

# PRIMERAS JORNADAS REGIONALES DE ACÚSTICA AdAA 2009

19 y 20 de noviembre de 2009, Rosario, Argentina



AdAA2009-A012R

## Mediciones comparativas de niveles de presión sonora a diferentes alturas en el ámbito urbano

Vechiatti, Nilda<sup>(a,b)</sup>,  
Gomez, Pablo<sup>(b)</sup>,  
Gavinowich, Daniel<sup>(b)</sup>,  
Feo Rodríguez, Walter<sup>(c)</sup>,  
Iasi, Federico<sup>(a)</sup>,  
Sinnewald, Daniel<sup>(b)</sup>,  
Ciccarella, Pablo<sup>(b)</sup>,  
Ruffa, Francisco<sup>(d)</sup>.

(a) Laboratorio de Acústica y Luminotecnia, Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. de Buenos Aires, Centenario y 506, Gonnet, Bs. As., Argentina. E-Mail: ciclal@gba.gov.ar

(b) Laboratorio de Acústica y Electroacústica (LACEAC), Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, Paseo Colón 850, CABA, Argentina. E-Mail: laceac@fi.uba.ar

(c) Arquitectura y Consultoría Acústica ARQUICUST, Av. Javier Prado Oeste 304, Magdalena, Lima, Perú.

(d) Universidad Nacional de Tres de Febrero, Valentín Gómez 4828, Caseros, Pcia. de Buenos Aires, Argentina.

### Abstract

The LACEAC has been measuring noise in Buenos Aires since 1970, year in which the first map was created. Newer records allowed to update and correlate values. Following old standards, the measurements were taken at a height of 1,5 m. Recent local legislation and Directives from the European Union set the height to 4 m. This communication compares the values from simultaneous measurements at both heights while emphasizing the weather corrections made by “in situ” conditions versus those taken from the Meteorological Service as an average for the urban areas.

### Resumen

El LACEAC ha efectuado mediciones de nivel sonoro en Buenos Aires desde 1970, año de concreción del primer mapa de ruido de la ciudad. Registros posteriores permitieron la actualización y correlación de valores. Siguiendo viejas normativas, la altura de medición era de 1,5 m. La legislación local reciente y las directivas de la Unión Europea fijan en 4 m esa altura. Esta comunicación compara valores a partir de medidas simultáneas a ambas alturas, a la vez que hace hincapié en las correcciones meteorológicas *in situ* versus las recogidas por el Servicio Meteorológico como promedio para el ámbito urbano.

## 1 Introducción

En la actualidad, las mediciones de niveles sonoros para evaluación del ruido urbano en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires deben realizarse siguiendo los lineamientos de la normativa vigente: la ley para Control de la Contaminación Acústica en la C.A.B.A.<sup>[1]</sup> y su Decreto Reglamentario N° 740<sup>[2]</sup>.

En lo que respecta a niveles sonoros para la realización de mapas de ruido, el Anexo XI del mencionado decreto establece que las mediciones deben realizarse respetando los preceptos establecidos en la serie de normas ISO 1996, y que tanto si se realizan cálculos como si se efectúan mediciones para evaluar la exposición al nivel de ruido en el interior y en las proximidades de los edificios, las posiciones de los puntos de evaluación deben elegirse a 4,0 m ( $\pm 0,2$  m) del nivel del piso. También aclara que podrán escogerse otras alturas, aunque éstas no podrán ser nunca inferiores a 1,5 m y los resultados deberán ser corregidos de manera que se correspondan a una altura equivalente a los 4 m. Cabe destacar que esta última opción, implica necesariamente conocer los factores de corrección para las condiciones ambientales y de fuentes de ruido características de la ciudad.

Con el objeto de evaluar las diferencias que se pueden obtener para los diferentes parámetros que se utilizan típicamente para caracterizar el ruido comunitario, se llevaron a cabo mediciones comparativas con dos micrófonos, uno ubicado a 4 m y otro a 1,5 m, respecto del piso.

