

URBAN NOISE INDICES IN THE DAY WITHOUT CAR IN THE MEDELLIN CITY

ÍNDICES DE RUIDO URBANO EN EL DÍA SIN CARRO EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN

Jeiser Rendón

Universidad de San
Buenaventura Medellín
jeiser80@gmail.com

José R. Gómez

Universidad de San
Buenaventura Medellín
reinelgomez@yahoo.es

Andrés F. Pardo

Universidad de San
Buenaventura Medellín
flppardo@gmail.com

Raúl A. Monsalve

Universidad de San
Buenaventura Medellín
raul.monsalvea@gmail.com

Diego M. Murillo G.

Universidad de San
Buenaventura Medellín
diego.murillo@usbmed.edu.co

(Tipo de Artículo: **INVESTIGACIÓN**. Recibido el 18/11/2010. Aceptado el 05/12/2010)

Abstract – *The present article attempts to discover through ambient noise and traffic flow data, the change of the soundscape in the city of Medellín during the implementation of car-free day on Thursday, April 22, 2010, for which they had reference to four significant points of the city: Monterrey, Alpujarra, Railroad Avenue and 33rd Street. For the data acquisition process was measured, both in the day without a car, like a car day and is based upon Resolution 0627 of 2006 "By which sets the national standard for noise emission and noise "and the ISO 1996" international standard that contains the description, measurement and evaluation of environmental noise. " It was important to note in this study, the incidence of private cars in urban noise that has the city of Medellín, analyzing the measurements from this day, and finding functional congruence between urban noise and cars.*

Keywords: Car free day, Medellín, pollution, urban noise.

Resumen – Con el presente artículo se pretende descubrir, a través de mediciones de ruido ambiental y datos de flujo vehicular, el cambio del paisaje sonoro en la ciudad de Medellín durante la implementación del día sin carro del día jueves 22 de abril de 2010; para lo que se tuvo como referencia cuatro puntos significativos de la ciudad: Monterrey, Alpujarra, Avenida Ferrocarril y la calle 33. Para el proceso de adquisición de datos se realizaron mediciones, tanto en el día sin carro, como en un día con carro, teniendo como fundamento la Resolución 0627 de 2006 "Mediante la cual, se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental" y la ISO 1996 "Norma internacional que contiene la descripción, medición y la evaluación de ruido ambiental". Fue importante en esta investigación constatar la incidencia de los automóviles particulares en los niveles de ruido urbano que posee la ciudad, analizando las mediciones obtenidas este día, y encontrando congruencias funcionales entre el ruido urbano y los automóviles.

Palabras claves: Contaminación, día sin carro, Medellín, ruido urbano.

1. INTRODUCCIÓN

El día sin carro nació en 1994 como un espacio para crear una conciencia de cuidado y amabilidad

con el medio ambiente. En este día se combate el sedentarismo, se invita a la integración de la bicicleta y de la tracción humana como un valor urbano al que todo ciudadano debe acceder. Su gestor fue el franco-norteamericano Eric Britton, idea que fue potencializada en Colombia por el entonces alcalde de la ciudad de Bogotá Enrique Peñalosa, quien en 1999 implantó por norma democrática el día sin carro en la ciudad el primer jueves de febrero de cada año [1]. Tuvo tal reconocimiento a nivel mundial que le valió a un premio Gotemburgo el 24 de noviembre del año 2009 en Suecia. [2]

Desde entonces, varias ciudades colombianas han implementado el día sin carro, entre ellas Medellín, donde se acogió esta idea mediante el Acuerdo 21 del 2008 del Concejo de Medellín [14], y por el cual se institucionalizó el día social y ambiental sin carro en la ciudad; se señaló como fecha para su ejecución los días 22 de abril de cada año, ya que coincide con la celebración del día de la tierra. Con esta medida se pretende desmovilizar vehículos particulares y mejorar sustancialmente la problemática ambiental en cuanto a la disminución de gases, y el mejoramiento de la movilidad. Cabe anotar que el día sin carro pretende que en Medellín se realicen desplazamientos sin utilizar el automóvil particular, es por ello que no se hizo ninguna restricción en cuanto a transporte de servicio público, motocicletas, transportes de carga y demás trasportes no carburados.

