

PRIMERAS JORNADAS REGIONALES DE ACÚSTICA AdAA 2009

19 y 20 de noviembre de 2009, Rosario, Argentina



AdAA2009-A037R

Caracterización de la flota de transporte pesado de la República Oriental del Uruguay desde el punto de vista de sus emisiones acústicas

Alice Elizabeth González^(a)

(a) Departamento de Ingeniería Ambiental, IMFIA, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República. Julio Herrera y Reissig 565, CP 11.300, Montevideo, Uruguay. E-mail: aliceelizabethgonzalez@gmail.com.

Abstract

This paper is based on the activities of the Standardization Group in Acoustics (GESTA Acústico) in 2006 – 2007. In this period, GESTA Acústico has worked in order to regulate the Acoustics Contamination Act #17852 published in December 2004. GESTA Acústico has decided to generate a base line of transport sound emission in Uruguay, in order to make a proposal of emission standards for vehicles. At the beginning of the work no feasible data was available. The Ministry of Transport and Public Works joined the GESTA Acústico. It has made the efforts to develop a data base of sound levels from emissions of heavy vehicles measured during the heavy vehicle inspections required by SUCTA Company. The aim of this paper is to present the processing of these data, taking account: vehicle age, place of registration (Montevideo or inland) and type of vehicle (trucks or buses). Results are compared with different municipal standards and with MERCOSUR standards.

Resumen

Este trabajo se basa en las actividades desarrolladas por el Grupo de Estandarización en Acústica (GESTA Acústico) entre los años 2006 y 2007, con el objetivo de avanzar hacia la reglamentación de la Ley de Contaminación Acústica N° 17852. Esta ley marco fue aprobada el 10 de diciembre de 2004. El grupo GESTA Acústico se planteó, entre sus actividades iniciales tendientes a reglamentar dicha ley en materia de emisiones de fuentes móviles, generar una línea de base de emisiones sonoras del transporte terrestre en el país, para luego tomar decisiones en relación a estándares para fuentes móviles. Al iniciar el trabajo no se contaba con antecedentes en el país en materia de información cuantitativa. El Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), integrante del GESTA Acústico, realizó las gestiones para generar una base de datos de mediciones de ruido de escape y opacidad de emisiones de vehículos estacionados, datos tomados a la hora de la revisión obligatoria de los vehículos de transporte interdepartamental de cargas y pasajeros, que realiza la empresa SUCTA por concesión del MTO. El objetivo de este trabajo es presentar un procesamiento de los datos generados, considerando la edad de los vehículos y su lugar de empadronamiento, y tratando por separado los vehículos de carga y de pasajeros. Los resultados se comparan con las normativas departamentales vigentes en Uruguay y con la normativa MERCOSUR.

1 Introducción

Este trabajo se basa en las actividades desarrolladas por el Grupo de Estandarización en Acústica GESTA Acústico entre los años 2006 y 2007 con el objetivo de avanzar hacia la reglamentación de la Ley de Prevención de la Contaminación Acústica N° 17.852.

La Ley de Prevención de la Contaminación Acústica de Uruguay fue aprobada el 10 de diciembre de 2004, y constituye una Ley marco. Se encomendó al grupo GESTA Acústico, que funciona en el marco de la COTAMA (Comisión Técnica Asesora en Medio Ambiente, comisión interinstitucional e interdisciplinaria que asesora al Ministro de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente), formular una propuesta de reglamentación de esta Ley.

El grupo propuso iniciar su tarea en lo vinculado a emisiones de fuentes móviles. La ausencia de información nacional llevó a generar una línea de base de la situación de emisiones del transporte en el país, para luego tomar decisiones realistas en relación a los estándares a proponer.

2 Objetivo

El objetivo de este trabajo es presentar un procesamiento de datos de niveles de emisión sonora de vehículos pesados en Uruguay, considerando la edad de los vehículos y su lugar de empadronamiento (Montevideo o interior del país), en busca de hallazgos válidos para caracterizar las flotas de camiones y de ómnibus.

3 Metodología

3.1 Obtención de la información de base

A la hora de plantearse la reglamentación de la Ley de Prevención de la Contaminación Acústica, no se contaba con antecedentes históricos en el país en materia de información cuantitativa de emisiones acústicas de fuentes móviles.

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas, integrante del GESTA Acústico, realizó las gestiones para generar una base de datos de mediciones de niveles de ruido de escape y opacidad de emisiones de vehículos estacionados, a través de la empresa SUCTA que tiene a su cargo el control vehicular de las unidades de transporte carretero de todo el país.