## 2 Metodología de las mediciones

### 2.1 Puntos de medición

Considerando que la principal fuente de ruido en horario diurno es el tráfico rodado, las mediciones se realizaron en bandas horarias y en condiciones meteorológicas representativas de las situaciones anuales típicas de la Ciudad de Buenos Aires. Las calles elegidas son planas (sin pendiente), tienen asfalto común (con excepción de la del punto 1, que es adoquinada), y estaban secas en los días en que se llevaron a cabo las evaluaciones. Los puntos de medición seleccionados se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1:** Puntos de medición.

1	EEUU, entre Defensa y Bolívar
2	Perú, entre EEUU y Av. Independencia
3	México y Perú
4	Av. Paseo Colón y Av. Belgrano
5	Av. Paseo Colón y Av. Independencia
6	Av. Santa Fe y Av. Callao
7	Av. Corrientes y Av. Callao
8	Corrientes y Uruguay

En las fotografías 1 a 6 pueden apreciarse características de algunos de los puntos de medición seleccionados.



Fotografías 1 a 6. Puntos de medición.

Para la selección de los ocho puntos de medición se tuvieron en cuenta criterios vinculados con las características arquitectónicas de la ciudad. Se eligieron ubicaciones con diversas geometrías, que permitieran evaluar tanto situaciones de micrófono colocado en campo libre como cercano a superficies reflejantes (siempre excluyendo el piso):

- Calles con veredas y calzadas angostas, y con edificios de varios pisos, de modo que el ruido quedara encajonado entre superficies reflejantes (puntos de medición: 1, 2 y 3)
- Plazas, espacios abiertos con amplias avenidas, alejados de superficies reflejantes (puntos de medición: 4 y 5)
- Cruces de avenidas, con veredas y aceras anchas, y edificios elevados: situaciones intermedias de encajonamiento (puntos de medición: 6, 7 y 8)

## 2.2 Instrumental utilizado

El equipo de mediciones empleado estuvo compuesto por: un medidor de nivel sonoro B&K 2236, un medidor y analizador de espectros B&K 2250, y una fuente de referencia acústica B&K 4231, todos clase 1. El analizador se montó en un trípode a 1,5 m, y el sonómetro en otro trípode a 4 m. Sobre este último, también se instaló una estación meteorológica que permitía monitorear y registrar las condiciones climáticas durante las mediciones (temperatura, presión, humedad y velocidad de viento).

## 2.3 Parámetros medidos

En todos los casos, se realizaron mediciones durante 15 minutos, en días laborables, en horario diurno y de actividad pico, con respuesta temporal F e I, y con compensación A y C en frecuencias, para los valores globales y respuesta lineal para los espectros. Se registraron niveles sonoros equivalentes, mínimos, máximos, pico y estadísticos. Simultáneamente se realizaron las mediciones de:

- Valores globales de ruido a 1,5 m y a 4 m de altura respecto de la calzada
- Espectros sonoros a 1,5 m
- Condiciones climáticas a 4 m
- En la Tabla 2 se presenta un resumen de los parámetros medidos.

**Tabla 2:** Parámetros medidos.

Niveles sonoros [dB]	$L_{Aeq}$
	$L_{Ceq}$
	$L_{AFmáx}$
	$L_{AImáx}$
	$L_{AF10}$
	$L_{AF90}$
Condiciones climáticas	Temperatura [°C]
	Humedad [%]
	Presión [hPa]
	Velocidad del viento [km/h]

Entre los parámetros medidos, de acuerdo con lo recomendado por las normas nacionales<sup>[3]</sup> e internacionales<sup>[4]</sup>, se destacan los siguientes:

