

GUÍA BÁSICA PARA EL CONTROL ACÚSTICO EN EDIFICACIÓN:

EJECUCIÓN DE OBRA Y OBRA TERMINADA-V.02



EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

INGURUMENA, LURRALDE PLANGINTZA
ETA ETXEBIZITZA SAILA
Etxebizitza eta Arkitektura Zuzendaritza
Eraikuntzaren Kalitate Kontrolerako Laborategia

DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE,
PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y VIVIENDA
Dirección de Vivienda y Arquitectura
Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación

tecnalia

El presente documento ha sido impulsado por la Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda del Gobierno Vasco, con la participación de:

Equipo de redacción:

María José de Rozas López ⁽¹⁾.
Ingeniera Industrial.

Susana Lopez de Aretxaga Escudero ⁽¹⁾.
Ingeniera Industrial.

Agustín De Lorenzo Uríen.
Arquitecto. Responsable del Servicio de Normativa y Control de Calidad de la Edificación de la Dirección de Vivienda.

⁽¹⁾ Personal de TECNALIA adscrito al Área Acústica del Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación de la Dirección de Vivienda del Gobierno Vasco, según “Convenio de colaboración con Fundación TECNALIA para la puesta en funcionamiento y desarrollo del Área Acústica del Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación del Gobierno Vasco’.

Versión V.02 -Febrero de 2019.

Esta versión sustituye a la versión inicial de noviembre de 2014.

PRÓLOGO

Con la publicación del Documento Básico de Protección frente al Ruido (DB-HR) del Código Técnico de la Edificación (CTE) se establecieron nuevas prestaciones acústicas para los edificios: se solicitan valores de aislamiento acústico al edificio terminado.

La calidad acústica de un edificio se podrá verificar mediante la realización de medidas in situ una vez esté terminado.

Las prestaciones acústicas del edificio se obtienen a partir de una primera fase de diseño acústico, seguida de una correcta ejecución durante la fase de construcción. Ambas fases, la de diseño y la de ejecución, son fases fundamentales para la obtención de los objetivos acústicos.

La presente guía se concibe como herramienta de apoyo para el control de la calidad acústica de los edificios, durante la fase de ejecución y verificación final. Está dirigida especialmente a promotoras, administraciones, proyectistas y redactores de programas de control de calidad, direcciones facultativas, laboratorios de control de calidad de la edificación, constructoras y entidades relacionadas con el sector.

La versión inicial de la guía recogía información de apoyo para realizar un control durante la construcción de un edificio, enfocado a la consecución de los objetivos de calidad acústicos, así como una propuesta de verificación acústica del edificio una vez esté terminado.

La actual versión modifica su contenido incorporando el control establecido por la Orden de 15 de junio de 2016, sobre Control Acústico de la Edificación, de obligada aplicación en la CAV desde comienzos del año 2017.

Consta de dos partes diferenciadas:

Una primera parte, *Control de ejecución en obra*, que se desarrolla por medio de preguntas-respuestas. Una segunda parte, *Verificación de obra terminada*, en la que se expone el protocolo mínimo de verificación in situ en obra terminada establecida por la Orden anteriormente citada.

Este documento ha sido elaborado en el marco del Convenio de Colaboración suscrito entre el Gobierno Vasco y Fundación TECNALIA para la gestión del Área de Acústica del Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco, como apoyo a la aplicación del Decreto 209/2014, de 28 de octubre, por el que se regula el control de calidad en la construcción.



INDICE

CONTROL DE EJECUCIÓN EN OBRA

| | |
|--|-----------|
| 1. ¿Qué exige el DB-HR del CTE? | 5 |
| 1.1 Exigencias de Aislamiento acústico | |
| 1.2 Exigencias de Absorción acústica | |
| 1.3 Especificaciones a las Instalaciones del edificio | |
| 2. ¿Cómo realizo el control de obra que me ayude a cumplir lo establecido en el diseño acústico del proyecto? | 10 |
| 2.1 Conocer los valores de aislamiento acústico y masas de los elementos constructivos | |
| 2.2 Verificar las prestaciones de aislamiento acústico de cada elemento constructivo | |
| 2.3 Recepcionar los materiales (productos que componen el elemento constructivo) | |
| 2.4 Controlar la ejecución de los elementos constructivos | |
| 2.5 Instalaciones – recepción y control de ejecución | |
| 3. ¿Cómo proceder cuando se propone un elemento constructivo diferente al contemplado en proyecto? | 13 |
| 3.1 Si la nueva solución constructiva propuesta SÍ cambia de <i>tipología acústica</i> | |
| 3.2 Si la nueva solución constructiva propuesta NO cambia de <i>tipología acústica</i> | |
| 4. Tipologías acústicas de elementos constructivos..... | 15 |
| 4.1 Elementos de separación vertical | |
| 4.2 Tabiquería | |
| 4.3 Elementos de separación horizontal | |
| 5. Materiales/productos de los elementos constructivos: cómo realizar su recepción en obra..... | 16 |
| 6. Elementos constructivos: cómo realizar el control y seguimiento durante la ejecución de obra | 16 |
| 6.1. Parámetros acústicos que caracterizan a los elementos constructivos | |
| 6.2 Puntos críticos a controlar de los elementos constructivos | |
| 6.3 Fichas de Control de Ejecución | |
| 7. Frecuencia de verificación durante la ejecución de la obra, para el control acústico | 21 |
| 8. Elementos constructivos concretos:..... | 21 |
| 8.1 Ventana (con caja de persiana y/o aireador, si los dispusiera) | |
| 8.2 Puerta | |
| 8.3 Suelo flotante | |



VERIFICACIÓN DE OBRA TERMINADA

| | |
|---|-----------|
| 9. Verificaciones acústicas de obra terminada | 26 |
| 9.1 Verificaciones obligatorias mínimas en el País Vasco (asociadas al DB-HR del CTE) | |
| 9.1.1 Tipos de ensayos en obra terminada según Orden de Control Acústico en Edificación del País Vasco | |
| 9.1.2 ¿Aplica la Orden a mi edificio? | |
| A- Edificio de nueva construcción (obra nueva) | |
| B- Rehabilitación de edificio existente (intervención) | |
| 10. Cuantificación de los ensayos de verificación a realizar en una obra terminada..... | 28 |
| 10.1 Número mínimo de ensayos por tipo de control, obligatorios en el País Vasco (muestreo según Orden) | |
| 10.1.1 Ejemplo de aplicación a un edificio concreto | |
| 10.1.2 ¿Aplican las mismas medidas a un recinto de actividad que a un recinto de instalaciones? | |
| 10.1.3 ¿Deben realizarse verificaciones de todos los tipos de controles in situ indicados en la Orden? | |
| 10.1.4 ¿Cómo aplica el muestreo mínimo cuando en la promoción existe más de un edificio? | |
| 11. Condiciones en las que realizar las verificaciones in situ..... | 32 |
| 11.1 ¿Cuándo realizar las medidas de verificación in situ? | |
| A- Recintos protegidos y habitables | |
| B- Recintos de instalaciones | |
| C- Recintos de actividad | |
| D- Ruido de instalaciones | |
| E- Recintos colindantes con edificios existentes | |
| F- Zonas comunes | |
| 11.2 ¿Quién realiza las verificaciones ‘in situ` de acuerdo a la Orden de Control Acústico? | |
| 11.3 Normas aplicables para realizar los ensayos de aislamiento acústico in situ | |
| 11.4 ¿Qué instrumentación de medida se debe utilizar? | |
| 12. Selección de los recintos en los que realizar las verificaciones..... | 35 |
| 12.1 Selección de recintos para el muestreo mínimo establecido en la Orden | |
| 12.1.1 Aislamiento entre recintos | |
| 12.1.2 Aislamiento frente al ruido exterior | |
| 12.1.3 Nivel de ruido de instalaciones | |



| | |
|---|-----------|
| 13. Valoración de los resultados | 38 |
| 13.1. Aplicación de la Orden | |
| 14. Requisitos acústicos exigibles in situ a los edificios | 39 |
| 14.1 Orden de Control Acústico | |
| 14.1.1 Aislamiento acústico entre recintos | |
| 14.1.2 Aislamiento a ruido aéreo de fachadas | |
| 14.1.3 Niveles de ruido de las instalaciones comunes del edificio | |

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

| | |
|--|-----------|
| 15. Documentos de referencia..... | 43 |
|--|-----------|

ANEXOS

- Anexo A: tipo de recintos del DB-HR del CTE. Definiciones
- Anexo B: Parámetros de valoración del aislamiento acústico
- Anexo C: Fichas de registro de los resultados de los ensayos de verificación realizados in situ
- Anexo D: Instalaciones-niveles sonoros: medida y valoración
- Anexo E: Ficha de seguimiento acústico en obra de elementos constructivos. Diseño: opción simplificada
- Anexo F: Especificaciones del DB-HR del CTE a las instalaciones del edificio
- Anexo G: Ficha normalizada para el asiento de los resultados de los ensayos, pruebas de las características acústicas de productos, sistemas y equipos
- Anexo H: Ficha normalizada para el asiento de los resultados de los ensayos de verificación acústica in situ



GUÍA BÁSICA PARA EL CONTROL ACÚSTICO EN EDIFICACIÓN:
EJECUCIÓN DE OBRA Y OBRA TERMINADA

CONTROL DE EJECUCIÓN EN OBRA

1. ¿QUÉ EXIGE EL DB-HR DEL CTE?

