



VI Congreso Iberoamericano de Acústica - FIA 2008
Buenos Aires, 5, 6 y 7 de noviembre de 2008

FIA2008-A056

ANÁLISIS DEL APORTE AL RUIDO AMBIENTAL EMITIDO POR LOS VEHÍCULOS PARTICULARES EN BOGOTÁ

Leidy Natalia López Redondo^(a)

Asesores: Mst. Olga Lucía Mora , Arq. Johann Núñez C.

Revisión de estilo: C.S.P. Patricia Carreño Moreno

(a) Ingeniería de Sonido, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Buenaventura. Trans 8H # 72-20, Bogotá D.C, Colombia. E-mail: natalialopez.ing@gmail.com

Abstract

This project was undertaken an analysis based on a comparison of noise levels ($Leq(A)$), obtained from measurements of ambient noise made during the period from February 1 until March 3, 2008, where the day Basic for this comparison was the day without a car (1 February), the same day that does not circulate any particular vehicle. The main objective of this study is to determine the contribution of these vehicles to environmental noise, to achieve this was to classify the types of vehicles that had been circulated in the area where the measurement was made, and then make a comparative analysis of the results for each One of them, both during the time of the day without a car in the days as normal. Thus it was determined the behavior of each group of vehicles as contributors to environmental noise, and that this amount of time helping the Day without a car for mitigating this.

Resumen

En este proyecto se realizó un análisis basado en la comparación de niveles de ruido ($Leq(A)$), obtenidos a partir de mediciones de ruido ambiental. Este análisis se llevó a cabo durante el periodo comprendido entre el 1 de Febrero y el 3 de marzo del 2008, y se tomó como parámetro para esta comparación el día sin carro (1 de febrero), día en que no circula ningún vehículo particular. El objetivo principal de este trabajo es determinar el aporte de estos vehículos al ruido ambiental, para lograrlo se realizó una clasificación de los tipos de vehículos que circularon por el sector donde se efectuó la medición, para luego hacer el análisis comparativo de los resultados por cada uno de ellos, durante la jornada del día sin carro y en días normales. De esta manera se determinó el comportamiento de cada grupo de vehículos como aportantes al ruido ambiental, y en qué cantidad está contribuyendo la jornada del día sin carro para la mitigación de este.

1 Introducción

Uno de los temas que se ha convertido de interés general, es el que tiene que ver con la contaminación ambiental ya que esta incide en la salud humana. Desde algún tiempo se aplican algunas medidas para diagnosticarla y controlarla. La contaminación ambiental se compone de varios tipos entre los cuales está la contaminación auditiva, donde el ruido que se genera normalmente en las grandes ciudades es su principal componente. Para su atenuación existen normas, legislaciones, resoluciones como la 0627 del 7 de Abril de 2006, la más reciente y que busca determinar qué tanto ruido se está generando en los pueblos y ciudades de Colombia, mediante la realización de mapas de ruido.

El día sin carro es una jornada que se realiza para disminuir la contaminación ambiental, en la cual no se permite la circulación de vehículos particulares. Los datos obtenidos indican que la polución del aire se reduce considerablemente. En esta investigación se optó por determinar si ocurría igual con el ruido del tráfico automotor, teniendo como hipótesis que el vehículo particular no es el mayor aportante al ruido vehicular de Bogotá.

Con base en lo anterior se realizó una comparación de los niveles de $L_{eq}(A)$ obtenidos a partir de mediciones hechas en el día sin carro y en días normales para su posterior análisis.

