paulina Vizcaino M.B. A.**

**Quito, mayo 2021**



## CERTIFICACIÓN

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

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



Firma alumno

Yo, Ing. Gorky G. Reyes C. MSc, certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

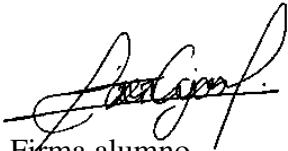


Firma director

## CERTIFICACIÓN

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

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



Firma alumno

Yo, Ing. Gorky G. Reyes C. MSc, certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



Firma director



## **DEDICATORIA**

En este trabajo no puedo olvidarme de nuestro creador que me ha dado la fortaleza para continuar, por ello, con toda humildad escribo estos pensamientos.

De igual forma, a mis padres, a quienes les debo mi vida, les agradezco el cariño y comprensión, a quienes me han sabido formar con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me han ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino y preparación para ser un profesional de excelencia.

Al personal docente de la Universidad, gracias por su tiempo, por su apoyo, así como por la sabiduría que nos han transmitido en el desarrollo de mi formación académica, en especial a la Ing. Paulina Vizcaino M.B.A y al Ing. Gorky G. Reyes C MSc por haberme guiado y encaminado en el desarrollo de este trabajo y llegar a la culminación de este con la expectativa de que sea un aporte para el país y sea el inicio de un estudio a futuro.

Diego Fernando Teran Pazmiño

## **DEDICATORIA**

“Tu vida es tu historia y la aventura que te espera es el viaje para cumplir tus propias metas y sueños.” Anónimo

Dedicado a Dios, quien nos permite cumplir nuestras metas e ilumina nuestro camino.

El presente trabajo de investigación, esta dedicado a mis padres quienes de manera incansable han luchado por brindarme las mejores oportunidades para crecer desde el primer día de vida. Gracias por los valores enseñados, porque sin ellos hoy todo esto no seria posible.

Dedicado a mis hermanos, a mi compañera de vida, a mis amigos y profesores, a todos aquellos que han formado parte de esta travesía, y han aportado con su grano de arena para hoy culminar esta meta.

Carlos Andrés Páez Cajas

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, mi agradecimiento a la Universidad Internacional del Ecuador, institución formadora de profesionales altamente calificados y reconocidos en las diferentes ramas que ésta prestigiosa Universidad ha entregado al país, me enorgullece haber sido parte del alma mater de este centro del saber, también mi agradecimiento profundo a los diferentes docentes que brindaron su conocimiento y su apoyo para seguir adelante día a día.

Agradezco también a mis tutores y docentes por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento, así como también, haberme guiado durante el desarrollo de esta tesis.

Mi agradecimiento también va dirigido al grupo de trabajo integrado por Richard Saul Correa Naranjo, Adrián Fernando Ayabaca Fuentes, Carlos Andrés Páez Cajas que hicieron posible la retroalimentación de la información valiosa para la ejecución de éste trabajo, no puedo olvidarme también de la ayuda prestada por la Asociación De Empresas Automotrices Del Ecuador (AEADE) y a la revista INRIX – Global Traffic Scorecard por las entrevistas e información que aceptaron para la recopilación de datos y valiosos aportes de enseñanzas entregadas.

Para finalizar, también agradezco a todos los que fueron mis compañeros de clase y aunque la pandemia nos haya separado momentáneamente el compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en especial en estos momentos muy difíciles que la humanidad vive y que a nuestra generación y promoción nos ha tocado vivir.

Diego Fernando Teran Pazmiño.

## AGRADECIMIENTO

Siempre hay que encontrar el tiempo para agradecer a las personas que hacen una diferencia en nuestra vida. John F. Kennedy

Cada mañana debemos agradecer a Dios por un día mas de vida, hoy le doy las gracias por permitirme cumplir una meta importante para culminar un capitulo en la historia de mi vida.

Agradezco a mi madre Davinia Cajas y a mi padre William Páez, por ser los guías que me han brindado todas las herramientas para destacar en cada paso que doy y permitirme ser quien hoy soy, agradezco a mis hermanos William y Emilio por su incondicional apoyo.

Agradezco a mi compañera de vida Daniela y a mis amigos Richard, Adrián y Diego por cada momento de risa y apoyo durante todo esta travesía universitaria.

Agradezco a mi querida UIDE, a la escuela de ingeniería automotriz y en especial a los docentes Ing. Paulina Vizcaino M.B.A, al Ing. Gorky Reyes MSc y al Ing. Andrés Castillo Msc. por creer en mi y ser guías durante mi carrera universitaria, por apoyarme en todas las decisiones con su conocimiento, tiempo y buen humor.

Finalmente, agradezco a quienes han aportado en mi vida y hoy ya no nos acompañan, de igual manera a todas aquellas personas que de una forma u otro me han apoyado en todo el proceso.

Carlos Andrés Páez Cajas

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|   |      |
|---|------|
| CERTIFICACIÓN .....   | iii  |
| CERTIFICACIÓN .....   | iv   |
| ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD.....  | v    |
| DEDICATORIA .....   | vi   |
| AGRADECIMIENTO.....   | viii |
| RESUMEN .....   | 3    |
| 1. INTRODUCCION.....  | 4    |
| 2. FUNDAMENTO TEÓRICO .....   | 5    |
| 2.3. Congestión vehicular .....   | 5    |
| 2.4. Contaminación.....   | 5    |
| 2.5. Contaminación acústica .....                                       | 5    |
| 2.6. Afectaciones a La Salud .....                                      | 6    |
| 2.7. Materiales Aislantes .....   | 6    |
| 2.8. Aislantes vehiculares .....  | 7    |
| 2.9. Vehículos .....  | 7    |
| 2.10. Normativas.....   | 8    |
| 3. MATERIALES Y METODOS.....  | 8    |
| 3.1 Método.....   | 8    |
| 3.2 Materiales.....   | 9    |
| 3.3 Vehículo.....   | 9    |
| 3.4 Lugar de prueba .....   | 9    |
| 3.5 Equipo de medición .....  | 10   |
| 3.6 Normativa .....   | 10   |
| 3.7 Escenarios .....  | 10   |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....  | 11   |
| 4.1 Valoración Diurna Vidrios Abiertos.....                             | 11   |
| 4.1.1 Etapa 1 – Túnel San Juan .....                                    | 12   |
| 4.1.2 Etapa 2 - Punto Intermedio Entre Túnel San Juan Y San Roque ..... | 12   |
| 4.1.3 Etapa 3 – Túnel San Roque .....                                   | 12   |
| 4.2 Valoración Diurna Vidrios Cerrados .....                            | 13   |
| 4.2.1 Etapa 1 - Túnel San Juan.....                                     | 13   |
| 4.2.2 Etapa 2 – Punto Intermedio Entre Túnel San Juan Y San Roque.....  | 13   |

|       |                                 |    |
|-------|---------------------------------|----|
| 4.2.3 | Etapa 3 – Túnel San Roque ..... | 13 |
| 5.    | CONCLUSIONES .....              | 14 |
| 6.    | BIBLIOGRAFIA .....              | 15 |
| 7.    | ANEXOS .....                    | 18 |

# ESTUDIO DE RUIDO CON RELACIÓN A SU HABITÁCULO EN VEHÍCULOS COMERCIALES DEL ECUADOR

Ing. Gorky G. Reyes C. MSc<sup>1</sup>, Ing. Paulina Vizcaino M.B. A<sup>2</sup>, Ing. Diego Terán<sup>3</sup>, Ing. Carlos Páez<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Maestría Sistemas Automotrices Escuela Politécnica Nacional, Ingeniero Mecánico especialidad Automotriz, [gureyesca@internacional.edu.ec](mailto:gureyesca@internacional.edu.ec), Quito – Ecuador

<sup>2</sup> Máster en Administración de Negocios M.B.A, Ingeniera Informática, [pvizcaino@uide.edu.ec](mailto:pvizcaino@uide.edu.ec), Quito-Ecuador

<sup>3</sup> Ingeniero Mecánico Automotriz Diego Terán, [diteranpa@uide.edu.ec](mailto:diteranpa@uide.edu.ec), Quito-Ecuador

<sup>4</sup> Ingeniero mecánico Automotriz Carlos Páez, [capaezca@uide.edu.ec](mailto:capaezca@uide.edu.ec), Quito-Ecuador

## RESUMEN

La contaminación auditiva y los altos niveles de tráfico vehicular registrados en la ciudad de Quito, se han vuelto una problemática. Por tal razón, tres vehículos categoría M1 con diferentes procedencias de fabricación fueron analizados, con el objetivo de determinar la incidencia de ruido que ingresa al habitáculo durante el rodaje del vehículo en puntos estratégicos en el DMQ. Se elaboraron pruebas de medición en base a las siguientes normativas, que nos proporciona los niveles máximos y mínimos permisibles: ISO 5130:2019, la OMS y Ordenanza Metropolitana N° 123. Los resultados obtenidos reflejan un incremento del 25% de ruido debido al cambio de variables propuestas, siendo que entre las categorías M1 K, M1J y M1 C tienen un cambio de 10% entre cada uno en el mismo orden, debido a los distintos factores como materiales del auto y niveles de exposición. Se obtuvieron medidas de ruido máximo de 95 a 100 dB, los mismos que sobrepasan las normativas planteadas. En conclusión, el vehículo M1 J cumple con las características referentes a las normas, asegurando niveles óptimos de ruido hacia los ocupantes para evitar problemas auditivos al corto y largo plazo.

**Palabras clave:** Decibel, Contaminación Sonora, Vehículos Comerciales

## ABSTRACT

Noise pollution and the high levels of vehicular traffic in the city of Quito have become a problem. For this reason, three M1 category vehicles with different manufacturing origins were analyzed in order to determine the incidence of noise entering the passenger compartment during the vehicle's rolling at strategic points in the DMQ. Measurement tests were elaborated based on the following regulations, which provide us with the maximum and minimum permissible levels: ISO 5130:2019, WHO and Metropolitan Ordinance No. 123. The results obtained reflect an increase of 25% of noise due to the change of variables proposed, being that between categories M1 K, M1J and M1 C have a change of 10% between each one in the same order, due to different factors such as car materials and exposure levels. Maximum noise measurements of 95 to 100 dB were obtained, which exceed the proposed regulations. In conclusion, vehicle M1 J complies with the characteristics regarding the standards, ensuring optimum noise levels for the occupants to avoid hearing problems in the short and long term.

**Keywords:** Decibel, Noise Pollution, Commercial Vehicles

## 1. INTRODUCCION

El parque automotor según la AEADE (Asociación de empresas automotrices del Ecuador); más del 35% de vehículos vendidos en Pichincha son de gama M1 (AEADE, 27); es decir que hay más de 790.686.4 automóviles que circulan en el DMQ. Esta creciente demanda de circulación ha apuntado a que la red vehicular se encuentre saturada causando estragos en varios puntos de la ciudad. El DMQ ha identificado que las zonas con mayor afluencia de vehículos son los corredores o también llamados túneles. (Quito, 2005)

**Tabla 1.** Participación de ventas por marca de vehículos livianos

| Vehículos  | % De demanda |
|------------|--------------|
| KIA        | 23%          |
| CHEVROLET  | 19%          |
| GREAT WALL | 7%           |
| HYUNDAI    | 7%           |
| TOYOTA     | 7%           |
| OTRAS      | 23%          |

**Fuente.** (AEADE, 2020)

De esta manera los usuarios tienen diferentes percepciones del ruido que ingresa en el interior del automóvil ya sea debido al tráfico generado u otros factores; esta exposición al ruido por ciertos periodos de tiempo prolongados causa afectaciones a los usuarios de manera que el presente estudio tiene como finalidad analizar la incidencia de ruido que se filtra dentro de la cabina de un vehículo en el distrito metropolitano de Quito

Esta investigación analizó los vehículos más vendidos en la ciudad de Quito para estudiar las diferentes percepciones de ruido que existe en la cabina de un automóvil debido a variables externas, en escenarios con condiciones reales donde se llevará a cabo pruebas de campo utilizando un equipo de diagnóstico calibrado bajo la normativa IEC651 tipo 2 y ANSIS 1.4 con la finalidad

de realizar una comparativa según los niveles que establece la OMS.

Según el estudio realizado por la Secretaría de Movilidad en el año 2014 (Secretaría de Movilidad, 2014), en el DMQ se han determinado varios puntos focalizados donde los niveles de ruido sobrepasan los estándares normalizados; para lo cual en la ordenanza metropolitana N° 123, en el artículo 26 refiere al nivel de ruido permitido para los automotores los cuales en este caso no deben sobre pasar de los 88 a 90 decibeles. (Ordenanza Metropolitana, 2004) Un estudio realizado sobre el ingreso de ruido hacia la cabina del automotor indica que, en la ciudad de Quito, el 51% de los automóviles que circulan son de procedencia nacional (López del Corral, 2018), por esta razón hay que considerar si en la fabricación se respetan los estándares inhibición de ruido exterior hacia el interior de la cabina. Es importante identificar las diferencias que existente entre los materiales aislantes de las distintas gamas de vehículos que circulan en la ciudad, considerando su procedencia sean nacional o importados.

Basado en la investigación de incidencia de ruido en la cabina de un automóvil según los materiales aislantes, los automóviles deben tolerar un margen de 100 a 3200 Hz conforme consta en la normativa ASTM E 1050 (López del Corral, 2018), la misma que según la percepción de los usuarios esto no se cumple y permite que un alto grado de ruido ingrese a la cabina.

De acuerdo con el estudio sobre el ingreso de ruido a la carrocería de un vehículo utilitario (López del Corral, 2018); Enfatiza que, la inhibición de ruido está directamente relacionado con los materiales aislantes utilizados según el valor o gamma vehicular, los cuales se rigen a la misma normativa de control, cabe destacar que, a mayor porcentaje de cancelación de ruido, mayor será el confort del auto.



## 2. FUNDAMENTO TEÓRICO

### 2.3. Congestión vehicular

Los embotellamientos vehiculares es uno de los principales factores de demanda vial en prácticamente todas las ciudades del mundo, el continuo crecimiento demográfico y de urbanización a puesto a las ciudades en un panorama de movilidad que cambia rápidamente, por lo cual el transporte ya no solo es vital sino una necesidad para que las personas se trasladen de un punto a otro.

Según un estudio realizado por la compañía INRIX - Global Traffic Scorecard en el año 2018 – 2019 llevo a cabo un ranking de las 25 ciudades con mayor congestión vehicular posicionando a Quito en el puesto número 20 con 144 horas perdidas al año por atascos. (INRIX, 2020) Reconociendo que el promedio de viajes diarios permanece constante en todas las ciudades del mundo y que los usuarios no están dispuestos a pasar más de una hora al día viajando.

**Tabla 2.** Ranking de las ciudades con mayor congestión vehicular y las horas perdidas por los atascos vehiculares

| 2019                      |                |                                      |
|---------------------------|----------------|--------------------------------------|
| Impact Rank (2018 IMPACT) | Urban Area     | Hours Lost in Congestion (Rank 2019) |
| 1                         | Bogotá         | 191                                  |
| 2                         | Rio de Janeiro | 190                                  |
| 3                         | Mexico City    | 158                                  |
| 4                         | Estambul       | 153                                  |
| 5                         | Sao Paulo      | 152                                  |
| 20                        | Quito          | 144                                  |

**Fuente.** (INRIX, 2020)

Estos embotellamientos que se crean en las distintas ciudades del mundo se deben a un conjunto de factores como vehículos, ciudadanos, condiciones climáticas, carreteras, departamentos de transporte, incidentes entre otros, de modo que estos atascos generan ciertos tipos de

contaminación como son ambientales, luces, olores, radiaciones y auditivas provocando una repercusión en las personas.

### 2.4. Contaminación

El espacio público ocupado por el parque automotor difiere con las repercusiones presentes en las personas al usar un vehículo esta contaminación es continua y afecta de alguna manera no solo a los usuarios de los automóviles, sino también a los que residen en estas áreas urbanas debido a los diferentes contaminantes que el automotor genera como fue demostrado en un estudio en el 2018 (Brian C. McDonald, 2018) donde la contaminación proviene del aire, suelo, agua y productos químicos.

**Tabla 3.** Tipos de contaminantes producidos por el automóvil

| Tipos              | Contaminantes del vehículo  |
|--------------------|---|
| Aire               | Producto de los gases producidos como: óxidos nitrosos, monóxidos de carbono, dióxido de carbono, Compuestos de plomo           |
| Suelo y agua       | Residuos de las llantas en las calles, Perdida de líquidos de los vehículos (Aceites, aguas, refrigerantes)                     |
| Acústicos          | Contaminación sonora producidos por la variación de decibeles (Tubos de escape, motores, alarmas, bocina, radios)               |
| Productos Químicos | Productos químicos de uso cotidiano entre ellos (Agentes de limpieza, adhesivos, tintas, recubrimientos, disolventes orgánicos) |

**Fuente.** Autores,2020

### 2.5. Contaminación acústica

Esta contaminación generada por los atascos en el tráfico vehicular dentro de la ciudad genera secuelas en las personas debido a las variaciones de los decibels del ruido que existe en el ambiente. Según una revista europea sobre el tráfico y la seguridad vial, la cantidad de decibelios que soporta una persona al día están por encima de lo que el ser humano lo categorizaría aceptable y con la exposición continua o repetitiva a estas

variaciones de ruido llega a causar afectaciones a la salud como estrés, irritabilidad y problemas físicos como es la hipertensión (Palomo, 2020) consiguiendo así que estos estímulos de los usuarios sean perturbados en el día a día de las personas. La OMS se basa en un mapa del ruido que existe en el día, tarde y noche para tener un nivel de referencia de la presión acústica equivalente a las horas al aire libre expuestas desarrolladas en la siguiente fórmula. (OMS ( World Health Organization ) , 2011). Lo que esta información será de gran importancia para el análisis del ruido

$$L_{den} = 10 * 1g \frac{1}{24} (12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night}+10}{10}})$$

[EC. 1]

Donde:

*L day* = Tiempo expuesto en el día

*L evening* = Tiempo expuesto en la tarde

*L night* = Tiempos expuesto en la noche

## 2.6. Afectaciones a La Salud

Según la OMS el ruido generado por el tráfico es la segunda causa de enfermedad por motivos medioambientales resaltado que el tráfico no genera trauma acústico más que en aquellos casos donde la exposición es continua (OMS( Organización Mundial de la salud ) , 2015). Estos decibeles están entre un rango de 55 a 65 dbs y el máximo recomendable permitido no debe superar los 70 a 85 dbs durante las 24 horas del día

**Tabla 4.** Efectos del ruido en la salud

| Entorno                                      | Tiempo (h)           | Nivel de sonido dB(A) | Efecto sobre la salud        |
|--|----------------------|-----------------------|------------------------------|
| Exterior viviendas                           | de 16                | 50-55                 | Molestia                     |
| Interior viviendas                           | de 16                | 35                    | Interferencia                |
| Dormitorios                                  | 8                    | 30                    | Interrupción del sueño       |
| Aulas escolares                              | Duración de la clase | 35                    | Perturbación de comunicación |
| Áreas industriales, comerciales y de tráfico | 24                   | 70                    | Deterioro auditivo           |

|                     |      |     |                    |
|---------------------|------|-----|--------------------|
| Música auriculares  | en 1 | 85  | Deterioro auditivo |
| Actividades de ocio | 4    | 100 | Deterioro auditivo |

**Fuente.** (Organization, 2018)

La exposición prolongada al ruido tiende a que la persona sufra ciertos desequilibrios en su salud llevando a desencadenar una serie de afectaciones como perturbaciones del sueño, ansiedad, problemas en su salud mental e incluso en el sistema inmunológico (OSMAN) dando como resultado un deterioro sobre el rendimiento de la persona.

## 2.7. Materiales Aislantes

Los materiales aislantes, son elementos de tipo natural o sintéticos capaces de proteger viviendas, locales, automóviles y más; generando protección contra agentes externos como factores climatológicos, sean estos: la lluvia, el calor, el frío, la humedad y los ruidos. (Roriguez, 2015). Son utilizados según la necesidad de la industria donde se la requiera, por tal motivo un material aislante contra el temporal se refiere a un material más denso tal como es el ejemplo de acero, aluminio, entre otros. Por otro lado, si el objetivo es absorber elementos no visibles como ondas sonoras, se utilizará materiales porosos y menos densos, por ejemplo, caucho o poliuretano. (Jové, 2017) Los materiales aislantes comparten en su gran mayoría propiedades como la inhibición de calor o ruido.



**Gráfico 1.** Materiales aislantes

**Fuente.** (Jové, 2017)

## 2.8. Aislantes vehiculares

En la industria automotriz es de vital importancia reducir los niveles de ruido producidos por el funcionamiento del motor y las vibraciones que este produce al resto de componentes del automóvil. Es por esta razón que cada material aislante debe aminorar la energía sonora según los siguientes factores:

**Tabla 5.** Tipos de materiales aislantes de ruido vehicular.

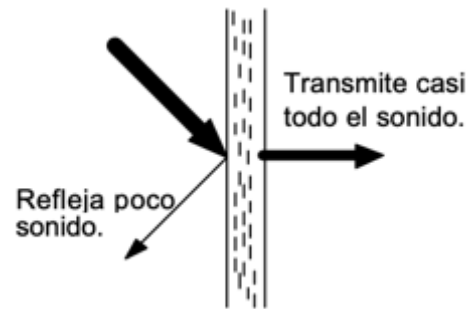
| Tipo de material aislante de ruido vehicular | Caracterización   |
|--|---|
| Absorción                                    | Materiales absorbentes en puros selectivos de emisión de ruido, como ejemplo los resonadores de escape de motor.  |
| Reflexión                                    | Elementos físicos capaces de reflejar las ondas sonoras producidas por el motor, este material se encuentra en el capot del vehículo.                           |
| Difusión                                     | Material aislante capaz de dispersar de manera uniforme y en múltiples direcciones la energía sonora-emitada por el motor o de igual forma de agentes externos. |

**Fuente:** (Oña & Bayas, 2011)

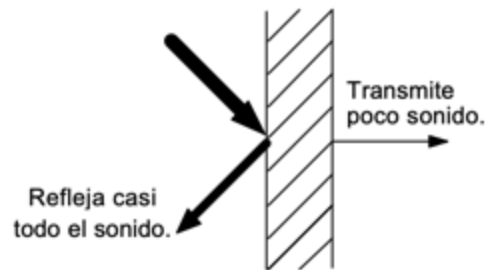
En la actualidad, el sector automotriz pretende reducir el ingreso y emisión de ruido, por lo cual cataloga la reducción de ruido como sinónimo de confort. (Constante, 2020). Un vehículo de alto confort refiere al automotor que reduce sustancialmente las ondas sonoras del exterior y de igual manera las ondas producidas por el motor, brindando al usuario un ambiente insonorizado y neutro. Es importante mencionar que los ruidos producidos dentro de la cabina del automóvil deben neutralizarse para evitar el incremento de la contaminación sonora hacia el medio ambiente.

Como se observa en la imagen N°2, los materiales con alto porcentaje de porosidad como la fibra de vidrio permite el paso del sonido en mayor medida en lugar de realizar la reflexión de este. Sin embargo, en la

imagen N°3 los materiales sólidos como aluminio, caucho o poliuretano al no tener porosidad permiten reflejar el ruido, reduciendo el paso de este por el material.



**Gráfico 2.** Materiales absorbentes, pero no aislantes  
**Fuente.** (Vitoria, 2001)



**Gráfico 3.** Materiales aislantes, pero no absorbentes  
**Fuente.** (Vitoria, 2001)

## 2.9. Vehículos

El mundo automotriz se caracteriza por la gama de automóviles que se ofrecen según las necesidades del mercado, se encuentran vehículos pequeños, medianos, grandes, altos, bajos, cortos o largos. Teniendo en cuenta que los vehículos mantienen su división según el propósito de funcionamiento; por ejemplo, un vehículo particular de circulación en ciudad o de igual manera automotores como maquinaria agrícola. Por tal motivo la división de automóviles está regulada en la Unión Europea según la normativa UN N° 678/2011 (Union Europea, 2011), en la cual existe una división de tipos vehiculares en base al transporte de pasajeros, transporte de mercancías y remolques.

## 2.10. Normativas

El uso de herramientas de medición al igual de niveles estandarizados de ruido permiten a la organización de salud establecer valores mínimos apropiados al ser humano al momento de tener exposición al ruido, de forma tal que se estableció a la presión sonora o presión acústica, como una medición de presión ejercida por las ondas sonoras la cual se mide en pascales (Pa).

La presión sonora media soportable para el oído humano está dada por  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa, sin embargo, esta medida resulta ser muy pequeña para lo cual se estableció una relación logarítmica relativa a nivel de referencia con la medida de decibelios (dB). La presión sonora se establece por la fórmula:

$$Lp = 20 * \log \left( \frac{P}{Po} \right) \quad [\text{EC. 2}]$$

**Donde:**

*P:* Es la presión acústica actual en Pa

*Po:* Presión acústica referencial dada como valor medio  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa.

Para la recepción de ruido no existen regulaciones, sin embargo, entidades de salud como la OMS han determinado que los valores promedio son de 85 decibelios de exposición durante un máximo de 8 horas para no tener riesgos auditivos (Organización Mundial de la Salud, 2015), de igual manera se menciona que en el transcurso del día se mantiene exposiciones medias de 55 a 65 decibelios. En el Distrito Metropolitano de Quito, según la Ordenanza N° 123 el valor máximo permitido de emisión de ruido de un vehículo durante su funcionamiento es de 88 decibelios. (Distrito Metropolitano de Quito, 2004 - 2008)

Basado en estos valores nominales, es importante denotar que al reunir varios automotores estos niveles se incrementaran, teniendo como referencia el tráfico vehicular en horas pico, la exposición al ruido por parte de las personas será superior. Razón

por la cual, se busca la relación de inhibición de ruido existente en los vehículos según el material aislante utilizado en las distintas gamas vehiculares.

Según el estudio realizado de los daños por exposición auditiva, el ser humano adquiere daños en el oído una vez se supere el umbral de dolor que corresponde a los 120 dB, el cual se compara a la salida de la bocina de una ambulancia, a continuación, se detalla una tabla con el tiempo máximo previo a sufrir una lesión auditiva según los niveles de ruido.

**Tabla 6.** Tiempo de exposición al ruido antes de que se produzca un daño.

| Ruido en Decibeles | Tiempo de Exposición para daño |
|--------------------|--------------------------------|
| 85 db              | 5 h./día                       |
| 90 db              | 2 h./día                       |
| 95 db              | 1 h./día                       |
| 100 db             | 30 min. /día                   |
| 105 db             | 15 min. /día                   |
| 110 db             | 5 min. /día                    |
| 120 – 140 db       | +1seg. /día                    |

**Fuente:** (Revista tráfico y seguridad vial, 2016)

## 3. MATERIALES Y METODOS

### 3.1 Método

El método que se utilizó para la presente investigación fue de tipo analítico deductivo con base bibliográfica, proceso que facilitará el desarrollo de la hipótesis de la investigación, la misma que fue enfocada a la incidencia de ruido considerado en la cabina y las repercusiones a la salud de los ocupantes.