El **DB-HR^[1]** establece, para los edificios que aplica, el cumplimiento de:

- Exigencias de **aislamiento acústico** de los recintos habitables del edificio frente a recintos colindantes y frente a ruido exterior; así como exigencias de aislamiento acústico de los elementos constructivos que lo componen (Tabla 1).
- Exigencias de **absorción acústica** a recintos específicos del edificio.
- Exigencias referidas al **ruido** y vibraciones **de instalaciones** del edificio.

1.1 Exigencias de Aislamiento acústico

En general, el DB-HR establece exigencias de aislamiento acústico **al edificio terminado**:

- Entre recintos: aislamiento a ruido aéreo e impactos.
- A un recinto: frente al ruido exterior.

El DB-HR especifica exigencias de aislamiento acústico **a los elementos constructivos** (R_A) sólo en los siguientes casos:

- *Tabiquería interior*: pared separadora entre dos estancias de una unidad de uso.
- *Paredes con puertas/ventanas* que separen unidades de uso diferentes.
- *Cerramientos que separan el ascensor de una vivienda o unidad de uso* (sólo si ascensor no lleva maquinaria incorporada).
- *Cerramientos que revisten conductos de extracción*.

En la **Tabla 1** se muestra el resumen de exigencias de aislamiento acústico solicitadas a los recintos del edificio terminado y a los elementos constructivos, según corresponda.

Para poder **determinar las prestaciones de aislamiento acústico** requeridas por el DB-HR en la fase de diseño (aun cuando sea al edificio terminado), es necesario conocer el aislamiento acústico de cada elemento constructivo (pared, forjado, trasdosado, etc.), así como las condiciones de diseño de las uniones entre elementos constructivos (apartado 3.1.4. DB-HR).

- **Aislamiento acústico de cada elemento constructivo**

Aunque en general el DB-HR establece exigencias de aislamiento acústico al edificio terminado, es necesario, como fase previa, conocer el aislamiento acústico de cada uno de los elementos constructivos que lo componen.



Forjado



Pared doble con bandas



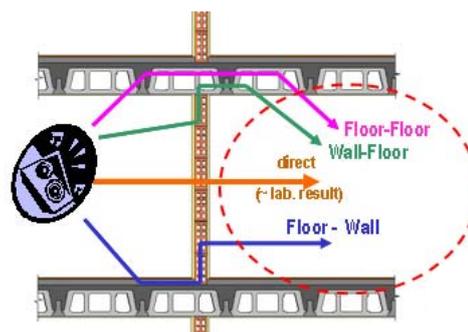
Entramado autoportante

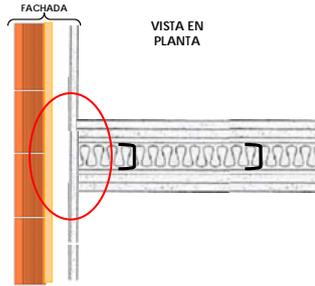


Ventana

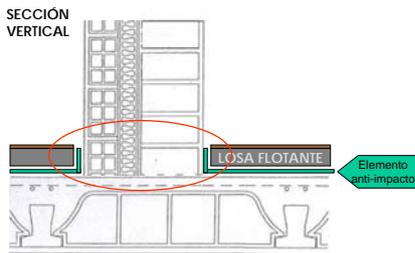
- **Condiciones de diseño de las uniones entre elementos constructivos.**

Los encuentros entre elementos caracterizan las transmisiones laterales y son determinantes en el aislamiento acústico final, por lo que, en fase de control de ejecución, es importante controlar tanto el aislamiento de cada elemento constructivo, como las uniones entre los mismos.





Ejemplo de Encuentro:
Fachada con Pared separadora



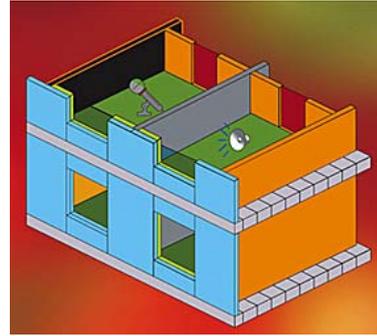
Ejemplo de Encuentro:
Forjado + Suelo flotante con Pared separadora

La valoración del aislamiento acústico del **edificio terminado** se establece mediante los siguientes **Índices globales**, que se pueden obtener a partir de modelos de predicción o medidas en el edificio:

- D_{nTA} : valor mínimo a alcanzar de aislamiento a ruido aéreo entre recintos.
- $D_{2m,n,T,A,tr}$: valor mínimo a alcanzar de aislamiento a ruido aéreo entre un recinto y el exterior.
- L'_{nTw} : valor máximo a no superar de aislamiento a ruido impactos entre recintos.

En el Anexo B del presente documento se definen estos tres índices globales, de forma detallada.

El cumplimiento de las prestaciones de aislamiento acústico exigidas al edificio terminado puede comprobarse mediante la realización de ensayos "in situ" en el mismo. El índice global de valoración calculado a partir del ensayo es directamente comparable al de la exigencia.

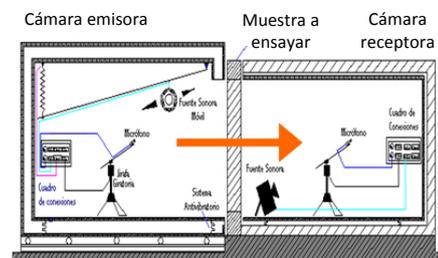


Ensayo *in situ*



La valoración del aislamiento acústico de los **elementos constructivos** se realiza mediante los siguientes **Índices globales**, que se obtienen mediante ensayo en laboratorio:

- Forjados: R_A y $L_{n,w}$
- Medianera / Tabiquería: R_A
- Fachada: $R_{A,tr}$
- Ventanas: $R_{A,tr}$
- Caja de persiana: $D_{n,e,Atr}$
- Puertas: R_A
- Suelos flotantes: ΔR_A y ΔL_w
- Techos suspendidos: ΔR_A
- Trasdosados/revestimientos: ΔR_A



Ensayo en laboratorio



Tabla 1: Exigencias de aislamiento acústico del DB-HR del CTE

| Requisitos en | Laboratorio | In situ | | |
|----------------------|----------------|-----------------|----------------------|------------------|
| Parámetro de | $R_A \geq$ | $D_{nT,A} \geq$ | $D_{2m,nT,Atr} \geq$ | $L'_{nT,w} \leq$ |
| Aislamiento a ruido: | Aéreo interior | | Aéreo exterior | Impactos |

Ver definiciones de parámetros y tipologías de recintos en Anexos B y A respectivamente.