2 Metodología

Para la ejecución de este proyecto se aplicó una metodología basada en normas como la ISO 1996, NTC 3428, NTC 3520, NTC 3521, NTC 3522, la Resolución 0627 del 7 de Abril de 2006, la directiva 49 del Parlamento Europeo, y a partir de estudios similares realizados en otros países como el Protocolo de Medición Para Trazado de Mapas de Ruido Normalizado¹. Ruido Urbano: tránsito, industria y esparcimiento.² Noise map of the Madrid region³, y algunos realizados en la ciudad de Bogotá como Metodología de Medición de Ruido para Bogotá D. C.⁴ Medición y Evaluación de Ruido de la Zona Residencial Aledaña a la Carrera 68 entre calles 68 y 80.⁵ Con base en las metodologías de estos trabajos se planteó una metodología para esta investigación, determinando los tiempos de medición (15 minutos ya que estos varían muy poco en relación a una hora completa de medición como lo sugiere la norma), y los horarios para realizar las mediciones comparativas. Por otra parte, se realizó un desplazamiento dentro del intervalo de medición con el fin de caracterizar y hacer más representativa la muestra al momento de un análisis estadístico.

Con estos intervalos de tiempo, el desvío estándar puede llegar a ser, en algunos casos, mayor. “La medición de L_{eq} se estabiliza luego de un tiempo alrededor del valor final que se obtendrá midiendo en forma continua. Una medición más extensa no aportaría nueva información, siendo innecesario prolongar el período de muestreo”⁶.

Como primera medida se seleccionó el tipo de sonómetro y micrófono a usar para las mediciones, según las características y usos que indican las normas ICONTEC NTC 3428. Se eligió un sonómetro marca Svantek 943A Tipo I con un micrófono de medición Tipo II. La

¹ VIRO, E. Gabriel, BONELLO Oscar J., GAVINOWICH Daniel, RUFFA Francisco. 2002. Protocolo de Medición Para Trazado de Mapas de Ruido Normalizado. LACEAC. Universidad de Buenos Aires.

² MIYARA, Federico. Ruido Urbano: tránsito, industria y esparcimiento. DINAMA – Facultad de Ingeniería. Uruguay.

³ RECUERO, Manuel. Mínguez Antonio, Gil Constantino, Cutanda Vicente. 1998. Noise map of the Madrid region.

⁴ RAMIREZ, Carlos Andrés. Rincón, Raúl Enrique. 2005. Metodología de Medición de Ruido para Bogotá D. C. Universidad de San Buenaventura, Bogotá.

⁵ PIÑEROS, Camilo Andrés. CASTRO, Michael Erick. 2005. Medición y Evaluación de Ruido de la Zona Residencial Aledaña a la Carrera 68 entre calles 68 y 80. Universidad de San Buenaventura, Bogotá.

⁶ Protocolo de Mediciones para Trazado de Mapas de Ruido Normalizados. Febrero de 2002

calibración de este equipo se hizo de manera eléctrica y consiste en ajustar el sonómetro a la sensibilidad del micrófono, debido a que no se poseía el instrumento necesario para hacerla de manera acústica que es lo recomendado, sin embargo ambos tipos de calibración son igualmente válidos.

Se determinó el sector y/o tramos donde se realizarían las mediciones, para seleccionar los puntos a medir y los horarios en que se tomarían las muestras, lo cual será explicado con detalle más adelante. Luego de lo anterior se iniciaron las mediciones comparativas, puesto que se pretendía determinar los niveles de ruido de un día normal y el día sin carro, para ser comparados entre sí, al igual que los diferentes días de la semana.

El sonómetro se ubicó en la mitad de los carriles de alta velocidad (entre los sentidos norte y sur) a una altura 1,5 metros, ya que esta es la más sencilla y económica entre las tres recomendadas para la medición de ruido de tránsito según el informe de ruido urbano de Federico Miyara⁷, realizado en Uruguay; como también lo expone el protocolo de mediciones mencionado anteriormente. Este explica que “la práctica habitual con instrumental portátil es medir a una altura entre 1,2 y 1,5 metros sobre el nivel del suelo, que es la altura típicamente obtenida con un trípode. En las estaciones permanentes es más común, en cambio, ubicar el micrófono a una altura más elevada, cerca de 4 metros, lo que presenta ventajas objetivas desde el punto de vista de la seguridad. Comparativamente, aparecen ventajas en ambos casos. Mientras una altura entre 1,5 y 1,8 metros representa mejor la percepción acústica de los peatones, una elevación de 4 metros reflejaría mejor el impacto del ruido a la altura de la mayoría de las viviendas en edificios de departamentos”.⁸ La norma colombiana del ICONTEC NTC 3522 recomienda que la altura de medición sea de 1,2 a 1,5 metros por encima del nivel del piso para mediciones al aire libre.

