

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

I.T. Telecomunicación (Sonido e Imagen)



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE GANDIA

“Caracterización de fuentes para el cumplimiento de requisitos Normas UNE-EN ISO 140-4, 140-5 y 3382-2”

TRABAJO FINAL DE CARRERA

Autor/es:

Tania Lladosa Rubio

Director/es:

D. Joan Martínez Mora

D. Alberto López Estellés

GANDIA, 2013

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	3
2.-NORMATIVA A CUMPLIR.....	5
3.- INSTRUMENTACION UTILIZADA.....	13
4. DESARROLLO Y TOMA DE MEDIDAS.....	15
4.1. ESTUDIO DE LA DIRECTIVIDAD	15
Fuente dodecaédrica Omnipower 4296 de Bruel & Kjaer	15
4.2 ESTUDIO DE LA POTENCIA ACÚSTICA.....	25
Fuente dodecaédrica Omnipower 4296 de Bruel & Kjaer	25
Fuente directiva unidireccional con transductor Beyma	29
4.3. SUPERFICIE DE COBERTURA	31
1.-Altura de centro de fachada 1.5m (correspondiente a una fachada en planta baja).....	31
Niveles de presión sonora medidos con fuente directiva unidireccional con transductor Beyma.....	32
Niveles de presión sonora medidos con fuente SONORA DODECAÉDRICA Omnipower 4296 de Brüel & Kjaer.	34
2.-Altura de centro de fachada 5m (correspondiente a una fachada en planta primera)..	37
Niveles de presión sonora medidos con fuente directiva unidireccional con transductor Beyma.....	38
Niveles de presión sonora medidos con fuente sonora dodecaédrica Omnipower 4296 de Brüel & Kjaer.	42
5.-CONCLUSIONES	47
BIBLIOGRAFIA.....	51
ANEXO I: GLOSARIO DE SÍMBOLOS. DEFINICIONES	52

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.

El trabajo descrito a continuación tiene como objetivo caracterizar dos fuentes sonoras diferentes comprobando su correcto funcionamiento para dar cumplimiento a los requisitos y exigencias de las normas UNE-EN ISO 140-4, 140-5 y 3382-2.

Las fuentes sonoras bajo estudio son las empleadas por el laboratorio de ensayos acústicos TELEACUSTIK INGENIEROS S.L, para la realización de mediciones “in-situ” bajo alcance de acreditación ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).

ENAC, garantiza y proporciona un respaldo técnico al laboratorio que disponen de la acreditación, asegurando la realización rigurosa de los ensayos según la normativa internacional, para los que la marca ENAC aparece visiblemente presente en el informe de resultados.

La comprobación de los requisitos de las normas internacionales anteriormente citadas, forman parte del control de calidad interno de la empresa para sus equipos y métodos de ensayo.

Las fuentes sonoras son las utilizadas para ensayos de aislamiento acústico en edificación, basados en las Normas:

- Norma UNE-EN ISO 140:1999 Medición del aislamiento acústico en edificios y elementos de construcción.
 - Parte 4: Medición ‘in-situ’ de aislamiento a ruido aéreo entre locales.
 - Parte 5: Medición ‘in-situ’ de aislamiento a ruido aéreo de elementos de fachadas y cubiertas
 - Parte 14:2004: Directrices para situaciones especiales ‘in-situ’
- Norma UNE-EN ISO 717:2013 Evaluación del aislamiento acústico en edificios y de los elementos de construcción.
 - Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo.
- Norma UNE-EN ISO 3382:2008 Medición de parámetros acústicos
 - Parte 2: Tiempo de reverberación en recintos ordinarios.

Durante este trabajo se estudiarán las diferencias propias características de una fuente dodecaédrica omnidireccional y una fuente directiva unidireccional. Así pues, se ensayarán la directividad, la cobertura de la fuente para ensayos de aislamiento a ruido aéreo de fachada y la potencia acústica de cada una de ellas.

2.-NORMATIVA A CUMPLIR

NORMA UNE-EN ISO 140-5: MEDICIONES IN SITU DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO DE ELEMENTOS DE FACHADAS Y DE FACHADAS.

Para el cumplimiento de esta norma, nuestras fuentes deberán cumplir y asegurar, según figura en el apartado 4.2 de la norma, las siguientes características de altavoz:

“La directividad del altavoz debe asegurar que las diferencias locales del nivel de presión sonora, en todas las bandas de frecuencia de interés, sean inferiores a 5 dB, medidas en campo libre sobre una superficie del mismo tamaño y orientación que la pared o elemento a ensayar”

“NOTA – Si se adapta el método del altavoz a muestras de gran superficie, por ejemplo, muestras en donde una dimensión supera los 5m, se pueden aceptar diferencias de hasta 10 dB. En este caso se deberían indicar en el informe de medición.”

En la Norma UNE-EN ISO 140-5 se describen dos métodos de medición con altavoz según los cuales se instalará el altavoz en una o más posiciones fuera del edificio a una distancia de la fachada, con ángulo de incidencia sonora igual a $(45 \pm 5)^\circ$ (Véase la figura 1)

El nivel de presión sonora medio se determina directamente en la muestra (método para elementos) o a 2m frente a la fachada (método global), así como en el local de recepción. Se calculan bien el índice de reducción sonora aparente R'_{45° o la diferencia de nivel $D_{ls,2m}$

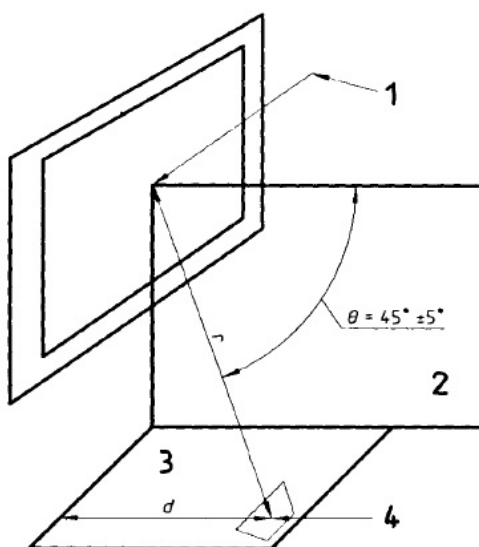


FIGURA1: Geometría del método del altavoz

Para una óptima generación del campo sonoro este debe ser estacionario con un espectro continuo en el rango de frecuencias considerado. Si las mediciones se hacen en bandas de tercio de octava, se deben usar como mínimo las bandas de frecuencias centrales desde la frecuencia de 100 Hz a 3150 Hz, y preferiblemente desde 50 Hz hasta 5000 Hz. Además las diferencias de niveles de potencia sonora entre las bandas de tercio de octava que forman una octava no deben superar:

- 6 dB en la banda de octava de 125 Hz
- 5 dB en la banda de 250 Hz
- 4 dB en las bandas superiores (500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz y 4000 Hz)

La posición del altavoz no deberá ser aleatoria, con lo que en la Norma UNE-EN ISO 140-5 se detalla la elección de una posición del altavoz y una distancia d a la fachada de manera que minimice la variación del nivel de presión sonora sobre la muestra en ensayo. Esto implica que la fuente sonora se coloque preferentemente en el suelo. Como alternativa, se puede colocar la fuente a la mayor altura del suelo como sea posible.

La distancia r desde la fuente sonora al centro de la muestra debe ser como mínimo de 5m ($d > 3.5$ m) en el caso del método para elementos y como mínimo 7 m ($d > 5$ m) para el método global. El ángulo de incidencia sonora debe ser $(45 \pm 5)^\circ$, (véase figura 1)."

En el presente trabajo se desarrolla el cálculo de la directividad y potencia óptimas para el cumplimiento de los requisitos anteriormente descritos en la Norma UNE-EN ISO 140-5 tanto de la fuente directiva unidireccional con transductor Beyma como de la fuente sonora dodecaédrica Omnipower 4296 de Brüel & Kjael.

NORMA UNE-EN ISO 140-4: MEDICIONES IN SITU DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO ENTRE LOCALES

Para realizar un correcto proceso y evaluación del ensayo de aislamiento a ruido aéreo entre locales, nuestras fuentes deberán generar un campo sonoro estacionario en el recinto emisor con un espectro continuo en el rango de frecuencias considerado. El espectro sonoro en el recinto emisor no debe tener diferencias de nivel mayores a 6 dB entre bandas de tercio de octava adyacente.

La potencia sonora debería ser lo suficientemente alta como para que el nivel de presión sonora en el recinto receptor sea, al menos, 10 dB más alto que el nivel de fondo en cualquier banda de frecuencia.

Si la fuente sonora contiene más de un altavoz funcionando simultáneamente, los altavoces deben estar conectados en fase o se deberá asegurar que la radiación es uniforme y omnidireccional. Se permite el uso de múltiples fuentes sonoras a la vez, siempre que sean del mismo tipo y sean excitadas con el mismo nivel mediante señales similares pero no correlacionadas entre sí.

Debe situarse la fuente sonora de tal forma que se cree un campo sonoro tan difuso como sea posible y a una distancia tal del elemento constructivo separador y de los elementos laterales que puedan influenciar la transmisión, de manera que la radiación directa sobre ellos no sea dominante.

Para poder asegurar el cumplimiento de estas características, la norma nos indica mediante el Anexo A de la misma, los procedimientos de calificación para altavoces y para posiciones relativas a las posiciones de micrófono.

“En todas las posiciones de la fuente en el espacio libre del recinto, los altavoces deberían usarse con sus transductores montados en una caja cerrada. Todos los transductores de una misma caja deben radiar fase.

Una aproximación adecuada de radiación omnidireccional uniforme consiste en montar los altavoces en las superficies de un poliedro, preferiblemente un dodecaedro. La radiación omnidireccional puede también conseguirse con un altavoz poliédrico semiesférico. Se llevarán a cabo, en este caso, medidas verticales desde el recinto inferior al superior.

Para la medición de la radiación direccional de una fuente, se miden los niveles de presión sonora alrededor de la fuente a una distancia aproximada de 1.5 m en campo libre. La fuente debe ser excitada con una señal de ruido y se realizarán las medidas en bandas de tercio de octava. Se mide la diferencia de niveles en valor energético medio para un ángulo de 360° (L_{360}) y los valores medios “deslizantes” de todos los ángulos de 30° (L_{30i}).

Los índices de directividad son:

$$DI = L_{360} - L_{30i}$$

Se puede suponer que la radiación es omnidireccional y uniforme si los valores de DI están dentro de los límites de:

- ± 2 dB en el rango de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 630 Hz.
- de ± 2 dB a ± 8 dB, en el rango de 630 Hz a 1 kHz.
- ± 8 dB para las frecuencias de 1 kHz a 5 kHz.

NORMA UNE-EN ISO 3382-2: MEDICIÓN DE PARÁMETROS ACÚSTICOS EN RECINTOS

La fuente debe ser lo más omnidireccional posible. Debe producir un nivel de presión acústica suficiente para generar curvas de decrecimiento con el rango dinámico mínimo requerido son contaminación por ruido de fondo.

En el caso de mediciones de las respuestas impulsivas con secuencias pseudo-aleatorias, el nivel de presión acústica requerido podría ser bastante bajo, porque se puede obtener una fuerte mejora en la relación señal/ruido mediante el promediado sincrónico.

En el caso de mediciones que no requieran de un promediado sincrónico para aumentar el rango de decrecimiento, se requerirá un nivel de fuente acústica que se sitúe al menos 45 dB por encima del nivel de ruido en la banda de frecuencia correspondiente. Si solo se va a medir T_{20} basta con generar un nivel que se sitúe al menos de 35 dB por encima del nivel de ruido de fondo.

La tabla 1 indica las desviaciones de directividad máximas aceptables cuando se promedian sobre “arcos de círculo” de 30° en campo libre. Cuando no se pueda utilizar una mesa giratoria conviene realizar las mediciones cada 5°, seguidas de promedios “deslizantes”, cubriendo cada uno seis puntos sucesivos. El valor de referencia se debe determinar a partir de una medida genérica de 360° en el plano de medición. La distancia mínima entre fuente y micrófono debe ser 1,5 m durante estas mediciones.

Tabla 1. -Desviación máxima de directividad de la fuente, en decibelios, medida en campo libre para una excitación por ruido rosa en bandas de octava.

Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Desviación máxima (dB)	± 1	± 1	± 1	± 3	± 5	± 6

De todo ello se observa que para la comprobación y verificación del óptimo funcionamiento de las fuentes bajo estudio en la realización de ensayos de aislamiento acústico según las normas UNE-EN ISO 140-5, 140-4 y 3382-2, es necesaria la comprobación de

la directividad, cobertura y potencia de cada una de ellas, teniendo en cuenta sus características propias y comunes.

La potencia deberá ser calculada a partir de la norma UNE-EN ISO 3741, en la que se determina el nivel de potencia acústica de las fuentes de ruido a partir de la presión acústica, a través de métodos de precisión en cámaras reverberantes.

De la Norma UNE-EN ISO 3741:1999 se desprende:

UNE-EN ISO 3741:1999: Determinación de los niveles de potencia acústica de las fuentes de ruido a partir de la presión acústica. Métodos de precisión en cámaras reverberantes.

Generalidades

La cámara de ensayo debe ser lo suficientemente grande y debe tener una absorción acústica total lo suficientemente baja para ofrecer un campo acústico reverberante.

El volumen mínimo de la cámara reverberante dependerá de las bandas de frecuencia de interés más baja en 1/3 de octava. En nuestro caso, para la banda de frecuencia mínima de 100 Hz, el volumen mínimo de la cámara de ensayo es de 200 m³.

La absorción de la cámara de ensayo afecta principalmente a la distancia mínima que debe mantenerse entre la fuente acústica y las posiciones de micrófono. La absorción de la cámara no debe ser ni demasiado grande ni demasiado pequeña.

El nivel de ruido de fondo debe ser al menos 10 dB por debajo del nivel de presión acústica debido a la fuente en ensayo.

Deberán tenerse en cuenta las variaciones en temperatura, humedad relativa y presión atmosférica.

Condiciones del ensayo

La fuente debe estar situada en la cámara reverberante, ubicada en el suelo al menos a 1.5 m de cualquier pared de la cámara. Si se requieren dos o más posiciones de fuente, en cámaras con el suelo rectangular, la fuente acústica debe situarse de forma asimétrica al suelo.

La fuente debería funcionar en condiciones normales de ensayo.

La distancia mínima entre la fuente acústica y la posición de micrófono más cercana para cada banda de frecuencias de interés no deberá ser inferior a:

$$d_{min} = C_1 \sqrt{V/T_{rev}}$$

Donde

d_{min} es el valor numérico de la distancia mínima entre la fuente y el micrófono, expresado en metros (m)

$C_1 = 0.08$

V es el valor numérico del volumen de la cámara reverberante, expresado en metros cúbicos (m³)

T_{rev} es el valor numérico del tiempo de reverberación en segundos (s)

De acuerdo al Anexo A de la norma, se deben seleccionar 6 posiciones de micrófono para estimar la desviación típica. Los seis micrófonos deben estar a más de 1 m de la distancia de cualquiera de las superficies de la cámara y a más de d_{min} de la fuente. La distancia mínima entre las posiciones de micrófono debe corresponder a la mitad de la longitud de onda de la frecuencia central de banda más bajas de interés.

Procedimiento de ensayo

Se mide el nivel de presión acústica promediado en el tiempo en bandas de 1/3 de octava en cada posición de micrófono. Para fuentes que emitan un ruido constante, el tiempo de medida debe ser de al menos 30 segundos para bandas de frecuencia centrada en o por debajo de 160 Hz. Para bandas de frecuencia centrales de o superiores a 200 Hz, el tiempo de medida debe ser al menos de al menos 10 s.

El nivel de ruido de fondo debe realizarse inmediatamente antes o después de medir la fuente.

Determinación del nivel de presión acústica medio en la cámara reverberante

Para cada posición de la fuente, los niveles de presión acústica promediados en cada banda de frecuencia deben determinarse promediando primero las posiciones de micrófono y luego aplicando la corrección de fondo K_1

$$(\overline{L_p})_j = 10 \log \left[\frac{1}{N_M} \sum_{i=1}^{N_M} 10^{0.1L_{pi}} \right] dB - K_1$$

Donde

$(\overline{L_p})_j$ es el nivel de presión acústica, en una banda de frecuencias determinada, para la posición de la fuente j.

- L_{pi} nivel de presión acústica promediado en el tiempo, en una banda de frecuencias determinada, medido en la posición de micrófono i para la posición de fuente j (dB).
- N_M es el número de posiciones de micrófono fijas para cada posición de la fuente.
- K_1 corrección por ruido de fondo (dB)

Determinación según el método que utiliza el área de absorción acústica equivalente de la cámara (método directo).

$$L_w = \overline{L_p} + \left\{ 10 \log \frac{A}{A_0} + 4.34 \frac{A}{S} + 10 \log \left(1 + \frac{S \cdot c}{8 \cdot V \cdot f} \right) - 25 \log \left[\frac{427}{400} \sqrt{\frac{273}{273 + \theta}} \cdot \frac{B}{B_0} \right] - 6 \right\}$$

Donde

- L_w nivel de potencia acústica de la fuente en ensayo (dB)
- $\overline{L_p}$ nivel de presión acústica medio en la cámara (dB)
- A área de absorción equivalente de la cámara (m^2)
- $A_0 = 1m^2$
- S área total de la superficie de la cámara reverberante (m^2)
- V volumen de la cámara (m^3)
- f frecuencia central de banda de medición (Hz)
- c velocidad del sonido a temperatura θ
- $c = 20.05\sqrt{273 + \theta}$ m/s
- θ temperatura ($^{\circ}C$)
- B presión atmosférica (Pa)
- $B_0 = 1.013 \times 10^5$ (Pa)

3.- INSTRUMENTACION UTILIZADA

Para la realización de los ensayos se ha empleado el siguiente equipo:

- Sonómetro Integrador Promediador 2260 Investigator (Brüel & Kjaer)
Nº serie: 2354798
- Micrófono prepolarizado de campo libre tipo 4189
Nº serie: 2352786
- Calibrador Sonoro mod. 4231(Brüel & Kjaer)
Nº serie: 2343089
- Etapa de Potencia 2716(Brüel & Kjaer)
- Ecuilizador gráfico de 31 bandas FEQ-31(FONESTAR)
- Emisor inalámbrico PT 40 FLEXX (AKG)
- Receptor inalámbrico SR 40 FLEXX (AKG)

Fuentes bajo estudio:

- **Fuente sonora dodecaédrica Omnipower 4296(Brüel & Kjaer)**



Figura1.-Fuente dodecaédrica Omnipower 4296 (Brüel &Kjaer)



Figura2.-Uso convencional fuente dodecaédrica Omnipower 4296 (Brüel &Kjaer) sobre trípode h=1.5m.