| Aislamiento a ruido aéreo interior | | | Recinto receptor | |
|--|--|-------------------------------|---|---|
| Protección frente al ruido generado en: | | | Protegido | Habitable |
| <i>Recintos pertenecientes a misma unidad de uso</i> | | | | |
| Tabiquería interior | | | | |
| Recintos NO pertenecientes a la misma unidad de uso: | Colindantes si: horizontalmente ESV | NO comparten Puertas/ventanas | $D_{nT,A} \geq 50$ dBA | $D_{nT,A} \geq 45$ dBA |
| | | comparten puertas/ventanas | Puerta/ventana $R_A \geq 30$ dBA | Puerta/ventana $R_A \geq 20$ dBA |
| Recintos de Instalaciones y de Actividad: | verticalmente ESH | NO comparten puertas | $D_{nT,A} \geq 55$ dBA | $D_{nT,A} \geq 45$ dBA |
| | | comparten puertas | | puerta $R_A \geq 30$ dBA cerramiento $R_A \geq 50$ dBA |
| Recinto de ascensor: | Si maquinaria NO incorporada | | Elemento que separa ascensor de una unidad de uso R_A elemento ≥ 50 dBA | |
| | Si maquinaria DENTRO del mismo (de mochila) | | Se considera recinto de instalaciones. Requisito in situ. | |
| Cerramientos que revisten conductos de extracción que discurren dentro de una unidad de uso. | | | (*) | |
| - Si Patinillo de extracción de humos de garajes: | | | $R_A \geq 45$ dBA | |
| - Si Otros conductos de extracción: | | | $R_A \geq 33$ dBA | |

(*) Para justificar el cumplimiento de exigencia $D_{nT,A} \geq 55$ dBA, se recomienda un cerramiento de $R_A \geq 60$ dBA

| Aislamiento frente a ruido aéreo exterior | | Recinto receptor | |
|--|--|-------------------------------|------------------|
| Protección frente al ruido procedente del exterior: Fachada/Cubierta | | Protegido | Habitable |
| | | $D_{2m,nT,Atr} \geq$ Variable | No hay requisito |

Exigencia de aislamiento acústico en función de:

- Uso de edificio
- Índice de ruido día L_d

| L_d dBA | Uso del edificio | | | |
|--------------------|----------------------------|-----------|--|-------|
| | Residencial y hospitalario | | Cultural, sanitario ¹⁾ , docente y administrativo | |
| | Dormitorios | Estancias | Estancias | Aulas |
| $L_d \leq 60$ | 30 | 30 | 30 | 30 |
| $60 < L_d \leq 65$ | 32 | 30 | 32 | 30 |
| $65 < L_d \leq 70$ | 37 | 32 | 37 | 32 |
| $70 < L_d \leq 75$ | 42 | 37 | 42 | 37 |
| $L_d > 75$ | 47 | 42 | 47 | 42 |

| | |
|--------------------------------------|--|
| Medianería entre 2 edificios: | colindantes con otros edificios o medianería |
| | Cada cerramiento de medianería $D_{2m,nT,Atr} \geq 40$ dBA |
| | Conjunto 2 cerramientos $D_{nT,A} \geq 50$ dBA |

| Aislamiento a ruido de impactos interior | | Recinto receptor | |
|---|---------------------------------|------------------------|------------------|
| Protección frente al ruido generado en recintos: | | Protegido | Habitable |
| Recintos NO pertenecientes a la misma unidad de uso: ESH | Colindantes: horizontalmente | $L'_{nT,w} \leq 65$ dB | No hay requisito |
| | verticalmente | | |
| de Instalaciones o de Actividad. | arista horizontal común | $L'_{nT,w} \leq 60$ dB | |

1.2 Exigencias de Absorción acústica

El DB-HR exige una absorción acústica mínima a cumplir por el conjunto de elementos constructivos, acabados superficiales y revestimientos que delimiten:

a) Zonas comunes (*)

| | |
|-----------------------|---|
| | Área de absorción acústica equivalente, A |
| Zona común (*) | $\geq 0,2 \text{ m}^2$, por cada metro cúbico del volumen del recinto |

(*) Zona común en edificio de uso residencial público, docente y hospitalario, colindante con recintos protegidos con los que comparta puertas.

NOTA:

La exigencia de absorción acústica **NO aplica a zonas comunes de una vivienda**, que sería un edificio de uso residencial privado.

b) Aulas, salas de conferencias vacías y comedores / restaurantes



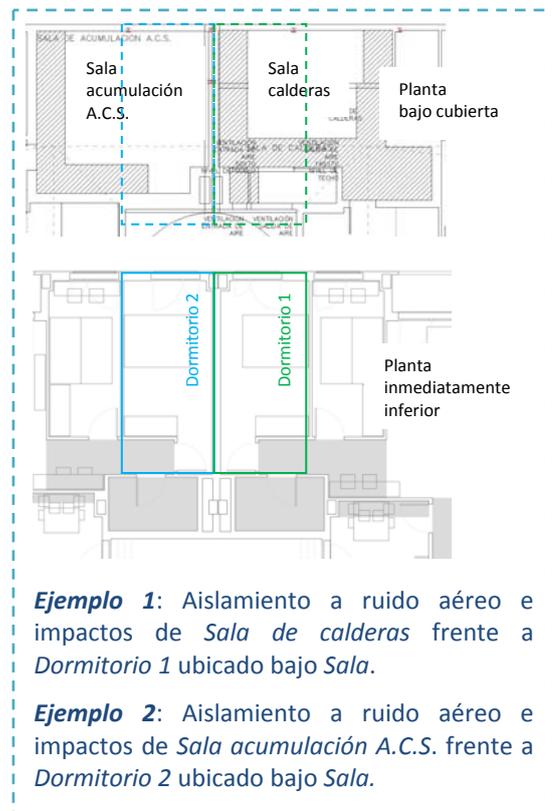
| | Tiempo de reverberación |
|--|-------------------------|
| Aula / sala conferencias vacía (sin ocupación ni mobiliario) (volumen < 350 m ³) | $\leq 0,7 \text{ s}$ |
| Aula / sala conferencias vacía; pero incluyendo el total de butaca (volumen < 350 m ³) | $\leq 0,5 \text{ s}$ |
| Comedor / Restaurante vacío | $\leq 0,9 \text{ s}$ |

1.3 Especificaciones a las Instalaciones del edificio

El DB-HR trata el ruido de instalaciones, básicamente, de la siguiente manera:

a) Exige un Aislamiento acústico

Exige un aislamiento acústico entre recintos de instalaciones y recintos colindantes protegidos y habitables (ver Tabla1).



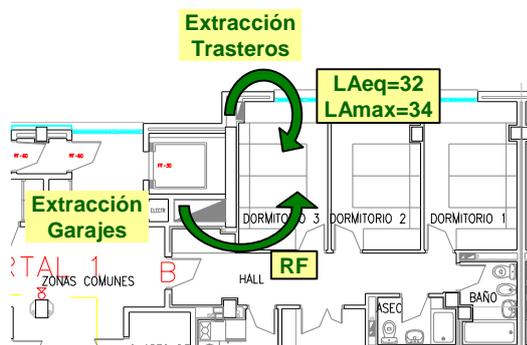
b) Limita el ruido transmitido

Por una parte, exige que se limite la potencia acústica de los equipos de instalaciones, para cumplir con los niveles de inmisión en el interior de los recintos colindantes (ver apartado 2.3 de Parte 2 de este documento).

En **proyecto** se establecerá la potencia sonora máxima de cada uno de los equipos generadores de ruido estacionario, de las rejillas y terminales de sistemas de aire acondicionado o equipos situados en cubiertas y zonas exteriores.

El límite de ruido transmitido al interior de los recintos es el establecido en la **Ley 37/2003 del Ruido**^[2] y sus decretos complementarios. En la Comunidad Autónoma del País Vasco se ha desarrollado según el **Decreto 213/2012**^[3] de Contaminación Acústica del País Vasco.

Además de cumplirse con los límites establecidos en dicho decreto, se deben cumplir también las ordenanzas municipales sobre ruido ambiental, que pueden ser más exigentes que la Ley del Ruido.



Ejemplo de medida de niveles de inmisión en un dormitorio por ruido generado por extracción

Por otra parte, de cara a cumplir con los niveles de inmisión en los recintos colindantes, el DB-HR establece para las siguientes instalaciones **pautas de montaje**, características, tratamientos de encuentros y anclaje con cerramientos, etc., que limitan el nivel de ruido y vibraciones transmitidos:

- Equipos generadores de ruido estacionario.
- Conducciones y equipamiento:
 - Hidráulicas
 - Aire acondicionado
 - Ventilación
 - Eliminación de residuos
 - Ascensores y Montacargas

Las especificaciones a cumplir por las instalaciones se establecen en el apartado 2.3 del DB-HR, que deriva en otros tantos apartados a tener en cuenta. Dicha información se ha recogido de forma agrupada en el **Anexo F** de la

presente Guía.

En **fase de ejecución** será necesario supervisar todas las pautas de montaje establecidas para los equipos de instalaciones y sus conductos.