Los vehículos de transporte de cargas y de pasajeros son evaluados anualmente por la empresa SUCTA (concesionaria del MTOP) desde diversos puntos de vista. Entre ellos, se realiza un control de opacidad de emisiones de escape por el método Bacharach (el resultado se expresa en una escala de 0 a 9, siendo 0 ausencia de negro y 9, totalmente negro) y un control de emisiones sonoras en el escape. Vale aclarar que SUCTA tiene un procedimiento muy similar a la norma ISO 5130: 2007 para ensayo estático de niveles sonoros de emisión de vehículos, pero difiere en ciertas condiciones en que se realiza el ensayo, particularmente en la ubicación del punto de muestreo. El nivel sonoro que se considera representativo es “el que tiene mayor permanencia durante la medición”, lo cual no es un criterio para nada riguroso ni se corresponde específicamente con ningún parámetro; de todos modos, se pudo verificar in situ que la estabilidad de los niveles durante la medición hace que se pueda suponer que los niveles registrados son representativos de la emisión que se desea caracterizar. En las figuras 1 a y b se presentan fotografías de la toma de datos a pie de vehículo.

Si bien los datos se tomaban rutinariamente a la hora de la revisión obligatoria de los vehículos de transporte interdepartamental de cargas y pasajeros, el registro que se dejaba sólo indicaba si el vehículo cumplía el estándar interno, quedaba en categoría de observado o

de habilitación condicional; no se anotaban los niveles sonoros medidos ni el resultado de la opacidad de las emisiones de escape.

A partir del mes de agosto de 2007, a iniciativa del grupo y a pedido del MTOP, se comenzó a tener registro de los valores medidos. Ésos son los datos que integran la base cuyo procesamiento se realiza, integrada por 809 datos de vehículos de transporte de pasajeros -266 empadronados en Montevideo y 543 en el interior del país- y 3.663 de vehículos de transporte de cargas -803 empadronados en Montevideo y 2860 empadronados en el interior del país-. Se analizan los valores recabados entre agosto y noviembre de 2007.



Figura 1 a y b. Toma de niveles sonoros por operarios de SUCTA.

3.2 Procesamiento de datos

Se trabajó con dos grupos de datos: los correspondientes a vehículos de transporte de cargas y los de transporte de pasajeros. A su vez, en cada grupo el procesamiento se realizó atendiendo a que los vehículos estuvieran empadronados en Montevideo o en el interior del país, y a su edad.

Primeramente se construyeron las curvas de excedencia de niveles sonoros emitidos de acuerdo a su edad según se tratara de vehículos de Montevideo, del interior o de todo el país en su conjunto. Así se vio qué porcentaje de vehículos actualmente estaría aprobado según normativa SUCTA y qué porcentaje satisfaría la mayor parte de las normativas departamentales en materia de niveles de emisión admisibles.

Luego se compararon estadísticamente estas curvas, siempre atendiendo al lugar de empadronamiento y a la edad de los vehículos, para buscar regularidades en el comportamiento de los valores relevados. Como las muestras eran mayoritariamente no normales, la comparación se realizó aplicando la prueba de Friedman, que permite comparar un conjunto de muestras no normales considerando el orden de sus elementos.

Por otra parte, se buscó relacionar los datos de emisiones sonoras con los de opacidad de emisiones gaseosas. Para ello, para cada valor de opacidad registrado (de 0 a 9 en la escala Bacharach) se compararon las muestras de niveles sonoros correspondientes; ante la no normalidad de la mayor parte de la serie de datos, esto se realizó a través de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

Por último, se buscó establecer regularidades que pudieran ser de utilidad a la hora de plantear las bases para una normativa nacional en materia de emisiones del transporte, de la que hoy carece nuestro país.

3.3 Valores de referencia empleados para comparación

3.3.1 Valores internos de la empresa que realiza el control

SUCTA compara los niveles de presión sonora medidos en el escape del vehículo contra una pauta interna que consta de tres posibilidades: si el nivel medido es menor o igual a 92 dBA, el vehículo obtiene la categoría “aprobado”; si se encuentra entre 92 y 97 dBA será “observado” y si es mayor a 97 dBA, será “condicional”. Hasta julio de 2007 se realizaban las mediciones y calificaban los vehículos dentro de una de estas tres categorías, pero no se dejaba registro de los valores medidos.

3.3.2 Normativa municipal vigente

En Uruguay, la competencia acerca del control de la contaminación sonora es de órbita municipal, de acuerdo con la Ley Orgánica Municipal. En consecuencia, cada una de las Intendencias Municipales (que son 19 en total) tiene valores propios para el nivel de emisión admisible para diferentes tipos de vehículos; una acotación no menor es que casi ninguna normativa indica a qué parámetro acústico corresponden estos valores, aunque es usual que se considere que se tomen como referidos al nivel máximo $L_{A,Máx}$. Si se considera que en todos los casos los niveles están expresados en dBA (lo que ocurre explícitamente sólo en las ordenanzas de Rivera, y Tacuarembó), si bien en la mayor parte de los casos el nivel admisible es de 89 dBA, los valores se mueven en un intervalo que cubre desde 78 dBA a 95 dBA. En la Tabla 1 se presentan los niveles sonoros de emisión admisibles para vehículos pesados, de acuerdo con las ordenanzas vigentes de cada uno de los Departamentos. Cuando no hay un valor indicado es porque la ordenanza correspondiente carece de él.

