
NIVELES DE PRESIÓN SONORA EN EL SEGUNDO TRAMO DE TRANSCARIBE CARTAGENA 2007

•
Ildfonso Castro Angulo¹
Omar Tirado Muñoz²
Ganiveth Manjarrez Paba³

•
Recibido: 18/09/2007

Aceptado: 25/09/2007

Resumen

El proyecto de investigación para determinar los niveles de ruido en el segundo tramo de TransCaribe fue desarrollado entre los meses de mayo y junio de 2007, por el Grupo de Investigaciones Ambientales (GIA) de la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco.

El desarrollo del sistema TransCaribe es una propuesta para mejorar la movilidad urbana en Cartagena mediante un sistema de transporte de gran envergadura que utilizará autobuses de alta ocupación con el fin último de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y la productividad de la ciudad. Este proyecto de transporte masivo espera reducir los niveles de emisión acústica.

Esta investigación realizó un análisis acústico semanal que refleja el fenómeno de la contaminación sonora en Cartagena de Indias, específicamente en la zona adyacente a la avenida Pedro de Heredia, principal vía arteria de la ciudad.

¹ Químico Farmacéutico, Especialista en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Docente de Diagnóstico y Tratamiento de Aire. Programa de Ingeniería Ambiental Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco. Miembro del Grupo de Investigaciones Ambientales (GIA). Profesional Especializado del Laboratorio de Calidad Ambiental. CARDIQUE. Dirección: Las delicias Transversal 54 N° 64-19. Apto 402 - Cartagena. Teléfono: 3157367179. E -mail: foncas2001@yahoo.com

² Ingeniero Químico, Especialista en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Jefe de Extensión. Programa de Ingeniería Ambiental. Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco. Miembro del Grupo de Investigaciones Ambientales (GIA). Dirección: Turbaco Cra 32 26-51 Plan Parejo. Teléfono: 3157343255. E -mail: omar.tirado@tecnologicocomfenalco.edu.co

³ Bacterióloga, Magister en Microbiología. Coordinadora de Investigaciones. Programa de Ingeniería Ambiental. Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco. Líder del Grupo de Investigaciones Ambientales (GIA). Dirección: Pie de la Popa Conjunto Residencial San Felipe Bloque I Apto 201. Teléfono: 3114119020 - 3162453934 - 6725290 Ext 115. Fax: 6790824. E -mail: gany83@yahoo.es, gmanjarrez@tecnologicocomfenalco.edu.co.

El estudio permite concluir que la zona donde será construido el segundo tramo de TransCaribe en ciertas horas del día no cumple normas de contaminación por ruido, pues sus niveles sobrepasan los límites definidos en la legislación (80 dB).

Palabras clave: ruido ambiental, contaminación acústica, sonido, TransCaribe.

NOISE PRESSURE LEVELS IN THE SECOND SECTION OF TRANSCARIBE CARTAGENA, 2007

Abstract

This research project which intends to determine the levels of noise in the second section of Transcaribe was developed in May and June, 2007, by Tecnológico Comfenalco University Foundation Environmental Research Group (GIA).

The development of Transcaribe system is a proposal to improve urban mobility in Cartagena by means of a high speed transportation system using high occupation buses with the aim of improving citizens' life quality and city productivity as well. This mass transportation system project hopes to reduce acoustic levels.

Through this research a weekly acoustic analysis which reflects the phenomenon of noise pollution in Cartagena de Indias, especially in the zone closed to Pedro de Heredia Avenue, an important avenue in the city was carried out.

The study allows concluding that the zone where the second section of TransCaribe will be constructed, does not comply with norms against noise pollution at specific hours of the day because its noise levels are beyond the limits defined by the legislation (80 db).

Key Words

Environmental noise, acoustic pollution, sound, transCaribe

INTRODUCCIÓN

El ruido es el contaminante más común y puede definirse como cualquier sonido que sea calificado por quien lo recibe como algo molesto, indeseado, inoportuno, perturbador o desagradable. Este fenómeno afecta la calidad de vida de los habitantes urbanos (Monterroza, 2007).