La **Guía de Aplicación del DB-HR**^[4] recoge una serie de *Fichas* para instalaciones, en las que se reflejan los detalles constructivos relevantes a controlar desde el punto de vista acústico. Son detalles de elementos constructivos (encuentros con instalaciones), de recintos especiales y de soluciones de instalaciones típicas. Esta información se amplía en el apartado 6.3 de este documento.



Ventilación forzada Garajes



Puerta Garajes



Maquinaria Ascensores



Fontanería

2. ¿CÓMO REALIZO EL CONTROL DE OBRA QUE ME AYUDE A CUMPLIR LO ESTABLECIDO EN EL DISEÑO ACÚSTICO DEL PROYECTO?

Para el caso de los elementos constructivos se recomienda seguir los pasos 2.1 a 2.4.

Para el caso de las instalaciones se recomienda seguir el apartado 2.5.

La Orden de 15 de junio de 2016, sobre Control Acústico de la Edificación^[5] establece la obligatoriedad de consignar los resultados de los ensayos, pruebas y análisis del control de recepción de obra de la características acústicas de los elementos y sistemas según modelo de ficha normalizada.

2.1 Conocer los valores de aislamiento acústico y masas de los elementos constructivos.

- Forjados: R_A y $L_{n,w}$
- Medianera / Tabiquería: R_A
- Fachada: $R_{A,tr}$
- Ventanas: $R_{A,tr}$
- Caja de persiana: $D_{ne,Atr}$
- Puertas: R_A
- Suelos flotantes: ΔR_A y ΔL_w
- Techos suspendidos: ΔR_A
- Trasdosados/revestimientos: ΔR_A

Estos valores se establecen en el proyecto en su fase de diseño y estarán recogidos en las **fichas justificativas** que el DB-HR ofrece para el cumplimiento de los valores límite de aislamiento acústico, o en un documento similar.

Anejo K del DB-HR - **Fichas justificativas** según opción de diseño seleccionada:

- Opción Simplificada
- Método General

En el apartado 6.1 de esta guía se recogen en detalle los parámetros acústicos que caracterizan a cada elemento constructivo, así como las normas de ensayo aplicables para la obtención de dichos parámetros, a partir de la realización de medidas en laboratorio.

2.2. Verificar las prestaciones de aislamiento acústico de cada elemento constructivo.

Verificar que los valores de aislamiento son conformes con los que inicialmente se establecieron en el proyecto.

Para ello, se dispondrá de un documento justificativo del aislamiento acústico aportado por el elemento constructivo, que incluya detalles constructivos y características de los materiales/productos que lo componen. En la introducción del apartado 6 se describen los posibles documentos justificativos.

Se presenta en el **Anexo E** una ficha que sirve de guía para la **verificación en obra** de los valores de aislamiento acústico y de masa superficial, requeridos a los **elementos constructivos** cuando el diseño se ha realizado mediante la opción simplificada.

La ficha normalizada para consignar los resultados del control de recepción de las características acústicas de los elementos se recoge en el anexo i de la Orden de Control Acústico y se reproduce en el Anexo G de este documento.

2.3 Recepcionar los materiales (productos que componen el elemento constructivo).

Realizar la recepción de los materiales (productos) que componen cada tipología de elemento constructivo, verificando que sus características son conformes con las de proyecto y documento justificativo de prestaciones asociado.

Ejemplos:

Tabique interior de placa de yeso laminado:

- Placa de yeso laminado: tipo, espesor, masa,...
- Material de cámara: tipo, espesor, densidad, resistividad al flujo de aire,...
- Perfiles: tipo, dimensiones, distancias de fijación,...
- Banda: tipo, espesor, ubicación,...

Medianera de doble fábrica con bandas perimetrales:

- Banda: tipo, espesor, rigidez dinámica, ubicación,...
- Pieza de cada fábrica: material, formato, dimensiones, masa,...
- Revestimiento fábricas: tipo, espesor, ubicación,...

Suelo flotante:

- Suelo: material, espesor, masa,...

densidad, rigidez dinámica,...

Techo suspendido:

- Sistema de cuelgue: tipo,...
- Material de cámara: tipo, espesor, densidad, resistividad al flujo de aire,...
- Panel del techo: material. dimensiones. masa....

La variación de estas características de los productos puede hacer variar el resultado de aislamiento acústico del elemento constructivo.

En el apartado 5 se detalla cómo realizar la recepción de los productos y elementos constructivos y se mencionan parámetros a controlar por cada tipología de producto.

2.4 Controlar la ejecución de los elementos constructivos.

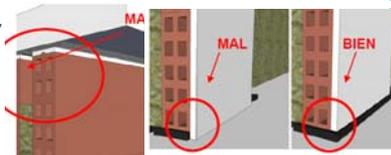
En fase de ejecución es tan importante controlar la correcta ejecución de cada elemento constructivo, como su encuentro con el resto de los elementos:

- SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS: deben construirse de acuerdo a lo establecido en el informe o documento en el que se hace referencia a su aislamiento acústico.

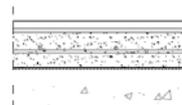
Ejemplos:

Pared doble:

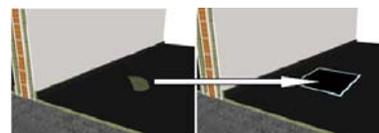
Chequear el espesor de la cámara intermedia, si se ha colocado el material diseñado en dicha cámara, si cubre toda la superficie de cámara, si se han colocado y ubicado correctamente las bandas elásticas que debiera disponer, espesor de revestimientos, encuentro de revestimiento con banda perimetral,



Suelo flotante:



Garantizar la continuidad del elemento anti-impactos, controlar espesor de losa correcto,...

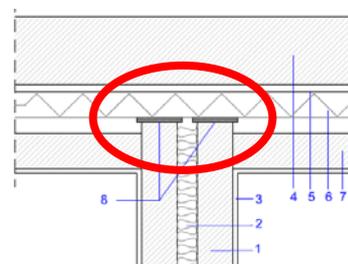


- ENCIENTROS: la unión de cada elemento constructivo con el resto de los elementos debe ejecutarse acorde a lo establecido en el proyecto.

Ejemplos:

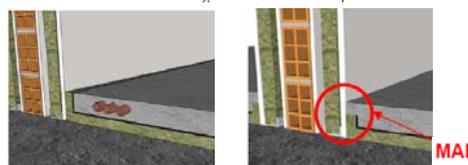
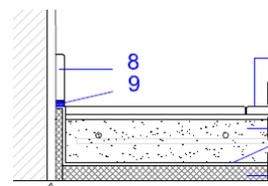
Encuentro Medianera - Fachada:

Si en proyecto está establecido, por ejemplo, que las fábricas de la medianera que acometan a la hoja exterior de fachada, sin romper la continuidad del material de la cámara de fachada, controlar que se ejecuta de esa manera.



Encuentro Suelo flotante - Medianera:

Controlar que no exista contacto de la losa con las paredes,...



Nota: imágenes extraídas de la Guía de aplicación del DB-HR

En los apartados 6.2 y 6.3 de la presente guía se amplía la información para la realización de un buen control de ejecución. Se indican puntos críticos a controlar y se detallan una serie de Fichas de apoyo, que recoge la Guía de aplicación del DB-HR.

2.5. Instalaciones – recepción y control de ejecución.

Para el caso de las **instalaciones** se deberá:

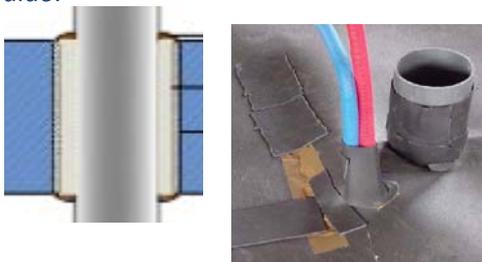
- Conocer los niveles de potencia sonora máxima de cada uno de los equipos generadores de ruido estacionario, de las rejillas y terminales de sistemas de aire acondicionado y de los equipos situados en cubiertas y zonas exteriores que se han establecido en el proyecto.
- Verificar estos datos en recepción de obra.
- Así mismo, conocer las pautas de montaje de las instalaciones, tratamiento de encuentros, anclaje a cerramientos,... que también han debido ser establecidos en el proyecto.
- Realizar un control de ejecución de las pautas de montaje, tratamientos, anclajes,....