Se analizó diferentes tipos de variables dependientes e independientes para los respectivos análisis teniendo en cuenta la realidad en la que los vehículos circulan por las diferentes calles del DMQ. Se elaboró una comparativa de los automóviles con filtración ruido a la cabina a través de tablas dinámicas proporcionadas por la información recolectada del equipo de diagnóstico calibrado y normado bajo la normativo IEC651 tipo 2 y ANSIS4 tipos 2, de esta manera el análisis será de una manera

cuantitativa comparando los decibeles mínimos y máximos de ruido dentro de un vehículo M1 según la normativa nacional y la OMS.

### 3.2 Materiales

### 3.3 Vehículo

Para la presente investigación, se utilizó la categoría M1 que tiene como características principales ser un vehículo de 8 plazas como máximo adicionales al puesto del conductor, vehículo que ha sido diseñado y fabricado para el transporte de pasajeros.

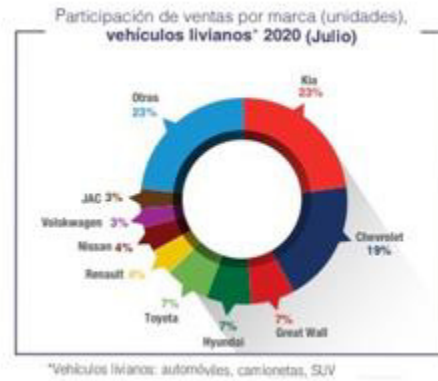
|                |  |
|----------------|--|
| M <sub>1</sub> |               |
| M <sub>2</sub> |               |
| M <sub>3</sub> |               |
| M              | Especial<br> |

**Gráfico 4.** división de vehículos categoría M1  
**Fuente:** (Union Europea, 2011)

El mercado automotriz a nivel nacional presenta gran variedad de vehículos para la elección del usuario. Se observa en el gráfico N° 5, la subdivisión vehicular M1 tiene gran participación en el mercado automotriz, en el cual las 3 marcas más representativas del mercado tienen como procedencia de fabricación

- Sur Corea – M1 K
- Colombia – M1 C
- Japón – M1 J

Cada uno de los modelos corresponden a los vehículos de una gama baja y alta del mercado teniendo una participación importante de acuerdo con la relación de materiales a utilizar para la producción de cada uno de los modelos al reducir el ingreso de ruido al interior de este.

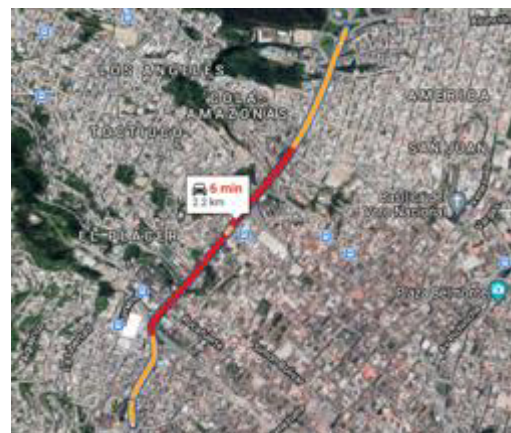


**Gráfico 5.** Posición de mercado vehículos categoría M1  
**Fuente:** (Union Europea, 2011)

### 3.4 Lugar de prueba

Las diferentes zonas que serán puestas a prueba es la Av. Mariscal Sucre hasta la Gran Alberto Enríquez que son los dos corredores que conectan el centro norte y sur de la ciudad por medio de los túneles: San Juan, San Roque y San Diego.

Según la (EPMMOP) Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Publicas uno de los tantos puntos críticos de congestión se registra a lo largo de la Mariscal Sucre citando que: *“el tráfico es insoportable a horas pico”*. sobre todo, en horarios diurnos. (Macías)



**Gráfico 6.** Mapa de la ruta Av. Mariscal sucre hasta Av. Gran Alberto Enríquez  
**Fuente.** Autores, 2020

El sector analizado se encuentra en la parte centro-norte y sur de la ciudad comenzando por la avenida Mariscal Sucre hasta el cementerio de San Diego, aquí se encuentran

2 principales túneles que conectan con la ciudad que son los túneles de San Juan y San Roque debido a que en estas partes están localizados mercados, museos y cementerios donde existen embotellamientos que causa una molesta espera entre los diferentes usuarios que transitan por ese sector.

### 3.5 Equipo de medición

Para la presente investigación se realizó pruebas de campo utilizando un equipo de diagnóstico calibrado bajo la normativa IEC651 tipo 2 y ANSIS 1.4, el mismo que brinda lecturas precisas en referencia a los niveles de ruido que el usuario así disponga. Por esta razón, se establecieron pruebas de recepción de ruido al interior de la cabina del automóvil, tomando en consideración diferentes escenarios en base a las normativas establecidas.



**Gráfico 7.** Instrumento de medición  
**Fuente.** Autores, 2020

### 3.6 Normativa

El margen de referencia para el análisis de la investigación son las normativas, las mismas que determinan valores base para generar comparativas y comprender las afectaciones a la salud que se generan, adicional a esto se discute si las normativas aplicadas puedan reformarse.

**Tabla 7.** Comparativa de decibeles entre normativas nacionales e internacionales

| Normativas de referencia al Ruido | Nivel de ruido en db. |
|-----------------------------------|-----------------------|
| ISO 5130:2019                     | 93 db                 |
| OMS                               | 70 db                 |

**Fuente.** Autores, 2020

### 3.7 Escenarios

Los diferentes escenarios puestos a prueba fueron definidos por las variables externas e internas que fueron contempladas desde un principio de la investigación, entre ellos se identificaron varios escenarios tales como:

**Escenario 1:** Las diferentes horas de tráfico transitado incluyendo horario matutino con alto y bajo tráfico en sentido norte – sur y sur – norte.

**Escenario 2:** Utilización de los diferentes accesorios del vehículo como la radio, ventilaciones y ventanas

**Escenario 3:** Afluencia vehicular debido a condiciones climáticas, factores de congestión provocado por elementos aledaños al sector (mercados, paradas de buses, entras a museos, transeúntes, accidentes) entre otros.

**Escenario 4:** El instrumento de medición estará en posición a más de 1 metro del suelo y a la altura de los hombros del pasajero

Por tanto, se tomó en cuenta las variables a examinar como: la radio, ventanas, ventilaciones del automóvil, factor climático, tráfico y horario para seguir con un proceso de prueba en donde se detectará en que puntos de la cabina se filtra más el ruido.

**Tabla 8.** Tabla tentativa para la recolección de datos de los diferentes escenarios

| Variables                   | Horario Matutino |             |             |             |
|-----------------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
|                             | Escenario 1      | Escenario 2 | Escenario 3 | Escenario 4 |
| Trafico alto en trayectoria | x                | x           | x           | x           |
| Trafico bajo en trayectoria | x                | x           | x           | x           |
| Ventanas arriba             | x                | x           | x           | x           |
| Ventanas abajo              | x                | x           | x           | x           |
| Radio                       | x                | x           | x           | x           |

**Fuente.** Autores, 2020

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el desarrollo de las distintas mediciones, se estandarizo los valores de entrada considerando las variables externas como: temperatura, clima, altura, horarios de medición en sentido Sur – Norte y Norte – Sur desde la entrada del túnel de San Juan hasta la salida del túnel de San Roque, método, ruido ambiental base y accesorios del vehículo como condiciones similares para cada uno de los automóviles.

**Tabla 9.** Datos de entrada

| Datos estandarizados                  | DMQ                                 |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Temperatura                           | (11-17) °C                          |
| Clima                                 | Soleado - Húmedo                    |
| Altura                                | 2850 m.s.n.m                        |
| Horarios de medicion                  | Diurno                              |
| Método                                | Doble medicion por ruta             |
| Ruido ambiental base                  | (64 - 67) db                        |
| Accesorios                            | Apertura de ventanas y uso de radio |
| Ponderación de frecuencia de medicion | A                                   |
| Estándar de medicion                  | NIOSH                               |

**Fuente.** Autores, 2021

Los automóviles utilizados para las diferentes pruebas fueron adecuados a las estandarizaciones de medición de los valores de entrada para los diferentes escenarios propuestos.

**Tabla 10.** Escenarios de medicion para las distintas gamas de vehículo M1

| Variables | Ventanas arriba | Ventanas abajo | Radio |   |
|-----------|-----------------|----------------|-------|---|
| M1 C      | Muestra 1       | x              | -     | x |
|           | Muestra 2       | -              | x     | x |
| M1 K      | Muestra 3       | x              | -     | x |
|           | Muestra 4       | -              | x     | x |
| M1 J      | Muestra 5       | x              | -     | x |
|           | Muestra 6       | -              | x     | x |

**Fuente.** Autores, 2021

Se realizaron varias pruebas piloto en el sector determinado para dar seguimiento a los parámetros establecidos a los datos de entrada en condiciones similares para el monitoreo de las variables mencionadas presentes en las pruebas de campo, con la finalidad de identificar las mejores circunstancias para la recolección de datos.

#### 4.1 Valoración Diurna Vidrios Abiertos

Para la realización de la prueba N°1 se ubicaron los tres automóviles de forma continua para mantener las mismas condiciones de pruebas y que los resultados brinden valores reales de diferenciación para minimizar las variables dependientes e independientes que se obtengan si se realizan en diferentes momentos. De acuerdo con varias fuentes, entrevistas a personas locales y estudios realizados, en el horario diurno existe una mayor afluencia de vehículos, por eso importante analizar en esta trayectoria las condiciones de ruido que se genera durante y después de los túneles en función de los escenarios propuestos.

**Tabla 11.** Horario Diurno Prueba N°1

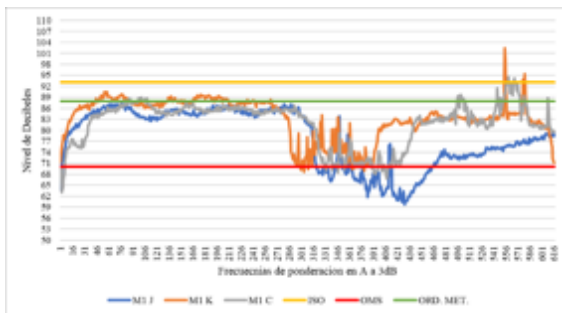
| Datos estandarizados                  | DMQ                                 |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Temperatura                           | (11-17) °C                          |
| Clima                                 | Soleado - Húmedo                    |
| Altura                                | 2850 m.s.n.m                        |
| Método                                | Doble medicion por ruta             |
| Ruido ambiental base                  | (64 - 67) db                        |
| Accesorios                            | Apertura de ventanas y uso de radio |
| Ponderación de frecuencia de medicion | A                                   |
| Estándar de medicion                  | NIOSH                               |

**Fuente.** Autores,2021

Una vez estandarizado los valores de entrada se recolecto datos aleatorios con una



duración del trayecto entre 2 a 1 min por pruebas con los vidrios abiertos



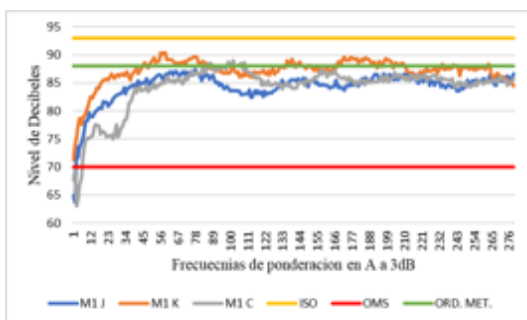
**Gráfico 8.** Valoración Diurna con vidrios abiertos

**Fuente.** Autores,2021

Los resultados que se obtuvieron en la valoración diurna con los vidrios abiertos y el uso de la radio muestra un exceso de ruido generado en las diferentes normativas propuestas, los valores se clasifico en 3 etapas al trayecto para la comprensión de los datos siendo estos los siguientes:

#### 4.1.1 Etapa 1 – Túnel San Juan

Como se observar en la gráfica N°9, los valores corresponden al transcurso de 706 metros longitud del túnel de San Juan mostrando elevadas cifras con un promedio de 90 decibeles muy cercanos a la normativa. Analizando esta información se determinó que estos valores son mayores debido a la longitud del túnel, por lo que causa un mayor encierro del ruido.



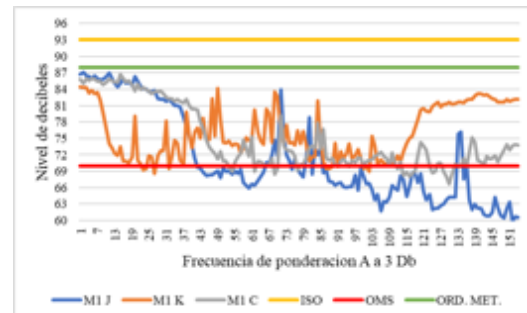
**Gráfico 9.** Medicion de Db en la trayectoria del túnel de San Juan

**Fuente.** Autores,2021

#### 4.1.2 Etapa 2 - Punto Intermedio Entre Túnel San Juan Y San Roque

Al salir del túnel de San Juan, los valores promedio de 75 decibeles; sin embargo, al avanzar se encontró con paradas de buses y

puntos de venta ambulantes que generan picos máximos de ruido de hasta 85 decibeles.



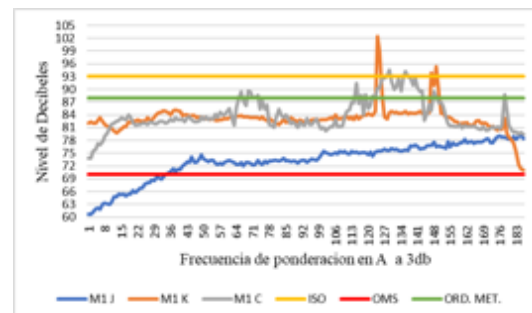
**Gráfico 10.** Medicion de db en la trayectoria intermedia de los túneles

**Fuente.** Autores,2021

En este punto se encontró la mayor cantidad de variables no controladas por la mayor afluencia de personas y vehículos por la presencia de un mercado popular del DMQ.

#### 4.1.3 Etapa 3 – Túnel San Roque

Nuevamente al ingresar por el túnel de San Roque, los valores rondan los 85 decibeles siendo este un valor diferente al túnel principal en este punto se recorrió una distancia de 456 metros, donde la longitud es una influencia importante para la concentración de ruido.



**Gráfico 11.** Medicion de dB en la trayectoria del Túnel de San Roque

**Fuente.** Autores,2021

En base a un estudio realizado por la Universidad de Málaga sobre el “acondicionamiento de un túnel” se menciona que los materiales y las dimensiones de construcción de este llega a tener un impacto de absorción de ruido donde, la longitud determina un incremento o reducción de las ondas sonoras dentro de la estructura (Corral, 2015)



## 4.2 Valoración Diurna Vidrios Cerrados

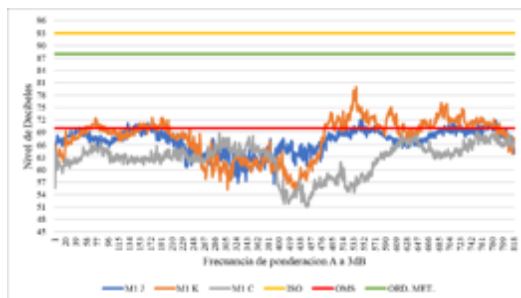
En la prueba N°2 los datos tomados fueron con los mismos parámetros y condiciones de la prueba N°1, con la diferencia de que las ventanas para los 3 vehículos permanecerán cerradas de forma permanente.

**Tabla 12.** Horario Diurno Prueba N°2

| Datos estandarizados                  | DMQ                             |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| Temperatura                           | (11-17) °C                      |
| Clima                                 | Parcialmente nublado            |
| Altura                                | 2850 m.s.n.m                    |
| Método                                | Doble medicion por ruta         |
| Ruido ambiental base                  | (64 - 67) db                    |
| Accesorios                            | Cierra de ventas y uso de radio |
| Ponderación de frecuencia de medicion | A                               |
| Estándar de medicion                  | NIOSH                           |

**Fuente.** Autores,2021

Para la aplicación de la prueba, se cerró al 100 % las ventanas del automóvil con el uso de la radio en nivel moderado, este escenario recopilo información desde la entrada del túnel de San Juan hasta la salida del túnel de San Roque.

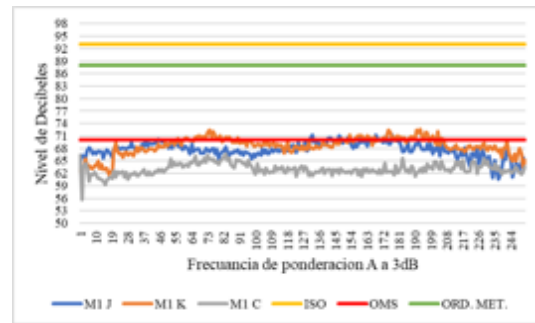


**Gráfico 12.** Valoración diurna vidrios cerrados  
**Fuente.** Autores,2021

Para un análisis más detallado para facilitar la comprensión de las pruebas se dividió la totalidad del trayecto en 3 etapas, siendo estos los siguientes:

### 4.2.1 Etapa 1 - Túnel San Juan

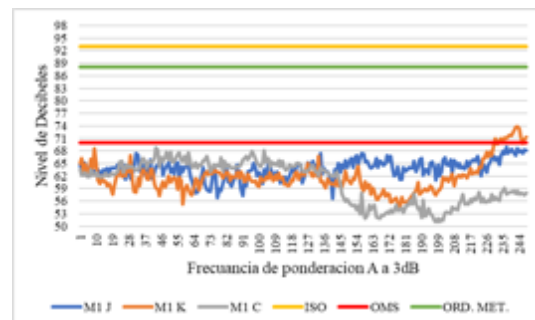
Para la etapa N°1, en base a los datos se observó que los valores se reducen en un valor promedio del 25% en comparación con la condición de vidrios abiertos. Los valores promedio al transitar por el túnel de San Juan rondan los 69 decibels, alcanzando el valor recomendado por la OMS para evitar daños si se expone a esta audición



**Gráfico 13.** Medicion de dB en la trayectoria del Túnel de San Juan  
**Fuente.** Autores,2021

### 4.2.2 Etapa 2 – Punto Intermedio Entre Túnel San Juan Y San Roque

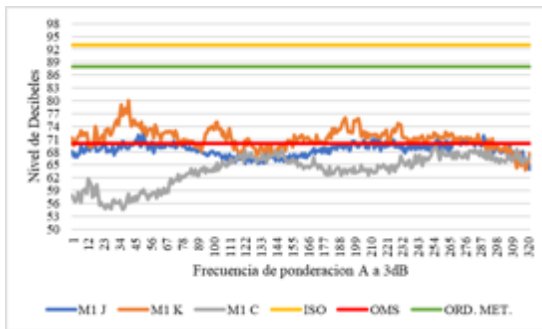
En la gráfica N°14, los valores en la prueba se reducen en un promedio estable alcanzando un 15% de reducción de ruido del exterior al ingresar hacia la cabina. Los valores muestran cifras inferiores a los recomendados por la OMS, siendo que en circulación libre los niveles de ruido cumplen los estándares de calidad de ruido y no comprometen la integridad de sus ocupantes.



**Gráfico 14.** Medicion de db en la trayectoria intermedia de los túneles  
**Fuente.** Autores,2021

### 4.2.3 Etapa 3 – Túnel San Roque

Finalmente, en la tercera etapa los valores al ingresar al túnel de San Roque mostraron un incremento en los decibelios con un promedio base de 70 dB; Si se compara con la etapa 1 de vidrios cerrados, se maneja una tendencia de absorción de ruido de forma que al interior del automóvil los valores recomendados de ruido soportable para el ser humano dado por la OMS.



**Gráfico 15.** Medición de dB en la trayectoria del Túnel de San Roque  
**Fuente.** Autores,2021

En base a los datos se determinó que, al tener diferentes procedencias de ensamblajes de carrocerías los valores de absorción de ruido promedio están entre los 10 decibeles, incluso cuando los vidrios se encuentran cerrados debido a los factores como materiales utilizados en la fabricación e incluso las dimensiones y materiales de construcción del túnel.

A nivel de fabricación se consideran que los vehículos M1 C y M1 K son los más comercializados a nivel nacional en donde registran los valores más bajos de absorción de ruido y no cumplen con los niveles mínimos establecidos para daño auditivo establecido por la OMS.

Durante las pruebas se visualizó gran cantidad de usuarios que circulaban con las ventanas bajas siendo esto, un punto importante a tratar ya que los valores alcanzan picos máximos de 95 hasta 100 decibeles, los cuales en determinado tiempo de exposición pueden generar daños auditivos a corto plazo.

## 5. CONCLUSIONES

La Empresa Metropolitana De Movilidad Y Obras Públicas cuentan con un sistema de circulación de gases y control de luces llamado SCADA que busca una solución en la salud de los usuarios ya que minimiza los gases contaminantes y el efecto de luz al entrar y salir del túnel, sin embargo hay que considerar que este sistema es uno de los principales causantes de las emisiones de ruido durante el trayecto del túnel, de esta manera se lograría una mejor viabilidad si se buscaran nuevas alternativas de circulación

de gases o a su vez incrementar los mantenimientos a estos equipos para garantizar menos emisión de ruido por parte de los mismos.

Se determinó picos máximos de ruido de 95 a 100 dB, que superan en un 5 a 10 % los valores establecidos por la norma ISO; Al comparar con la normativa de la OMS los valores sobrepasan en un promedio de 25%. A su vez se demostró que los materiales del vehículo M1 J en el habitáculo tiene una diferencia de absorción de ruido del 10% manteniendo un bajo estándar de absorción de ruido de los valores permisibles de las normativas frente a los otros vehículos. Durante la prueba realizada, se determinó que el trayecto entre ambos túneles presentan un incremento porcentual del 15% a 20 % de ruido debido a la combinación de ruido emitida por los vehículos y los motores eléctricos de los ventiladores de circulación de gases; los valores no son similares comprendiendo que las características como la longitud y construcción de un túnel representan un factor importante para la mitigación o amplificación de ruido.

Uno de los puntos más fuertes de emisiones de ruido son los ventiladores de circulación de gases ya que están ubicados en varios puntos dentro del túnel, sin embargo, el tiempo de exposición de los usuarios al ruido dependerá de factores como la circulación vehicular y condiciones climáticas los cuales incrementan las lecturas de medición.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- AEADE. (27 de 08 de 2020). *Asociacion de Empresas Automotrices del Ecuador*. Recuperado el 11 de 04 de 2020, de <https://drive.google.com/drive/folders/1WqPkRShZgnU1MJU9rf3p2ah8JEVdYREm>
- AEADE. (2020 de 08 de 27). *AEADE.NET*. Recuperado el 17 de 10 de 2020, de <https://www.aeade.net/>
- Brian C. McDonald, J. A.-T.-W.-V. (16 de 02 de 2018). Volatile chemical products emerging as largest petrochemical source of urban organic emissions. *Science*, 6. Recuperado el 11 de 11 de 2020, de <https://science.sciencemag.org/content/sci/359/6377/760.full.pdf>
- C.A. EL UNIVERSO . (22 de 08 de 2019). *La congestión vehicular en horas pico colapsa en Quito* . Recuperado el 28 de 11 de 2020, de <https://www.eluniverso.com/noticias/2019/08/22/nota/7481736/congestion-vehicular-horas-pico-colapsa-circulacion-quito>
- Constante, S. (Abril de 2020). *¿QUÉ ES EL AISLAMIENTO ACÚSTICO DE UN COCHE?* Recuperado el Noviembre de 2020, de <https://www.carglass.es/blog/coche-a-punto/que-es-aislamiento-acustico-un-coche/>
- Distrito Metropolitano de Quito . (06 de 05 de 2004 - 2008). *Concejo Metropolitano de Quito* . Recuperado el 12 de 11 de 2020, de [http://www7.quito.gob.ec/mdmq\\_or denanzas/Ordenanzas/ORDENANZAS%20A%20C3%91OS%20ANTE RIOS/ORDM-123%20-%20RUIDO%20-%20MEDIO%20AMBIENTE.pdf](http://www7.quito.gob.ec/mdmq_or denanzas/Ordenanzas/ORDENANZAS%20A%20C3%91OS%20ANTE RIOS/ORDM-123%20-%20RUIDO%20-%20MEDIO%20AMBIENTE.pdf)
- INRIX. (03 de 2020). *Inrix Research - GLOBAL TRAFFIC SCORECARD*. Recuperado el 11 de 11 de 2020, de <https://inrix.com/scorecard/>
- Jové, F. (Noviembre de 2017). *Aislantes e Impermeabilizantes*. Recuperado el 2020 de Noviembre de 12, de [https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/27436/C3T10\\_Materiales%20Aislantes%20e%20Impermeabilizantes\\_Jov%C3%A9\(2017\).pdf?sequence=1](https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/27436/C3T10_Materiales%20Aislantes%20e%20Impermeabilizantes_Jov%C3%A9(2017).pdf?sequence=1)
- L, I. N. (2015). *ESTUDIO ACÚSTICO DE ACONDICIONAMIENTO DEL TÚNEL DE LA ALCAZABA*. Recuperado el 04 de 04 de 2021, de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/ESTUDIO%20ACUSTICO%20T%C3%9ANEL%20ALCAZABA%20-%20IN%20C3%89S%20ARAG%C3%9CEZ%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/ESTUDIO%20ACUSTICO%20T%C3%9ANEL%20ALCAZABA%20-%20IN%20C3%89S%20ARAG%C3%9CEZ%20(2).pdf)
- López del Corral, B. C. (Febrero de 2018). *Estudio de los ruidos en las carrocerías en vehículos utilitarios*. Recuperado el Noviembre de 2020, de <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2511>.
- Macías, A. G. (s.f.). *70 cruces transversales tienen más tránsito*. Recuperado el 12 de 08 de 2020, de <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/70-cruces-transversales-mas-transito.html>
- OMS ( World Health Organization ) . (2011). *Burden of disease from environmental noise*. Recuperado el 11 de 11 de 2020, de [https://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/136466/e94888.pdf](https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf)
- OMS( Organizacion Mundial de la salud ) . (09 de 2015). *Escuchar sin riesgos* . Recuperado el 11 de 11 de 2020, de [https://www.who.int/pbd/deafness/activities/MLS\\_Brochure\\_Spanish\\_lowres\\_for\\_web.pdf](https://www.who.int/pbd/deafness/activities/MLS_Brochure_Spanish_lowres_for_web.pdf)

