

METODOLOGÍA DE MUESTREO ACÚSTICO DE EDIFICIOS

PACS: 43.55.Mc

Angel Arenaz Gombau; Ana E. Espinel Valdivieso; Laura Martín González
AUDIOTEC S.A. Centro Tecnológico de Acústica.
C/ Juanelo Turriano, 4. Parque Tecnológico de Boecillo.
47151 Boecillo. Valladolid, España
Tel: 00 34 983 361 326 Fax: 00 34 983 361 327
E-Mail: cta@audiotec.es
Web: www.audiotec.es

ABSTRACT

Once approved the CTE Basic Document DB HR "Protection against noise", more and more Administrations and developers seeking certification noise "in situ" of buildings at the end of its construction.

Because it is considered impractical to conduct the testing of each and every one of the walls in a building, they must establish a sampling plan that provides the noise certification of buildings. Currently there are little information and regulations in this regard, so from AUDIOTEC has defined a sound sampling methodology of buildings that can serve as a reference for these purposes.

RESUMEN

Una vez entrado en vigor el DB HR Protección Frente al Ruido del CTE, cada vez son más las Administraciones y promotores que solicitan la certificación acústica "in situ" de edificios al final de su construcción.

Dado que se considera inviable el llevar a cabo el ensayo de todos y cada uno de los paramentos que componen el edificio, se debe establecer un adecuado plan de muestreo que facilite la certificación acústica de los edificios. Actualmente es escasa la información y la reglamentación existente en este sentido, por lo cual desde AUDIOTEC se ha definido una metodología de muestreo acústico de edificios que pueda servir de referencia para estos fines.

1. INTRODUCCIÓN

El documento básico "DB HR *Protección frente al ruido*" del Código Técnico de la Edificación, tras un año y medio de convivencia con la Norma Básica de la Edificación Condiciones Acústicas, se ha convertido desde Abril de 2009 en la principal normativa de referencia en materia acústica en el sector de la edificación en España. En dicho DB HR Protección frente al ruido cobran una especial importancia las comprobaciones "in situ" a final de obra, a diferencia de lo contemplado en la NBE CA 88 en la que la justificación de cumplimiento se realizaba en proyecto y en base a ensayos en laboratorio.

Este cambio en la metodología de justificación del cumplimiento acústico de edificios hace que cobre una gran importancia el control de la correcta ejecución de los edificios, así como los ensayos acústicos “in situ” a final de obra, si bien, en lo relativo a estos ensayos, cabe destacar que en el DB HR Protección frente al ruido no se exige la obligatoriedad de que el promotor lleve a cabo dichos ensayos una vez finalizada la obra, sino que queda como algo “voluntario”, o como un hecho que deben costearse los compradores de las viviendas en el caso de que quieran comprobar la calidad acústica de sus viviendas una vez que les son entregadas.

Al respecto de todo ello, ya hay varias **Administraciones Autonómicas y locales** que concienciadas de la importancia de potenciar el control de la calidad acústica en la edificación, han reglamentado la obligatoriedad de que se lleven a cabo ensayos acústicos “in situ” una vez finalizada la construcción del edificio, y con carácter previo a la concesión de la licencia de primera ocupación. Igualmente, ya hay muchos **promotores y direcciones facultativas** que en sus procedimientos internos de calidad tienen establecido el llevar a cabo unas comprobaciones acústicas “in situ” que certifiquen la calidad de sus promociones y favorezcan su venta frente a otras promociones en las que no se han realizado.

En este entorno es donde se fundamenta la importancia de establecer un adecuado **plan de muestreo acústico del edificio**, el cual permita su certificación acústica sin tener que llevar a cabo ensayos “in situ” para todas y cada una de las soluciones constructivas y casuísticas existentes en él, algo que económicamente “retraería” su aplicación voluntaria por parte de los promotores, y que por otra parte se considera desproporcionado.

A continuación, teniendo en cuenta la **experiencia práctica de AUDIOTEC** en la certificación acústica final de edificios, tanto en los municipios como en las CCAA donde se exige reglamentariamente dicha certificación, así como en base a los trabajos realizados para distintas promotoras nacionales, se va a describir una metodología de muestreo de edificios que dé cumplimiento a los requisitos normativos a la vez que optimice el número de ensayos a realizar.

