

Emisión acústica en actividades industriales: Análisis frecuencial

*Santiago Jiménez, Jordi Romeu, Ramón Capdevilla, Lluís Cisneros**

*Laboratorio de Mecánica e Ingeniería Acústica.
E.T.S. de Ingenieros Industriales de Terrassa U.P.C.
C/Colom, 11. 08222 TERRASSA
* COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE CATALUÑA.
VIA LAIETANA, 39. 08003 Barcelona*

INTRODUCCION

En diciembre de 1993 se presentó el libro "Niveles de Presión Sonora de Máquinas y Actividades, Base de Datos", editado por el Colegio de Ingenieros Industriales de Cataluña donde se relacionan el nivel de presión sonora en dBA para diferentes máquinas y actividades. Como complemento a esta publicación, y tal como se anunció en Tecnia Acústica '94, se ha realizado un nuevo estudio para obtener el espectro de frecuencias de las máquinas representativas de 15 de las actividades industriales tratadas anteriormente.

Con objeto de posibilitar la realización de estudios más detallados y, dado que cada vez es más frecuente la caracterización de los materiales aislantes por su atenuación por bandas de octava, se ha elaborado una segunda base de datos. En ésta se han obtenido los niveles de presión sonora en bandas de octava de las máquinas más características de las diferentes actividades industriales.

La existencia de esta base de datos de análisis frecuencial de máquinas y actividades permite su utilización para seleccionar el tipo de aislamiento acústico más adecuado para los diferentes tipos de máquinas presentes, o previsibles, en la actividad.

METODOLOGÍA

El análisis ha consistido en obtener el espectro del nivel de presión sonora en bandas de octava para cada una de las máquinas tenidas en cuenta, cuando la máquina estaba sometida a un nivel de carga representativo. Los puntos donde se han realizado las medidas han sido escogidos según la posición de operario y en la parte donde el nivel de emisión sonora es más elevado. Se ha evitado tomar medidas en puntos próximos a paredes para evitar reflexiones. También se ha evitado la presencia de personas para eliminar los efectos de apantallamiento.

Finalmente se han agrupado los espectros del mismo tipo de máquinas y se ha realizado el tratamiento estadístico de los datos, representándolos gráficamente.

Debido a que el estudio se ha realizado en un número menor de empresas de cada una de las actividades previstas, ha disminuido el número de máquinas analizadas y en consecuencia la muestra.

Para dar mayor rigor estadístico al estudio, en el tratamiento de los datos se ha utilizado la distribución de Student en vez de la distribución normal, mas apta esta última para muestras mas extensas. Los resultados que se presentan son la media y la media más el error típico para un nivel de confianza del 90% de las máquinas. Los resultados que se han obtenido prácticamente no difieren de los presentados en la anterior base de datos de Niveles de Presión Sonora de Máquinas y Actividades expresados en dBA.

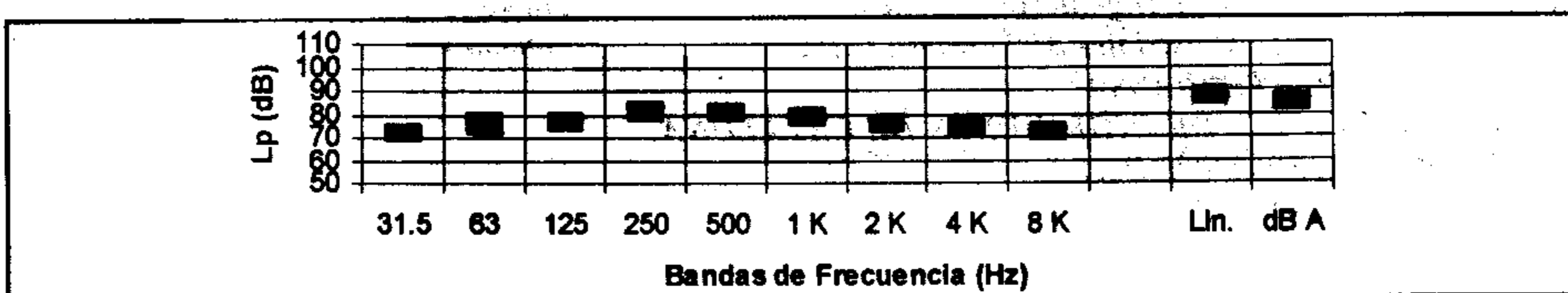
Se ha realizado el análisis frecuencial de las máquinas representativas de las siguientes actividades industriales:

- Bobinado de hilos.
- Fabricación de géneros de punto.
- Talleres de confección.
- Cerrajerías.
- Talleres mecánicos.
- Talleres de reparación de motos.
- Carpinterías de madera.
- Imprentas.
- Doblado y torcido de hilos.
- Fabricación de tejidos.
- Calderías.
- Carpinterías de aluminio.
- Lavado de vehículos.
- Chapistería.
- Inyección de plásticos.