Tabla 1. Niveles vigentes de emisión sonora para fuentes móviles.

Departamento	Niveles de emisión sonora admisibles para vehículos pesados (> 3,5 ton)
Artigas	92 dB
Canelones	--
Cerro Largo	92 dB
Colonia	89 dB
Durazno	89 dB
Flores	89 dB
Florida	89 dB
Lavalleja	--
Maldonado	--
Montevideo	92 dB
Paysandú	--
Río Negro	89 dB
Rivera	89 dBA
Rocha	95 dB
Salto	--
San José	89 dB
Soriano	--
Tacuarembó	78 dBA
Treinta y Tres	92 dB

3.3.3 Normativa MERCOSUR

En 1996, MERCOSUR formuló el Reglamento Técnico de límites máximos de emisión de gases contaminantes y ruidos para vehículos automotores (MERCOSUR/GMC/RES N° 128/96), cuya entrada en vigor se fijó para el inicio del año 2000.

Este reglamento se refiere a límites de emisión de ruido dinámico según categorías de vehículos fijadas en función de su peso y potencia. El ensayo que se emplea en SUCTA es un ensayo de tipo estático, pero de todos modos, y a modo de mero ejercicio orientativo, se emplearon también como valores de comparación los de la Normativa MERCOSUR en las categorías de interés. Las que se corresponden con los vehículos a que se refiere este trabajo son las indicadas en los literales c y d del artículo 6° de dicho Reglamento, que establecen los niveles que se transcriben en la Tabla 2:

Tabla 2. Niveles de emisión sonora admisibles según normativa MERCOSUR

Tipo de vehículo	Potencia máxima del motor	Nivel de emisión sonora admisible (dBA)
Transporte de pasajeros	< 150 kW (204 CV)	80
	≥ 150 kW (204 CV)	83
Transporte de cargas	< 75 kW (102 CV)	83
	≥ 75 kW (102 CV)	84

4 Resultados

Los resultados se presentan en dos subcapítulos, según se trate de los correspondientes a vehículos de transporte carga o de pasajeros.

4.1 Vehículos de transporte de cargas

4.1.1 Según edad de los vehículos

En lo que tiene que ver con la edad de los vehículos, los niveles de emisión sonora para vehículos de hasta 10 años tienen un comportamiento diferente al de los más viejos.

No se presentan diferencias significativas al 95 % de confianza entre vehículos de diferentes antigüedades a partir de los 10 años de edad.

En las figuras 2 y 3 se muestran las curvas de excedencia según edad de los vehículos y lugar de empadronamiento.

4.1.2 Según lugar de empadronamiento

En las figuras 4 y 5 se muestran las curvas de excedencia de niveles sonoros para vehículos de menos de 5 años y de entre 30 y 40 años, diferenciando según se trate de vehículos empadronados en Montevideo o en el interior del país.

En general no hay diferencia estadística al 95 % de confianza para las curvas correspondientes a uno y otro caso, salvo para vehículos de entre 30 y 40 años.

En lo que tiene que ver con la opacidad de gases de escape, las curvas de valores de opacidad según la edad de los vehículos son casi en su totalidad no normales tanto para el caso de Montevideo como para el interior del país, por lo que fue necesario recurrir nuevamente a pruebas de la estadística no paramétrica para establecer comparaciones válidas con un nivel de significación del 95 %. Las diferentes curvas según edad de los vehículos

resultaron comparables para vehículos empadronados en Montevideo, en el interior del país, o considerándolos a todos conjuntamente.

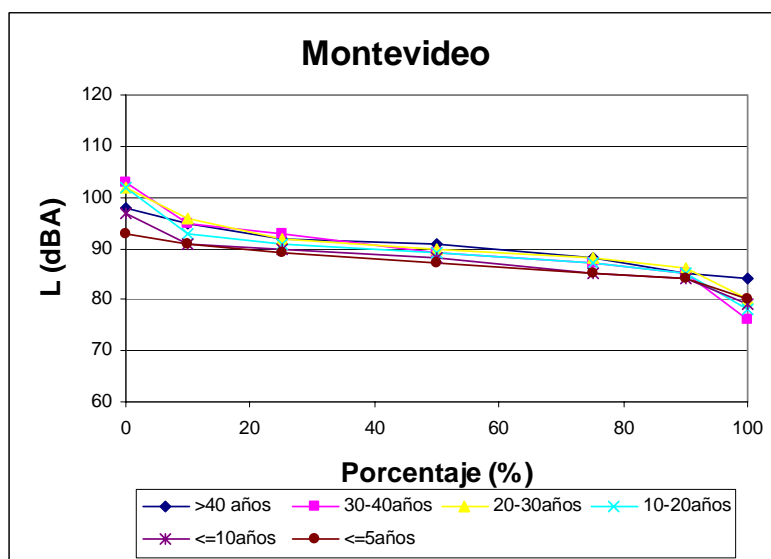


Figura 2. Curvas de excedencia de niveles sonoros de emisión para vehículos de transporte de cargas empadronados en Montevideo, según edad.