2. ANÁLISIS DE EXIGENCIAS NORMATIVAS RELATIVAS AL MUESTREO ACÚSTICO DE EDIFICIOS

2.1. Normativas nacionales

Tal y como se ha indicado anteriormente, desde Abril de 2009 la principal normativa nacional de referencia sobre el control de la calidad acústica de los edificios es el **DB HR Protección Frente al Ruido**, habiendo quedado totalmente derogada la NBE CA 88.

En dicho DB HR Protección Frente al Ruido no se establece la obligatoriedad de que se lleven a cabo ensayos acústicos al final de obra, más en concreto, en su apartado 5.3. “Control de obra terminada”, lo que se indica es lo siguiente:

- *“En caso de que se realicen mediciones in situ para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo, de aislamiento acústico a ruido de impactos y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios acreditados y conforme a lo establecido en las normas UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo, en la UNE EN ISO 140-7 para ruido de impactos y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación.”*

Es decir, en base a lo contemplado en el DB HR quedan claros los siguientes aspectos:

- La no obligatoriedad de realizar mediciones in situ, ya que se indica “*En caso de que se realicen...*”, no que deban realizarse.
- Cuáles son las exigencias del DB HR: Mediciones “in situ” frente a ensayos en Laboratorio.
- Qué actuaciones pueden llevarse a cabo para comprobar el cumplimiento de las exigencias del DB HR: Ensayos “in situ”.
- Quienes deben realizar los ensayos “in situ”: Laboratorios Acreditados.

- Qué normas de ensayo deben emplearse: Normas UNE EN ISO, es decir, normas reconocidas tanto a nivel nacional como internacional.
- Qué casuísticas deben cumplir con el DB HR: Todas las existentes en el edificio y contempladas dentro de las exigencias (apartado 2) del DB HR.

2.2. Normativas Autonómicas

A día de hoy, y a pesar de que ya han transcurrido tres años desde la aprobación del DB HR Protección Frente al Ruido (Octubre de 2007), son muy escasas las normativas autonómicas que han sido actualizadas respecto a sus versiones en vigor con anterioridad a dicha fecha. Este hecho es importante ya que en la mayor parte de las normativas autonómicas aprobadas con anterioridad a Octubre de 2007, las referencias que se hacen en relación al control acústico de la edificación son en base a la NBE CA 88, es decir, a una normativa actualmente derogada, lo cual implica que la regulación autonómica sobre el control acústico de los edificios se encuentre actualmente en un vacío legal y únicamente se podrá estar a lo dispuesto en el DB HR Protección frente al Ruido.

De las normativas autonómicas actualizadas y aprobadas con posterioridad a Octubre de 2007, destaca la **Ley 5/2009, de 4 de Junio, del Ruido de Castilla y León**. En dicha normativa se ha incluido un apartado sobre el control acústico en la edificación con carácter previo a la concesión de la licencia de primera ocupación de un edificio, y en él se establece un plan de muestreo "in situ" fundamentado en los siguientes aspectos:

- Las comprobaciones de aislamiento acústico a ruido aéreo entre viviendas se llevarán a cabo mediante un muestreo representativo en, al menos, un 20% de las viviendas de la promoción. Cuando este 20% sea inferior a la unidad se comprobará al menos en una.
- Las comprobaciones de aislamiento acústico a ruido aéreo de fachadas se llevarán a cabo mediante un muestreo representativo en, al menos, un 10% de las viviendas de la promoción. Cuando este 10% sea inferior a la unidad se comprobará al menos en una.
- Las comprobaciones de aislamiento acústico a ruido de impacto se llevarán a cabo mediante un muestreo representativo en, al menos, un 10% de las viviendas de la promoción. Cuando este 20% sea inferior a la unidad se comprobará al menos en una.
- Las comprobaciones de aislamiento acústico entre recintos que puedan albergar actividades y recintos habitables, se llevarán a cabo en todos los casos existentes.
- Las comprobaciones de aislamientos acústicos entre recintos que alberguen instalaciones y recintos habitables, se llevarán a cabo en todos los casos existentes.

