

COMPARATIVA ENTRE MEDIDAS DE RUIDO URBANO A 1,5 Y 4m

REFERENCIA PACS: 43.28.Hr

Soler Rocasalbas, Sergi; Torregrosa Avilés, Susana; Rossell Turull, Ivana; Arnet Vilaseca, Isabel.

Enginyeria i Arquitectura La Salle

Pg. de la Bonanova nº 8,

08022 Barcelona, Spain

Tel: 932 902 476

Fax: 932 902 470

E-mail: ssoler@salleURL.edu; si06093@salleURL.edu; ivana@salleURL.edu;

ianet@salleURL.edu

ABSTRACT

Field measurements are an important tool to verify or to fit noise maps developed by means of theoretical calculations. The present legislation specifies to simulate the acoustic field at a height of 4m, so we have to make the measurements at this height or apply corrections on the results of measurements made at 1,2m or 1,5m.

These corrections are licit in open acoustic surroundings like interurban roads, but they do not seem so simple in urban surroundings.

This work exposes the differences obtained between a great number of urban measurements made at 1,5 and 4m. The primary target is the evaluation of the differences obtained in both heights in relation to different factors implied in the acoustics of the urban surroundings.

RESUMEN

Las medidas de campo son una ayuda muy importante para verificar o ajustar los mapas de ruido elaborados mediante cálculos teóricos. La legislación actual nos hace simular los entornos acústicos a 4m de altura, cosa que nos hace realizar las medidas a dicha altura o realizar correcciones sobre medidas efectuadas a 1,2 o 1,5m.

Dichas correcciones son lícitas en entornos acústicos muy abiertos como ejes viarios interurbanos, pero no parecen tan sencillas en entornos urbanos.

Este trabajo plantea las diferencias obtenidas entre un gran número de medidas urbanas realizadas a 1,5 y 4m. El objetivo principal es la evaluación de las diferencias que se obtienen en ambas alturas ante diferentes factores implicados en la acústica del entorno urbano.

1.- INTRODUCCIÓN

El ruido urbano se caracteriza por su dependencia respecto a un gran número de factores, hecho que hace muy difícil su simulación. A diferencia de los ejes viarios interurbanos,

en la ciudad nos encontramos con múltiples reflexiones que, sin llegar a crear un campo altamente difuso, pueden modificar sustancialmente el valor del campo directo. Si se quisieran tener en cuenta todas estas reflexiones forzarían a introducir tal cantidad de datos a los métodos de cálculo que los haría inviables a la práctica.

La legislación actual, impulsada por la directiva europea, plantea la elaboración de mapas a 4m, cosa que si bien facilita el cálculo teórico de los mismos, pone en tela de juicio la reutilización de campañas de medidas efectuadas a 1,2m o 1,5m con anterioridad. Por lo expuesto en el párrafo anterior, en los entornos interurbanos no habrá problema en calcular un término corrector, pero no ocurrirá lo mismo con las medidas efectuadas en entornos urbanos, que por otra parte es donde más medidas hay hechas actualmente.

Plantear la obtención de un término corrector para las medidas urbanas parece, a priori, una simplificación excesiva dada la gran variedad de entornos existentes. En este sentido, este trabajo se plantea como una comparativa entre medidas efectuadas en muchas situaciones diferentes y un posterior análisis de resultados. Para realizar dicho análisis se han promediado los valores obtenidos en las diferentes medidas agrupándolos según diversas situaciones, y se ha evaluado cómo afectan estas situaciones a los resultados finales.

De este análisis se extraerán conclusiones que nos permitirán realizar medidas con más criterio y empezar a conocer mejor estos factores de contorno de cara a llegar a poder modelar el ruido urbano con mayor precisión.

2.- DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS

Las medidas se han efectuado en la ciudad de Barcelona en condiciones de tráfico lo más normal posible, siempre en días laborables y en la franja horaria diurna. Se ha puesto especial empeño en el rigor de las medidas y en conseguir una muestra lo suficientemente variada como para poder extraer conclusiones.

2.1.- Equipo y Procedimiento de Medida

Para poder comparar medidas efectuadas a 1,5m y 4m en idénticas condiciones de tráfico hemos realizado análisis simultáneos con un equipo bicanal Symphonie.

Se han realizado adquisiciones de 12min. para evitar que las posibles incidencias nos dejen sin los 10min. que pretendemos evaluar.