Para ello, se recomienda seguir las Fichas de ejecución y control de ejecución de la Guía de aplicación del DB-HR, para instalaciones, cuyo listado se recoge en el apartado 6.3 de esta guía.

Ejemplos:

Paso de tubo por forjado:

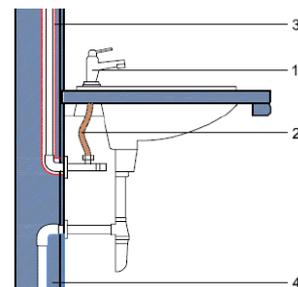
Cuando un conducto atraviese un paramento, se controlará que se instale una junta elástica perimetral sellada a ambos lados. Ésta es una forma de minimizar la transmisión de vibraciones al paramento y minimizar la transmisión de ruido.



Sanitarios:

Controlar, por ejemplo, que se emplean conexiones flexibles (latiguillos flexibles) entre los sanitarios y la red de distribución de agua.

Verificar que las tuberías metálicas empotradas se han revestido con tubos corrugados holgados o coquillas elásticas.

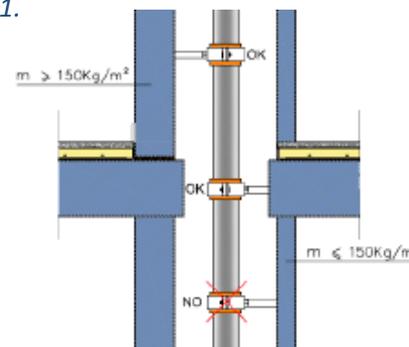


Anclajes:

Chequear que las tuberías se han sujetado con abrazaderas desolarizadoras.



Los anclajes de las tuberías colectivas deben realizarse a paramentos de masa > 150 kg/m², según el DB-HR, apartado 3.3.3.1.



Nota: imágenes extraídas de la Guía de aplicación del DB-HR

Todo el proceso de control de calidad deberá ir recogido en el Programa de Control de Calidad anexo a proyecto de acuerdo con las calidades y requisitos establecidos en el proyecto.

Durante el proceso de ejecución se recogerá toda la documentación asociada a dicho control en el Libro de Control de Calidad de Edificio

3. ¿CÓMO PROCEDER CUANDO SE PROPONE UN ELEMENTO CONSTRUCTIVO DIFERENTE AL CONTEMPLADO EN PROYECTO?

Es vital comprobar si la nueva solución constructiva cambia o no cambia de tipología acústica respecto a la utilizada en el diseño del proyecto.

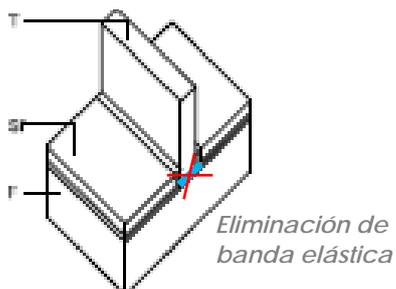
En apartado 4 se explican las diferentes *tipologías acústicas* de elementos constructivos con las que se trabaja en el DB-HR del CTE.

3.1 Si la nueva solución constructiva propuesta Sí cambia de *tipología acústica*

Es necesario revisar todo el diseño acústico del proyecto, ya que el cambio de tipo puede llevar asociado un cambio en las transmisiones laterales, que deriven en un cambio significativo en el aislamiento acústico entre recintos.

Ejemplo 1:

Sustituir una tabiquería de fábrica con apoyo sobre banda elástica por una tabiquería de fábrica con apoyo directo al forjado.



Se considera, por ejemplo, un proyecto cuyo diseño se ha realizado siguiendo la opción simplificada del DB-HR del CTE. En dicho proyecto está previsto construir:

- Forjado base (masa $m=425 \text{ Kg/m}^2$ y aislamiento a ruido aéreo $R_A = 57\text{dBA}$).
- Tabiquería de fábrica con banda elástica ($m=90 \text{ kg/m}^2$ y $R_A = 36\text{dBA}$).

Se propone en fase de ejecución colocar la

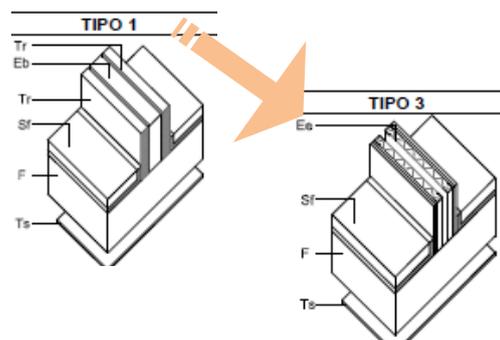
tabiquería sin banda elástica en el encuentro con el forjado, argumentando que la nueva tabiquería mantiene un aislamiento similar (R_A tabiquería sin banda = 37dBA).

Aunque se mantengan la m y R_A mínimos de la tabiquería, el cambio de tipo ha afectado a las transmisiones laterales y, en este caso, ha derivado en unas exigencias mayores de aislamiento al suelo flotante. Implicaría:

- Suelo flotante: tendría que tener una mejora de aislamiento a ruido de impactos $\Delta L_w \geq 14\text{dB}$, en lugar de los 12 dB de proyecto.
- Además, no tenía requisitos de mejora de aislamiento a ruido aéreo y con el cambio de tipo, debería presentar una mejora $\Delta R_A \geq 2\text{dBA}$ ó en su defecto colocar un Falso techo (no necesario anteriormente) con una mejora $\Delta R_A \geq 2 \text{ dBA}$.

Ejemplo 2:

Cambiar solución de medianera de Fábrica (Eb) con trasdosado (Tr) por ambas caras (tipo 1) por una de entramado autoportante (tipo 3).



Se considera, por ejemplo, un proyecto cuyo diseño se ha realizado siguiendo la opción simplificada del DB-HR del CTE. En dicho proyecto está previsto construir:

- Pared separadora: Fábrica de bloque hormigón 110mm + yeso ambas caras ($m=160 \text{ Kg/m}^2$ y $R_A = 42\text{dBA}$), con Trasdosado por ambas caras (ΔR_A de un trasdosado = 14dBA).
- Tabiquería: de entramado autoportante ($m=26 \text{ Kg/m}^2$ y $R_A = 43\text{dBA}$).

- Fachada de 2 hojas no ventilada: hoja exterior pesada (fábrica bloque hormigón 110mm + mortero una cara; $m=160 \text{ Kg/m}^2$ y $R_A = 42\text{dBA}$) y hoja interior de entramado.

Se propone en fase de ejecución: cambiar la Fábrica de bloque hormigón trasdosada, por una pared de entramado autoportante 13+13/48+10+48/13+13, argumentando que la nueva medianera tiene un aislamiento similar ($R_{A \text{ entramado}} = 62\text{dBA}$).

El cambio de tipo en la medianera supone en este caso modificaciones en las características mínimas a cumplir por la hoja exterior de la fachada, que son:

- con medianera de proyecto:

$m_{\text{hoja ext}} \geq 130 \text{ kg/m}^2$. No existe R_A mínimo.

- con medianera propuesta:

$m_{\text{hoja ext}} \geq 145$ y $R_A \geq 45 \text{ dBA}$

Tras chequear las nuevas características a cumplir por la hoja exterior de fachada, sería necesario modificarla también, porque ahora tiene requisito mínimo de aislamiento y no lo cumple (42 frente a 45dBA a cumplir). Podría cambiarse por una Fábrica de bloque hormigón de 140mm; $m=189 \text{ Kg/m}^2$ y $R_A = 45\text{dBA}$).

3.2 Si la nueva solución constructiva propuesta NO cambia de *tipología acústica*

En este caso, debe asegurarse que se sigan cumpliendo los valores de aislamiento acústico, masa, etc. establecidos en el diseño del proyecto. En caso de que se reduzcan estas prestaciones, ver cómo afecta al resto de elementos constructivos (revisión del diseño acústico).

Ejemplo 1:

Modificar el tipo de material de la cámara interior de una pared de doble fábrica con bandas elásticas.

En diseño se reflejaba una pared doble con bandas elásticas y se sigue manteniendo, por lo que no hay cambio de tipología acústica. Sin embargo, el hecho de cambiar el material de la cámara puede modificar el aislamiento acústico

del elemento constructivo, disminuirlo, por ejemplo, y no cumplir así con el valor especificado en diseño.