Nota: A mayores también se exige la comprobación de niveles sonoros de instalaciones comunes y de bajantes.

Una vez analizado este plan de muestreo, se observa que hay algunos aspectos que no quedan totalmente definidos o claros, y que pueden dar lugar a distintas interpretaciones. Por ejemplo:

- Una vez aplicado el porcentaje y establecido el número de viviendas donde deben llevarse a cabo las comprobaciones, ¿cuántos ensayos de cada tipo hay que hacer en cada una de ellas?.
- ¿Qué criterios deben establecerse a la hora de seleccionar las viviendas donde se llevarán a cabo los ensayos para que el muestreo sea "representativo"?
- Qué ocurre en los casos en los que hay mucha variedad de soluciones constructivas y el número de viviendas resultante de aplicar el porcentaje de muestreo es pequeño.

2.3. Normativas Locales

Al igual que ocurre con las normativas autonómicas, hay muy pocas normativas locales que se hayan actualizado después de Octubre de 2007, y por tanto las que no lo han hecho, y hacen referencia al control acústico de la edificación, lo hacen referenciándose a la NBE CA 88, es decir, a una normativa actualmente derogada.

Entre las normativas locales que se han actualizado y aprobado en estos últimos tres años, destaca la **Ordenanza Municipal de protección contra la contaminación acústica del Ayuntamiento de Valencia** publicada en el BOP de fecha 26 de junio de 2008. En ella existe un Artículo relativo a los Certificados de aislamiento acústico en edificación con carácter previo a la concesión de la licencia de ocupación de un edificio, y en él se establece un plan de muestreo "in situ" fundamentado en los siguientes aspectos:

- El número mínimo de ensayos a realizar sobre cada elemento constructivo diferente que componen el edificio, será el 10% o la raíz cuadrada del número de viviendas que integran el edificio, la cifra mayor de ambas opciones.
- Igualmente, se indica que las mediciones siempre deberán realizarse, a igualdad de elemento constructivo, en aquellos que por su posición en el edificio, o por los usos más incompatibles que separa, sean más susceptibles de permitir la transmisión acústica.
- Dentro de los elementos constructivos, se incluyen los cerramientos verticales de fachadas y medianeras, los cerramientos de cubiertas, los cerramientos horizontales incluidos los forjados que separen viviendas de otros usos, y los elementos de separación con salas que contengan fuentes de ruido o vibración (cajas de ascensores y calderas, y cualquier otra máquina).

Una vez analizado este plan de muestreo, se observa que al igual que ocurría en el caso anterior, hay algunos aspectos que no quedan totalmente definidos o claros, y que pueden dar lugar a distintas interpretaciones. Por ejemplo:

- Qué se considera "elemento constructivo diferente". ¿Se considera elemento constructivo diferente la diferencia entre un forjado y un divisorio vertical, o elementos constructivos diferentes la diferencia entre un tipo de forjado y otro tipo de forjado?.

2.4. Conclusiones del análisis de la normativa existente

Una vez analizada la normativa existente, se observa que son una excepción las normativas que contemplan un plan de muestreo, y las que lo hacen, dan lugar a distintas interpretaciones, por lo que cabe la posibilidad que el plan de muestreo acústico sobre un mismo edificio, elaborado por distintos técnicos, ofrezca distintos resultados.

Igualmente, se considera que para que un plan de muestreo sea efectivo a la hora de evaluar el cumplimiento de los requisitos acústicos de un edificio, debe ser representativo para que con los casos muestreados se pueda prever el cumplimiento de los casos no muestreados.

Por todo ello, en AUDIOTEC se ha establecido una metodología interna que procura homogeneizar los criterios a emplear por los distintos técnicos de la empresa a la hora de establecer el plan de muestreo de un edificio.

3. METODOLOGÍA PARA EL MUESTREO ACÚSTICO DE UN EDIFICIO

A continuación se explica la metodología interna empleada por AUDIOTEC para realizar el muestreo acústico de edificios.