El micrófono se dispuso entre 0 y 90 grados, debido a que no se afecta la medición de los niveles de las bajas frecuencias, en las cuales considerablemente se establece el problema de ruido ambiental generado por tráfico rodado. A partir de las muestras tomadas se realizó un análisis estadístico descriptivo, comparando las mediciones del día sin carro con las de un jueves cualquiera, con los mismos factores del jueves en el que se realizó la jornada, como la cantidad de muestras, clima y horarios, los cuales no tienen que ser exactos puesto que se realiza un desplazamiento horario en el tiempo, no muy grande; teniéndose una mejor representación de los datos como lo expone el protocolo. Se logra así analizar la incidencia de los vehículos particulares en el ruido ambiental, para determinar en qué medida se reducen los niveles de presión sonora en el día sin carro frente a un día normal, determinando su contribución en la mitigación de la contaminación auditiva durante la jornada.

El sector se determinó a partir de una preselección de lugares en Bogotá, identificando cuál de ellos contenía los factores requeridos por la medición, teniendo en cuenta la densidad del flujo vehicular, tipos de vehículos en circulación, tipo de piso de la autopista (asfalto, cemento, etc.), fachada adyacente a la autopista y distancia entre carriles.

El sector que se escogió está ubicado en la localidad de Puente Aranda, sobre la Avenida 68 entre la Calle 13 y avenida de las Américas. Es un sector que cumple con los requisitos que exige el proyecto, debido a que circula todo tipo de vehículos, desde motos hasta grandes camiones gracias a la cercanía con la zona industrial de la ciudad. A cualquier hora del día se aprecia un flujo vehicular considerable. El piso de las vías es asfalto poroso y absorbente. La fachada adyacente a la avenida 68 es baja, en ambos sentidos (sur y norte), lo cual evita en gran medida las reflexiones del sonido, haciendo más confiables las mediciones.

La selección de los puntos de medición previos (para encontrar el punto más relevante en cuanto al ruido, en donde posteriormente se harían las mediciones comparativas durante las

⁷ op.citp. MIYARA, Federico. Ruido Urbano. Julio de 2004

⁸ op.citp. Viro, E...otros.. 2002. Protocolo de Medición ...

semanas de medición) se hizo a lo largo de un kilómetro comprendido entre la calle 13 y la Avda. de las Américas. Ver. fig. 1



Figura 1. Plano del lugar de medición. Selección y ubicación de puntos.⁹

Los puntos se ubicaron cada 50 metros y en cada uno de ellos se realizó una medición de 15 minutos durante dos días, para así encontrar el punto con mayor concentración de ruido.



Figura 2. Ubicación en el plano del punto seleccionado

⁹ <http://www.bogota.gov.co/mad/buscador.php>

3 Resultados

Las mediciones previas de los días martes 30 y miércoles 31 de Enero, mostraron valores de 80,6 dB(A) y 80,4 dB(A) respectivamente, lo que indicó que en este punto fue donde se presentaron lo más altos niveles de ruido en ambas mediciones y con una mínima diferencia entre una y otra, descartando los demás puntos preseleccionados aunque en estos se obtuvieron valores entre 78 dB(A) y 80,1 dB(A) para el primer día de medición , y 78,3 dB(A) y 80 dB(A) en el segundo día.