- Oña, D. F., & Bayas, G. T. (Junio de 2011). *Diseño y construcción de un prototipo de cabina aislante sonora para un grupo electrógeno de 7kW de potencia*. Recuperado el Noviembre de 2020, de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3973/1/CD-3727.pdf>
- Ordenanza Metropolitana. (05 de 07 de 2004). *Concejo Metropolitano de Quito*. Recuperado el 22 de 10 de 2020, de [http://www7.quito.gob.ec/mdmq\\_ordenanzas/Ordenanzas/ORDENANZAS%20A%C3%91OS%20ANTE RIORES/ORDM-123%20-%20RUIDO%20-%20MEDIO%20AMBIENTE.pdf](http://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Ordenanzas/ORDENANZAS%20A%C3%91OS%20ANTE RIORES/ORDM-123%20-%20RUIDO%20-%20MEDIO%20AMBIENTE.pdf)
- Organizacion Mundial de la Salud. (2015). *Escuchar sin riesgos*. Recuperado el Noviembre de 2020, de [https://www.who.int/pbd/deafness/activities/MLS\\_Brochure\\_Spanish\\_lowres\\_for\\_web.pdf](https://www.who.int/pbd/deafness/activities/MLS_Brochure_Spanish_lowres_for_web.pdf)
- Organization, W. H. (2018). *Euro WHO web site*. Recuperado el 30 de 10 de 2020, de [https://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf](https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf)
- OSMAN. (s.f.). *Observatorio de Salud y Medio Ambiental*. Recuperado el 11 de 12 de 2020, de [https://www.diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfdded&groupId=7294824](https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfdded&groupId=7294824)
- Palomo, A. G. (2020). El trafico, la principal fuente de ruido sobre ruedas . *Trafico y Seguridad Vial*, 26(3), 68.
- pareja, D. b. (04 de 06 de 2010). *AEADE*. Recuperado el 23 de 04 de 2019, de <http://aeade.net/wp-content/uploads/2016/11/ANUARIO-2009.pdf>
- Parikh, Y. C. (1 de Noviembre de 2006). *Reducing Automotive Interior Noise with Natural Fiber Nonwoven Floor Covering Systems*. Obtenido de Reducing Automotive Interior Noise with Natural Fiber Nonwoven Floor Covering Systems
- Quito, E. C. (10 de 10 de 2005). *Quito.gob.ec*. Recuperado el 11 de 09 de 2020, de [https://www.quito.gob.ec/documentos/Portal\\_tributario/Normativa/1.5x mil/ORDM-157\\_AV.\\_OSWALDO\\_GUAYAS AMIN-TASAS.pdf](https://www.quito.gob.ec/documentos/Portal_tributario/Normativa/1.5x mil/ORDM-157_AV._OSWALDO_GUAYAS AMIN-TASAS.pdf)
- Revista tráfico y seguridad vial. (Mayo de 2016). *Ruido del tráfico: niveles y daño*. Recuperado el Noviembre de 2020, de <http://revista.dgt.es/es/multimedia/infografia/2016/0517-Ruido-niveles-y-danos.shtml#.X7XehNNKi1s>
- Roriguez, M. V. (Noviembre de 2015). *Materiales aislantes sostenibles*. Recuperado el Noviembre de 2020, de [http://dehesa.unex.es/static/flexpaper/template.html?path=/bitstream/handle/10662/4159/TFGUEX\\_2015\\_Velazquez\\_Rodriguez.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=40](http://dehesa.unex.es/static/flexpaper/template.html?path=/bitstream/handle/10662/4159/TFGUEX_2015_Velazquez_Rodriguez.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=40)
- Secretaría de movilidad. (30 de Octubre de 2014). *Diagnóstico de la movilidad en el distrito metropolitano de Quito para el plan metropolitano de desarrollo territorial*. Obtenido de Municipio del Distrito Metropolitano de Quito: <https://drive.google.com/drive/folders/1WqPkRShZgnU1MJU9rf3p2ah8JEVdYREm>
- Teran, D. (25 de 10 de 2020). *Survey Monkey*. Recuperado el 25 de 10 de 2020, de [https://es.surveymonkey.com/analyze/Su6QzoKBpfbk8fMC1DNQwgCGxVvk5Ew61RyDldcx\\_2B4Fo\\_3D](https://es.surveymonkey.com/analyze/Su6QzoKBpfbk8fMC1DNQwgCGxVvk5Ew61RyDldcx_2B4Fo_3D)

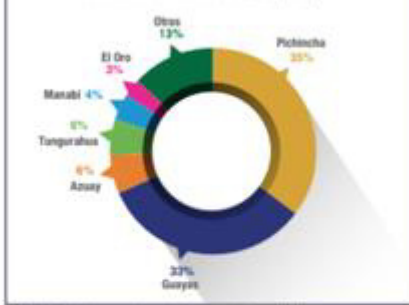
Union Europea. (2011). *REGLAMENTO (UE) No 678/2011 DE LA COMISIÓN*. Recuperado el Noviembre de 2020, de <https://www.boe.es/doue/2011/185/L00030-00056.pdf>

Vitoria. (2001). *Criterios acusticos en el diseño de centros docentes* . Recuperado el Noviembre de 2020, de [http://zaharra.steilas.eus/dok/arloak/lan\\_osasuna/udakoikas/acust/acus4.pdf](http://zaharra.steilas.eus/dok/arloak/lan_osasuna/udakoikas/acust/acus4.pdf)

## **7. ANEXOS**

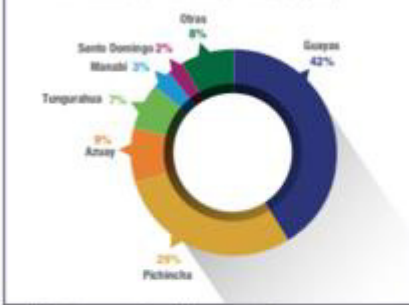


Participación de ventas por provincia (unidades),  
vehículos livianos\* 2020 (Julio)



\*Vehículos livianos: automóviles, camionetas, SUV

Participación de ventas por provincia (unidades),  
vehículos comerciales\*\* 2020 (Julio)



\*\*Vehículos comerciales: VAN, camiones, buses

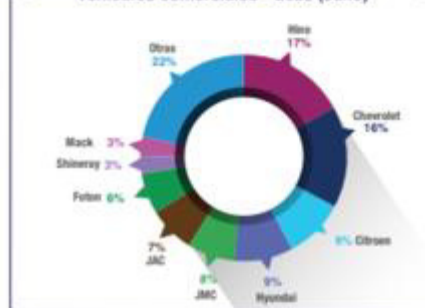
Fuente: Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE), 2020; AUTOPLUS, 2020.

Participación de ventas por marca (unidades),  
vehículos livianos\* 2020 (Julio)



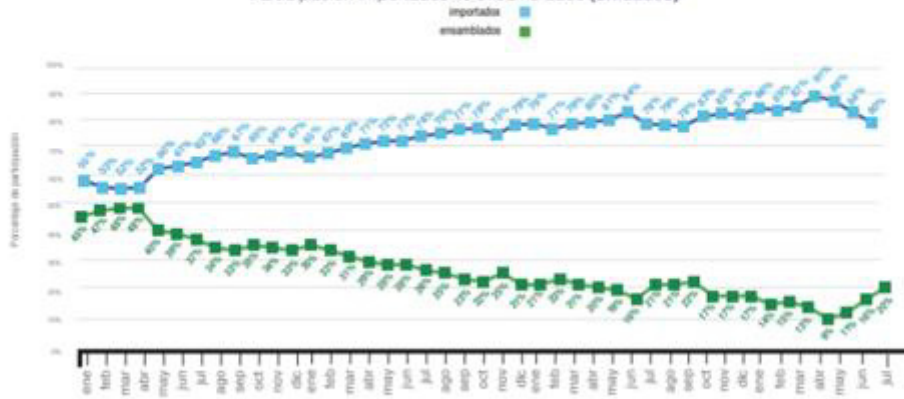
\*Vehículos livianos: automóviles, camionetas, SUV

Participación de ventas por marca (unidades),  
vehículos comerciales\*\* 2020 (Julio)



\*\*Vehículos comerciales: VAN, camiones, buses

Participación importados vs ensamblados (unidades)



Fuente: Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE), 2020; AUTOPLUS, 2020.



**AEADE**  
Asociación Ecuatoriana de Automotrices

# SECTOR AUTOMOTOR

en cifras

Publicación exclusiva para los afiliados de AEADE

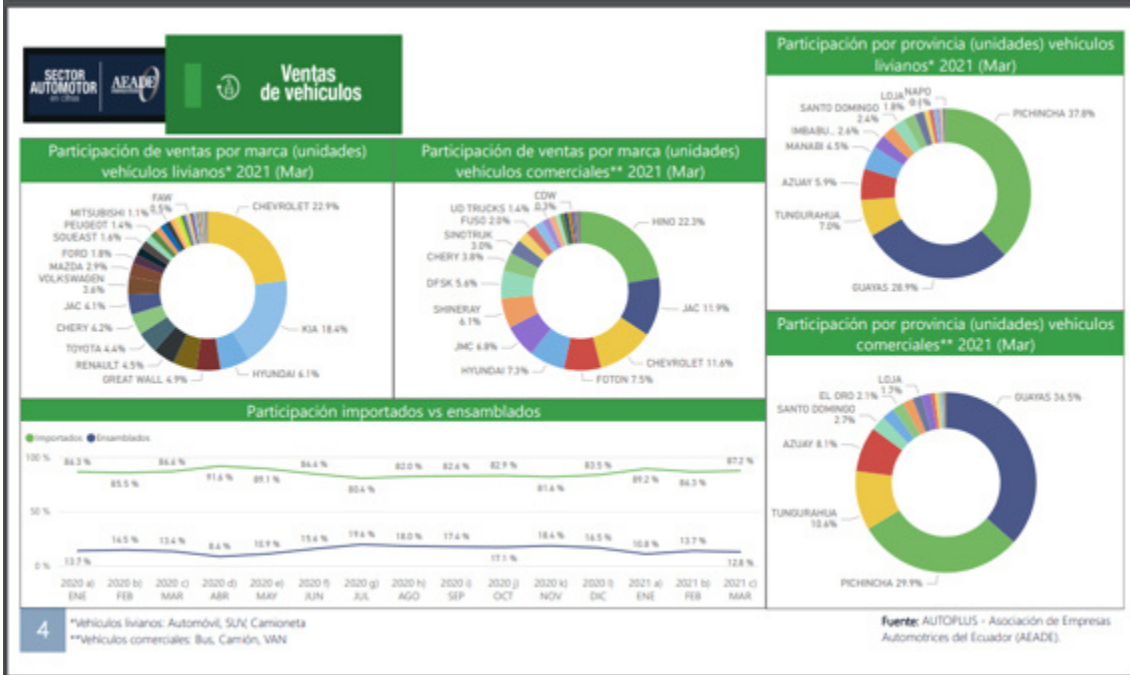
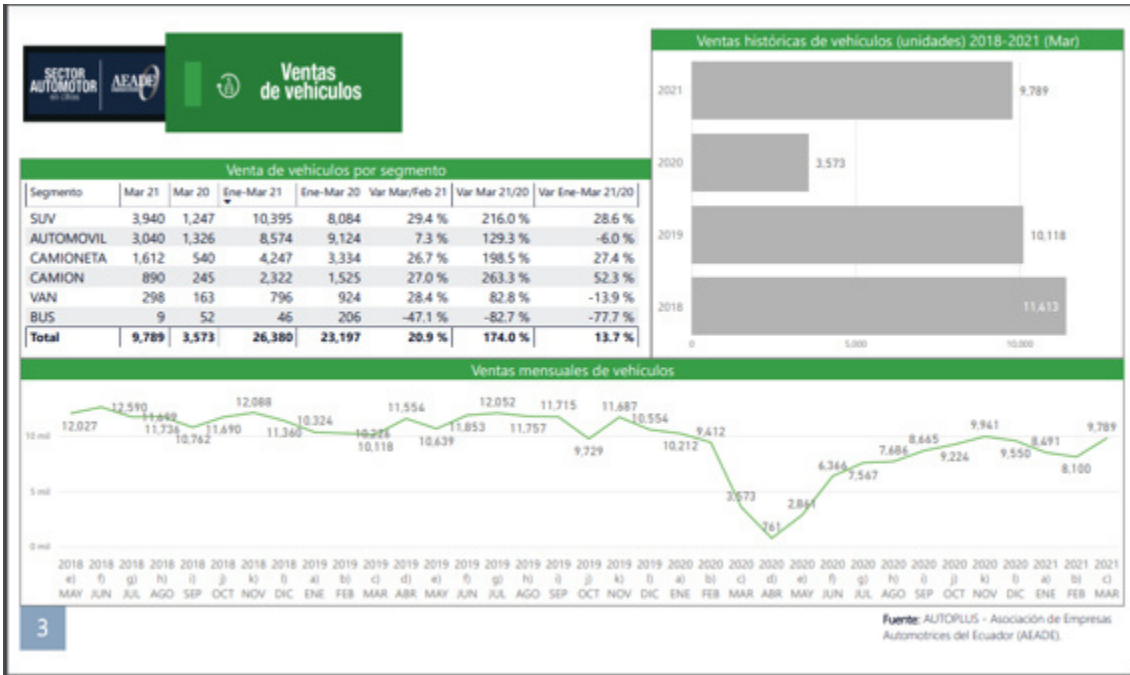
Marzo 2021 - No.55  
Publicado el 24 de abril del 2021

Núñez De Vola E 3-13 y Anahuapí  
Edificio Torre del Puente, Piso 10  
Teléfono: 02 226 9052 / 226 9055  
226 4925 / 226 4927  
Quito - Ecuador

## SECTOR AUTOMOTOR

en cifras

- 1 Perfil del sector automotor del Ecuador
- 2 Resumen de cifras
- 3 Ventas de vehículos
- 5 Ventas de vehículos ensamblados
- 6 Nuevas tecnologías
- 7 Importación de vehículos
- 8 Exportación de vehículos
- 9 Importación de neumáticos
- 10 Exportación de neumáticos
- 11 Importación de motos
- 12 Ventas de motos
- 13 Indicadores coyunturales
- 14 Indicadores macroeconómicos
- 15 Parque automotor ecuatoriano



Anexo [3]

Volatile chemical products emerging as largest petrochemical source of urban organic emissions. (2018)

## RESEARCH ARTICLE

## ATMOSPHERIC CHEMISTRY

# Volatile chemical products emerging as largest petrochemical source of urban organic emissions

Brian C. McDonald,<sup>1,2\*</sup> Joost A. de Gouw,<sup>1,2</sup> Jessica B. Gilman,<sup>2</sup> Shantam H. Jathar,<sup>3</sup> Ali Akherati,<sup>2</sup> Christopher D. Cappa,<sup>4</sup> Jose L. Jimenez,<sup>1,2</sup> Julia Lee-Taylor,<sup>1,4</sup> Patrick L. Hayes,<sup>7</sup> Stuart A. McKeen,<sup>1,2</sup> Yu Yan Cui,<sup>1,2</sup> Si-Wan Kim,<sup>1,2</sup> Drew R. Gentner,<sup>8,9</sup> Gabriel Isaacman-VanWertz,<sup>10</sup> Allen H. Goldstein,<sup>11,12</sup> Robert A. Harley,<sup>12</sup> Gregory J. Frost,<sup>2</sup> James M. Roberts,<sup>2</sup> Thomas B. Ryerson,<sup>2</sup> Michael Trainer<sup>2</sup>

A gap in emission inventories of urban volatile organic compound (VOC) sources, which contribute to regional ozone and aerosol burdens, has increased as transportation emissions in the United States and Europe have declined rapidly. A detailed mass balance demonstrates that the use of volatile chemical products (VCPs)—including pesticides, coatings, printing inks, adhesives, cleaning agents, and personal care products—now constitutes half of fossil fuel VOC emissions in industrialized cities. The high fraction of VCP emissions is consistent with observed urban outdoor and indoor air measurements. We show that human exposure to carbonaceous aerosols of fossil origin is transitioning away from transportation-related sources and toward VCPs. Existing U.S. regulations on VCPs emphasize mitigating ozone and air toxics, but they currently exempt many chemicals that lead to secondary organic aerosols.

Exposure to air pollution is the fifth ranking human health risk factor globally, following malnutrition, dietary risks, high blood pressure, and tobacco (1). Secondary organic aerosols (SOA), a major component of fine particulate matter (PM<sub>2.5</sub>) in cities around the world (2), form through oxidation of volatile organic compound (VOC) precursors. Oxidation of VOCs in the presence of nitrogen oxides (NO<sub>x</sub> = NO + NO<sub>2</sub>) also contributes to tropospheric ozone (O<sub>3</sub>), which increases risks of mortality from respiratory diseases (3). A recent epidemiolo-

gical study suggests that adverse human health effects occur below current U.S. standards for PM<sub>2.5</sub> and O<sub>3</sub> (4). It is thus critical to identify and quantify the most important human-produced sources of VOC emissions to effectively mitigate air pollution and improve human health.

Automotive emissions of VOCs have decreased steadily from efforts to control tailpipe emissions in the United States (5) and Europe (6). As a result, other sources of VOC emissions are likely growing in relative importance (7). Transportation emissions of NO<sub>x</sub> and VOCs have long been considered major contributors to formation of O<sub>3</sub> (8) and SOA (9–11) in urban areas, although recent studies have suggested the importance of nonvehicular sources as major contributors (12–14). Emissions from the use of chemical products have been difficult to constrain in models (15) or from ambient measurements (16). One challenge has been the lack of available atmospheric measurements of oxygenated volatile organic compounds (OVOCs) common in everyday household products (16). Here, we focus on volatile chemical products (VCPs), including pesticides, coatings, printing inks, adhesives, cleaning agents, and personal care products. These products contain organic solvents, which lead to substantial emissions of VOCs to the atmosphere.

We show that success in controlling air pollution has changed the proportions of sources of anthropogenic VOC emissions in the United States, decreasing the relative contribution from transportation fuels and increasing the contribution from VCPs. We consider four key pieces of evidence

to support this finding: (i) energy and chemical production statistics; (ii) near-roadway measurements of transportation emissions, together with laboratory testing of chemical products; (iii) ambient air measurements away from roads; and (iv) indoor air measurements.

## Mass balance of hydrocarbons in the petrochemical industry

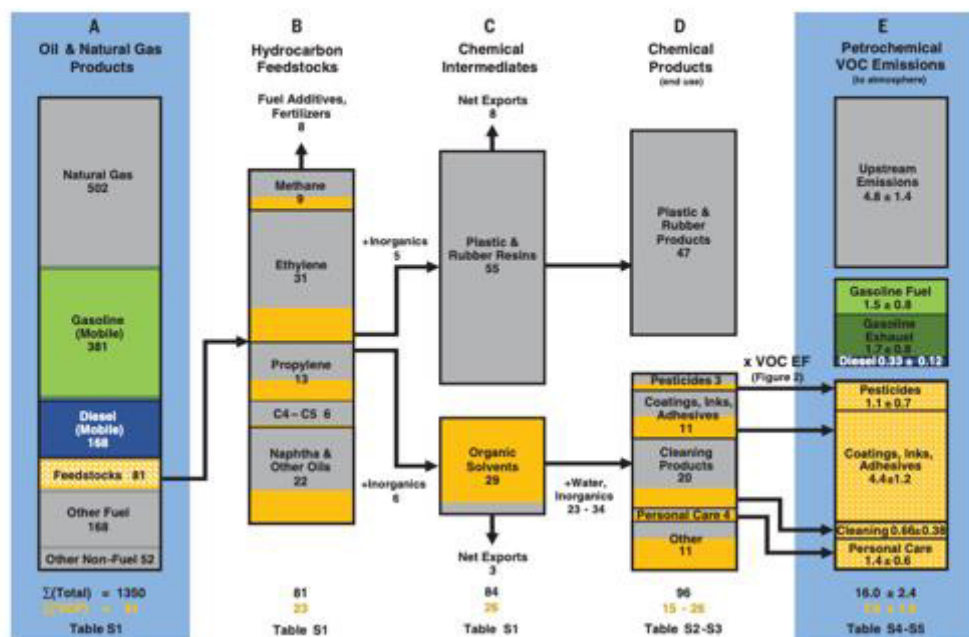
We used energy and chemical production statistics, together with near-roadway and laboratory measurements, to construct the mass balance shown in Fig. 1 (17). In 2012, the amount of oil and natural gas used as fuel in the United States was ~15 times the amount used as chemical feedstocks (Fig. 1A). Chemical feedstocks are almost entirely derived from fossil hydrocarbons (18) and are transformed to chemicals found in everyday household products (tables S1 to S3). We focus on emissions from organic solvents, which consist mostly of intermediate-volatility organic compounds (IVOCs) and higher-volatility VOCs (fig. S1). The evaporation time scales of higher-volatility VOCs range from milliseconds to hours, and for IVOCs from hours to months (19). The fraction that can be emitted to the atmosphere depends strongly on product type and use (table S4). For example, a high fraction of organic compounds evaporate from architectural coatings. Most organic compounds in soaps and detergents dissolve in water and end up in sewer systems (20), with negligible amounts emitted from wastewater treatment plants (21).

Total gas-phase VOC emission factors of mobile source fuels and VCPs are based on field (e.g., near-roadway) and laboratory experiments reported in the literature (Fig. 2). A key finding is that VOC emission factors (emission amount per unit product use) resulting from the use of many chemical products are one to two orders of magnitude higher than from automobile exhaust. The relatively low VOC emission factor for on-road gasoline engines today (Fig. 2) results from (i) combustion oxidizing most hydrocarbons in fuel to carbon dioxide, and (ii) the increasing effectiveness of modern three-way catalytic converters in reducing tailpipe VOC emissions over multiple decades (5–7). Consequently, the relative importance of VCP emissions has grown. For example, mixing ratios of acetone, a marker of coating-related VCPs in this study and in the past (16), increased in ambient air in Los Angeles from 1990 to 2010 (22). This is in sharp contrast to VOCs present in gasoline exhaust, which decreased markedly during the same period (22), except for ethanol (23).

Although U.S. sales of VCPs are substantially smaller than for gasoline and diesel fuel, VOC emissions from VCPs (7.6 ± 1.5 Tg) are twice as large as from mobile sources (3.5 ± 1.1 Tg) (Fig. 1E, light green, dark green, and blue bars) because of differences in emission factors. Emissions from mobile sources and VCPs should scale with driving and population, respectively, and be concentrated in cities. Other fossil sources that occur upstream of end users (i.e., oil and natural gas extraction, oil refineries, and chemical manufacturing facilities)

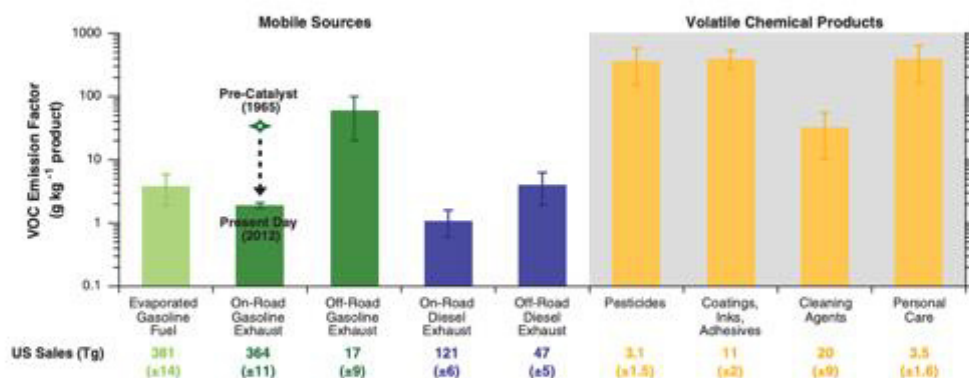
<sup>1</sup>Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences, University of Colorado, Boulder, CO, USA. <sup>2</sup>Chemical Sciences Division, NOAA Earth System Research Laboratory, Boulder, CO, USA. <sup>3</sup>Department of Mechanical Engineering, Colorado State University, Fort Collins, CO, USA. <sup>4</sup>Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, Davis, CA, USA. <sup>5</sup>Department of Chemistry and Biochemistry, University of Colorado, Boulder, CO, USA. <sup>6</sup>National Center for Atmospheric Research, Boulder, CO, USA. <sup>7</sup>Department of Chemistry, Université de Montréal, Montréal, Québec, Canada. <sup>8</sup>Department of Chemical and Environmental Engineering, Yale University, New Haven, CT, USA. <sup>9</sup>School of Forestry and Environmental Studies, Yale University, New Haven, CT, USA. <sup>10</sup>Department of Civil and Environmental Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA, USA. <sup>11</sup>Department of Environmental Science, Policy, and Management, University of California, Berkeley, CA, USA. <sup>12</sup>Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, Berkeley, CA, USA. <sup>13</sup>Present address: California Air Resources Board, Sacramento, CA, USA. <sup>14</sup>Present address: Department of Atmospheric Sciences, Yonsei University, Seoul, Republic of Korea.





**Fig. 1. Mass balance of organic compounds through the U.S. petrochemical industry in 2012, from crude oil and natural gas production to resulting VOC emissions.** (A to E) Within the chemical manufacturing sector, orange sections of boxes track hydrocarbon feedstocks (A), the fraction used for production of organic solvents ((B

and (C)), organic solvents consumed domestically for chemical products (D), and resulting emissions from use of volatile chemical products (E). Emissions from plastic, rubber, and other chemical products are not considered here. All units are in Tg; boxes are sized proportionally among (B), (C), and (D) (17).



**Fig. 2. Total VOC emission factors for end uses of petrochemical sources considered in this study, including from mobile sources and volatile chemical products.** Shown in the bottom row are sales data of fuels for mobile sources (from Fig. 1A) and sales data of volatile chemical products

(from Fig. 1D). The green symbol and dashed arrow illustrate the large reductions in tailpipe VOC emission factors as pre-catalyst on-road gasoline vehicles were replaced by present-day vehicle fleets. Error bars reflect the 95% confidence interval of the mean or expert judgment (17).

Anexo [4]

La congestión vehicular en horas pico colapsa en Quito. (2019)

## La congestión vehicular en horas pico colapsa la circulación en Quito

Según el Municipio, la medida 'Hoy no circula' ayudará en primera fase de plan de repavimentación.

22 de agosto, 2019 - 00h00



QUITO. En la avenida Patria entre 10 de Agosto y 6 de Diciembre se evidencia el intenso tráfico. El promedio de velocidad es de 13 kilómetros por hora. Foto: redaccion

Un viejo adagio repetido entre expertos en gestión urbana dice que una ciudad apunta a niveles aceptables de movilidad “cuando el rico toma transporte público y el pobre deja de comprar autos”. No es el caso de Quito, una ciudad alargada y sin mayores opciones para evitar los embotellamientos, donde la velocidad promedio en horas pico es de 13 kilómetros por hora, donde se movilizan cada día unos 450.000 vehículos y se registran más de 6 millones de viajes en bus, taxi, auto particular o moto, según estadísticas y mediciones de la Secretaría de Movilidad de la Alcaldía.

Mientras, las concesionarias se multiplican y las motos se venden junto a televisores o lavadoras. Una de las razones para que la población opte por un medio de transporte propio es la mala calidad del servicio público (inseguridad, maltrato, violencia, pérdida de tiempo y otras). Realmente, pocos pueden decir que prefieren viajar en bus que en carro propio.

La Secretaría de Movilidad está consciente de aquello y resolvió la reestructuración de las rutas y las frecuencias, con el objetivo de adaptarla a la entrada en funcionamiento del Metro, prevista para el segundo semestre del próximo año.

La propuesta del Municipio es el plan "Hoy no circula", que amplía la restricción a casi todo el día, de 05:00 a 20:00, y que se aplicará desde el próximo 9 de septiembre durante 8 meses.