En razón al cambio de condiciones normales de flujo vehicular en Medellín, se realizó esta investigación para comparar los niveles de ruido urbano L_{Aeq} , entre un día sin carro y un día con carro; sin que con esto se pretenda juzgar lo realizado durante este día, pues de hecho, se reconoce que dicha medida genera importantes beneficios a la ciudad, sino con el ánimo de llegar a un resultado verificable científicamente.

Es entonces válido precisar, una vez se tienen las normas, los reales beneficios que el día sin carro trae a la ciudad, referentes a la contaminación producida por ruido, y para lo que se plantea la siguiente pregunta ¿por la inmovilización de la gran mayoría del parque automotor particular en la ciudad de Medellín disminuyen los niveles de ruido ambiental?

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1 Las ciclo rutas y las ciclo vías en el día sin carro

Esta iniciativa, contemplada en el Acuerdo Municipal No. 21 de 2008 expedido por el Concejo de Medellín, tiende, como lo señala el artículo segundo a “Promover alternativas de desplazamiento particular y masivo menos traumáticas para el ambiente” [14].

Dentro de la logística implementada para el día sin carro en Medellín, se ha dispuesto, en los dos años que lleva esta medida –el primer año de manera voluntaria–, de tres ciclo vías comprendidas así: calle 30 desde la Universidad de Medellín hasta la carrera 65, para unirse con la ciclo ruta de la 65; la calle San Juan, desde la carrera 80 hasta Carabobo, permitiendo llegar al Centro Administrativo La Alpujarra, y la calle Colombia desde la carrera 80 hasta empalmar en con la ciclo ruta de la 65 [11]. Estas tres ciclo vías, planteadas para el día sin carro, han sido designadas estratégicamente para facilitar el desplazamiento de gran parte del sector centro occidental y un poco el sur occidental de la ciudad hacia el centro. Las ciclo rutas, que en la actualidad se encuentran construidas, también benefician este mismo sector y un poco al sector sur occidental, como se puede apreciar en la Fig. 1.

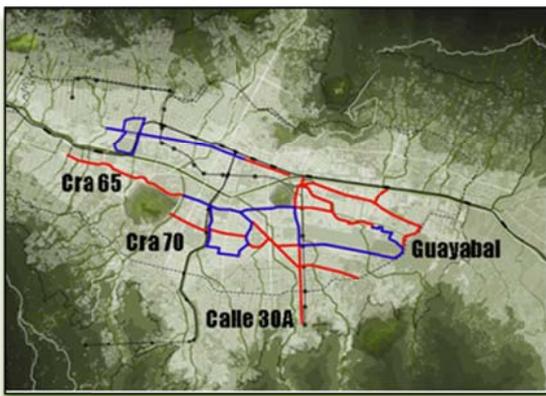


Fig. 1. Mapa de Ciclo-rutas en Medellín [10]

Nota: en línea azul ciclo rutas **construidas**, en línea roja ciclo rutas **propuestas**.

Pese a que la ciudad cuenta con estas ciclo rutas y a que piensa abrir 3 ciclo vías, existen vacíos en cuanto a la finalidad del día sin carro, y que se señalan en el Artículo segundo del Acuerdo 21 de

2008; esto en razón a que con estas rutas solo se benefician algunos sectores, desvinculando al resto de la ciudad. A esto se suma que no todas las personas conocen sobre la importancia de esta práctica y prefieren transportarse en servicio público, absteniéndose de utilizar otras alternativas de desplazamiento como la bicicleta.

De acuerdo con el balance que entregó el alcalde actual de Medellín, Alonso Salazar Jaramillo, 1.100 personas utilizaron las tres ciclo vías en el día sin carro en el 2010; lo que resulta respecto de la intención de fondo que se tiene sobre esta práctica. De esta manera se hace necesario que en el día sin carro se pueda contar con vías alternas que incentiven la movilidad de los peatones en medios diferentes al servicio público, situación que actualmente no cumplen con las expectativas, a pesar de la preparación de vías recreativas abiertas.

2.2 El ruido urbano y sus efectos en la salud

El ruido urbano es el que genera la variedad de fuentes móviles y fijas que hay en una zona determinada, exceptuando la zona industrial [3]. Las personas expuestas durante largos periodos de tiempo a altos niveles de ruido corren el riesgo de padecer patologías físicas y psíquicas.

Diversos estudios de la Organización Mundial de la Salud señalan que el ruido puede provocar distintas clases de respuesta reflejas que, si se mantienen, generan en el sujeto patrones de inadaptación psico-fisiológica con repercusiones neuro-sensoriales, endocrinas, vasculares y digestivas; también causan trastornos del equilibrio, sensaciones de malestar y fatiga psicológica, que pueden alterar los niveles de rendimiento [6].