Los datos se obtuvieron a partir de mediciones de niveles de presión sonora con un sonómetro Svantek 943 A, realizadas durante un mes en la Avenida 68 con Avenida de las Américas, desde el 30 de Enero de 2007 hasta el 3 de Marzo del mismo año.

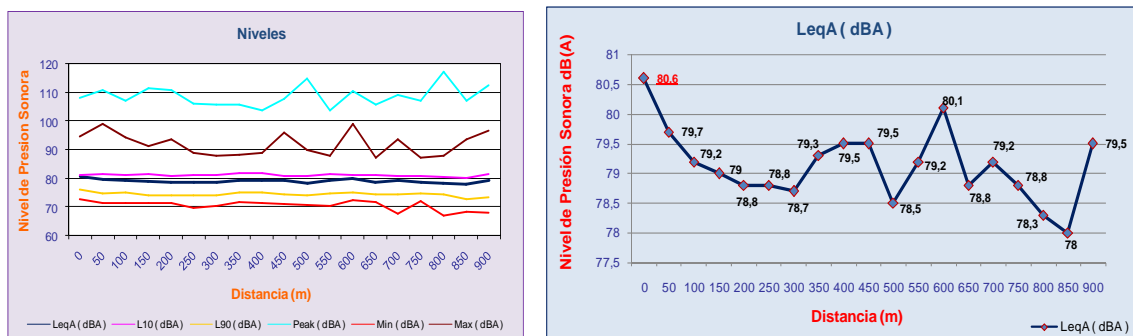


Figura 3. Mediciones correspondientes al día 30 de Enero

En estas gráficas se puede apreciar el comportamiento de los niveles obtenidos en cada punto de medición, el nivel equivalente (Leq(A)), observándose claramente cuál fue el punto con mayor ruido. De igual manera se realizaron las mismas mediciones para el día 31 de enero, para tener una mayor certeza del punto que tenía mayor concentración de ruido como se muestra a continuación:

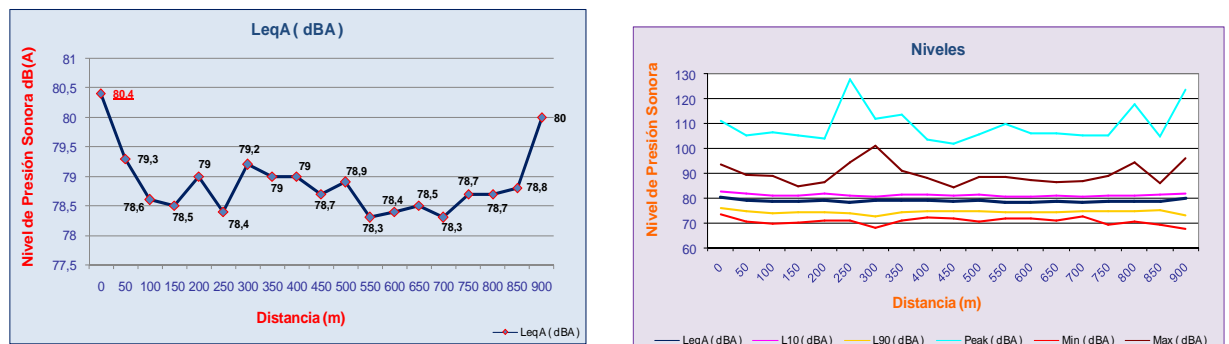


Figura 4. Mediciones correspondientes al día 31 de Enero

Con estas mediciones previas se halló el punto más relevante para realizar las mediciones comparativas, a partir del 1 de Febrero de 2007 (Día sin Carro), y con las que se hizo el posterior análisis.