La explicación del Municipio es que así podrá despejar una parte de las calles, con el fin de llevar a cabo un plan de repavimentación que contempla la intervención en 70 km de vías en el sur y 40 km en el norte.

Kléver Almeida, representante de la Fundación Cavat, sostiene que se deben ampliar las opciones, pues la restricción, "como ya pasó antes", solo provocó que los ciudadanos compren otro vehículo. "Hace unos años, con una mejor situación económica, la gente se compraba otro carro; ahora, como estamos en crisis, irá por una moto. Y si seguimos así, podríamos terminar como Colombia, donde las motos llegaron a ocupar el 55% de su parque automotor", dice.

Los estudios del propio cabildo muestran pros y contras de la medida. En contra: la disminución del tráfico en las horas pico será de apenas el 2%, "por lo que la misma no será perceptible", y un aumento de reclamos, pues al extenderse la restricción el 41% de los vehículos que circulan entre las 09:00 y las 16:00 ya no podrán hacerlo desde la segunda semana de septiembre. También el 20% de vehículos privados que realizan recorrido escolar se verán perjudicados.

A favor, señalan los documentos oficiales, se reducirá un 21,4% el tráfico en ese período y serán incluidos 5.840 taxis. Al Municipio, además, le queda aprovechar la leve disminución de tráfico en ciertas zonas para llevar a cabo la primera etapa del plan de repavimentación.

Si bien los ciudadanos deberán adaptarse a la nueva medida, las cámaras de la producción mantienen conversaciones con el cabildo para que se abran vías específicas o se autoricen salvoconductos a la carga mediana y pesada, con el fin de no frenar la actividad comercial de la capital. Ayer, dirigentes de los diversos sectores productivos pidieron que se suspendiera la medida para ellos, porque la productividad se paralizaría y tendría afectos económicos.



## Anexo [5]

### ¿Qué es el aislamiento acústico de un coche? (2020)

17 ABRIL, 2020

## ¿QUÉ ES EL AISLAMIENTO ACÚSTICO DE UN COCHE?



El **aislamiento acústico** es un elemento de **protección** contra **contaminación acústica** del exterior y supone que el sonido penetre en el interior del coche o salga de él. Tener un coche aislado acústicamente es sinónimo de **confort**. Hay vehículos, sobre todo de alta gama, que están muy bien aislados de por sí. En cambio, un utilitario tiene muy poco aislamiento acústico y la contaminación en el interior es bastante molesta.

El proceso para aislar acústicamente se llama **insonorización**. Consiste en instalar materiales que reduzcan los niveles de ruidos del exterior, además de disminuir las vibraciones. Otras conductores utilizan la insonorización con otro objetivo: es mejorar el sistema de audio del coche. Con esto logran evitar que el sonido se externalice y maximiza la calidad del sistema de sonido.

### Ventajas del aislamiento acústico

Hay ruidos bastante molestos que pueden empeorar y condicionar cuando realizamos un viaje, sobre todo si son largos. Instalar un sistema de aislamiento acústico en nuestro tiene varias ventajas:

- Amortiguar y absorber los ruidos exteriores.
- Favorecer la acústica y reducir los ruidos dentro del mismo automóvil.
- Mejorar la calidad del sonido si instalamos un buen sistema de audio. Gracias al aislamiento, ganamos mayor amplitud en las frecuencias dentro del coche.
- Dependiendo de los materiales que usemos, también podemos lograr aislación térmica.

### ¿Qué materiales hay?

Elegir unos correctos materiales y de buena calidad es una parte fundamental para obtener mejores resultados. Existen dos tipos de materiales:

- **Paneles amortiguadores:** están destinados a reducir las vibraciones y ruidos. Se colocan prácticamente en todas las zonas de nuestro coche. Es la mejor solución para contaminación acústica.
- **Aerosoles:** sirven para partes en las que no podemos usar paneles porque queden abultados. Consiguen buenos resultados pero por si solos no alcanzan un nivel óptimo de insonorización porque no reducen vibraciones.

### ¿Qué partes del coche puedo aislar?

Todos los aislamientos se montan principalmente en el **interior del vehículo** y dependiendo del presupuesto que tengamos, insonorizaremos más o menos partes. Para realizar este proceso, podemos llevar nuestro coche a un **taller especializado** o hacerlo nosotros. Para un buen aislamiento, lo más recomendado es la primera opción, ya que no es fácil aislar determinadas partes, como el techo. Además, el resultado será mucho más profesional que si lo realizamos nosotros mismos.

Las partes de un coche que pueden aislarse acústicamente son las siguientes:

- **Capó y parte delantera:** es la parte más básica, sobre todo la zona del conductor para aumentar el confort a la hora de conducir.
- **Zonas próximas a las ruedas:** para grandes coches, como todoterrenos, es importante tener en cuenta la insonorización de esta zona, ya que son propensas a generar más ruido y vibraciones.
- **Puertas:** solo tenemos que retirar los paneles que cubren la puerta e introducir el material aislante.
- **Maletero:** al igual que con las puertas, hay retirar los paneles. Tras esto, pegamos la placa de material aislante con un pegamento de contacto.
- **Cristales:** a veces una mala colocación de los cristales o un pequeño golpe en ellos puede dejar huecos por donde entra aire y emite un ruido molesto a cierta velocidad. Puedes **reparar o sustituir la luna** para mejorar el aislamiento.
- **Techo y suelo:** se extraen los tapizados y se montan los materiales aislantes.

Para conseguir un buen aislamiento, el secreto está en no dejar ningún hueco libre por el que puedan entrar ondas sonoras exteriores. La reducción de sonido será de entre un 20% a un 40% dependiendo de nuestro coche. Mientras más ruidoso sea nuestro vehículo, más mejoría notaremos.



ORDENANZA METROPOLITANA N° 0123

**EL CONCEJO METROPOLITANO DE QUITO**

Visto los Informes IC-2004-199 e IC-2004-208 de la Comisión de Medio Ambiente, Riesgos Naturales e Higiene; y,

**CONSIDERANDO:**

- Que,** el Estado protegerá el derecho de la población para vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado;
- Que,** es deber del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito precautelar la salud y el bienestar de la población que está siendo afectada por la contaminación ambiental producida por la emisión de ruido;
- Que,** es deber del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito velar por el manejo adecuado de los recursos naturales evitando su deterioro, contaminación y destrucción;
- Que,** el ruido es un contaminante que altera o modifica las características del ambiente perjudicando la salud y el bienestar humano y el estado psicológico de las personas;
- Que,** es necesario prevenir, evaluar y controlar la emisión de ruidos para evitar las consecuencias adversas que producen;
- Que,** el artículo 64 de la Ley Orgánica de Régimen Municipal, numeral 49 le faculta al Concejo dictar las Ordenanzas, Acuerdos y Resoluciones; y,

En ejercicio de la facultad privativa que para la prevención y control de la Contaminación le confiere el numeral tercero del artículo 2; y, el numeral 2 del artículo 8 de la Ley de Régimen para el Distrito Metropolitano de Quito;

**EXPIDE:**

**LA ORDENANZA PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN SUSTITUTIVA DEL CAPÍTULO II PARA EL CONTROL DEL RUIDO, DEL TÍTULO V DEL LIBRO SEGUNDO DEL CÓDIGO MUNICIPAL.**

**ARTICULO PRIMERO.-** Sustitúyase el Capítulo II, del Título V, del Libro Segundo del Código Municipal, por el siguiente:





0123

## ORDENANZA METROPOLITANA N°

Tabla No. 1. Niveles máximos permitidos de ruido para fuentes fijas.

| Tipo de Zona<br>Según el Uso del Suelo | Nivel de presión Sonora Equivalente →NPS eq [dB(A)] |                  |
|--|---|------------------|
|  | DE 06H00 A 20H00                                    | DE 20H00 A 06H00 |
| Zona Equipamientos y<br>Protección (1) | 45  | 40               |
| Zona Residencial                       | 50  | 35               |
| Zona Residencial Múltiple (2)          | 55  | 45               |
| Zona Industrial 1                      | 60  | 50               |
| Zona Industrial 2 (3)                  | 65  | 55               |
| Zona Industrial 3 y 4 (4)              | 70  | 60               |

Notas: (1) Equipamientos de Servicios Sociales.

(2) Incluye uso comercial y de servicios, uso agrícola residencial, y equipamiento de servicios públicos.

(3) Incluye uso de aprovechamiento de recursos renovables

(4) Incluye uso de aprovechamiento de recursos no renovables.

Estos niveles se medirán en forma continua o fluctuante en las colindancias del predio, conforme a las normas correspondientes (Texto Unificado de Legislación Secundaria).

El incumplimiento de este artículo se sancionará según lo indicado en el Art. 60 de la presente ordenanza.

**Artículo II.-** Cuando por razones de índole técnica o socioeconómica, debidamente comprobadas, el responsable de una fuente fija no pueda cumplir con los límites señalados en el artículo anterior, deberá obtener de la Dirección Metropolitana de Medio Ambiente un informe ambiental habilitante, con carácter provisional no mayor a un año (con validez hasta el 31 de diciembre del año correspondiente), para la fijación del nivel permitido específico para esa fuente. Para el efecto, el responsable de la fuente fija presentará una solicitud dentro de un plazo de treinta (30) días calendario después del inicio de la operación de dicha fuente con los siguientes datos:

- I. Ubicación;
- II. Actividad que realiza;
- III. Origen y características del ruido que rebasa los límites señalados en el artículo anterior;
- IV. Razones por las que considere no poder reducir la emisión de ruido;
- V. Horario en que operará dicha fuente; y,
- VI. Proposición de un programa de reducción emergente de la emisión de ruido, incluyendo un nivel máximo alcanzable y un lapso de ejecución.

El incumplimiento de este artículo se sancionará según lo indicado en el Art. 60 de la presente ordenanza.



el nivel del suelo en zonas habitacionales, excepto en operación de despegue, aproximación, estudio, investigación, búsqueda, rescate o en situaciones de emergencia.

Los niveles máximos de emisión de ruido producidos por las aeronaves que sobrevuelan el territorio del Distrito Metropolitano de Quito, así como la regulación de rutas, callejones de vuelo y de aproximación y operaciones, deberán estar sujetas a las normas establecidas en tratados internacionales y por las que se provean en coordinación con las autoridades competentes.

El incumplimiento de este artículo se sancionará según lo indicado en el Art. 60 de la presente ordenanza.

**Artículo 25.-** Las autoridades de Tránsito competentes, tomarán en cuenta la opinión de las entidades ambientales de control del Distrito, previamente a la fijación de rutas, horarios y límites de velocidad a los servicios públicos de auto-transporte, conforme a las disposiciones de esta Ordenanza, con objeto de prevenir y controlar la contaminación por ruido originada por las fuentes móviles.

**Artículo 26.-** Para efectos de prevenir y controlar la contaminación por la emisión de ruido, ocasionada por motociclistas, automóviles, camiones, autobuses, tracto-camiones y similares, se establecen los siguientes niveles permisibles expresados en dB(A).

**Tabla No. 2 Niveles máximos permitidos de ruido para vehículos automotores.**

| CATEGORÍA DE VEHICULO        | DESCRIPCIÓN   | VELOCIDAD DEL MOTOR EN LA PRUEBA (rpm) | NPS MÁXIMO [dB(A)] |
|------------------------------|---|--|--------------------|
| Motocicletas o similares     | • Motocicletas, tricars, cuadrones y los vehículos de transmisión de cadena, con motores de 2 ó 4 tiempos.                              | De 4.000 a 5.000                       | 90                 |
| Vehículos livianos           | • Automotores de cuatro o más ruedas con un peso neto vehicular inferior a 3.500 kilos.   | De 2.500 a 3.500                       | 88                 |
| Vehículos pesados para carga | • Automotores de cuatro o más ruedas destinados al transporte de carga, con un peso neto vehicular superior o igual a 3.500 kilogramos. | De 1.500 a 2.500                       | 90                 |
| Buses, busetas               | • Automotores pesados destinados al transporte de personas, con peso neto vehicular superior o igual a 3.500 kilos.                     | De 1.500 a 2.500                       | 90                 |



Notas: [rpm]: revoluciones por minuto. NPS: nivel de presión sonora.

Las mediciones destinadas a verificar los niveles de presión sonora, arriba indicados, serán realizadas por la entidad ambiental de control o sus concesionarios, y se efectuarán conforme a la siguiente metodología:

- Las mediciones destinadas a verificar los niveles de presión sonora arriba indicados, se efectuarán con el vehículo estacionado, a su temperatura normal de funcionamiento, y acelerado en los rangos señalados en la columna de "velocidad del motor en la prueba [rpm]", de la tabla anterior (Tabla No. 2).
- En la medición se utilizará un instrumento decibelímetro o sonómetro, normalizado, previamente calibrado, con filtro de ponderación A y en respuesta lenta.
- El micrófono se ubicará a una distancia de 1,50 a 2,00 m del tubo de escape del vehículo, y a una altura de 1,00 a 1,50 m.
- El micrófono del sonómetro estará orientado hacia la fuente de ruido, y podrá formar un ángulo no mayor a 45° (grados) con el plano horizontal.
- En caso de vehículos con descarga vertical de gases de escape, el micrófono se situará a una altura de 1,50 a 2,00 m, se lo orientará hacia el orificio de escape, y a una distancia mayor a 2,00 m de la pared más cercana del vehículo.

El incumplimiento de este artículo se sancionará según lo indicado en el Art. 58 de la presente ordenanza.

**Artículo 27.-** Cuando debido a las características técnicas especiales de los vehículos señalados en el artículo precedente, no sea posible obtener los valores del artículo anterior, el responsable de la fuente deberá presentar, ante la entidad ambiental de control o de sus concesionarios, los justificativos técnicos de la emisión de ruido de la misma, dentro de los treinta (30) días calendario posteriores a la detección de la contravención. Dicha entidad señalará los niveles máximos permisibles de emisión de ruido, así como las condiciones particulares de uso u operación a que deberá sujetarse la fuente.

El incumplimiento de este artículo se sancionará según lo indicado en el Art. 58 de la presente ordenanza.

**Artículo 28.-** Cuando por cualquier circunstancia los vehículos automotores a los que se refiere el artículo 26, rebasen los niveles máximos permisibles de emisión de ruido, el responsable deberá adoptar, en un tiempo no mayor de treinta (30) días calendario, las medidas necesarias, con el objeto de que el vehículo se ajuste a los niveles adecuados.

En caso de incumplimiento de los dos artículos precedentes se sancionará con la revocatoria del permiso de circulación del vehículo.

**Artículo 29.-** Queda prohibido realizar actividades de competencia automovilística en calles o predios sin protección acústica adecuada, y en lugares donde puedan causarse daños ecológicos, a la salud y a la propiedad privada; así mismo, queda prohibida la

Anexo [7]  
Global Traffic Scorecard (2020)

| Urban Area   | Impact Rank<br>(2019 Rank) | Hours Lost in Congestion<br>(2020 Rank) | Year-Over-Year Change | Last Mile Speed (mph) |
|--|----------------------------|---|-----------------------|-----------------------|
|  Bogota           | 1 (1)                      | 133 (2)                                 | -31%                  | 11                    |
|  Bucharest        | 2 (-)                      | 134 (1)                                 | -                     | 15                    |
|  New York City NY | 3 (14)                     | 100 (3)                                 | -28%                  | 12                    |
|  Moscow           | 4 (17)                     | 100 (4)                                 | -22%                  | 15                    |
|  Philadelphia PA  | 5 (12)                     | 94 (5)                                  | -34%                  | 12                    |
|  Paris            | 6 (7)                      | 88 (7)                                  | -47%                  | 13                    |
|  Chicago IL       | 7 (10)                     | 86 (10)                                 | -40%                  | 15                    |
|  Quito            | 8 (18)                     | 87 (8)                                  | -40%                  | 11                    |



**FÉLIX JOVÉ**, Dr. Arquitecto (fjove@arq.uva.es)  
Profesor Titular de Construcciones Arquitectónicas  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura  
Universidad de Valladolid

## Tema 10: AISLANTES E IMPERMEABILIZANTES

### Materiales aislantes.

- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| 1. Aislantes e impermeabilizantes             | 8. Aislamiento Acústico          |
| 2. Aislamiento térmico                        | 9. Aislamiento Anti-incendios    |
| 3. Materiales de origen sintético             | 10. Impermeabilizantes           |
| 4. Materiales de origen inorgánico            | Impregnaciones hidrófugas        |
| 5. Materiales de origen natural orgánico      | Líquidos y Emulsiones            |
| 6. Productos multicapa (ligeros reflectantes) | Láminas sintéticas y bituminosas |
| 7. Conductividad térmica comparada            | Placas                           |



### 1. AISLANTES e IMPERMEABILIZANTES

#### 1.1. AISLAMIENTOS

Los aislamientos son sistemas de protección para aumentar la confortabilidad y la habitabilidad de viviendas y locales, poniendo barreras a los agentes climatológicos, tales como: el frío, el calor, los ruidos, la lluvia y las humedades.

##### -Aislamiento térmico y acústico

Los materiales de aislamiento térmico, por lo general sirven al mismo tiempo para combatir los ruidos, de manera que pueden estudiarse conjuntamente ambas técnicas (aislamiento termo-acústico).

##### -Aislamiento contra la lluvia y humedades

El aislamiento contra la lluvia y humedades constituye el fundamento de las impermeabilizaciones.

#### 1.2 CONCEPTO DE CONFORT

Un término un poco subjetivo, depende del individuo y su entorno cultural. Se refiere a las condiciones que han de tener las viviendas y locales para brindar comodidad y generar bienestar al usuario.

#### 1.3 CONCEPTO DE HABITABILIDAD

Referida al ámbito de la arquitectura, se refiere a asegurar unas condiciones mínimas de salud y confort en los edificios.

La normativa sobre condiciones de habitabilidad de los edificios en España se recoge en el Código Técnico de la Edificación (CTE), subdividido en tres apartados:

- HS: Salubridad e higiene
- HR: Protección contra el ruido
- HE: Ahorro de energía y aislamiento térmico



**Conductividad térmica comparada**

|   |                      |                     |   |                               |                     |
|---|----------------------|---------------------|---|-------------------------------|---------------------|
|  | <b>Algodón (CO)</b>  | 0,029<br>-<br>0,040 |  | <b>Fibras de coco (CF)</b>    | 0,040<br>-<br>0,047 |
|  | <b>Cañamo (HM)</b>   | 0,037<br>-<br>0,046 |  | <b>Lino (FLX)</b>             | 0,037<br>-<br>0,047 |
|  | <b>Celulosa (CL)</b> | 0,004<br>-<br>0,009 |  | <b>Virutas de madera (WF)</b> | 0,036<br>-<br>0,037 |
|  | <b>Corteza (CB)</b>  | 0,034<br>-<br>0,100 |   |                               |                     |



**8. AISLAMIENTO ACÚSTICO**

**8.1. CONCEPTOS**

- El sonido se propaga en el aire o a través de los cuerpos por vibraciones.
- Al chocar contra un cuerpo puede ser reflejada, absorbida, o ambas a la vez.

Los materiales aislantes acústicos se emplean para reducir la transmisión del ruido entre dos locales atenuando o impidiendo la penetración de los sonidos exteriores

El aislamiento acústico se mide en decibelios (dB) ó en decibelios A (dBA). La exigencia de aislamiento varía según el uso del edificio, siendo mayor en viviendas y centros hospitalarios y menor en oficinas y centros comerciales.

El aislamiento modifica la diferencia entre el nivel de intensidad acústica en el local emisor L1 y el nivel de intensidad acústica en el local receptor L2.



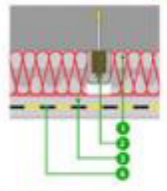


OPAJ / CONSTRUCCIÓN II (Módulo): MATERIALES Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS  
 INGLANTEL E INFORMACIÓN BÁSICAS

**8.2. SISTEMAS DE AISLAMIENTO ACÚSTICO**




**Aislamiento acústico en techos**



- 1 CELULOSA (ROFUR)
- 2 Andamio amortiguador Coacfo
- 3 Placa pesa laminada (2x10)
- 4 Membrana acústica 4mm

**Aislamiento acústico en pared**



- 1 Pared existente
- 2 CELULOSA (ROFUR)
- 3 Junta Elástica
- 4 Membrana acústica 4 mm
- 5 Placa pesa laminada (2x10)

Foto: José, Dr. Arquitecto. (jose@arquitecto.es)  
 Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad de Valladolid

31

OPAJ / CONSTRUCCIÓN II (Módulo): MATERIALES Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS  
 INGLANTEL E INFORMACIÓN BÁSICAS

**8.3. TRANSMISIÓN DEL RUIDO ENTRE DOS RECINTOS DE UN EDIFICIO**

**1- Por vía directa a través del paramento.**

En este caso las ondas incidentes hacen vibrar el elemento constructivo que transmite su deformación al aire del espacio adyacente provocando el llamado "efecto tambor" o "efecto diafragma". El ruido transmitido por este mecanismo se denomina **ruido aéreo**.

**2- Por transmisiones laterales.**

Se deben a que la presión sonora no provoca solamente la vibración de la pared de separación sino que todas las superficies adyacentes se convierten en fuentes de producción de ruido en el recinto anejo. Consecuencia directa de este fenómeno es que el aislamiento acústico que calculamos considerando sólo el elemento separador deberá ser siempre superior al real.

**3- Por impacto directo en la estructura.**

Las pisadas, vibraciones provocadas por la puesta en marcha de maquinarias (ascensores, lavadoras, etc.) y en general todo ruido provocado por un impacto directo con un elemento constructivo genera una serie de vibraciones que se propagan rápidamente por toda la estructura con poca pérdida de energía. Estos ruidos se denominan **ruidos de impacto**.



Foto: José, Dr. Arquitecto. (jose@arquitecto.es)  
 Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad de Valladolid

32

**8.4. AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO**

El aislamiento a ruido aéreo puede conseguirse:

**- Mediante Paredes simples.**

En una pared simple el aislamiento acústico depende principalmente de su masa superficial (kg/m<sup>2</sup>).

En este caso la pared, bajo el impacto de la onda acústica, vibra y transmite el ruido al local contiguo. La ley de masas prevé que cuanto más ligera y rígida sea la pared menor será su aislamiento.

**- Mediante Paredes dobles.**

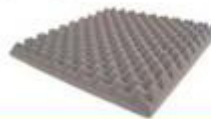
Se construyen dos paredes simples separadas una cierta distancia. Este conjunto proporcionará un aislamiento mayor que el de una pared simple de masa equivalente y representa un sistema denominado: masa-resorte-masa.

Se puede incrementar el aislamiento colocando un material flexible y absorbente dentro de la cavidad situada entre los dos elementos. Resorte tipo filtros o lanas minerales.

Otra forma eficaz en el caso de paredes muy rígidas es la utilización del efecto membrana. Consiste en colocar en la cavidad un material constituido por una membrana de poco espesor. Mejora el aislamiento acústico al bajar la frecuencia de resonancia por debajo del rango audible. Es muy eficaz en la atenuación a bajas frecuencias.

**- Paredes de yeso laminado.**

Los tabiques de placa de yeso laminado son muy utilizados en hoteles, oficinas, hospitales, etc. La ventaja de este sistema es la posibilidad de lograr elevados aislamientos con relativamente poca masa respecto a las paredes de albañilería tradicional.

**8.5. AISLAMIENTO A RUIDO DE IMPACTO**

Cuando un objeto impacta contra otro, se produce una vibración. Si esa vibración se transmite a la estructura del edificio es capaz de viajar a través de ella. En el receptor, esa vibración genera un ruido.

**Causas**

-La maquinaria de las instalaciones del edificio produce estos problemas si no tienen elementos elásticos o amortiguadores: el motor del ascensor, las bombas del agua...

-El uso habitual de los vecinos puede producir también esos ruidos: el arrastre de mesas, los tacones, los juegos, las cáncoras...

-El ruido de impactos se transmite a distancia mayor que el ruido aéreo. Una vibración fuerte en planta baja se percibe en el 2º piso e incluso en el 5º.

-Por más que aisles el interior de tu casa, no podrás reducir estos ruidos si no actúas sobre el local de emisor (el vecino)

**Acciones**

El ruido de impactos se evita si la vibración no llega a la estructura:

-En los ascensores y aparatos de aire acondicionado montando la maquinaria sobre apoyos elásticos.

-En los grupos de presión colocando elementos de goma en la fijación de las tuberías.

-Colocando tacos de goma a las sillas.

-Colocando alfombras o instalando un suelo flotante.





**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN**

**UNIVERSIDAD DE MÁLAGA**



**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

***ESTUDIO ACÚSTICO DE  
ACONDICIONAMIENTO DEL TÚNEL DE LA ALCAZABA***

**MÁSTER EN INGENIERÍA ACÚSTICA**

MÁLAGA, 2015

*INÉS ARAGÓEZ DEL CORRAL*

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN**

**UNIVERSIDAD DE MÁLAGA**

**ESTUDIO ACÚSTICO DE  
ACONDICIONAMIENTO DEL TÚNEL DE LA ALZAZABA**

**REALIZADO POR:**

*Inés Aragüez del Corral*

**DIRIGIDO POR:**

*D. Enrique Nava Baro. Profesor docente del Máster de Ingeniería Acústica.*

*Dña. Tatiana Cardador Jiménez. Staff de Medio Ambiente en el Área de*

*Sostenibilidad Medioambiental del Ayuntamiento de Málaga.*

**DEPARTAMENTO DE:** *Ingeniería de Comunicaciones*

**TITULACIÓN:** *Máster en Ingeniería Acústica*

**PALABRAS CLAVE:** *Acústica, medio ambiente, normativa, acondicionamiento, ruido, túnel, Alcazaba, asfalto fonoabsorbente, mortero absorbente, barrera acústica, galería, cultura, arte urbano, arte alternativo, carril bici, movilidad, tráfico, aislamiento acústico, Ease, Autocad, simulación acústica.*

**RESUMEN:**

Ante la problemática del intenso ruido del interior del túnel de la Alcazaba, se realiza un estudio previo y una serie de propuestas tendentes a mejorar la calidad acústica de los peatones. Se estudia cada propuesta, mediante simulación y se hace una valoración final de los resultados, así como del costo aproximado.

Se ha tenido en cuenta tanto la normativa acústica como las especiales características del vial y su entorno, asimismo se ha contemplado el perfil cultural de la ciudad al estudiar las propuestas.

*Málaga, septiembre de 2015*



Las calzadas disponen de cuatro carriles, dos por sentido, y se realiza mediante capa de rodadura asfáltica sobre base de material bituminoso y subbase de hormigón vibrado y zahorra natural.

Las paredes que forman el túnel no presentan revestimientos y consisten en el mismo muro resistente de hormigón armado con acabado liso y terminación de pintura pétreo hasta una altura 2,50 m.

En el centro del túnel se dispone un equipo compuesto de doble turbina de impulsión para mejorar la ventilación interior. Asimismo en el centro se disponen proyectores de alumbrado interior.

#### 4.- DATOS DEL TRÁFICO

---

El volumen de tráfico que circula por el túnel es, como se puede entender, variable tanto en número de vehículos como en características de éstos. No obstante, se va a tomar como base determinadas previsiones realizadas y corregimos con mediciones propias.

