

Elvis Gouveia ,  
Fernando Diaz  &  
Sadi Datsch 

**HBK – Hottinger  
Brüel & Kjær**  
Rua Luís Correia de Melo,  
92 – 25º Andar  
São Paulo, SP, Brasil  
{elvis.gouveia,  
fernando.diaz,  
sadi.datsch}  
@hbkworld.com

**William D’Andrea  
Fonseca**   
Universidade Federal de  
Santa Maria  
Av. Roraima n.º 1000,  
Cidade Universitária  
Santa Maria, RS, Brasil  
{will.fonseca}  
@eac.ufsm.br



## HBK 2255 con Building Acoustics Partner

*El sonómetro HBK 2255 permite realizar todas las mediciones con control remoto Wi-Fi*

**Resumen:** La rutina diaria de mediciones de desempeño acústico según la ABNT NBR 15575:2021 exige equipos ligeros, robustos y con soluciones integradas que faciliten el trabajo y reduzcan las posibilidades de errores. Considerando estas necesidades, HBK desarrolló una línea de productos enfocada en la rutina de las obras. El sonómetro HBK 2255, integrado con *Building Acoustics Partner*, ayuda en la toma de decisiones durante las mediciones, ofreciendo pasos predefinidos para la medición y la visualización de datos en tiempo real. El HBK 2255 puede ser controlado remotamente mediante Wi-Fi o Bluetooth, eliminando la necesidad de cables; y, utilizando el amplificador HBK 2755, toda la medición puede gestionarse de forma remota a través de la aplicación. Los datos de las mediciones de campo pueden transferirse a la oficina mediante almacenamiento en la nube; esto, junto con *Building Acoustics Partner*, permite generar informes con rapidez, agilizando el trabajo y aumentando la productividad de principio a fin.

### HBK 2255 with Building Acoustics Partner

**Abstract:** The day-to-day acoustic performance measurements according to the standard ABNT NBR 15575:2021 require light equipment, robust and with integrated solutions that facilitate the service offered and reduce the possibility for error. Considering such needs, HBK has developed a product line focused on the daily life of construction sites. The HBK 2255 sound level meter integrated into the Building Acoustics Partner assists decision-making during measurements with predefined steps for measuring and real-time data visualization. The HBK 2255 can be controlled remotely via Wi-Fi or Bluetooth, eliminating the need for cables. Using the HBK 2755 amplifier, the entire measurement can be controlled remotely via the App. Data from field measurements can be transferred to the office via cloud storage. Together with the Building Acoustics Partner, it enables quick reporting, speeding up work and increasing productivity from start to finish.

### 1. Introducción a la acústica de recintos y edificaciones

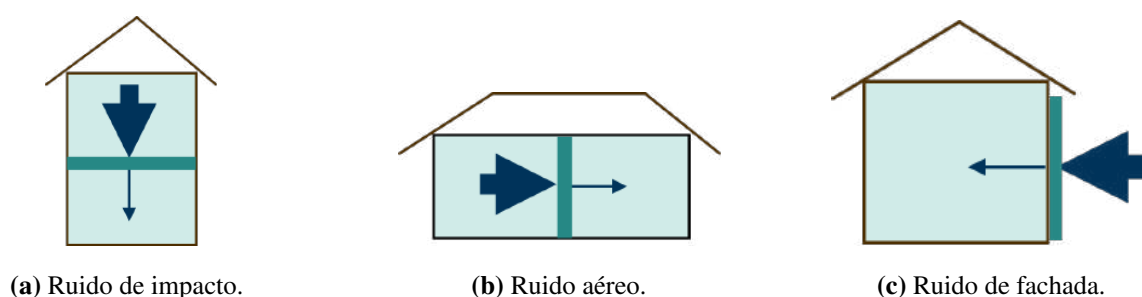
La acústica de edificaciones se ocupa de la transmisión del ruido entre distintos recintos, con mayor énfasis en el desempeño acústico de las particiones y su nivel de aislamiento sonoro, véase la Figura 1. La transmisión de los ruidos presentes en una vivienda puede dividirse en dos vías principales: aérea (*airborne sound*) y estructural (*structure-borne sound*).