Figura 5. Punto seleccionado

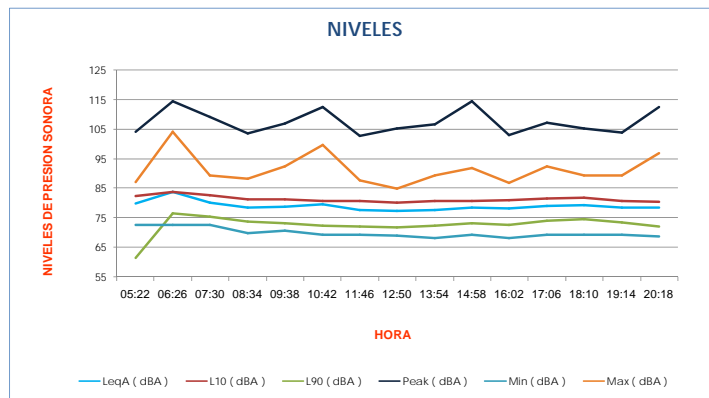


Figura 6. Jueves 1 de Febrero (Día sin Carro). Niveles de Presión sonora

En la figura 6 se muestran los niveles obtenidos durante la jornada del día sin carro, obteniendo muestras antes y después del horario que la comprende.

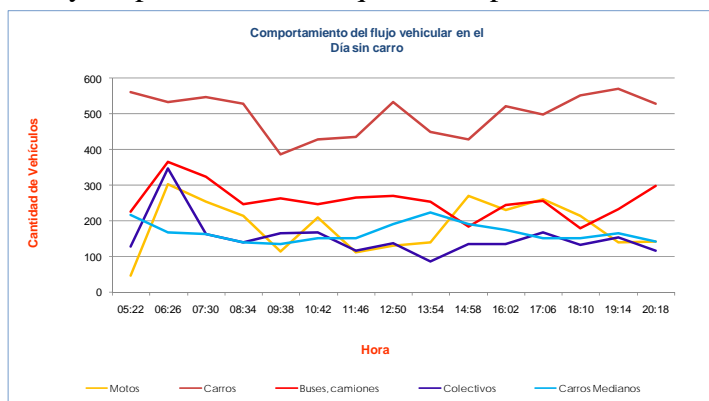


Figura 7. Jueves 1 de Febrero (Día sin Carro). Comportamiento del flujo vehicular en el día sin carro

En la figura 7 se observa el comportamiento de los diferentes grupos de vehículos, para realizar la comparación de cada uno de ellos con la curva de Leq(A), como se muestra a continuación:

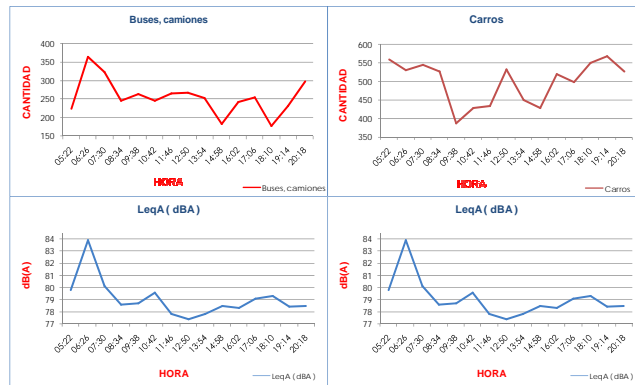


Figura 8. Relación de las curvas de Leq(A) y flujo vehicular de cada grupo de vehículos en el día sin carro

La similitud de las curvas de Leq(A) con la del grupo vehicular de buses y camiones tiene un comportamiento muy similar, lo que indica que el nivel de presión sonora equivalente (Leq(A)) varía en función del flujo vehicular de estos, al contrario del comportamiento que tiene el grupo de los carros (vehículos particulares). Esta comparación se realizó con cada uno de los grupos de vehículos seleccionados, donde se encuentra una concordancia entre la curva de motos y Leq(A) como se muestra a continuación.