En Colombia, debido al rápido crecimiento demográfico y de las necesidades de transporte de la población, se ha producido un incremento desahogado del parque automotor, constituyéndose éste como uno de los principales contaminantes del aire urbano (Muñoz *et al.*, 2006).

El principal foco de contaminación acústica proviene de fuentes móviles, las cuales tienen una incidencia directa en el entorno circundante y en la salud de la población. La magnitud de tales efectos depende de la concentración de vehículos en un punto dado, del flujo de vehículos que está circulando en un instante determinado y del nivel de intensidad sonora promedio de exposición a las fuentes emisoras (Muñoz *et al.*, 2006).

Actualmente, la contaminación por ruido es la más frecuente y subestimada, pues a determinada intensidad y tiempo de exposición produce daños, en algunos casos, irreparables (Garza y Fernando, 2004). Los principales efectos del ruido pueden ser auditivos y no auditivos; los primeros se relacionan con la pérdida de capacidad auditiva en personas expuestas, y los efectos no auditivos son aquellos que pueden generar estrés por perturbar el sueño, y ser transformadores de las actividades humanas cotidianas y del comportamiento humano (Ferrite y Santana, 2005).

En términos estrictamente ambientales, es importante resaltar los efectos del ruido sobre el deterioro de la salud pública, pues desencadena conflictos fisiológicos, psico-sociológicos, ocupacionales sobre las actividades humanas y, en general, deteriora la calidad de vida.

En Cartagena de Indias, es poco lo que se ha estudiado en materia de contaminación acústica, y comúnmente se observa que transportadores, fábricas y establecimientos comerciales e industriales utilicen artefactos sonoros a altos volúmenes, ocasionando perturbaciones por ruido, muchos como fuente de diversión (*pickups*, equipos de sonidos en los buses, bocinas), y otros como forma de promocionar sus ventas a través de altoparlantes o amplificadores, y las fábricas en la operación de equipos y herramientas de construcción.

Lo anterior ha impulsado la implementación en los últimos años de regulaciones ambientales para la prevención y control de la contaminación sonora, adelantando así, acciones que, si bien han arrojado resultados significativos, no cuentan con la integralidad e impacto suficiente para solucionar de forma sistémica esta creciente problemática ambiental.

Con la llegada del sistema de transporte masivo TransCaribe, las autoridades cartageneras pretenden obtener una disminución considerable de los niveles de ruido originados por los automotores. Este artículo presenta los resultados de niveles de ruido antes del inicio de las obras del II tramo de TransCaribe, y tiene como fin servir de punto de comparación con los niveles de ruido generados durante la obra y al finalizar la misma.

El sistema de transporte masivo TransCaribe es un complejo de buses que retoma la exitosa experiencia de Bogotá y de otros países como Brasil. El proyecto trae implícitos grandes cambios para la ciudad de Cartagena, especialmente en lo concerniente a la regulación del servicio de transporte público de pasajeros, pretendiendo mejorar la calidad de vida de sus habitantes (Habib, 2001), pero durante su construcción se podría generar un aumento considerable en los niveles de ruido, teniendo en cuenta los niveles de ruido emitidos por equipos utilizados para tal fin, como lo muestra la tabla 1.

Tabla 1. Niveles de ruido en decibeles de algunos equipos de construcción

EQUIPO	DECIBELES, dBA
Martillo neumático	103-113
Perforador neumático	102-111
Sierra de cortar concreto	99-102
Sierra industrial	88-102
Soldador de pernos	101
Bulldozer	93-96
Aplanadora de tierra	90-96
Grúa	90-96
Martillo	87-95
Niveladora	87-94
Cargador de tractor	86-94
Retroexcavadora	84-93

Tomado de: www.cpur.com

Con el fin de controlar y mitigar los efectos nocivos de la contaminación por ruido, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial establece los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental expresados en decibeles, como se expresa en la tabla 2.

