

PROPAGACION DEL SONIDO DE VENTILADOR AL AIRE LIBRE. MODELO EXPERIMENTAL

PACS: 43.20.EI

Querol Noguera, Josep Maria; Colomer Rodó, Jaume; Querol Pascual, Xavier
Querol & Colomer Consultors Acústics S.L.
Rambla d'Egara 116, 1º- 2ª
08221 Terrassa. España
Tel: 34 937 336 650
Fax: 34 937 336 651
E-Mail: info@acustics-qc.com

ABSTRACT

The use of reduced scale models to find solutions to particular acoustic problems allow very reliable predictions concerning acoustic propagation. A reduced scale model 1:8 has been applied in order to predict the outdoor noise, at different distances and at different angles, of very directional sources of exhaust air of tubeaxial fans through a curved duct. The sources are found in various rows and positions on the roof of a large industrial plant. The model has permitted a time reduction of the fieldwork and the avoidance of disturbing influences of other related sources and environmental noise.

RESUMEN

La utilización de ensayos con modelos a escala reducida, para la resolución de problemas acústicos concretos, permite la predicción de propagaciones acústicas con gran fiabilidad. Un modelo a escala reducida 1:8 ha permitido la predicción, a distancias y ángulos diferentes, del nivel de ruido de ventiladores tubulares por bocas de salida de aire muy directivas por un conducto curvado. Las fuentes están situadas en diversas hileras y posiciones en la cubierta de una gran nave industrial. El ensayo ha permitido reducir el tiempo de trabajo de campo y evitar las influencias perturbadoras de otras fuentes y de ruido ambiental.

INTRODUCCION

La utilización de ensayos con modelos a escala reducida, para la resolución de problemas acústicos concretos, permite la predicción de propagaciones acústicas con gran fiabilidad. En determinados emisores industriales, como en el presente caso, la simulación mediante ordenador sería excesivamente costosa, lenta y compleja. Por otra parte los ensayos con modelos a escala reducida permiten, en ocasiones, obtener resultados generales aplicables a otras situaciones.

Se ha realizado un ensayo con modelo a escala 1:8 para la predicción del nivel sonoro de inmisión de fuentes sonoras muy directivas, a distancias y ángulos diferentes. Las fuentes son bocas de salida de ventiladores tubulares de impulsión, situados en la cubierta de una gran nave industrial, que se hallan colocadas en diversas hileras y posiciones. La figura 1 muestra parte de la cubierta con las bocas de salida colocadas opuestas a una de las zonas de

inmisión. Sin embargo deben realizarse predicciones a diferentes distancias y ángulos, no accesibles en la actualidad, para determinar cuantas y cuales de las fuentes emisoras deben ser tratadas con silenciadores y de que características.

Se precisa por consiguiente poder calcular para cada unidad o fuente emisora, la atenuación sonora según su distancia al receptor y su directividad, para determinar su nivel de inmisión, que junto al de otras fuentes permitirá establecer el nivel global y compararlo con las normativas de ruido vigentes.



Figura 1. Cubierta de la nave industrial, con los ventiladores y conductos de expulsión objeto del ensayo

DISPOSICION GENERAL DEL ENSAYO

Las dimensiones reales de las fuentes emisoras se detallan en la Figura 2. Para estas dimensiones se ha determinado que la escala más adecuada para la realización de ensayos con modelos a escala reducida es la de 1:8, lo que permite simular mediciones de propagación sonora a 4, 8 y 16 metros de la fuente, con distancias a escala reducida a 50 cm y 100 cm y 200 cm y efectuar extrapolaciones a mayores distancias.

Para estas medidas el recinto de ensayo más adecuado es una cámara semi-anecoica, que permite simular las reflexiones del suelo de la terraza donde se hallan las fuentes sonoras reales, sin la influencia de reflexiones laterales. La cámara utilizada es la cámara semianecoica de la empresa Amate Electroacústica S.A., situada en Terrassa, que se utiliza habitualmente para ensayos acústicos y electroacústicos.