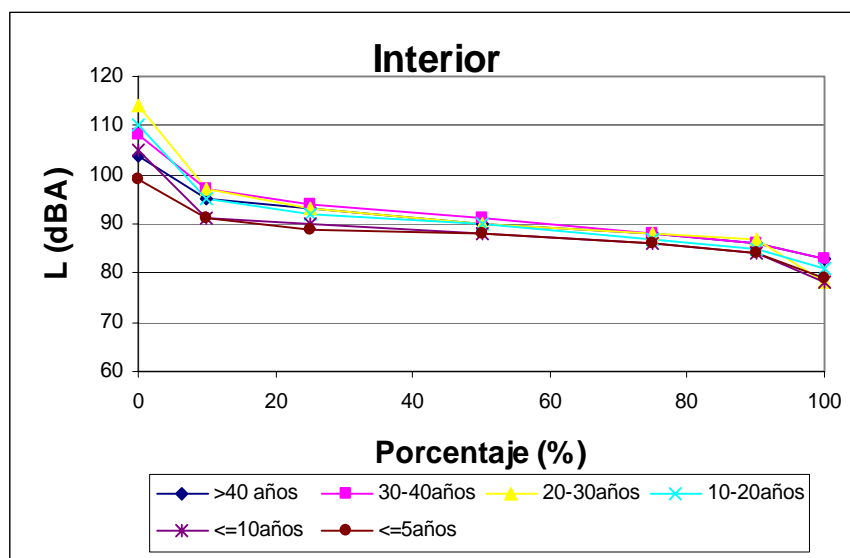


Figura 3. Curvas de excedencia de niveles sonoros de emisión para vehículos de transporte de cargas empadronados en el interior del país, según edad.

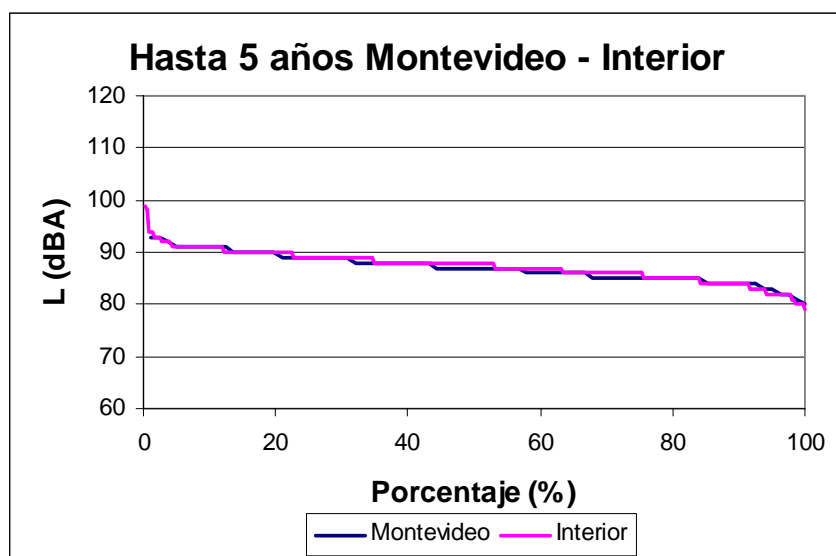


Figura 4. Curvas de excedencia de niveles sonoros de emisión para vehículos de transporte de cargas de hasta 5 años de antigüedad empadronados en Montevideo y en el interior del país.