**Figura 1:** El sonómetro HBK 2255 ofrece recursos que facilitan la rutina de mediciones acústicas en la construcción civil.

El *ruido de impacto* es aquel generado por el contacto directo de un cuerpo con la superficie de la edificación; es decir, la excitación se produce directamente en la estructura o partición, véase la Figura 2 (a). El desempeño acústico frente al ruido de impacto se evalúa mediante el “Nivel de presión sonora de impacto estandarizado ponderado” ( $L'_{nT,w}$ ), medido únicamente en el recinto receptor con una excitación conocida y estandarizada.

El desempeño acústico frente al ruido aéreo puede subdividirse según la estructura evaluada. Para estructuras internas (véase la Figura 2 (b)), se utiliza la “Diferencia estandarizada de nivel ponderada” ( $D_{nT,w}$ ). Con este fin, se genera ruido sin contacto directo con la edificación, es decir, una fuente sonora libera energía al aire en el recinto emisor, que se transfiere al recinto receptor a través de las particiones internas de la construcción. El tercer caso es la “Diferencia estandarizada de nivel ponderada a 2 metros de distancia de la fachada” ( $D_{2m,nT,w}$ ), utilizada para evaluar el desempeño acústico de las particiones externas (véase la Figura 2 (c)). En ambos casos, es necesario medir el nivel de presión sonora en el recinto emisor y en el receptor para obtener la diferencia de nivel. En el caso de evaluación de fachadas, el recinto emisor es la parte externa de la edificación.



**Figura 2:** Tipos de ruidos que se encuentran en las edificaciones.

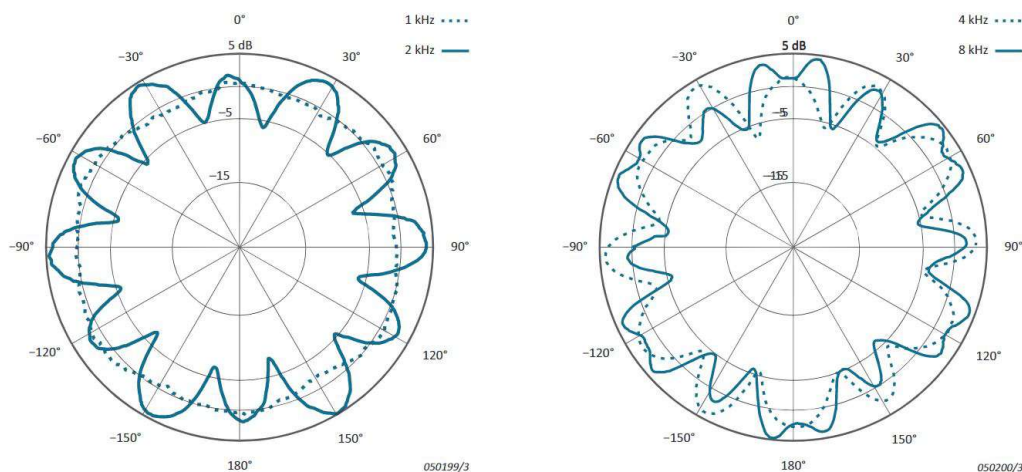
Para la obtención de los tres parámetros de evaluación del desempeño acústico de las estructuras (de la edificación) antes mencionados, es necesario medir el tiempo de reverberación (TR) en el recinto de recepción a fin de estandarizar los resultados debido a la presencia (o no) de elementos absorbentes en el espacio (por ejemplo, mobiliario, cortinas y acabados). El desempeño acústico de paredes internas, externas o forjados es un dato de gran relevancia en la actualidad en el ámbito de la acústica de edificaciones, ya que la preservación de la intimidad y el confort acústico pueden incrementar el valor agregado de un inmueble. Este tema cobró relevancia en el mercado brasileño tras la publicación de la norma ABNT NBR 15575:2021 [1], que define categorías de desempeño acústico para edificaciones habitacionales. De esta manera, el desempeño acústico de la vivienda puede clasificarse en los criterios “mínimo”, “intermedio” y “superior”, tanto para particiones externas como internas y para ruidos aéreos y de impacto.