Los parámetros evaluados han sido el Leq, L10, L90 y los espectros promedio en tercios de octava. Posteriormente se ha calculado el clima de ruido (L10-L90).

Mayoritariamente el estudio se ha realizado con los micrófonos a más de 2m de las fachadas posteriores dado que se intenta caracterizar el ruido ambiental y no la inmisión en los edificios. No obstante, conscientes de que hay casos en los que esta separación no es posible, también hemos analizado el efecto de tener la fachada posterior a menos de 2m.

La distancia al primer carril de circulación siempre ha sido de unos 1,2-1,5m.

Los micrófonos, equipados con paravientos, se han montado en un pie de micro con una pértiga, tal y como se muestra en las siguientes fotografías:



Se ha controlado que en ningún momento el viento superase los 5m/s y que la humedad y temperatura no hicieran cambios bruscos durante las medidas.

En todos los puntos de medida se ha efectuado un estudio de las posibles fuentes de ruido y se han descartado aquellos puntos en los que el ruido no era únicamente producido por el tráfico rodado de la ciudad. También se han evitado puntos demasiado cercanos a semáforos donde el ruido adquiere un carácter diferente al general.

La calibración se ha realizado antes y después de cada medida comprobando que los equipos no presentaran ninguna desviación.

2.2.- Situaciones Analizadas

Con el fin de tener una muestra suficientemente diversa como para poder sacar conclusiones generales hemos intentado hacer medidas que combinen el máximo de situaciones y condiciones de contorno posible.

Los puntos en los que hemos hecho hincapié, y que hemos intentado evaluar con suficiente variabilidad son:

- Densidad de tráfico
- Pendiente y sentido de la circulación
- Carencia de semáforos
- Tipo de asfalto
- Número de carriles (y distancia a la fachada de delante)
- Distancia a la fachada posterior
- Forma de la fachada posterior (difusión)

Adicionalmente hemos analizado el % de coches, motocicletas y vehículos pesados para evaluarlos y descartar aquellas medidas en las que distan mucho de la media.

En total se han realizado 42 medidas (21 situaciones) y se han agrupado para su promedio en las siguientes categorías:

1.- Promedio total

2.- Promedios según la pendiente:

Promedio Bajada: Calles de un único sentido de circulación de bajada.

Promedio 2 Bajada: Calles con 2 sentidos de circulación medidas en la cara de bajada.

Promedio Plano: Calles planas de uno o dos sentidos de circulación.

Promedio 2 Subida: Calles con 2 sentidos de circulación medidas en la cara de subida.

Promedio Subida: Calles de un único sentido de circulación de subida.

3.- Promedios según la densidad de tráfico:

Promedio $VH \leq 500$: Medidas con menos de 500 vehículos / hora.

Pro. $500 \leq VH \leq 1000$: Densidad de tráfico entre 500 y 1000 vehículos / hora.

Promedio $VH \geq 1000$: Medidas con más de 1000 vehículos / hora.

4.- Promedios según el número de carriles:

1 Carril, 4 Carriles y 6 Carriles.

5.- Promedio según la distancia a la fachada posterior:

$2m \leq F_{post} \leq 3m$

$3m \leq F_{post} \leq 5m$

$F_{Post} \geq 5m$.

Complementado con un estudio del efecto de la fachada posterior a menos de 2m. Que en las demás categorías no se ha utilizado por no considerarse una medida comparable a las demás.

3.- RESULTADOS OBTENIDOS

En la siguiente tabla se muestran los resultados numéricos de las diferentes categorías medidos a 4m y a 1,5m de altura. Todos los valores están expresados en dBA.