Dentro de algunos de los trastornos y enfermedades derivados de la exposición al ruido tenemos [3]:

- Deficiencia auditiva. Hace referencia a la pérdida del umbral de escucha; lo que causa problemas de gran consideración en el momento en el que el individuo se tiene que comunicar con los demás.
- Perturbación del sueño. La persona no obtiene los beneficios de un buen descanso, según la guía para el ruido urbano de la OMS, obedece a la dificultad para conciliar el sueño, interrupción del sueño, alteración en la profundidad del sueño, cambios en la presión arterial y en la frecuencia cardíaca, incremento del pulso, vasoconstricción, variación en la respiración, arritmia cardíaca y mayores movimientos corporales, lo cual se ve reflejado en el bajo rendimiento de la persona, en el estado de ánimo y en el aumento en los niveles de cansancio.

- Perturbaciones de las funciones fisiológicas. Fuentes como aeropuertos, industrias y calles que presentan un índice elevado de ruido, afectan la funcionalidad del organismo humano y se presentan problemas de hipertensión y de cardiopatía.
- Incidencia sobre la salud mental. El ruido puede intensificar y acelerar el proceso de trastornos mentales en las personas que padecen de los mismos.

La afección de la salud, el bienestar y la calidad de vida de las personas a causa de la disminución de la calidad ambiental, debida al fenómeno del ruido en las ciudades, lleva a incrementar la problemática social y como consecuencia el distanciamiento para que una ciudad cumpla con los objetivos de ser sostenible.

2.3 Generación de ruido en vehículos de motor de combustión interna

Para esta investigación es importante conocer cómo emite ruido una fuente, que para este caso el transporte rodado de combustión interna –Fig. 2. Las fuentes de ruido más relevantes que se encontraron en el parque automotor son:

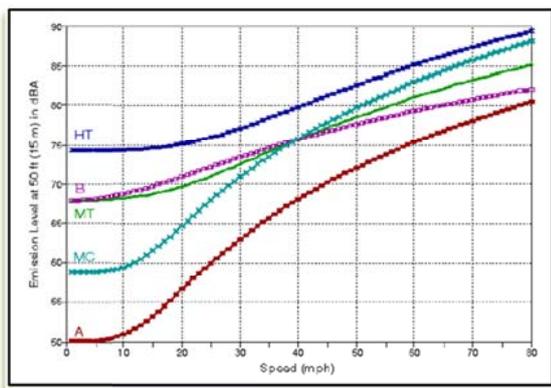


Fig. 2. Incremento de ruido en dBA, relacionado con el aumento de la velocidad del automotor [20]

Nota: **HT**: Heavy Trucks (Camiones pesados), **B**: Buses, **MT**: Medium Trucks (Camiones medianos), **MC**: Motocicletas, **A**: Automóviles.

El motor de combustión interna. El ruido que se presenta en estos vehículos es producido por el tamaño del motor, la velocidad y el sistema de combustión que, en su mayoría utilizan diesel para vehículos pesados y gasolina para vehículos livianos. Los niveles producidos por los vehículos de gasolina están por debajo de los emitidos por los de diesel, generalmente 20 dB en un ancho de banda de 1250 Hz hasta los 2500 Hz [2].

Fricción de las llantas sobre el pavimento. El ruido producido por la fricción de las llantas sobre el pavimento es una de las fuentes de mayor importancia en cuanto a la emisión de ruido ambiental por parte de los vehículos de combustión interna; este fenómeno está

estrechamente ligado a la velocidad del automotor, el cual se va incrementando de manera logarítmica [8].

En la ciudad, las velocidades en la red de transporte público oscilan entre 5 y 26 Km/h. Las velocidades más bajas se presentan en el sector del centro de la ciudad con valores entre 5 y 13 Km/h, situación debida a la congestión vehicular en la zona y a la convergencia de la totalidad de las rutas a esta zona [18]. Estos niveles estarían generando niveles de ruido de emisión a 15 m aproximadamente entre 60 y 75 dBA para vehículos entre 60 y 63 dBA, motocicletas entre 58 y 62 dBA, camiones medianos entre 68 y 69 dBA, buses entre 69 y 70 dBA y camiones pesados entre 74 y 75 dBA [20].