RESULTADOS

Los gráficos obtenidos muestran unas barras o zonas para cada una de las bandas de octava comprendidas entre 31.5 Hz y 8kHz. Estas zonas delimitan la variación del nivel de presión sonora, siendo el límite inferior de la zona la media de los valores y el límite superior la media más el error típico según se ha comentado anteriormente.

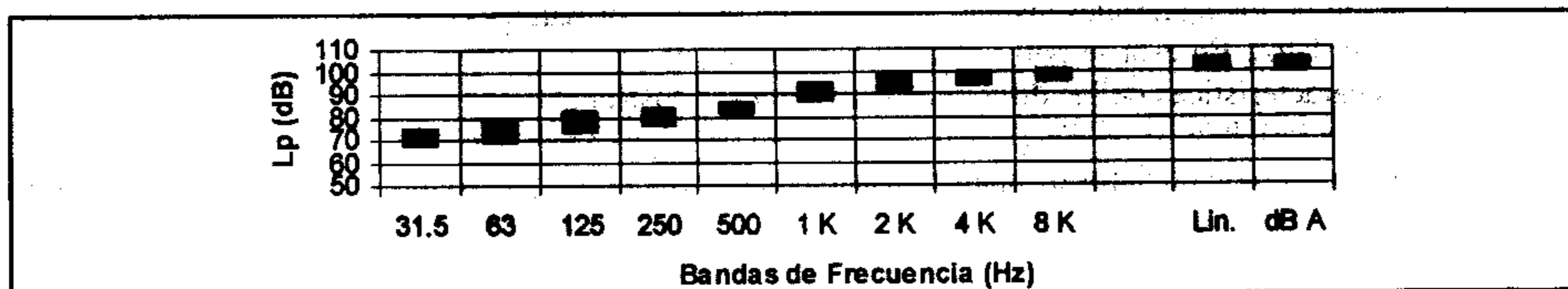
Máquinas de inyección



Bandas de Frecuencia (Hz)

	31.5	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Lin.	dB A
L. sup.	76.1	80.3	80.5	85.2	84.6	82.6	80.0	77.4	75.4	90.9	87.7
Media	69.3	71.8	73.7	77.6	77.4	76.2	73.2	70.7	68.7	84.4	81.2

Muelas portátiles



Bandas de Frecuencia (Hz)

	31.5	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Lin.	dB A
L. sup.	75.0	78.1	82.4	83.8	86.1	94.4	98.4	99.8	100.1	105.0	105.1
Media	68.2	69.2	73.5	76.5	81.9	87.4	92.0	94.3	95.3	99.9	99.7

UTILIZACIÓN DEL ESTUDIO DE ANÁLISIS FRECUENCIAL

A la hora de realizar un proyecto de aislamiento acústico es necesario conocer cual es el nivel de presión sonora asociado a la actividad a aislar. En el caso de no disponer de medidas directas, se pueden utilizar los resultados obtenidos en este estudio.

Teniendo en cuenta la experiencia de la anterior base de datos, se considera que los valores a utilizar son los de la media más el error típico según las condiciones comentadas anteriormente, es decir, el límite superior de las gráficas.

A continuación se muestran algunos ejemplos de cálculo de aislamiento acústico utilizando la base de datos y diferentes tipos de aislamiento caracterizados por bandas de octava. El aislamiento acústico por bandas de octava debido a la pared es extraído de la bibliografía existente sobre el tema.

En primer lugar se parte de que se debe aislar una actividad que tiene un local adosado a una vivienda, en la que hay muelas portátiles y que inicialmente dispone de una pared de bloques de hormigón rellenos de mortero.

Las tablas muestran los siguientes datos, por filas:

Nivel de máquina: El nivel de presión sonora de la máquina según los resultados del estudio de análisis frecuencial.

ponderación A: La curva de ponderación A.

Nivel ponderado: El nivel sonoro de la máquina ponderado A.

Aislamiento: Los dB que aísla el material para cada banda de octava.

Nivel resultante: El nivel de presión sonora que habría al otro lado de la pared.

Por otra parte las columnas $LpA_{(1)}$ y $LpA_{(2)}$ muestran:

$LpA_{(1)}$: nivel de presión sonora total al otro lado de la pared en dBA, calculado mediante suma logarítmica del nivel resultante por bandas de octava.