- **Fuente directiva unidireccional con transductor Beyma.**



Figura3.- Fuente directiva unidireccional Beyma

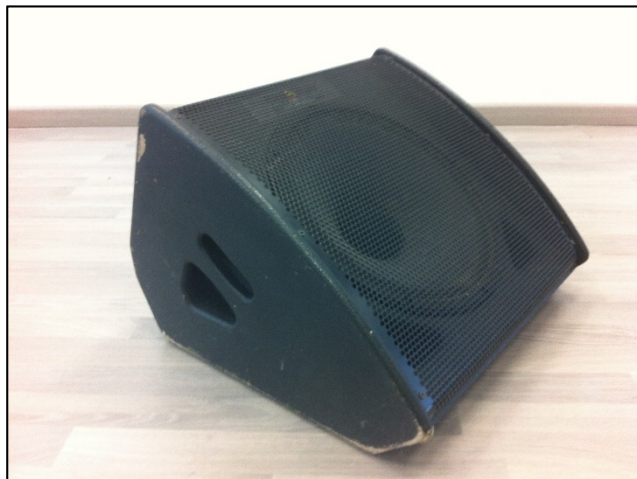


Figura4.- Montaje en caja cerrada de fuente directiva unidireccional Beyma.

4. DESARROLLO Y TOMA DE MEDIDAS

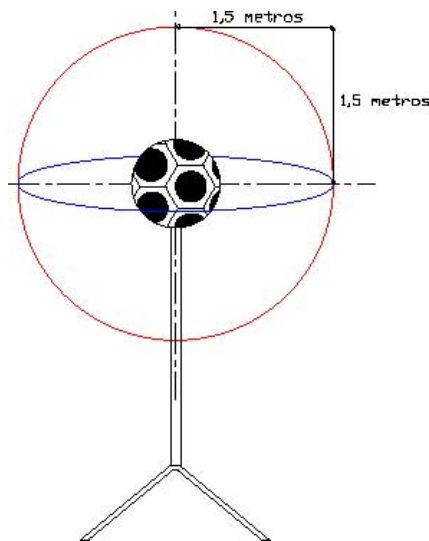
4.1. ESTUDIO DE LA DIRECTIVIDAD

Fuente dodecaédrica Omnipower 4296 de Bruel & Kjaer

Para la calificación de la radiación direccional de una fuente sonora, **la Norma UNE-EN ISO 140-4**, nos indica su procedimiento, el cual será llevado a cabo evaluando la *fente sonora dodecaédrica Omnipower 4296 de Brüel & Kjaer*.

Realizaremos las medidas en un campo de futbol 7, con suelo de hormigón en condiciones de campo libre. Situados en el centro del campo se dibuja una circunferencia de radio $r=1.5$ m, y marcando todos los ángulos que componen la circunferencia desde 0° a 360° cada 5° .

La fuente sonora dodecaédrica es colocada en el centro de la circunferencia a una altura del plano reflectante $h=1.5$ m. Se excita la fuente mediante un ruido rosa y se realizan medidas de 10 segundos de duración en bandas de tercio de octava.

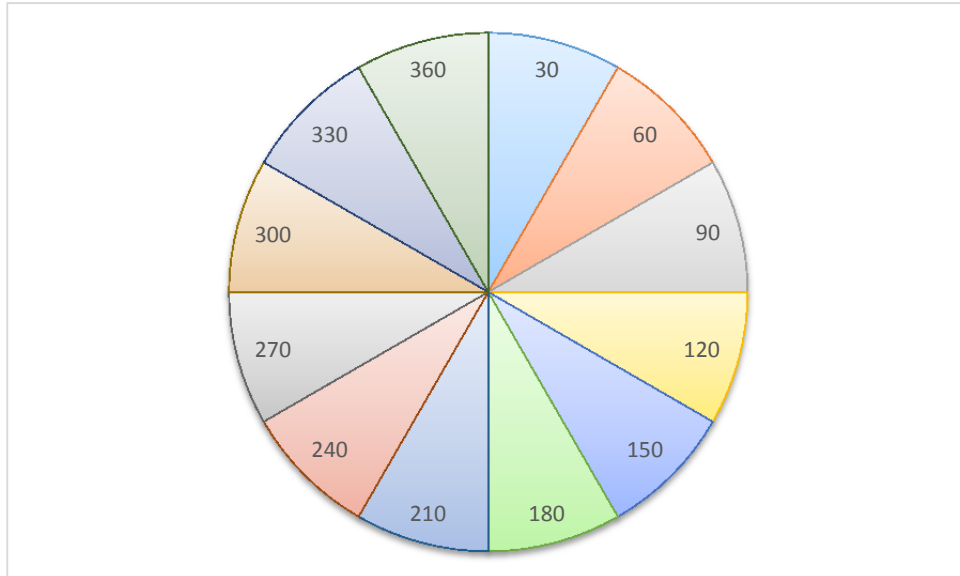


Para el estudio de la directividad se mide la diferencia de niveles en valor energético medio para un ángulo de 360° (L_{360}) y los valores medios “deslizantes” de todos los ángulos de 30° (L_{30i}) tal y como indica la norma. Puesto no se disponía de una mesa giratoria para la medida de los arcos deslizantes de 30° , se realizaron medias cada 5° y se promediaron los valores de los 6 puntos más próximos.

Los índices de directividad son:

$$DI = L_{360} - L_{30i}$$

A modo de ejemplo en la figura se muestra la distribución angular para las medidas de directividad:



A continuación se muestra una captura fotográfica realizada durante los ensayos:



Figura5.- Medición de la directividad de la fuente sonora dodecaédrica Omnipower 4296 en condiciones de campo libre, según la norma UNE-EN ISO 140-4, anexo A.

Niveles de presión sonora obtenidos:

Los niveles de presión sonora obtenidos en intervalos angulares de 5° son los siguientes:

f (Hz)	L5°	L10°	L15°	L20°	L25°	L30°	L35°	L40°	L45°	L50°	L55°	L60°	L65°
100	78,3	78,1	77,5	76,2	77,2	76,3	76,2	76,3	75,8	75,6	76,0	75,3	75,2
125	83,8	83,4	83,5	82,8	83,3	82,5	82,5	82,2	82,2	82,2	82,0	81,5	80,7
160	90,7	90,1	90,6	90,0	89,9	89,1	89,1	89,1	89,5	90,0	89,6	88,8	88,6
200	93,6	94,5	93,7	93,7	93,8	92,8	93,0	93,0	93,2	93,3	93,3	93,1	92,4
250	91,3	91,4	90,9	91,8	91,2	91,3	91,5	91,0	91,3	91,4	91,2	91,3	91,5
315	88,2	88,2	87,3	86,9	86,9	86,7	87,1	86,9	87,4	86,8	86,6	86,8	87,0
400	89,0	89,1	89,8	89,9	89,6	88,4	87,8	87,9	88,0	89,6	89,2	87,8	87,7
500	85,0	84,8	84,1	84,7	84,6	85,1	85,3	84,6	85,1	84,7	85,1	85,3	84,5
630	85,7	86,0	85,9	85,0	84,5	84,6	85,1	85,3	84,3	84,9	85,4	85,2	83,9
800	82,6	82,3	81,8	82,6	82,7	81,5	82,2	81,5	82,3	82,3	81,9	82,3	81,3
1000	79,8	79,7	80,8	80,4	80,6	80,2	80,3	79,9	81,0	80,6	80,9	80,7	80,0
1250	80,9	81,5	82,1	81,1	80,8	81,4	81,2	80,4	81,0	80,6	80,9	79,6	79,4
1600	77,1	77,0	76,3	77,2	78,2	77,9	77,7	77,9	76,8	76,4	76,1	75,9	76,7
2000	80,7	80,6	79,5	78,7	78,6	78,8	79,4	78,2	78,0	78,8	79,3	79,6	78,6
2500	81,5	80,8	79,5	77,1	75,7	76,0	76,1	74,8	75,7	77,8	79,7	80,7	79,7
3150	77,2	77,6	76,5	75,0	73,6	74,0	75,0	73,9	73,2	74,4	76,6	78,2	77,6
4000	73,1	73,0	72,1	71,2	71,9	73,5	73,6	73,1	71,0	71,5	72,4	72,3	71,4
5000	73,1	72,7	70,8	71,0	73,6	73,6	73,4	72,7	71,5	70,5	70,9	71,4	70,4

f (Hz)	L70°	L75°	L80°	L85°	L90°	L95°	L100°	L105°	L110°	L115°	L120°	L125°	L130°
100	76,2	76,1	76,4	76,3	76,5	76,4	76,4	76,6	75,8	76,0	75,5	75,1	75,9
125	81,8	82,3	82,7	82,6	83,2	82,7	82,4	82,6	81,9	81,7	81,8	81,8	82,1
160	89,5	89,8	89,9	89,8	89,9	89,9	89,3	89,8	89,2	89,1	89,0	89,2	89,2
200	92,9	92,9	93,5	93,1	93,4	93,6	93,3	93,0	92,7	93,1	93,1	93,0	93,2
250	91,2	91,0	90,5	90,5	90,9	90,5	91,0	90,6	91,1	91,1	91,7	91,1	90,5
315	87,1	87,2	86,7	87,1	86,7	86,4	86,8	86,7	87,3	87,0	86,3	86,5	87,3
400	88,3	88,2	89,1	89,4	89,2	88,6	88,7	89,4	88,0	88,3	88,7	88,9	88,4
500	85,2	84,9	84,2	84,0	84,9	85,0	84,6	84,5	85,0	84,6	84,8	84,5	83,8
630	85,2	85,1	85,8	85,7	85,8	84,8	85,5	85,6	84,8	84,9	84,3	85,1	85,9
800	82,6	81,9	82,1	81,7	82,2	82,1	81,7	81,7	82,2	82,4	81,9	82,1	81,8
1000	80,7	80,3	80,8	80,6	80,8	81,0	80,3	80,8	80,6	80,3	79,7	79,9	79,4
1250	79,8	79,6	81,7	81,8	81,9	81,4	81,8	82,3	80,4	80,9	80,3	80,0	79,6
1600	77,0	78,4	79,0	80,1	81,8	82,4	81,8	80,9	79,3	78,5	76,9	76,4	76,6
2000	78,2	77,6	78,2	80,1	83,1	83,5	82,9	81,1	79,0	78,4	79,7	80,2	79,7
2500	77,8	73,9	71,4	72,9	79,9	80,9	79,6	75,8	72,6	76,2	80,6	81,3	80,4
3150	75,6	72,2	70,6	72,9	78,6	79,5	78,2	75,2	71,9	73,9	77,6	78,2	77,1
4000	71,2	71,8	72,2	74,5	77,6	78,1	77,4	75,8	73,1	72,1	72,5	73,6	73,7
5000	70,7	71,1	71,5	72,3	76,6	77,1	76,0	73,9	72,0	71,7	71,6	72,1	71,3

f (Hz)	L135°	L140°	L145°	L150°	L155°	L160°	L165°	L170°	L175°	L180°	L185°	L190°
100	75,7	76,0	75,4	76,1	76,1	76,5	77,1	76,6	76,1	77,1	76,7	75,9
125	82,1	83,0	82,2	82,5	82,5	82,6	83,1	82,6	82,3	82,7	82,5	82,5
160	89,1	89,8	89,5	89,5	89,1	89,1	89,6	89,2	88,7	89,2	89,2	89,8
200	92,9	93,0	93,0	93,2	93,1	92,9	93,0	92,9	93,1	92,9	93,0	93,3
250	90,6	90,1	90,4	91,5	90,8	90,9	90,4	90,7	90,9	90,1	90,6	90,6
315	86,4	86,9	86,8	86,4	87,1	87,3	86,8	86,6	85,9	86,4	86,6	84,5
400	88,5	88,9	88,1	88,9	88,1	87,9	88,2	89,1	88,1	88,9	88,1	89,2
500	84,6	83,9	84,3	84,1	84,2	84,7	84,1	84,4	84,5	83,4	84,5	84,1
630	85,1	85,4	85,2	84,5	84,9	84,6	85,5	84,4	84,6	85,2	84,8	83,7
800	81,4	81,5	81,6	82,3	82,3	82,2	81,8	82,2	81,5	81,2	81,4	82,7
1000	79,4	79,9	79,7	80,2	80,1	80,2	79,6	80,5	79,7	80,3	79,6	79,4
1250	80,6	81,4	80,7	81,0	80,8	81,3	81,1	81,1	81,1	81,8	80,8	80,9
1600	76,7	77,1	78,3	78,6	79,1	78,7	78,4	78,1	77,0	76,3	77,2	77,5
2000	78,6	78,1	78,1	78,1	78,6	78,3	77,0	77,0	77,4	78,4	78,2	77,6
2500	78,0	75,8	74,9	75,0	76,1	75,5	74,4	75,3	78,4	80,2	80,2	78,5
3150	74,7	73,8	73,4	74,5	74,6	74,3	73,3	73,8	75,3	76,8	76,3	74,4
4000	72,9	71,9	70,8	71,3	72,8	72,7	71,3	70,9	70,2	71,0	70,3	69,2
5000	69,9	71,3	72,3	72,9	74,5	74,7	73,2	71,6	70,7	72,1	71,6	71,0

f (Hz)	L200°	L205°	L210°	L215°	L220°	L225°	L230°	L235°	L240°	L245°	L250°	L255°
100	76,7	76,1	75,8	75,5	75,4	76,1	75,3	75,5	76,2	76,8	76,5	76,8
125	82,6	81,8	81,9	82,2	82,4	82,4	82,1	82,4	82,1	82,1	82,4	82,3
160	90,0	89,6	89,6	90,0	89,6	90,0	89,5	89,8	89,4	89,1	89,5	89,1
200	93,4	93,1	92,7	93,2	93,0	93,2	92,9	93,2	93,2	93,0	92,9	93,0
250	91,3	90,3	90,8	90,4	90,8	90,5	90,4	90,0	91,3	91,0	90,6	91,1
315	86,8	87,3	87,6	87,5	87,1	86,7	87,1	86,9	85,9	87,2	87,1	86,6
400	89,0	88,2	88,0	89,0	88,2	89,0	88,6	88,6	88,6	88,2	88,8	88,0
500	84,1	83,9	84,5	83,8	84,3	84,2	83,9	83,7	83,9	84,7	84,1	84,3
630	84,5	85,2	84,7	85,4	84,3	84,1	85,3	85,6	84,4	84,4	85,4	84,0
800	82,1	81,3	82,2	81,6	82,2	81,3	81,1	81,1	81,5	81,5	81,1	81,7
1000	80,1	79,2	80,3	80,5	80,3	79,4	78,9	79,4	78,9	79,3	79,1	79,1
1250	81,8	82,4	81,4	82,4	81,2	81,0	80,0	80,1	79,0	79,6	79,7	79,2
1600	79,8	81,1	81,7	81,8	81,8	81,1	80,0	79,1	77,8	77,2	76,9	77,1
2000	78,8	81,2	82,8	83,3	82,4	81,3	79,4	78,4	79,0	79,7	79,5	78,7
2500	70,4	76,7	79,6	80,1	78,6	76,3	70,2	74,3	79,9	80,8	80,6	78,8
3150	72,5	76,8	78,8	79,4	77,9	76,5	72,2	71,7	76,2	77,0	76,9	75,3
4000	73,2	74,7	76,1	76,5	75,6	74,3	72,2	70,7	70,7	70,9	70,9	70,3
5000	74,4	76,2	77,2	77,2	76,0	74,7	74,2	74,1	72,1	72,2	71,6	70,4

f (Hz)	L260°	L265°	L270°	L275°	L280°	L285°	L290°	L295°	L300°	L305°	L310°	L315°
100	77,2	76,9	77,2	77,6	77,5	77,3	77,3	76,9	76,1	76,4	75,7	76,2
125	82,8	82,7	83,7	83,8	83,4	83,5	83,9	83,4	82,4	83,0	82,8	82,9
160	89,5	89,6	89,8	90,4	89,9	90,2	90,6	90,8	90,2	90,6	90,0	90,3
200	93,2	93,3	93,2	93,3	93,7	93,5	93,6	93,8	93,9	93,9	93,8	93,5
250	90,4	91,4	91,0	90,7	90,4	90,3	90,8	90,8	90,9	91,0	91,1	90,1
315	86,6	86,2	87,4	87,5	87,6	87,8	88,0	87,1	87,2	87,6	86,4	88,2
400	88,8	89,0	88,8	89,0	88,8	89,3	89,4	89,8	89,1	89,7	90,0	88,3
500	84,0	84,1	84,6	83,8	84,0	84,2	84,6	84,2	84,5	84,0	84,0	84,3
630	85,2	84,7	84,9	85,2	85,7	85,7	85,4	84,3	84,7	84,9	85,6	84,5
800	81,5	82,0	82,1	82,0	81,6	81,7	82,0	82,8	82,7	81,7	82,6	82,2
1000	79,3	79,3	79,8	79,9	79,4	79,7	80,5	80,6	80,4	80,7	80,5	80,1
1250	80,1	80,2	81,0	81,1	81,5	81,5	81,2	80,2	79,6	81,0	80,5	80,4
1600	77,3	78,0	78,9	79,0	78,7	78,2	77,0	77,2	77,0	76,4	77,6	79,8
2000	77,8	77,9	79,4	79,4	78,4	77,9	78,1	78,9	79,1	79,7	78,2	79,0
2500	76,7	74,9	76,7	76,8	76,0	74,1	76,3	79,6	80,3	80,9	78,4	71,3
3150	73,5	72,3	73,8	74,9	73,8	72,7	73,3	76,1	77,0	77,7	74,6	69,8
4000	70,7	71,4	73,8	74,2	73,4	72,2	71,1	71,3	71,2	72,0	71,1	72,3
5000	71,5	73,6	74,4	74,8	74,7	75,3	73,9	70,5	71,0	72,7	71,7	73,9

f (Hz)	L320°	L325°	L330°	L335°	L340°	L345°	L350°	L355°	L360°	Media L360°
100	76,2	76,7	76,5	75,8	76,9	76,4	77,5	77,8	77,3	76,4
125	82,3	82,5	82,8	82,8	82,4	82,5	82,4	82,9	83,8	82,6
160	89,7	89,7	89,9	89,6	90,1	89,8	89,4	90,0	90,4	89,7
200	93,6	93,6	93,7	93,1	93,0	93,1	93,2	93,4	93,7	93,2
250	90,8	90,5	91,0	90,6	90,7	90,7	90,4	90,7	91,5	90,8
315	87,7	87,7	87,3	86,9	87,6	87,5	87,4	87,6	87,2	87,0
400	89,4	88,9	88,8	89,1	88,1	88,4	88,2	88,3	90,3	88,7
500	83,5	84,3	84,4	84,0	83,8	83,8	83,9	84,4	84,7	84,4
630	84,8	85,2	85,1	85,2	84,9	84,9	85,2	84,8	86,6	85,0
800	81,4	81,5	81,6	81,3	81,4	81,4	81,6	81,9	82,6	81,9
1000	80,0	79,8	80,2	80,1	79,6	79,6	79,3	79,6	81,3	80,0
1250	81,4	81,5	81,7	81,8	81,1	81,6	81,2	81,1	82,0	80,9
1600	80,7	81,9	82,4	82,4	82,4	81,5	80,7	78,8	76,8	78,6
2000	80,2	82,1	83,4	83,6	83,0	81,4	78,7	77,4	79,8	79,5
2500	72,5	77,3	79,6	80,0	79,3	75,9	69,8	73,2	80,4	77,1
3150	73,0	77,0	79,0	79,2	78,7	76,5	72,7	69,8	75,5	75,2
4000	74,1	75,8	76,8	76,9	76,6	75,3	73,6	72,4	71,7	72,8
5000	74,7	76,3	77,6	78,4	77,8	75,3	73,8	75,1	72,6	73,2