## 2. Midiendo el nivel de presión sonora

La presión sonora es una magnitud acústica escalar que se produce en un medio físico a partir de una excitación en dicho medio. El *nivel de presión sonora* (NPS) es la relación logarítmica entre la presión sonora en el ambiente y una presión sonora de referencia ( $20 \mu\text{Pa}$ ), expresada en escala dB. Su medición es muy sensible debido a la gran cantidad de fenómenos que pueden influir en ella. Las interferencias externas pueden volver inviable o inexacta una medición si, por ejemplo, se presentan vientos fuertes, lluvia o ruido residual elevado. Irregularidades técnicas también pueden afectar los resultados de las mediciones de NPS, tales como la proximidad a superficies, el uso de micrófonos inadecuados o incluso la cercanía entre el operador y el sensor.

Las mediciones bajo la influencia de vientos fuertes o lluvia pueden desvirtuar completamente la señal medida, y factores como la temperatura y la humedad influyen directamente en la velocidad de propagación de la onda sonora en el medio, así como en la absorción del sonido. Las superficies cercanas pueden generar fenómenos acústicos como reflexión, difracción e incluso sombras acústicas, dependiendo de la relación entre el tamaño de la superficie y la longitud de onda analizada. Para evitar tales fenómenos, se recomienda colocar el micrófono a una distancia mínima de un metro (1,0 m) de las superficies más próximas y a 1,5 m del suelo. En los casos en los que se necesita la media espacial del NPS, se recomienda además un espaciamiento mínimo de 0,7 m entre los puntos de medición [2].

En diversas situaciones de acústica de edificaciones se requiere la excitación del recinto bajo análisis mediante una fuente sonora. En estos casos, es obligatorio el uso de una fuente omnidireccional para excitar la sala de un modo aproximadamente uniforme y que no favorezca una región específica del espacio [2]. La fuente omnidireccional B&K Type 4292-L utiliza un *cluster* de 12 altavoces montados en la fase pentagonal de un icosidodecaedro, siendo así capaz de irradiar el sonido de manera uniforme con una distribución esférica, como puede apreciarse en la Figura 3. Todos los doce altavoces se conectan en una red en paralelo para garantizar la operación en fase y una impedancia adecuada para el amplificador de potencia. Todo el conjunto pesa no más de 8 kg y, junto con el amplificador HBK Type 2755, puede generar 122 dB de nivel de potencia sonora. Esta potencia sonora tan alta resulta muy útil para mediciones en salas grandes y con alto ruido residual.