3.1. Fase 1: Recopilación de información de partida

En esta primera Fase, lo que se hace es solicitar la siguiente información de partida al cliente:

- Información general de la promoción a muestrear. Al menos, ubicación de la promoción y su entorno, promotor, número de viviendas de la promoción,...
- Información sobre los niveles sonoros existentes en el exterior del edificio. En caso de existir un mapa de ruidos en la zona donde se va a ubicar el edificio, o si se ha realizado un estudio de impacto acústico ambiental (obligatorio por ejemplo en Castilla y León), esta información será suficiente.

- Planos del edificio. Al menos, un plano acotado de cada una de las plantas del edificio, un plano del alzado de cada una de las fachadas del edificio, y un plano de la ubicación de los distintos recintos de instalaciones e instalaciones en el edificio.
- Información de los distintos sistemas constructivos que componen el edificio. A ser posible se entregarán las fichas de cálculo justificativo, así como detalles de encuentros entre cerramientos.
- Información sobre casuísticas especiales: Juntas de dilatación, ubicación de shunts y patinillos, etc...

3.2. Fase 2: Establecimiento del muestreo a realizar

Una vez que se dispone de toda la información de partida, esta es analizada por algún técnico cualificado para la elaboración del plan de muestreo. Este plan de muestreo se lleva a cabo siguiendo los siguientes items:

- Análisis de la normativa acústica vigente en el municipio y/o Comunidad Autónoma donde se va a ubicar el edificio. Este paso es fundamental, ya que tal y como se ha indicado anteriormente en el punto 2, existen CCAA y municipios donde se han establecido normativamente unos requisitos mínimos del plan de muestreo.
- Establecimiento de las distintas casuísticas a muestrear. En este punto, se establecen las distintas casuísticas a muestrear. Al menos, serán las siguientes:
 - Aislamiento acústico a ruido aéreo de las fachadas del edificio.
 - Aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos, al menos uno de ellos protegido, que compartan un cerramiento vertical.
 - Aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos, al menos uno de ellos protegido, que compartan un cerramiento horizontal.
 - Aislamiento acústico a ruido de impactos, considerando como recintos receptores recintos protegidos, y como recinto emisor uno ubicado encima del receptor con una superficie en común con él.
 - Aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos de actividad del edificio y recintos protegidos del edificio, a ser posible que tengan un cerramiento común o los más próximos.
 - Aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos que alberguen instalaciones y recintos protegidos del edificio, a ser posible que tengan un cerramiento común o los más próximos.
- Establecimiento del número mínimo de ensayos a realizar por cada tipo de casuística. En este punto, en caso de existir algún requisito normativo (Ej Castilla y León o Valencia), el número mínimo de ensayos estará condicionado por dicho requisito normativo. En otras condiciones, se empleará la siguiente metodología para definir el número de ensayos a realizar en función del tipo de casuística:
 - En el caso de aislamiento acústico a ruido aéreo de fachadas, aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos con cerramientos verticales u horizontales en común, y de aislamiento acústico a ruido de impacto entre recintos, se analizarán los distintos tipos de cerramientos existentes para cada una de las casuísticas indicadas anteriormente y se establecerá un número mínimo de ensayos (al menos un 10% del número de viviendas) para cada tipo de cerramiento distinto dentro de cada tipo de casuística. Ej. Para el caso de aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos con un cerramiento horizontal común, si existen dos tipos de forjados en un edificio de 50 viviendas, se realizarán 5 ensayos de aislamiento acústico a ruido aéreo de un tipo de forjado y 5 ensayos aislamiento acústico a ruido aéreo del otro tipo de forjado.

Nota 1: En caso de que dentro de una misma casuística, existan distintos tipos de cerramientos en los que unos tienen unas prestaciones acústicas muy significativas respecto a otros (Ej. Dos forjados similares, uno con falso techo y otro sin él), el muestreo podrá

llevarse a cabo aplicándolo únicamente al caso más desfavorable (Ej. Al forjado que no tiene a mayores el falso techo).