Cálculo del promedio del valor energético:

f (Hz)	L5°-L30°	L35°-L60°	L65°-L90°	L95°-L120°	L125°-L150°	L155°-L180°
100	77,3	75,2	76,1	76,1	75,7	76,6
125	83,2	81,4	82,3	82,2	82,3	82,6
160	90,1	88,7	89,6	89,4	89,4	89,1
200	93,7	92,4	93,1	93,1	93,1	93,0
250	91,3	90,5	90,9	91,0	90,7	90,6
315	87,4	86,2	87,0	86,7	86,7	86,7
400	89,3	87,8	88,7	88,6	88,6	88,4
500	84,7	84,2	84,6	84,8	84,2	84,3
630	85,3	84,2	85,3	85,0	85,2	84,9
800	82,3	81,3	82,0	82,0	81,8	81,9
1000	80,3	79,8	80,5	80,5	79,7	80,1
1250	81,3	80,0	80,8	81,2	80,6	81,2
1600	77,3	76,2	79,2	80,4	77,4	78,0
2000	79,6	78,0	79,8	81,2	78,9	77,8
2500	79,0	76,4	77,1	78,5	78,3	77,2
3150	75,9	74,0	75,5	76,8	75,7	74,8
4000	72,5	71,6	73,8	75,5	72,5	71,6
5000	72,6	71,2	72,7	74,3	71,7	73,0

f (Hz)	L185°-L210°	L215°-L240°	L245°-L270°	L275°-L300°	L305°-L330°	L335°-L360°	PROMEDIO ENERGÉTICO
100	76,3	75,7	76,9	77,1	76,3	77,0	76,4
125	82,3	82,3	82,7	83,4	82,7	82,8	82,5
160	89,6	89,7	89,4	90,4	90,0	89,9	89,6
200	93,1	93,1	93,1	93,6	93,7	93,2	93,2
250	90,7	90,6	90,9	90,7	90,7	90,8	90,8
315	86,7	86,9	86,9	87,6	87,5	87,4	87,0
400	88,5	88,7	88,6	89,2	89,2	88,8	88,7
500	84,2	84,0	84,3	84,2	84,1	84,1	84,3
630	84,7	84,9	84,8	85,2	85,0	85,3	85,0
800	82,0	81,5	81,7	82,1	81,8	81,7	81,8
1000	79,6	79,6	79,3	80,1	80,2	80,0	80,0
1250	81,5	80,7	80,0	80,9	81,1	81,5	80,9
1600	79,7	80,5	77,6	77,9	80,3	80,8	79,0
2000	79,8	81,0	78,9	78,7	80,8	81,2	79,8
2500	77,7	77,7	78,6	77,7	77,9	77,9	77,9
3150	75,7	76,5	75,1	74,9	76,1	76,4	75,7
4000	73,0	73,9	71,5	72,4	74,2	74,8	73,3
5000	74,3	75,0	72,5	73,7	75,0	76,0	73,7

Tal y como se indica en la norma, se puede suponer que la radiación es omnidireccional y uniforme si los valores de DI están dentro de los límites de:

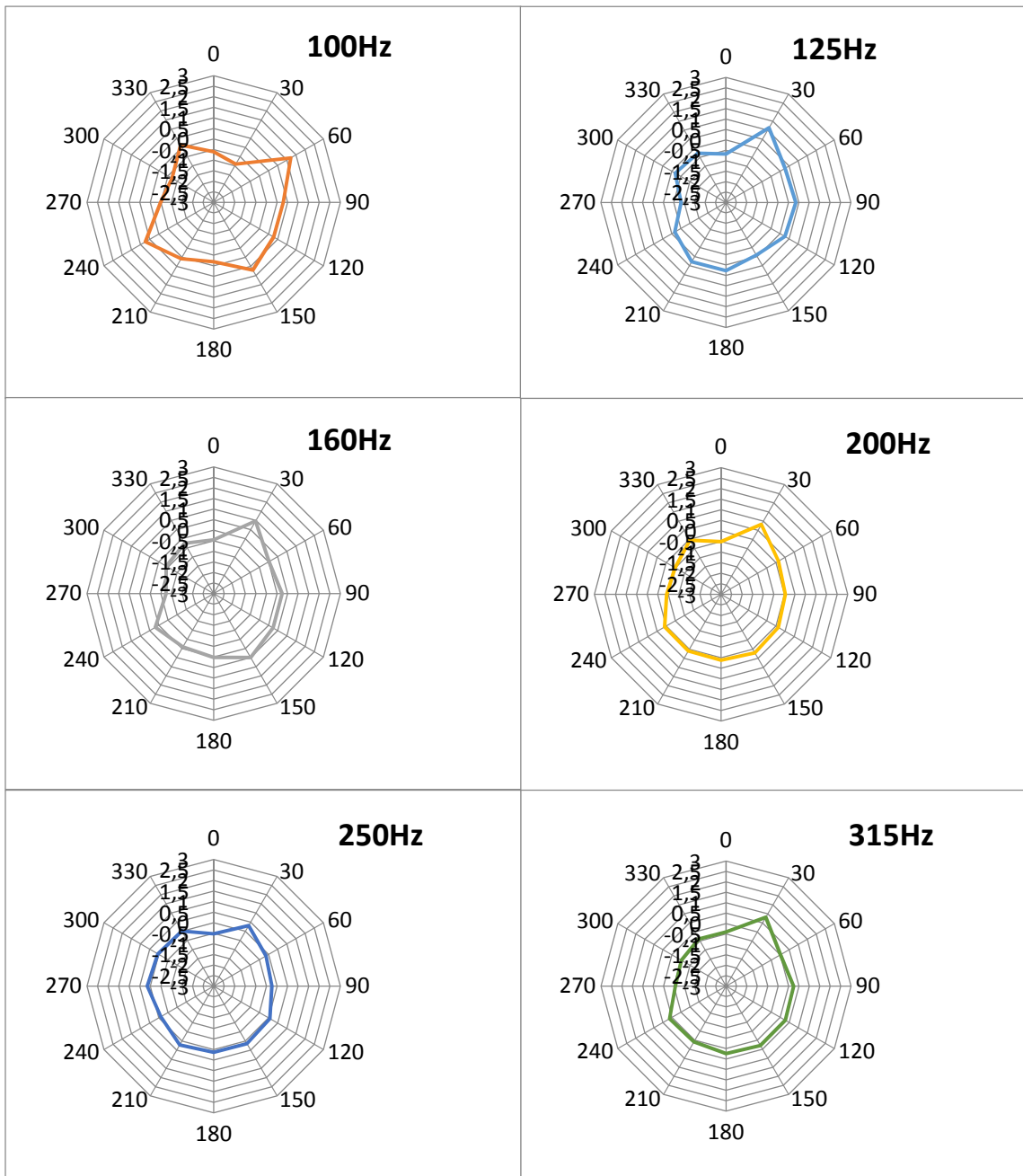
- ± 2 dB en el rango de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 630 Hz.
- de ± 2 dB a ± 8 dB, en el rango de 630 Hz a 1 kHz.
- ± 8 dB para las frecuencias de 1 kHz a 5 kHz.

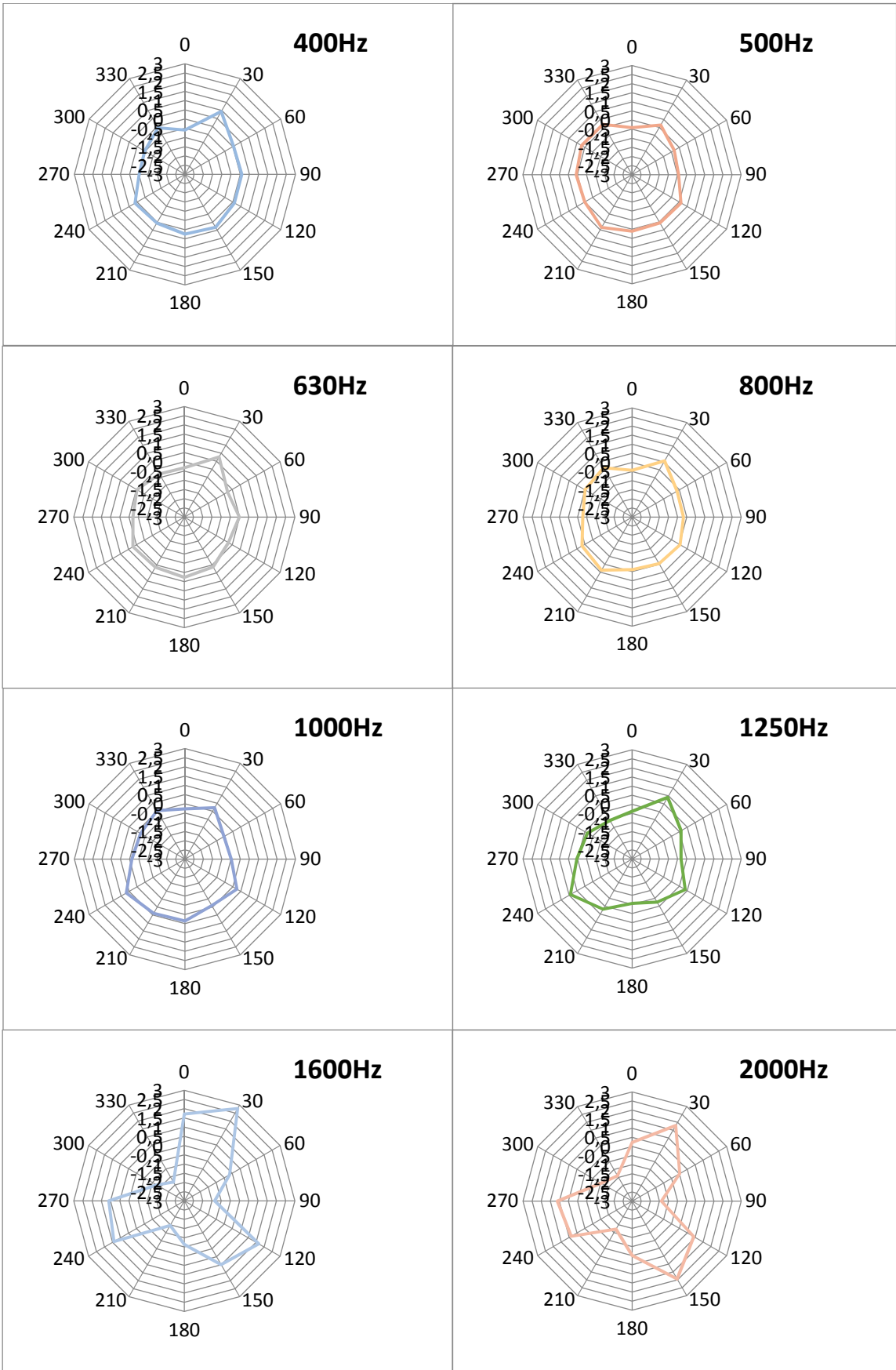
f (Hz)	L5°-L30°	L35°-L60°	L65°-L90°	L95°-L120°	L125°-L150°	L155°-L180°	L185°-L210°
100	-0,9	1,2	0,3	0,3	0,7	-0,2	0,1
125	-0,7	1,1	0,3	0,4	0,3	-0,1	0,3
160	-0,5	1,0	0,0	0,2	0,2	0,5	0,0
200	-0,5	0,8	0,1	0,0	0,1	0,2	0,1
250	-0,5	0,3	-0,1	-0,2	0,1	0,1	0,1
315	-0,4	0,8	0,0	0,2	0,3	0,3	0,2
400	-0,6	0,9	0,0	0,1	0,1	0,3	0,2
500	-0,4	0,2	-0,3	-0,4	0,1	0,1	0,1
630	-0,3	0,8	-0,3	0,0	-0,2	0,1	0,3
800	-0,4	0,6	-0,1	-0,2	0,0	0,0	-0,1
1000	-0,3	0,2	-0,6	-0,5	0,3	-0,1	0,4
1250	-0,4	0,9	0,1	-0,3	0,4	-0,3	-0,6
1600	1,7	2,8	-0,2	-1,4	1,7	1,0	-0,6
2000	0,2	1,8	0,0	-1,4	0,9	1,9	0,0
2500	-1,1	1,5	0,8	-0,6	-0,4	0,7	0,1
3150	-0,2	1,7	0,1	-1,1	0,0	0,9	0,0
4000	0,8	1,7	-0,5	-2,2	0,8	1,7	0,3
5000	1,1	2,6	1,0	-0,5	2,0	0,7	-0,6

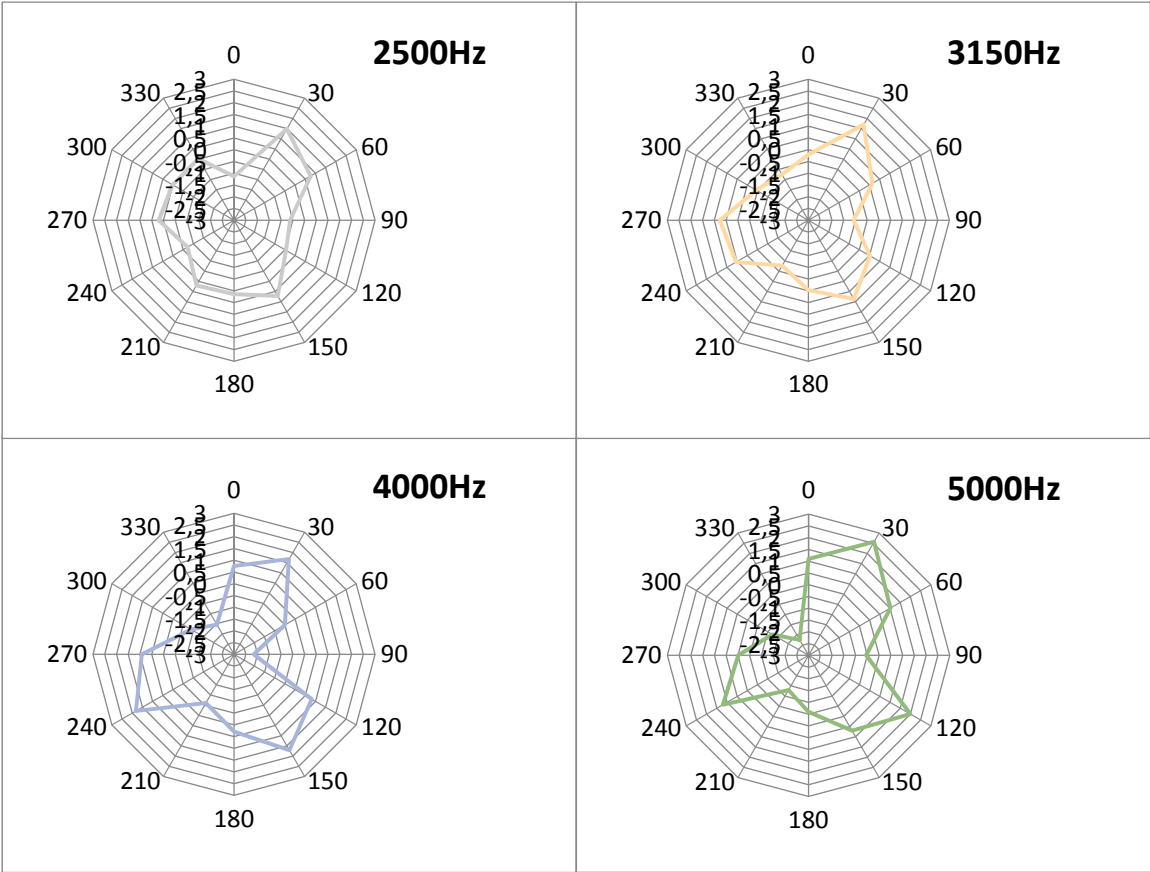
f (Hz)	L185°-L210°	L215°-L240°	L245°-L270°	L275°-L300°	L305°-L330°	L335°-L360°
100	0,1	0,7	-0,5	-0,7	0,1	-0,6
125	0,3	0,3	-0,2	-0,8	-0,2	-0,3
160	0,0	-0,1	0,2	-0,7	-0,4	-0,2
200	0,1	0,1	0,1	-0,4	-0,5	0,0
250	0,1	0,2	-0,1	0,1	0,1	0,0
315	0,2	0,1	0,1	-0,6	-0,5	-0,4
400	0,2	0,0	0,1	-0,5	-0,5	-0,1
500	0,1	0,3	0,0	0,1	0,2	0,2
630	0,3	0,1	0,2	-0,2	0,0	-0,3
800	-0,1	0,4	0,2	-0,3	0,0	0,1
1000	0,4	0,4	0,7	-0,1	-0,2	0,0
1250	-0,6	0,2	0,9	0,0	-0,2	-0,6
1600	-0,6	-1,5	1,4	1,1	-1,3	-1,8
2000	0,0	-1,2	0,9	1,1	-1,0	-1,4
2500	0,1	0,2	-0,7	0,2	0,0	0,0
3150	0,0	-0,8	0,6	0,8	-0,4	-0,8
4000	0,3	-0,6	1,8	0,9	-0,9	-1,5
5000	-0,6	-1,3	1,2	0,0	-1,2	-2,2

Se puede observar que las diferencias de los valores energéticos están dentro de los límites establecidos, por lo que se puede considerar que la radiación de la *fente sonora Omnipower 4296 de Brüel &Kjaer* empleada por el laboratorio de ensayos TELEACUSTIK INGENIEROS S.L, es omnidireccional y uniforme.

A continuación se muestran los diagramas de directividad de cada una de las frecuencias de interés realizados con los datos obtenidos:







4.2 ESTUDIO DE LA POTENCIA ACÚSTICA

Fuente dodecaédrica Omnipower 4296 de Bruel & Kjaer

Para la calificación de la potencia acústica de *la fuente sonora dodecaédrica Omnipower 4296 de Brüel & Kjaer* en la cámara reverberante se deberán tener en cuenta inicialmente, las características físicas de la cámara donde se realiza el ensayo.

Volumen de la cámara: 217.728 m³

Área de absorción equivalente de la cámara (m²)

Superficie de la cámara reverberante: 223.2 m²

Temperatura: 25^oC

Presión atmosférica 1.014·10⁵ Pa

Para la determinación del tiempo de reverberación de la cámara reverberante se utilizaron 4 posiciones de fuente sonora repartidas por la cámara. Entre posiciones de fuente se guardó una distancia mínima de 3 metros. Se realizaron 3 caídas en cada una de las 3 posiciones de micrófono por cada posición de fuente (un total de 12. 4 de fuente por 3 de micrófono). Además, cada caída es el resultado del promedio de 3 medidas.

Entre posiciones de micrófono se respetó una distancia mínima de 1,5 m. La separación mínima del micrófono con cualquier elemento reflectante es de 1 m. Se distanció la fuente con respecto al micrófono un mínimo de 2 m.

Para la obtención del nivel de presión sonora, inicialmente se dispuso el amplificador, puenteando los dos canales para conseguir la máxima potencia. Determinación de la potencia acústica.

Se realizaron 6 medidas del nivel de presión sonora inicialmente para determinar la desviación típica, según la fórmula:

$$S_M = \sqrt{\sum_{i=1}^{N_M} (L_{pi} - L_{pm})^2 / (N_M - 1)}$$

Al obtener un $SM < 1,5$ por bandas de frecuencia, se realizan 6 posiciones de micrófono y 1 posición de fuente, como marca la tabla 5 y tabla 6 respectivamente de la norma UNE-EN ISO 3741:2000.