Tabla 2. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles dB(A). Tomado de la resolución 0627 de abril 7 de 2006, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A)	
		Día	Noche
Sector A: tranquilidad y silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B: tranquilidad y ruido moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre		
Sector C: ruido intermedio restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	70
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	55
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	50
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.	80	70
Sector D: zona suburbana o rural de tranquilidad y ruido Moderado	Residencial suburbana.	55	45
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este estudio fue necesario hacer mediciones en el segundo tramo del proyecto TransCaribe, que comprende los siguientes puntos: bomba del Amparo (1), centro comercial La Castellana (2), Centro comercial Los Ejecutivos (3) y SENA – sector Cuatro Vientos (4). Todos las zonas muestreadas corresponden según lo esta-

blecido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, a un sector C de ruido intermedio restringido (vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales), cuyo estándar máximo permisible en el día es de 80 dB (A). La figura 1 presenta los puntos de muestreo los cuales hacen parte de las rutas troncales del sistema TransCaribe.

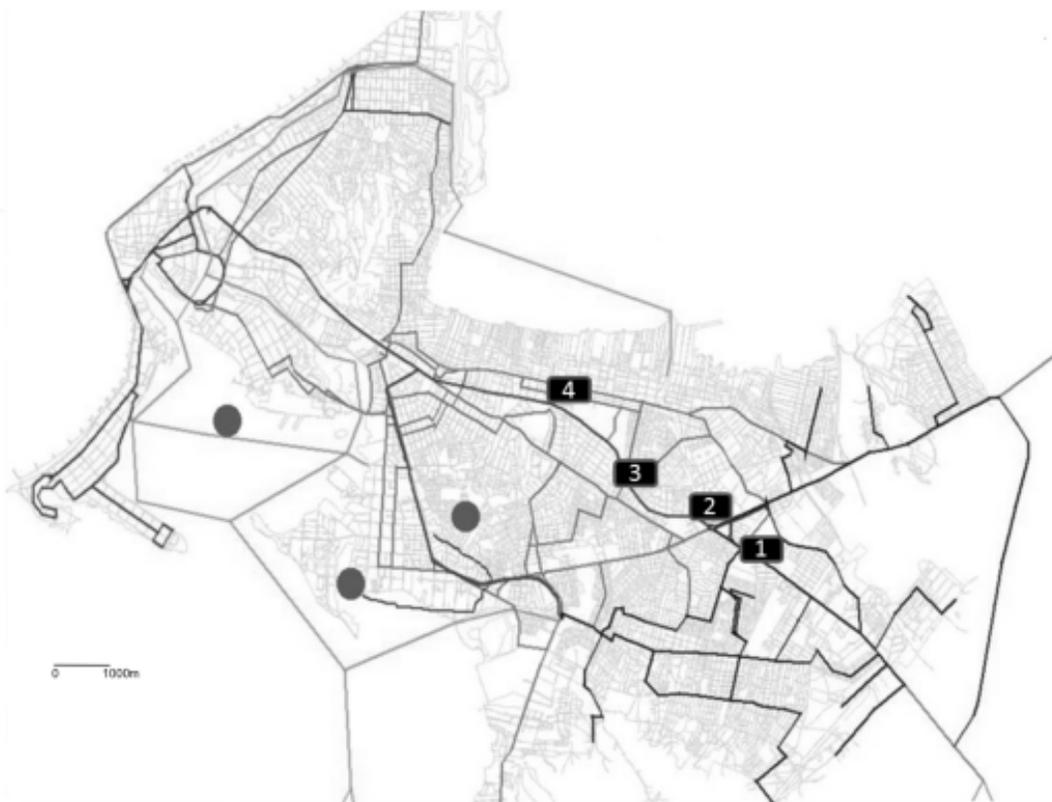


Figura 1. Zonas de muestreo. Tomado de: www.transcaribe.gov.co

Las mediciones fueron realizadas en las siguientes horas: 10:00 a. m., 11:00 a. m., 12:00 m y 1:00 p. m., por un período de seis días, utilizando un sonómetro que permitió registrar el nivel sonoro continuo equivalente de decibeles por hora y el máximo registrado en esa hora. Los resultados fueron comparados con los parámetros de referencia planteados por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en la resolución 0627 del 7 de abril de 2006.