Nota 2: En los casos en los que se establece que se realizará un tipo de ensayos en un determinado número de viviendas, se estima que se deberá realizar al menos un ensayo de dicho tipo entre un recinto de una vivienda y un recinto de otra vivienda, computando únicamente como una vivienda.

- En el caso de aislamiento acústico entre recintos de actividad y/o de instalaciones del edificio y recintos protegidos del edificio, se llevará a cabo al menos un ensayo entre el recinto de actividad y/o instalaciones y un recinto protegido de cada vivienda colindante con dicho recinto de actividad y/o instalaciones. En caso de que no existan viviendas colindantes, se llevará al menos un ensayo de aislamiento acústico a ruido aéreo entre el recinto de actividad y/o instalaciones y un recinto protegido de la vivienda del edificio más próxima a él.
- Establecimiento de los criterios a emplear a la hora de seleccionar dentro del edificio los recintos donde se llevará a cabo el muestreo. Este punto es **fundamental**, ya que si seleccionamos los que a priori pueden considerarse como casos más desfavorables, tendremos más posibilidades de que los resultados obtenidos, en caso de ser positivos, sean extrapolables a todas las demás casuísticas similares del edificio. Para ello se han establecido los siguientes criterios:
 - Para la selección de las **fachadas** en las que se ensayará el aislamiento acústico a ruido aéreo, en igualdad de composición de la parte ciega y los huecos (ventanas, etc...), se procurará:
 - Seleccionar aquellas fachadas de las viviendas con recintos protegidos orientados a la fachada más ruidosa del edificio.
 - Seleccionar aquellas que tengan una mayor superficie acristalada en relación con la parte ciega.
 - Seleccionar aquellas que se encuentren en la planta del edificio más próxima al foco sonoro de mayor afección (Ej. planta primera si el ruido principal proviene del tráfico).
 - Para la selección de los recintos de viviendas con cerramientos verticales en común para los **ensayos de aislamiento acústico a ruido aéreo**, en igualdad de composición de los paramentos verticales comunes se procurará:
 - Que no exista ninguna junta de dilatación vertical entre ellos.
 - Que tengan la mayor superficie vertical en común.
 - Que ninguno de los dos recintos tengan un falso techo (en caso de que en unas plantas o recintos exista y en otros no).
 - Que el forjado-suelo de dichos recintos sea el de peores prestaciones acústicas del edificio en caso de existir distintos tipos de forjados-suelos..
 - Que los posibles trasdosados interiores de los recintos sean los de peores prestaciones acústicas del edificio, en caso de existir distintos tipos de trasdosados.
 - Que exista continuidad entre la fachada de un recinto y la del otro (evitar entrantes y pilares).
 - Que la relación de volúmenes entre recintos sea la más desfavorable en relación con la superficie del cerramiento común.
 - Que los casos a evaluar, teniendo en cuenta los criterios anteriores, estén distribuidos en distintas plantas del edificio y a ser posible en distintos portales, de forma que se pueda dar una mayor representatividad.

- Evitar casos en los que las dimensiones de los recintos impidan una correcta realización del ensayo según los requisitos de la norma UNE EN ISO 140-4 (Ej. Selección de baños con unas dimensiones reducidas que impiden aplicar las distancias mínimas de ensayo).
- Para la selección de los recintos de viviendas con cerramientos horizontales en común para **los ensayos de aislamiento acústico a ruido aéreo y a ruido de impacto**, en igualdad de composición de los paramentos horizontales comunes se procurará:
 - Que tengan la mayor superficie horizontal en común.
 - Que no exista un falso techo en el recinto inferior (en caso de que en unas plantas exista y en otras no).
 - Que el forjado-suelo de dichos recintos sea el de peores prestaciones acústicas del edificio en caso de existir distintos tipos de forjados.
 - Que los posibles trasdosados interiores de los recintos sean los de peores prestaciones acústicas del edificio, en caso de existir distintos tipos de trasdosados.
 - Que exista continuidad entre la fachada de un recinto y la del otro (evitar entrantes o salientes).
 - Que la relación de volúmenes entre recintos sea la más desfavorable en relación con la superficie del cerramiento común.
 - Que los casos a evaluar, teniendo en cuenta los criterios anteriores, estén distribuidos en distintas zonas del edificio y a ser posible en distintos portales, de forma que se pueda dar una mayor representatividad.
- Para la selección de los recintos de las viviendas colindantes o próximas a recintos de actividad y/o instalaciones, para los ensayos de aislamiento acústico a ruido aéreo se procurará:
 - Que tengan la mayor superficie en común con el recinto de actividad y/o instalaciones.
 - Que colinden con la zona del recinto de actividad y/o instalaciones con peores prestaciones acústicas (Ej. Zona del recinto donde no exista falso techo, o existan pasos de bajantes, etc...).
 - Que el recinto receptor sea el más próximo a los posibles focos sonoros de la actividad o del recinto de instalaciones.