Una vez determinado el nivel de presión medio en la cámara reverberante y realizada la corrección por ruido de fondo, determinaremos la potencia acústica por medio de la siguiente expresión:

$$L_w = L_p + \left\{ 10 \log \frac{A}{A_0} + 4,34 \frac{A}{S} + 10 \log \left(1 + \frac{S \cdot c}{8 \cdot V \cdot f} \right) - 25 \log \left[\frac{427}{400} \sqrt{\frac{273}{273 + \theta}} \cdot \frac{B}{B} \right] - 6 \right\} dB$$

Se comprobó que el nivel de presión sonora era superior a 130 dB y el sonómetro saturaba. Por tanto se optó por dejar uno de los dos canales al máximo y el otro al mínimo para evitar la saturación del sonómetro.

Posteriormente se repitieron las medidas ajustando al máximo el otro canal y al mínimo el primero para comprobar la similitud de los dos canales, observando una desviación máxima de 0,4 dB en una frecuencia y una mínima de 0 dB.

Al puentear los dos canales, se incrementa en 6 dB el nivel de salida del amplificador, por lo que si quisiéramos saber de forma aproximada con un error de 0,4 dB la potencia máxima de la fuente, tendríamos que incrementar en 6 dB los resultados obtenidos.

A continuación se muestran ambos resultados:

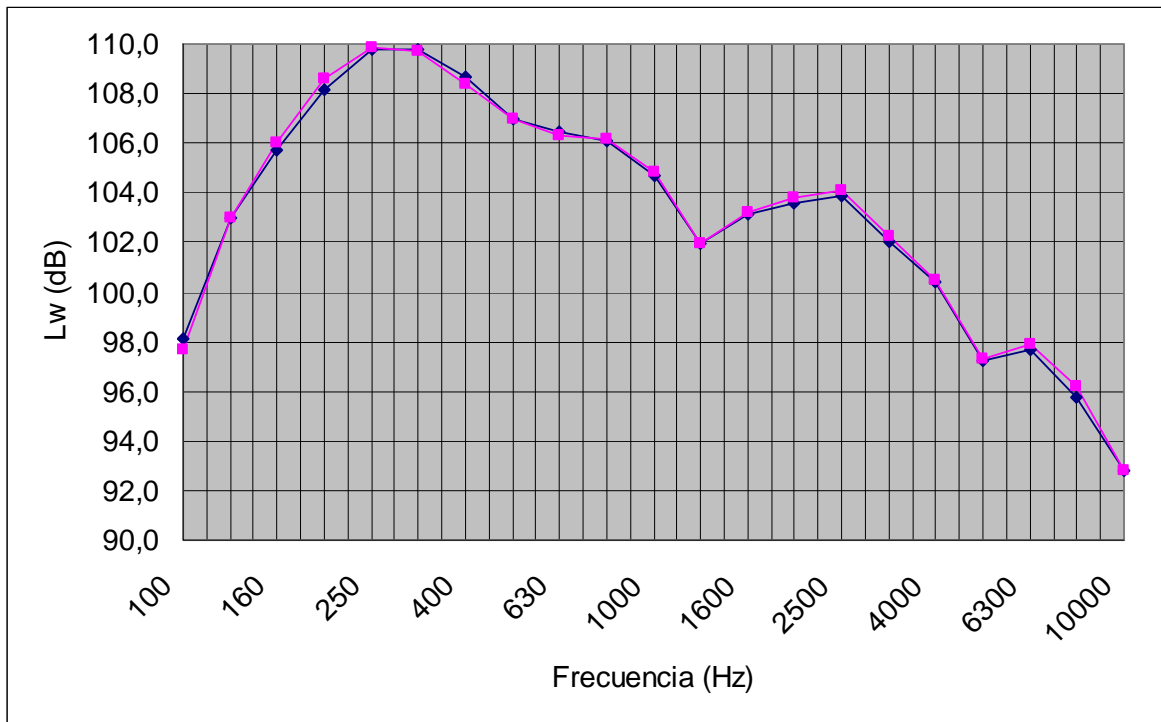
Canal 1

F(Hz)	Tr(s)	Lp(dB)	A	Lw(dB)	Pond A	LAW	LAW(dBA)
100	16,56	99,5	2,09916372	98,11	-19,1	79,0	79,0
125	15,97	104,5	2,17671579	102,99	-16,1	86,9	86,5
160	15,04	107,2	2,31131324	105,70	-13,4	92,3	92,0
200	16,94	110,4	2,05207504	108,19	-10,9	97,3	97,0
250	15,99	111,9	2,1739932	109,78	-8,6	101,2	101,0
315	13,5	111,3	2,57497416	109,79	-6,6	103,2	103,0
400	11,43	109,6	3,04130807	108,70	-4,8	103,9	103,5
500	10,45	107,6	3,32652165	107,01	-3,2	103,8	103,5
630	9,22	106,6	3,77029839	106,49	-1,9	104,6	104,5
800	8,18	105,7	4,24965174	106,06	-0,8	105,3	105,0
1000	7,57	104	4,59209395	104,65	0	104,7	104,5
1250	6,87	100,9	5,0599929	101,95	0,6	102,5	102,5
1600	6,14	101,6	5,66158814	103,11	1	104,1	104,0
2000	5,46	101,6	6,36669436	103,61	1,2	104,8	104,5
2500	4,78	101,3	7,27241657	103,89	1,3	105,2	105,0
3150	3,86	98,5	9,00573865	102,04	1,2	103,2	103,0
4000	2,93	95,6	11,8642154	100,38	1	101,4	101,0
5000	2,37	91,5	14,6675743	97,24	0,5	97,7	97,5
6300	1,85	90,8	18,790352	97,69	-0,1	97,6	97,5
8000	1,44	87,7	24,1403828	95,78	-1,1	94,7	94,5
10000	1,08	83,3	32,187177	92,78	-2,5	90,3	90,0
TOTAL				118,4			115,3

Canal 2

F(Hz)	Tr(s)	Lp(dB)	A	Lw(dB)	Pond A	LAW	LAW(dBA)
100	16,56	99,1	2,09916372	97,71	-19,1	78,61	78,5
125	15,97	104,5	2,17671579	102,99	-16,1	86,89	86,5
160	15,04	107,5	2,31131324	106,00	-13,4	92,60	92,5
200	16,94	110,8	2,05207504	108,59	-10,9	97,69	97,5
250	15,99	112	2,1739932	109,88	-8,6	101,28	101
315	13,5	111,2	2,57497416	109,69	-6,6	103,09	103
400	11,43	109,3	3,04130807	108,40	-4,8	103,60	103,5
500	10,45	107,6	3,32652165	107,01	-3,2	103,81	103,5
630	9,22	106,4	3,77029839	106,29	-1,9	104,39	104
800	8,18	105,8	4,24965174	106,16	-0,8	105,36	105
1000	7,57	104,2	4,59209395	104,85	0	104,85	104,5
1250	6,87	100,9	5,0599929	101,95	0,6	102,55	102,5
1600	6,14	101,7	5,66158814	103,21	1	104,21	104
2000	5,46	101,8	6,36669436	103,81	1,2	105,01	105
2500	4,78	101,5	7,27241657	104,09	1,3	105,39	105
3150	3,86	98,7	9,00573865	102,24	1,2	103,44	103
4000	2,93	95,7	11,8642154	100,48	1	101,48	101
5000	2,37	91,6	14,6675743	97,34	0,5	97,84	97,5
6300	1,85	91	18,790352	97,89	-0,1	97,79	97,5
8000	1,44	88,1	24,1403828	96,18	-1,1	95,08	95
10000	1,08	83,3	32,187177	92,78	-2,5	90,28	90
TOTAL				118,4			115,4

Gráfica Comparativa canal 1 y canal 2



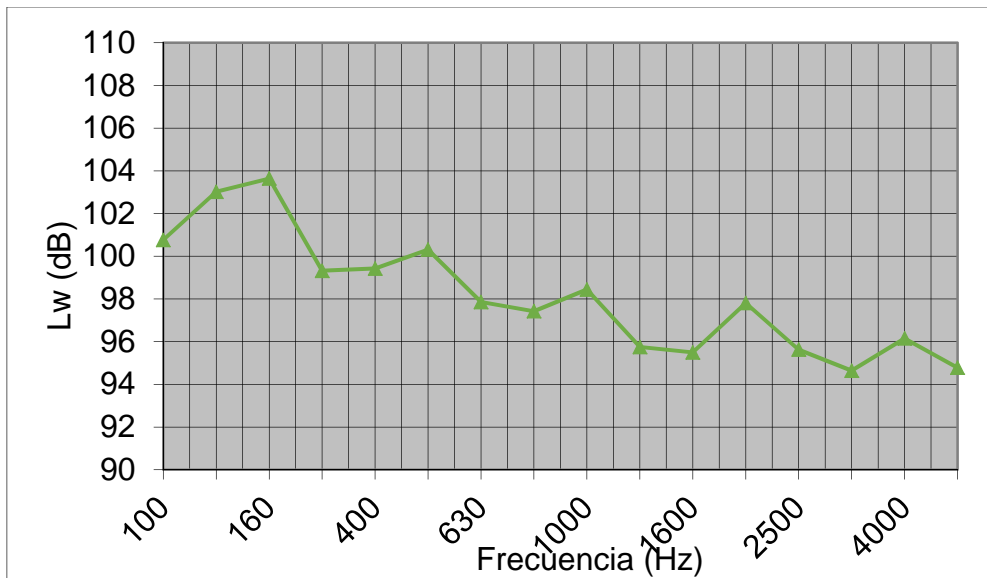
Diferencia canales	suma 2 canales
-0,4	104,11
0	108,99
0,3	111,70
0,4	114,19
0,1	115,78
-0,1	115,79
-0,3	114,70
0	113,01
-0,2	112,49
0,1	112,06
0,2	110,65
0	107,95
0,1	109,11
0,2	109,61
0,2	109,89
0,2	108,04
0,1	106,38
0,1	103,24
0,2	103,69
0,4	101,78
0	98,78
TOTAL	124,36

El nivel de potencia acústica del canal 1 es 115.4 dBA y el del canal 2 115.3 dBA, se puede estimar que la potencia de un único canal es de 115 dBA, por lo que la potencia acústica de los dos canales funcionando al mismo tiempo, sería de 121 dBA.

Fuente direccional unidireccional con transductor Beyma

Del mismo modo, se llevó a cabo la comprobación de la potencia de la *fente direccional unidireccional con transductor Beyma* se llevó a cabo con el canal 1 de la etapa de potencia, obteniendo los siguientes resultados:

F(Hz)	Tr(s)	Lp(dB)	A	Lw(dB)	Pond A	LAW
100	23,04	103,6	1,5	100,8	-19,1	81,7
125	19,72	105,5	1,8	103,0	-16,1	86,9
160	18,46	106,0	1,9	103,6	-13,4	90,2
200	19,52	102,2	1,8	99,3	-10,9	88,4
250	19,53	103,9	1,8	100,9	-8,6	92,3
315	17,30	102,4	2,0	99,8	-6,6	93,2
400	15,17	101,6	2,3	99,4	-4,8	94,6
500	14,31	102,3	2,4	100,3	-3,2	97,1
630	11,52	99,0	3,0	97,9	-1,9	96,0
800	9,58	97,8	3,6	97,4	-0,8	96,6
1000	8,60	98,4	4,0	98,4	0	98,4
1250	7,60	95,2	4,6	95,8	0,6	96,4
1600	6,75	94,4	5,2	95,5	1	96,5
2000	6,03	96,2	5,8	97,8	1,2	99,0
2500	4,89	93,1	7,1	95,6	1,3	96,9
3150	3,87	91,1	9,0	94,6	1,2	95,8
4000	2,76	91,1	12,6	96,2	1	97,2
5000	2,17	88,6	16,1	94,8	0,5	95,3



De los cálculos se desprende que el nivel de potencia acústica de la fuente unidireccional bajo ensayo es 108 dBA.

4.3. SUPERFICIE DE COBERTURA

Para la comprobación de la cobertura de las fuentes sonoras bajo estudio (*Fuente sonora dodecaédrica Omnipower 4296 de Brüel & Kjaer y fuente directiva unidireccional con transductor Beyma*), para cumplir con los requisitos de la norma UNE-EN ISO 140-5 según la cual las diferencias locales de nivel de presión sonora en todas las bandas de frecuencia de interés, deben ser inferiores a 5 dB, medidos en campo libre sobre una superficie del mismo tamaño y orientación que la pared a ensayar se han estudiado dos casos para cada fuente:

Nota: si se adapta el método del altavoz a muestras de gran superficie, por ejemplo, en donde una dimensión supera los 5m se pueden aceptar diferencias de hasta 10dB. En este caso deberían indicarse en el informe.

1.-Altura de centro de fachada 1.5m (correspondiente a una fachada en planta baja)

Se trazó una línea recta horizontal de 8 metros de longitud que representa la fachada imaginaria y se marcaron puntos de medida cada 0.5m.

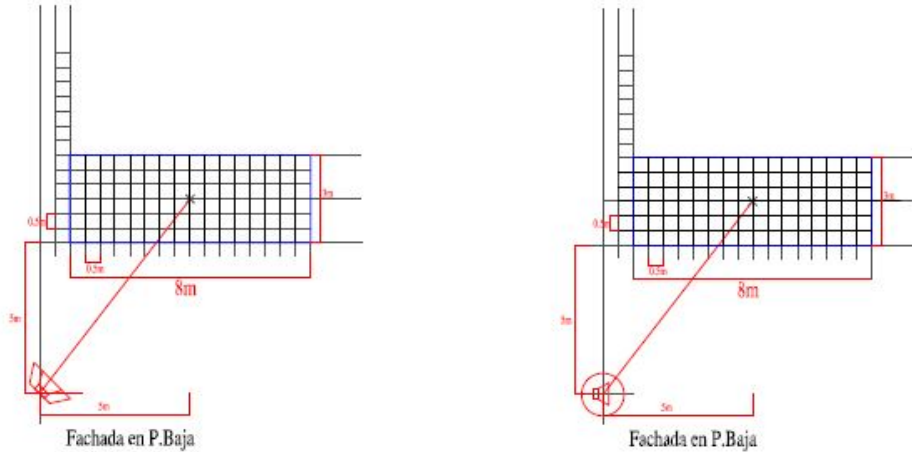
La fuente fue colocada a 5 metros del centro de la fachada imaginaria hacia delante perpendicularmente a la línea de fachada imaginaria y a 5 metros hacia la izquierda para conseguir un ángulo de incidencia de 45° y una distancia r entre la fuente y el centro de la fachada de al menos 7 m.

Se situó lana de roca de 40 kg/m³ de densidad bajo la fuente bajo estudio y alrededor de esta para evitar las reflexiones en el suelo. A continuación, se muestra un registro fotográfico del montaje para la realización de la prueba:



Figura5.- Montaje ensayo cobertura de fachada en planta baja con fte directiva unidireccional Beyma.

Se utilizó el generador interno de ruido rosa del sonómetro para la excitación de la fuente y se procedió a medir el nivel recibido en los puntos marcados en la línea de fachada imaginaria a diferentes alturas, describiendo una superficie de 8x3 m² (las alturas empezaban en 1.5 m y se incrementan cada 0.5 m hasta los 3 m.)



Niveles de presión sonora medidos con fuente direccional unidireccional con transductor Beyma

	F(Hz)	O	N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	Z	Y
micro a 1,5m SOBRE FACHADA IMAGINARIA	100	85,8	85,6	85,6	85,0	85,0	84,3	84,1	83,6	83,0	83,4	83,7	83,6	83,4	82,4	83,2	83,7	82,3
	125	90,2	89,8	88,7	88,6	88,6	88,6	89,4	88,4	87,8	87,2	86,0	85,9	86,7	86,3	85,8	85,7	85,9
	160	89,5	89,3	89,0	88,8	88,4	88,4	88,2	87,7	87,5	87,1	86,4	86,9	87,0	86,8	86,3	86,0	86,2
	200	86,3	85,8	86,2	86,9	86,4	86,5	86,4	85,5	86,2	86,0	86,1	85,4	84,9	86,2	85,3	84,6	84,9
	250	85,0	84,8	85,0	84,0	84,1	84,2	84,3	84,1	84,4	84,4	84,1	84,4	83,5	84,3	83,7	83,5	83,9
	315	84,7	85,1	83,7	82,5	83,0	83,7	81,8	83,3	82,6	83,7	82,4	82,3	82,2	81,8	81,0	81,6	82,0
	400	77,1	77,7	78,9	79,4	78,9	78,7	79,3	78,6	78,7	78,5	78,1	77,6	77,8	77,2	77,6	77,6	77,7
	500	77,9	77,3	77,2	78,8	77,6	77,7	78,1	76,4	77,9	77,4	78,3	78,2	77,2	78,1	78,2	79,1	79,8
	630	73,9	74,7	74,9	73,2	74,2	73,1	72,0	72,4	71,9	71,8	70,9	69,8	70,7	71,2	70,2	71,5	72,4
	800	75,9	76,3	76,7	76,1	75,8	75,0	74,6	74,1	72,8	72,7	72,5	72,4	71,4	71,3	70,8	71,0	70,8
	1000	79,8	79,3	79,9	78,2	79,4	79,1	78,3	78,6	77,6	77,8	76,7	74,9	74,5	74,4	73,7	73,2	73,5
	1250	76,9	75,6	75,7	76,5	76,7	75,8	75,2	76,1	74,7	73,7	72,4	71,8	71,6	70,8	69,7	70,2	69,8
	1600	71,0	73,0	73,6	73,4	73,0	73,0	70,7	70,3	70,2	70,6	68,7	66,9	66,8	66,0	66,1	64,9	64,5
	2000	78,2	76,9	77,0	78,1	78,7	79,0	78,0	78,3	77,3	76,4	74,7	74,2	72,8	72,1	72,8	71,5	70,8
	2500	75,1	77,0	76,9	76,3	76,0	76,5	76,5	75,8	75,2	75,4	74,5	73,9	73,7	72,9	72,0	71,2	70,6
3150	73,6	74,3	74,7	76,2	75,3	75,0	73,9	73,8	74,0	74,3	74,1	74,3	73,5	72,1	71,7	70,9	69,7	
4000	76,2	76,6	77,1	77,4	76,5	76,7	76,5	76,5	76,6	76,3	75,6	76,3	76,4	76,0	75,2	74,9	74,4	
5000	73,9	74,2	74,2	73,9	74,4	73,8	73,2	72,5	73,6	72,0	72,6	71,9	72,0	72,4	72,3	72,2	71,5	
micro a 2m SOBRE FACHADA IMAGINARIA	100	84,9	84,7	84,7	84,5	84,5	84,5	84,0	83,0	82,4	82,9	83,4	83,1	82,4	82,9	83,3	83,6	82,2
	125	89,3	88,2	88,2	88,2	88,6	88,6	88,6	88,2	87,3	87,1	85,9	85,8	86,7	86,4	85,3	85,3	85,5
	160	89,4	89,0	89,0	88,3	88,0	88,1	87,7	87,8	86,8	86,9	86,2	86,6	86,7	87,2	85,9	85,6	85,7
	200	87,1	86,8	86,8	87,3	87,3	86,7	86,2	86,5	86,6	86,2	85,6	86,1	84,8	85,3	85,3	84,5	84,6
	250	84,3	84,6	84,6	84,7	85,2	84,7	84,8	84,9	85,4	84,9	83,0	85,0	84,1	84,3	84,4	83,0	84,2
	315	79,9	80,5	80,5	80,2	80,7	80,9	79,8	80,9	81,5	80,8	80,7	82,0	80,4	79,8	80,7	80,4	82,1
	400	77,1	76,2	76,2	76,6	76,6	76,3	76,6	76,2	75,9	76,4	75,8	74,8	74,5	75,2	74,7	76,0	75,6
	500	80,3	80,4	80,4	79,6	79,1	79,2	79,1	77,5	77,4	77,1	75,4	75,6	75,7	76,9	76,7	77,3	76,8
	630	76,4	76,9	76,9	76,2	76,6	75,9	74,6	74,8	73,8	72,0	71,0	71,8	71,6	71,1	70,6	70,7	71,2
	800	78,3	77,3	77,3	77,1	77,2	77,1	77,1	76,1	74,9	75,6	74,4	73,1	71,9	72,0	71,1	71,3	71,4
	1000	82,6	82,6	82,6	81,9	82,0	81,5	81,8	81,0	80,1	80,0	78,0	78,1	78,1	77,7	75,4	74,7	73,9
	1250	77,1	78,4	78,4	78,5	78,9	76,7	77,5	77,0	77,0	75,7	74,0	74,7	73,4	73,0	72,6	72,1	70,9
	1600	74,7	75,0	75,0	75,6	75,3	73,6	73,4	72,5	72,7	71,4	69,6	70,3	68,9	68,1	68,2	67,5	65,8
	2000	77,1	78,5	78,5	78,9	80,1	80,6	78,7	78,9	77,8	77,6	77,0	75,7	75,3	75,2	74,5	73,8	74,4
	2500	77,2	76,7	76,7	76,8	77,1	76,9	77,0	76,1	76,3	76,0	76,5	75,8	74,1	74,0	74,1	73,5	72,2
3150	74,3	74,0	74,0	75,3	75,8	74,6	74,0	73,7	73,9	74,3	73,3	74,5	73,3	73,2	73,0	72,0	72,1	
4000	77,7	77,7	77,7	77,0	77,0	75,3	75,6	75,4	74,5	75,3	74,9	73,7	73,5	73,7	74,8	74,1	74,4	
5000	76,3	77,1	77,1	77,2	77,7	76,2	75,4	73,8	72,7	73,5	71,1	71,4	71,1	71,1	71,6	70,9	71,2	