El equipo utilizado es un sonómetro Cel, modelo 573, el cual se utilizó en la modalidad de medición ambiental por bandas de octavas, efectuando episodios de medición de mínimo 15 minutos cada hora, y registrando los valores obtenidos para su posterior procesamiento. Las mediciones se hicieron instalando el equipo en un trípode a 1.5 m de altura y se calibró el equipo antes y después de cada día de medición.

RESULTADOS

Los resultados distribuidos por zonas se presentan en las tablas 3, 4, 5 y 6. La zona de la Bomba del Amparo presentó los mayores niveles de ruido. De igual forma puede observarse que otro de los niveles más altos son los que corresponden a la zona del centro comercial los Ejecutivos, seguido de la zona del centro comercial La Castellana, y la zona SENA-sector Cuatro Vientos registró los niveles de ruido más bajos.

Los resultados de los niveles de ruido registrados L_{eq} (A) indican que los niveles en las zonas Castellana, Ejecutivos y SENA sector Cuatro Vientos presentan valores inferiores a los 80 dB, límite establecido para vías troncales, autopistas, vías arteria y vías principales. La zona Bomba del Amparo no cumple los niveles máximos permisibles de ruido ambiental, pues todas las mediciones superaron los 80 dB.

Los resultados para ruido por horas de muestreo se presentan en la figura 2. La zona de la bomba del Amparo registra los niveles máximos a las 10:00

a.m. (85.6 dB A), 12:00m (87.1 dB A) y 1:00 p.m (86.1 dB A), y el sector del SENA de los Cuatro Vientos registró máximos niveles a las 11:00 a.m. (86.12 dB A). Para mayor ilustración en la presentación de los resultados, en la tabla 7 y en la figura 3 se presentan los registros de niveles de ruido por hora.

Tabla 3. Resultados de las mediciones de niveles de ruido en la zona bomba del Amparo.

HORA DE MEDICIÓN	10:30 a.m.	12:00 p.m.	1:00 p.m.
DURACIÓN	15 min	15 min	15 min
LEQ (L)			
LEQ (dBA)	85.6	87.1	86.1
16 Hz (dB)	76.8	80.9	77.7
32 Hz (dB)	72.8	75.1	74.7
63 Hz (dB)	77.8	77.4	77.3
125 Hz (dB)	81.3	81.0	81.3
250 Hz (dB)	77.8	78.0	77.7
500 Hz (dB)	73.2	79.6	73.2
1 K (dB)	74.3	78.8	74.6
2 K (dB)	70.5	75.4	72.6
4 K (dB)	68.9	74.2	69.6
8 K (dB)	68.0	69.4	68.6
16 K (dB)	-	-	-

HORA DE MEDICIÓN	10:48 a.m.	11:02 a.m.	11:23 a.m.	11:37 a.m.	12:40 p.m.	12:53 p.m.	1:10 p.m.	1:25 p.m.	1:42 p.m.
DURACIÓN	12 min	15 min	11 min	11 min	10 min	12 min	10 min	12 min	12 min
LEQ (L)	83.9	84.4	84.5	83.8	83.7	82.6	86.1	82.0	81.5
LEQ (dBA)	73.5	75.7	76.1	74.8	73.8	74.1	85.0	73.2	73.3
16 Hz (dB)	72.7	71.4	70.4	70.5	71.3	69.7	69.4	70.3	68.9
32 Hz (dB)	75.8	76.7	76.7	75.9	76.0	74.4	73.5	73.6	73.8
63 Hz (dB)	78.9	80.2	80.0	79.8	78.8	77.5	77.6	76.7	76.1
125 Hz (dB)	75.7	76.1	76.8	75.7	74.8	74.2	73.7	72.4	72.3
250 Hz (dB)	69.9	70.3	71.4	70.5	69.1	69.5	69.6	78.3	67.8
500 Hz (dB)	71.1	72.6	73.8	71.4	71.2	72.2	71.9	70.8	69.5
1 K (dB)	68.3	70.3	71.3	69.5	69.1	69.2	70.4	68.0	67.6
2 K (dB)	66.3	69.6	68.8	68.4	66.4	66.6	72.9	66.5	65.4
4 K (dB)	62.1	64.3	64.8	64.4	62.9	61.6	82.8	62.3	66.4
8 K (dB)	55.8	57.6	56.4	57.1	56.4	55.7	72.9	55.4	53.9
16 K (dB)	47.4	51.7	48.1	48.0	48.9	48.5	69.4	47.4	47.0