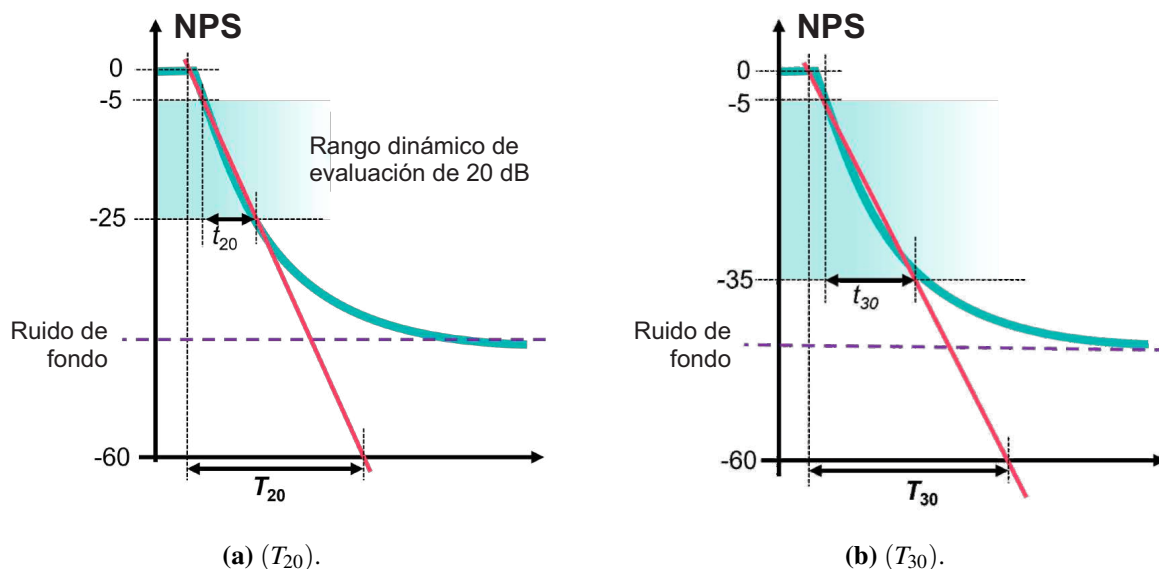


**Figura 3:** Distribución polar de la energía sonora irradiada por la fuente sonora B&K Type 4292-L.

### 3. Midiendo el tiempo de reverberación de una sala

El TR de un recinto se expresa en segundos y representa el tiempo necesario para que la densidad de energía sonora en el interior de una sala decaiga hasta un millonésimo ( $10^{-6}$ ) de su valor inicial tras la interrupción de una excitación sonora estacionaria en el ambiente. Este valor corresponde a la atenuación de 60 dB (ref. 20  $\mu$ Pa), dando origen al nombre popular de este parámetro objetivo,  $T_{60}$ . Además del  $T_{60}$ , existen también los tiempos  $T_{30}$  y  $T_{20}$ , por ejemplo, que constituyen estimaciones del  $T_{60}$  a partir de la extrapolación de la atenuación experimental en el intervalo dinámico de 30 dB y 20 dB, respectivamente. Los valores con atenuaciones inferiores a 60 dB se emplean en los casos en que se encuentran dificultades para cumplir la banda dinámica deseada [3].

Obsérvese en las Figuras 4 (a) y 4 (b) que, debido a la diferencia entre el nivel máximo (adoptado aquí como 0 dB) generado por la fuente y el ruido de fondo (representado con línea discontinua en morado),



**Figura 4:** TR obtenidos a partir de atenuaciones inferiores a 60 dB.

no es posible medir una atenuación de 60 dB y, por tanto, se utiliza una atenuación<sup>1</sup> de solo 20 dB o 30 dB. Se emplea un ajuste lineal (en rojo) para el intervalo entre -5 dB y -25 dB para  $T_{20}$  o -5 dB y -35 dB para  $T_{30}$ , que se extrapola más allá de la curva de atenuación para obtener el TR equivalente a -60 dB.

La obtención del TR puede realizarse de diferentes formas; en este documento abordaremos el método de ruido interrumpido y el método de señal impulsiva. En el método de ruido interrumpido, es necesario excitar la sala con una señal estacionaria (normalmente ruido blanco o rosa) a un nivel que satisfaga la banda dinámica de interés y, posteriormente, interrumpir abruptamente la fuente sonora. Tras la interrupción, se mide el tiempo requerido para que la atenuación alcance el nivel deseado, ya sea de 20 dB, 30 dB o 60 dB. El segundo método, por su parte, utiliza una señal impulsiva, como un disparo de foguero, para excitar la sala. En este caso, basta con generar el impulso y verificar si se alcanza la banda dinámica de interés — obsérvese que esta técnica contiene la mayor incertidumbre, debido a la dificultad de lograr repetitibilidad y de alcanzar bandas dinámicas adecuadas en bajas y altas frecuencias. El nuevo sonómetro HBK 2255 cuenta con disparadores electrónicos para detectar tanto señales impulsivas como ruido interrumpido, lo que permite iniciar la medición en el momento adecuado y reduce la posibilidad de errores de grabación. El HBK 2255 también dispone de herramientas de procesamiento de datos para calcular el TR inmediatamente después de finalizar las mediciones.

#### 4. Midiendo el desempeño acústico de las particiones

En la acústica de edificaciones, específicamente, las instrucciones para la correcta realización de mediciones están determinadas por las normas ABNT NBR ISO 16283-1:2021 [2], ABNT NBR ISO 16283-2:2021 [4] y ABNT NBR ISO 16283-3:2018 [5], para ruido aéreo, de impacto y de fachada, respectivamente. En términos generales, puede decirse que las directrices básicas que deben cumplirse para la medición correcta se refieren a los factores climáticos (como vientos, lluvia, temperatura y humedad) y al espacio entre el micrófono y las superficies más cercanas.