	F(Hz)	O	N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	Z	Y	
micro a 2.5m SOBRE FACHADA IMAGINARIA	100	85,1	84,8	84,8	84,1	84,6	84,0	83,7	82,3	82,2	82,7	83,1	83,3	83,2	82,3	82,9	82,5	82,5	
	125	88,8	88,1	88,1	87,7	87,6	88,0	87,9	87,5	86,9	86,4	86,0	85,7	86,6	85,9	85,3	85,1	85,3	
	160	88,3	87,6	87,6	87,2	86,9	86,4	86,9	85,8	86,2	86,3	86,1	85,7	86,3	86,2	85,4	85,5	84,8	
	200	84,7	84,2	84,2	84,7	85,4	85,0	84,6	84,5	84,7	83,9	83,7	84,5	82,5	84,2	83,7	83,3	83,2	
	250	82,6	84,2	84,2	83,1	82,7	83,2	83,9	83,1	82,7	82,5	82,4	82,8	82,0	82,5	82,2	81,0	81,5	
	315	80,5	82,3	82,3	80,3	80,1	81,8	81,1	80,9	80,9	80,7	81,2	80,9	81,1	80,7	81,2	79,8	80,6	
	400	76,8	76,4	76,4	77,2	77,1	76,3	76,5	76,4	75,0	75,7	73,7	75,1	74,5	75,5	76,5	75,1	76,1	
	500	79,5	80,5	80,5	78,6	78,7	79,3	79,3	77,9	77,1	75,8	75,5	74,4	75,0	74,8	75,0	75,2	76,2	
	630	79,0	78,4	78,4	78,8	77,0	77,1	75,9	75,5	75,8	75,4	74,5	71,9	72,7	71,4	71,5	71,1	70,2	
	800	78,9	79,3	79,3	80,0	80,0	79,6	79,0	78,5	78,1	77,9	75,9	75,9	75,9	75,8	74,5	73,7	73,0	71,8
	1000	82,1	82,1	82,1	82,3	82,0	81,6	80,9	81,3	81,1	80,3	80,3	79,0	79,1	78,0	78,7	76,3	75,9	
	1250	78,5	77,8	77,8	78,7	77,7	77,9	77,9	77,7	77,2	76,5	76,1	77,1	75,3	75,3	74,4	73,8	73,4	
	1600	76,1	76,4	76,4	77,2	76,1	76,7	74,3	74,0	73,8	72,7	71,8	70,5	70,2	70,4	70,1	69,2	68,3	
	2000	77,6	78,1	78,1	79,2	79,0	79,4	78,4	78,1	78,2	76,6	75,8	75,6	74,9	75,1	75,0	74,2	73,9	
	2500	78,1	77,3	77,3	77,9	77,0	77,8	77,4	76,9	76,7	75,9	75,0	74,6	74,6	74,1	74,3	73,8	73,9	
	3150	75,2	75,3	75,3	75,6	75,4	75,2	73,5	72,7	73,0	73,0	73,5	73,1	73,0	73,3	72,3	71,9	71,1	
4000	78,6	79,1	79,1	77,8	76,8	77,1	76,1	75,5	75,2	74,2	73,3	73,0	73,0	72,9	73,3	73,3	72,9		
5000	77,9	79,3	79,3	78,7	78,6	77,7	77,0	76,0	76,0	74,7	74,2	73,2	72,7	71,8	71,9	70,8	70,9		
micro a 3m SOBRE FACHADA IMAGINARIA	100	83,8	84,4	84,4	84,0	83,8	83,7	82,9	82,3	81,8	82,2	82,8	83,0	83,0	82,2	82,4	82,1	81,2	
	125	88,8	88,2	88,2	87,7	87,1	87,5	87,3	87,3	86,7	86,2	85,4	85,3	86,0	86,1	85,1	84,7	85,1	
	160	87,8	87,2	87,2	87,1	86,0	86,5	86,9	86,1	85,7	85,9	85,7	85,5	85,9	85,6	84,5	84,6	84,9	
	200	84,0	83,7	83,7	84,0	84,2	83,9	84,4	83,9	84,9	83,5	83,8	83,6	83,0	83,5	83,3	82,5	82,9	
	250	81,1	82,2	82,2	81,6	81,8	82,5	81,8	81,6	81,8	82,1	81,8	81,9	81,5	81,4	82,2	80,8	80,7	
	315	79,7	80,0	80,0	80,7	80,1	80,0	78,5	79,9	79,3	80,5	80,2	80,2	79,7	79,8	80,5	79,7	79,4	
	400	78,8	78,3	78,3	77,2	77,3	77,1	77,8	76,5	75,5	75,5	73,5	75,1	74,1	75,0	74,7	73,8	75,1	
	500	80,9	79,7	79,7	79,3	79,5	79,7	79,7	78,8	78,8	78,3	76,9	75,9	75,9	75,0	75,0	74,0	75,2	
	630	78,4	79,3	79,3	78,9	78,6	77,8	75,9	75,7	75,4	75,1	73,9	73,6	73,1	73,3	72,5	71,9	70,0	
	800	80,9	80,0	80,0	79,2	80,4	79,5	80,6	80,2	79,0	78,7	78,7	76,7	76,6	75,3	74,4	73,1	72,9	
	1000	81,1	82,0	82,0	81,6	81,4	81,7	81,0	80,4	80,7	80,6	79,8	79,8	80,8	80,9	79,3	78,7	78,2	
	1250	78,8	77,8	77,8	78,6	78,6	77,9	77,3	78,1	77,4	77,0	77,2	75,8	75,4	75,0	75,2	73,9	74,1	
	1600	76,4	77,7	77,7	77,2	78,7	77,4	76,3	75,5	75,2	74,5	72,4	72,3	72,3	71,6	70,2	70,3	68,7	
	2000	78,2	78,0	78,0	80,1	80,1	78,9	80,4	79,4	79,0	78,0	76,5	77,4	75,0	75,0	75,7	74,1	76,0	
	2500	77,0	77,3	77,3	76,9	77,4	76,6	76,5	77,2	76,4	77,2	76,3	74,3	76,5	75,7	74,9	74,7	72,8	
	3150	75,3	76,2	76,2	76,1	76,4	75,0	75,2	74,1	73,7	73,7	73,1	74,5	73,2	72,7	72,2	71,7	71,3	
4000	78,4	78,7	78,7	79,1	78,0	78,8	77,3	77,6	76,2	75,5	73,5	72,6	72,7	72,7	72,5	72,7	72,1		
5000	78,8	78,8	78,8	80,1	80,2	79,0	79,5	77,7	77,5	77,0	75,6	75,3	74,8	73,9	73,1	71,6	70,7		

Se analizan los resultados obtenidos donde se comprueban las diferencias entre cada punto de la superficie medida y el resto de puntos. Posteriormente se comprueba en que puntos se cumple que las diferencias locales no son superiores a 5 dB.

Se concluye de este modo que para fachadas en planta baja, *la fuente direccional unidireccional con transductor Beyma*, tiene una **cobertura de 3 m de amplitud y hasta 2.5m de altura.**

Si adaptamos el método global de altavoz a muestras de gran superficie (donde una de las dimensiones supera 5 m de longitud), se podrían aceptar **diferencias mayores de 5 dB y menores de 10 dB** indicándolo en el informe, y según la verificación realizada, nuestra fuente tendría una **cobertura de 8m de amplitud y hasta 3 m de altura.**

Niveles de presión sonora medidos con fuente SONORA DODECAÉDRICA Omnipower
4296 de Brüel & Kjaer.

	F(Hz)	O	N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	Z	Y
micro a 1,5m SOBRE FACHADA IMAGINARIA	100	77,6	77,6	77,7	77,2	78,0	77,6	77,1	75,7	75,6	76,5	76,7	75,9	76,1	76,3	76,8	76,6	75,6
	125	81,4	81,4	80,0	79,8	80,8	81,1	82,0	80,5	79,9	79,8	79,1	79,3	80,4	80,3	79,6	79,6	79,3
	160	84,7	83,9	84,5	83,6	82,8	83,3	84,5	83,9	83,8	84,6	82,5	84,2	84,6	84,3	83,8	82,7	83,6
	200	83,5	83,2	83,7	84,2	85,0	84,2	83,0	84,2	85,0	84,0	85,1	83,5	84,3	85,5	84,9	83,7	85,3
	250	85,0	84,3	85,0	84,1	83,3	83,7	83,3	83,2	83,1	84,0	82,3	83,2	82,0	85,0	82,4	83,4	83,8
	315	85,9	85,8	85,5	85,5	84,6	84,2	83,2	83,6	81,9	83,0	83,5	82,4	81,9	82,9	80,4	82,7	81,9
	400	84,9	85,7	85,6	85,6	85,5	84,1	84,0	83,0	82,7	80,7	81,0	81,7	79,6	81,3	79,5	80,4	80,9
	500	82,1	80,3	80,7	80,8	82,6	83,2	81,0	80,9	80,1	80,4	79,1	79,5	77,9	78,0	77,8	78,5	77,4
	630	74,5	76,9	75,3	76,5	75,7	75,6	79,9	78,2	78,8	78,5	78,0	77,7	77,5	77,8	76,6	77,9	76,8
	800	78,5	78,6	77,6	77,0	76,1	75,0	73,0	74,4	73,8	75,1	74,7	75,1	76,1	76,0	75,4	74,5	75,4
	1000	74,6	75,7	75,8	76,1	75,1	75,8	75,4	75,5	75,4	73,2	71,7	71,1	70,6	70,2	70,6	70,1	71,5
	1250	77,1	75,7	75,5	75,5	75,6	75,1	72,0	71,4	71,3	73,8	74,2	74,5	74,0	73,6	72,7	72,1	71,2
	1600	75,0	76,2	75,9	74,0	72,7	71,1	70,1	68,9	69,1	68,6	68,2	68,6	68,4	68,9	69,0	69,1	69,3
	2000	77,2	76,9	76,2	75,2	73,5	74,0	73,6	73,6	73,2	72,1	71,6	71,5	71,6	71,2	71,5	71,1	69,5
	2500	70,9	72,3	72,0	69,9	71,0	71,6	72,7	72,7	73,1	72,8	72,3	71,3	69,5	70,0	67,8	68,3	67,7
	3150	71,7	72,2	71,1	70,3	70,4	70,8	71,2	71,7	71,3	71,2	71,4	70,0	68,5	66,8	66,6	65,0	64,9
4000	68,3	68,4	68,4	67,7	67,3	67,4	68,6	69,0	68,7	68,0	66,3	65,0	65,2	63,2	62,9	63,7	64,0	
5000	70,9	71,5	70,2	69,1	67,2	66,6	66,3	66,8	66,6	65,9	65,5	65,8	65,5	66,1	65,0	64,6	64,5	
	F(Hz)	O	N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	Z	Y
micro a 2m SOBRE FACHADA IMAGINARIA	100	75,3	76,3	76,5	76,5	76,9	77,1	76,3	74,7	74,2	74,5	76,0	75,3	75,8	75,7	76,4	75,6	75,7
	125	80,1	79,3	77,8	78,3	78,9	80,7	80,8	80,1	78,5	77,6	78,1	79,2	79,2	79,7	79,6	78,4	79,1
	160	84,4	83,0	83,1	83,3	80,5	82,4	84,2	82,8	82,5	82,8	82,0	82,7	83,2	83,7	83,0	82,6	83,1
	200	85,8	85,7	85,3	85,5	85,4	84,0	83,0	82,8	85,5	82,9	84,8	82,9	82,9	84,9	84,8	84,4	84,6
	250	86,9	86,6	86,8	86,1	85,4	85,3	84,2	83,2	83,7	82,5	82,3	82,2	80,6	83,8	81,7	82,8	83,2
	315	86,2	85,6	84,7	84,8	84,4	84,4	84,3	84,3	82,6	82,4	83,2	81,0	81,5	80,8	78,9	81,5	80,8
	400	82,9	81,4	81,6	81,3	81,8	82,1	82,8	82,4	81,1	79,9	80,2	82,0	79,3	80,2	79,6	79,6	78,5
	500	78,1	78,7	78,3	77,6	79,5	79,6	80,7	80,1	80,7	81,3	81,0	81,7	81,1	80,7	81,0	80,1	79,0
	630	79,1	79,9	79,1	79,7	78,1	76,3	75,0	75,0	75,7	75,9	79,0	76,2	79,3	79,0	76,5	79,5	79,4
	800	74,3	74,3	75,2	75,7	75,4	76,1	74,9	76,6	74,9	74,6	73,2	72,3	72,0	71,1	70,2	72,3	72,6
	1000	76,3	76,5	76,9	76,2	75,8	74,0	73,1	72,0	71,7	73,7	75,5	73,5	74,8	73,5	72,3	71,2	70,4
	1250	75,8	74,9	75,8	75,1	74,0	74,1	72,7	75,6	76,1	74,5	73,4	71,0	70,5	71,4	71,5	72,4	73,3
	1600	76,0	77,3	75,4	74,8	72,1	70,7	69,5	68,9	69,5	68,1	68,9	69,1	68,3	69,0	69,4	68,8	70,3
	2000	79,7	80,1	78,3	76,2	74,3	71,9	72,0	71,8	73,1	71,1	72,5	71,6	70,5	71,5	71,5	70,9	70,5
	2500	74,4	75,2	74,1	71,9	69,7	71,3	71,4	71,9	71,2	70,7	72,8	70,7	69,5	68,2	67,8	67,4	65,7
	3150	73,5	73,7	73,0	70,2	68,9	68,5	70,4	71,3	71,1	69,5	72,1	69,5	69,2	67,5	67,3	65,8	66,3
4000	70,9	71,3	70,3	69,1	67,5	67,1	67,0	67,7	67,0	66,0	67,5	65,9	65,4	63,5	63,5	64,1	64,1	
5000	71,7	72,7	71,6	69,6	68,1	65,1	64,9	65,2	65,0	64,8	65,3	65,0	63,5	63,5	64,5	63,9	64,8	