Observaciones: día sin moto en la ciudad

Tabla 4. Resultados de las mediciones de niveles de ruido en la zona centro comercial La Castellana

Tabla 5. Resultados de las mediciones de niveles de ruido en la zona centro comercial Los Ejecutivos

HORA DE MEDICIÓN	10:26 a.m.	10:38 a.m.	10:55 a.m.	11:11 a.m.	11:29 a.m.	11:43 a.m.	12:10 p.m.	12:30 p.m.
DURACIÓN	6 min	10 min	10 min	12 min	10 min	11 min	10 min	10 min
LEQ (L)	83.4	84.4	84.1	84.4	83.9	82.4	83.5	85.6
LEQ (dBA)	79.0	76.0	75.8	76.3	77.8	74.4	76.6	78.9
16 Hz (dB)	68.8	70.0	69.6	70.2	69.5	69.4	70.2	69.8
32 Hz (dB)	76.4	79.1	78.8	79.4	78.3	78.5	78.1	81.3
63 Hz (dB)	79.8	78.6	79.1	77.8	76.7	75.3	77.3	78.3
125 Hz (dB)	76.1	77.3	75.7	77.8	75.7	73.8	75.6	76.7
250 Hz (dB)	70.2	73.5	71.7	71.6	72.1	70.2	72.3	72.4
500 Hz (dB)	70.4	72.2	72.2	73.0	76.3	70.8	72.7	76.2
1 K (dB)	67.8	70.6	70.1	70.9	72.2	68.8	70.8	74.7
2 K (dB)	67.0	68.5	68.8	68.7	70.2	67.7	69.2	71.2
4 K (dB)	65.6	67.6	67.2	67.4	67.3	65.2	69.0	58.2
8 K (dB)	60.8	61.3	60.1	61.7	62.8	58.6	64.1	62.0
16 K (dB)	53.6	55.7	54.9	64.4	57.7	52.5	58.5	58.4

Tabla 6. Resultados de las mediciones de niveles de ruido en la zona SENA sector cuatro vientos

HORA DE MEDICIÓN	10:30 a.m.	10:46 a.m.	11:06 a.m.	11:27 a.m.	11:45 a.m.	1:05 p.m.	1:19 p.m.	1:34 p.m.	1:49 p.m.
TEMPERATURA	33.3°C	35.6°C	35.9°C	36.1°C		34°C			33.6°C
DURACIÓN	12 min	12 min	12 min	13 min	12 min	12 min	12 min	13 min	10 min
LEQ (L)	80.8	79.8	85.9	92.8	88.9	80.2	87.8	84.6	82.7
LEQ (dBA)	72.8	68.9	62.6	59.4	62.3	64.5	60.8	61.4	60.1
16 Hz (dB)	68.3	66.7	75.1	83.1	70.8	69.9	77.8	74.6	73.7
32 Hz (dB)	73.8	70.1	70.5	77.3	73.1	68.3	71.8	69.5	69.6
63 Hz (dB)	76.3	73.3	69.0	71.8	68.7	68.6	67.8	66.3	67.5
125 Hz (dB)	70.9	67.5	63.7	66.5	63.9	63.6	62.1	61.1	62.2
250 Hz (dB)	64.0	60.8	56.9	61.3	57.5	57.7	55.9	55.0	56.2
500 Hz (dB)	66.4	64.8	58.3	58.2	59.0	59.5	57.3	54.9	55.9
1 K (dB)	68.7	64.6	57.2	55.6	57.2	59.2	55.6	57.0	54.5
2 K (dB)	66.0	62.0	56.6	52.7	55.5	58.1	54.2	55.6	53.8
4 K (dB)	63.6	59.3	52.8	49.3	51.6	55.9	50.3	51.0	50.5
8 K (dB)	60.9	53.9	49.0	45.1	47.8	52.5	46.8	46.1	46.7
16 K (dB)	52.8	47.8	42.3	41.2	42.2	45.0	40.7	39.5	39.9