3.3. Fase 3: Realización de los ensayos

Una vez establecido el plan de muestreo, el siguiente paso es llevar a cabo los ensayos acústicos, por parte de un **Laboratorio Acreditado** y aplicando las **normas UNE EN ISO** referenciadas en el DB HR Protección Frente al Ruido.

3.4. Fase 4: Evaluación de los resultados y certificación del edificio

Finalmente, una vez realizados los ensayos, se efectuará una evaluación de los resultados para determinar el grado de cumplimiento de los requisitos del DB HR Protección Frente al Ruido. En dicha evaluación, se tendrá en cuenta la incertidumbre del Laboratorio de Ensayo y la tolerancia contemplada en el DB HR.

En caso de que todos los resultados obtenidos del muestreo realizado determinen que se cumple con los requisitos establecidos en el DB HR, se podrá **certificar acústicamente** el edificio.

Nota: En los casos en los que haya habido que aplicar la tolerancia del DB HR para justificar el cumplimiento, se recomienda llevar a cabo algún ensayo a mayores para poder determinar de una forma más fidedigna el cumplimiento.

En caso contrario, se pondrá este hecho en conocimiento del cliente para que adopte **medidas correctoras** en aquellos casos en los que se haya determinado el incumplimiento, pudiendo llevarse a cabo más ensayos para delimitar los casos en los que se incumple con los requisitos y aquellos en los que no.

4. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE MUESTREO A UN CASO REAL

- Tipología del Edificio: Edificio de 24 viviendas distribuidas en dos portales con tres plantas cada uno y cuatro viviendas en cada planta, con dos recintos de actividad en la planta baja y una sala de calderas en la planta alta, y un cuarto de ascensor por cada portal.

- Composición de fachadas: Similar en todo el edificio, a base de ladrillo caravista trasdosado interiormente con una PYL de 15 mm. y lana mineral de 6 cm., y ventanas con carpintería con rotura de puente térmico y cristales tipo climalit 6/4/6.

- Composición de cerramientos verticales entre distinto usuario:

- Tipología 1: ½ pie de ladrillo perforado trasdosado por ambas caras con una PYL de 15 mm. separada del cerramiento portador con una perfilera de 48 mm. rellena de lana mineral de 4 cm.
- Tipología 2: Dos hojas de ½ pie de ladrillo hueco doble con una lana mineral de 4 cm. entre ellos, y sin bandas perimetrales.

- Composición de cerramientos horizontales: Forjado unidireccional de bovedilla cerámica (25+5 cm.) y suelo a base de lana mineral de 2 cm. + mortero de 8 cm. + parquet. Con falso techo en las viviendas de la planta primera a base de una PYL de 13 mm. suspendida del techo original y lana mineral de 4 cm. en la cámara.

- Ubicación de los recintos de actividad: Un recinto se encuentra debajo de dos viviendas de un portal y otro debajo de otras dos viviendas de otro portal.

- Ubicación de la sala de calderas: Dicha sala se encuentra en la azotea, encima de una de las viviendas.

- Ubicación de los cuartos de ascensores: Dichos cuartos se encuentran por encima de la tercera planta, sin ser colindantes con viviendas.