Cambio de Pared de doble fábrica con lana mineral en cámara intermedia ($m=135 \text{ kg/m}^2$ y $R_A=59 \text{ dBA}$) por otra con una lana mineral diferente ($m=130 \text{ kg/m}^2$ y $R_A=55 \text{ dBA}$).

Si los requisitos de diseño eran, por ejemplo, de: $m=130 \text{ kg/m}^2$ y $R_A=54 \text{ dBA}$, sería una propuesta de cambio aceptable.

Ejemplo 2:

Cambiar el número o el tipo de placas a usar o el tamaño de cámara de aire en un sistema de placa de yeso laminado.

Por ejemplo, en proyecto estaba considerado un elemento constructivo para la medianera de placa de yeso laminado de 13+13/48/10/48/13+13 y en fase de ejecución se decide cambiar esta solución por una de 'triple capa' de yeso laminado.

Mientras la masa y el R_A de la solución propuesta sean iguales o mayores que la de diseño, sería una propuesta de cambio aceptable.

Ejemplo 3:

Cambiar un forjado por otro de igual/similar aislamiento acústico; pero de menor masa.

Cambio de Forjado de losa alveolar de canto 300mm ($m=459 \text{ kg/m}^2$; $R_A=59 \text{ dBA}$ y $L_{n,w}=69 \text{ dB}$) por Forjado unidireccional de piezas de hormigón de canto 350mm ($m=413 \text{ kg/m}^2$; $R_A=59\text{dBA}$ y $L_{n,w}=70\text{dB}$).

La nueva propuesta de forjado mantiene un aislamiento acústico similar, pero disminuye la masa. Esta disminución en masa puede afectar a los requisitos solicitados a otros elementos, como el suelo flotante:

Si se sigue la opción simplificada y la tabiquería diseñada es de entramado autoportante el suelo flotante deberá aportar una mejora a ruido impactos de $\Delta L_w = 11\text{dB}$ frente a los 10 necesarios cuando se consideraba el forjado inicial de proyecto.

4. TIPOLOGÍAS ACÚSTICAS DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Cuando se diseña acústicamente un edificio se utilizan conceptos de **tipos de elementos constructivos**. El tipo de elemento influye en la transmisión del ruido al resto de elemento a los que está unido.

En el apartado **3.1.2.3.** del **DB-HR** se recogen de forma detallada las diferentes tipologías de **elementos de separación**, resumidas a continuación:

4.1 Elementos de separación vertical

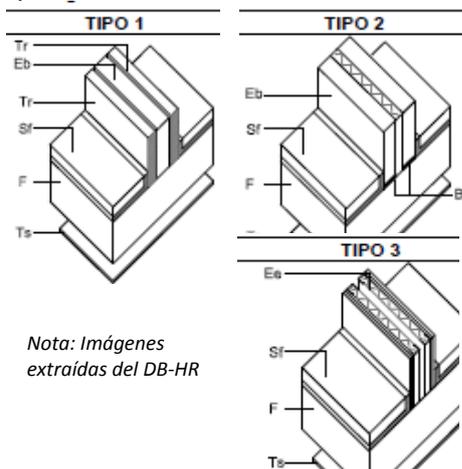
Son los cerramientos verticales que separan una unidad de uso respecto a otro recinto del edificio; o que separa un recinto protegido o habitable respecto a un recinto de actividad o instalaciones.
Ej: partición separadora entre 2 salones de diferentes usuarios. Existen 3 tipos:

-**Tipo 1:** elemento base de 1 ó 2 hojas de fábrica, hormigón o paneles prefabricados pesados, sin trasdosado o con un trasdosado por ambas caras.

-**Tipo 2:** elemento de 2 ó 3 hojas de fábrica o paneles prefabricados pesados, con bandas elásticas en su perímetro dispuestas en los encuentros con forjados, suelos, techos, pilares y fachadas, de:

- al menos una de las hojas de fábrica, cuando se trata de un elemento de 2 hojas.
- en las 2 hojas que trasdosan el elemento base de fábrica, para partición de 3 hojas.

-**Tipo 3:** elemento de 2 hojas de entramado autoportante.



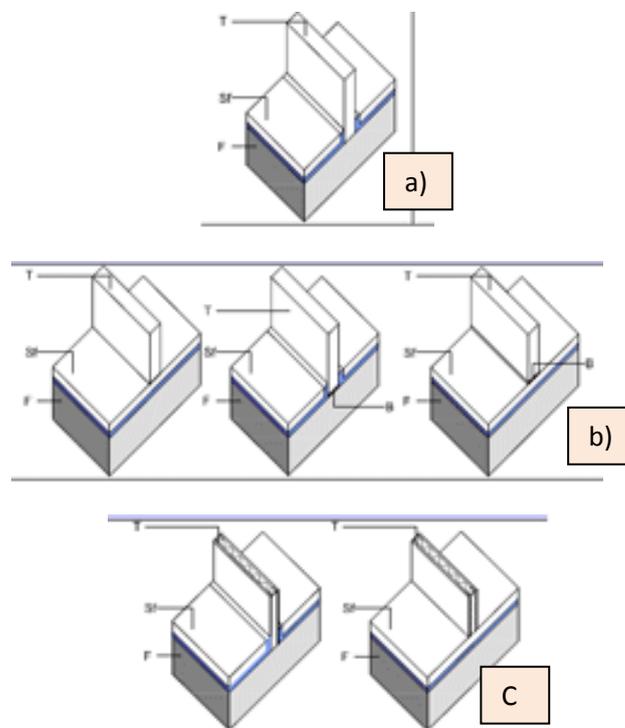
Nota: Imágenes extraídas del DB-HR

4.2 Tabiquería

Son los cerramientos verticales que separan recintos dentro de una misma unidad de uso.

Ejemplo: partición separadora entre 2 dormitorios de una misma vivienda.

- de fábrica o paneles prefabricados pesados con apoyo directo en forjado.
- de fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas dispuestas al menos en los encuentros inferiores con forjados o apoyada sobre suelo flotante.
- de entramado autoportante.
- de otro tipo.



Nota: Imágenes extraídas del DB-HR

4.3 Elementos de separación horizontal

Son los cerramientos horizontales que separan una unidad de uso respecto a otro recinto del edificio; o que separa un recinto protegido o habitable respecto a un recinto de actividad o instalaciones.
Ej: partición separadora entre 2 dormitorios de diferentes usuarios.

Se diferencian en varias partes: forjado base, suelo flotante y, en algunos casos, techo suspendido.

5. MATERIALES/PRODUCTOS DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS: CÓMO REALIZAR SU RECEPCIÓN EN OBRA

El concepto de recepción de materiales en una obra va unido al concepto de tipo de verificación y lotes a verificar.

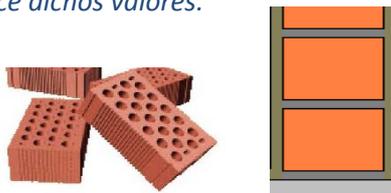
La consecución de unas prestaciones acústicas en el edificio está relacionada con el aislamiento acústico de cada elemento constructivo que conforma el mismo. Por lo tanto, el control acústico en obra está enfocado al elemento constructivo, a su composición y ejecución.

Los **productos/materiales** formarán **parte de los elementos constructivos finales**. Desde el punto de vista acústico, la recepción del producto y del elemento constructivo va de la mano, ya que las características del elemento constructivo vendrán marcadas por los productos que lo componen.

Ejemplo:

En proyecto viene indicada una pared de ladrillo revestida de yeso por ambas caras, con unas exigencias mínimas de aislamiento acústico (R_A) y de masa superficial (kg/m^2).

Se deberá supervisar que cada producto que compone la pared que se ejecute en obra (bloque, juntas de mortero, yeso, etc.) garantice dichos valores.



En el documento justificativo de aislamiento acústico, estará indicado el formato del bloque y su masa, así como el material y espesor de la junta entre bloques y de los revestimientos.

Para realizar la recepción de un producto/material es necesario verificar que sus características coinciden con las del producto considerado en el elemento constructivo del que forma parte.