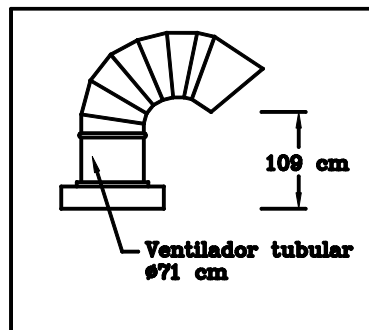


Figura 2. Dimensiones reales de las fuentes emisoras.

CARACTERISTICAS DEL ENSAYO

Se definen a continuación las características de cada uno de los elementos que han intervenido en el ensayo: las frecuencias del emisor, las frecuencias del ensayo, la maqueta, el equipo generador de sonido, el equipo de medición, el recinto del ensayo y las posiciones de medición utilizadas.

Frecuencias del emisor

La Figura 3 muestra los niveles de presión sonora promedio de cinco fuentes sonoras, medidas individualmente en bandas de octava y a 4 metros de distancia. En la figura los niveles se han representado con la curva "A" por lo que se puede apreciar que las frecuencias con mayor nivel sonoro de emisión y por consiguiente las que presentan mayor interés para el ensayo son las comprendidas entre 125 Hz y 2000 Hz.

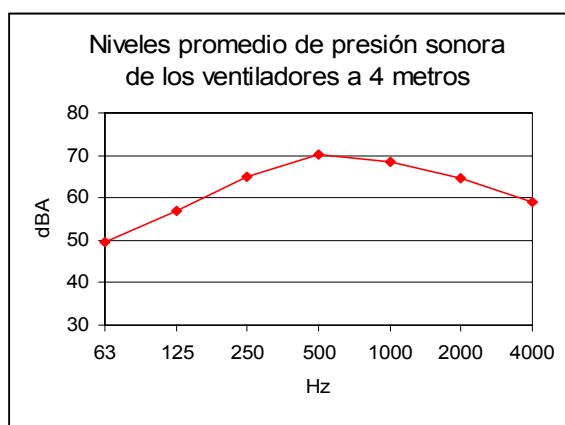


Figura 3. El espectro en bandas de una octava, se ha representado con la curva "A". Este punto de medición, se ha tomado como referencia para los ensayos a escala reducida como: 00,00.

Frecuencias del ensayo

Las frecuencias de interés muestran que a escala 1:8 las frecuencias de ensayo pueden limitarse a las comprendidas entre las octavas de 1000 Hz y 16.000 Hz. Si bien las mediciones se han llevado a cabo en 1/3 de octava, se muestran sólo los resultados obtenidos en bandas de una octava, en parte debido a que muchos cálculos en ingeniería son suficientes en bandas de una octava y también a que la presentación de gran número de datos en tercios de octava dificultaría la percepción del conjunto.

Maqueta

En la fuente real se ha comprobado que la emisión sonora se produce en casi su totalidad por la boca de salida, con diferencias de más de 10 dBA respecto a la parte posterior, por lo que la maqueta se ha fabricado con tubo de acero de 1 mm de espesor, que a las frecuencias de ensayo presenta suficiente aislamiento acústico como para que la emisión sonora se produzca exclusivamente por la boca de expulsión.

Fuente Sonora

La fuente sonora utilizada ha sido un generador de ruido rosa Neutrik, un amplificador lineal de 20 W, un altavoz con respuesta en frecuencia entre 800 y 20.000 Hz, y un ecualizador en 1/3 de octava IRQ de AR&T Inc., que permite compensar la emisión del altavoz en los extremos del ancho de banda utilizado.

El altavoz se instaló en lo que en la fuente real constituye la base soporte del ventilador y su conducto de salida. Debido a la forma del conducto se obtiene en su interior una buena difusión de las altas frecuencias antes de salir al exterior.

Equipos de Medición

Se ha utilizado un micrófono de condensador Brüel & Kjaer modelo 4138, de 1/8 de pulgada, para mediciones de ultrasonidos y modelos a escala reducida con respuesta en frecuencia hasta 140 kHz, que permite conseguir una buena respuesta omnidireccional sin interferencias del tamaño del micrófono. El micrófono se ha montado sobre un soporte articulado mediante un cable de extensión.