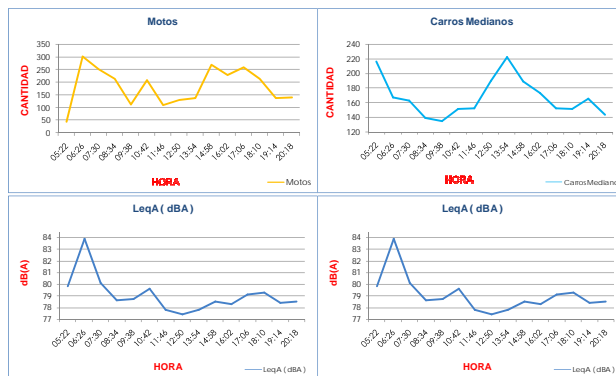


Figura 9. Relación de las curvas de Leq(A) y flujo vehicular de cada grupo de vehículos en el día sin carro

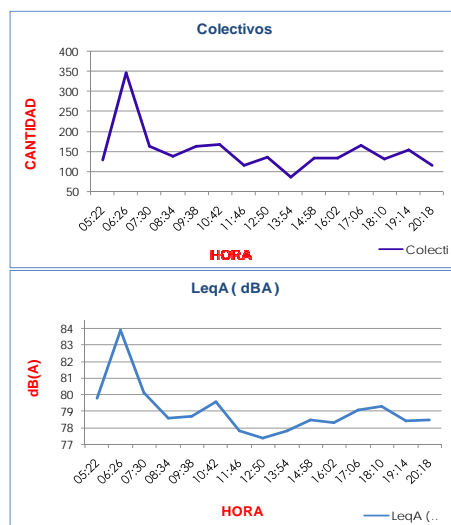


Figura 10. Relación de las curvas de Leq(A) y flujo vehicular de cada grupo de vehículos

Después de observar la curva de cada grupo vehicular se puede deducir que en el día sin carro el nivel de presión sonora equivalente se comportó en función del transporte público, específicamente al grupo de colectivos, buses y además de los camiones.

A continuación se muestran las curvas de Leq(A) y flujo vehicular obtenidas el jueves 1 de marzo (Día Normal), día en que se realizó la misma cantidad de mediciones que en el día sin carro.

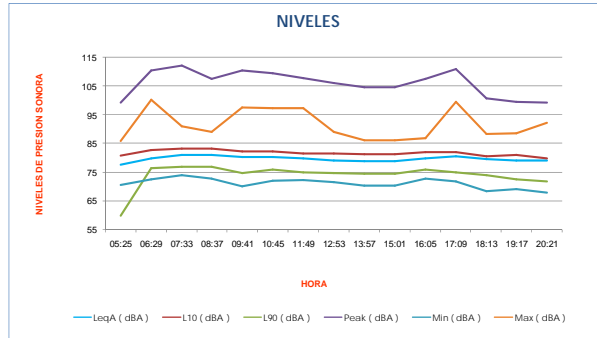


Figura 11. Jueves 1 de Marzo (Día Normal). Niveles de Presión sonora

En la figura 11 se muestran los niveles obtenidos en el 1 de marzo.

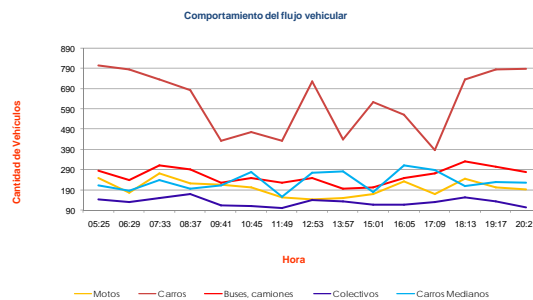


Figura 12. Jueves 1 de Marzo (Día Normal). Comportamiento del flujo vehicular en un día normal.

En la figura 12 se observa el comportamiento de cada grupo de vehículos durante un día normal.