<sup>1</sup>En suma, el TR denominado  $T_{20}$  calculado a partir de  $t_{20}$  representa el tiempo equivalente necesario para la atenuación de 60 dB estimada a partir de una atenuación de 20 dB. La misma lógica se aplica a  $T_{30}$ .



#### 4.1 Aislamiento frente al ruido aéreo

Para medir el desempeño acústico de las particiones internas ante fuentes de ruido aéreo, es necesario medir la diferencia estandarizada de nivel ( $D_{nT}$ ) obtenida a partir de la diferencia del NPS medido en los recintos separados por la partición. Con tal propósito, primero se utiliza una fuente sonora para excitar la sala emisora, donde se mide un valor de NPS ( $L_1$ ). A continuación, se activa de nuevo la fuente en la sala emisora, pero el NPS ( $L_2$ ) se evalúa ahora en la sala receptora. La diferencia estandarizada de nivel que caracteriza el desempeño acústico de la partición puede obtenerse con la relación

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10 \log \left( \frac{T}{T_0} \right), \quad (1)$$

donde  $T$  es el tiempo de reverberación en la sala receptora y  $T_0$  es el tiempo de reverberación de referencia de 0,5 s [2].

Al medir el ruido aéreo se deben tomar algunas precauciones, como la correcta ubicación de los micrófonos en los diversos puntos de medición, respetando una distancia mínima de 1,0 m de las superficies más cercanas, 0,7 m entre las posiciones de los micrófonos y 1,5 m sobre el piso. El uso de una fuente con respuesta considerada plana a lo largo de la banda de frecuencias de interés y de carácter omnidireccional también es esencial para este tipo de medición. La fuente omnidireccional HBK Type 4292-L cumple con los requisitos mencionados en las normas ABNT NBR ISO 16283-1:2018 [2] y ABNT NBR ISO 3382-1:2017 [3], ya que está diseñada para ser ligera y robusta. Se pueden ver más detalles en su [ficha técnica](#). El sistema se completa con el nuevo amplificador HBK Type 2755. Por último, el kit de excitación con fuente, amplificador y trípode pesa menos de 15 kg — véase la demostración en la Figura 5.



**Figura 5:** Ejemplo de medición: el sonómetro HBK 2255 y el amplificador HBK 2755 pueden operarse (sin cables) mediante *smartphone*.

## 4.2 Aislamiento de fachada frente al ruido aéreo

Para evaluar el desempeño acústico de las particiones externas se analiza el aislamiento de fachada al ruido aéreo que, al igual que para las particiones internas, se basa en una diferencia de nivel de presión sonora. El nivel de presión sonora externo ( $L_{1, 2m}$ ) se mide a una distancia de 2 m de la fachada, y la fuente debe posicionarse según lo establecido en la norma ABNT NBR ISO 16283-3:2021 [5]. El NPS  $L_2$  se mide dentro de la edificación a una distancia mínima de 1 m de las particiones. Puede entonces utilizarse la relación

$$D_{2m, nT} = (L_{1, 2m} - L_2) + 10 \log \left( \frac{T}{T_0} \right), \quad (2)$$

para obtener el aislamiento de fachada al ruido aéreo [5].

El aislamiento de fachada sujeto al ruido aéreo debe medirse con las aberturas (como puertas y ventanas) del recinto en análisis cerradas, a fin de evitar la incidencia de ruidos procedentes de otros espacios. Tal requisito, en muchos casos, dificulta el proceso de medición debido a la necesidad de interconectar con cables los distintos equipos utilizados, a fin de conformar la cadena de medición adecuada. Por esta razón, los nuevos productos de HBK, Type 2255 y Type 2755 — véase el kit en la Figura 6 —, cuentan con conexión inalámbrica vía Wi-Fi para enlazar y controlar remotamente los equipos. El generador de señales con señales precargadas, integrado en el amplificador, permite utilizar solo dos cables en toda la cadena: el de alimentación del amplificador y el de conexión entre el amplificador y la fuente sonora. Integrada en el *Building Acoustics Partner*, toda la medición puede controlarse por *smartphone*, y el análisis primario de los resultados puede realizarse inmediatamente después de las mediciones, tanto con el indicador de calidad de medición presente en el HBK 2255 como con los resultados iniciales mostrados en la aplicación móvil.