- Para caracterización de niveles sonoros:
  - LAeq y LAFmáx: parámetros recomendados para mediciones de ruido ambiental cuando la principal fuente de ruido es tráfico rodado.
  - LCeq: para evaluar el contenido energético en bajas frecuencias comparándolo con LAeq
  - LAImáx: para evaluar el carácter impulsivo del ruido, comparándolo con LAFmáx
  - LAF10 y LAF90: para caracterizar las fluctuaciones temporales del ruido, a partir de calcular el descriptor clima de *ruido*.
- Para monitoreo de condiciones climáticas se registraron:
  - Temperatura [°C]
  - Humedad relativa ambiente [%]
  - Presión atmosférica [hPa]
  - Velocidad del viento [km/h]

### 3 Resultados obtenidos

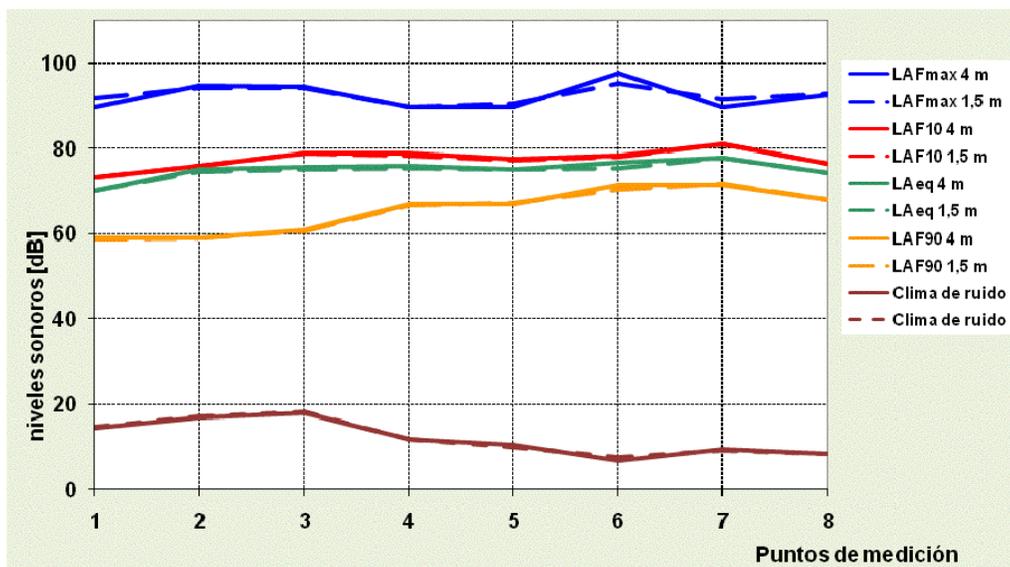
#### 3.1 Valores registrados

En la Tabla 3 pueden apreciarse los valores de ruido medidos a 4 m y a 1,5 m.

**Tabla 3:** Niveles sonoros medidos a 4 m y a 1,5 m.

Puntos de medición	a 4 m				a 1,5 m						
	LAeq	LAFmáx	LAF10	LAF90	LAeq	LAFmáx	LAF10	LAF90	LCeq	LAImáx	
Día 1	1	70,3	89,7	73,5	59,0	70,2	91,9	73,5	58,8	83,8	94,6
	2	75,1	94,7	76,0	59,0	74,6	94,2	76,1	59,0	85,2	94,9
	3	75,8	94,6	79,0	61,0	75,3	94,2	79,0	60,6	85,7	95,3
	4	76,0	89,8	79,0	67,0	75,4	89,9	78,5	66,7	85,9	93,2
	5	75,3	89,7	77,5	67,0	75,1	90,5	77,4	67,3	85,7	91,7
Día 2	6	76,8	97,8	78,5	71,5	75,6	95,4	78,1	70,5	86,3	98,2
	7	77,9	89,9	81,0	71,5	78,0	91,7	81,1	71,9	88,0	92,3
	8	74,5	92,6	76,5	68,0	74,5	93,0	76,5	68,0	85,9	95,2
<b>Promedios</b>	<b>75,2</b>	<b>92,4</b>	<b>77,6</b>	<b>65,5</b>	<b>74,8</b>	<b>92,6</b>	<b>77,5</b>	<b>65,4</b>	<b>85,8</b>	<b>94,4</b>	