La generación de este ruido en los vehículos se puede dividir en dos grupos: un grupo relacionado con la vibración mecánica de la llanta cuando entra en contacto con la superficie, como se ve en la Fig. 3; y el segundo grupo relacionado con la aerodinámica, cuando el aire es atraído hacia adentro de las hendiduras del neumático y luego es expulsado fuera de él, como se observa en la Fig. 4. Estos grupos dependen de los mismos factores para producir ruido, tipo de superficie, material y forma de las hendiduras de la llanta.



Fig. 3. Vibración de la llanta en contacto con la superficie del pavimento [8]



Fig. 4. Ruido aerodinámico producido por la llanta en contacto con la superficie del pavimento [8]

Ruido ocasionado por el motor. Cuando los vehículos están en movimiento se generan grandes fuerzas dentro del motor, que son transmitidas a la estructura interna. Estas fuerzas se dividen en dos:

- Fuerzas de combustión interna, debido a la presión en los cilindros.
- Fuerzas mecánicas, causadas por los demás componentes del motor.

La vibración por estas fuerzas se hace presente en la estructura, para luego ser transmitida a los componentes externos que los radian como sonido [8].

Ruido producido en el tubo de escape. Los mofles o silenciadores son dispositivos usados en el ducto de escape de los gases, producidos por la combustión interna del motor, para prevenir que el sonido llegue al exterior a unos niveles muy altos. El ruido que se genera en el motor llega fuera del vehículo pero a niveles muy bajos en comparación con la fuente.

3. METODOLOGÍA

3.1 Revisión de la normativa

A efectos de lograr una mejor contextualización sobre el tema a desarrollar en esta investigación, se hizo necesario consultar la normatividad vigente en Colombia en materia de medición de ruido ambiental; teniendo como referencia constante en este proceso investigativo las siguientes normas:

- ISO 1996: Norma internacional que contiene la “Descripción, medición y evaluación de ruido ambiental”.
- Constitución Política de Colombia.
- Resolución 0627 de 2006 por la cual, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
- Acuerdo 21 de 2008, expedido por el Concejo de Medellín, mediante el cual se implementa el día social y ambiental sin carro.

3.2 Protocolos, elección de puntos, horarios e intervalos

Protocolo de medición. El proceso de captura de los datos se realizó teniendo en cuenta el procedimiento de medición de ruido ambiental contenido en el capítulo 2 del Anexo 3 de la resolución 0627 de 2006, normativa colombiana vigente.

Para realizar esta investigación se utilizó un sonómetro integrador tipo 2.01 dB-Metravib Solo 02. La velocidad del viento se midió con un Anemómetro Lutron LM-81 AM. El sonómetro cumple las especificaciones expuestas por la resolución 0627 de 2006.

El sonómetro se ubicó a 1.5 m del suelo y a 4 m de cualquier fachada, medidos horizontalmente, o en un punto equidistante entre los límites del espacio público correspondiente. Las mediciones se realizaron apoyadas en la norma ISO 1996 que avala la altura de 1.5 m. Así mismo, la norma colombiana de ICONTEC NTC 3522 recomienda una altura entre 1.2 y 1.5 m para mediciones al aire libre con equipo portátil [9]. La resolución 0627 en el capítulo II del anexo 3 avala el uso de la norma ISO 1996 [8].

El procedimiento de conteo de vehículos se realizó mediante cámaras y conteos en el sitio de medición; se dividió en dos categorías: el transporte liviano conformado por motocicletas, vehículos particulares, taxis y camionetas; y los vehículos pesados conformado por microbuses, buses y camiones.

Elección de puntos. Con el día sin carro se presenta la oportunidad de observar un posible cambio en el paisaje sonoro de la ciudad —Fig. 5—; es así como, para poder tener una caracterización del entorno, se tomaron muestras significativas en puntos neurálgicos de la ciudad de Medellín, para cuya ubicación se recurrió a mapas de ruido proporcionados por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, y que fueron realizados por el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid mediante el convenio 680/05 [3].