Los equipos de medición utilizados son un Sonómetro Modular de Tipo I, Brüel & Kjaer modelo 2231, con analizador de tercios y bandas de octava, Brüel & Kjaer modelo 1625, calibrador acústico Brüel & Kjaer modelo 4231, un sonómetro Symphonie Bi-Canal de 01dB, provisto de preamplificadores GRAS 26AK y micrófonos GRAS 40AF.

La calibración del equipo con el micrófono de 1/8 de pulgada se ha realizado por comparación de la señal recibida simultáneamente, de un generador de ruido rosa y altavoz, comparando la señal en cada uno de los dos canales del Symphonie.

Recinto de Ensayo

La cámara semi-anechoica en la que se han realizado los ensayos tiene un volumen de 470 m³.



Figura 4. Mediciones en cámara semianecoica con maqueta a escala reducida 1:8

Posiciones de Medición

Los ensayos se han realizado en el plano horizontal cada 30°, de 0° en la dirección de la boca de salida a 180° en la dirección opuesta, y en el plano vertical también cada 30°, desde 0° en el plano de la superficie del eje de la boca de salida paralelo al suelo hasta 90°, para poder obtener datos de propagación sonora en prácticamente cualquier posición del receptor. De esta manera se ha barrido a distancias de 0,5 m, 1 m y 2 metros, un cuarto de esfera, que debido a la simetría de la fuente equivale a disponer de datos de propagación semiesféricos.

En total se dispone por consiguiente de 66 puntos de medida alrededor del modelo.

VALIDACION DEL MODELO

El modelo a escala se ha validado mediante mediciones en varios puntos alrededor de una de las fuentes reales, a 4 metros de distancia, obteniéndose diferencias inferiores a 1,6 dB, por lo que los cálculos de propagación que se deriven de los ensayos pueden considerarse suficientemente robustos. En cálculos a largas distancias se han introducido las correcciones por humedad y temperatura ambiente según la Norma ISO 9613-1.

RESULTADOS

Se presentan en seis gráficos de diagramas polares los resultados de atenuación, que incluyen atenuaciones por dirección y distancia respecto a los niveles tomados como origen, en el eje de la boca del conducto de salida a 0,5 m de distancia, que equivalen a 4 m de la fuente original.

Se incluyen en los gráficos sólo los resultados para bandas de una octava y distancias de 0,5 m y 1 metros del modelo, que equivalen a 4 m y 8 metros de la fuente original.