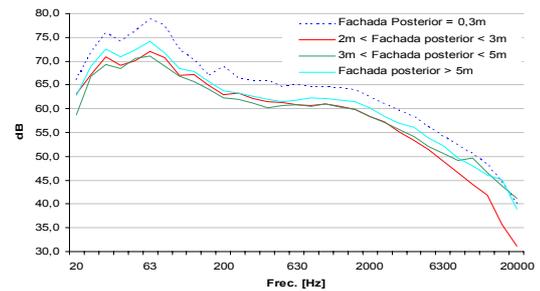
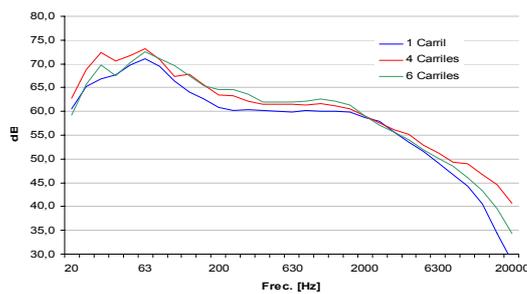
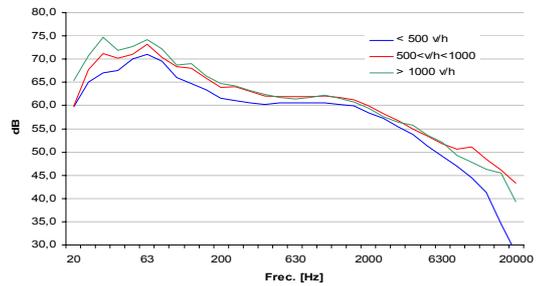
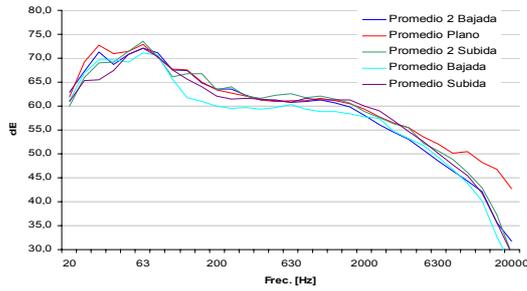
	4m				1,5m			
	Leq	L10	L90	Clima	Leq	L10	L90	Clima
Promedio Total	70,5	73,6	60,7	15,4	70,9	73,8	60,1	16,3
Promedio Bajada	63,9	67,1	55,5	11,6	63,3	66,0	53,8	12,2
Promedio 2 Bajada	70,2	73,2	62,3	13,6	70,4	73,6	61,7	14,4
Promedio Plano	70,9	74,0	61,4	15,1	71,6	74,5	61,1	15,7
Promedio 2 Subida	71,2	73,1	58,6	14,8	71,2	72,9	57,6	15,4
Promedio Subida	71,0	74,6	56,6	18,4	71,2	74,4	55,2	19,7
Promedio VH ≤ 500	69,6	72,7	56,6	16,3	69,8	72,8	55,9	17,2
Pro. 500 \leq VH \leq 1000	71,4	74,7	60,7	16,4	72,0	75,0	60,1	17,1
Promedio VH ≥ 1000	71,3	74,0	64,4	9,8	71,7	74,3	64,0	10,5
1 Carril	69,2	72,7	55,8	16,8	69,3	72,5	54,3	18,0
4 Carriles	70,9	73,6	61,6	14,2	71,5	74,1	61,2	14,9
6 Carriles	71,4	74,9	62,6	16,5	71,4	74,9	61,7	16,9
Fpost = 0,3m	74,2	77,9	61,0	16,9	74,2	77,5	60,3	17,2
2m \leq Fpost \leq 3m	69,9	73,2	60,5	14,4	70,0	73,2	59,8	15,4
3m \leq Fpost \leq 5m	70,1	73,2	59,1	15,7	70,4	73,3	58,6	16,1
FPost $\geq 5m$	71,5	74,3	62,2	16,1	72,3	75,0	61,7	17,3

Los promedios de las diferencias (no la diferencia de promedios), así como otros parámetros promediados se presentan en la siguiente tabla:

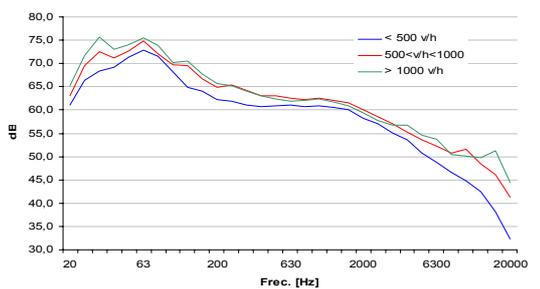
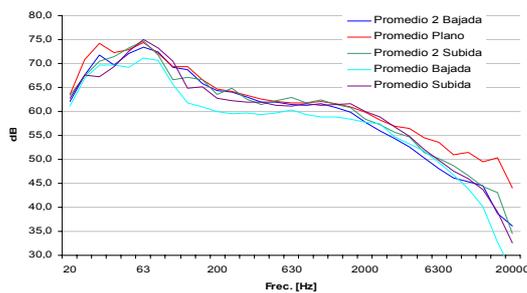
Diferencia 1,5m – 4m							
	Leq	L10	L90	Clima	Veh/h	Carriles	F. Post
Promedio Total	0,2	0,0	-0,7	0,7	648	3,4	6,4
Promedio Bajada	-0,6	-1,1	-1,7	0,6	144,0	1,0	2,0
Promedio 2 Bajada	0,3	0,4	-0,4	0,8	753	4,4	4,0
Promedio Plano	0,5	0,2	-0,4	0,7	852	3,8	11,3
Promedio 2 Subida	-0,2	-0,2	-0,9	0,7	390	4,0	3,2
Promedio Subida	-0,2	-0,5	-1,3	0,8	404	1,0	4,3
Promedio VH ≤ 500	-0,1	-0,2	-0,9	0,7	282	2,3	3,5
Pro. 500≤VH≤1000	0,4	0,3	-0,6	0,9	759	4,5	6,7
Promedio VH ≥ 1000	0,5	0,3	-0,4	0,7	1358	4,5	12,8
1 Carril	-0,5	-0,7	-1,5	0,7	304	1,0	3,8
4 Carriles	0,5	0,5	-0,3	0,8	743	4,0	7,7
6 Carriles	0,0	-0,1	-0,6	0,6	1026	6,0	6,5
Fpost = 0,3m	0,0	-0,4	-0,7	0,3	1406	4,0	0,3
2m ≤ Fpost ≤ 3m	0,0	-0,2	-1,1	1,0	531	3,0	2,4
3m ≤ Fpost ≤ 5m	0,2	0,0	-0,5	0,5	390	3,3	4,0
FPost ≥ 5m	0,9	0,7	-0,4	1,2	1096	3,8	12,2

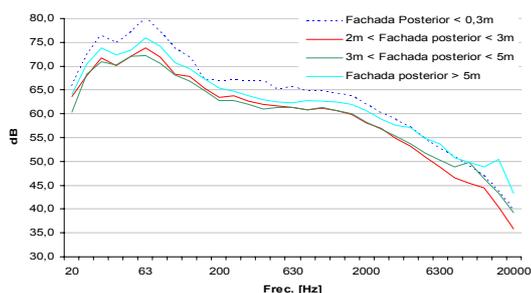
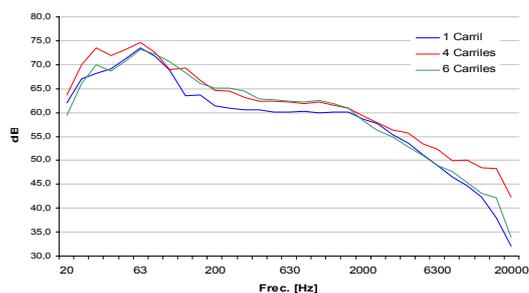
Los gráficos de espectros se muestran sin ponderar a excepción del promedio total, que también se representa con la ponderación A.

Promedios a 4m:

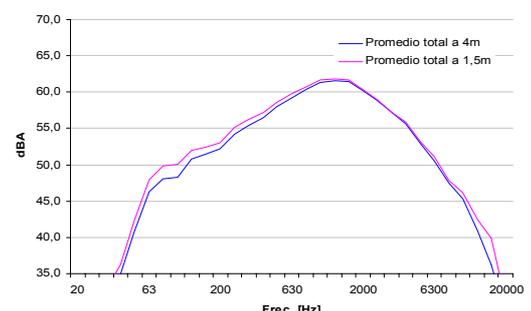
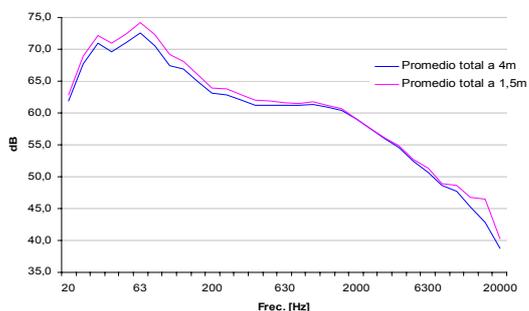


Promedios a 1,5m:





Promedio total:



4.- CONCLUSIONES

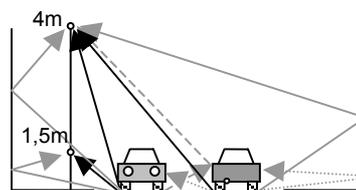
El primer aspecto remarcable es la poca diferencia entre los valores de Leq global en dBA a 1,5 y 4m. Visto a nivel estadístico, nuestras muestras han tenido una diferencia de niveles $Leq_{1,5-4m}$ promedio de 0,2dBA con valor máximo 1,2dBA, mínimo -1,5dBA y desviación estándar 0,7dBA.