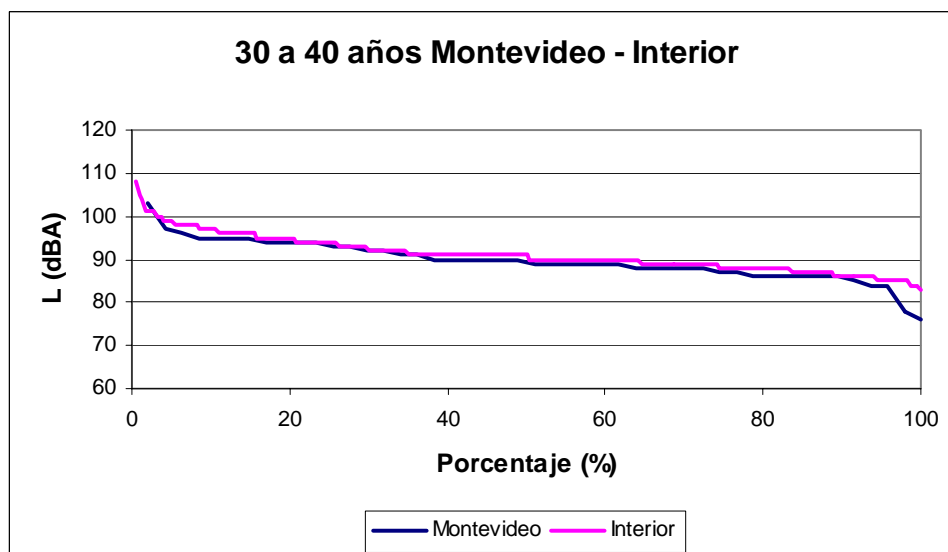


Figura 5. Curvas de excedencia de niveles sonoros de emisión para vehículos de transporte de cargas de entre 30 y 40 años de antigüedad empadronados en Montevideo y en el interior del país.

Al considerar las muestras de niveles sonoros que se obtienen al separar los resultados experimentales de acuerdo con su valor de opacidad, el resultado es nuevamente de no normalidad. Al comparar las diferentes muestras por la prueba de Kruskal-Wallis, se verifica

que todas ellas son comparables al 95 % de confianza, o sea que no hay diferencias entre los resultados de emisión de niveles sonoros que se obtienen para diferentes valores de opacidad de gases de escape.

En las figuras 4 y 5 se presentan, a modo de ejemplo, dos histogramas de frecuencia de niveles sonoros para dos valores diferentes de opacidad.

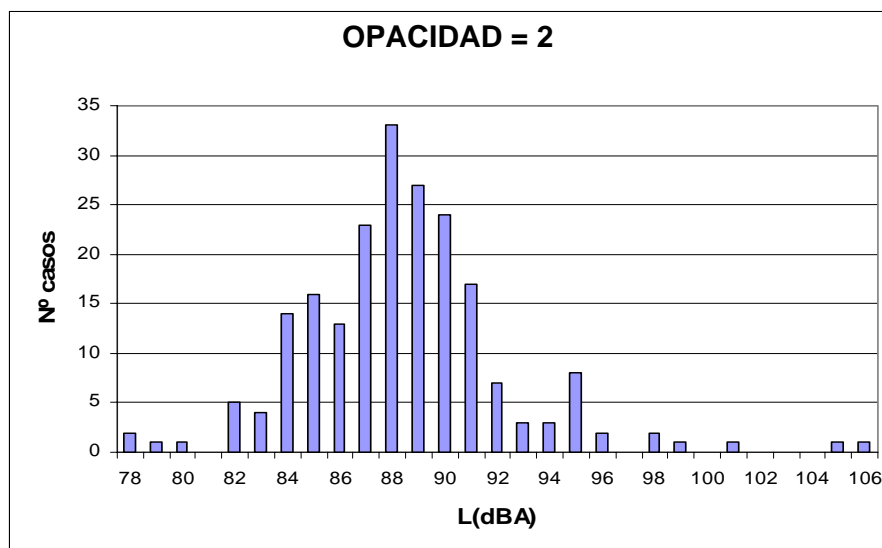


Figura 4. Histograma de frecuencia de niveles sonoros emitidos por vehículos de transporte de cargas según opacidad de las emisiones de gases de escape. Caso: opacidad = 2.

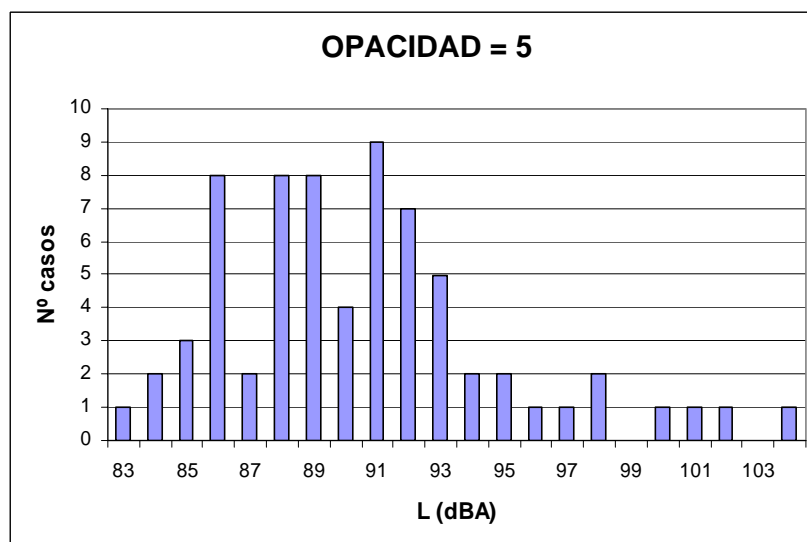


Figura 5. Histograma de frecuencia de niveles sonoros emitidos por vehículos de transporte de cargas según opacidad de las emisiones de gases de escape. Caso: opacidad = 5.