La **verificación** se realizará frente a la documentación entregada por el fabricante del producto y el control visual. Se controlarán al menos los siguientes parámetros, en función del

producto a recepcionar:

I-Bloques/Piezas / Paneles / Placas de cerramientos:

Material
Dimensiones/formatos
Masa superficial (kg/m^2)

II-Bovedillas/prelosas/prefabricados:

Material
Dimensiones/formatos
Masa superficial (kg/m^2)

III-Morteros/yesos:

Tipo
Masa superficial (kg/m^2)

IV-Materiales de relleno o colocados en cámaras de elementos constructivos de separación:

Resistividad al flujo de aire (r)
Espesor

V-Productos aislantes a ruido de impactos utilizados en suelos flotantes y bandas elásticas de desconexión de cerramientos:

Material
Rigidez dinámica (s')
Espesor

VI-Productos utilizados como absorbentes acústicos:

Coefficiente de absorción acústica (α)
Espesor

VII-Productos de perfilería de paredes de entramado autoportante o sistemas de cuelgue de techos suspendidos:

Tipo/material
Dimensiones
Si lleva elementos amortiguadores

La **frecuencia de verificación** será la establecida para el control dimensional de cada tipo de material. En caso de no estar establecida, se realizará al menos un control por cada tipo de producto.

6. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS: CÓMO REALIZAR EL CONTROL Y SEGUIMIENTO DURANTE LA EJECUCIÓN DE OBRA

Como ya se ha indicado anteriormente, es fundamental controlar que cada elemento constructivo esté ejecutado de acuerdo con lo establecido en el documento justificativo de su aislamiento acústico.

Deberá existir por tanto un documento que explicita el aislamiento acústico asignado al elemento constructivo:

- Informe de ensayo en laboratorio.
- Catálogo de elementos constructivos.
- Otros métodos sancionados por la práctica.

Dicho documento deberá contener el parámetro acústico asociado (Tabla 2), junto con los detalles de materiales que lo componen y detalles constructivos.

La base de datos **dBMat-Índices globales**^[6], publicada por el Área de Acústica del LCCE de Gobierno Vasco, contiene datos acústicos de productos y sistemas concretos, con referencia a fabricante e Informe de ensayo.

Si no existiera documento justificativo del parámetro acústico (aislamiento o absorción) de un elemento constructivo, será necesario realizar ensayo para verificar el valor solicitado. En este caso los ensayos se realizarían en laboratorio de acuerdo a las **familias de normas**^[7] UNE-EN ISO 10140-parte 1 a 5 para aislamiento y la UNE-EN ISO 354 para absorción sonora.

Por lo tanto, durante el control de obra se **verificará la construcción adecuada del elemento** y, además, se controlará la ejecución acorde al diseño acústico de los **encuentros del elemento frente a los elementos colindantes, conducciones e instalaciones**.

Se recomienda una **frecuencia de verificación** mínima de un control por cada tipología de elemento constructivo y planta del edificio en construcción.

6.1 Parámetros acústicos que caracterizan a los elementos constructivos

Para obtener las prestaciones acústicas requeridas al edificio, se exige a los elementos constructivos determinados **valores globales de aislamiento y absorción acústica** medidos en laboratorio, y una **masa mínima** para muchos de ellos.

Por lo tanto, estos parámetros serán los que habrá que controlar. En apartados anteriores se ha especificado cuáles para cada tipología de elementos constructivos, y se vuelven a detallar a

continuación (Tabla 2):

Es fundamental que los distintos elementos constructivos que se ejecutan en obra tengan la prestación acústica requerida, para llegar a cumplir con la prestación final en el edificio terminado.

| ELEMENTO CONSTRUCTIVO | | Parámetro acústico |
|-----------------------|---|--|
| Separación vertical | Medianera Tabiquería Fachada hoja interior | R_A |
| | Trasdosado | ΔR_A |
| Separación horizontal | Forjado ó losa | R_A y $L_{n,w}$ |
| | Suelo flotante | ΔR_A y ΔL_w |
| | Techo suspendido: - Aislamiento acústico - Transmisión aérea indirecta - Control de reverberación (absorción sonora) | ΔR_A y ΔL_w $D_{n,s,A}$ α_m |
| Envolvente | Cubierta Fachada Fachada parte ciega Ventana (con caja de persiana y/o aireador, si dispusiera) | $R_{A,tr}$ |
| | Aireador Caja de persiana | $D_{n,e,Atr}$ |

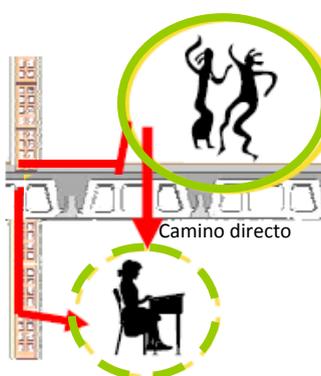
Tabla 2: Elementos constructivos y parámetros acústicos de caracterización asociados

| | VALORACIÓN | MEDICIÓN en laboratorio | Elemento constructivo |
|---------------------------------------|---------------|----------------------------|---|
| | Índice global | Norma de medida UNE-EN ISO | |
| Aislamiento acústico a Ruido Aéreo | R_A | 10140-2 | Medianera Tabiquería Fachada hoja interior Forjado |
| | $R_{A,tr}$ | 10140-2 | Fachada (<i>P.ciega+Ventana</i>) Cubierta Fachada parte ciega Ventana (con caja de persiana y/o aireador, si dispusiera) |
| | ΔR_A | 10140-2 y 1 | Trasdosado Suelo flotante Techo suspendido |
| | $D_{n,e,Atr}$ | 10140-2 y 1 | Aireador Caja de persiana |
| Aislamiento acústico a Ruido Impactos | $L_{n,w}$ | 10140-3 | Forjado ó losa |
| | ΔL_w | 10140-3 y 1 | Suelo flotante Techo suspendido |
| Absorción sonora | α_m | 354 | Techo suspendido Revestimiento pared/techo |

Tabla 3: Parámetros acústicos que caracterizan a cada elemento constructivo y normas de ensayo para medirlos

6.2 Puntos críticos a controlar de los elementos constructivos

Desde el punto de vista del aislamiento acústico, es tan importante controlar la correcta ejecución de la solución constructiva, como la forma de unión de la misma con el resto de los elementos que conforma el edificio, tal y como se indica en el apartado 2.4. Una inadecuada ejecución de un encuentro puede producir que un camino de transmisión de ruido lateral, no contemplado en proyecto, cobre importancia respecto al camino directo y reduzca sustancialmente el aislamiento acústico entre los recintos implicados.



Ejemplo: Se ejecuta la losa del suelo flotante con contacto rígido a las paredes laterales, cuando en proyecto se contemplaba la colocación de banda anti-impactos entre losa y paredes.

Debido a incorrecta ejecución de este encuentro, el camino de transmisión de ruido lateral (losa-pared superior-forjado-pared inferior) adquiere mayor importancia y reduce el aislamiento acústico entre recintos.

Por ello, es importante recalcar que:

Para poder alcanzar las prestaciones acústicas establecidas en el proyecto, es necesaria una correcta ejecución tanto de las soluciones constructivas como de sus encuentros; para ello, es indispensable que se especifiquen claramente en el proyecto tanto la composición de los elementos como el diseño de los encuentros.

Para conseguir esta correcta ejecución, es necesaria también una supervisión o control de ejecución, en base a la información establecida en el proyecto.

Existen múltiples parámetros críticos a controlar desde el punto de vista acústico, asociados a la tipología de cada elemento constructivo. No serán críticos los mismos aspectos, por ejemplo, en un cerramiento de bloque, que en una pared de entramado autoportante.

Para cada tipología de cerramiento se realizará un seguimiento específico de la ejecución, teniendo en

cuenta los puntos críticos a controlar tanto en la ejecución de la propia solución como de los encuentros.

En la Tabla 4 se presentan los puntos críticos básicos a controlar en sistemas genéricos.

Cerramiento vertical (medianera, tabiquería,...):

- Según tipología, controlar ejecución del elemento y sus encuentros, acordes con diseño.

Suelo flotante (SF):

- Garantizar continuidad del elemento anti-impactos.
- Controlar Encuentro con paredes conforme a diseño.

Acabado de suelo: Evitar contacto con paredes:

- Dejar holgura perimetral, por ejemplo, 5-10mm, entre suelo y paredes. Intercalar lámina.
- Evitar contacto rígido entre suelo y paredes por medio del zócalo/rodapié: utilizar silicona o similar.

Techo suspendido:

- Garantizar continuidad del material colocado en cámara intermedio.
- Controlar si perfilería incluye o no elementos antivibratorios.



Ventana (con caja persiana y/o aireador, si los dispusiera)

- Garantizar sellado de holgura existente entre ventana y premarco de obra, tanto en perímetro como en espesor.
- Ajuste de ventana adecuado.