También es muy remarcable el hecho de que si bien las diferencias de nivel a baja frecuencia (ruido motor) son importantes, no lo son las de las frecuencias del ruido de rodadura. Esto se aprecia claramente en los espectros promedios totales. De ello se deduce que el ruido de rodadura alcanza fácilmente los 4m pero tiene problemas en llegar a la posición de 1,5m, como si presentara un patrón de directividad menos propenso a radiar en ese ángulo.

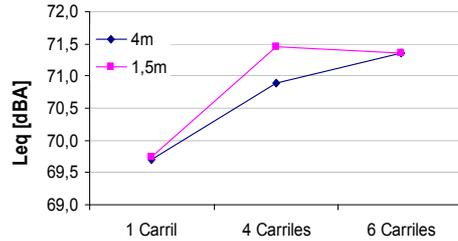
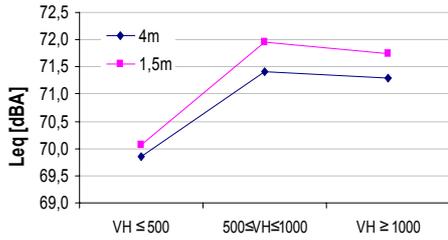
De todas formas, al aplicar la ponderación A vemos que el ruido del motor queda fuertemente atenuado, por lo que su contribución al nivel global Leq en dBA será menor que la del ruido de rodadura. Esto, junto a que el ruido de rodadura no presenta diferencias importantes entre las dos alturas, parece justificar la poca diferencia de niveles $Leq_{1,5-4m}$ que nos hemos encontrado.

Pero queda por justificar porqué el ruido de rodadura llega tan bien a 4m y no tan bien a 1,5m como para que los niveles sean parecidos aún y las pérdidas por divergencia de la onda que asciende a 4m. A simple vista se observan dos efectos que pueden justificarlo: el apantallamiento que suponen los propios carriles de vehículos circulando y la reflexión con la fachada de enfrente.

En la figura lateral se aprecia como al micrófono ubicado a 4m le llegan 2 radiaciones directas y 3 primeras reflexiones, mientras que el micrófono de 1,5m solo recibe 1 onda directa y 1 primera reflexión. Es una explicación simplista pero cobra credibilidad con los resultados obtenidos al representar los niveles de Leq medidos para

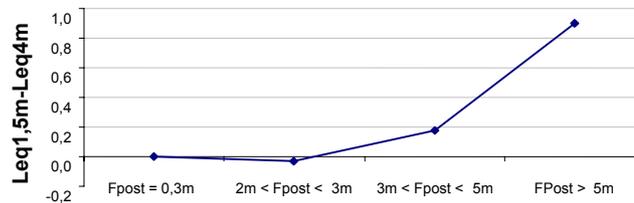


diferente densidad de tráfico y para diferente número de carriles:



Donde la curvatura puede ser debida a que incrementar el número de carriles implica alejar la fachada de enfrente, recibiendo así sus reflexiones más débiles. Por existir una relación directa entre número de carriles y flujo de tráfico no nos extraña que estos gráficos tengan aspectos parecidos.

En cuanto al efecto de la fachada posterior se comprueba que la diferencia de niveles entre 1,5m y 4m es mayor en los casos con fachada distante, que se acercan más al caso de medidas en espacios abiertos:



La repetibilidad de las diferencias $Leq_{1,5-4m}$ ha demostrado mantenerse estable frente a variaciones del flujo de tráfico en una misma calle, pero no a cambios del entorno de medida.

En general, concluimos que si bien a nivel estadístico las diferencias de nivel a las dos alturas resultan ser muy pequeñas, hay casos puntuales que presentan cambios de hasta 1,5dBA. Por otra parte los diferentes fenómenos acústicos involucrados no parecen tener una complejidad demasiado alta, pero su cálculo requeriría un volumen de datos de entrada excesivo.