**Figura 6:** Fuente omnidireccional B&K Type 4292-L, sonómetro HBK 2255 y amplificador HBK 2755 — estos dos últimos pueden controlarse vía Wi-Fi (sin cables).

### 4.3 Aislamiento frente al ruido de impacto

En los casos en que sea necesaria la evaluación del aislamiento al ruido de impacto se emplea una fuente de impactos estandarizados (*tapping machine*), que debe cumplir con un patrón de fuerza, frecuencia y distribución espacial, tal y como hace la B&K Type 3207. Se ubica la fuente en la sala emisora y el ruido de impacto se mide únicamente en la sala receptora, dado que la transmisión del ruido de impacto es mayoritariamente estructural, lo cual hace que la propagación acústica a través del aire en la sala emisora sea despreciable. Puesto que la fuente genera impactos estandarizados basta con evaluar el NPS en la sala receptora y tomarlo como dato de comparación, siendo la única variable en la cadena de medición la losa que se está ensayando y analizando.

De acuerdo con la ABNT NBR 15575-1:2021 [1], en general las losas deben cumplir con un  $L'_{nT,w}$  de 80 dB para el desempeño mínimo requerido en Brasil en sistemas de piso que separan unidades habitacionales. Esto significa que, con la máquina de impactos en funcionamiento, el valor máximo de  $L'_{nT,w}$  medido en el piso receptor debe ser inferior a 80 dB. Cabe señalar que este dato no depende únicamente del NPS medido en el piso inferior, sino que se ve influido directamente por el tiempo de reverberación del recinto inferior, tal como se expresa en la ecuación

$$L_{nT,w} = L_2 + 10 \log \left( \frac{T}{T_0} \right). \quad (3)$$

Este tipo de ensayo se emplea ampliamente para analizar el desempeño acústico de losas de diversos tipos. Dado que se trata de una medición que se realiza entre distintos pisos de un edificio, la activación tanto de la fuente como del sistema de registro puede resultar laboriosa, y lo mismo ocurre con el procesamiento de los datos recopilados. Para facilitar la labor diaria de mediciones, HBK ha desarrollado *Building Acoustics Partner*, un *software* que permite el control remoto del sonómetro vía Bluetooth o Wi-Fi. Además de posibilitar el control remoto del sonómetro, el *software* lleva a cabo el posprocesamiento de los datos recopilados, permitiendo analizar resultados y generar informes de desempeño de diferentes particiones y de TR conforme a las normas vigentes.

## 5. Conociendo el sonómetro HBK 2255 con Building Acoustics Partner

El sonómetro HBK 2255 se desarrolló con un enfoque en mediciones de acústica de edificaciones. Con tecnología avanzada de un solo canal, el HBK 2255 y sus accesorios han sido diseñados para ser ligeros, robustos y aptos para resistir agua, polvo y otros elementos propios del día a día en una obra, contando con certificación IP 54 (IEC 60529:1989/AMD2:2013/COR1:2019 [6]). Este sonómetro tiene una banda dinámica de medición que va de 15,8 dB(A) a 140,9 dB(A), lo que permite medir los más variados tipos de señales, sin requerir un conocimiento previo de sus características. Además, cumple con las especificaciones de la familia de normas internacionales vigentes para sonómetros de Clase 1 (IEC 61672:2013 [7]) y para filtros de octava y tercio de octava (IEC 61620:2014 [8]).

Para mayor comodidad, el sonómetro HBK 2255 cuenta con conexiones inalámbricas mediante Wi-Fi y Bluetooth que permiten el control remoto de las mediciones y simplifican la transferencia de datos, obsérvese la Figura 7. El sonómetro dispone de 16 GB de almacenamiento interno, suficientes para mediciones de larga duración (y para grabar archivos de audio), con una batería que puede durar hasta 13 h con el Wi-Fi encendido. Se pueden encontrar más detalles en la [ficha técnica](#) del producto.