	F(Hz)	O	N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	Z	Y
micro a 2,5m SOBRE FACHADA IMAGINARIA	100	73,9	75,0	75,2	75,1	75,0	75,5	74,8	73,9	73,0	74,3	75,2	74,7	75,3	75,1	75,0	75,9	74,9
	125	79,4	77,9	76,6	76,4	76,7	78,4	79,1	78,3	77,0	76,6	76,4	77,3	77,9	78,8	78,0	77,7	77,7
	160	84,8	83,0	82,9	82,3	79,6	80,7	82,0	81,6	81,2	82,3	80,0	80,7	81,5	82,1	81,0	80,4	81,1
	200	86,7	86,6	86,4	86,6	85,7	84,4	83,4	83,6	84,9	82,3	83,4	82,2	80,5	83,3	82,2	82,3	82,4
	250	87,9	87,8	88,5	87,6	87,1	86,6	85,4	84,6	84,8	84,4	82,4	82,4	80,7	82,6	80,8	81,8	82,2
	315	86,6	86,2	85,7	85,5	86,2	85,6	85,8	85,8	84,9	85,0	84,7	83,1	82,8	83,0	80,3	81,5	81,8
	400	80,3	79,7	79,2	80,0	80,6	80,0	82,2	82,8	81,4	80,8	81,7	82,5	81,3	81,9	81,1	80,9	80,5
	500	81,0	80,6	80,3	80,1	78,1	78,3	75,4	75,3	76,2	76,8	77,9	77,4	78,6	77,6	79,2	78,7	78,6
	630	76,2	75,9	76,3	76,7	77,7	77,7	77,4	77,3	76,5	75,6	74,5	74,1	73,2	74,0	73,3	75,2	74,6
	800	76,8	76,5	75,8	75,9	74,4	74,5	73,8	73,2	74,4	74,8	75,7	74,9	74,2	73,8	73,0	72,5	72,4
	1000	75,7	75,9	74,6	74,7	74,5	74,2	74,3	74,0	74,3	73,1	73,1	71,6	71,6	72,5	72,5	72,6	72,1
	1250	75,2	75,6	75,1	75,3	74,8	73,8	75,1	73,9	73,9	73,0	72,8	72,2	73,8	73,6	72,1	71,1	70,9
	1600	74,4	76,3	75,9	73,9	73,3	72,1	70,4	69,9	69,4	69,0	68,9	67,8	68,7	68,9	68,6	70,0	69,9
	2000	79,4	79,9	78,4	76,2	75,7	72,8	71,6	71,3	71,5	72,1	71,5	70,4	71,1	70,5	70,6	70,3	70,6
	2500	74,4	75,3	74,8	71,9	70,3	68,3	69,9	71,2	71,6	72,1	72,5	71,3	70,2	70,0	68,9	68,3	68,0
	3150	74,4	74,4	73,2	70,5	68,2	67,9	68,7	70,0	69,9	71,0	70,6	69,9	68,8	68,0	67,2	66,6	66,2
4000	71,5	72,1	71,3	69,7	67,6	65,2	65,9	66,6	67,1	67,3	67,1	66,3	65,1	64,5	63,9	63,6	63,8	
5000	72,7	73,1	72,1	71,3	68,3	66,3	64,2	64,3	65,3	65,0	65,1	64,1	63,5	63,3	63,4	64,1	63,7	
micro a 3m SOBRE FACHADA IMAGINARIA	100	74,4	74,5	75,1	73,7	74,0	74,5	74,5	73,8	71,9	72,5	73,7	74,7	74,4	74,3	73,9	74,5	72,8
	125	77,0	76,9	78,0	78,1	77,6	75,4	74,5	75,3	75,9	77,1	78,4	77,3	75,6	76,4	77,0	77,9	79,6
	160	80,6	79,6	80,1	81,4	80,9	79,9	79,3	81,8	81,0	82,1	82,8	82,0	80,7	82,8	83,7	84,2	85,2
	200	82,1	81,7	81,7	83,0	80,2	82,3	82,8	83,2	84,9	84,2	84,8	85,5	86,6	86,8	87,0	87,7	87,2
	250	81,5	81,3	80,6	82,0	81,2	83,3	83,2	84,4	84,7	84,1	85,9	85,8	86,4	86,5	86,6	86,5	87,4
	315	81,6	81,9	80,5	82,3	83,0	82,7	83,9	84,1	82,8	84,2	85,0	83,7	84,4	84,7	83,7	83,8	84,6
	400	79,9	80,4	80,0	81,5	80,7	81,4	81,1	80,1	81,0	80,3	79,8	78,4	79,3	79,3	79,3	80,4	80,9
	500	78,2	77,8	78,5	76,4	76,2	75,4	74,8	74,8	75,2	77,7	77,4	79,2	79,4	79,6	79,5	81,0	79,6
	630	72,2	73,0	72,4	73,7	74,2	75,5	75,8	76,3	75,9	76,8	77,0	74,9	76,2	75,8	75,3	77,4	76,1
	800	73,7	73,6	74,3	73,9	75,0	72,8	72,1	73,0	73,8	75,4	74,2	76,3	76,6	76,2	75,0	77,0	74,5
	1000	72,2	71,7	71,8	72,0	73,3	73,1	73,5	73,6	72,9	73,8	73,2	73,4	75,4	75,1	75,2	74,9	75,2
	1250	71,9	72,9	72,1	71,8	71,7	70,9	72,8	73,2	74,0	73,3	72,3	73,5	72,3	73,9	73,3	75,9	74,0
	1600	68,9	67,8	67,9	67,1	67,2	68,1	69,1	68,7	69,4	70,0	71,1	72,3	72,3	73,9	74,6	75,1	74,4
	2000	70,1	70,4	70,4	69,8	71,2	71,3	71,7	71,6	72,4	72,6	71,9	74,5	74,9	76,0	77,9	77,3	77,4
	2500	67,9	69,5	69,2	69,5	69,6	71,9	72,3	71,7	71,4	70,3	69,2	69,0	69,1	71,5	73,7	74,4	73,8
	3150	65,6	66,8	67,1	68,1	69,0	70,1	69,6	69,9	70,4	69,7	67,6	67,0	67,3	70,2	72,6	73,3	73,1
4000	64,2	64,6	64,6	66,1	66,1	67,6	68,0	67,6	67,8	66,2	65,4	65,0	67,2	69,8	70,8	71,9	71,0	
5000	62,9	64,2	62,9	63,5	64,5	64,2	65,2	65,2	64,9	64,4	64,6	65,8	67,8	69,1	70,6	71,3	71,8	

Del mismo modo que con la fuente directiva, se analizan los resultados obtenidos con la fuente sonora dodecaédrica Omnipower, instalada en un trípode a 1,5m de altura sobre la superficie del suelo.



Figura6.- Montaje ensayo cobertura de fachada en planta baja con fte omnidireccional Omnipower 4296 (Brüel &Kjaer)

Se concluye de este modo que para fachadas en planta baja, *la fuente sonora dodecaédrica Omnipower 4296*, tiene una **cobertura de 2.5 m de amplitud y hasta 1.5 m de altura**.

Si adaptamos el método global de altavoz a muestras de gran superficie (donde una de las dimensiones supera 5 m de longitud), se podrían aceptar **diferencias mayores de 5 dB y menores de 10 dB** indicándolo en el informe, y según la verificación realizada, nuestra fuente tendría una **cobertura de 8 m de amplitud y hasta 3 m de altura**.

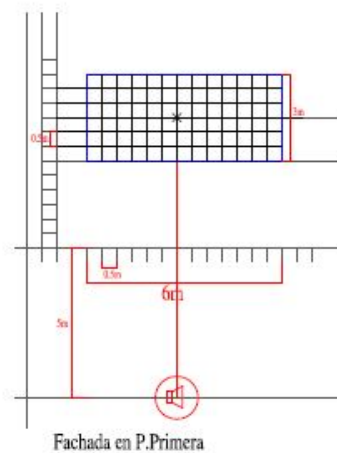
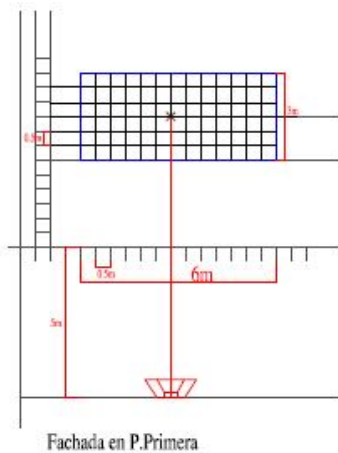
2.-Altura de centro de fachada 5m (correspondiente a una fachada en planta primera)

Se trazó una línea recta horizontal de 6 metros de longitud que representa la fachada imaginaria, marcando puntos de medida cada 0.5 metros de distancia.

Se instaló la fuente sonora a 5 metros del centro de la fachada imaginaria hacia delante perpendicularmente a la línea de fachada imaginaria y sin desplazarla, para conseguir de este modo un ángulo de incidencia de 45° y una distancia r entre la fuente y el centro de la fachada de al menos 7 metros.

Se instaló lana de roca de 40 kg/m^3 de densidad bajo la fuente a ensayar y alrededor de la misma para evitar posibles reflexiones directas contra el suelo.

Se utilizó el generador interno de ruido rosa del sonómetro para excitar la fuente, y se procedió a medir el nivel recibido en los puntos marcados en la línea de fachada imaginaria a varias alturas, describiendo una superficie de $6 \times 3 \text{ m}^2$ (la altura inicial para la realización de las medidas se instaló en 3.5 m, incrementando en 0.5 m hasta alcanzar la altura máxima de 6.5 m)



Niveles de presión sonora medidos con fuente direccional unidireccional con transductor

Beyma

	F(Hz)	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
micro a 3,5m SOBRES FACHADA IMAGINARIA	100	88,1	87,7	87,7	87,1	87,3	87,2	88,0	88,0	87,5	86,9	86,2	86,1	85,9
	125	91,3	90,7	91,0	90,7	90,8	90,7	90,7	91,4	90,6	90,6	90,5	90,0	89,8
	160	90,6	91,0	91,0	90,9	90,3	90,6	90,7	90,8	89,8	90,4	89,8	89,6	88,7
	200	89,2	87,9	88,8	88,9	88,5	88,6	88,7	89,0	87,7	87,0	87,3	87,2	86,7
	250	87,4	87,2	87,5	86,4	87,3	87,4	86,4	87,7	85,6	85,8	85,5	85,8	84,9
	315	84,5	83,3	82,9	82,8	83,3	82,5	82,2	84,1	82,9	83,7	83,2	83,4	83,0
	400	79,3	81,8	81,1	83,2	83,1	83,3	84,1	81,1	82,0	81,4	81,3	80,3	80,6
	500	83,3	85,6	87,8	87,8	88,4	89,0	86,7	88,6	87,4	85,1	84,8	84,4	83,5
	630	81,5	82,4	85,5	82,6	85,5	83,8	83,6	86,4	83,9	83,8	83,5	82,1	81,3
	800	85,3	87,0	84,2	85,1	88,0	87,5	87,0	85,0	88,2	86,0	85,5	85,2	83,8
	1000	85,3	87,0	87,5	87,4	85,5	87,9	89,1	84,6	88,2	87,5	86,9	85,2	84,3
	1250	80,1	82,2	81,1	82,1	81,0	82,2	83,1	82,9	80,7	80,1	78,7	79,5	77,2
	1600	80,9	78,1	81,0	83,4	85,2	83,6	84,6	87,4	82,6	83,7	83,7	82,8	82,0
	2000	85,3	82,7	84,8	85,2	88,0	88,6	88,6	85,5	89,4	88,0	87,6	85,5	83,5
	2500	79,1	82,0	84,1	84,6	83,9	85,5	84,7	84,6	85,9	83,0	80,7	80,9	79,7
	3150	80,5	81,4	79,5	80,4	82,6	80,4	81,9	82,2	79,5	80,3	80,7	80,0	77,8
4000	82,4	80,5	81,5	85,0	83,7	84,1	82,4	82,0	83,2	83,8	81,6	80,9	81,5	
5000	81,9	81,2	83,2	83,0	82,3	82,1	83,1	82,7	81,2	81,6	81,9	81,5	80,4	
	F(Hz)	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
micro a 4,0m SOBRES FACHADA IMAGINARIA	100	87,0	87,1	86,3	86,7	86,5	86,7	87,3	86,8	87,2	86,9	86,0	85,7	86,1
	125	90,7	90,0	89,5	89,4	89,9	90,2	90,3	90,3	91,0	90,1	90,5	89,8	89,7
	160	88,8	89,1	89,2	89,1	89,1	89,2	89,4	89,2	90,3	89,8	89,9	89,8	88,5
	200	87,3	86,6	87,2	87,5	87,0	87,0	87,2	87,4	87,9	86,8	87,0	87,0	86,7
	250	85,9	85,9	86,5	85,6	85,9	85,8	85,5	86,0	84,7	84,6	84,5	84,7	83,6
	315	84,1	82,9	83,2	82,8	82,8	82,0	81,2	82,4	81,2	81,3	80,4	81,1	80,8
	400	80,5	81,2	80,7	81,9	82,4	83,0	83,5	81,8	83,7	83,4	83,0	82,0	82,3
	500	83,4	84,9	86,2	87,1	88,0	88,5	87,1	87,7	87,3	85,9	86,0	84,8	83,7
	630	82,6	85,1	85,3	85,3	86,2	84,4	83,5	85,8	84,4	84,1	83,3	83,7	82,2
	800	85,3	84,5	84,9	85,0	85,6	87,1	88,1	85,8	87,8	86,8	86,7	85,6	86,0
	1000	86,5	87,2	85,1	88,4	87,7	89,3	88,5	88,9	86,8	86,7	86,1	84,2	83,4
	1250	79,8	83,7	83,4	82,2	81,9	82,3	85,0	83,1	82,0	80,1	81,1	80,0	79,4
	1600	79,9	82,9	81,9	81,8	84,5	84,5	84,7	83,1	83,5	83,3	83,2	83,6	81,0
	2000	82,1	82,1	85,6	86,5	88,2	88,0	86,2	86,7	89,9	89,0	88,4	87,3	85,1
	2500	81,3	78,5	83,7	84,3	84,4	85,4	83,4	85,2	85,0	84,3	83,1	81,0	81,1
	3150	79,9	81,0	80,4	81,7	82,8	81,2	81,6	82,9	81,1	80,3	81,0	81,2	77,4
4000	80,1	81,9	82,6	81,6	82,1	84,0	80,7	81,1	83,3	83,9	82,4	80,7	81,7	
5000	80,9	80,9	82,2	82,6	81,4	80,8	83,2	82,1	80,8	80,8	81,7	82,2	79,9	

	F(Hz)	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
micro a 4,5m SOBRE FACHADA IMAGINARIA	100	86,6	86,1	85,8	85,7	85,3	85,1	86,2	86,6	86,5	85,9	85,5	85,0	84,8
	125	90,3	89,9	88,9	88,7	88,8	88,8	89,1	89,3	89,8	89,8	89,4	89,1	89,4
	160	88,3	88,3	88,4	88,6	87,9	88,1	88,4	88,2	89,3	88,4	88,9	89,3	88,0
	200	86,2	85,7	86,2	86,0	86,0	85,9	86,5	86,5	87,7	86,9	87,0	86,6	86,6
	250	85,0	85,5	85,4	84,6	85,2	85,1	84,8	84,5	85,1	85,9	85,4	85,1	84,3
	315	82,2	83,1	82,8	82,3	82,5	82,6	81,2	82,2	82,4	82,3	81,6	82,1	80,5
	400	80,2	81,6	81,7	81,9	82,7	82,8	83,2	82,5	80,4	81,2	80,6	80,6	79,7
	500	84,1	85,1	85,5	86,4	87,0	87,3	87,4	87,4	85,4	84,3	83,5	83,9	84,8
	630	83,4	83,7	84,3	84,5	85,4	84,3	84,8	84,6	84,8	83,3	83,2	82,6	83,6
	800	84,1	84,8	85,4	85,8	85,2	86,1	86,5	85,9	87,9	87,9	87,8	86,7	84,1
	1000	84,1	85,6	85,8	86,7	88,3	88,2	88,4	88,2	86,3	87,8	86,8	84,2	84,6
	1250	81,7	81,8	83,1	83,0	82,9	83,5	83,6	83,7	83,1	82,3	81,4	82,9	80,2
	1600	80,6	81,5	82,7	82,8	83,7	84,0	84,3	83,3	83,1	83,9	82,8	82,7	80,2
	2000	82,6	83,4	84,6	86,3	87,2	87,6	88,4	87,2	87,4	86,2	85,4	85,1	83,2
	2500	83,0	82,8	83,4	84,2	85,6	85,8	85,9	85,8	85,2	85,1	83,7	81,5	82,4
	3150	78,5	79,9	82,2	81,4	82,0	81,9	82,7	81,8	81,2	80,8	80,8	81,5	77,9
4000	82,1	81,0	80,3	81,7	82,2	82,6	83,9	81,3	81,8	82,0	80,6	80,1	80,9	
5000	80,1	80,6	82,2	80,3	79,3	79,4	81,1	80,1	78,7	79,8	80,9	81,6	80,0	
	F(Hz)	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
micro a 5,0m SOBRE FACHADA IMAGINARIA	100	86,1	86,0	85,4	85,1	85,0	84,5	85,4	85,4	85,3	85,0	84,6	84,1	84,2
	125	89,7	90,0	88,4	88,2	88,4	88,5	89,0	89,7	89,0	89,0	88,8	88,5	87,9
	160	88,4	88,5	87,2	87,8	86,8	87,1	87,5	87,7	87,4	87,6	87,5	87,7	86,3
	200	85,9	84,9	85,2	85,6	84,5	85,0	85,9	85,0	85,7	85,3	85,7	84,6	85,4
	250	83,9	85,3	84,6	83,4	84,6	83,8	84,6	84,1	83,5	84,5	84,9	83,5	83,2
	315	81,2	83,1	82,1	81,7	82,2	82,6	81,8	82,3	82,0	81,6	81,7	81,3	80,5
	400	82,0	82,4	82,3	82,7	83,0	83,3	83,5	83,5	81,5	81,4	80,7	80,1	79,8
	500	85,3	85,6	86,4	86,4	87,0	87,1	87,0	87,2	84,2	85,0	83,8	84,6	85,4
	630	83,2	83,2	83,3	84,0	84,2	83,8	83,4	83,6	84,2	84,0	83,7	83,8	83,8
	800	83,3	84,0	84,6	84,9	85,6	85,9	86,5	86,7	87,1	86,1	86,2	84,6	81,8
	1000	85,9	85,9	86,5	87,4	87,9	87,9	87,7	88,0	87,6	86,2	86,1	84,5	85,8
	1250	81,3	82,3	83,1	83,1	83,5	83,6	83,7	83,2	82,6	82,8	82,0	81,4	80,4
	1600	80,9	82,1	83,5	83,7	83,7	84,4	84,2	83,9	82,7	83,4	82,6	83,3	80,9
	2000	82,7	83,3	84,9	85,6	86,3	87,0	87,1	87,9	86,6	86,9	86,1	85,3	83,4
	2500	82,8	82,3	81,9	83,7	85,2	84,6	85,7	86,1	85,3	84,8	84,4	81,5	82,6
	3150	78,8	80,8	82,1	82,1	82,7	83,7	83,4	81,9	82,3	81,4	80,5	82,4	77,9
4000	81,6	79,9	81,5	81,6	79,9	82,1	81,4	82,7	78,9	82,4	82,2	79,4	81,3	
5000	79,1	80,2	80,0	79,6	79,2	79,0	80,5	79,1	79,1	79,6	79,9	80,5	79,0	

	F(Hz)	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
micro a 5,5m SOBRE FACHADA IMAGINARIA	100	85,8	84,9	84,8	84,4	84,1	84,2	84,9	84,5	84,8	84,9	84,4	84,0	83,9
	125	89,0	88,9	88,9	87,2	87,8	88,4	88,2	88,7	88,0	87,7	88,5	87,5	87,3
	160	87,7	87,1	86,3	86,9	86,8	86,4	86,5	86,7	87,1	87,0	86,4	86,5	85,8
	200	85,2	84,4	85,0	84,8	84,1	84,2	84,4	84,2	84,5	83,7	84,1	84,0	84,0
	250	83,2	84,7	83,6	82,4	84,0	83,6	83,1	83,3	82,5	83,0	83,1	82,3	82,3
	315	81,9	82,0	81,2	81,1	81,8	82,2	82,7	82,3	81,6	81,7	81,5	81,5	81,0
	400	81,2	82,8	83,0	83,1	83,4	83,5	83,6	83,5	82,4	82,5	81,7	81,4	80,9
	500	84,8	85,8	86,1	86,4	86,7	86,2	86,3	86,0	85,7	85,8	85,2	84,9	84,8
	630	82,8	82,8	83,0	83,2	83,7	83,5	83,6	83,7	84,0	83,9	83,3	83,0	82,3
	800	82,7	84,0	84,8	85,4	85,6	86,0	85,9	85,9	85,4	84,9	84,5	83,6	82,7
	1000	84,7	85,6	86,2	86,6	87,6	87,1	87,3	87,4	86,6	86,5	85,9	85,6	85,1
	1250	81,4	81,7	82,1	82,6	82,7	83,0	82,9	82,9	82,7	82,5	82,0	81,6	81,0
	1600	81,5	82,4	83,1	83,8	84,1	84,2	84,2	84,2	84,3	83,7	83,3	82,7	81,4
	2000	82,6	83,8	85,2	86,1	87,2	87,5	87,7	87,6	86,7	86,7	85,4	84,5	82,8
	2500	81,4	81,9	82,7	83,5	84,8	85,1	85,4	85,2	84,4	84,4	83,2	82,4	81,6
	3150	80,1	81,0	81,5	82,2	82,7	82,4	82,6	82,3	82,1	81,8	81,4	80,8	79,3
4000	79,1	79,0	79,8	80,3	81,2	81,7	82,0	82,1	80,0	80,5	79,4	78,2	78,7	
5000	79,8	80,3	80,0	79,2	78,1	78,1	78,9	78,6	78,2	77,8	78,5	78,8	78,1	
	F(Hz)	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
micro a 6,0m SOBRE FACHADA IMAGINARIA	100	84,5	85,3	84,0	83,9	83,9	84,1	84,6	84,8	84,2	84,2	84,6	83,8	83,7
	125	88,1	88,3	87,4	87,1	87,6	87,7	87,7	88,5	87,4	87,5	87,2	87,3	86,7
	160	86,4	86,6	85,9	86,2	86,3	86,3	86,0	86,3	86,5	86,2	85,7	86,1	85,1
	200	83,7	83,7	83,6	83,8	83,7	83,5	84,3	83,6	83,5	82,7	83,1	83,5	84,1
	250	81,7	83,2	82,5	81,3	83,7	82,9	82,2	82,8	82,2	82,2	82,5	82,6	82,7
	315	80,7	81,0	81,0	81,2	82,4	81,9	81,7	82,0	81,6	81,8	82,0	81,5	80,9
	400	80,7	81,9	82,1	82,3	83,3	83,1	83,1	82,9	82,4	82,5	81,9	81,7	81,4
	500	84,3	85,1	85,2	85,8	86,2	86,1	85,8	86,0	85,4	85,5	85,5	85,0	84,6
	630	81,6	82,1	82,5	83,2	83,8	83,3	83,9	83,2	83,4	83,2	83,0	82,7	81,6
	800	82,6	83,1	83,9	84,5	85,3	85,5	85,5	86,2	85,0	84,8	84,2	83,9	83,4
	1000	83,9	84,6	85,7	86,5	87,1	87,1	87,0	87,0	87,0	86,6	85,9	85,3	84,5
	1250	80,6	80,9	81,2	82,0	82,5	82,5	82,6	82,8	82,3	82,1	81,8	81,6	80,8
	1600	80,8	82,0	82,5	83,3	83,9	84,0	84,1	84,2	83,9	83,5	83,1	82,6	81,7
	2000	82,3	83,4	84,8	85,9	87,0	87,1	87,2	87,4	86,9	86,4	85,5	84,5	83,1
	2500	81,6	81,9	82,9	83,9	84,1	84,2	84,8	84,7	83,9	83,9	83,0	82,2	81,8
	3150	79,3	80,4	80,7	81,4	82,3	82,8	83,0	82,9	82,4	81,8	81,7	81,0	79,7
4000	78,7	78,3	79,2	80,5	80,2	80,6	81,1	80,8	80,0	79,6	78,7	78,1	78,4	
5000	78,7	79,3	78,6	77,7	77,8	78,8	79,6	79,2	78,1	77,3	78,3	78,4	78,1	