$LpA_{(2)}$: Muestra el cálculo de aislamiento que resultaría si no se dispone de los datos del análisis por bandas de octava; se presentan el nivel de presión sonora total de la máquina en dBA, el aislamiento bruto del material y el resultado de restar estos dos valores.

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	$LpA_{(1)}$	$LpA_{(2)}$
Nivel de máquina	78.1	82.4	83.8	86.1	94.4	98.4	99.8	100		
Ponderación A	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1		
Nivel ponderado	51.9	66.3	75.2	82.9	94.4	99.6	101	99		105.1
Nivel ponderado	51.9	66.3	75.2	82.9	94.4	99.6	101	99		105.1
Aislamiento 1	47	46	45	51	57	64	68	71		55
Nivel resultante	4.9	20.3	30.2	31.9	37.4	35.6	32.8	28	41.6	50.1

El proceso de trabajo consiste inicialmente en aplicar la curva de ponderación "A" al nivel de presión sonora del tipo de máquina en cuestión.

A este valor se le resta el valor de aislamiento que suministra el material para cada banda de octava, obteniendo el nivel resultante. Finalmente se calcula el nivel de presión sonora total en dBA ($LpA_{(1)}$) mediante la suma logarítmica de los valores obtenidos por bandas de octava, que da en este caso un valor de 41.6 dBA.

Teniendo en cuenta una ordenanza que exija un nivel máximo diurno de 30 dBA en las viviendas, el aislamiento conseguido con esta pared, no sería suficiente. Para corregir la situación, se le añade a la pared actual un trasdosado con dos placas de cartón yeso de 13 mm de espesor y 45 mm de fibra de vidrio en la cámara. En esta nueva instalación se tienen los siguientes datos mostrados en la tabla:

Nivel ponderado	51.9	66.3	75.2	82.9	94.4	99.6	101	99		105.1
Aislamiento 2	41	49	55	69	81	88	86	91		67
Nivel resultante	10.9	17.3	20.2	13.9	13.4	11.6	14.8	8	24.3	38.1

El resultado final es de 24.3 dBA, con lo que se cumpliría la ordenanza.

Es muy interesante observar el mismo ejemplo pero tomando ahora los valores totales de emisión sonora de la máquina y del aislamiento de la pared (columna $LpA_{(2)}$). En este caso, tenemos que el nivel de presión sonora a aislar es de 105.1 dBA, y la pared tiene un valor de aislamiento acústico bruto de 67 dBA. El nivel resultante será entonces de 38.1 dBA, superior al fijado por la ordenanza. Es evidente que el resultado válido es el calculado por bandas de octava ya que aportan más información sobre las características del ruido y aislamiento.

Comparando los resultados obtenidos por los dos métodos se puede comprobar que el análisis en bandas de octava es más preciso.

Otro ejemplo:

Se desea comprobar si en un local con doble pared de ladrillo de 280 mm con cámara de aire de 56 mm, se puede instalar un túnel de lavado de vehículos sin necesidad de realizar un aislamiento extra, partiendo de los resultados obtenidos en el estudio de análisis frecuencial para esta actividad y de la bibliografía apropiada de aislamientos acústicos, se construye la siguiente tabla.

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	LpA₍₁₎	LpA₍₂₎
Nivel de máquina	78.9	74.5	71.5	70.7	70.6	68.2	67.9	68		
Ponderación A	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1		
Nivel ponderado	52.7	58.4	62.9	67.5	70.6	69.4	68.9	66.9		75.7
Nivel ponderado	52.7	58.4	62.9	67.5	70.6	69.4	68.9	66.9		75.7
Aislamiento	28	34	34	40	56	73	76	78		45.6
Nivel resultante	24.7	24.4	28.9	27.5	14.6	0	0	0	32.9	30.1

Si ahora se realiza el cálculo utilizando los datos de LpA de la emisión de la actividad y del aislamiento bruto del material el valor obtenido es de 30.1 dBA, analizando el problema por bandas de octava el nivel resultante es de 32.9 dBA, por tanto es necesario realizar alguna mejora. Se propone rellenar la cavidad entre paredes con fibra de vidrio obteniendo la siguiente tabla:

Nivel ponderado	52.7	58.4	62.9	67.5	70.6	69.4	68.9	66.9		75.7
Aislamiento 2	27	27	43	55	66	77	85	85		49.2
Nivel resultante	25.7	31.4	19.9	12.5	4.6	0	0	0	32.7	26.5

Se observa que analizando el problema para los valores globales se obtendría un nivel resultante de 26.5 dBA, resultado que cumpliría la ordenanza, pero el nivel resultante obtenido por bandas de octava sería de 32.7 dBA, lo que confirma que el aislamiento acústico no sería suficiente para cumplir el nivel fijado por la ordenanza.