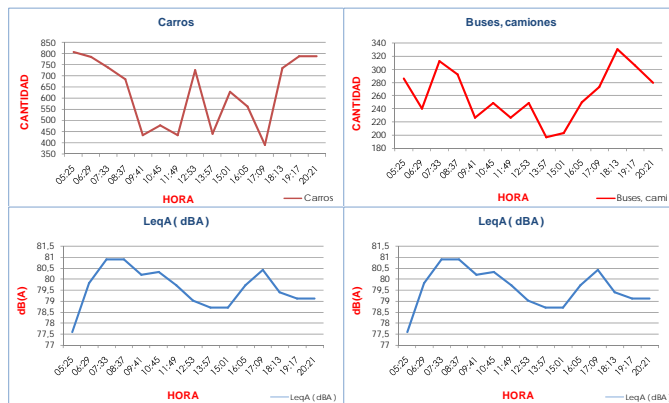


Figura 13. Relación de las curvas de Leq(A) y flujo vehicular de cada grupo de vehículos en un día normal

Nuevamente se observa la similitud del comportamiento de las curvas de Leq(A) con la de buses y camioneros, mientras que el comportamiento de los carros y la de nivel sonoro equivalente son opuestas.

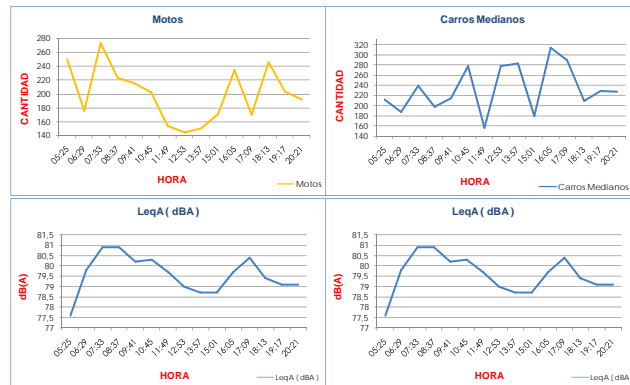


Figura 14. Relación de las curvas de Leq(A) y flujo vehicular de cada grupo de vehículos en el día sin carro

La curva del grupo de motos presenta un comportamiento similar a la curva de Leq(A) en comparación con la del grupo de carros medianos, ratificando la concordancia que se presentó en el día sin carro.

A partir de lo anterior se realizó un análisis de resultados de las curvas de nivel sonoro equivalente Leq(A) del día sin carro y los días normales

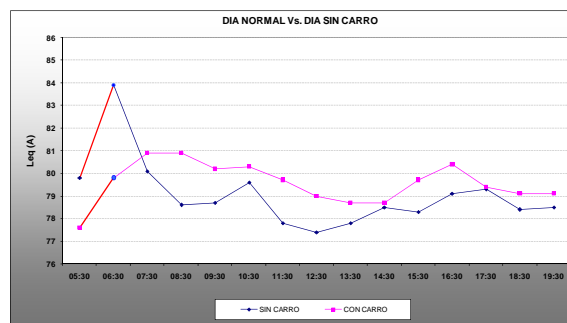


Figura 15. Comparación entre el día sin carro y el día normal

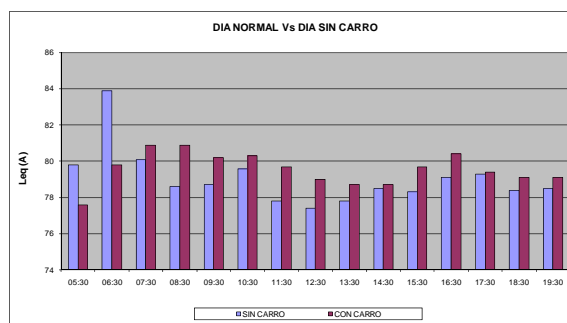


Figura 16. Comparación entre el día sin carro y el día normal

En las figuras 15 y 16 se observa el diferente comportamiento de las curvas de Leq(A) de un día normal y el día sin carro. Los dos primeros valores muestran que se produjo un aumento de los niveles antes de iniciar la jornada y al momento de su comienzo, observándose un incremento considerable del Leq(A) en el día sin carro, frente al otro que es un jueves normal de la muestra. En el resto de horas y en ambos días, los niveles se mantienen similares y constantes, lo que indica que el vehículo particular es prácticamente neutro en los niveles de ruido urbano ya que su presencia o ausencia no cambia significativamente el comportamiento de las curvas de Leq(A).