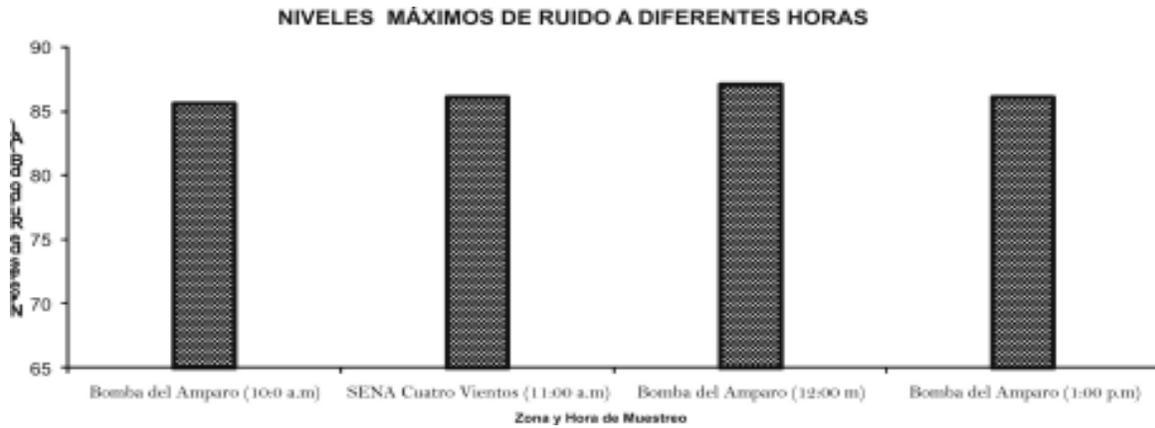


Figura 2. Niveles máximos de ruido a diferentes horas del día.

Tabla 7 Niveles máximos de ruido por hora (dB(A)) (nm: no medido)

ZONA DE MUESTREO	10:00 a.m.	11:00 a.m.	12:00 m	1:00 p.m.
Bomba del Amparo	85,6	nm	87,1	86,1
Castellana	83,9	84,2	84,2	83,2
Los Ejecutivos	83,9	83,5	83,6	nm
SENA Cuatro Vientos	80,3	86,1	nm	nm