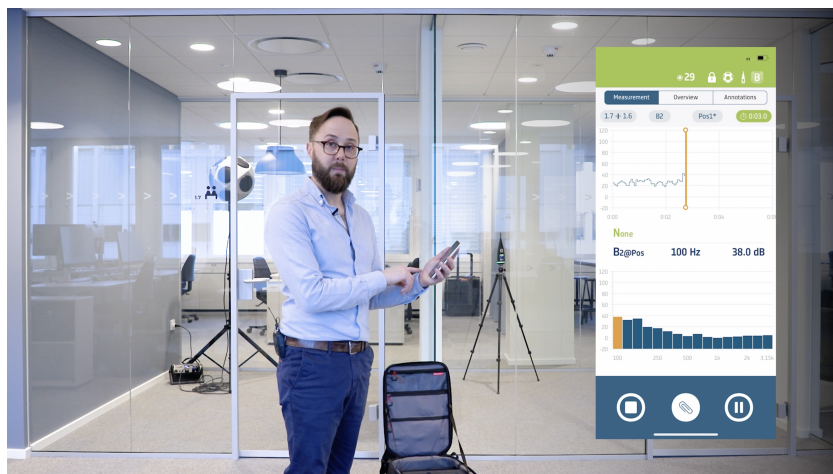
Además, al usar el sonómetro HBK 2255 junto con el amplificador HBK 2755, toda la medición puede controlarse remotamente desde la palma de la mano mediante un *smartphone*. Ello se logra gracias al ajuste de ganancia a través de conexión Wi-Fi y al generador de señales optimizado para fuentes HBK, ambos incorporados en los amplificadores HBK 2755. El amplificador HBK 2755 es ligero (2,2 kg),

cuenta con un puerto USB que puede conectarse directamente al ordenador y una salida BNC para conectar micrófonos de forma directa. Para más información, acceda a la [ficha técnica](#) del HBK 2755.

Con la licencia *Building Acoustics Partner* activada, el HBK 2255 está listo para llevar a cabo un amplio espectro de mediciones, que abarcan desde el aislamiento acústico en bandas de  $1/1$  o  $1/3$  de octava hasta el análisis del tiempo de reverberación mediante señales de ruido interrumpido o impulsivo. El proceso de medición puede controlarse de forma remota al conectarse con la aplicación móvil *Building Acoustics Partner*, que brinda un soporte total al flujo de trabajo. Al indicar los pasos a seguir para cada tipo de medición y realizar evaluaciones inmediatas al finalizar cada una, la aplicación reduce la probabilidad de tener que regresar a la obra para repetir ensayos.



(a) Acceso remoto.



(b) Información de análisis.

**Figura 7:** Ilustraciones del uso del HBK 2255 mediante *smartphone*.

La aplicación para computadora ayuda en el análisis de las mediciones realizadas, generando un informe rápido para facilitar la verificación de los datos obtenidos. En la aplicación, el usuario puede definir los parámetros objetivos que mejor se adapten a sus necesidades, como TR o datos de desempeño acústico (por ejemplo,  $D_{nT,w}$ ), para que se incluyan en el informe, que se genera automáticamente. Para entender el proceso de medición completo, desde la configuración hasta el informe consulte los videos de demostración en la [página del producto](#).



**Extra:** El HBK 2255 también ofrece una solución completa para mediciones de ruido ambiental. Al emplearse junto con el *software Enviro Noise Partner* de HBK, los datos se organizan, evalúan y procesan fácilmente, brindando soporte desde el inicio hasta el final del proceso de medición. El HBK 2255 ofrece análisis en bandas de frecuencia de octava ( $1/1$  y  $1/3$ ) y estrecha, registros temporales y grabación de audio de la medición [9]. Así, las herramientas de HBK proporcionan una solución completa para el análisis acústico de proyectos inmobiliarios, desde la clasificación del ruido ambiental local hasta el desempeño de las particiones.

## 6. Consideraciones finales

En conclusión, este documento ha presentado metodologías detalladas y especificaciones técnicas para la medición de varios parámetros acústicos en ambientes construidos. Se ha enfatizado la importancia de apegarse a normas internacionales y de utilizar equipos de precisión como el sonómetro HBK 2255 y sus accesorios. La integración de estas herramientas con soluciones de *software* avanzadas, como el Building Acoustics Partner, demuestra la evolución de la medición acústica, permitiendo procesos eficientes, precisos y con una gran facilidad de uso.