4 Conclusiones

Durante el tiempo que se realizaron las mediciones se determinó que el nivel de ruido de los diferentes días de la semana (de lunes a sábado) tienen variaciones mínimas, el promedio del LeqA en los diferentes días de la semana es de 79,6 dB(A), lo que indica que el ruido en el sector de la Avenida 68 con Américas genera un comportamiento similar en cualquier día de la semana, puesto que la variación entre días está entre $\pm 0,1$ dB(A).

El aporte de los vehículos particulares en las mediciones de un día normal frente al día sin carro, es mínimo; en base al análisis estadístico se determinó que durante la jornada disminuyó el ruido en un promedio de 1 dB (A), lo que indica que los vehículos particulares no son el problema de la contaminación auditiva, lo es el transporte público, por lo que se deben pensar otras medidas contra el ruido y propender por la salud auditiva.

El día sin carro, contribuye más a la movilidad de la ciudad y a la calidad del aire, que a la contaminación ambiental auditiva, puesto que el transporte público es el mayor generador de ruido, según lo hallado en esta investigación.

La jornada del día sin carro no es significativa para la disminución del ruido, razón por la cual no funciona exitosamente para este fin.

El real aporte de los vehículos particulares al ruido es el que se genera por velocidad, rodadura de neumáticos y la fricción de estos contra el pavimento.

Los vehículos pesados son los mayores aportantes al ruido ambiental. El ruido que estos generan de manera significativa está conformado por el ruido por propulsión, ruido del motor, frenos de aire y sirenas.

El tipo de pavimento es importante para la generación de ruido por fricción de rodadura por neumáticos, es preferible el asfalto, puesto que es un material poroso y absorbente. También influye el peso del vehículo, siendo este proporcional al ruido.

Las normativas y compendios internacionales son de gran ayuda para la realización de estudios sobre ruido ambiental en nuestro país, generando una mayor confianza a los hallazgos, dado que estos países tienen varios años de experiencia abordando el tema del ruido.

Las motos generan una gran cantidad de ruido, convirtiéndolas en grandes aportantes a la contaminación auditiva en conjunto con el transporte público.

Las normas ICONTEC 3520, 3521 y 3522, para ruido ambiental, no son muy explícitas para soportar metodologías de medición en estudios de contaminación auditiva ambiental, aunque sus extractos textuales son idénticos a los presentes en la ISO 1996.

5 Referencias

Viro, E. Gabriel; Bonello, Oscar J.; Gavinowich, Daniel, Ruffa, Francisco. 2002. Protocolo de Medición Para Trazado de Mapas de Ruido Normalizado. LACEAC. Universidad de Buenos Aires.

Ramirez, Carlos Andrés; Rincón, Raúl Enrique. 2005. Metodología de Medición de Ruido para Bogotá D. C. Universidad de San Buenaventura, Bogotá.

Piñeros, Camilo Andrés; Castro, Michael Erick. 2005. Medición y Evaluación de Ruido de la Zona Residencial Aledaña a la Carrera 68 entre calles 68 y 80. Universidad de San Buenaventura, Bogotá.

Miyara, Federico. Ruido Urbano: tránsito, industria y esparcimiento. DINAMA – Facultad de Ingeniería. Uruguay.

Recuero, Manuel; Mínguez, Antonio; Gil Constantino; Cutanda, Vicente. 1998. Noise map of the Madrid region.