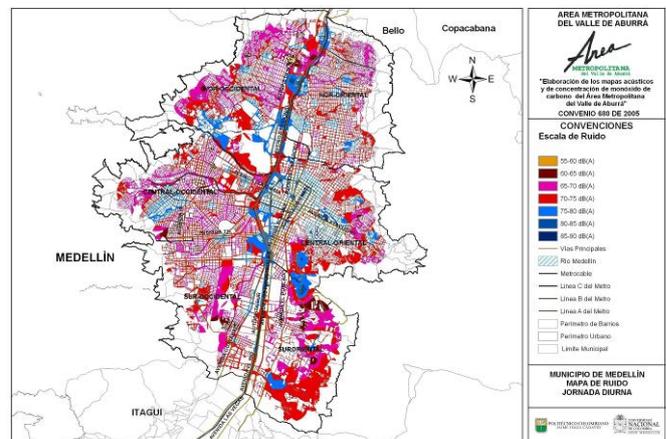


Fig. 5. Mapa de ruido de Medellín jornada diaria [5]

Los puntos seleccionados fueron los siguientes: de la zona centro occidental se eligió la avenida del Ferrocarril frente al SENA, ubicada en la carrera 57 entre las calles 51 y 54; de la zona centro oriental, se eligió la calle San Juan frente al Centro Administrativo La Alpujarra, ubicada en la calle 44 entre las carreras 53^a y 52^a; de la zona sur oriental se eligió la avenida El Poblado, diagonal al centro comercial Monterrey, ubicada en la calle 10 con carrera 48; y la glorieta de la calle 33 al lado del Palacio Exposiciones, ubicada en la calle 33 con carrera 57.

Así mismo, se tuvo en cuenta las vías exentas del día sin carro [11]:

- Avenida las Palmas y su empalme hasta el sistema del río.
- Calle 10 entre el corredor del río hasta la Terminal de Transportes del Sur.
- Todos los puentes sobre el río, incluyendo sus lazos de salidas e ingresos.
- La autopista Norte desde el puente Acevedo hasta el límite con el Municipio de Bello.
- La Avenida Ferrocarril entre calles 34 y 37.
- Glorieta Éxito El Poblado.
- Carretera al Mar empalmado con la calle 65 a la altura de la avenida 80, incluida la loma de Robledo, hasta la transversal 73 –vía El Volador–, empalmado con la Transversal 78, hasta la carrera 67.
- Carrera 67 desde la transversal 78 hasta la calle 80.
- Calle 80 hasta la carrera 65, y por ésta hasta la glorieta de la Terminal de Transportes del Norte.

Horarios e intervalos. Estas mediciones se hicieron durante periodos del día con ciertas características de actividad en la movilidad vehicular: para Monterrey se escogió una hora en la mañana para la hora pico entre las 6:30 y 8:30 AM; para la calle 33 se eligió un hora entre las 8:30 y 10:00 AM, franja que no comprende las horas pico; para La Alpujarra se tomó un horario entre las 12:00 M y las 14:00 PM, ya que para esta hora muchas personas se desplazan a sus casas a almorzar y muchos estudiantes terminan o inician sus jornadas académicas; por último, para la avenida Ferrocarril se realizaron mediciones entre las 17:30 y las 19:30 PM, nuevamente en hora pico. Con la selección de estos horarios se cubren todas las variaciones significativas de las emisiones de ruido y propagación.

De esta forma, los intervalos de tiempo representaron una parte del ciclo del flujo vehicular durante las distintas horas del día, y juntos representan el ciclo completo durante un día normal, tal como lo estipula la ISO 1996-2 Capítulo 8.2 Selección del intervalo de tiempo de medición [4]. Al respecto, se hace importante resaltar que el día jueves 22 de abril de 2010, la restricción de circulación para autos particulares comenzó a las 6:00 AM y terminó a las 18:00 horas [16].

Para la elección del día con carro se tuvo en cuenta lo siguiente que, entre el 19 y el 23 de abril, el pico y placa para particulares en Medellín no fue obligatorio [16], por lo que se optó por medir el viernes 23 de abril, ya que si la desmovilización de los particulares durante el día sin carro traería posibles cambios en el paisaje sonoro de la ciudad, la inclusión de este en el tránsito sin ninguna restricción, evidenciaría con más detalle el cambio en los niveles de ruido urbano.

Para cada una de las mediciones se estipularon intervalos de medida distribuidos uniformemente

para tiempos de muestreo de medición de una hora, dividida en dos períodos de 30 minutos: un período con ponderación temporal *slow* y otro con ponderación temporal *impulsive*. Este tiempo de medición está estipulado en el Artículo 5 “Intervalo unitario de tiempo de medida” de la resolución 0627 del 2006; así mismo, se realizaron mediciones en *impulsive* en cada punto, para poder corroborar si existe o no correcciones por impulsividad, que se contempla en el Anexo 2 de la misma resolución: “Determinación de ajuste de los valores K” específicamente la corrección Ki “Correcciones por percepciones de impulsividad”.