En el Gráfico 1 se exhiben comparativamente los valores de los parámetros:  $L_{AFmáx}$ ,  $L_{AF10}$ ,  $L_{Aeq}$ ,  $L_{AF90}$  y *Clima de Ruido*, para las mediciones registradas a ambas alturas.



**Gráfico 1:** Comparación de valores obtenidos a 1,5 m y a 4 m.

En la Tabla 4 se presentan los parámetros climáticos registrados *in situ*, y se comparan con los brindados por el servicio Meteorológico Nacional (SMN), registrados en la Estación Aeroparque.

**Tabla 4:** Parámetros climáticos.

Puntos de medición	Medidos a 4 m, <i>in situ</i>				Datos del SMN				
	H [%]	T [°C]	Viento [km/h]	Presión [hPa]	H [%]	T [°C]	Viento [km/h]	Presión [hPa]	
Día 1	1	67	14	1	1015,3	77	13	10	1020,0
	2	63	16	1	1014,2	72	14	13	1019,0
	3	56	17	2	1012,9	77	14	13	1016,9
	4	64	15	3	1013,4	77	14	10	1016,9
	5	63	15	3	1013,6	77	14	10	1016,9
Día 2	6	45	16	1	1022,1	58	12	8	1028,1
	7	40	16	2	1021,3	67	12	8	1027,1
	8	42	14	2	1022,4	67	12	5	1027,1

### 3.2 Análisis de los resultados obtenidos

En la Tabla 5, puede verse el valor medio de las diferencias (promedio de diferencias) de valores obtenidos para los parámetros:  $\Delta L_{AFm\acute{a}x}$ ,  $\Delta L_{AF10}$ ,  $\Delta L_{Aeq}$ ,  $\Delta L_{AF90}$  y  $\Delta$ Clima ruido, y su desviación estándar.

**Tabla 5:** Diferencias entre mediciones a 4 m y a 1,5 m.

Parámetros	$\Delta L_{AFm\acute{a}x}$	$\Delta L_{AF10}$	$\Delta L_{Aeq}$	$\Delta L_{AF90}$	$\Delta$ Clima ruido
Valor medio	-0,3	0,1	0,4	0,1	0,0
Desviación estándar	1,4	0,2	0,4	0,4	0,3

En promedio, los niveles sonoros continuos equivalentes  $L_{Aeq}$  medidos simultáneamente en ambas alturas difieren en 0,4 dB, y la máxima diferencia registrada fue de 1,2 dB. Los niveles máximos se registraron con una diferencia promedio de -0,3 dB (máxima diferencia: 2,4 dB). Los niveles estadísticos difirieron 0,1 dB en promedio (máxima diferencia de  $L_{AF10}$ : 0,5 dB, para  $L_{AF90}$ : 1 dB).