Con la evolución del campo de la acústica de edificaciones, la necesidad de mediciones exactas y confiables cobra cada vez más relevancia. Las tecnologías y metodologías aquí descritas proporcionan la base para tales evaluaciones, ofreciendo información para que el desempeño acústico de los edificios cumpla con los estándares requeridos y contribuya positivamente al confort y bienestar humano.

Se espera que la información presentada en este documento sirva como un recurso valioso para profesionales de la disciplina, ayudando en la búsqueda de mejores entornos acústicos. A medida que avancemos, se prevén progresos continuos en tecnología y metodología, prometiendo aún mayor precisión y facilidad en el importante trabajo de medición y análisis acústico.

## Agradecimientos

Los autores desean agradecer a la profesora de la USP Ranny Michalski y al ingeniero acústico Felipe Ramos de Mello por sus valiosas contribuciones a este texto.

## Referencias

1. ABNT. *ABNT NBR 15575-1:2021 – Edificações habitacionais – Desempenho*. [S.l.], 2021. Disponible en: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?Q=Q0tGNjlxTmUxcUw2alprZFhUUVZwbU1BRTUwOC9BSEU2NVZLNmY1ekkyND0=>.
2. NBR ISO 16283-1:2018 Acústica - Medição de campo do isolamento acústico nas edificações e nos elementos de edificações - Parte 1: Isolamento a ruído aéreo. São Paulo, 2018. Disponible en: <https://www.abntcatalogo.com.br/pnm.aspx?Q=T0FhR2ZYYzBaVlpQNprT3BVWkZWZVc1N1VINTFVUXJZRWc1eGF5YmMwQT0=#hide1>.
3. NBR ISO 3382-1:2017 Acústica - Medição de parâmetros de acústica de salas. São Paulo, 2017. Disponible en: <https://www.abntcatalogo.com.br/pnm.aspx?Q=MXhpcU9STGh0ajdxZHJlZkFJNGVvd1V4Z0FMYitrWnlIR25jTitmTGRnTT0=#hide1>.
4. NBR ISO 16283-2:2021 Acústica - Medição de campo do isolamento acústico nas edificações e nos elementos de edificações. São Paulo, 2021. Disponible en: <https://www.abntcatalogo.com.br/pnm.aspx?Q=b3RTaGdOZ1gvelFiVIMxNU55c0o4Y0Fock1QSnRXbVhPZ3RjUIE1OXD0WT0=#hide1>.
5. NBR ISO 16283-3:2021 Acústica - Medição de campo do isolamento acústico nas edificações e nos elementos de edificações. São Paulo, 2021. Disponible en: [abntcatalogo.com.br/pnm.aspx?Q=RERrNEZiWHBwYw1iNjF2NGJiZnlUQW1ZVklEVXJRV0lxS3JRS3dDdUw4RT0=#hide1](https://www.abntcatalogo.com.br/pnm.aspx?Q=RERrNEZiWHBwYw1iNjF2NGJiZnlUQW1ZVklEVXJRV0lxS3JRS3dDdUw4RT0=#hide1).
6. IEC Central Secretary. *IEC 60529:1989/AMD2:2013/COR1:2019 – Corrigendum 1 - Amendment 2 – Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*. Ginebra, Suíça, 2019. Edition 2.0. Disponible en: <https://webstore.iec.ch/publication/64427>.
7. IEC Central Secretary. *IEC 61672-1:2013 - Electroacoustics – Sound level meters –Part 1: Specifications*. Ginebra, Suíça, 2013. Edition 2.0. Disponible en: <https://webstore.iec.ch/publication/5708>.
8. IEC Central Secretary. *IEC 61260-1:2014 - Electroacoustics - Octave-band and fractional-octave-band filters - Part 1: Specifications*. Ginebra, Suíça, 2014. Edition 1.0. Disponible en: <https://webstore.iec.ch/publication/5063>.
9. DIAZ, Fernando; OLIVEIRA, Denison. *Novo sonômetro Brüel & Kjær Modelo 2245: O novo sonômetro da Brüel & Kjær tem inovações para todos os tipos de usuários, de consultores a pesquisadores*. [S.l.], 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.55753%2Faev.v35e52.41>.