3.3 Toma de datos

Para la recolección de la información en los puntos antes descritos, se contó con el apoyo de cuatro asistentes de medición, quienes guiados por un cronograma de trabajo, se desplazaron a los diferentes puntos, donde se depositaba la información del sonómetro en planillas previamente diseñadas, que posteriormente fueron analizadas por el equipo de trabajo.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Resultado acústico. En la Tablas 1 y 2 se presentan los resultados acústicos del día sin carro en los distintos puntos de medición.

TABLA 1
Resultados acústicos del día sin carro

Punto	L_{Aeq} [dBA] (slow)	L_{Aeq} [dBA] (Imp)	L_{Ceq} [dBA]	L_{min} [dBA]	L_{max} [dBA]	L_{90} [dBA]
Alpujarra	78,9	78,7	87,2	74,6	81,9	75,5
Monterrey	79,5	79	87	76,7	82,5	77,6
La 33	75,4	74,9	84,9	71,7	78,7	73,5
Ferrocarril	78,9	79	87,7	75	81,6	75,9

TABLA 2
Resultados acústicos del día con carro

Punto	L_{Aeq} [dBA] (slow)	L_{Aeq} [dBA] (Imp)	L_{Ceq} [dBA]	L_{min} [dBA]	L_{max} [dBA]	L_{90} [dBA]
Alpujarra	79,9	79,8	87,9	76	84	78
Monterrey	79,9	79,8	87,9	76	84	78
La 33	75,3	75,5	85,5	73,7	78,5	73,8
Ferrocarril	79	79,8	88,4	75,1	81,4	76,8

Comparación de los resultados acústicos presentes en ambos días. De la información contenida en la Fig. 6 se puede concluir lo siguiente:

- Para los cuatro puntos seleccionados se observan variaciones entre los 0.1 dBA y 1.2 dBA, lo que demuestra que los niveles de ruido ambiental en ambos días fueron similares.
- En general en los dos días de medición se presentaron condiciones climáticas óptimas, la velocidad del viento estuvo bastante baja, en promedio 0.5 m/s, a excepción de La Alpujarra donde se alcanzaron a percibir velocidades de

hasta 5 m/s en intervalos cortos de la medición del día sin carro.

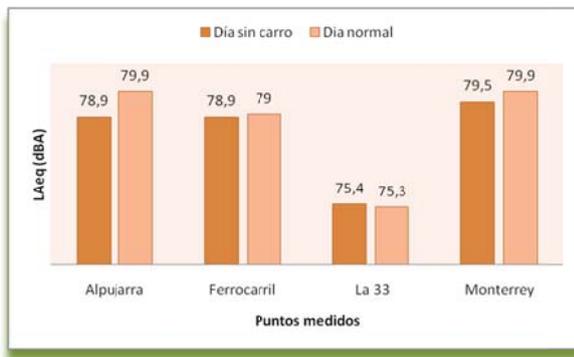


Fig. 6. Resultados acústicos

videos y 16 planillas de conteo automotor que se condensan en las Fig. 8 y 9.



Fig. 7. Resultados acústicos corregidos

Correcciones. En las medición realizadas no se hicieron correcciones por impulsividad pero sí por tonalidad, como se muestra en la Tabla 3.

TABLA 3
Correcciones por tonalidad

PUNTO	CORRECCIÓN	FRECUENCIA (Hz)
Alpujarra	Día sin carro	Percepción Neta 12500
	Día normal	Percepción Neta 3150
Ferrocarril	Día sin carro	No aplica -
	Día normal	No aplica -
La 33	Día sin carro	No aplica -
	Día normal	Percepción Neta 16000
Monterrey	Día sin carro	No aplica -
	Día normal	No aplica -

Tonalidad. Para determinar componentes tonales se hizo uso de la ecuación (2) en la frecuencia de interés.

$$L = L_t - L_s \quad (2)$$

Donde L_t es el nivel de presión sonora de la banda f que contiene el tono, L_s es la media de los niveles de las dos bandas situadas inmediatamente por encima y por debajo de f . [8]

Se corrigió por tonalidad neta en La Alpujarra en el día sin carro y en el día con carro; además, a la calle 33 se le hizo corrección por percepción neta en el día con carro –Fig. 7.