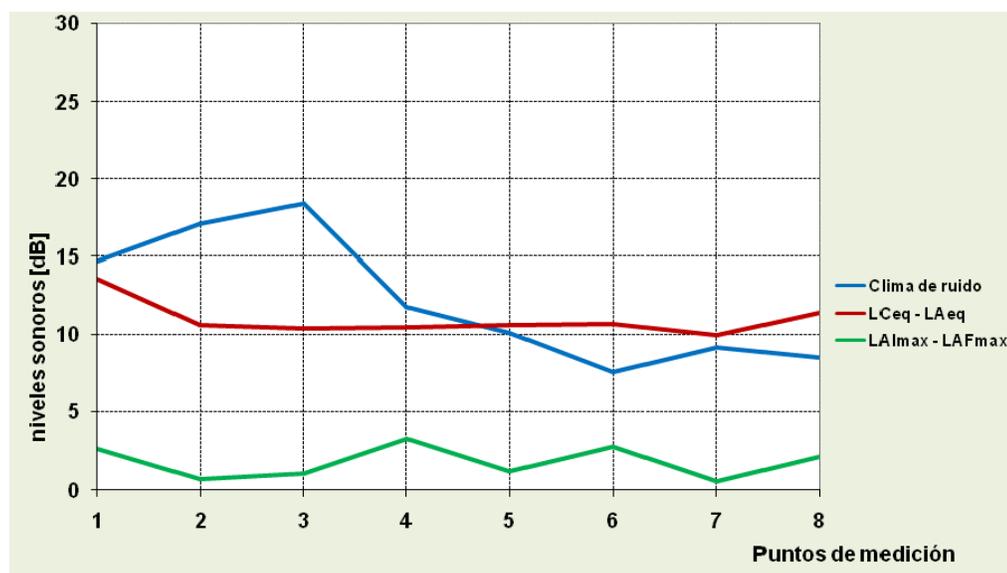
A partir de la diferencia obtenida entre los niveles sonoros continuos equivalentes medidos con ponderaciones A y C ( $L_{Ceq} - L_{Aeq} > 10$  dB), se aprecia que el contenido energético en bajas frecuencias del ruido ambiental medido es elevado. Esto se cumple tanto en las mediciones a 4 m como a 1,5 m.

Evaluando la diferencia de niveles sonoros máximos medidos con respuesta temporal impulsiva y rápida ( $L_{AImax} - L_{AFmax} < 3$  dB), se concluye que el ruido ambiental medido no tiene carácter impulsivo.

Los valores del clima de ruido ( $LA_{10} - LA_{90}$ ), 12 dB en promedio, indican que el ruido se caracterizaba por tener importantes fluctuaciones temporales de nivel.

Todas estas características son típicas de la principal fuente de ruido evaluado: el tráfico rodado de un centro urbano.

En el Gráfico 2 pueden apreciarse gráficamente las características analizadas del ruido medido a 1,5 m.



**Gráfico 2:** Características del ruido medido a 1,5 m.

#### 4 Conclusiones

A pesar de las diferentes características de los puntos de medición elegidos (altura de edificios, ancho de calles, horarios, flujo vehicular), los parámetros acústicos medidos a 1,5 m y a 4 m de altura, en general no presentan diferencias relevantes. No obstante, no se desprecia la diferencia máxima de 1,2 dB obtenida en el Punto N° 6 (aproximadamente 32 % más de energía).

Por otra parte, los parámetros climáticos medidos *in situ* difieren notablemente de los suministrados por el servicio meteorológico. Por lo que resultaría conveniente, si fuese posible acarrear e instalar una estación de monitoreo, registrar dichos parámetros en el lugar de la medición.

Finalmente, antes de arribar a una conclusión para elaborar un protocolo de mediciones, debería realizarse un análisis más completo. Para ello se plantea la necesidad de ampliar el número de mediciones y de hacer un mapa de ruido mediante técnicas de predicción, evaluando las diferencias obtenidas al tomar como datos de entrada los valores medidos a 1,5 m y a 4 m, y al considerar las condiciones climáticas registradas *in situ* y las del SMN. Esta tarea queda como plan de trabajo para una siguiente etapa de investigación.

### **Referencias**

- [1] Ley N° 1540/2004, publicada en el Boletín Oficial N° 2111 del 18-01-05
- [2] Decreto N° 740-GCBA-07, publicado el 30-05-07 en el Boletín Oficial N° 2694
- [3] Norma IRAM 4062:2001 – “Ruidos molestos al vecindario. Método de medición y clasificación”.
- [4] Norma IRAM 4113:2008 – “Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental”  
(equivalente a la ISO 1996:2003)