##### 4.1.- PREVISIONES INICIALES

---

Según lo indicado en el anexo de cálculo de IMD del proyecto antes mencionado, se estiman los siguientes valores:

Las IMD que se previeron para ambos sentidos son:

- Sentido Alcazabilla – Parque 14617 veh/día
- Sentido Parque – Alcazabilla 8.846 veh/día

Con un total de 23.463 veh/día. A esta cantidad se le sumó un 25% por el tráfico inducido que aparecería al entrar en funcionamiento el túnel, obteniendo una IMD de 29.328 veh/día.



## 6.2.- EASE

Para la modelización acústica del túnel se emplea el programa *EASE*®. Todo el arduo proceso de simulación sonora se describe en el anexo 2.

A la vista de los datos obtenidos en este proceso se puede comprobar que existe un alto tiempo de reverberación en el recinto, oscilando entorno a valores de 1,8 segundos. Si nos centramos en la frecuencia donde se concentra la potencia de emisión del espectro típico de ruido de tráfico rodado, aproximadamente 200 Hz, se obtiene un pico de reverberación de 1,95 segundos.

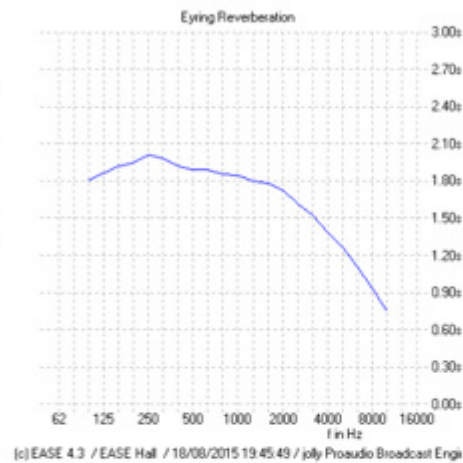


Figura 10 Tiempo de reverberación del recinto

También puede observarse que se obtienen unos niveles, tanto directo como total, muy elevados, especialmente en la franja de los 200 Hz.

El nivel SPL directo que se mide en el plano de audiencia es de 98,45 dB. Los niveles alcanzados de SPL total, que son los que percibe el viandante, tienen un valor medio total con ponderación A de 101,22 dBA, llegando a valores pico máximos en bandas en de 102 dBZ al evaluar el ruido a bajas frecuencias.



(c) EASE 4.3 / EASE Hall / 18/08/2015 20:01:28 / jolly Proaudio Broadcast Engineering Ltd. It



(c) EASE 4.3 / EASE Hall / 18/08/2015 20:05:41 / jolly Proaudio Broadcast Engineering Ltd. It

Figura 11 Curvas de niveles de SPL directo y total en la situación inicial

## 7.- PROPUESTA DE SOLUCIONES

Se plantean, a la vista de los resultados obtenidos, tres posibles soluciones que pasamos a describir.

### 7.1.- ASFALTO FONOABSORBENTE

Estos firmes están formados por una capa de rodadura, con buenas características funcionales acústicas.



El mortero contiene un material expandido, por lo que los sacos deberán ser manipulados con cuidado y los palets no podrán ser apilados. La temperatura de aplicación del producto no podrá ser inferior a los 5°C.

Durante el tiempo de secado, será necesario evitar los riesgos de condensación de fuerte humedad sobre la base, ya que se podría producir un efecto de “lavado” del producto. Es imprescindible mantener una buena aireación del local.

La densidad del material es de 450 kg/m<sup>3</sup>, una vez seco.

El coeficiente de absorción varía con la frecuencia según el gráfico siguiente:

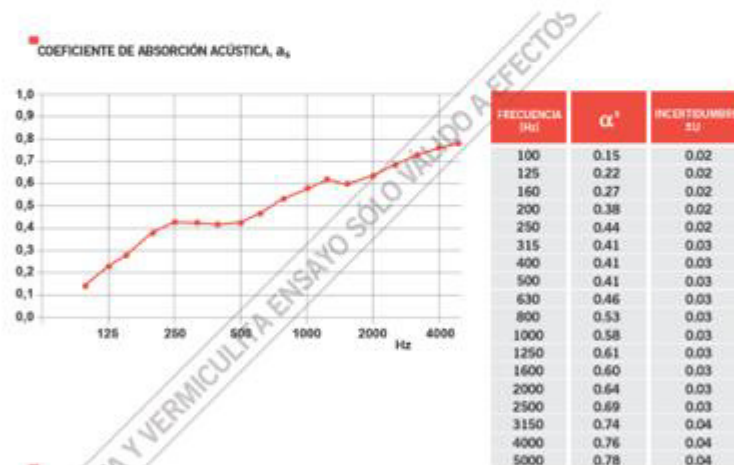


Figura 14 Características absorbentes del mortero

Con esta solución y volviendo a aplicar el programa de modelización se obtienen los siguientes resultados:



Rango:

- Tamaño:
  - o Se fabrican con el estándar de 3025x2050 mm.
  - o Se pueden suministrar cortadas a medida.
- Colores:
  - o Incoloro
  - o Cualquier color de la gama estándar o a medida.
- Espesores:
  - o El espesor estándar es 15 mm.
  - o Debe tenerse en cuenta diversos factores para calcular el espesor necesario. Entre ellos, la fuerza del viento de la zona donde se vaya a colocar, la distancia entre soportes, el tipo de fijación de la placa al soporte, los puntos de fijación y la atenuación acústica requerida.
  - o Se puede fabricar con distintos espesores bajo pedido.

Con esta solución y volviendo a aplicar el programa de modelización se obtienen los siguientes resultados:

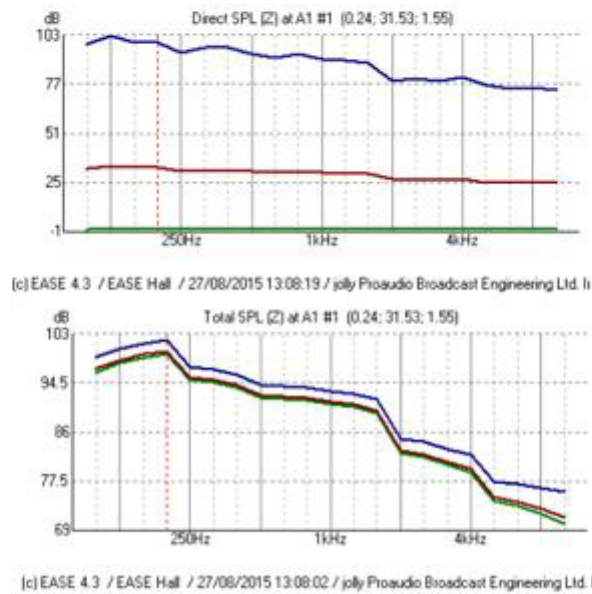


Figura 19 Curvas de niveles SPL directo y total tras la aplicación de la propuesta



Anexo [10]

Estudio de los ruidos en las carrocerías en vehículos utilitarios. (2018)

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**



**Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz**

**Artículo de Investigación para la obtención del Título de Ingeniero en Mecánica  
Automotriz**

**Tema:**

**Estudio de los Ruidos en las Carrocerías en Vehículos Utilitarios.**

**Fabiola Maribel López Del Corral**

**Kevin Joel Baca Cajas**

**Director:**

**Msc. Ing. Gorky Reyes**

**Quito, Febrero 2018**

## ESTUDIO DE LOS RUIDOS EN LAS CARROCERÍAS EN VEHÍCULOS

*Fabiola López<sup>1</sup>, Kevin Baca.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Facultad de Ingeniería Automotriz, Universidad Internacional del Ecuador,  
faby\_072@hotmail.com, Quito – Ecuador*

<sup>2</sup> *Facultad de Ingeniería Automotriz, Universidad Internacional del Ecuador,  
kevinjoel.baca@gmail.com, Quito - Ecuador*

### RESUMEN

Actualmente Ecuador es un país productor, pese a la crisis económica que enfrentó en el año 2016, el 51% de los vehículos de diferentes marcas fueron ensamblados localmente, lo que rigen varias normativas si se habla de calidad y el cumplimiento de procesos minuciosos a la hora de ensamblar. Los estudios realizados, considerando diferentes circunstancias como es el suelo, el material del vehículo y su procedencia nacional o extranjero, indica que los ruidos en las tapicerías sobrepasa los 80 decibeles. Es por ello que la investigación se basará en el estudio sonoro producido por las tapicerías y el impacto que estas tienen para el ser humano en un tiempo prolongado, utilizando equipos tecnológicos y haciendo pruebas de ruta con varios modelos de vehículos ensamblados localmente o importados.

**Palabras claves:** ruidos, decibeles, normativa, vehículos

### SUMMARY

At the moment Ecuador is a producing country, in spite of the economic crisis that faced in the year 2016, 51% of the vehicles of different marks were assembled locally, which governs several regulations if one speaks of quality and the fulfillment of meticulous processes to the Time to assemble. The studies carried out, considering different circumstances such as the floor, the material of the vehicle and its national or foreign origin, indicates that the noise in the tapestry exceeds 80 decibels. That is why the research will be based on the sound study produced by the upholstery and the impact they have for humans in a long time, using technological equipment and doing road tests with several models of vehicles assembled locally or imported.

**Keywords:** noises, decibels, regulations, vehicles.

---

asientos del automóvil y otras partes como las puertas, el panel o las empuñaduras de las manivelas. El cuero es el material que más dura de entre todas las opciones para tapizar el vehículo.

Soporta temperaturas altas y bajas, manchas de un gran número de sustancias y productos, y el desgaste ocasionado por el tiempo. El cuero es un material muy sencillo de limpiar, pero necesita cuidados especiales para mantenerlo en perfecto estado. Para el mantenimiento de la tapicería de cuero es recomendable adquirir ciertos materiales específicos para su cuidado y acondicionamiento. Respecto al precio, la tapicería de cuero es la más costosa ya que está considerado un artículo de lujo. [4]

El paño de tela es un tipo de tapicería muy recomendado para vehículos familiares. Por esto, es una de las tapicerías más utilizadas para los vehículos estándar y muchas veces es una característica de serie. La tela también es un material que perdura con el tiempo, sin embargo es más susceptible de desteñirse, desgastarse o mancharse. Es un material más delicado que el cuero. Para mantener limpia la tapicería de tela en primer lugar se aspira para eliminar la suciedad superficial que queda incrustada en el tejido. Es la opción más económica ya que habitualmente viene de serie con el vehículo, aunque este material ofrece muchas opciones de personalización en diseño y color. El vinilo es el material intermedio entre el cuero y la tela empleado principalmente en vehículos de gama media. Es más duradero que el paño de tela, pues soporta mejor las manchas y los descosidos. Aunque soporta bien el desgaste, siempre queda por debajo del cuero en estos términos. El vinilo es un tejido muy sencillo de limpiar. Al igual que con la tela, es recompensable aspirar la superficie para eliminar la suciedad más gruesa. Es más

económico que la tapicería de cuero y un poco más costoso que el paño de tela. De todas formas en su precio influyen mucho las diferentes características personalizadas que se incluye.

## **2.2 MATERIALES AISLANTES EN EL AUTOMÓVIL**

Una de las aportaciones más importantes de la industria del automóvil ha sido el desarrollo de nuevos materiales para responder necesidades básicas de resistencia y ligereza. De este modo, han aparecido paulatinamente materiales metálicos más ligeros y más resistentes, materiales plásticos reforzados, aceros aleados, vidrios, etc.

Si bien cada material desempeña claramente una función diferenciada, por una parte los materiales resistentes (aceros, plásticos reforzados) deben contribuir al nivel global de aislamiento y por otra, los materiales aislantes (poliuretano, fibra de vidrio, etc.) deben aportar también buenas cualidades resistentes, formando una estructura compleja, de pequeño espesor, que ha de cumplir ciertos requerimientos y ofrecer buenas prestaciones. [5]

Existen varias características que un material aislante posee, como es el bajo coeficiente de conductividad térmica, baja permeabilidad al vapor de agua, estabilidad dimensional e inalterabilidad. Cuando se habla de materiales aislantes para la construcción de automóviles, estos cumplen otras condiciones como son, un mínimo espesor de aislamiento, bajo peso, alta resistencia mecánica y rigidez estructural, resistente al contacto con aceites, combustibles y disolventes, resistente al fuego y facilidad de instalación, adaptándose a formas curvas e irregulares.

La fibra de vidrio o la lana de roca se utilizan en forma estructural, con una de

las caras recubierta de una lámina metálica, generalmente de aluminio, para los paneles laterales del automóvil, huecos de puertas y motor. El aislamiento del compartimiento del motor es particularmente crítico, ya que corresponde con la parte frontal del habitáculo, muy próxima al conductor del vehículo. La película de aluminio es capaz de apantallar o reflejar más del 70% del calor transmitido por radiación, constituyendo también una eficaz barrera al ruido.

La espuma de poliuretano, en forma de spray, se emplea en las cavidades, en el interior de los perfiles, en el panel de instrumentos, etc. En el caso de los paneles de espuma rígida de poliuretano, los componentes se diseñan para conseguir una estructura ligera, rígida y de celdas cerradas, que encierran en su interior el agente expandente que, al estar inmóvil, proporciona características de aislamiento térmico muy superiores a las de otros materiales. [5]

### 2.3 CABINA.

Procede del vocablo francés *cabine*, refiere a un espacio que suele estar aislado y que tiene dimensiones reducidas. Estos recintos se utilizan con distintos fines. Se llama cabina a la estructura destinada al conductor o piloto. Las cabinas son habitáculos donde se encuentran todos los dispositivos necesarios para guiar al vehículo en cuestión como se observa en la figura 1. [6]



Figura 1. Cabina de un Chevrolet Aveo 2014  
Fuente: Autores

### 2.4 GESTIÓN DE CALIDAD

La calidad aparece como principio de una organización en el siglo XXI y está vinculado a aquella empresa moderna que busca consolidarse, crecer y desarrollarse para tener éxito. Los principios de organización son las grandes premisas a transmitir por la alta dirección de la empresa. En la gestión de calidad, se toma en cuenta la Norma ISO 9000, es un conjunto de normas sobre calidad y control de calidad establecidas por la Organización Internacional de Normalización.

En el 2011, GM OBB fue una de las primeras plantas en montar materiales CKD de General Motors en el mundo en certificarse como planta "BIQ III, Hecho con Calidad", lo que la ubica en el nivel de calidad más alto de su matriz. Esta norma tiene como principios el enfoque al cliente, liderazgo, participación del personal, enfoque basado en procesos, mejora continua, enfoque en sistemas para la gestión, enfoque basado en hechos para la toma de decisiones, relaciones mutuamente beneficiosas con proveedores. [7]

### 2.5 CONTROL NACIONAL

La mayor parte de los vehículos vendidos en Ecuador durante el 2016 fueron ensamblados dentro del país. Aunque el mercado automotor nacional mantuvo su tendencia de reducción de ventas. Este año fueron 25 % más bajas que el 2015, reporta el sector. Las Asociación Ecuatoriana Automotriz (AEA) señala que algunos de los problemas que afectan al mercado de vehículos nuevos son: las restricciones de cupos de importación, la disminución del crédito bancario y la situación económica del país. Pese a esas dificultades, la industria automotriz ha intentado mantener el dinamismo. En el 2016, el 51 % de los vehículos nuevos vendidos fueron ensamblados en



Anexo [11]

70 Cruces transversales tienen más tránsito (2020)

## 70 cruces transversales tienen más tránsito



Una imagen que se repite en calles y avenidas transversales, durante las horas pico: la de **largas filas de vehículos, conductores estresados**, disputas por avanzar, **abusos del pito**.

Desde las avenidas **Del Maestro** (norte) hasta la **Morán Valverde** (sur) se han identificado alrededor de **70 intersecciones conflictivas** en que transitan en **sentido este-oeste** y viceversa.

En algunos sectores específicos los **trancones son inevitables**. Así lo ha notado Édison Muñoz, de 32 años, quien labora en una dependencia privada ubicada en los alrededores del **Colegio 24 de Mayo**. Cuatro veces por semana, él debe trasladarse desde su sitio de trabajo hasta su domicilio, localizado a la altura de Miraflores.

Su trajín empieza en la av. 6 de Diciembre, hasta llegar a la altura del estadio Olímpico. Una vez allí, sabe que **tardará entre 10 y 15 minutos** en avanzar a la **avenida América**, por la **Naciones Unidas**. En un recorrido realizado por este Diario, se comprobó que en ese tramo, en sentido este-oeste, los **vehículos logran avanzar 100 metros** en un tiempo estimado de **tres a cinco minutos**.

Esto se debe al flujo vehicular que cruza por las intersecciones viales de las avenidas **De los Shyris, Amazonas, 10 de Agosto y América**. Por esta razón, los **conductores deben esperar más tiempo** que de costumbre al cambio de luces en los semáforos del sector. Un hecho a considerar es la presencia de **buses urbanos** que, en horas pico, circulan por el carril derecho a menor velocidad.

Otro punto crítico está más al sur, en la **av. 6 de Diciembre**, a la altura de la **Plaza Argentina**. En ese sector se forma un cuello de botella entre los conductores que se dirigen al **túnel Oswaldo Guayasamín**, y quienes optan por avanzar hasta la **av. De los Shyris**. “En este sector el **tránsito es insoportable**”, comentó un chofer que se dirigía hasta la Plaza Artigas, en las avenidas. Colón y 12 de Octubre.

Algo similar se registra a lo largo de la **av. De la República**. En esa arteria vial, se notó la poca presencia de Agentes Civiles de Tránsito que colaboren con el control del tránsito. Ayer, 2 de abril, por ejemplo, **solo había un uniformado** en la intersección con la av. Eloy Alfaro.

Pero, sin duda, uno de los sectores más conflictivos está en la **calle Ladrón de Guevara y avenida Patria**, en el centro norte. A la altura del **Coliseo General Rumiñahui**, se complica la circulación por la presencia de unidades de transporte que avanzan hasta el **valle de Los Chillos**. Además, hay constantes pugnas entre conductores para avanzar a la **calle Queseras del Medio**, para posteriormente ir hasta la av. Velasco Ibarra.

Al oeste, los choferes tardan un promedio de 10 minutos en avanzar desde el **parque El Ejido** hasta el **Hospital Militar**.

#### **Posibles soluciones**

Para Juan Zapata, experto en movilidad, una de las alternativas para remediar las congestiones en las vías transversales es **aplicar las llamadas ‘olas verdes’** en los **semáforos**. “Se ha trabajado mucho en el tema de los corredores longitudinales, pero las vías transversales como que no tienen ese sincronismo”. A su criterio, el Cabildo cuenta con la tecnología que permita aplicar esta medida.

En entrevistas pasadas, representantes de la Epmmp, indicaron que hasta mediados de este año se completaría la instalación del sistema de **semaforización adaptativo**.

Estas escenas y molestias se repiten en el sur. A las 07:30, un **bus de transporte urbano tarda 20 minutos** en transitar desde la **av. Mariscal Sucre** hasta el redondel de la **Villa Flora**. En este tramo de 1,25 kilómetros, el bus cuenta con seis paradas para pasajeros. Un carro particular lo hace entre 10 y 12 minutos.

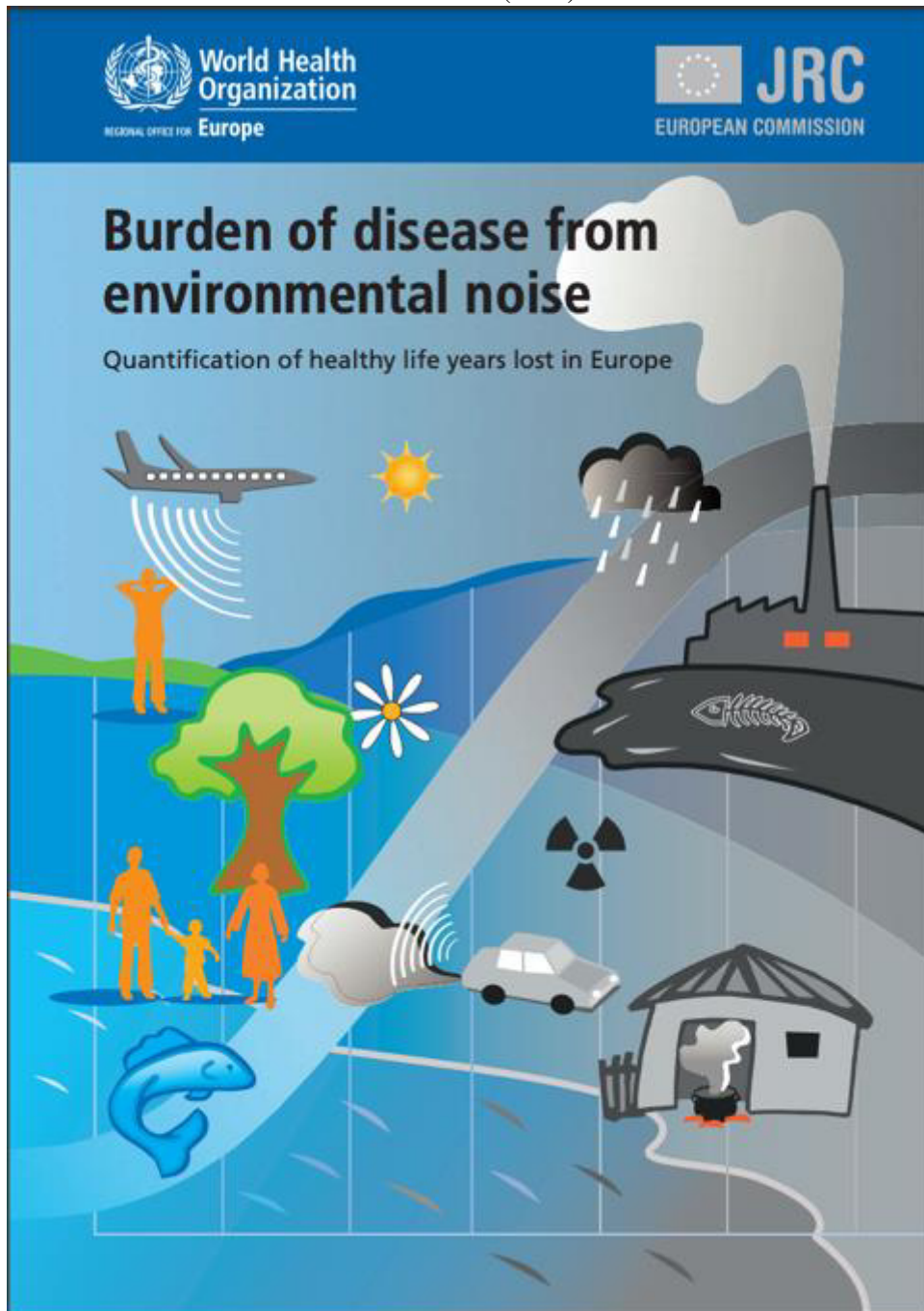
Juan Paredes, conductor, contó que cuando hay **muchos carros si le toma hasta 20 minutos** cruzar esta avenida. Pero **fuera de horas pico lo hace hasta en seis**. Dice que sería mejor que no hubiera tantos semáforos. En la av. **Alonso de Angulo** la congestión en las horas pico se registra desde el **redondel de la Atahualpa** hasta la **av. Maldonado** (1,36 km).

Cuando la carga de tránsito va hacia la Villa Flora el punto más conflictivo está a la altura de la **Concha Acústica**. En este sitio hay carros que giran hacia la izquierda, por lo que por momentos, frenan el paso.



Anexo [12]

Burden of disease from environmental noise (2011)





## 2. ENVIRONMENTAL NOISE AND CARDIOVASCULAR DISEASE

Wolfgang Babisch  
Rokho Kim

This chapter examines the burden of cardiovascular diseases related to environmental noise. It is a common experience that noise is unpleasant and affects the quality of life. It disturbs and interferes with activities of the individual, including concentration, communication, relaxation and sleep (1,2). Besides the psychosocial effects of community noise, there is concern about the impact of noise on public health, particularly regarding cardiovascular outcomes (3–5).

According to the WHO Global Burden of Disease 2000 study, ischaemic heart disease is the leading cause of death in developed and developing countries (22.8% and 9.4% of total deaths, respectively (6,7)). Worldwide, 12.6% of deaths are caused by ischaemic heart disease, 9.6% by cerebrovascular disease and 1.6% by hypertensive heart disease (8). High blood pressure and high levels of blood lipids, including cholesterol and triglycerides, are major (biological or endogenous) risk factors for ischaemic heart disease. Endogenous risk factors can be affected by exogenous risk factors (e. g. nutrition, environmental factors). Worldwide, 13.5% of deaths are attributable to high blood pressure (hypertension) and 6.9% to high (total) cholesterol levels. 1.4% of deaths are attributed to urban air pollution according to the WHO Global Burden of Disease 2000 study (6,8).

The auditory system is continuously analysing acoustic information, which is filtered and interpreted by different cortical and sub-cortical brain structures. Arousal of the autonomic nervous system and the endocrine system is associated with repeated temporal changes in biological responses. In the long run, chronic noise stress may affect the homeostasis of the organism due to dysregulation, incomplete adaptation and/or the physiological costs of the adaptation (9–17). Noise is considered a nonspecific stressor that may cause adverse health effects in the long run. Epidemiological studies suggest a higher risk of cardiovascular diseases, including high blood pressure and myocardial infarction, in people chronically exposed to high levels of road or air traffic noise. This chapter collates the available evidence regarding risk estimation for the burden of cardiovascular disease attributable to environmental noise in European regions.

### Definition of outcome

Cardiovascular disease includes ischaemic heart disease, hypertension (high blood pressure) and stroke. There is no evidence available on the relationship between noise and stroke, so it will not be considered further here.

Ischaemic heart diseases (ICD 10 codes I20–I25) include angina (I20), acute myocardial infarction (I21), subsequent myocardial infarctions and complications of infarctions (I22 and I23), other acute forms of ischaemic heart disease (I24) and chronic ischaemic heart disease (I25). Essential hypertension is classified as I10 with further codes for hypertensive heart failure (I11), hypertensive renal disease (I12) and hypertensive heart and renal disease (I13).

### **Meta-analysis - road traffic noise and myocardial infarction**

To determine the most up-to-date and accurate exposure–response relationship between community noise and myocardial infarction, a meta-analysis was carried out (21,121). By 2005, a total of 61 epidemiological studies had been recognized as having either objectively or subjectively assessed the relationship between transportation noise and myocardial infarction. Nearly all of the studies referred to road traffic noise or (commercial) aircraft noise, and a few to military aircraft noise. Most of the studies were of the cross-sectional type (descriptive studies) but observational studies such as case-control and cohort studies (analytical studies) were also available. The study subjects were children and adults. Confounding factors were not always adequately considered in some older studies. Not many studies provided information on exposure–response relationships, because only two exposure categories were considered.

All epidemiological noise studies were evaluated with respect to their feasibility for inclusion in a meta-analysis. The following criteria for the inclusion in the analysis/synthesis process were applied: (a) peer-reviewed in the international literature; (b) reasonable control of possible confounding (stratification, model adjustment, matching); (c) objective assessment of exposure (sound level); (d) objective assessment of outcome (clinical assessment); (e) type of study (analytical or descriptive); and (f) multi-level exposure–response assessment (not only dichotomous exposure categories).