4.1.3 Cumplimiento de valores de referencia

Al comparar con los valores de niveles sonoros emitidos admisibles tomados como referencia en este trabajo, se obtienen los resultados que se detallan en lo que sigue:

- Según las normas de los diferentes departamentos, y considerando los valores que prescriben como valores de comparación válidos para los niveles medidos -más allá de que en ninguno de los dos casos se exprese a ciencia cierta a qué parámetro acústico corresponden-, en Montevideo aproximadamente el 75 % de los vehículos de transporte de cargas aprobaría un control realizado contra la norma departamental, que admite hasta 92 dBA al igual que la normativa SUCTA. En cambio, en el interior del país no se llegaría a un 50 % de cumplimiento, dado que el valor que prescriben la mayor parte de los municipios es más exigente: 89 dBA.
- Si se estableciera en todo el interior un nivel de emisión admisible de 92 dBA al igual que en Montevideo y SUCTA, también un 75 % de los vehículos empadronados en el interior aprobarían el control.
- Estrictamente no tendría sentido comparar los niveles medidos con los prescritos por la normativa MERCOSUR, dado que éstos se refieren a ensayos dinámicos y los realizados son estáticos. De todos modos, y sólo por obtener una mera orientación acerca de la realidad de la flota de transporte pesado en relación a esos valores, los porcentajes de vehículos de transporte de cargas que satisfarían los valores establecidos en el reglamento del MERCOSUR son algo inferiores al 50 % para vehículos de hasta 10 años de antigüedad, del orden del 10 % para vehículos de 11 a 20 años de antigüedad y muy inferiores al 10 % para vehículos más antiguos.

4.2 Vehículos de transporte de pasajeros

4.2.1 Según edad de los vehículos

En lo que tiene que ver con la edad de los vehículos, los niveles de emisión sonora tienen comportamientos diferentes de acuerdo con cada intervalo de antigüedades.

Los valores no son comparables para vehículos de diferentes edades ni para Montevideo, ni para el interior del país ni para todos los datos considerados como un único conjunto.

En las figuras 6 y 7 se muestran las curvas de excedencia según edad de los vehículos y lugar de empadronamiento.

4.2.2 Según lugar de empadronamiento

En las figuras 8 y 9 se muestran las curvas de excedencia de niveles sonoros para vehículos de menos de 5 años y de más de 20 años, diferenciando según se trate de vehículos empadronados en Montevideo o en el interior del país.

En general no hay diferencia estadística significativa al 95 % de confianza para las curvas correspondientes a uno y otro caso, salvo para vehículos de 0 a 10 años.

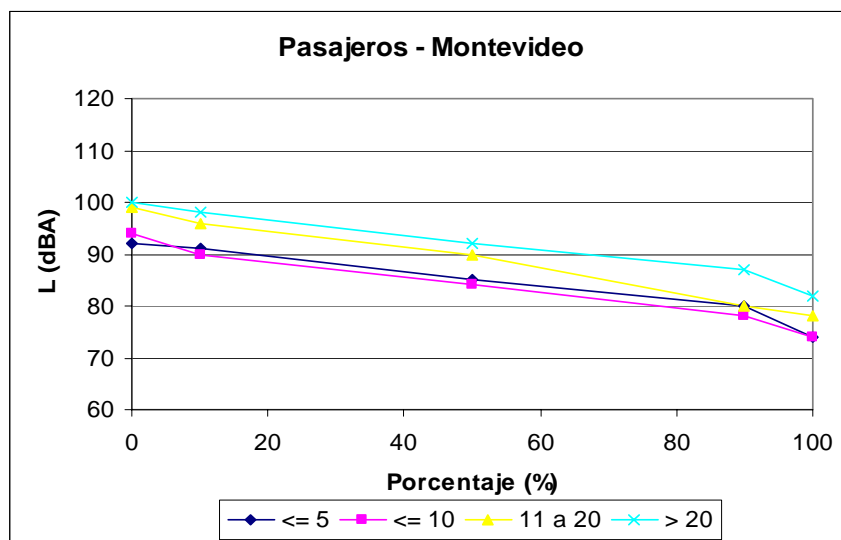


Figura 6. Curvas de excedencia de niveles sonoros de emisión para vehículos de transporte de pasajeros empadronados en Montevideo, según edad.