- Cálculo del número de ensayos de cada casuística:

- Ensayos de aislamiento acústico de fachadas: Criterio: $\geq 10\%$ de 24 $\Rightarrow \geq 2,4 \Rightarrow 3$ ensayos.
- Ensayos de aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos colindantes verticalmente: Criterio: $\geq 10\%$ de 24 $\Rightarrow \geq 2,4 \Rightarrow 3$ ensayos por tipología. Como hay 2 tipologías $\Rightarrow 6$ ensayos.
- Ensayos de aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos colindantes horizontalmente: Criterio $\geq 10\%$ de 24 $\Rightarrow \geq 2,4 \Rightarrow 3$ ensayos.
- Ensayos de aislamiento acústico a ruido de impacto entre recintos colindantes horizontalmente: Criterio $\geq 10\%$ de 24 $\Rightarrow \geq 2,4 \Rightarrow 3$ ensayos.
- Ensayos de aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos de actividad y viviendas: 2 recintos * 2 viviendas colindantes con cada uno de ellos $\Rightarrow 4$ ensayos.
- Ensayos de aislamiento acústico a ruido aéreo entre la sala de calderas y viviendas: 1 sala * 1 vivienda colindante $\Rightarrow 1$ ensayo.
- Ensayos de aislamiento acústico a ruido aéreo entre los cuartos de ascensores y viviendas más próximas: 3 recintos * 1 vivienda próxima a cada uno $\Rightarrow 3$ ensayos.

Nota: A la hora de seleccionar los recintos y casos se han tenido en cuenta los criterios indicados en el apartado 3.2. de la presente comunicación.

- Evaluación de resultados de los ensayos

A continuación se presenta un ejemplo de cómo se ha realizado la evaluación de conformidad.

Aislamiento a ruido aéreo entre distinto usuario	Resultado $D_{nT,A}$	Incertidumbre del Laboratorio	Tolerancia del DB HR	Evaluación
Tipología 1. Ensayo 1.	59	± 2 dBA	3 dBA	CUMPLE
Tipología 1. Ensayo 2.	58	± 2 dBA	3 dBA	CUMPLE
Tipología 1. Ensayo 3.	56	± 2 dBA	3 dBA	CUMPLE

Nota: Para los demás casos (aislam. de fachadas, aislam. a ruido de impacto, aislam. de recintos de actividad e instalaciones, etc...), la evaluación se haría de igual forma.

- Certificación acústica del edificio.

En base al análisis de todos los resultados obtenidos, y teniendo en cuenta que todos ellos superaron la evaluación de conformidad respecto a los requisitos del DB HR, se emitió un certificado de conformidad de la calidad acústica del edificio.

Nota 1: En caso de que algún resultado no hubiera sido satisfactorio, en el certificado no se podría haber dado la conformidad acústica a todo el edificio, sino que sólo a los casos con una evaluación positiva.

Nota 2: En caso de que algún resultado hubiese necesitado de la aplicación de la tolerancia para determinar su cumplimiento, se recomendará al cliente llevar a cabo más ensayos de dicha casuística para poder determinar con mayor precisión el grado de cumplimiento.

5. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones de lo relatado anteriormente son las siguientes:

- Se considera que la realización de un muestreo acústico "in situ" con carácter previo a la entrega de un edificio es un **valor añadido** que aporta el promotor a sus clientes y que contribuirá positivamente a la venta de las viviendas.
- Apenas existe normativa que haga referencia a cómo debe llevarse a cabo un plan de muestreo, y la que existe presenta criterios que pueden dar lugar a distintas interpretaciones.
- Es necesario que los Laboratorios que realicen muestreo lo hagan en base a unos criterios homogéneos para todos sus técnicos, de forma que se pueda actuar de una forma común independientemente del técnico que elabore el plan de muestreo.
- Es necesario que el plan de muestreo sea **representativo** y contemple el mayor número de variables, predominando a la hora de seleccionar los casos a muestrear, que estos sean los casos más desfavorables posibles, para que en caso de que estos cumplan con los requisitos del DB HR, se pueda asegurar con bastante probabilidad el cumplimiento de los demás casos (más favorables) respecto a los evaluados.