Based on the above criteria, five analytical (prospective case-control and cohort) and two descriptive (cross-sectional) studies were suitable for derivation of a common exposure–response curve for the association between road traffic noise and the risk of myocardial infarction. Two separate meta-analyses were undertaken by considering the analytical studies and descriptive studies separately. The analytical studies comprised those that were carried out in Caerphilly and Speedwell with a pooled analysis of 6 years follow-up data (122,123) and the three Berlin studies (124,125). The descriptive studies comprised the cross-sectional analyses that were carried out on the studies in Caerphilly and Speedwell (126). All studies referred to the road traffic noise level during the day ( $L_{day,16h}$ ) and the incidence (analytical studies) or prevalence (descriptive studies) of myocardial infarction as the outcome. The study subjects were men. In all analytical studies the orientation of rooms (moderator of the exposure) was considered for the exposure assessment (at least one bedroom or living room facing the street or not). In all descriptive studies the traffic noise level referred to the nearest facades that were facing the street and did not consider the orientation of rooms/windows (source of exposure misclassification). The individual effect estimates of each study were adjusted for the covariates given in these studies. This means that different sets of covariates were considered in each study. Nevertheless, this pragmatic approach accounts best for possible confounding in each study and provides the most reliable effect estimates derived from each study.

The common set of covariates considered in the descriptive studies were age, sex (males only) social class, body mass index, smoking, family history of ischaemic heart disease, physical activity during leisure time and prevalence of pre-existing diseases. The common set of covariates considered in the analytical studies were



*Escuchar sin riesgos*



©shutterstock

La preocupación por el aumento de la exposición a sonidos fuertes en lugares de ocio como clubes nocturnos, discotecas, pubs, bares, cines, conciertos, eventos deportivos e incluso gimnasios es cada vez mayor. Con la popularización de la tecnología, algunos dispositivos, como los reproductores de música, suelen escucharse a volúmenes perjudiciales y durante largos periodos de tiempo. Todo ello supone con frecuencia un grave riesgo de pérdida auditiva irreversible.

## Datos preocupantes ...

La Organización Mundial de la Salud (OMS) calcula que 1100 millones de jóvenes de todo el mundo podrían estar en riesgo de sufrir pérdida de audición debido a prácticas auditivas perjudiciales.

Más de 43 millones de personas de entre 12 y 35 años padecen una pérdida auditiva discapacitante debida a diferentes causas.

De los adolescentes y jóvenes de entre 12 y 35 años de países de ingresos medianos y altos:

- Casi el 50% están expuestos a niveles de ruido perjudiciales a consecuencia del uso de dispositivos de audio personales como reproductores de MP3 y teléfonos inteligentes.
- Alrededor del 40% están expuestos a niveles de ruido potencialmente nocivos en clubes, discotecas y bares.

El análisis de los datos de la encuesta nacional de salud y nutrición (National Health and Nutrition Examination Survey) de los Estados Unidos indica que, entre 1994 y 2006, la prevalencia de la pérdida de audición\* entre la población adolescente (de 12 a 19 años) aumentó considerablemente, del 3,5% al 5,3%. Se prevé que esta prevalencia siga aumentando, dado que el número de personas que escuchan música con auriculares se incrementó en un 75% entre 1990 y 2005 en los Estados Unidos. En un informe de 2008 de la Comisión Europea se afirma que una proporción cada vez mayor de la población utiliza dispositivos de audio para uso personal. El aumento de las ventas de teléfonos inteligentes (solo en 2011 se vendieron 470 millones en el mundo) es otro indicador de ese posible riesgo. El mayor acceso a dispositivos de audio personales y el aumento de su uso para escuchar música van acompañados del hecho de que estos aparatos se utilizan a gran volumen y por periodos prolongados. Estos comportamientos de riesgo pueden dañar la capacidad de audición de forma permanente.

\* Se entiende que una persona ha sufrido pérdida de audición cuando no puede oír o tiene un umbral de audición de 25 dB o más.

Si pierdes la audición, no la recuperarás





## La pérdida de audición provocada por el ruido es irreversible

La exposición a sonidos fuertes, independientemente de su duración, provoca cansancio en las células sensoriales auditivas, lo que da lugar a una pérdida temporal de audición o acúfenos (sensación de zumbido en los oídos). Una persona que asista a un concierto interpretado a gran volumen puede salir de él con una sensación de ensordecimiento o acúfenos. La audición mejora a medida que las células sensoriales se recuperan. Cuando se trata de sonidos muy fuertes o la exposición se produce con regularidad o de forma prolongada, las células sensoriales y otras estructuras pueden verse dañadas de forma permanente, lo que ocasiona una pérdida irreversible de audición. Los sonidos de alta frecuencia (agudos) se ven afectados en primer lugar, por lo que esa pérdida podría no ser perceptible de forma inmediata. La exposición continuada da lugar a una pérdida de audición progresiva, que afecta en último término a la comprensión del habla y tiene efectos negativos en la calidad de vida del individuo.

Algunas personas pueden ser más propensas que otras a la pérdida de audición provocada por el ruido. Se sabe que la predisposición genética, las enfermedades crónicas como la diabetes y la exposición al humo del tabaco aumentan el riesgo de sufrir pérdida de audición provocada por el ruido. Como no podemos saber quién es más propenso, la prevención es la estrategia más eficaz para evitar este tipo de pérdida auditiva.

La pérdida de audición provocada por el ruido puede tener efectos en muchos aspectos de la vida, como el desarrollo social y educativo del individuo y su capacidad para trabajar. Además del riesgo de pérdida auditiva, los niños y los adultos que viven en entornos ruidosos pueden padecer un mayor estrés psicológico y ansiedad.

En los niños pequeños, la pérdida de audición provocada por el ruido afecta negativamente a la adquisición del lenguaje. También son frecuentes las dificultades de aprendizaje, la ansiedad y los comportamientos que buscan llamar la atención. La exposición crónica al ruido en el aula puede dificultar el rendimiento académico en áreas como la capacidad lectora, la comprensión, la memoria a corto y largo plazo y la motivación. En general, los niños expuestos a entornos de aprendizaje ruidosos obtienen calificaciones más bajas en las pruebas normalizadas.

La exposición al ruido durante la juventud contribuye a la pérdida de audición relacionada con la edad. Una protección auditiva insuficiente cuando se realizan actividades como ver partidos de fútbol o escuchar música a un volumen elevado durante la adolescencia puede provocar pérdida auditiva y considerables dificultades de comunicación en etapas posteriores de la vida.

La utilización de auriculares para escuchar música en estos dispositivos también puede entrañar otros peligros. Por ejemplo, su utilización al caminar por la calle o al montar en bicicleta reduce la percepción auditiva y aumenta la probabilidad de que la persona que los utiliza sea atropellada por un vehículo.

L'utilisation d'écouteurs peut aussi présenter d'autres dangers. Par exemple, elle diminue la perception auditive d'un piéton ou d'un cycliste qui court ainsi un risque accru d'être victime d'un accident de la circulation.



ESCUCHAR SIN RIESGOS

Anexo [14]

Diseño y construcción de un prototipo de cabina aislante sonora para un grupo electrógeno de 7kW de potencia.

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE CABINA  
AISLANTE SONORA PARA UN GRUPO ELECTRÓGENO DE  
7 KW DE POTENCIA.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
MECÁNICO**

**DAVID FERNANDO OÑA OÑA**

**dfoo788@hotmail.com**

**GEOVANNA ELIZABETH TINITANA BAYAS**

**elitatiba@hotmail.com**

**DIRECTOR: ING. JAIME VARGAS**

**jaime.vargas@epn.edu.ec**

**Quito, Junio 2011**

### 1.2.3 PROPAGACIÓN DEL SONIDO EN EL ESPACIO LIBRE<sup>3</sup>

Cuando una fuente sonora situada en un recinto cerrado es activada, genera una onda sonora que se propaga en todas las direcciones. Un oyente ubicado en un punto cualquiera del mismo recibe dos tipos de sonido: el denominado sonido directo, es decir, aquél que le llega directamente desde la fuente sin ningún tipo de interferencia, y el sonido indirecto o reflejado originado como consecuencia de las diferentes reflexiones que sufre la onda sonora al incidir sobre las superficies límite del recinto.

En primer lugar, se considera una fuente sonora omnidireccional, es decir, una fuente que radia energía de manera uniforme en todas las direcciones (factor de directividad  $Q=1$ ).

El hecho de que la radiación sea uniforme implica que a una distancia cualquiera de la fuente, el nivel de presión sonora NPS será siempre el mismo, con independencia de la dirección de propagación considerada. Es la llamada propagación esférica.

A medida que uno se aleja de la fuente, la energía sonora se reparte sobre una esfera cada vez mayor, por lo que el nivel NPS en cada punto va disminuyendo progresivamente. En concreto, la disminución del mismo es de 6 dB cada vez que se dobla la distancia a la fuente. Es la denominada ley cuadrática inversa y significa que el valor de la presión sonora se reduce a la mitad.

En la Figura N° 1.1 se muestra la mencionada disminución del nivel NPS con la distancia en el caso de que la fuente sonora sea un avión.

---

<sup>3</sup> ALVARENGA, B; "Física General", México, Editorial Harla, 3ra edición, Página: 581



rieles, es mucho mayor que a través del aire, por lo que la vibración del riel se percibirá mucho antes que el sonido aéreo debido a dicho tren.

La velocidad del sonido en el aire varía con la temperatura aproximadamente 0.17 %/°C, por esto suelen encontrarse valores entre textos algo diferentes. Una observación importante es que la velocidad del sonido es independiente de la intensidad de la perturbación<sup>5</sup>.

#### **1.2.5 NIVEL DE PRESIÓN SONORA**

El Nivel de Presión Sonora (INTENSIDAD) permite distinguir los sonidos más fuertes de los débiles

La unidad sonora es el decibelio, cuyo símbolo es B, y corresponde a una onda cuya intensidad mecánica es diez veces mayor que su intensidad umbral, un submúltiplo del decibelio es el decibelio dB. Se usa dBA, porque se usa la curva A, que es la más próxima a la fisiología del oído humano.

La sonoridad crece a medida que el oído se acerca a la fuente de vibración, como se muestra en la Tabla N° 1.1.

---

<sup>5</sup><http://www.taringa.net/posts/downloads/885864/Acustica-y-sistemas-de-sonido.html>.

El estudio más importante que se debe realizar en torno a la contaminación acústica son los efectos en el hombre.

Los efectos que produce este tipo de exposición están en función de la intensidad, frecuencias emitidas y el tiempo de exposición a la fuente del ruido.

El decreto 2393, muestra la Tabla N° 1.2, que relaciona el nivel sonoro y el tiempo de exposición por jornada.

**Tabla N° 1.2** Tiempo de exposición de una persona dependiendo del nivel sonoro de la fuente

| Nivel sonoro<br>dB (A-lento) | Tiempo de exposición<br>por jornada/hora |
|------------------------------|--|
| 85                           | 8  |
| 90                           | 4  |
| 95                           | 2  |
| 100                          | 1  |
| 110                          | 0.25                                     |
| 115                          | 0.125                                    |

**Fuente:** Decreto 2398

**Elaboración:** Propia

#### 1.2.5.2 EFECTOS DEL RUIDO EN EL HOMBRE

Los efectos que se generan en el hombre por una exposición prolongada a elevados niveles de ruidos son:

- Pérdida progresiva de la sensibilidad del aparato auditivo. El aumento permanente del umbral de audición hace necesario que éstos se tengan que incrementar para producir sensaciones auditivas equivalentes. Cada

**Tabla N° 1.1** Niveles de Presión Sonoras dependiendo de la fuente

| FUENTE                       | NS (dBA) |
|------------------------------|----------|
| Umbral de dolor              | 120      |
| Discoteca a todo volumen     | 110      |
| Martillo neumático a 2 m     | 105      |
| Ambiente industrial ruidoso  | 90       |
| Piano a 1 m con fuerza media | 80       |
| Automóvil silencioso a 2 m   | 70       |
| Conversación normal          | 60       |
| Ruido urbano de noche        | 50       |
| Habitación interior (día)    | 40       |
| Habitación interior (noche)  | 30       |
| Estudio de grabación         | 20       |
| Cámara sonoamortiguada       | 10       |

**Fuente:** MAYA, F.; "Acústica y Sistemas de Sonido"; Página 23

**Elaboración:** Propia

#### 1.2.5.1 CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

Se define como contaminación acústica a la presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones que origine molestias, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades y bienes, o causen perjuicio para el medio ambiente.

Con el desarrollo de la maquinaria, nuevas tecnologías, aumento de actividades industriales, el transporte, etc. cada vez estamos más expuestos a la contaminación generada por el ruido.



ORDENANZA METROPOLITANA N° 0123

**EL CONCEJO METROPOLITANO DE QUITO**

Visto los Informes IC-2004-199 e IC-2004-208 de la Comisión de Medio Ambiente, Riesgos Naturales e Higiene; y,

**CONSIDERANDO:**

- Que,** el Estado protegerá el derecho de la población para vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado;
- Que,** es deber del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito precautelar la salud y el bienestar de la población que está siendo afectada por la contaminación ambiental producida por la emisión de ruido;
- Que,** es deber del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito velar por el manejo adecuado de los recursos naturales evitando su deterioro, contaminación y destrucción;
- Que,** el ruido es un contaminante que altera o modifica las características del ambiente perjudicando la salud y el bienestar humano y el estado psicológico de las personas;
- Que,** es necesario prevenir, evaluar y controlar la emisión de ruidos para evitar las consecuencias adversas que producen;
- Que,** el artículo 64 de la Ley Orgánica de Régimen Municipal, numeral 49 le faculta al Concejo dictar las Ordenanzas, Acuerdos y Resoluciones; y,

En ejercicio de la facultad privativa que para la prevención y control de la Contaminación le confiere el numeral tercero del artículo 2; y, el numeral 2 del artículo 8 de la Ley de Régimen para el Distrito Metropolitano de Quito;

**EXPIDE:**

**LA ORDENANZA PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN SUSTITUTIVA DEL CAPÍTULO II PARA EL CONTROL DEL RUIDO, DEL TÍTULO V DEL LIBRO SEGUNDO DEL CÓDIGO MUNICIPAL.**

**ARTICULO PRIMERO.-** Sustitúyase el Capítulo II, del Título V, del Libro Segundo del Código Municipal, por el siguiente:



0123

ORDENANZA METROPOLITANA N°

**Tabla No. 1. Niveles máximos permitidos de ruido para fuentes fijas.**

| Tipo de Zona<br>Según el Uso del Suelo | Nivel de presión Sonora Equivalente →NPS eq [dB(A)] |                  |
|--|---|------------------|
|  | DE 06H00 A 20H00                                    | DE 20H00 A 06H00 |
| Zona Equipamientos y<br>Protección (1) | 45  | 40               |
| Zona Residencial                       | 50  | 35               |
| Zona Residencial Múltiple (2)          | 55  | 45               |
| Zona Industrial 1                      | 60  | 50               |
| Zona Industrial 2 (3)                  | 65  | 55               |
| Zona Industrial 3 y 4 (4)              | 70  | 60               |

- Notas: (1) Equipamientos de Servicios Sociales.  
(2) Incluye uso comercial y de servicios, uso agrícola residencial, y equipamiento de servicios públicos.  
(3) Incluye uso de aprovechamiento de recursos renovables  
(4) Incluye uso de aprovechamiento de recursos no renovables.

Estos niveles se medirán en forma continua o fluctuante en las colindancias del predio, conforme a las normas correspondientes (Texto Unificado de Legislación Secundaria).

El incumplimiento de este artículo se sancionará según lo indicado en el Art. 60 de la presente ordenanza.

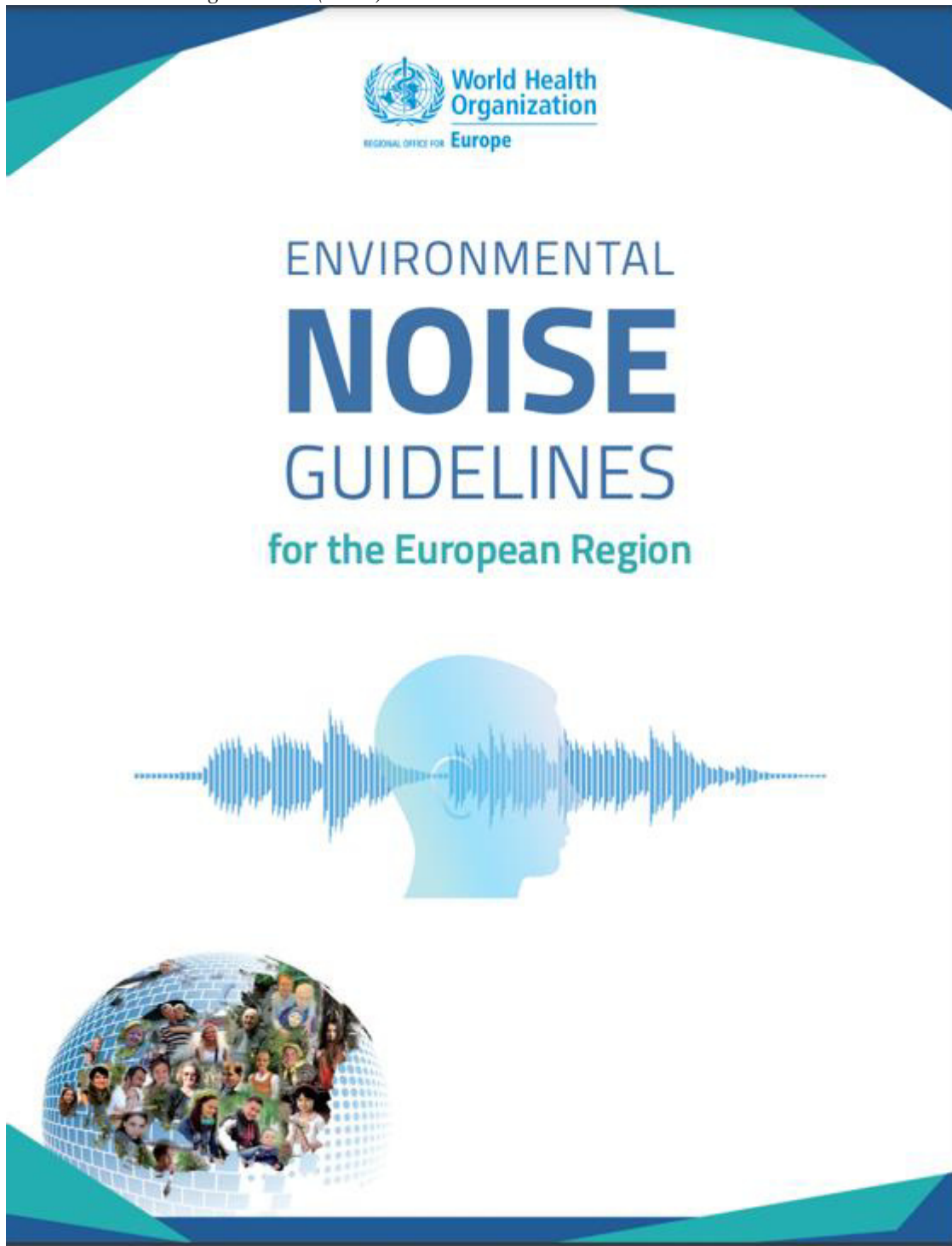
**Artículo 11.-** Cuando por razones de índole técnica o socioeconómica, debidamente comprobadas, el responsable de una fuente fija no pueda cumplir con los límites señalados en el artículo anterior, deberá obtener de la Dirección Metropolitana de Medio Ambiente un informe ambiental habilitante, con carácter provisional no mayor a un año (con validez hasta el 31 de diciembre del año correspondiente), para la fijación del nivel permitido específico para esa fuente. Para el efecto, el responsable de la fuente fija presentará una solicitud dentro de un plazo de treinta (30) días calendario después del inicio de la operación de dicha fuente con los siguientes datos:

- I. Ubicación;
- II. Actividad que realiza;
- III. Origen y características del ruido que rebasa los límites señalados en el artículo anterior;
- IV. Razones por las que considere no poder reducir la emisión de ruido;
- V. Horario en que operará dicha fuente; y,
- VI. Proposición de un programa de reducción emergente de la emisión de ruido, incluyendo un nivel máximo alcanzable y un lapso de ejecución.

El incumplimiento de este artículo se sancionará según lo indicado en el Art. 60 de la presente ordenanza.

Anexo [16]

*Environmental noise guidelines.(2018)*



## Executive summary

Environmental noise is an important public health issue, featuring among the top environmental risks to health. It has negative impacts on human health and well-being and is a growing concern among both the general public and policy-makers in Europe.

At the Fifth Ministerial Conference on Environment and Health in Parma, Italy, in 2010, WHO was requested by the Member States in the European Region to produce noise guidelines that included not only transportation noise sources but also personal electronic devices, toys and wind turbines, which had not yet been considered in existing guidelines. Furthermore, European Union Directive 2002/49/EC relating to the assessment and management of environmental noise (END) and related technical guidance from the European Environment Agency both elaborated on the issue of environmental noise and the importance of up-to-date noise guidelines.

The WHO Regional Office for Europe has therefore developed environmental noise guidelines for the European Region, proposing an updated set of public health recommendations on exposure to environmental noise.

### Objectives

The main purpose of these guidelines is to provide recommendations for protecting human health from exposure to environmental noise originating from various sources: transportation (road traffic, railway and aircraft) noise, wind turbine noise and leisure noise. Leisure noise in this context refers to all noise sources that people are exposed to due to leisure activities, such as attending nightclubs, pubs, fitness classes, live sporting events, concerts or live music venues and listening to loud music through personal listening devices. The guidelines focus on the WHO European Region and provide policy guidance to Member States that is compatible with the noise indicators used in the European Union's END.

The following two key questions identify the issues addressed by the guidelines.

- In the general population exposed to environmental noise, what is the exposure–response relationship between exposure to environmental noise (reported as various indicators) and the proportion of people with a validated measure of health outcome, when adjusted for confounders?
- In the general population exposed to environmental noise, are interventions effective in reducing exposure to and/or health outcomes from environmental noise?

In light of these questions, the guidelines set out to define recommended exposure levels for environmental noise in order to protect population health.

### Methods used to develop the guidelines

The process of developing the WHO guidelines followed a rigorous methodology involving several groups with separate roles and responsibilities. Throughout the process, the Grading of





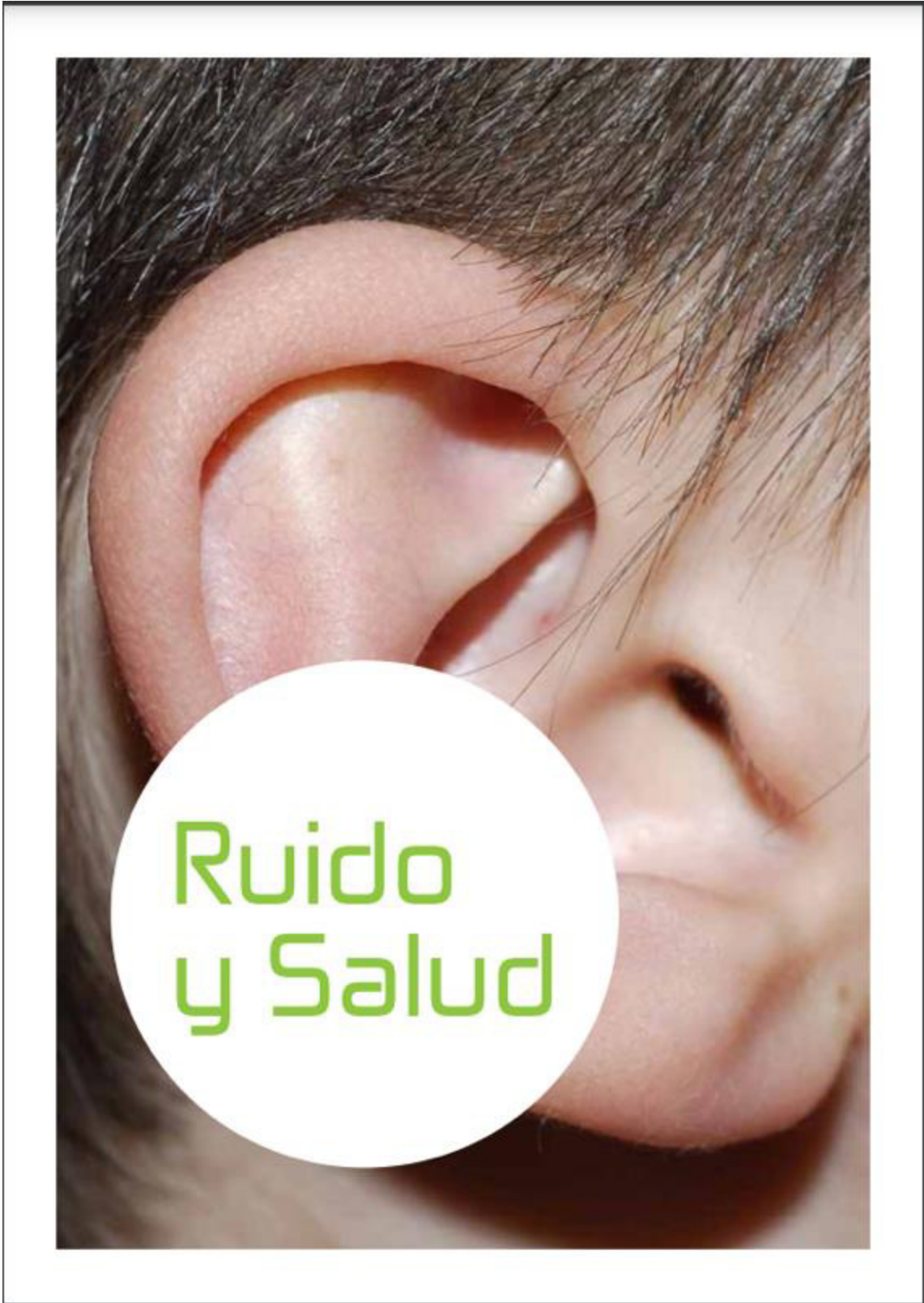
### Road traffic noise

| Recommendation  | Strength |
|---|----------|
| For average noise exposure, the GDG strongly recommends reducing noise levels produced by road traffic below <b>53 decibels (dB) <math>L_{\text{den}}</math></b> as road traffic noise above this level is associated with adverse health effects.  | Strong   |
| For night noise exposure, the GDG strongly recommends reducing noise levels produced by road traffic during night time below <b>45 dB <math>L_{\text{night}}</math></b> as night-time road traffic noise above this level is associated with adverse effects on sleep.  | Strong   |
| To reduce health effects, the GDG strongly recommends that policy-makers implement suitable measures to reduce noise exposure from road traffic in the population exposed to levels above the guideline values for average and night noise exposure. For specific interventions, the GDG recommends reducing noise both at the source and on the route between the source and the affected population by changes in infrastructure. | Strong   |



### Railway noise

| Recommendation  | Strength |
|---|----------|
| For average noise exposure, the GDG strongly recommends reducing noise levels produced by railway traffic below <b>54 dB <math>L_{\text{den}}</math></b> as railway noise above this level is associated with adverse health effects.   | Strong   |
| For night noise exposure, the GDG strongly recommends reducing noise levels produced by railway traffic during night time below <b>44 dB <math>L_{\text{night}}</math></b> as night-time railway noise above this level is associated with adverse effects on sleep.  | Strong   |
| To reduce health effects, the GDG strongly recommends that policy-makers implement suitable measures to reduce noise exposure from railways in the population exposed to levels above the guideline values for average and night noise exposure. There is, however, insufficient evidence to recommend one type of intervention over another. | Strong   |



## 2.3. Las molestias debidas al ruido

Como ya se ha explicado anteriormente, el ruido además de su componente física incluye una componente subjetiva que es la molestia que provoca. En determinadas situaciones estas molestias son más que evidentes ya que pueden provocar daños físicos evaluables.