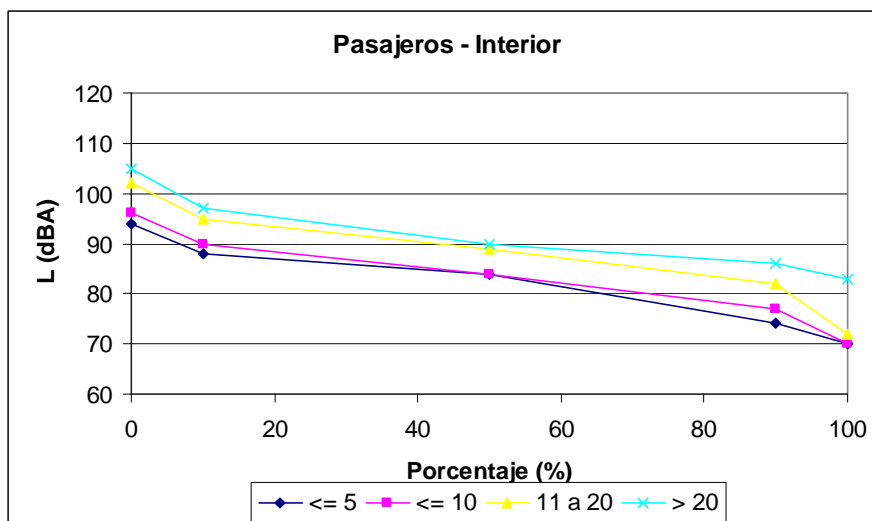


Figura 7. Curvas de excedencia de niveles sonoros de emisión para vehículos de transporte de pasajeros empadronados en el interior del país, según edad.

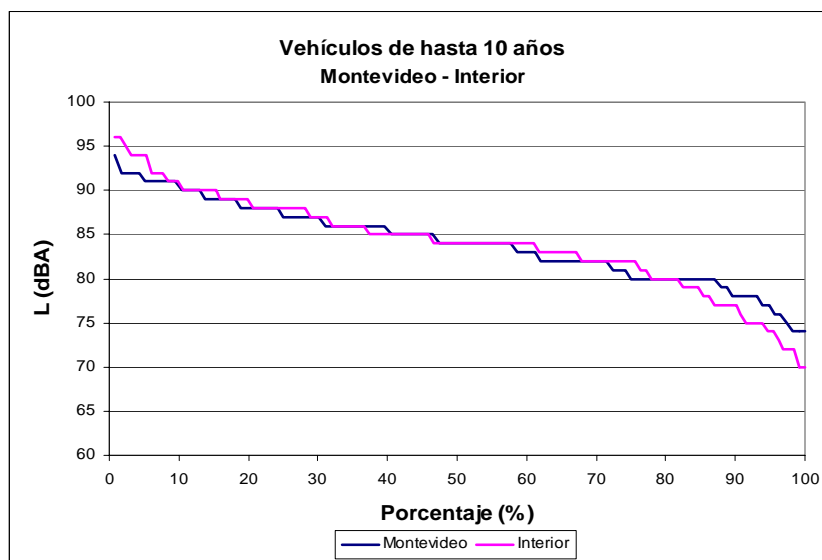


Figura 8. Curvas de excedencia de niveles sonoros de emisión para vehículos de transporte de pasajeros de hasta 10 años de antigüedad empadronados en Montevideo y en el interior del país.

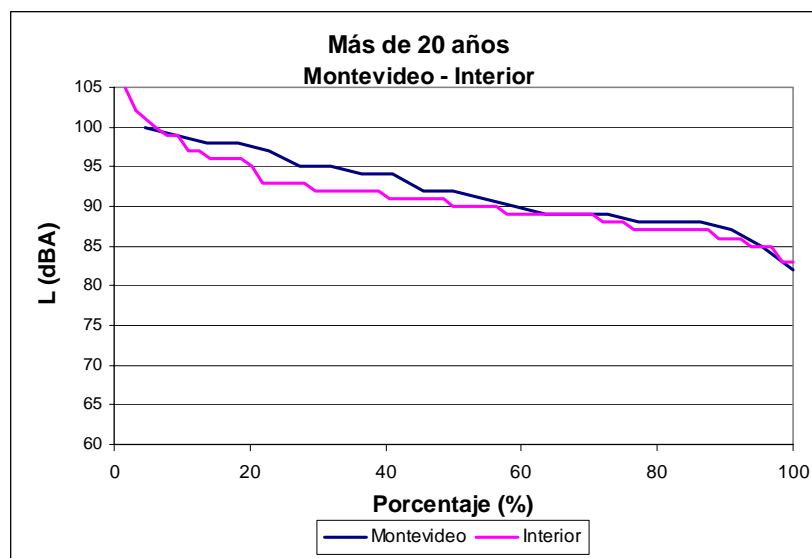


Figura 9. Curvas de excedencia de niveles sonoros de emisión para vehículos de transporte de pasajeros de más de 20 años de antigüedad empadronados en Montevideo y en el interior del país.