CONCLUSIONES

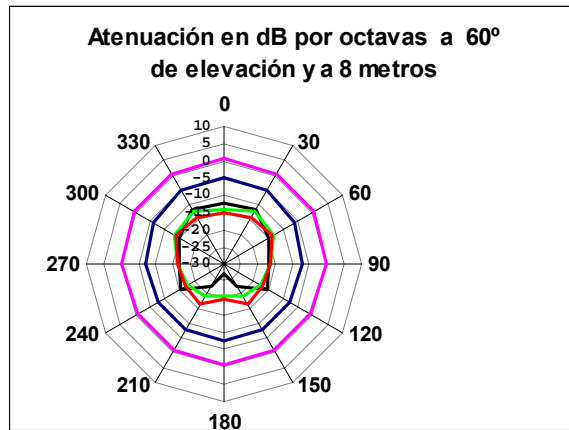
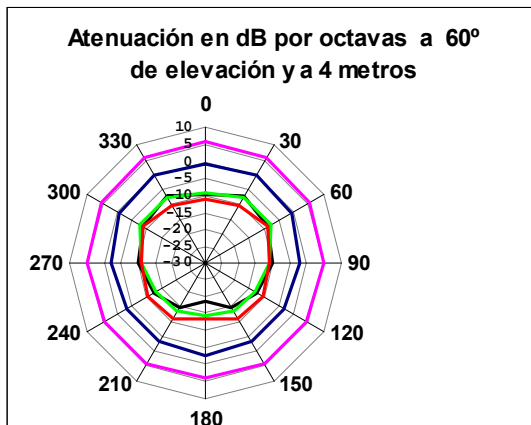
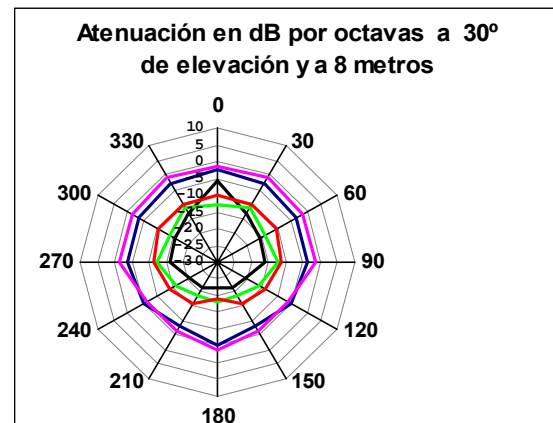
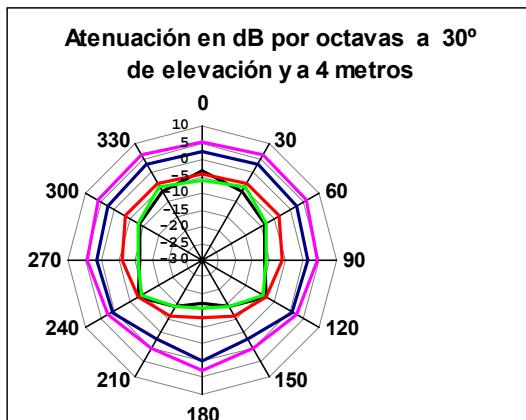
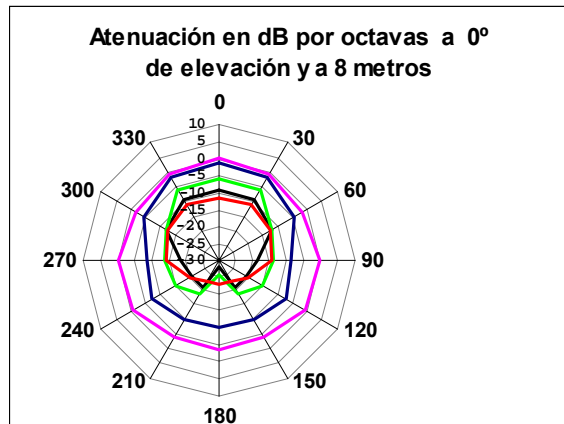
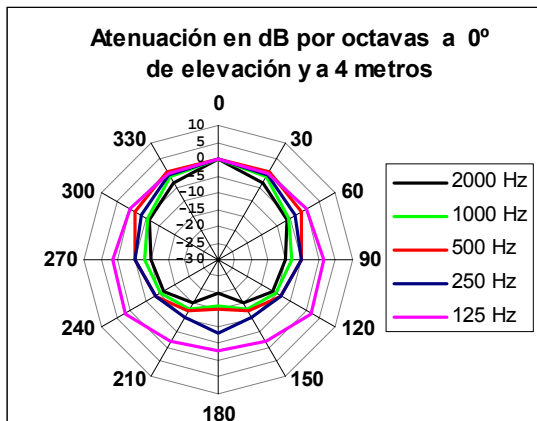
Para el diámetro de boca de salida de 71 cm, la radiación según ángulos, a frecuencia medias y altas es bastante directiva, mientras que a 125 Hz y a 250 Hz la orientación de la boca de salida respecto a la posición del reflector es menos relevante.

Los cálculos de niveles de inmisión están condicionados por la banda de frecuencia y por los ángulos en los planos vertical y horizontal entre la boca de salida y el receptor.

El ensayo con modelo a escala reducida 1/8 ha permitido realizar cálculos de propagación de inmisión sonora a distancias y ángulos variables de los receptores, permitiendo determinar cuantas y cuales fuentes deben ser equipadas con silenciadores y el grado de atenuación necesario de cada silenciador.

El tiempo de planificación del trabajo, mediciones en cámara semi-anecoica y tratamiento de datos ha sido muy inferior al previsible, para llegar a las mismas conclusiones, en horas de trabajo de campo y mediciones en horas nocturnas.

El ensayo ha permitido una buena precisión al evitar las influencias perturbadoras del ruido ambiental.



Los seis gráficos de diagramas polares presentan los resultados de atenuación.