Hechas las anteriores correcciones, establecidas por la resolución 0627 de 2006, se constató que los niveles de ruido ambiental se mantuvieron, con excepción de un cambio poco significativo en la calle 33 que no superó los 3 dBA.

Resultados de flujo vehicular. De los datos recolectados durante ambos días se obtuvo 8

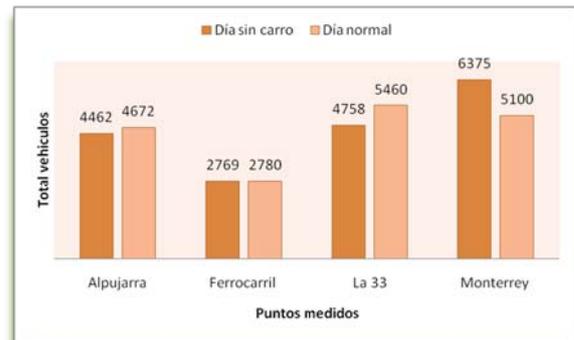


Fig. 8. Resultados del flujo vehicular liviano

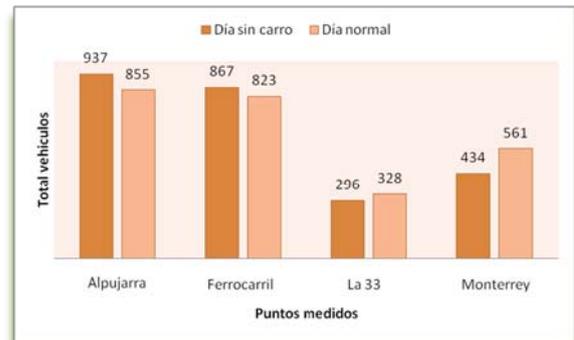


Fig. 9. Resultados del flujo vehicular pesados

Se observa que la mayor cantidad de flujo vehicular liviano que circuló durante el total de las mediciones, se concentró en la glorieta de Monterrey, con mayor incidencia en el día sin carro. Así mismo, no se aprecian disminuciones considerables en los niveles de flujo vehicular, con excepción de Monterrey, donde se presentó un incremento de 1.275 vehículos livianos en el día sin carro.

Respecto al flujo vehicular pesado se puede apreciar un leve aumento en los puntos de la Alpujarra y el Ferrocarril.

5. CONCLUSIONES

Los niveles L_{Aeq} se mantuvieron constantes tanto en el día sin carro como en el día con carro, indicando que no hubo disminución significativa de ruido ambiental en el día sin carro.

La cantidad de autos que circularon durante los dos días de medición no varió significativamente, lo que pudo obedecer al incremento en el tráfico de vehículos de servicio público, durante el día sin carro.

En el día sin carro gran porcentaje de los habitantes de la ciudad no optó por la tracción humana como un medio de transporte, no se utilizaron con afluencia ni las ciclo vías ni las ciclo rutas.

Las ciclo rutas que posee la ciudad están diseñadas para beneficiar un reducido porcentaje de la población de Medellín.

El nivel de ruido ambiental, producido por el tráfico vehicular para ambos días, dependió del volumen de éste, de la velocidad y de la categoría –pesado o liviano.

Los puntos de medición poseían un semáforo, una cebra o una señalización de *Pare*, por lo tanto el ruido generado por la fricción de las llantas sobre el pavimento, que tiende a incrementarse con la velocidad, se mantuvo estable en ambos días.

6. RECOMENDACIONES

Realizar campañas pedagógicas que concienticen a la población de la apropiación ideológica que Colombia le ha dado a esta idea, y lo bien que se percibe a nivel internacional. Que los habitantes de Medellín vivan y sientan la cultura del día sin carro. Además, es importante que en este día se concientice a las personas acerca del beneficio que trae para la salud una actividad física regular.

Expandir las ciclo vías a más comunas y sectores de Medellín en el día sin carro; si bien es cierto que la infraestructura de las ciclo rutas está muy centralizada, las ciclo vías pueden ayudar a descentralizar las ciclo rutas.

Poner en práctica lo establecido por la norma NTC 4194 de 2007 "Mediciones del nivel de presión sonora emitida por vehículos automotores en estado estacionario" [21], a efectos de identificar las mayores fuentes de ruido en el parque automotor de la ciudad y así tomar medidas adicionales que tiendan a disminuir los niveles de ruido ambiental durante el día sin carro.