Puerta de entrada o entre recinto habitable y de Instalaciones/Actividad:

- Garantizar que se instalen los burletes o guillotinas reflejados en documento justificativo de aislamiento acústico.
- Asegurar su correcta colocación.

Rozas:

- Elementos húmedos: evitar enfrentar cajas de enchufes y macizarlas adecuadamente.
- Elementos secos: garantizar continuidad de material absorbente de cámara intermedia.

Instalaciones:

- Aislamiento de conducción y fijación de conductos y equipos a elementos constructivos mediante elementos elásticos y antivibratorios.



Tabla 4: Puntos básicos a controlar en elementos constructivos, para garantizar las prestaciones acústicas

Se muestran a continuación ejemplos de supervisión:

Elementos constructivos de doble hoja:

Cámara intermedia de espesor adecuado y material en cámara colocado de acuerdo a indicaciones del sistema: continuidad del mismo, contacto con hojas, espesor, etc.



Control del espesor del material en cámara intermedia.



Seguimiento de colocación del material en cámara y continuidad, también cuando existen instalaciones.



Verificación de distancia de separación entre hojas adecuada.

6.3 Fichas de Control de Ejecución

La *Guía de aplicación del DB-HR (V.0)* recoge una serie de fichas, con detalles constructivos importantes a controlar desde el punto de vista del aislamiento acústico, que facilitan el control de ejecución en obra de:

- 1) Elementos constructivos** (paredes, suelos flotantes, ventanas,...)
- 2) Recintos especiales** (de instalaciones, cuartos húmedos, patinillos...)
- 3) Instalaciones típicas** (ascensores, puertas de garaje,...).

Se recomienda la **utilización** de estas **fichas** para realizar un control de ejecución adecuado. Se pueden obtener en el siguiente enlace:

<http://www.codigotecnico.org>

El resumen las fichas existentes para realizar el control se presenta en los Esquemas 1 a 3.

En el esquema 1 se indican las fichas existentes para **Elementos constructivos**:

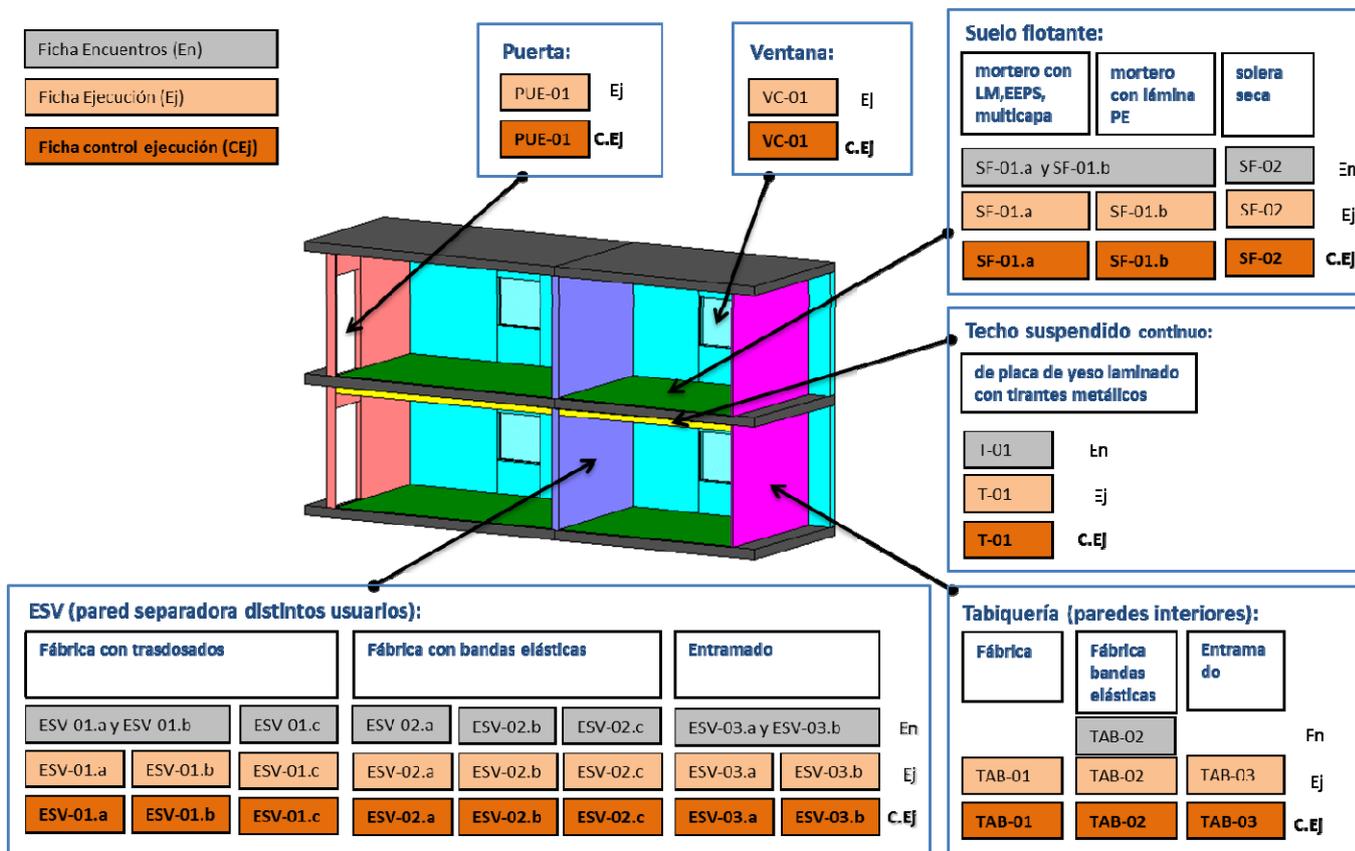
- Elementos de separación vertical (ESV) o medianeras
- Tabiquería
- Suelos flotantes
- Techos suspendidos continuos
- Ventanas y capialzados
- Puertas

Dependiendo del tipo de elemento constructivo, existen fichas con detalles de:

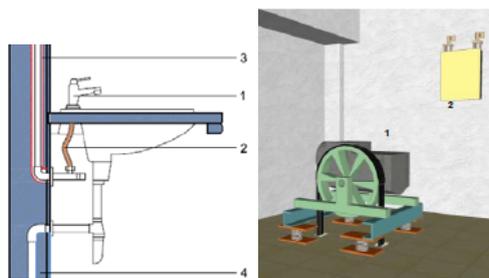
- *Encuentros* entre elementos, y en ocasiones, del elemento con los conductos de ventilación e instalaciones.
- *Ejecución*.
- *Control de la ejecución*.

En los esquemas 2 y 3, se indican las fichas disponibles para **Recintos especiales** y para **Instalaciones**, respectivamente.

Resumen de Fichas para el Control Acústico de Obra,
referidas a la protección frente al ruido, disponibles en la 'Guía de aplicación del DB-HR Protección frente al ruido'



Esquema 1: Fichas para el control acústico de *elementos constructivos*



| <i>Recintos especiales</i> | Ejecución | Control de ejecución |
|----------------------------|------------|----------------------|
| Recinto de instalaciones | R-INST (*) | R-INST |
| Cuartos húmedos | CH | CH |
| Patinillo de instalaciones | CP (*) | CP |

(*) Diseño y Ejecución

Esquema 2: Fichas para el control acústico de *recintos especiales con instalaciones*

| <i>Instalaciones</i> | Ejecución | Control de ejecución |
|---|--------------|----------------------|
| Grupo de presión | INST-GP | INST-GP |
| Calefacción y ACS centralizadas | INST-CAL | INST-CAL |
| Ascensores | INST-ASC (*) | INST-ASC |
| Extracción de humos en garajes y aparcamientos en cubierta | INST-GAR | INST-GAR |
| Sistemas de climatización y de aire acondicionado partidos en viviendas | INST-CLI | INST-CLI |
| Puertas de garaje | INST-PG (*) | INST-PG |
| Bancadas y amortiguadores | INST-BAN | INST-BAN |
| Silenciadores | INST-SIL | INST-SIL |
| Pantallas | INST-PAN | INST-PAN |

(*) Diseño y Ejecución

Esquema 3: Fichas para el control acústico de *instalaciones*

7. FRECUENCIA DE VERIFICACIÓN DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA, PARA EL CONTROL ACