

# PRIMERAS JORNADAS REGIONALES DE ACÚSTICA AdAA 2009

19 y 20 de noviembre de 2009, Rosario, Argentina



AdAA2009-A017R

## Medición de ruido urbano ¿global o espectral? Resultados en más de diez ciudades del Perú

Elena I Gushiken Uesu <sup>(a)</sup>,  
Walter A. Montano Rodríguez <sup>(a)</sup>.

(a) Laboratorio de Acústica ARQUICUST. Arquitectura y Consultoría Acústica. Av. Javier Prado Oeste 304 – Magdalena –17 Lima. Perú. Tel: (51 1) 461 7119 Fax: (51 1) 461 5961

### Abstract

A Paper of the V Latin American Congress of Acoustics presented measurements of Lima centre in dBA. Since they were similar to each other the authors concluded that the environmental noise in Peruvian cities is uniform. Informing A-weighted levels instead of the spectrum is misleading. A tone of 125 Hz and 101 dB, if measured with A weighting will read 85 dBA, the same as another tone of 1 kHz and 85 dB. Informing that both sounds have an A-weighted sound pressure level of 85 dBA could lead nonexperts to conclude mistakenly that they are equal. This work reports spectral measurements results of environmental noise in different Peruvian cities. Comparison and analysis of measurements of traffic noise from different categories (L, M, N) and subcategories of vehicles in more than ten Peruvian cities throughout a five-year period of environmental studies are presented. As it will be shown, while the same LAeq can be measured at different locations and cities, sound spectra are radically different.

### Resumen

Un trabajo publicado en el V Congreso Iberoamericano de Acústica presentó mediciones del centro de Lima en dBA. Por ser similares los autores concluyeron que el ruido ambiental en ciudades peruanas es uniforme. Informar los niveles con ponderación A y no el espectro crea confusión y errores. Un tono de 125 Hz y 101 dB, medido con ponderación A tendrá un nivel de presión sonora ponderado de 85 dBA, al igual que un segundo tono de 1 kHz y 85 dB. Si sólo se informara que ambos sonidos son de 85dBA la gente no experta podría concluir erróneamente que son iguales. Este trabajo informa los resultados de mediciones espectrales de ruido ambiental en distintas ciudades del Perú. Se presenta la comparación y análisis de las mediciones de nivel de presión sonora proveniente de fuentes móviles terrestres en todas sus categorías (L, M, N) y sub-categorías, en más de diez ciudades del Perú a lo largo de cinco años de estudios ambientales. Se pondrá de manifiesto que, a pesar de registrar el mismo NSCE en dBA en ciudades o localidades diferentes, los espectros sonoros son completamente diferentes.

## 1 Introducción

Desde mediados de 1930 se vienen utilizando para analizar, estudiar, informar, etc., los resultados de las mediciones del nivel de presión sonora con ponderación en frecuencia A. Esto no sería un problema siempre y cuando quien esté aplicando las acciones antes mencionadas, NO olvide de la fuerte atenuación introducida por dicho filtro en la gama de las bajas frecuencias del espectro sonoro, y que el comparar dos resultados iguales en dBA no significa que las fuentes emisoras de sonido sean o tengan la misma característica espectral. A raíz de esto (obviar el análisis de las componentes espectrales) es muy común que personas sin experiencia lleguen a conclusiones erróneas “suponiendo” que porque dos fuentes distintas tengan el mismo nivel sonoro continuo equivalente (NSCE) ponderado A son iguales; esto es aún peor cuando profesionales con estudios formales, ya sea por comodidad o ignorancia, digan lo mismo.

En el V Congreso Iberoamericano de Acústica (Santiago de Chile, 2006) se presentó un trabajo —cabe aclarar que no fue expuesto públicamente— que informa que los resultados de mediciones sonoras realizadas en el centro de Lima en dBA. Por ser similares entre sí, el autor concluye que el “*área de estudio es pequeña pero muy representativa de la realidad sonora del país*”, esto SIN informar o presentar comparaciones de mediciones realizadas en diferentes u otras ciudades. Esto no es un dato menor, si consideramos que dicha comunicación fue parte de un trabajo de tesis para acceder a un grado doctoral en acústica, el cual fue presentado públicamente en Lima para que se considere en el Congreso un proyecto de Ley para reducir la contaminación sonora producida por los vehículos automotores.

El presente trabajo muestra la comparación y análisis de las mediciones de la presión sonora proveniente de fuentes móviles terrestres en todas sus categorías (L, M, N) y sub-categorías, en más de 10 ciudades del Perú a lo largo de 5 años de estudios ambientales. Se podrá ver que, a pesar de registrar el mismo NSCE en dBA en ciudades o localidades diferentes, los espectros sonoros son completamente diferentes.

## 2 Desarrollo

La curva de ponderación en frecuencia A tiene factores de atenuación normalizados, siendo los mismos (solamente para 1/1 de octava de frecuencias):

**Tabla 1.** Factores de atenuación para la curva “A” (re dB 20  $\mu$ Pa).

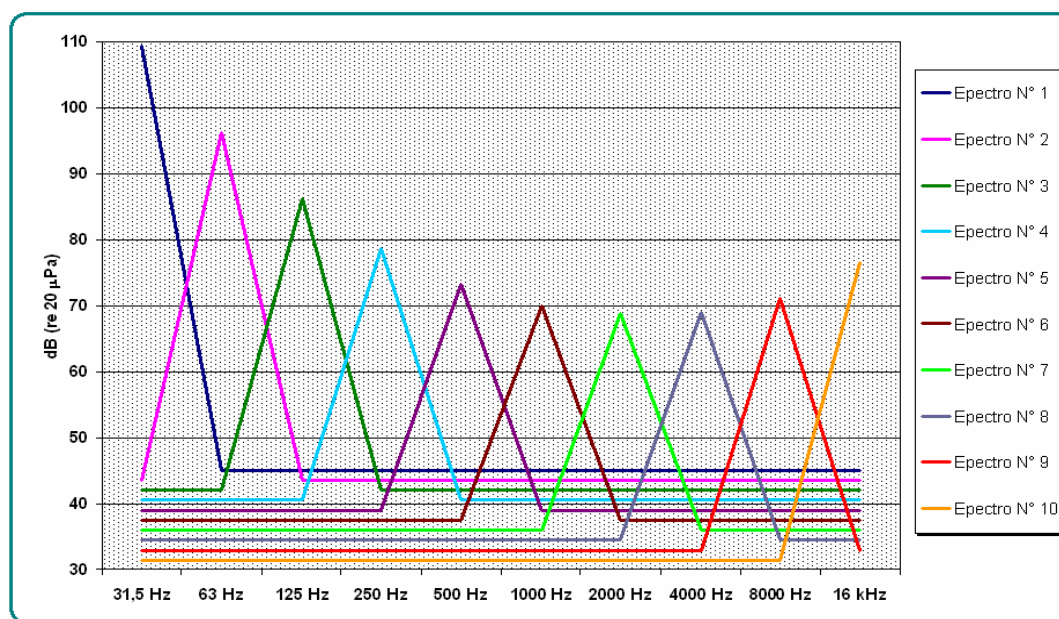
Frecuencia [Hz]	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Ponderación	-39,4	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	+1,2	+1,0	-1,1

Entonces, teniendo señales individuales con características de tono y distinta amplitud, al aplicarle la ponderación “A” tendremos lo siguiente:

**Tabla 2.** Señales de tono ponderadas en “A” (re dB 20  $\mu$ Pa).

Frecuencia [Hz]	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Amplitud de la señal	109,4	96,2	86,1	78,6	73,2	70,0	68,8	69,0	71,1
Factor de atenuación	-39,4	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	+1,2	+1,0	-1,1
Resultado en dBA	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0

En la figura 1 se ven los espectros de 10 señales diferentes que tienen un tono prominente en una sola frecuencia de octava del espectro, las cuales al aplicárseles el filtro "A" todas tienen el mismo NSCE de 70 dBA, a pesar que tienen distintas componentes de espectro. Está claro y es obvio que si hacemos la audición de dichas señales reproducidas por un sistema electroacústico de respuesta plana y calibrado, serán totalmente diferentes sus características de timbre y de amplitud, pero al medirlas con un sonómetro con la curva "A" de ponderación, todas las señales tendrán el mismo NSCE en dBA.



**Figura 1.** Distintas señales de tono prominente con igual NSCE en dBA.

### 3. Resultado y comparación de las mediciones de fuentes móviles

A continuación se presentan distintas mediciones de diferentes ciudades que tienen el mismo NSCE en dBA, que se agrupan por macro regiones definidas por el Estado peruano que son: Costa, sierra y selva, las cuales están agrupadas por características geográfico-climáticas. Todas las mediciones que se comparan fueron registradas entre las 08:00 y 13:00 hs.

#### 3.1 Ciudad de la costa vs. ciudad de la sierra

El primer caso es comparar la medición en un Distrito de la ciudad del Callao (costa), donde el mayor flujo es el de camiones (subcategorías N2 y N3), contra uno de la ciudad de Arequipa (sierra), donde el mayor flujo es el de trimotos (subcategoría N5) de diferentes tamaños.

En el espectro registrado en Arequipa, al provenir de motos la mayor energía estará en las frecuencias medias a consecuencia de las emisiones de la transmisión de la cadena, y un pequeño pico en los 125 Hz por el escape; por el contrario, para el caso de La Perla (municipio distrital del Callao), toda la energía estará en las bajas frecuencias del espectro, por la potencia de los camiones.

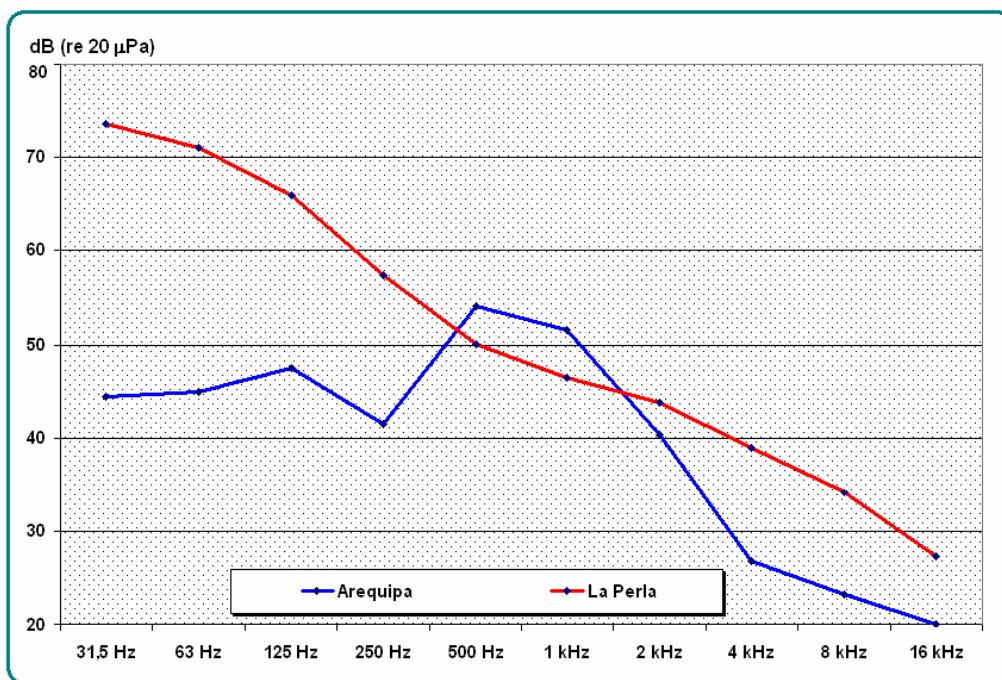


Figura 2. Distintos espectros con un NSCE de 54,6 dBA.

### 3.2. Ciudad de la costa vs. ciudad de la sierra vs. ciudad de la selva

Ahora se compara las mediciones en Distrito La Perla del Callao (buses M1, M2) y otro en el Distrito Santa Anita (vehículos N3 M3) de Lima ambos de la costa; con el de uno de la ciudad de Arequipa (vehículos L3, L5, M1, M2), y Pucallpa (selva) donde el transporte masivo y público son las trimoto L5, donde en un solo punto se puede contar un aforo de más de 200 unidades en 10 minutos.

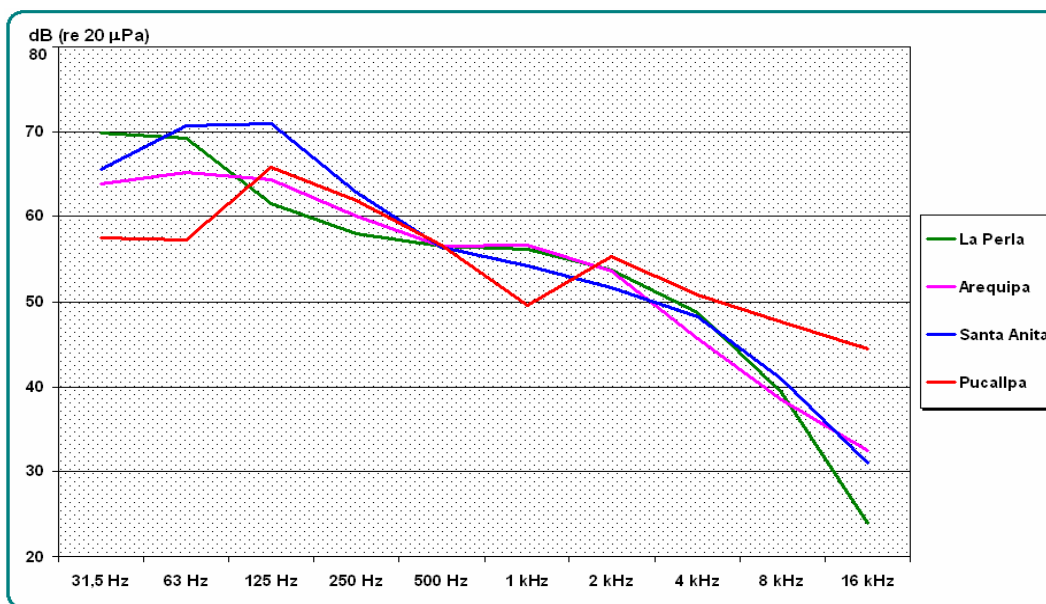


Figura 3. Distintos espectros con un NSCE de 60,7 dBA.

### 3.3. Comparación de distintas ciudades y distintos puntos dentro de la misma

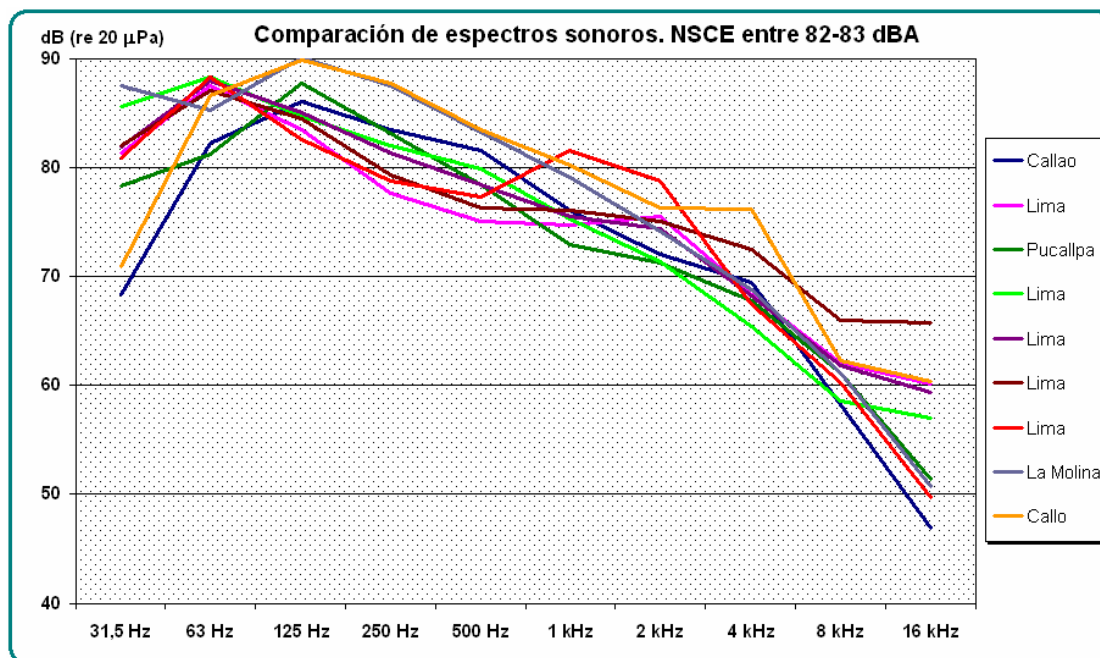


Figura 4. Comparación de espectros sonoros, NSCE entre 82-83 dBA.

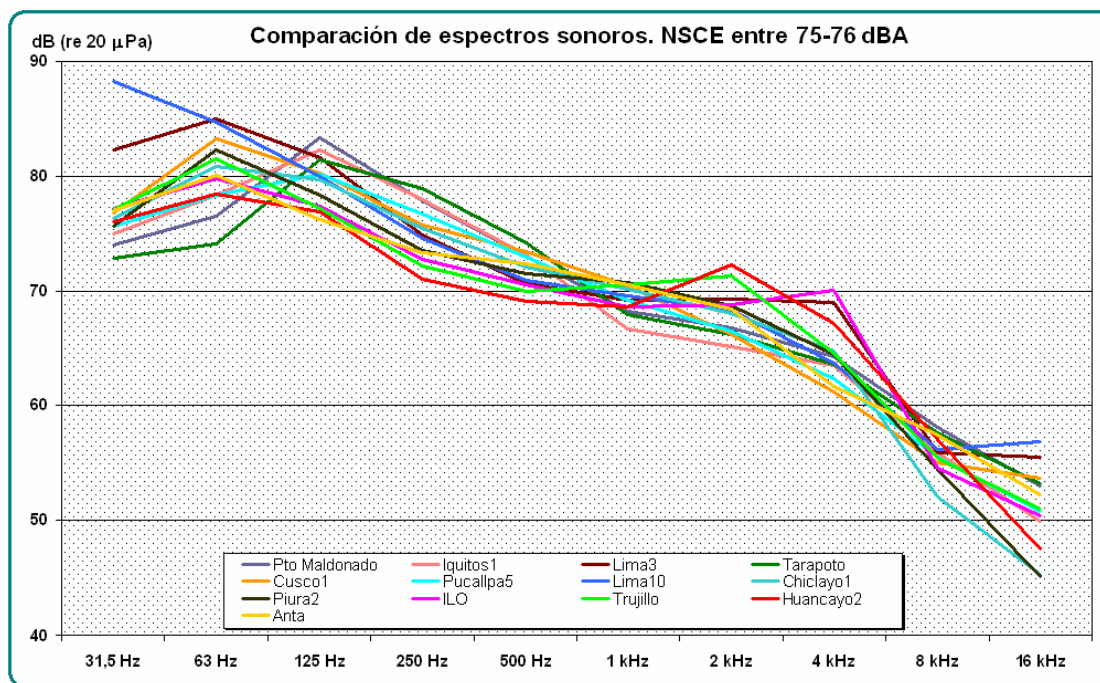


Figura 5. Comparación de espectros sonoros, NSCE entre 75-76 dBA.

#### 4. Ampliación de las mediciones en dBA para análisis de fuentes móviles

Para el caso en que no se pueda tener un sonómetro analizador de tiempo real, el cual nos permite discriminar y tener una mejor idea del espectro sonoro de las fuentes bajo estudio, una aproximación es la de ampliar el análisis utilizando, no solamente el NSCE sino también los niveles percentiles y el NSCE en dBC.

**Tabla 3.** Descriptores de ruido. Mediciones de fuentes móviles (re dB 20  $\mu$ Pa).

Localidad	$L_{Aeq,T}$	$L_{A10,T}$	$L_{A50,T}$	$L_{A90,T}$	$L_{Ceq,T}$
Lima2	70,0	74,9	65,3	<b>60,8</b>	81,3
Pisco	70,0	73,1	68,7	<b>65,6</b>	82,4
Huancayo1	70,1	73,9	65,8	<b>55,3</b>	80,8
Talara	70,1	72,0	69,3	<b>65,0</b>	81,6
Arequipa	70,3	73,2	65,1	<b>56,1</b>	80,2
Chiclayo	70,3	74,4	68,2	<b>64,1</b>	81,8
Callao	70,4	72,2	69,8	<b>68,7</b>	77,9
Huancayo3	70,4	73,7	64,5	<b>55,3</b>	79,2
Anta	70,5	74,9	64,1	<b>52,8</b>	83,0
Lima3	70,5	73,5	69,5	<b>66,3</b>	80,9
Ayacucho	70,6	74,2	66,3	<b>57,0</b>	79,8
Jaén	70,6	73,0	64,9	<b>55,4</b>	82,0
Cercado	70,7	71,0	63,7	<b>59,0</b>	79,5
ILO	70,7	74,0	69,0	<b>65,8</b>	79,3
Cajamarca	70,9	73,5	68,3	<b>61,5</b>	81,2
La Victoria	70,9	73,0	69,1	<b>65,5</b>	84,2

En la tabla anterior se puede observar que los niveles percentiles NO son iguales para un mismo NSCE. Y por último, queda destacar el estudio del desvío estadístico de la medición.

#### 5. Conclusiones

**5.1.** Hemos visto en este trabajo que es muy fácil caer en un error al afirmar que 2 (dos) mediciones sonoras provenientes de fuentes móviles diferentes, aunque tengan el mismo NSCE en dBA, representan situaciones similares ó iguales, ya que podrían tener diferente espectro.

**5.2.** No tiene carácter científico ni estadístico el extrapolar resultados de pequeñas muestras a un universo de poblaciones, sin antes haber comprobado los mismos resultados en un número mínimo y válido de muestras en más de una población del universo bajo estudio.

**5.3.** Ampliar los análisis de mediciones sonoras incorporando los niveles estadísticos, dará resultados mejores, ya que se puede explicar mejor el *clima sonoro* de cada lugar.

**5.4.** Por último, hay que rescatar los estudios de los años '60 y '70 que, a causa de que la tecnología no era accesible económicamente y para obtener el NSCE había que calcularlo en base a las mediciones instantáneas, el análisis de la distribución estadística estaba "al alcance de las manos". Con el advenimiento de los sonómetros que calculan y entregan el NSCE automáticamente, esta práctica se dejó de lado.



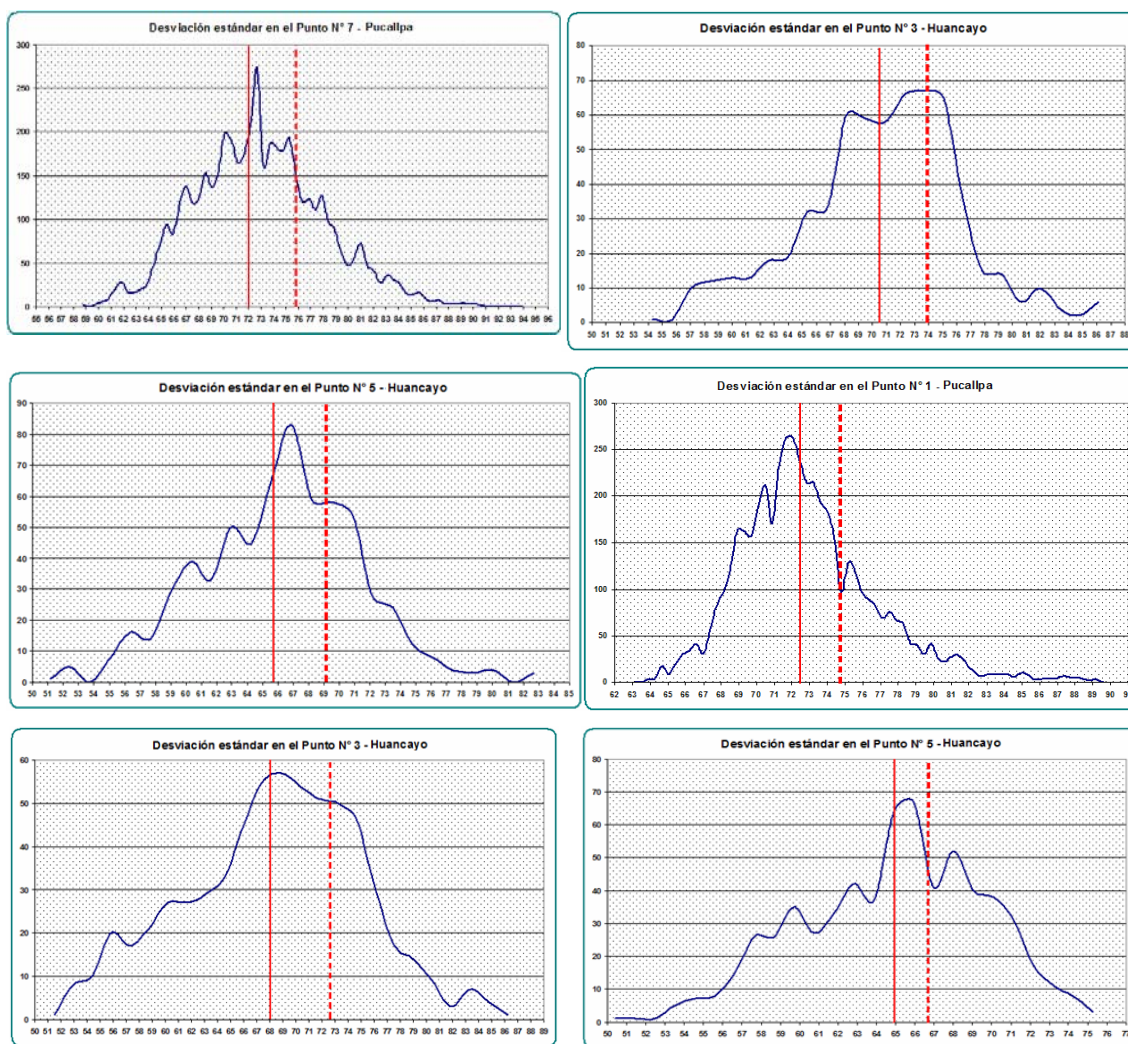


Figura 6. Desvío estadístico de mediciones con igual NSCE.

5.5. Queda claro que “informar” un NSCE en dBA no aporta nada concreto, y para el caso de mediciones sonoras de vehículos es necesario informar los niveles estadísticos y su distribución estadística, dado que teniendo esta batería de resultados nos aseguramos de no llegar a juicios erróneos.

**Referencias**

C. E. Limpe, M. Recuero, J. N. Moreno. “Encuestas sobre molestias causadas por ruido en el centro histórico de Lima, Perú: Análisis subjetivo relacionada al estudio objetivo”. Paper ID 058 V Congreso Iberoamericano de Acústica. Santiago de Chile 2006.  
 Berglund B et al. “Guidelines for Community Noise”. World Health Organization, 1999.