La subjetividad inherente a la molestia provocada por el ruido introduce una gran complejidad en su evaluación aunque no por ello entra en conflicto con el análisis científico si se tienen en cuenta los factores que influyen en ella y se cuantifican usando determinados índices de medida. Estos factores son (7):

**Energía sonora:** Cuanta más energía posea un sonido, más molestia provoca. Se mide con el "Nivel de presión sonora".

**Tiempo de exposición:** A iguales niveles de ruido, la molestia aumenta con el tiempo que dura la exposición (a mayor duración, mayor molestia).

**Características del sonido:** Las características de la componente física del ruido (el sonido) determinan la molestia que provoca (espectro de frecuencias, ritmo, etc.).

**Sensibilidad individual:** Determina diferentes personas sientan grados diferentes de molestia frente al mismo ruido. Influida por factores físicos, culturales, sociales, etc.

**Actividad del receptor:** A diferentes horas del día y según la actividad que se realice y el nivel de concentración que requiera, un mismo ruido puede provocar diferentes grados de molestia.

**Expectativas y calidad de vida:** Componente muy difícil de evaluar. Por ejemplo, en la segunda vivienda, que suele ser considerada como un espacio para el ocio y el descanso, las exigencias de calidad ambiental son más altas y los ruidos provocan más quejas. Lo mismo ocurre en espacios protegidos.

## Ruido y Salud

Estos factores y su difícil evaluación provocan que no exista actualmente unanimidad de criterios en cuanto a la validez de los indicadores de ruido utilizados, cuestión que está en continuo debate y revisión.

Según un estudio realizado en España en el año 2006 (8) la población está dispuesta a incrementar el coste de su vivienda, pagar más impuestos o aumentar el recorrido de su vivienda al trabajo con el fin de conseguir ambientes más silenciosos. Igualmente considera necesaria la actuación e inversión de entidades públicas y corporaciones locales para reducir la contaminación acústica.

Para la población andaluza el ruido constituye el principal problema ambiental en el ámbito local, como recoge el EcoBarómetro de Andalucía del año 2009 (9), datos que mantienen la tendencia observada ya por el EcoBarómetro 2007 (10) y el EcoBarómetro 2008 (11):





## 3.1. Tráfico y transportes

Constituyen la principal fuente de contaminación acústica ambiental, incluyendo el ruido de carreteras, ferrocarriles y tráfico aéreo.

### A. Vehículos a motor

Como regla general, los vehículos más grandes y pesados emiten más ruido que los vehículos más pequeños y ligeros. El ruido de los vehículos se genera principalmente en el motor y por la fricción entre el vehículo, el suelo y el aire. En general, el ruido de contacto con el suelo, excede al del motor a velocidades superiores a los 60 km/h (13, 14).

La tasa de tráfico, la velocidad de los vehículos, la proporción de vehículos pesados y la naturaleza de la superficie de la carretera determinan el nivel de presión sonora originado por el tráfico y son usados para predecirlo mediante el uso de modelos. Los factores que implican un cambio en la velocidad y la potencia (semáforos, cambios de rasante, intersecciones, condiciones meteorológicas) así como los niveles de fondo, influyen también en la generación de ruido (13, 14).

### B. Ferrocarriles

El ruido que generan depende primariamente de su velocidad pero varía según el tipo de motor, los vagones, los ralles y sus fijaciones, así como de la rugosidad de ruedas y ralles. Las curvas de radio pequeño en el trazado, tal y como suele ocurrir en trenes urbanos, pueden conducir a muy altos niveles de sonido de alta frecuencia producidos por el chirrido de las ruedas. El ruido puede ser generado en las estaciones a causa de motores encendidos, silbatos y altavoces y fuera de ellas por el cambio de vías.

La introducción de trenes de alta velocidad ha creado problemas especiales de ruido con repentinos aunque no impulsivos, incrementos de ruido. A velocidades mayores de 250km/h, la proporción de energía sonora de alta frecuencia se incrementa y el sonido puede ser percibido como similar al de un vuelo comercial que sobrevolara el área. Surgen otros problemas en áreas cercanas a túneles, valles o zonas donde las condiciones del suelo ayuden a generar vi-

Anexo [18]

El tráfico, la principal fuente de ruido sobre ruedas.(2020)

Estás en: Inicio › Reportajes › 2016 › El ruido sobre ruedas



EL TRÁFICO, PRINCIPAL FUENTE

## El ruido sobre ruedas

En Europa hay 10.000 muertes prematuras por ruido, 43.000 hospitalizaciones, 900.000 hipertensos...

Alberto G. PALOMO

17 MAYO 2016

Muchas veces no somos conscientes del silencio hasta que lo gozamos. Estamos tan acostumbrados al ruido ambiental que apenas nos damos cuenta de que, a lo largo del día, soportamos una cantidad de decibelios por encima de lo que el ser humano catalogaría como aceptable. En estos casos, la experiencia pasa a ser molesta e incluso dañina.

Obras en la calzada, chirridos de los frenos del autobús o el tren, atascos, música a excesivo volumen o los centenares de estímulos que generan ruido a nuestro alrededor consiguen perturbar el día a día y hacer mella en nuestras sensaciones.

Entre ellos está, en gran medida, el tráfico rodado. Según un estudio presentado por Danosa –especialista en soluciones integrales para la construcción sostenible–, el 80% del ruido ambiental que soportan los ciudadanos está causado por él. El rozamiento del neumático en la calzada y el estruendo del motor son los culpables. Lo siguen el ruido causado por actividades industriales, con un 10%, por el ferrocarril (6%) y por diferentes tipos de ocio (4%). Este problema ha suscitado interrogantes en todos los agentes sociales involucrados. Desde urbanistas hasta médicos, pasando inevitablemente por los responsables gubernamentales.

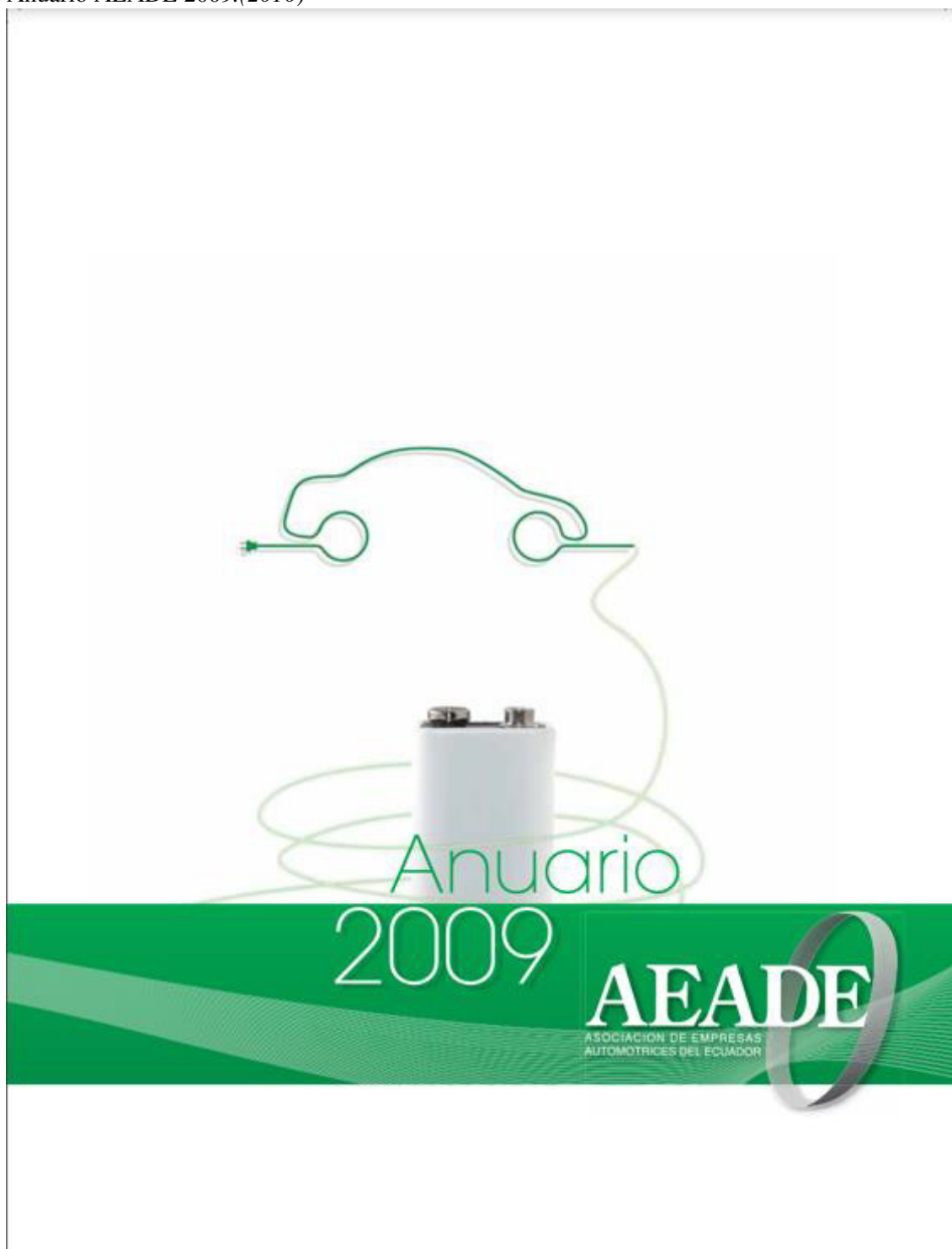
**PERJUDICADOS POR EL RUIDO.** Los últimos datos europeos, publicados por la Agencia Europea de Medio Ambiente en diciembre de 2014, constataban que el 60% de los españoles estaba expuesto a niveles de ruido superiores a los permitidos. Tal y como se desglosa, el tráfico en metrópolis como Móstoles (Madrid), A Coruña, Elche (Alicante), San Sebastián o Pamplona supera los 55 decibelios, límite que se establece como perjudicial para la salud. El estudio expone que en toda Europa la cifra media asciende al 24% de la población. Es decir, unos 125 millones de personas afectadas. Esto se traduce en 10.000 muertes prematuras relacionadas con el ruido, 20 millones de adultos que sufren molestias en el sueño, 8 que tienen perturbaciones serias del mismo y 900.000 casos de hipertensión que conllevan unas 43.000 hospitalizaciones anuales en todo el continente.

En España, el problema se concretó en la Ley del Ruido de 2003. Tal y como expresa, su objetivo principal es "prevenir, vigilar y reducir" los niveles de contaminación acústica y "garantizar los derechos constitucionales en relación con la emisión de ruidos molestos". Para llevar a cabo sus propósitos, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente definió las diferentes áreas acústicas, elaboró mapas de ruido y creó planes de acción allí donde el ruido supere los criterios de calidad. Todas estas directrices desembocaron en campañas de sensibilización, intentos de reducción del transporte privado en favor del público, remodelación del asfalto, ampliación de aceras, apantallamiento acústico y delimitación de zonas residenciales o naturales.

**LÍMITES LEGALES.** ¿Ha funcionado? Los responsables de Ecologistas en Acción concluían en su documento 'Contaminación Acústica y Ruido', de 2015, que estamos "muy lejos" de conseguir las metas planeadas por ley y que las políticas en este ámbito "no muestran mucha voluntad de cambiar". Un informe realizado por el Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía echa mano de los parámetros europeos y traza las líneas de distinción entre ruidos imperceptibles, perceptibles y molestos según la normativa europea, en la que se cifra en 25 los decibelios soportables. En España, la citada legislación del Ruido de 2003 dictaminó que los decibelios permitidos en estancias residenciales, administrativas o sanitarias asciende a 40, siendo 35 el límite en centros educativos o culturales. Y la Organización Mundial de la Salud fijó como objetivo un descenso 'significativo' del ruido para 2020 y alertó de establecer en 40 el tope de decibelios nocturnos en los espacios externos.

**EL TRÁFICO, PRINCIPAL FUENTE DE RUIDO.** "El tráfico sigue siendo la mayor molestia por ruido", explica Antonio García desde su despacho, en Alicante. Este letrado de 45 años lleva más de dos décadas acompañando casos de vecinos e instituciones afectadas por problemas acústicos. Desde Abogados del Ruido estudia las ordenanzas municipales y los casos de sus clientes para evitar sus preocupaciones: "No es un experimento nacido del oportunismo, es algo en lo que creemos. Lo hacemos por el bien de la sociedad", considera. "No tenemos por qué salir a la calle con una agresión acústica. Y la mayoría de las veces lo asumimos".







08

## El Sector en Cifras

### EXPORTACIONES

Omnibus BB y Aymesa son las dos ensambladoras que realizan exportaciones a Colombia, Venezuela y Chile. Debido a las medidas tomadas por el Gobierno de Venezuela, las exportaciones se han visto reducidas hacia ese destino en los últimos años. En el 2009 se exportaron 13.844 vehículos de los segmentos: automóviles, camionetas, SUV's y vans, una caída significativa del 39% frente a lo exportado en el 2008.

### PRODUCCIÓN

La producción nacional se redujo en un 22% en relación al año 2008. Tanto Maresa como Omnibus BB bajaron su producción, mientras que Aymesa creció ligeramente al ensamblar 6.577 unidades en el 2009. En el Ecuador se ensamblan automóviles, camionetas, SUV's y vans que son destinados para mercado local y también para exportación.

### LLANTAS

Las llantas importadas se vieron afectadas por las salvaguardias, lo que generó dificultades para atender la demanda interna, así como su posterior incremento de precios. En unidades, en el 2009 se importó un 37% menos que en el 2008, siendo de esto un 40% la caída para llantas de vehículos livianos y un 30% para llantas de vehículos pesados.

Los principales orígenes de la importación de llantas son: China, Colombia y Corea del Sur. La demanda interna restante es abastecida por la llantería nacional.

### Ventas Totales por Año

| AÑO  | TOTAL   |
|------|---------|
| 1998 | 47.985  |
| 1999 | 13.672  |
| 2000 | 18.983  |
| 2001 | 53.673  |
| 2002 | 69.372  |
| 2003 | 55.456  |
| 2004 | 59.151  |
| 2005 | 80.410  |
| 2006 | 89.558  |
| 2007 | 91.778  |
| 2008 | 112.684 |
| 2009 | 92.764  |

### REPUESTOS

La información presentada recoge las cifras de 125 subpartidas arancelarias agrupadas en cinco grupos: accesorios, colisión, desgaste, eléctricos y mantenimiento.

La importación de repuestos en el 2009 descendió en un 51% en unidades y 36% en sus valores CIF y FOB. Estos repuestos vienen principalmente de: Estados Unidos, Colombia, Brasil, Corea del Sur y Japón.

### MOTOS

La importación de motos armadas se redujo en un 62% en el año 2009, debido a las restricciones por salvaguardia, así como el incremento de motos ensambladas localmente.

El 83% de las motos importadas viene de China y la diferencia es de origen Brasil, Colombia e India principalmente.

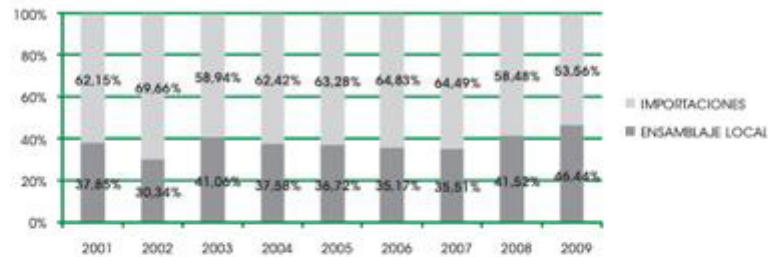
Fuentes:

Reunión de Marcas - AEADE  
 Empresa de Manifiestos  
 Banco Central del Ecuador  
 CINAIE

## Vehículos - Ventas

## Composición de las Ventas

| AÑO  | ENSAMBLAJE LOCAL | PARTICIPACIÓN | IMPORTACIONES | PARTICIPACIÓN | TOTAL   |
|------|------------------|---------------|---------------|---------------|---------|
| 2001 | 20.316           | 37,85%        | 33.357        | 62,15%        | 53.673  |
| 2002 | 21.047           | 30,34%        | 48.325        | 69,66%        | 69.372  |
| 2003 | 22.768           | 41,06%        | 32.688        | 58,94%        | 55.456  |
| 2004 | 22.230           | 37,58%        | 36.921        | 62,42%        | 59.151  |
| 2005 | 29.528           | 36,72%        | 50.882        | 63,28%        | 80.410  |
| 2006 | 31.496           | 35,17%        | 58.062        | 64,83%        | 89.558  |
| 2007 | 32.591           | 35,51%        | 59.187        | 64,49%        | 91.778  |
| 2008 | 46.782           | 41,52%        | 65.902        | 58,48%        | 112.684 |
| 2009 | 43.077           | 46,44%        | 49.687        | 53,56%        | 92.764  |



## Ventas Anuales por Tipo

| AÑO  | AUTOMOVILES | CAMIONETAS | TODO TERRENO | VANS  | CAMIONES Y BUSES | TOTAL   |
|------|-------------|------------|--------------|-------|------------------|---------|
| 2001 | 21.616      | 12.973     | 12.762       | 1.349 | 4.973            | 53.673  |
| 2002 | 29.296      | 16.103     | 12.910       | 2.664 | 8.399            | 69.372  |
| 2003 | 26.313      | 13.472     | 8.639        | 2.813 | 4.219            | 55.456  |
| 2004 | 28.474      | 14.198     | 10.009       | 2.372 | 4.098            | 59.151  |
| 2005 | 41.695      | 17.734     | 12.647       | 2.054 | 6.280            | 80.410  |
| 2006 | 42.932      | 19.251     | 15.968       | 1.563 | 9.844            | 89.558  |
| 2007 | 38.565      | 20.660     | 19.769       | 1.917 | 10.867           | 91.778  |
| 2008 | 46.846      | 27.963     | 22.710       | 2.207 | 12.958           | 112.684 |
| 2009 | 35.869      | 21.336     | 24.727       | 1.895 | 8.937            | 92.764  |

**REDUCING AUTOMOTIVE INTERIOR NOISE WITH NATURAL FIBER NONWOVEN FLOOR COVERINGS**

April Casandra Antoine, D.V. Parikh and N.D. Sachinvala  
SRRC-USDA  
New Orleans, LA

Y. Chen and L Sun  
LSU, School of Human Ecology  
Baton Rouge, LA

G. Bhat  
TANDEC, UTK  
Knoxville, TN

**Abstract**

It is important to automobile manufacturers to eliminate unwanted noise in passenger compartments of vehicles. One way to make passenger compartments free from noise is to use sound absorbing materials in auto interiors such as floor coverings, package trays, door panels and luggage compartments. Natural fibers are noise absorbing materials that are biodegradable. Floor coverings using natural fibers (kenaf, jute, waste cotton, and flax) in blends with polypropylene (PP) and polyester (PET) were developed as (a) air-laid needlepunched, and (b) carded needlepunched nonwovens. The acoustic properties of these floor coverings, used either alone or in combination with a soft porous cotton nonwoven underpad, were test evaluated by ASTM E 1050. The measurements demonstrated that each of the natural fiber-based nonwoven floor coverings contributed to noise reduction. The noise reduction was significantly improved with the use of a cotton underpad.

**Introduction**

Automotive manufacturers emphasize using efficient sound absorptive material in a vehicle to reduce unwanted noise. The existing sound absorptive materials are generally made of synthetic fibers, which are not biodegradable. We developed nonwoven floor coverings from biodegradable kenaf, jute, cotton and flax in blends with PP and PET and test evaluated them for sound absorption by the standard test method ASTM E 1050. Also evaluated was carded needlepunched cotton under pad.

**Materials and Methods**

**Nonwoven Technologies**

Floor coverings of blends containing kenaf, jute, cotton with PET and PP in weight ratios of 35/35/30, along with nonwovens of PET and PP in weight ratio of 70/30 were produced by (a) carding followed by needlepunching, and (b) air-laying followed by needlepunching. The carded needlepunched webs were needlepunched four times on spunbonded polyester scrim to produce automotive nonwoven floor coverings of target weight of 20 and 30 oz/yd<sup>2</sup>. Using the same blends air-laid needlepunched batts were needlepunched twice without using scrim.

**Acoustic Testing**

The two microphone standing wave impedance tube method (ASTM E 1050) was used to determine the sound absorption coefficient of the floor coverings with or without the cotton underpad, Figure 1. An absorption coefficient of one means that all incident sound was absorbed (none reflected) by the test material.

**Results and Discussion**

Figure 2 shows a bar chart of comparison of sound absorption coefficients of (a) air-laid needlepunched floor coverings of kenaf, jute, cotton and polyester, and (b) carded needlepunched floor coverings of the same fibers. Air-laid needlepunched floor coverings exhibited higher absorption coefficients than carded needlepunched floor coverings. Air-laid floor coverings are loftier, and bulkier and apparently, the loftier the floor covering the better the sound absorption. Figure 3 shows the absorption coefficients of (a) carded needlepunched floor coverings of weight 20oz/yd<sup>2</sup> and (b) the same floor coverings in combination with an underpad. An underpad significantly enhances sound absorption of a floor covering, and thereby significantly reduces unwanted noise.



ORDENANZA METROPOLITANA N° 0157

**EL CONCEJO METROPOLITANO DE QUITO**

Visto el Informe No. IC-2005-551, de 20 de octubre del 2005, de la Comisión de Finanzas.

**CONSIDERANDO:**

- Que mediante Convenio suscrito el 29 de noviembre de 1996, el Ministerio de Obras Públicas entregó al Municipio Metropolitano de Quito, el acceso oriental (Vía Quito - Cumbayá - Tumbaco - Pifo), para la ejecución de obras de ampliación, mantenimiento y cobro de peaje;
  - Que el artículo 314 de la Ley Orgánica de Régimen Municipal, faculta a las Municipalidades a reglamentar por medio de ordenanzas el cobro de sus tributos;
  - Que el artículo 397 de la Ley Orgánica de Régimen Municipal, autoriza a las Municipalidades a aplicar tasas retributivas por los servicios públicos que prestan, a través de Ordenanzas;
  - Que la construcción del túnel de acceso oriental a la ciudad de Quito se ha construido con recursos provenientes del gobierno nacional y fondos propios;
  - Que la operación y el mantenimiento del túnel y la conservación de la vía interoceánica implica costos elevados, siendo necesario recuperarlos mediante el cobro de peaje.
- En uso de las atribuciones que le conceden los artículos 64 de la Ley Orgánica de Régimen Municipal y 8 de la Ley Orgánica de Régimen para el Distrito Metropolitano.

**EXPIDE**

**LA ORDENANZA METROPOLITANA REFORMATORIA DEL TÍTULO II REFERENTE A LAS TASAS, DEL LIBRO TERCERO DEL CÓDIGO MUNICIPAL.**

**Art. 1.-** En el Título II, del Libro Tercero del Código Municipal, inclúyase un Capítulo relacionado a la Tasa por utilización de la avenida Oswaldo Guayasamín (Vía Interoceánica), con el siguiente texto:





ORDENANZA METROPOLITANA N° 0157

**"CAPÍTULO XVI**

**DE LA TASA POR UTILIZACIÓN DE LA AVENIDA OSWALDO  
GUAYASAMÍN.**

**Art. ... (1).- Peaje por utilización de la vía.-** De conformidad con lo dispuesto en los artículos 397 y 398 de la Ley Orgánica de Régimen Municipal, los conductores de vehículos que ingresen o salgan de Quito utilizando la Avenida Oswaldo Guayasamín (Vía Interoceánica), deberán pagar un peaje, destinado a la operación y mantenimiento del túnel a la conservación de la vía.

**Art. ... (2).- Hecho generador.-** La utilización de la avenida Oswaldo Guayasamín (Vía Interoceánica), como medio de ingreso o salida de vehículos motorizados a Quito.

**Art. ... (3).- Sujeto activo.-** Es el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, a través de la Empresa Metropolitana de Obras Públicas (EMOP-Q), como responsable de la conservación y mantenimiento del túnel y de la vía.

**Art. ... (4).- Tarifa.-** La cuantía del peaje será fijada semestralmente por el señor Alcalde, mediante resolución a base de estudios de los costos de construcción, operación, conservación y mantenimiento que se generen.

**Art. ... (5).- Forma de pago.-** Los conductores deberán satisfacer el pago del peaje cada vez que utilicen la vía, en los puntos de recaudación destinados para el efecto.

**Art. ... (6).- Dispensas.-** Por tratarse de un peaje, este tributo no es objeto de exoneración ni rebaja alguna."

**Art. 2.-** En el Título II, de las Tasas, del Libro III del Código Municipal, renumérese a los siguientes capítulos:

- a) El capítulo XI, "De las Tasas por Servicios de Seguridad Ciudadana", se renumera como "Capítulo XII";
- h) El capítulo XI "De la Tasa por Seguridad Aeroportuaria en el Aeropuerto Mariscal Sucre", se renumera como "Capítulo XIII";
- c) El capítulo XI "De las Tasas por Servicios Prestados por la Dirección de Educación", se renumera como "Capítulo XIV";
- d) El capítulo innumerado, Del Sistema Metropolitano de Estacionamiento Rotativo Tarifado "Quito Zona Azul", se renumera como "Capítulo XV".



Anexo [22]

Ruido del tráfico: niveles y daño (2016)

## Tráfico: qué ruido produce y qué daños que causa



MAYO 2016

Anexo [23]

Materiales aislantes sostenibles. (2015)

## Aislantes térmicos ecológicos y sostenibles

Publicado el 15 mayo 2018

Tal y como os anticipé en el post sobre las [ventajas y desventajas de las lanas minerales](#), existen aislantes más ecológicos que aquellas y hacia los cuales debería irse decantando el futuro de la construcción.

Las características comunes de los aislantes ecológicos son:

- 1 Son **saludables**. Se trata de materiales naturales no tóxicos que no contienen plásticos ni ningún componente derivado del petróleo ni sustancias o aditivos que puedan ser perjudiciales para la salud.
- 2 Son **duraderos, reciclables y biodegradables**.
- 3 Precisan de un **consumo mínimo de energía** para su fabricación.
- 4 Tienen una **gran capacidad de aislamiento térmico**. Es decir, son malos transmisores del calor o, dicho de otra manera, su conductividad térmica es muy baja (\*).