	F(Hz)	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
micro a 6.5m SOBRE FACHADA IMAGINARIA	100	85,2	84,9	84,3	83,6	83,7	84,4	84,0	84,5	84,2	83,9	83,5	83,6	83,5
	125	88,3	88,6	88,0	86,9	86,9	87,1	86,9	87,6	87,4	86,7	87,2	86,9	86,3
	160	87,5	86,7	86,4	86,3	85,8	85,9	85,4	86,0	85,7	85,4	85,3	85,5	84,8
	200	84,4	83,5	83,5	83,6	83,3	83,2	83,1	82,7	83,3	82,2	82,1	82,7	82,9
	250	82,0	83,0	82,2	81,0	82,9	82,0	81,6	82,4	81,7	81,6	81,3	81,9	81,8
	315	81,0	81,1	81,5	81,4	82,7	82,1	81,9	82,1	82,1	81,7	81,1	80,8	80,8
	400	81,7	82,3	82,3	82,7	83,0	82,8	82,9	82,9	82,5	82,2	82,0	81,7	81,9
	500	84,6	85,2	85,3	85,6	85,6	85,8	85,7	85,6	85,5	85,4	85,0	84,8	84,3
	630	81,8	82,4	82,6	83,1	83,3	83,3	83,3	83,1	82,9	82,7	82,3	82,1	81,7
	800	82,8	83,8	84,0	85,0	85,1	85,5	85,9	85,9	85,1	84,9	84,6	84,2	83,2
	1000	84,5	85,2	85,5	86,3	86,6	86,7	86,5	86,1	86,4	86,0	85,4	85,0	84,2
	1250	80,7	81,3	81,5	81,9	82,2	82,6	82,4	82,1	82,0	81,8	81,3	81,2	80,5
	1600	81,5	82,7	83,0	83,8	83,7	83,9	83,8	83,8	83,6	83,2	82,9	82,5	81,5
	2000	82,6	84,2	85,1	86,1	86,7	86,9	87,3	87,1	86,6	86,2	85,5	84,8	83,1
	2500	81,4	81,9	82,6	83,3	83,7	84,1	84,8	84,6	83,6	83,8	83,2	82,6	81,8
	3150	80,0	80,9	81,5	82,0	82,1	82,6	82,7	82,3	82,0	81,5	81,2	80,6	79,4
4000	78,3	78,7	79,5	79,8	79,9	80,0	80,8	80,6	79,9	79,5	79,0	78,5	77,6	
5000	79,2	79,3	79,0	78,6	77,7	78,4	79,1	78,5	77,3	76,7	77,3	77,2	77,6	

Se analizan los resultados obtenidos comprobando las diferencias entre cada punto de la superficie de medida y el resto de puntos. Posteriormente se comprueba en qué puntos se cumple que las diferencias locales no son superiores a 5 dB, tal y como indica la norma.

Se puede concluir que para fachadas en planta primera, *la fuente directiva unidireccional con transductor Beyma*, tiene una **cobertura de 5 m de amplitud y desde 3.5 m a 5.5 m de altura.**

Si adaptamos el método global de altavoz a muestras de gran superficie (en donde una de las dimensiones supere los 5 m), se podrían aceptar **diferencias mayores de 5 dB y menores de 10 dB** indicándolo en el informe, y según la verificación realizada, la fuente sonora bajo estudio tendría una **cobertura de 6m de amplitud y hasta 3 m de altura.**

Niveles de presión sonora medidos con fuente sonora dodecaédrica Omnipower 4296 de Brüel & Kjaer.

	F(Hz)	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
micro a 3,5m SOBRE FACHADA IMAGINARIA	100	75,4	75,1	74,4	73,3	73,5	74,7	75,2	73,9	73,0	73,4	73,6	72,9	75,3
	125	78,6	78,7	77,6	77,8	78,5	78,4	77,4	79,5	79,8	79,0	79,4	78,9	74,9
	160	84,3	85,5	85,2	85,8	85,1	84,9	85,4	85,2	85,4	85,1	84,7	85,1	82,9
	200	87,5	87,7	88,3	88,8	88,3	89,2	89,0	88,2	88,5	87,5	87,5	87,5	86,9
	250	86,6	87,5	87,1	87,5	87,8	88,1	87,5	87,8	87,9	88,1	87,4	87,1	87,4
	315	84,2	83,8	83,4	83,3	82,4	83,1	82,6	82,9	83,5	83,4	83,4	84,1	84,8
	400	82,1	82,0	81,7	83,4	83,2	83,1	83,6	83,1	82,9	82,5	81,4	80,7	80,2
	500	82,2	83,0	82,8	81,9	82,3	82,2	82,1	81,2	81,9	81,8	81,9	81,5	81,7
	630	77,8	76,9	77,9	79,4	79,2	79,3	79,5	80,0	79,8	78,5	78,8	77,9	77,5
	800	78,4	77,4	77,8	77,8	77,5	77,9	77,5	77,6	78,1	77,2	78,6	78,5	78,6
	1000	75,8	75,7	76,5	76,9	75,4	77,0	75,5	76,7	77,1	76,4	77,6	76,9	76,1
	1250	76,9	73,4	74,3	73,2	74,6	74,3	72,9	73,3	72,6	73,3	74,3	72,8	72,4
	1600	72,1	73,3	73,8	74,3	77,4	73,2	75,6	72,5	72,1	72,2	69,7	69,2	70,3
	2000	73,6	76,3	75,7	78,4	79,3	78,8	79,4	76,2	75,9	76,0	75,0	75,3	77,8
	2500	71,5	69,9	69,8	73,1	73,2	75,1	73,0	70,2	70,1	72,5	74,9	75,8	77,1
	3150	70,3	67,5	68,6	70,2	72,7	73,1	70,5	66,9	68,2	70,3	72,5	73,7	72,7
4000	67,1	66,3	68,9	69,7	71,5	70,8	69,4	65,5	65,0	67,2	70,4	71,7	73,1	
5000	67,6	68,8	67,9	69,0	70,3	71,1	69,3	67,1	65,6	65,9	67,5	69,2	70,4	
	F(Hz)	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
micro a 4,0m SOBRE FACHADA IMAGINARIA	100	75,5	75,0	73,0	72,2	73,1	74,3	75,3	74,1	72,1	73,6	73,2	72,8	74,6
	125	78,5	79,1	78,3	78,6	79,6	79,5	79,0	80,0	80,4	80,0	80,4	78,7	75,6
	160	85,5	86,8	86,7	86,8	86,7	86,6	87,2	87,1	86,9	86,0	86,1	86,1	85,0
	200	88,9	88,7	89,3	89,5	88,8	89,4	89,5	88,9	88,3	87,7	88,3	88,3	88,1
	250	87,0	87,4	86,5	86,7	85,8	86,3	85,8	86,1	85,8	85,9	86,0	85,8	86,1
	315	82,2	81,5	80,8	81,1	81,0	81,2	81,3	81,0	82,7	81,6	80,5	81,4	81,3
	400	82,6	83,2	84,2	85,2	85,2	85,2	85,9	85,5	84,7	84,0	83,8	83,4	83,3
	500	81,7	81,5	80,6	80,2	78,9	78,8	80,5	78,9	78,1	78,4	79,0	79,7	80,6
	630	78,8	79,5	80,0	80,6	80,9	81,2	79,3	81,5	79,6	79,3	79,9	80,0	78,1
	800	76,9	77,5	77,9	77,7	76,7	77,4	79,1	77,4	77,6	77,0	77,4	77,2	77,0
	1000	75,6	74,8	75,2	74,8	75,7	73,6	75,1	74,4	75,2	76,3	74,0	76,2	76,0
	1250	73,6	73,5	74,2	72,1	73,8	72,3	74,2	72,7	73,4	73,6	72,4	72,7	72,9
	1600	71,5	73,6	73,6	74,7	74,4	75,9	73,5	74,0	72,6	71,7	71,5	69,7	70,7
	2000	74,1	75,9	75,2	77,7	76,5	77,9	76,8	76,0	75,0	76,0	75,6	75,0	77,8
	2500	71,1	69,9	69,4	71,2	70,7	71,9	70,5	69,7	70,7	71,9	73,5	75,7	75,9
	3150	70,4	69,0	68,4	68,4	69,1	69,7	68,6	67,9	70,0	71,9	73,0	73,5	73,3
4000	67,1	66,3	67,1	68,1	68,1	68,2	66,7	65,3	64,9	67,1	68,7	69,6	71,6	
5000	67,4	67,5	67,2	68,0	68,8	69,2	67,8	67,4	64,9	65,6	67,8	69,6	69,9	

	F(Hz)	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
micro a 4,5m SOBRE FACHADA IMAGINARIA	100	75,0	75,3	73,9	72,7	72,0	74,3	74,8	73,9	72,1	72,9	73,2	72,6	73,5
	125	79,0	79,6	79,1	78,8	79,5	79,7	79,5	80,3	80,9	80,8	80,1	79,3	76,6
	160	85,8	86,6	86,2	87,1	87,0	86,7	87,1	87,4	86,8	86,6	86,4	86,2	85,6
	200	88,3	88,7	89,2	89,6	88,9	89,4	89,9	89,7	88,3	89,2	89,2	88,8	88,9
	250	85,7	86,9	86,5	86,6	85,8	86,2	85,6	86,1	84,3	85,8	86,0	86,6	86,6
	315	80,6	80,4	81,4	80,7	80,9	81,0	81,6	81,5	83,0	80,2	79,2	80,5	80,1
	400	82,1	81,6	82,9	82,3	82,0	81,8	82,2	82,0	84,5	82,4	82,0	81,1	81,5
	500	78,1	78,7	78,0	78,6	79,0	79,1	79,9	78,0	78,3	79,0	78,8	77,8	78,7
	630	79,9	80,0	78,7	79,6	79,3	79,4	79,8	77,8	78,1	79,7	79,6	79,7	79,8
	800	76,1	77,9	75,7	77,8	77,7	77,8	76,2	78,2	77,4	76,3	76,3	77,4	75,8
	1000	75,9	74,1	76,5	75,2	75,0	74,6	75,7	76,6	74,9	76,2	75,3	74,5	75,8
	1250	72,3	74,0	73,8	74,0	73,7	73,8	72,6	72,7	73,3	72,4	72,5	73,3	72,5
	1600	71,3	71,9	72,8	72,8	72,6	73,4	72,5	71,8	71,0	71,1	70,8	69,9	70,3
	2000	73,7	73,9	74,2	73,9	74,0	74,8	74,3	74,5	74,3	75,0	75,4	75,7	75,6
	2500	71,8	70,5	69,5	69,7	69,7	69,6	70,0	71,3	72,3	72,8	73,3	74,2	74,2
	3150	69,8	70,6	68,5	68,7	68,3	68,9	69,2	70,1	71,3	72,4	72,4	72,0	72,2
4000	66,3	67,2	66,4	67,1	66,9	67,8	67,5	67,1	66,7	67,1	68,2	70,0	68,9	
5000	65,6	66,6	66,8	67,4	67,7	67,0	65,8	65,9	66,0	66,7	66,4	67,4	66,7	
	F(Hz)	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
micro a 5,0m SOBRE FACHADA IMAGINARIA	100	74,7	74,8	73,3	72,8	72,6	73,7	74,4	73,2	72,2	73,1	73,4	70,9	72,9
	125	79,7	79,8	79,7	79,6	80,4	79,9	80,4	81,0	81,7	80,4	80,8	79,0	77,7
	160	85,8	85,8	86,1	86,5	86,3	85,9	86,5	86,7	86,7	86,5	85,9	86,2	84,8
	200	87,7	87,7	88,3	88,2	87,8	88,5	88,4	88,2	87,7	88,0	88,3	88,0	87,6
	250	84,4	84,7	84,8	84,2	82,9	84,1	83,2	83,4	83,1	83,5	84,0	84,1	83,6
	315	80,7	82,0	81,8	83,1	82,5	82,6	82,4	82,8	82,7	81,8	80,8	80,8	80,5
	400	82,4	81,5	81,4	81,4	80,8	80,0	79,7	80,4	81,3	80,9	81,4	80,9	81,9
	500	78,4	78,4	79,4	78,9	80,3	80,5	81,3	80,2	80,2	80,0	78,8	78,6	77,5
	630	78,6	77,9	78,6	77,9	78,2	78,6	78,1	78,2	77,9	78,1	78,3	78,5	77,9
	800	77,4	77,2	77,2	77,2	76,6	76,7	76,5	76,5	76,7	76,2	76,1	76,0	75,5
	1000	74,4	74,6	74,6	75,0	74,9	75,2	74,9	75,3	74,7	74,6	74,5	74,7	74,7
	1250	73,5	73,9	73,7	73,9	73,3	73,6	72,9	72,8	72,5	72,4	72,3	72,2	72,2
	1600	69,8	71,1	71,6	71,7	71,1	71,1	71,4	71,3	70,4	70,8	70,5	70,7	70,4
	2000	73,8	73,4	74,2	74,1	73,7	74,8	74,3	74,7	74,8	74,5	73,8	74,7	74,6
	2500	73,1	72,9	71,3	71,5	71,5	71,7	71,9	73,5	73,2	73,3	73,0	72,5	73,4
	3150	69,1	69,5	70,1	70,9	70,3	70,7	71,1	72,3	72,9	72,2	72,2	72,2	70,7
4000	66,3	65,9	66,5	67,0	68,0	68,3	68,3	68,4	67,5	67,3	67,5	67,1	67,1	
5000	65,4	66,2	67,0	67,2	67,3	66,5	66,1	66,6	66,0	66,2	65,9	65,8	64,4	

	F(Hz)	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
micro a 5,5m SOBRE FACHADA IMAGINARIA	100	74,3	74,5	73,7	72,5	72,3	73,9	74,4	73,5	71,8	73,0	72,7	72,4	72,3
	125	80,1	80,1	79,6	80,1	80,3	79,9	80,3	80,9	81,4	80,5	80,5	79,6	78,0
	160	86,0	85,8	85,8	86,2	85,5	85,5	86,0	86,2	86,1	85,8	85,2	85,4	84,4
	200	87,1	87,0	86,9	86,5	86,3	87,0	86,9	86,5	86,4	86,7	87,1	86,9	86,5
	250	82,8	83,6	82,8	81,7	81,1	82,1	81,3	81,6	81,0	81,4	81,9	81,4	81,6
	315	82,0	83,1	83,1	83,7	83,5	83,5	83,5	83,6	83,9	83,0	82,5	82,2	82,1
	400	81,6	80,6	80,7	80,1	80,0	79,3	79,6	79,3	80,1	80,1	80,0	80,9	80,7
	500	79,6	79,2	79,4	79,7	80,2	80,0	80,5	80,1	79,7	79,7	78,8	78,7	78,0
	630	78,0	77,3	77,0	77,0	77,7	77,3	77,4	77,6	77,5	77,0	76,6	76,9	76,1
	800	76,3	75,6	75,9	76,0	75,8	75,7	75,6	76,1	75,6	75,6	75,5	75,5	74,9
	1000	74,3	74,2	74,3	74,0	74,2	74,1	73,3	74,1	74,0	74,1	74,1	74,1	73,9
	1250	73,9	74,1	74,0	73,9	73,0	73,0	73,0	72,9	72,4	72,4	72,4	71,9	72,0
	1600	71,1	71,1	71,1	70,8	70,0	70,4	70,5	70,6	70,3	70,4	70,6	70,6	70,4
	2000	72,5	72,8	73,7	73,4	74,1	74,2	73,8	74,1	74,2	73,7	73,0	72,9	72,1
	2500	71,6	71,9	72,1	72,6	72,6	72,9	72,9	73,2	73,0	72,6	72,0	71,4	70,0
	3150	69,6	69,6	70,7	70,9	70,6	71,9	71,7	72,2	72,2	71,7	70,0	69,6	67,4
4000	64,8	65,5	66,7	67,2	68,3	69,7	69,6	68,7	67,9	66,7	65,6	65,3	64,4	
5000	65,3	66,1	66,4	66,4	66,4	67,6	67,4	66,8	66,4	65,7	65,0	65,1	63,5	
	F(Hz)	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
micro a 6,0m SOBRE FACHADA IMAGINARIA	100	74,4	74,4	73,9	73,5	72,3	73,7	74,2	74,1	72,3	73,2	72,8	72,3	73,0
	125	80,5	80,0	79,9	80,3	80,0	80,1	80,2	80,2	81,1	80,7	80,6	80,6	78,3
	160	85,4	85,4	84,9	85,8	85,4	85,2	86,0	85,3	85,7	85,9	85,2	84,9	84,6
	200	86,1	86,0	86,6	86,5	85,8	85,9	86,5	85,6	85,6	85,6	86,4	85,9	86,3
	250	81,6	82,4	81,8	81,6	80,6	81,6	80,8	81,2	80,6	80,5	80,9	80,6	81,0
	315	82,6	83,4	83,3	84,1	84,0	84,0	83,9	84,0	84,0	82,7	82,8	82,8	82,4
	400	81,3	79,4	80,3	79,3	79,7	79,1	79,0	78,8	79,3	79,8	79,2	80,1	79,7
	500	80,4	79,4	79,7	80,0	80,1	80,0	79,7	79,7	79,5	79,7	79,1	78,7	78,1
	630	78,2	77,2	76,3	76,8	77,9	77,6	77,3	78,0	77,3	76,8	77,0	76,9	76,1
	800	76,1	75,9	75,2	75,5	75,0	75,4	74,9	75,4	75,0	74,8	75,1	74,9	74,3
	1000	73,9	73,8	73,6	73,7	73,7	73,3	73,4	73,7	73,7	73,5	73,3	73,4	73,4
	1250	73,8	72,9	72,9	73,5	73,0	72,8	72,8	72,9	72,4	72,2	72,4	72,0	72,2
	1600	71,2	70,5	70,9	70,3	70,7	70,6	70,7	70,7	70,4	70,7	70,6	70,6	70,7
	2000	72,2	72,8	73,2	73,2	74,0	73,9	73,9	74,1	73,6	73,3	72,6	72,6	72,2
	2500	71,7	71,9	72,4	73,0	73,4	73,3	73,2	73,3	72,5	71,6	71,0	70,6	69,0
	3150	69,0	69,7	70,2	71,2	71,2	71,9	71,7	72,1	71,6	70,6	69,7	68,4	66,2
4000	64,6	65,4	66,5	68,0	69,1	69,7	70,0	69,3	67,7	66,0	65,1	64,7	63,7	
5000	64,5	65,2	65,6	66,0	66,4	67,9	67,6	66,3	65,6	64,6	63,6	63,8	62,9	