REFERENCIAS

1. F. Arévalo R. "Los tutores del "Día sin carro", *Revista Semana*, febrero 04 del 2010.
2. "Enrique Peñalosa ganó premio ambiental más importante del mundo", *Diario El Espectador*, Artículo 146419, junio 18 de 2009.
3. B. Berglund, T. Lindvall, D. H. Schwela. (Eds.) "Guías para el ruido urbano", Organización Mundial de la Salud OMS. Stockholm University and Karolinska Institute, 1995.

4. ISO 1996-2, "Acoustics Description, measurement and assessment of environmental noise", Part 2: "Determination of environmental noise levels". March 2007.
5. Politécnico colombiano JIC, Convenio 680, "Medellín mapa completo de ruido día y noche" 2005, disponible en: www.metropol.gov.co/aire/contenidos.php?seccion=1
6. M. Ortega, J. M. Cardona, "Metodología para evaluación del ruido ambiental urbano en la ciudad de Medellín". *Revista facultad nacional de salud pública*, Vol. 23, No. 2, pp. 70-77. Julio-Diciembre 2005.
7. M. J. Crocker, "Handbook of noise and vibration control". USA: John Wiley & Sons, 1600 p. 2007.
8. Ministerio de vivienda desarrollo y medio ambiente. Resolución 0627 de 2006 "Mediante la cual, el ministerio de vivienda desarrollo y medio ambiente, establecen la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental en Colombia", 7 de abril de 2006.
9. L. N. López R., "Análisis del aporte de ruido ambiental emitido por los vehículos particulares en Bogotá", *VI Congreso Iberoamericano de Acústica – FIAT 2008*, Buenos Aires, Argentina 5 al 7 de noviembre, 2008.
10. Proyecto Medellín 2008-2015 proyectos ciclo rutas, "Urbanismo social". En: http://www.medellin.gov.co/alcaldia/jsp/modulos/N_admon/obj/pdf/proyectos%202008-2015/planciclorutas.pdf
11. "En el día sin carro: Listas 3 ciclovías", en: <http://santiagolondonouribe.org/2009/04/20/en-el-dia-sin-carro-listas-tres-ciclovias/>, abril 20 de 2009.
12. H. Moreno C. "Medellín, Ciudad ruidosa", *El Reto*, No. 65, enero 2007.
13. Á. M. Zapata, M. I. Ardila, "Diagnostico de contaminación por ruido en la ciudad de Medellín", *Contaminación ambiental*, Vol. 15, No. 27, 1995.
14. Concejo de Medellín, Acuerdo Municipal N° 21 de 2008, "Por medio del cual se institucionaliza el día sin carro de carácter obligatorio", Acta N° 115, 11 de julio de 2008.
15. Área metropolitana del valle de aburra, "Ciclo vía Medellín en movimiento". En: <http://www.medellin.gov.co/transito/ciclovía.html>.
16. P. A. Cardona T. "Día sin carro será metropolitano", *El Colombiano*, 15 de abril de 2010.
17. Secretaria de transporte y transito de Medellín, "Primer análisis de la medida pico y placa", informe ejecutivo, "Valoración de la medida desde el punto de vista de tránsito", 2008. En: http://www.medellin.gov.co/transito/archivos/tecnica/laboratorio-movilidad/estudios-movilidad/otros_estudios/primer_analisis_de_la_medida_pico_y_placa.pdf
18. C. González, C., F. Ospina, "Estrategias tarifarias y/o uso del vehículo particular por medio del sistema de restricción del pico y placa con aplicación a algunas zonas de Medellín". *Ingenierías Universidad de Medellín*, Vol.8, No.14, enero-junio 2009.
19. C. A. Gonzales C., "Estrategias tarifarias y desestimulación del uso del vehículo particular por medio del pico y placa en Medellín", *Revista de Ingenierías Universidad de Medellín*, Vol. 8, No. 14, mayo de 2009.
20. Departamento de Transporte Norte Americano, "Federal Highway Administration. Apendix F.

Remal database, disponible en:
www.fhwa.dot.gov/environment/noise/traffic_noise_model/old_versions/tnm_version_10/users_guide/fig76.gif&imgrefurl=http://www.fhwa.dot.gov/environment/noise/traffic_noise, 13 de julio de 2010.

21. Norma Técnica Colombiana NTC 4194, "Mediciones del nivel de presión sora emitida por vehículos automotores en estado estacionario" 2007.