(\*) El Coeficiente de Conductividad Térmica definido como  $\lambda = \text{W/m}\cdot\text{K}$  (Wattios por metro y grado Kelvin), es el parámetro que identifica la capacidad de un material como transmisor del calor, calificándolo como aislante (conductividad muy baja) o conductor (conductividad alta). En los aislantes típicos, como el aire o el corcho, este coeficiente se mueve en valores comprendidos entre los 0,02 y los 0,05 W/m·K. Por contra, metales como el hierro o la plata, que son buenos conductores del calor, tienen coeficientes de conductividad térmica comprendidos entre 80 y 400 W/m·K.

En España, existe un gran desconocimiento sobre este tipo de aislantes y, lo que es peor, sobre los efectos para la salud y el medioambiente de muchos de los aislantes de uso habitual en la construcción. Por ello, desde este blog queremos empezar a fomentar el uso de estos aislantes entre los que podemos destacar los siguientes:

### El Corcho

El **corcho** es un material **100% natural** que proviene de la corteza de los alcornoques, árboles que crecen en áreas de clima mediterráneo. Su producción es sostenible ya que incluso durante su extracción la generación de residuos es baja. El Alcornoque renueva su corteza cada 9-12 años, y esto hace posible obtener corcho sin que se perjudique al árbol.

Anexo [24]

*Diagnóstico de la movilidad en el distrito metropolitano de Quito para el plan metropolitano de desarrollo territorial. (2014)*

**MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO**

**DIAGNÓSTICO DE LA MOVILIDAD EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO PARA EL PLAN METROPOLITANO DE DESARROLLO TERRITORIAL (PMOT)**

**Secretaría de Movilidad**

30.10.2014

**Tabla No. 1**

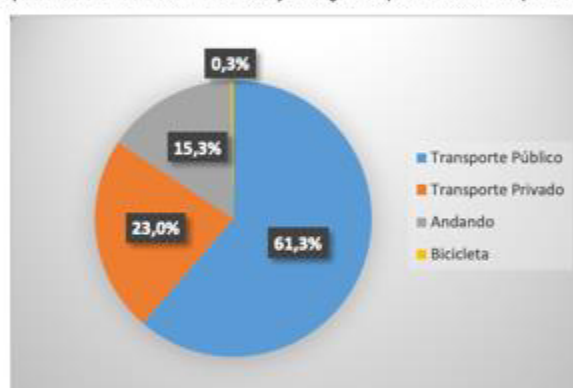
Número de viajes en los diferentes modos de transporte proyectados al 2014

|                |                                 |           |        |
|----------------|---------------------------------|-----------|--------|
| Motorizado     | Transporte Público <sup>4</sup> | 2.800.000 | 61,3%  |
|                | Transporte Privado <sup>5</sup> | 1.050.000 | 23,0%  |
| No Motorizados | Peatonal                        | 700.000   | 15,3%  |
|                | Bicicleta                       | 15.000    | 0,3%   |
|                |                                 | 4.565.000 | 100,0% |

Elaboración Propia. Fuente: Estudio de movilidad - proyecto Metro de Quito - 2011

**Figura No. 1**

Proporción de la distribución modal de viajes desglosada por modos de transporte - 2014



Elaboración Propia. Fuente: Estudio de movilidad - proyecto Metro de Quito - 2011

**Tabla No. 2**

Número de viajes en los diferentes modos de transporte proyectados al 2011

|            |                                 |           |       |
|------------|---------------------------------|-----------|-------|
| Motorizado | Transporte Público <sup>6</sup> | 2.800.000 | 72,7% |
|            | Transporte Privado <sup>7</sup> | 1.050.000 | 27,3% |
|            |                                 | 3.850.000 | 100%  |

<sup>4</sup> Incluye el transporte escolar e institucional.

<sup>5</sup> Incluye el servicio de taxi.

<sup>6</sup> Incluye el transporte escolar e institucional.

<sup>7</sup> Incluye el servicio de taxi.

## REGLAMENTO (UE) Nº 678/2011 DE LA COMISIÓN

de 14 de julio de 2011

que sustituye el anexo II y modifica los anexos IV, IX y XI de la Directiva 2007/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, por la que se crea un marco para la homologación de los vehículos de motor y de los remolques, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos (Directiva marco)

(Texto pertinente a efectos del EEE)

LA COMISIÓN EUROPEA,

Visto el Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea,

Vista la Directiva 2007/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de septiembre de 2007, por la que se crea un marco para la homologación de los vehículos de motor y de los remolques, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a dichos vehículos (Directiva marco) <sup>(1)</sup>, y, en particular, su artículo 39, apartados 2 y 3,

Considerando lo siguiente:

- (1) La Directiva 2007/46/CE crea un marco armonizado en el que figuran las disposiciones administrativas y los requisitos técnicos generales para todos los vehículos, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes nuevos. En particular, contiene las definiciones específicas relativas a los vehículos que son necesarias para el funcionamiento adecuado del sistema europeo de homologación de tipo.
- (2) Uno de los objetivos de la Directiva 2007/46/CE es ampliar el sistema europeo de homologación de tipo a todas las categorías de vehículos. Debe reelaborarse el anexo II de la Directiva 2007/46/EC, en el que figuran las definiciones específicas necesarias, para tener en cuenta el progreso técnico. Por tanto, es necesario modificar las definiciones existentes o establecer nuevas definiciones.
- (3) La experiencia demuestra que los criterios actuales para determinar si un nuevo modelo de vehículo debe considerarse un nuevo tipo son demasiado vagos. Esta incertidumbre puede retrasar la aplicación de los nuevos requisitos establecidos en la legislación de la UE en materia de nuevos tipos de vehículos. Además, la experiencia pone de manifiesto que se puede eludir la legislación de la UE en materia de series cortas dividiendo un tipo de vehículo en varios subtipos en el marco de distintas homologaciones de tipo. Por consiguiente, el número de nuevos vehículos que puede ponerse en servicio en la Unión Europea con arreglo al régimen de series cortas puede exceder de lo permisible. Por tanto, conviene especificar qué características técnicas del vehículo van a utilizarse como criterio para determinar qué constituye un nuevo tipo.

- (4) Conforme a los principios que encierran las Comunicaciones de la Comisión tituladas «Plan de acción «Simplificar y mejorar el marco regulador» <sup>(2)</sup> y «Programa de Acción para la Reducción de las Cargas Administrativas en la Unión Europea» <sup>(3)</sup>, conviene reconsiderar los criterios utilizados para definir las variantes y las versiones de un tipo de vehículo a fin de reducir la carga administrativa que soportan los fabricantes de vehículos. Además, esto aumentaría la transparencia del proceso de homologación de tipo para las autoridades competentes de los Estados miembros.

- (5) Dada la tendencia a la globalización del sector del automóvil, cada vez es más importante la labor del Foro Mundial para la Armonización de los Reglamentos sobre Vehículos [«el Grupo de Trabajo 29 (GT 29)»]. Debe garantizarse la coherencia de la legislación de la UE con los reglamentos de la CEPE, pues es esencial para cumplir las recomendaciones del Grupo de alto nivel CARS 21 de incorporar los reglamentos de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) al Derecho de la UE o incluso sustituir las directivas o los reglamentos de la UE por reglamentos de la CEPE e incorporar reglamentos técnicos mundiales al Derecho de la UE.

- (6) Habida cuenta del trabajo en curso en el Foro Mundial para la Armonización de los Reglamentos sobre Vehículos, es esencial tener en cuenta los últimos avances establecidos en la Resolución nº R.E. 3, relativa a la clasificación y definición de vehículos y remolques autopropulsados en el marco del Acuerdo de la CEPE sobre la adopción de prescripciones técnicas uniformes aplicables a los vehículos de ruedas y los equipos y piezas que puedan montarse o utilizarse en estos, y sobre las condiciones de reconocimiento recíproco de las homologaciones concedidas conforme a dichas prescripciones (Acuerdo revisado de 1958), así como la Resolución Especial S.R. 1, relativa a las definiciones comunes de las categorías, las masas y las dimensiones de los vehículos en el marco del Acuerdo de la CEPE sobre el establecimiento de reglamentos técnicos mundiales aplicables a los vehículos de ruedas, y a los equipos y piezas que puedan montarse o utilizarse en dichos vehículos («el Acuerdo paralelo o de 1998»). Solo la inclusión de estas novedades en la Directiva marco pueden garantizar el funcionamiento adecuado del sistema europeo de homologación de tipo. Por tanto, es necesario introducir nuevos criterios para determinar si un tipo de vehículo debe clasificarse en la categoría «M» o «N».

<sup>(1)</sup> DO L 263 de 9.10.2007, p. 1.<sup>(2)</sup> COM(2002) 278 final.<sup>(3)</sup> COM(2007) 23 final.



- 2.1.5. Cuando, en un vehículo, existan anclajes para un asiento desmontable, este se contabilizará a la hora de determinar el número de plazas de asiento.
- 2.1.6. Cualquier superficie destinada a una persona en silla de ruedas se considerará una plaza de asiento.
- 2.1.6.1. Esta disposición se entiende sin perjuicio de los requisitos de los puntos 3.6.1 y 3.7 del anexo VII de la Directiva 2001/85/CE.
- 2.2. Masa máxima
- 2.2.1. En el caso de una unidad tractora para un semirremolque, la masa máxima que debe considerarse para clasificar el vehículo incluirá la masa máxima del semirremolque soportada por el acoplamiento de quinta rueda.
- 2.2.2. En el caso de un vehículo de motor que pueda arrastrar un remolque de eje central o un remolque de barra de tracción rígida, la masa máxima que debe considerarse para clasificar el vehículo de motor incluirá la masa máxima transmitida al vehículo tractor por el acoplamiento.
- 2.2.3. En el caso de un semirremolque, un remolque de eje central o un remolque de barra de tracción rígida, la masa máxima que debe considerarse para clasificar el vehículo corresponderá a la masa máxima transmitida al suelo por las ruedas de un eje o grupo de ejes cuando estén acopladas al vehículo tractor.
- 2.2.4. En el caso de un remolque convertidor, la masa máxima que debe considerarse para clasificar el vehículo incluirá la masa máxima del semirremolque soportada por el acoplamiento de quinta rueda.
- 2.3. Dispositivos especiales
- 2.3.1. Se considerará que los vehículos equipados principalmente con dispositivos fijos, como máquinas y aparatos, pertenecen a la categoría N u O.
- 2.4. Unidades
- 2.4.1. Salvo que se indique lo contrario, todas las unidades de medida y los símbolos asociados cumplirán lo dispuesto en la Directiva 80/181/CEE del Consejo <sup>(7)</sup>.

### 3. Clasificación en categorías de vehículos

- 3.1. El fabricante será responsable de la clasificación de un tipo de vehículo en una categoría específica.
- A tal fin, se cumplirán todos los criterios pertinentes descritos en el presente anexo.
- 3.2. La autoridad de homologación podrá pedir al fabricante información adicional pertinente para demostrar que un tipo de vehículo debe clasificarse como vehículo especial dentro del grupo especial ("código GE").

#### PARTE A

##### Criterios para la categorización de los vehículos

1. **Categorías de vehículos**
- A efectos de la homologación de tipo europea y nacional, así como de la homologación individual, se clasificarán los vehículos con arreglo a las siguientes categorías:
- (Se entenderá que la homologación solo podrá concederse para las categorías mencionadas en los puntos 1.1.1 a 1.1.3, 1.2.1 a 1.2.3 y 1.3.1 a 1.3.4).
- 1.1. Categoría M Vehículos de motor concebidos y fabricados principalmente para el transporte de personas y su equipaje.
- 1.1.1. Categoría M<sub>1</sub> Vehículos de la categoría M que tengan, como máximo, ocho plazas de asiento además de la del conductor.
- Los vehículos pertenecientes a la categoría M<sub>1</sub> no dispondrán de ningún espacio para viajeros de pie.
- El número de plazas de asiento podrá limitarse a una (es decir, la del conductor).

<sup>(7)</sup> DO L 39 de 15.2.1980, p. 40.



- 1.1.2. Categoría M<sub>2</sub> Vehículos de la categoría M que tengan más de ocho plazas de asiento además de la del conductor y cuya masa máxima no sea superior a 5 toneladas.  
Los vehículos pertenecientes a la categoría M<sub>2</sub> podrán tener, además de las plazas de asiento, espacio para viajeros de pie.
- 1.1.3. Categoría M<sub>3</sub> Vehículos de la categoría M que tengan más de ocho plazas de asiento además de la del conductor y cuya masa máxima sea superior a 5 toneladas.  
Los vehículos pertenecientes a la categoría M<sub>3</sub> podrán tener espacio para viajeros de pie.
- 1.2. Categoría N Vehículos de motor concebidos y fabricados principalmente para el transporte de mercancías.
- 1.2.1. Categoría N<sub>1</sub> Vehículos de la categoría N cuya masa máxima no sea superior a 3,5 toneladas.
- 1.2.2. Categoría N<sub>2</sub> Vehículos de la categoría N cuya masa máxima sea superior a 3,5 toneladas, pero no a 12 toneladas.
- 1.2.3. Categoría N<sub>3</sub> Vehículos de la categoría N cuya masa máxima sea superior a 12 toneladas.
- 1.3. Categoría O Remolques concebidos y fabricados para el transporte de mercancías o de personas, así como para alojar personas.
- 1.3.1. Categoría O<sub>1</sub> Vehículos de la categoría O cuya masa máxima no sea superior a 0,75 toneladas.
- 1.3.2. Categoría O<sub>2</sub> Vehículos de la categoría O cuya masa máxima sea superior a 0,75 toneladas, pero no a 3,5 toneladas.
- 1.3.3. Categoría O<sub>3</sub> Vehículos de la categoría O cuya masa máxima sea superior a 3,5 toneladas, pero no a 10 toneladas.
- 1.3.4. Categoría O<sub>4</sub> Vehículos de la categoría O cuya masa máxima sea superior a 10 toneladas.

## 2. Subcategorías de vehículos

### 2.1. Vehículos todoterreno

"Vehículo todoterreno": vehículo de categoría M o N con características técnicas específicas que permiten utilizarlo fuera de las calzadas normales.

Para estas categorías de vehículos, se añadirá la letra "G" como sufijo a la letra y el número que identifican la categoría del vehículo.

Los criterios para la subcategorización de los vehículos como "vehículo todoterreno" se especificarán en la sección 4 de la parte A del presente anexo.

### 2.2. Vehículos especiales

#### 2.2.1. "Vehículo especial": vehículo de categoría M, N u O con características técnicas específicas para desempeñar una función que requiere disposiciones o equipamiento especiales.

En el caso de los vehículos incompletos destinados a ser clasificados en la subcategoría de "vehículo especial", se añadirá la letra "S" como sufijo a la letra y el número que identifican la categoría de vehículo.

En la sección 5 se definen y enumeran los distintos tipos de vehículos especiales.

#### 2.3. Vehículo especial todoterreno

##### 2.3.1. "Vehículo especial todoterreno": vehículo de categoría M o N con las características técnicas específicas mencionadas en los puntos 2.1 y 2.2.

En el caso de estas categorías de vehículos, se añadirá la letra "G" como sufijo a la letra y el número que identifican la categoría de vehículo.

Además, en el caso de los vehículos incompletos destinados a ser clasificados en la subcategoría de "vehículo especial", se añadirá la letra "S" como segundo sufijo.

SPANISH VERSION

## Una mirada a los criterios de diseño acústico de la infraestructura educacional en Chile

### A review of acoustic design criteria for school infrastructure in Chile

J.R. Aguilar <sup>1\*</sup>

\* Chileacus – Consultores en Acústica Arquitectónica, Santiago, CHILE

Fecha de Recepción: 21/08/2018

Fecha de Aceptación: 18/12/2018

PAG 115-123

**Abstract**

Since oral communication is the main means we use to learn, acoustics becomes one of the most important attributes of the architectural design of classrooms. Adverse acoustic conditions in the classroom negatively affect the learning, performance and cognitive development of students. In year 2015 the Ministry of Education introduced acoustic design criteria for learning spaces. This article presents a review of these criteria based on a comparison with international regulations and considering the database of the Santiago's urban noise map. The results show that the current acoustic criteria for educational settings in Chile present several shortcomings with respect to international standards. It is also observed that more than 70% of educational establishments in Santiago are exposed to environmental noise levels that lie outside the range of application of the criterion.

**Keywords:** Classroom acoustics; Educational infrastructure; Façade noise

**Resumen**

Desde que la comunicación oral es el principal medio que utilizamos para aprender, la acústica se vuelve uno de los atributos más importantes del diseño arquitectónico de las aulas. Las condiciones acústicas adversas en las aulas afectan negativamente el aprendizaje, el desempeño y el desarrollo cognitivo de los estudiantes. En el año 2015 el Ministerio de Educación introdujo criterios de diseño acústico para los espacios educativos. Este artículo presenta una revisión de dichos criterios realizada mediante una comparación con la normativa internacional y considerando la base de datos del mapa de ruido urbano de Santiago. Los resultados muestran que los actuales criterios acústicos para los espacios educativos en Chile presentan falencias con respecto a la normativa internacional. Además se observa que, con los actuales niveles de ruido urbano, el criterio de diseño acústico para los espacios educativos del Ministerio de Educación no se puede aplicar a más del 70% de los establecimientos educacionales en Santiago.

**Palabras clave:** Acústica de espacios educativos; Infraestructura escolar; Ruido de fachada

## 1. Introducción

Es generalmente aceptado que ciertos atributos del diseño arquitectónico de los espacios educativos tales como la iluminación, el color, la ventilación, la temperatura y la acústica, entre otros, influyen en las actitudes, el comportamiento y el desempeño de los estudiantes (Lewinski, 2015) (Maxwell, 2016) (Tanner, 2009) (Uline y Tschannen-Moran, 2008). Pero las implicaciones de tener espacios educativos de calidad van más allá del confort en la sala de clases. De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD), las mejoras en el desempeño de los estudiantes producen mejoras directas en el Producto Interno Bruto (PIB) per cápita de una nación (OECD, 2010). La evidencia muestra que un incremento de media desviación estándar en el desempeño en matemáticas y en ciencias a nivel individual implica un incremento de 0.87% en la tasa anual de crecimiento del PIB per cápita. Esta relación entre espacios educativos de calidad, desempeño académico y crecimiento económico constituye un círculo virtuoso que justifica en el largo plazo la implementación de políticas públicas en esta materia.

<sup>1</sup> Autor de Correspondencia:

Chileacus – Consultores en Acústica Arquitectónica, Santiago, CHILE  
E-mail: aguilar@chileacus.cl

En el año 1997 el Ministerio de Educación suscribió el convenio UNESCO con el objetivo de optimizar la inversión pública en infraestructura escolar. Uno de los resultados de este acuerdo fue la elaboración de Guías de Diseño de Espacios Educativos para los proyectos educacionales en el país (MINEDUC, 1999). Estos documentos fueron desarrollados en conjunto con la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas y tuvieron como propósito establecer los requisitos generales de diseño y recomendar programas arquitectónicos para los establecimientos educacionales, según las zonas climáticas del país y el nivel escolar de los establecimientos.

Un atributo arquitectónico de los espacios educativos que por aquel entonces no fue considerado en las guías de diseño fue la acústica. Una acústica apropiada es fundamental en las escuelas ya que la comunicación oral aún constituye el principal medio que utilizamos para enseñar y aprender en las salas de clases. De hecho, las condiciones acústicas desfavorables en los espacios educativos, tales como el excesivo ruido ambiental y la reverberación, interfieren la comunicación hablada y poseen efectos adversos en el aprendizaje, en el desempeño académico y el desarrollo cognitivo de los estudiantes (Klatte et al., 2013).

Es que los niños no escuchan tal como lo hacen los adultos. Un número de funcionalidades del procesamiento auditivo se terminan de desarrollar durante la niñez o la



reverberación RT, la inteligibilidad de la palabra STI, la relación palabra-ruido SNR, la distancia profesor-alumno, el aislamiento de fachada  $D_{2m,RT,w}$ , el aislamiento al ruido aéreo de los muros  $R_w$  y el aislamiento al ruido de impacto de los pisos  $L'_{nT,w}$ .

**Nivel de Ruido  $L_{eqAS}$ .** El ruido presente en el aula está compuesto por diversas fuentes que existen fuera de la escuela, dentro de la escuela y dentro de la misma aula (Flagg-Williams et al., 2011). El ruido ambiental en los exteriores de la escuela, o ruido urbano, es producido por el tráfico vehicular, por vendedores callejeros, por aeropuertos o vías de trenes en las cercanías de la escuela, y por la lluvia. El ruido en el exterior de la escuela se suele expresar en términos del nivel de ruido ambiental que existe en la fachada más expuesta o Nivel Equivalente Diurno NED. El ruido al interior del establecimiento, pero afuera de la sala de clases es generado por las actividades desarrolladas en el patio, en los pasillos y en las aulas adyacentes. El ruido generado dentro de la misma sala de clases considera el ruido de servicios (ventilación mecánica, iluminación), y el ruido de equipamiento (proyectors, computadores). El ruido al interior del aula se caracteriza como nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A medido sobre un determinado período de tiempo, o  $L_{eqAS}$ , y se expresa en dB(A). Las diferentes normas establecen disímiles condiciones de medición del nivel de ruido, pero coinciden en la medición de la sala sin estudiantes y con mobiliario. Dependiendo del estándar, el nivel de ruido de fondo máximo para las aulas varía entre 30 dB(A) y 40 dB(A), siendo el criterio más recurrente el de  $L_{eqAS} \leq 35$  dB(A).

**Tiempo de Reverberación RT.** La reverberación corresponde a la secuencia de múltiples y sucesivas reflexiones de las ondas sonoras en las paredes y superficies interiores de la sala. Auditivamente la reverberación es percibida como una prolongación decadente del sonido de la voz después que esta ha cesado de emitir sonido<sup>2</sup>. El tiempo de reverberación RT es una medida estandarizada de la duración de la reverberación de un recinto y se expresa en segundos. Algunos estándares como el BB93 utilizan el descriptor  $RT_{mid}$  que corresponde al promedio aritmético del tiempo de reverberación en las bandas de frecuencia de 500 Hz, 1 kHz y 2 kHz. Los estándares de diseño acústico para espacios educativos revisados especifican el tiempo de reverberación máximo en función del volumen interior de la sala y/o en función del nivel escolar. El tiempo de reverberación máximo dentro del aula se encuentra entre 0.4 segundos y 1.2 segundos, siendo el criterio de  $RT \leq 0.6$  segundos el más frecuentemente utilizado.

**Inteligibilidad de la Palabra.** Este atributo representa una medida de la proporción de palabras correctamente entendidas en un discurso. Dentro de la sala de clases, la

<sup>2</sup> La reverberación del aula de clases afecta la percepción de la palabra hablada a través de dos mecanismos diferentes. Por una parte, la reverberación enmascara energéticamente el sonido de la voz del profesor reduciendo su inteligibilidad. Por otra parte, la reverberación puede amplificar la intensidad de los sonidos dentro del aula en varios decibeles debido a la superposición de las ondas reflejadas que la componen. Por supuesto esta amplificación incluye también al ruido ambiental presente en el aula, el que entonces enmascara aún más la voz del profesor. Por esta razón se dice que la reverberación y el ruido en el aula interactúan sinérgicamente en contra de la inteligibilidad del habla.

inteligibilidad de la palabra dependerá del ruido ambiental, de la reverberación, de la distancia profesor-alumno y de las características de la voz del profesor. Existen diversos descriptores de la inteligibilidad de la palabra, pero es el Speech Transmission Index (STI) el más utilizado en acústica de espacios educativos. Según el criterio de inteligibilidad de la palabra hablada, el STI mínimo varía entre  $\geq 0.6$  y  $\geq 0.75$  en las normas internacionales analizadas. El STI también se utiliza para caracterizar salas tipo planta abierta en las cuales no es posible medir directamente el tiempo de reverberación.

**Relación Palabra-Ruido SNR.** Conocida en su acepción más general como relación señal-ruido, corresponde a la diferencia, en decibeles, entre el nivel sonoro de la voz del profesor y el nivel sonoro del ruido existente en la sala de clases<sup>3</sup>. A mayor relación palabra-ruido mayor inteligibilidad. La relación palabra-ruido es inversamente proporcional a la distancia profesor-alumno. Las normas internacionales recomiendan una relación palabra-ruido mínima de +15 dB SNR dentro de las aulas.

**Aislamiento de Ruido.** Los aislamientos sonoros de los elementos constructivos verticales y horizontales que delimitan la sala de clases también son utilizados como descriptores del desempeño acústico del aula. En esta categoría encontramos el aislamiento de la fachada  $D_{2m,RT,w}$ , el aislamiento al ruido aéreo de los muros  $R_w$  y el aislamiento al ruido de impacto de los pisos  $L'_{nT,w}$ . El criterio de aislamiento sonoro de la fachada se especifica usualmente como función del NED. Los criterios de aislamiento al ruido aéreo de los muros y el aislamiento al ruido de impacto de los pisos se especifican dependiendo del recinto adyacente, i.e. dependiendo de si el muro o piso en cuestión separa el aula con otra aula de clases, con un pasillo, con una oficina, etc. Entre las normas estudiadas el criterio de aislamiento mínimo de la fachada varía entre 28 dB y 48 dB. El criterio de aislamiento mínimo al ruido aéreo del muro que separa dos aulas contiguas puede variar entre 43 dB y 55 dB, siendo el valor de 50 dB el más utilizado. Finalmente, el criterio de aislamiento mínimo al ruido de impacto<sup>4</sup> entre aulas yace en el rango de 48 dB a 65 dB.

<sup>3</sup> La voz normal del profesor, medida a dos metros de distancia desde la boca, alcanza unos 60-65 dB durante una conversación normal, pero se eleva hasta más de 70 dB al alzar la voz y puede llegar hasta los 80 dB al gritar. En ambientes ruidosos una persona tiende involuntariamente a alzar la voz para hacerse escuchar, esta acción refleja es conocida como efecto Lombard. Elevar la voz por sobre el ruido ambiental, si bien aumenta la relación palabra-ruido SNR, puede producir un impacto negativo en la inteligibilidad del habla. Esto se debe a que levantar la voz implica aumentar el nivel sonoro de las vocales, mientras que los sonidos que articulan el habla, tales como las consonantes, podrían permanecer ininteligibles (Flagg-Williams et al. 2011). Asimismo, estudios han demostrado que cuando el nivel de la voz excede los 69 dB(A) los auditores no la perciben bien y requieren mayor SNR para mantener los niveles de inteligibilidad del habla. De esta forma parece más aconsejable reducir el ruido ambiental en el aula que aumentar, ya sea naturalmente o por medio de amplificación electrónica, el nivel de la voz del profesor (Nelson y Soli, 2000).

<sup>4</sup> El valor de  $L'_{nT,w}$  representa el nivel de ruido máximo que puede ser producido en la sala receptora (aula) por una máquina de impactos normalizados ubicada sobre la losa de la sala emisora (recinto adyacente).