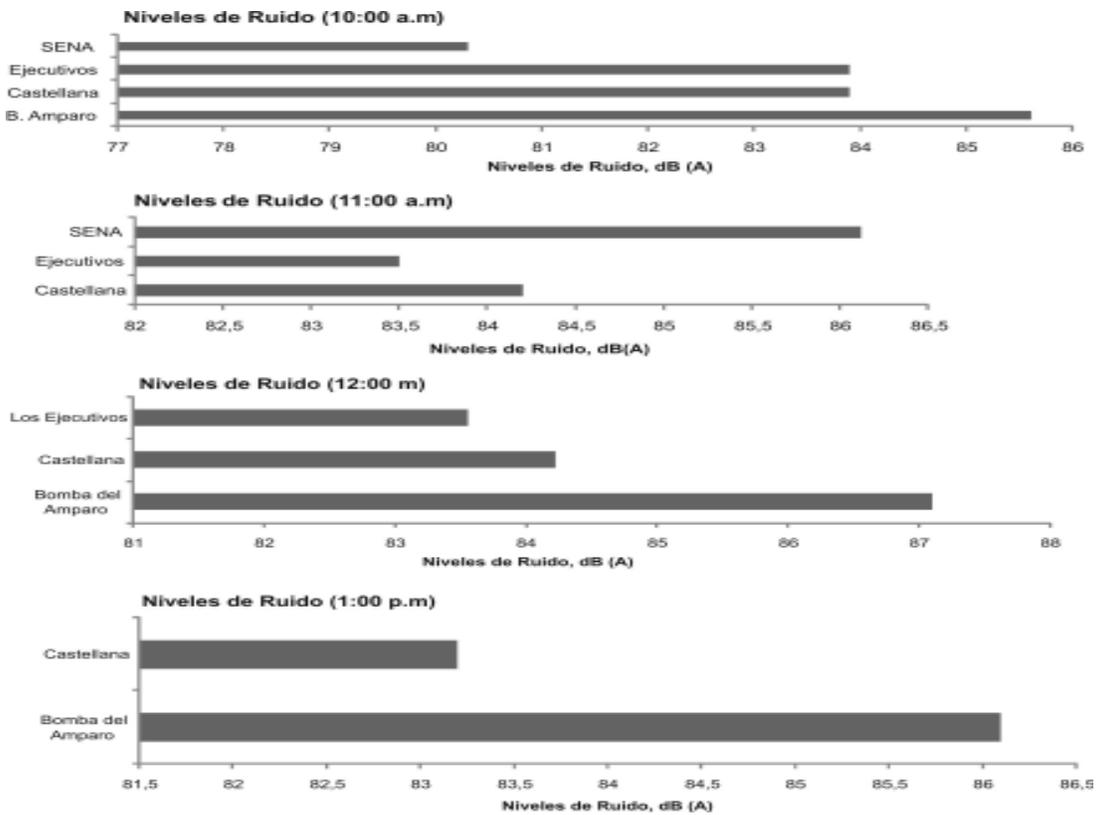


Figura 3. Niveles de ruido a diferentes horas (10:00 a.m - 1:00 p.m.)

DISCUSIÓN

En relación con el impacto ambiental de la construcción de la fase II del sistema de transporte masivo TransCaribe, estos datos permitirán comparar con los niveles acústicos durante y después de terminada esa fase del proyecto.

Otras ciudades con experiencias exitosas en el campo del transporte masivo, como Bogotá con TransMilenio, registran datos que demuestran que durante la segunda mitad del siglo pasado, el sistema de transporte público se caracterizó por la presencia de fallas de mercado. Estas fallas se tradujeron en ineficiencias en la provisión del servicio, exceso de buses, congestión, altas tasas de accidentalidad, contaminación acústica, ambiental y tiempos de viaje excesivamente altos.

Pero, los beneficios de la introducción del nuevo sistema no se distribuyeron equitativamente a lo largo de la población, y las reducciones en los tiempos de viaje, contaminación y tasas de accidentalidad favorecieron mayoritariamente a los usuarios de TransMilenio (Echeverry *et al.*, 2007).

En la actualidad las autoridades locales, nacionales e internacionales han desarrollado normativas que regulan los niveles máximos de ruido. Sin embargo, a la hora de verificar el cumplimiento de dichas normativas surgen numerosas dificultades (Castillo *et al.*, 2007).

En el presente estudio el análisis de las mediciones realizadas en los diferentes sitios revela que, a excepción del punto bomba del Amparo, no sobrepasan el nivel máximo permisible de ruido establecido para el sector C. “Áreas de ruido intermedio restringido, subsector vías troncales autopistas, vías principales”, cuyo estándar es de 80 dB(A) de día y 70 dB(A) de noche. Los niveles más altos se ubican en las estaciones bomba del Amparo, Castellana y Ejecutivos.

Sin embargo, sí se registraron niveles máximos superiores a 80 dB(A) en todos los puntos y en

todas las horas usadas para medición. Esto apoya la teoría que el problema del ruido en esta zona se relaciona más con casos específicos de vehículos más ruidosos que otros (pitos, bocinas, parlantes, frenos de aire) que una emisión de ruido similar en todo el trayecto. Lo anterior se apoya en las observaciones de campo hechas durante la medición. Otro punto importante a resaltar es el hecho que los niveles de ruido varían sustancialmente según la hora de medición.

Durante la construcción de la II Fase del proyecto, las mediciones continuas en las diversas zonas permitirán comprobar esta afirmación, por lo que se convierte en una oportunidad para definir estrategias de acción que permitan prevenir la generación del ruido en las vías de Cartagena, ya que la reducción del ruido es un objetivo primordial de las entidades ambientales, por los beneficios que a corto, mediano y largo plazo generarán en la comunidad cartagenera.

En relación con lo anterior, algunos autores han estimado que los costos sociales producidos por el ruido son elevados, mientras que las inversiones para reducir el número de personas afectadas por éste pueden ser hasta un 10% menos del costo de los daños producidos (Ruza, 1998).

En conclusión, el ruido en el área circundante a la avenida Pedro de Heredia de Cartagena de Indias, Colombia, es un contaminante que no cumple con la norma vigente en horas específicas del día. Es evidente que se requieren programas de control y disminución del ruido en estos sitios para mejorar la calidad de vida de los vecinos de estos lugares y de los usuarios de las vías.

AGRADECIMIENTOS

- Estudiantes de sexto semestre, Ingeniería Ambiental, 2007- I
- CARDIQUE

- Dirección de Investigaciones Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco
- Centro Comercial La Castellana
- Centro Comercial Los Ejecutivos
- SENA Industrial – sector Cuatro Vientos

BIBLIOGRAFÍA

- CASTILLO, A., VÁSQUEZ, J., SÁNCHEZ, V y DEL RÍO, P. (2007). Sistema remote de adquisición para el control del ruido ambiental con FPGA y EPAA. URL:http://www.iberchip.org/iberchip2007/articulos/1/c/paper/3acastilliberchip_ruido.pdf. Recuperado el: 15/08/07.
- COLOMBIA. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 0627 de abril 7 de 2006.
- FERRITE, S y SANTANA, V. (2005). Joint effects of smoking, noise exposure and age on hearing loss. *Occupational Medicine*. 55:48-53.
- ECHEVERRY, J., Ibáñez, A., Moya, A. (2007). Una evaluación económica del sistema TransMilenio. Facultad de Economía, Universidad de los Andes. URL:<http://revistaing.uniandes.edu.co/pdf/rev21art7.pdf?ri=65116cd914072964bef92efe0070ddce>. Recuperado el: 17/08/07.
- HABIB MUSTAFÁ, Y. (2001). Impactos del sistema TransMilenio Fase II. URL: http://triton.uniandes.edu.co:5050/dspace/bitstream/1992/440/1/mi_935.pdf. Recuperado el: 10/10/07.
- MONTERROZA, A. (2007). Proyecto de control de ruido en la ciudad de Cartagena. EPA Cartagena.
- MUÑOZ, V., Caballero, J Cavas, L. (2006). Análisis predictivo de contaminación acústica aplicados al tráfico vehicular, relación entre un modelo teórico y uno computacional. *Tecniacústica Gandía*. Departamento de Ing. Mecánica. Universidad del Norte. Barranquilla (Colombia).
- The Center to Protect Workers Rights. Ruido en la construcción, advertencia de peligro. URL: http://www.cpwr.com/pdfs/pubs/hazard_alerts/Kfspanno.pdf. Recuperado el: 12/10/07.
- RUZA, F. (1988). El ruido del tráfico: Evaluación y corrección de su impacto. *Seminario sobre Impacto Ambiental de Carreteras*, PIARC, España.