4.2.3 Cumplimiento de valores de referencia

Al comparar con los valores de niveles sonoros emitidos admisibles tomados como referencia en este trabajo, se obtienen los resultados que se detallan en lo que sigue:

- Según las normas vigentes en Montevideo (con las mismas salvedades expresadas en el caso de vehículos de transporte de cargas) más del 90 % de los vehículos de transporte de pasajeros de menos de 10 años de antigüedad aprobaría un control realizado contra la norma departamental, que admite hasta 92 dBA al igual que la normativa SUCTA. Este porcentaje bajaría hasta llegar a aproximadamente un 50 % para vehículos de más de 20 años de antigüedad.
- En el interior del país se llegaría a porcentajes similares en todos los casos, pero teniendo en cuenta que las normas de la mayor parte de los municipios son más exigentes y en vez de 92 dBA autorizan solamente 89 dBA, se puede inferir que el estado de la flota de vehículos de transporte de pasajeros empadronada en el interior del país tiene un estado mejor que la empadronada en Montevideo.
- Los porcentajes de vehículos de transporte de pasajeros que satisfacerían los requisitos del reglamento del MERCOSUR (con las mismas salvedades expresadas en el caso de vehículos de transporte de cargas) son algo inferiores al 50 % para vehículos de hasta 10 años de antigüedad, del orden del 10 % para vehículos de 11 a 20 años de antigüedad y prácticamente nulos para vehículos más antiguos.

5 Conclusiones

El presente estudio sirve de línea de base para establecer estándares para la Ley N° 17.852, en relación a fuentes móviles. Del procesamiento de los datos disponibles se obtiene un conjunto de conclusiones sobre las emisiones de vehículos pesados de carga y de transporte de pasajeros, que a continuación se señalan.

- A grandes rasgos, se puede afirmar que los niveles sonoros emitidos por vehículos pesados difieren según sea su antigüedad, tanto para el caso de vehículos de transporte de carga como de transporte de pasajeros.
- Los vehículos de transporte de carga tiene un estado algo mejor que los empadronados en el interior del país, en tanto para los vehículos de transporte de pasajeros esto sucede en forma inversa.
- Los niveles de emisión sonora de vehículos de carga son más elevados que los correspondientes a vehículos de transporte de pasajeros.
- El 75 % de los vehículos pesados aprobaría un control de niveles de emisión sonora si el nivel admisible fuera de 92 dBA como es actualmente en la normativa en Montevideo y como es la propuesta de las Intendencias en su conjunto para un primer valor admisible a nivel nacional.
- Si el control de niveles de emisión sonora se realizara contra un nivel admisible de 89 dBA como es actualmente en la mayor parte de las Intendencias del interior del país y como es la propuesta de las Intendencias en su conjunto para un primer ajuste del valor admisible a nivel nacional a 5 años de sancionada una reglamentación nacional en la materia.
- Solamente un 50 % de los vehículos pesados aprobaría un control de niveles de emisión sonora si la normativa de comparación considerara los niveles que prescribe el Reglamento del MERCOSUR.

- No se encontró una relación evidente entre niveles sonoros emitidos y opacidad de gases de escape medida por el método Bacharach.

Referencias

- GESTA Acústico. Actas de funcionamiento del período 2006 - 2007. Montevideo, Uruguay.
- Batista, Raúl (2007). "Avances hacia una normativa nacional de emisiones de fuentes móviles". Encuentro de Reflexión sobre la contaminación acústica en la ciudad, organizado por el Departamento de Desarrollo Ambiental de la Intendencia Municipal de Montevideo, Montevideo, Uruguay, diciembre 2007.
- González, Alice Elizabeth (2008). "Normativa sobre contaminación acústica en Uruguay". VI Congreso Iberoamericano de Acústica FIA 2008, Buenos Aires, Argentina, noviembre 2008.
- González, Alice Elizabeth; Indarte, Enrique; Lisboa, Marcos (2008). "Acústica Urbana. Memorias de las Jornadas de Convergencia en Contaminación Acústica". 122 pp, Montevideo, Uruguay, 2008.
- Martínez Luaces, Víctor. "Estadística aplicada a la Ingeniería Ambiental" (1999). Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República, 53 pp, Montevideo, Uruguay.
- Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, Dirección General de Secretaría, Centro de Documentación, Información y Difusión (1998). "Recopilación normativa sobre contaminación acústica, 2ª edición actualizada". Montevideo, Uruguay.
- Sachs, Lothar. "Estadística Aplicada" (1978). Editorial Labor, 567 pp, Barcelona, España.