	F(Hz)	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
micro a 6.5m SOBRE FACHADA IMAGINARIA	100	73,1	74,0	73,4	72,4	72,7	72,8	74,4	73,7	72,5	73,0	72,8	71,7	72,4
	125	79,9	79,8	80,2	80,3	80,0	79,8	79,9	80,2	80,3	80,6	80,3	79,7	78,7
	160	85,1	85,3	85,3	85,2	84,9	84,6	84,9	85,0	85,1	85,7	85,1	84,8	84,4
	200	85,0	84,7	85,4	84,8	85,0	84,4	85,5	84,1	84,4	84,7	85,2	85,0	85,5
	250	79,6	80,8	81,2	80,8	81,2	81,1	80,9	81,5	81,1	79,6	80,4	80,2	80,8
	315	83,2	83,6	83,5	83,6	83,5	83,5	83,4	83,5	83,5	82,9	82,6	82,9	82,3
	400	79,6	78,1	79,6	78,5	79,4	78,6	78,8	78,5	78,8	78,8	78,9	78,7	78,5
	500	79,9	79,7	79,1	79,4	79,8	79,1	79,5	78,7	79,2	79,2	78,8	78,5	78,5
	630	77,2	77,9	78,2	77,3	77,8	76,9	77,3	77,3	77,1	76,7	76,7	76,5	76,2
	800	74,7	75,1	74,8	75,2	74,7	74,7	74,6	74,3	74,5	74,2	74,5	74,1	74,6
	1000	73,0	73,7	73,9	74,3	74,7	73,8	73,6	73,4	73,8	73,3	73,4	73,1	72,8
	1250	72,6	72,8	72,5	72,3	72,6	72,6	72,5	72,0	71,7	71,9	72,0	72,1	72,0
	1600	69,8	69,5	70,0	69,3	69,6	69,6	69,9	70,1	69,2	69,7	69,9	69,7	70,1
	2000	71,4	72,1	72,5	72,9	73,8	73,7	73,6	73,4	72,8	71,6	71,7	71,2	71,5
	2500	70,9	71,7	72,6	73,1	73,8	73,9	73,6	73,5	72,4	71,3	69,8	68,9	67,3
	3150	68,7	69,1	70,2	70,6	71,2	71,8	71,6	71,5	70,7	69,1	68,6	66,4	64,7
4000	63,7	65,0	66,7	68,0	69,3	70,0	69,8	69,7	67,8	65,4	64,1	63,5	63,3	
5000	62,9	63,6	64,8	64,9	67,1	68,6	68,7	66,6	64,8	63,5	62,7	62,9	62,5	

Se concluye de este modo que para fachadas en planta primera, *la fuente sonora dodecaédrica Omnipower 4296*, tiene una **cobertura de 4.0 m de amplitud y desde 3.5 m a 5 m de altura.**

Si adaptamos el método global de altavoz a muestras de gran superficie (donde una de las dimensiones supera 5 m de longitud), se podrían aceptar **diferencias mayores de 5 dB y menores de 10 dB** indicándolo en el informe, y según la verificación realizada, nuestra fuente tendría una **cobertura de 6 m de amplitud y hasta 3 m de altura.**

5.-CONCLUSIONES

Para el estudio de la directividad según el anexo A de la Norma UNE-EN ISO 140-4, se midieron las diferencias de niveles en valor energético medio para los 360° (L₃₆₀) y los valores medios “deslizantes” de todos los ángulos de 30° (L_{30i}).

Tal y como se indica en la norma, se puede suponer que la radiación es omnidireccional y uniforme si los valores de DI están dentro de los límites de:

±2 dB en el rango de frecuencia comprendido entre 100 Hz y 630 Hz.

de ±2 dB a ±8 dB, en el rango de 630 Hz a 1 kHz.

±8 dB para las frecuencias de 1 kHz a 5 kHz.

f (Hz)	L5°- L30°	L35°- L60°	L65°- -L90°	L95°- L120°	L125°- L150°	L155°- L180°	L185°- L210°	L215°- L240°	L245°- L270°	L275°- L300°	L305°- L330°	L335°- L360°	LIMITE
100	-0,9	1,2	0,3	0,3	0,7	-0,2	0,1	0,7	-0,5	-0,7	0,1	-0,6	±2
125	-0,7	1,1	0,3	0,4	0,3	-0,1	0,3	0,3	-0,2	-0,8	-0,2	-0,3	
160	-0,5	1,0	0,0	0,2	0,2	0,5	0,0	-0,1	0,2	-0,7	-0,4	-0,2	
200	-0,5	0,8	0,1	0,0	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	-0,4	-0,5	0,0	
250	-0,5	0,3	-0,1	-0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	-0,1	0,1	0,1	0,0	
315	-0,4	0,8	0,0	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	-0,6	-0,5	-0,4	
400	-0,6	0,9	0,0	0,1	0,1	0,3	0,2	0,0	0,1	-0,5	-0,5	-0,1	
500	-0,4	0,2	-0,3	-0,4	0,1	0,1	0,1	0,3	0,0	0,1	0,2	0,2	
630	-0,3	0,8	-0,3	0,0	-0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	-0,2	0,0	-0,3	±2 a ±8
800	-0,4	0,6	-0,1	-0,2	0,0	0,0	-0,1	0,4	0,2	-0,3	0,0	0,1	
1000	-0,3	0,2	-0,6	-0,5	0,3	-0,1	0,4	0,4	0,7	-0,1	-0,2	0,0	±8
1250	-0,4	0,9	0,1	-0,3	0,4	-0,3	-0,6	0,2	0,9	0,0	-0,2	-0,6	
1600	1,7	2,8	-0,2	-1,4	1,7	1,0	-0,6	-1,5	1,4	1,1	-1,3	-1,8	
2000	0,2	1,8	0,0	-1,4	0,9	1,9	0,0	-1,2	0,9	1,1	-1,0	-1,4	
2500	-1,1	1,5	0,8	-0,6	-0,4	0,7	0,1	0,2	-0,7	0,2	0,0	0,0	
3150	-0,2	1,7	0,1	-1,1	0,0	0,9	0,0	-0,8	0,6	0,8	-0,4	-0,8	
4000	0,8	1,7	-0,5	-2,2	0,8	1,7	0,3	-0,6	1,8	0,9	-0,9	-1,5	
5000	1,1	2,6	1,0	-0,5	2,0	0,7	-0,6	-1,3	1,2	0,0	-1,2	-2,2	

Se puede observar que las diferencias de los valores energéticos están dentro de los límites establecidos, por lo que se puede considerar que la radiación de la *fente sonora Omnipower 4296 de Brüel &Kjaer* empleada por el laboratorio de ensayos TELEACUSTIK INGENIEROS S.L, es omnidireccional y uniforme y cumple con las exigencias de la Norma UNE-EN ISO 140-4.

En relación a la validación de las fuentes sonoras bajo estudio para su uso en las medidas de aislamiento acústico a ruido aéreo en la edificación, comprobamos con los valores de potencia calculados en la cámara reverberante según la Norma UNE-EN ISO 3741, el cumplimiento de las exigencias de la Norma UNE-EN ISO 140-5 en relación a la generación del

campo sonoro especificadas en el punto 5.3 de la misma. Según la norma se debe asegurar que no hay una diferencia mayor de 6 dB entre las bandas de tercio de octava adyacentes que forman la octava de 125Hz, 5 dB en la octava de 250Hz y 4 dB en las octavas superiores.

Comprobación Nivel de potencia de la fuente dodecaédrica Omnipower 4296 de Brüel & Kjaer con cada uno de los dos canales del amplificador de potencia empleado:

f(Hz)	LW CANAL 1		LW CANAL 1		Diferencia máxima
100	97,7	ok	98,1	ok	±6 dB
125	103,0	error	103,0	error	
160	106,0	ok	105,7	ok	
200	108,6	ok	108,2	ok	±5 dB
250	109,9	ok	109,8	ok	
315	109,7	ok	109,8	ok	
400	108,4	ok	108,7	ok	±4 dB
500	107,0	ok	107,0	ok	
630	106,3	ok	106,5	ok	
800	106,2	ok	106,1	ok	
1000	104,9	error	104,7	error	
1250	101,9	ok	101,9	ok	
1600	103,2	ok	103,1	ok	
2000	103,8	ok	103,6	ok	
2500	104,1	ok	103,9	ok	
3150	102,2	ok	102,0	ok	
4000	100,5	error	100,4	error	
5000	97,3	ok	97,2	ok	

Comprobación Nivel de potencia fuente directiva unidireccional con transductor Beyma:

f(Hz)	LW		Diferencia máxima
100	100,8	ok	±6 dB
125	103,0	ok	
160	103,6	ok	
200	99,3	ok	±5 dB
250	100,9	ok	
315	99,8	ok	
400	99,4	ok	±4 dB
500	100,3	ok	
630	97,9	ok	
800	97,4	ok	
1000	98,4	ok	
1250	95,8	ok	
1600	95,5	ok	
2000	97,8	ok	
2500	95,6	ok	
3150	94,6	ok	
4000	96,2	ok	
5000	94,8	ok	

Tal y como hemos podido comprobar, para la realización de ensayos de aislamiento acústico a ruido aéreo de fachadas según la Norma UNE-EN ISO 140-5, la fuente omnidireccional muestra alguna deficiencia en las diferencias de las bandas adyacentes de 125Hz, 1000Hz y 4000Hz.

Por otro lado, se ha podido comprobar que la fuente directiva con transductor Beyma, es mucho más apropiada, tal y como era de esperar, en la generación del campo sonoro para la realización de ensayos de aislamiento a ruido aéreo de fachada.

En relación a las superficies de cobertura de ambas fuentes para fachadas en planta baja y planta primera, tras la realización de las medidas y el análisis de las mismas extraemos de los resultados las siguientes conclusiones:

La fuente sonora dodecaédrica Omnipower 4296 presenta una superficie de cobertura en planta baja de 2.5m de amplitud y hasta 1.5m de altura (3.75m^2), mientras que la fuente directiva unidireccional con transductor Beyma presenta una óptima respuesta en una superficie de 3m de amplitud y hasta 2.5m de altura (7.5m^2).

En planta primera, la fuente sonora dodecaédrica Omnipower 4296 presenta una superficie de cobertura de 4.0m de amplitud y desde 3.5m a 5 m de altura (6m^2), mientras que la fuente directiva unidireccional con transductor Beyma presenta una superficie de cobertura de 5m de amplitud y desde 3.5m a 5.5m de altura (10m^2).

Como sucediera con la generación del campo sonoro, tanto en fachadas en planta baja como en planta primera, es la fuente sonora directiva unidireccional con transductor Beyma la que presenta mejores condiciones para la realización de ensayos de aislamiento a ruido aéreo de fachada según la Norma UNE-EN ISO 140-5:1999. Es por estos motivos por los que la empresa TELEACUSTIK INGENIEROS S.L., realiza la totalidad de los ensayos de aislamiento a ruido aéreo de fachada con dicha fuente sonora, asegurando gracias a su unidireccionalidad medidas más precisas en la evaluación del aislamiento debido a una generación del campo sonoro y de una superficie de cobertura mayor.

En consecuencia, la fuente sonora dodecaédrica Omnipower 4296 de Brüel & Kjaer se presenta como mejor instrumento para la realización de ensayos de aislamiento acústico entre locales, mientras que la fuente directiva unidireccional con transductor Beyma, como la mejor elección para la realización de ensayos acústicos de aislamiento a ruido aéreo de fachadas.

Por todo lo analizado, se podría concluir haciendo referencia al buen funcionamiento y mantenimiento de las fuentes sonoras empleadas en el día a día de la empresa TELEACUSTIK INGENIEROS S.L., debido a su estricto sistema de calidad interno, asegurando la seriedad que conlleva ser una Entidad Colaboradora de la Administración en Materia de Calidad Ambiental y mantener la acreditación ENAC para la realización de ensayos acústicos según las Normas 140-4, 140-5 y 3382-2 entre otras durante más de 8 años.

BIBLIOGRAFIA

LIBROS

- "Altavoces de radiación directa." Gómez Afagemne UPM 2002
- "Transductores electroacusticos" Sánchez Bote J.L. UPM 1999

NORMAS UNE

- Norma UNE-EN ISO 140-4:1998 "Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 4: Medición 'in situ' del aislamiento al ruido aéreo entre locales"
- Norma UNE-EN ISO 140-5:1998 "Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 4: Medición 'in situ' del aislamiento al ruido aéreo de elementos de fachadas y fachadas"
- Norma UNE-EN ISO 3382-2:2008 "Medición de parámetros acústicos en recintos. Tiempo de reverberación en recintos ordinarios."
- Norma UNE-EN ISO 3741:2000 Acústica. Determinación de los niveles de potencia acústica de las fuentes de ruido a partir de la presión acústica. Métodos de precisión en cámaras reverberantes. (ISO 3741:1999).

DIRECCIONES WEB

<http://www.journals.elsevier.com/applied-acoustics/>

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003682X11002982>

http://www.docstoc.com/docs/19685402/TUESDAY-AFTERNOON_-1-JULY-2008-RO

DOCUMENTOS INTERNOS EMPRESA TELEACUSTIK INGENIEROS S.L.

- Procedimiento General 10 Gestión de equipos
- Procedimiento Específico 01 Medición in situ de aislamiento acústico

ANEXO I: GLOSARIO DE SÍMBOLOS. DEFINICIONES

En el presente documento se emplean los términos a continuación descritos:

- **Presión acústica, p** : Presión fluctuante superpuesta a la presión estática debida a la presencia de un sonido. Se expresa en Pascales.

- **Nivel de presión acústica, L_p** : Diez veces el logaritmo decimal de el cociente entre el cuadrado de la presión acústica y el cuadrado de la presión acústica de referencia. Se expresa en decibelios.

La presión acústica de referencia es 20 μ Pa ($2 \cdot 10^{-5}$ Pa).

- **Nivel de presión acústica promediado en el tiempo, (nivel continuo equivalente) $L_{peq,T}$** : Nivel de presión acústica de un sonido continuo estable que, en un intervalo de tiempo T, tiene el mismo valor cuadrático medio que el sonido considerado variable en el tiempo:

$$L_{peq,T} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_0^T 10^{0.1L_p(t)} dt \right] \text{ dB}$$
$$= 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \right] \text{ dB}$$

- **Nivel de presión acústica equivalente en campo difuso**: Para calibradores acústicos, nivel de presión acústica de un campo de incidencia aleatoria que teniendo la misma frecuencia que el calibrador acústico produce la misma salida de tensión que el calibrador acústico en una configuración de micrófono particular.

- **Nivel de presión acústica equivalente en campo libre**: Para calibradores acústicos, nivel de presión acústica de una onda plana progresiva que teniendo la misma frecuencia que el calibrador acústico produce la misma salida de tensión que el calibrador acústico en una configuración de micrófono particular.

- **Nivel de sensibilidad en campo libre de un micrófono**: Logaritmo de la relación del módulo de la sensibilidad en campo libre $|M_f|$ y una sensibilidad de referencia. El nivel de sensibilidad en campo libre en decibelios es $20 \lg(|M_f|/M_r)$ donde la sensibilidad de referencia M_r es 1 V/Pa. La unidad es el decibelio (dB)

- **Intervalo de tiempo de medida**: Porción o múltiplo de un período o ciclo de funcionamiento, para el que se determina el nivel de presión acústica promediado en el tiempo.

- **Superficie de medida:** Superficie hipotética de área S que envuelve a la fuente, en la que están localizadas las posiciones de medida. La superficie de medida está limitada por uno o varios planos reflectantes.

- **Potencia acústica, W :** Energía acústica que es radiada por una fuente por unidad de tiempo. Se expresa en vatios (W).

- **Nivel de potencia acústica, L_W :** Diez veces el logaritmo decimal del cociente entre la potencia acústica radiada por la fuente bajo ensayo y la potencia acústica de referencia. Se expresa en decibelios.

Debe indicarse la ponderación en frecuencia o el ancho de banda utilizados. La potencia acústica de referencia es 1 pW (10^{-12} W).

- **Campo libre:** Campo sonoro en un medio homogéneo, isótropo y sin límites. En la práctica, es un campo en el que las reflexiones en los límites tienen una influencia despreciable dentro del intervalo de frecuencias de interés.

- **Campo libre sobre un plano reflectante:** En un medio homogéneo e isótropo, campo sonoro que se establece en el semi-espacio situado sobre una superficie plana rígida de extensión infinita sobre la que está situada la fuente.

- **Paralelepípedo de referencia:** Superficie hipotética constituido por el paralelepípedo rectangular más pequeño que encierra a la fuente y limita con el plano o planos reflectantes.

- **Dimensión característica de la fuente, d_0 :** La mitad de la longitud de la diagonal de la figura compuesta por el paralelepípedo de referencia y sus imágenes en los planos reflectantes adyacentes.

- **Radio de medida, r :** Radio de superficie de medida semiesférica.

- **Ruido de fondo:** Ruido procedente de toda fuente que no sea la fuente bajo ensayo

- **Corrección por ruido de fondo, K_1 :** Término de corrección que tiene en cuenta la influencia del ruido de fondo en el nivel de presión acústica superficial; K_1 depende de la frecuencia y se expresa en dB.

- **Corrección por entorno acústico de ensayo, K_2 :** Término de corrección que tiene en cuenta la influencia, en el nivel de presión acústica sobre la superficie de medida, del sonido reflejado o absorbido; K_2 depende de la frecuencia y se expresa en dB.

- **Índice de directividad, DI:** Parámetro que mide la predominancia de la radiación acústica de una fuente en una dirección dada. Se expresa en decibelios.

- **Fuente acústica simple:** Fuente que radia sonido uniforme en todas las direcciones en campo libre.

- **Fuente de ruido:** Dispositivo, máquina, componente o subcomponente de todo tipo y tamaño que emite ruido (estable, no estable, casi estable, impulsivo, etc.)

