

## **21. Medio Ambiente**

### **Evaluación de los niveles de presión sonora en tránsito en un área mixta, ubicada en el Distrito de Ciudad del Este**

Pérez Benítez, Adriana María; Tercariol Martínez, Jessica Tamara; Toppi Acosta,  
Nathalia Antonia

Universidad Nacional del Este  
Facultad de Ingeniería Agronómica  
Minga Guazú - Alto Paraná - Paraguay  
natytoppiacos@gmail.com, adriperezap@gmail.com

---

#### RESUMEN

El estudio fue realizado en un centro urbano, en el distrito de Ciudad del Este, Paraguay. Se establecieron dos puntos de mediciones, se ha utilizado dos tipos de perfil: el abierto, que se tiene en cuenta cuando no hay superficies reflectantes cercanas y el perfil L, cuando solo hay un plano de fachadas donde puede aumentar en hasta 3 dB el nivel cercano a la fachada; durante los horarios diurno, nocturno y pico establecidos en la ley 1100/97 de prevención de la polución sonora de la República del Paraguay. La variable evaluada ha sido el decibelio A (dBA) teniendo como resultado que los niveles de presión sonora son más altos los días viernes tanto en horario pico diurno y nocturno debido al incremento de circulación, así mismo se registraron mayores niveles de presión sonora en el perfil L de la vía que en el perfil abierto a causa de las paredes refractantes característico a la descripción del perfil de vía L. Se estableció una comparación ante los parámetros establecidos por la ley, donde se ha distinguido que en el horario nocturno, la media de los niveles de presión sonora obtenidos durante las mediciones supera ampliamente el límite; a diferencia del horario pico ocasional, donde se puede observar que la media de los dBA obtenidos en la etapa de recolección dista más de 10 dBA del límite establecido, es decir, en dicho horario se encuentra dentro del rango.

#### **Palabras clave:**

Presión sonora, decibelímetro, área mixta, perfil de vía, polución sonora

## **1. INTRODUCCIÓN**

Debido al rápido crecimiento demográfico lo cual conlleva a la necesidad del aumento de transporte de la población, se ha producido un crecimiento acelerado del parque automotor, constituyéndose éste como uno de los principales contaminantes del aire urbano. El mayor porcentaje de contaminación sonora, proviene de fuentes móviles, las cuales tienen una incidencia directa en el entorno circundante y a la salud de la población. La magnitud de tales efectos tiene relación con la concentración de los medios de transportes en un punto dado, del flujo de vehículos que está circulando en un instante determinado y al nivel de intensidad sonora promedio de exposición de las fuentes emisoras, principales factores que influyen en la intensidad de dichos efectos, aunque existen otros elementos como el clima y la presión atmosférica cuyo análisis no se han efectuado en el presente trabajo.

El ruido es cualquier sonido, con cualquier intensidad, con la posibilidad de producir cualquier efecto fisiológico o psicológico indeseable en un individuo o que altera con sus fines sociales o los de un grupo. Dentro de los fines sociales se hallan todas las actividades humanas como son: el trabajo, descanso, diversiones y el sueño. Según Kiely (1999) cuando se habla de ruido en términos técnicos, se habla de presión sonora. La presión sonora se suele medir en decibelios (dB). El decibelio es un valor relativo y logarítmico, que expresa la relación del valor medido respecto a un valor de referencia. Logarítmico significa que no medimos en una escala lineal, sino exponencial.

Se entiende que la polución sonora es una problemática generalizada en todos los países del mundo, acrecentándose ésta en las grandes y medianas ciudades; pero ello no exonera a los pequeños asentamientos humanos, donde personas con insuficiente Educación Ambiental hacen que estos presenten altos índices de polución sonora. Según Kiely (1999) el alcance de la molestia de un sonido dado depende no sólo del nivel del sonido y de su duración sino también del oyente y de la actividad llevada a cabo en ese momento. Los sonidos durante la

noche se consideran dos veces más sonoros que el mismo sonido durante el día. Los niveles de ruido diurno de menos de 50 dBA al aire libre pueden conllevar molestias poco o nada serias en la comunidad Sin embargo, Herbert *et al*, citados por el mismo autor (1999) han constatado unos umbrales de queja más bajos y un porcentaje significativo de la comunidad puede molestar con niveles inferiores a 50dBA.

Según la Ley 1100/97 de prevención de la polución sonora en la República del Paraguay tiene por objeto prevenir la polución sonora en la vía pública, plazas, parques, paseos, salas de espectáculos, centros de reunión, clubes deportivos y sociales y en toda actividad pública y privada que produzca polución sonora.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Evaluar los niveles de presión sonora en tránsito en un área mixta, ubicada en el distrito de Ciudad del Este.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Determinar los niveles de presión sonora del tránsito vehicular en un área mixta del distrito de Ciudad del Este.
- Comparar los niveles de presión sonora generados por el tránsito vehicular en diferentes horarios en la zona de estudio.
- Comparar los datos obtenidos con los parámetros establecidos por la Ley 1100/97 de prevención de la polución sonora en la República del Paraguay.

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1 Ubicación**

El estudio se llevó a cabo en la intersección de la Supercarretera Mariscal Francisco Solano López con las Avenidas San José, Los Yerbales y Amado Benítez Gamarra, a

1 km de la Ruta Nacional N° 7 “Dr. José Gaspar Rodríguez de Francia” en el distrito de Ciudad del Este, Capital del Departamento del Alto Paraná, Paraguay.

## **4.2 Características de la zona**

Ciudad del Este es una ciudad del extremo Este del Paraguay, capital del Departamento de Alto Paraná, situada a 327 km de la capital del país, Asunción. Por su población y por su desarrollo económico, es la segunda ciudad más importante del Paraguay, contando con 396 091 habitantes. Forma parte de la zona conocida como la Triple Frontera, en donde contacta la soberanía paraguaya con la del Brasil en Foz do Iguazú, y con la soberanía de la Argentina en Puerto Iguazú.

### **4.2.2. Clima**

El clima de Ciudad del Este es subtropical húmedo. La temperatura media anual es de 22 °C. El promedio anual de precipitaciones es abundante, con 1850 mm aproximadamente. El verano es caluroso, con un promedio de enero de 27 °C. La elevada humedad suele volver sofocante al calor. El invierno es fresco, con una temperatura promedio de julio de 17 °C. Raramente se dan temperaturas inferiores a 1 °C o superiores a 38 °C.

El municipio de Ciudad del Este se caracteriza por no contar con una zona rural, siendo el comercio la principal actividad de sus pobladores.

## **4.3 Zonificación**

La zona de estudio corresponde a un radio de 100 metros a la redonda, teniendo como centro a la rotonda del área 1. Se determinaron dos puntos donde se realizaron las mediciones mediante lo propuesto por Miyara (2004) que identifica a los mismos como perfil de vía, estos pueden ser de tres tipos (abierto, en L, y en U) e identifica tres formas aceptadas para medir el sonido, no obstante se ha utilizado dos tipos de perfil: el abierto, que se tiene en cuenta cuando no hay superficies reflectantes cercanas y el perfil L, cuando solo hay un plano de fachadas y la forma

de medición del sonido fue en la vereda, a 1,5 m de altura sobre el piso y 2m de la fachada.

Los dos puntos donde se realizaron las mediciones correspondieron a: el Punto 1 al perfil en L, ubicado a 65 metros del centro de la rotonda (UTM-21J 7175851 N 736942 E), el Punto 2 al perfil abierto situado a 80 metros del centro de la rotonda (UTM-21J 7175738 N 737033 E).

#### **4.4 Tipo de investigación**

El tipo de investigación fue de carácter descriptivo, transeccional o transversal y no experimental. Best, Avila, Kerlinger y Howard citados por Benitez (2011)

#### **4.5 Insumos utilizados**

El equipo de medición de sonido utilizado fue el sonómetro o decibelímetro, de la marca Schwyz modelo SC212-3; y el anemómetro/termómetro digital que controló la velocidad del viento durante los periodos de medición.

#### **4.6 Recolección de datos**

La ley 1100/97 de prevención de la polución sonora, establece que el horario diurno es a partir de las 07:00 hs hasta las 20:00 hs, el horario nocturno es de 20:00 hs a 07:00, el horario pico ocasional es de 07:00 hs a 12:00 hs y de 14:00 hs a 19:00 hs. Como se observa en el Cuadro 1 se han efectuado los levantamientos de datos 3 veces al día en el horario establecido por la ley y en tres días de la semana (lunes, miércoles y viernes) que fueron seleccionados aleatoriamente de acuerdo al flujo vehicular de la semana.

**Cuadro 1.** Forma de recolección de datos. Ciudad del Este. 2013

DIAS	LUNES			MIÉRCOLES			VIERNES		
HORARIOS	DIA	PICO OCASIO- NAL	NOCHE	DIA	PICO OCASIO- NAL	NOCHE	DIA	PICO OCASIO- NAL	NOCHE
		12:00 - 12:30	17:00 - 17:30	20:00 - 20:30	12:00 - 12:30	17:00 - 17:30	20:00 - 20:30	12:00 - 12:30	17:00 - 17:30
ZONAS	Punto 1	Punto 1	Punto 1	Punto 1	Punto 1	Punto 1	Punto 1	Punto 1	Punto 1
	Punto 2	Punto 2	Punto 2	Punto 2	Punto 2	Punto 2	Punto 2	Punto 2	Punto 2

Fuente: Propia.

El horario pico ocasional escogido fue 17:00 y 18:00 hs, por ser los horarios de mayor concurrencia vehicular en la zona de estudio. El tiempo de medición del ruido fue de media hora en cada punto establecido en la zonificación donde se tomaron apuntes de los niveles máximos y mínimos que se registraron en el momento de la medición.

#### 4.7 Variables evaluadas

En todos los casos, la variable evaluada ha sido el nivel de presión sonora, con variaciones en cuanto a su análisis. La presión sonora se mide en decibelios A (dBA).

4.7.1 Nivel de presión sonora.

4.7.2 Nivel de presión sonora por horarios.

4.7.3 Nivel de presión sonora por horarios en función a la ley.

#### 4.8 Análisis de datos

Una vez recolectados los datos de cada punto se procedió a realizar el análisis de los puntos aplicando la media aritmética de cada punto y de la suma de ambos obteniendo así la media de presión sonora del área en estudio. Los datos ordenados se presentan en cuadros y gráficos con los resultados obtenidos de los niveles de presión por horarios de medición y la comparación con los límites establecidos en la Ley 1100/97 de Prevención Sonora.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSION

### 5.1. Niveles de presión sonora.

Los datos del Cuadro 2 indican que los viernes los niveles de presión sonora son más altos que los miércoles y considerablemente más que los lunes. El fenómeno se dió en relación al mayor flujo vehicular en ese día.

En el perfil L de la vía (Punto 1) los niveles de presión sonora son mayores debido a que existe una superficie que refracta las ondas sonoras, en el cuadro2 se observa que los días viernes se registra los niveles más altos de presión sonora, en el horario diurno la máxima es de 71,9 dBA, dentro del horario pico ocasional es de 74,07 dBA y en el horario de la noche es de 70, 74 dBA. En el perfil abierto de la vía (Punto 2) se puede comprobar que los niveles de presión sonora son más bajos debido a que no hay superficies reflectantes cercanas donde el sonido se propaga con mayor facilidad donde la máxima para el horario diurno fue de 69,69 dBA, para el pico ocasional una máxima de 71,38 y para el horario nocturno una máxima de 68,11.

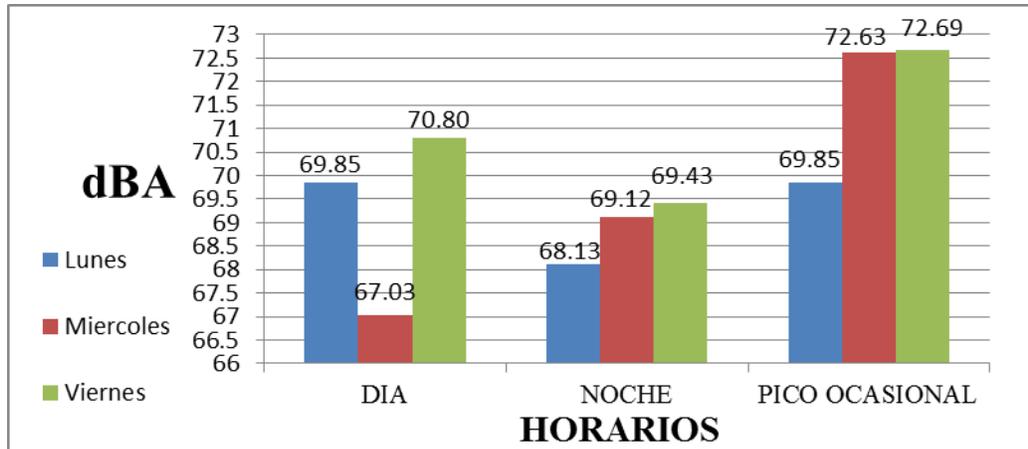
Con esto se confirma el alegato de Miyara (2004) que señala que: "El perfil en L puede aumentar en hasta 3 dB el nivel cercano a la fachada".

**Cuadro 2.** Promedio de nivel de presión sonora por punto, día y horario de recolección de muestras. Ciudad del Este. 2013

	DIA		PICO OCASIONAL		NOCHE	
	Punto 1	Punto 2	Punto 1	Punto 2	Punto 1	Punto 2
<b>LUNES</b>	70,64	69,06	71,68	69,97	67,75	68,5
<b>MIÉRCOLES</b>	66,48	67,57	74,07	71,19	70,04	68,2
<b>VIERNES</b>	71,9	69,69	73,99	71,38	70,74	68,11
<b>MEDIA</b>	<b>69,67</b>	<b>68,77</b>	<b>73,25</b>	<b>70,85</b>	<b>69,51</b>	<b>68,27</b>

Fuente: Resultado del análisis de los datos de la investigación. (2013)

## 5.2. Niveles de presión sonora en diferentes horarios en la zona de estudio.



**Gráfico 1.** Comparación de los niveles de presión sonora según días y horarios de día, noche y pico ocasional. Ciudad del Este. 2013.

El gráfico 1 representa la categorización por horarios de las medias obtenidas cada día de medición. Se puede observar que los mayores niveles de presión sonora se encuentran dentro del horario pico ocasional, con 69,85; 72,63; y 72,69 dBA para los días lunes, miércoles y viernes respectivamente; en comparación a los horarios correspondientes al diurno y nocturno.

Además se distingue un aumento significativo en los dBA en los horarios de la noche y pico ocasional, en relación a la proximidad del fin de semana (específicamente el viernes) por el aumento que se produce en el flujo de vehículos en esos días. Concordando con lo expuesto por Segués (2008) "Cuantos más vehículos circulen por un tramo de carretera durante un periodo determinado, mayor será el nivel sonoro equivalente en el entorno de la carretera para ese periodo. Desde el punto de vista acústico, una duplicación del número de vehículos, con el resto de condiciones homogéneas, se traduce en un aumento de 3 dBA de los niveles sonoros".

Se desarrollaron los picos máximos durante el paso de ambulancias y vehículos con altoparlantes incidiendo en los niveles de presión sonora aumentando los dBA

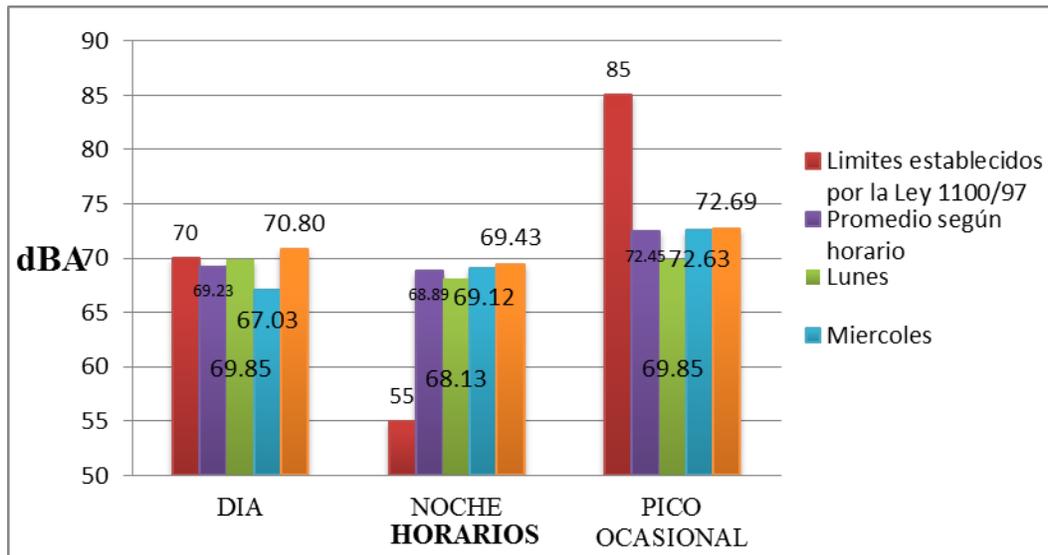
momentáneamente, pero al realizar la media aritmética esos datos quedan dentro del rango, por tanto no hay variación muy amplia, o la misma es despreciable al ser apenas pocos segundos.

**5.3.** Comparación de los datos obtenidos con los parámetros establecidos por la Ley 1100/97 de prevención de la contaminación sonora en la República del Paraguay.

El gráfico 2 revela que el promedio del nivel de presión sonora obtenido para los días Lunes, Miércoles y Viernes dentro del horario diurno; es de 69,23 dBA, se encuentra en el límite de los 70 dBA permitidos por la ley 1100/97, sobrepasándolo por 0,8 dBA, el nivel sonoro diurno promedio se encuentra dentro de los límites.

En el horario nocturno, la media del nivel de presión sonora; de 68,89 dBA, obtenido durante las mediciones supera en 13,89 dBA correspondiente a un porcentaje de 25,25 % el límite establecido en la ley, que establece como límite para ese horario 55 dBA. El hecho de que el flujo vehicular es más fluido, es decir el tráfico es menor y los vehículos circulan a mayor velocidad aumentando el nivel de presión sonora emitido por sus motores, caños de escape y rozamiento de neumáticos. De esta manera el resultado concuerda con los enunciados de Segué (2008) "A mayor velocidad mayor potencia de emisión y mayor nivel de ruido en los receptores", y Miyara (2003) "Para flujos no saturados (es decir, donde los vehículos pueden circular en forma más o menos independiente entre sí) se cumple que por cada aumento al doble del flujo hay un incremento de 3 dB en el nivel de ruido".

A diferencia del horario pico ocasional, donde se puede observar que el resultado obtenido en la etapa de recolección y análisis de los datos se encuentra 12,55 dBA por debajo del límite de 85 dBA, es decir, se encuentra dentro del límite establecido por la ley con 72,45 dBA en promedio. El resultado acorde a lo expuesto por Miyara (2003) "Cuando se alcanza la saturación, las dificultades de maniobrabilidad hacen que la velocidad media disminuya, lo cual produce un incremento menor del nivel de ruido".



**Gráfico 2.** Comparación de las con los límites establecidos por la Ley 1100/97 de Prevención de la Polución Sonora. Ciudad del Este. 2013.

## 6. CONCLUSIÓN

Se ha determinado los niveles de presión sonora debido al tránsito vehicular en un área mixta del distrito de Ciudad del Este teniendo en cuenta los puntos 1 y 2, correspondiendo al perfil L de la vía y el perfil abierto de la vía respectivamente.

Se ha podido constatar que en el punto 2 los niveles de presión sonora son menores debido a la dispersión de las ondas de sonido, a diferencia del punto 1, en donde se encontraron mayores niveles de presión sonora a causa de la reflexión del sonido en las paredes de los establecimientos.

Se han obtenido resultados que superan ampliamente los límites establecidos por la Ley 1100/97 de prevención de la polución sonora en la República del Paraguay para los horarios pico ocasional, a diferencia del horario nocturno donde los resultados se encontraron dentro del rango permisible, así también en el horario diurno, con la

discrepancia de encontrarse éstos cerca del límite establecido por la ley mencionada anteriormente.

Se ha podido verificar además, que el nivel de presión sonora aumenta paulatinamente conforme se acerca el final de semana, siendo el viernes el día cuyo nivel de presión registra el mayor aumento.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

Benítez, D. (2011). Análisis de la generación de ruido en la zona de influencia de la discoteca ubicada en el barrio boquerón distrito de Ciudad del Este. Tesis (Ing. Amb.) Ciudad del Este, Paraguay. Carrera de Ingeniería Ambiental. FIA. UNE. 37 p.

Kiely, G. (1999). Ingeniera Ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Editorial Nomos S.A. España.

Martinez & Peters. (2003). Contaminación Acústica y Ruido. Edición Ecologistas en acción. Madrid. España.

Miyara, F. (2004). Acústica Urbana. Texto ordenado de la exposición realizada el 22/07/04 por el autor en el Taller sobre "Ruido del tránsito. Ruido industrial. Ruido de locales de entretenimiento" Montevideo, Uruguay.

Miyara, F. (2000). Modelización del ruido del tránsito vehicular. Recuperado de:  
<http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/MRT.pdf>

PARAGUAY. Ley No 1100/97. 1997. Prevención de la Polución Sonora. Asunción, PY. CEJ. 6 p.

Segués, F. 2008. Ruido de Tráfico: Carreteras. Consultado. Recuperado de:  
[http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:45753/componente45751.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45753/componente45751.pdf)



Asociación de Universidades  
GRUPO MONTEVIDEO Universidad de  
Playa Ancha  
**SEPTIEMBRE 29, 30 Y 1 DE OCTUBRE**

Segués, F. 2007. Conceptos básicos de ruido ambiental. Recuperado de:  
<http://sicaweb.cedex.es/docs/documentos/conceptos-Basicos-del-ruido-ambiental.pdf>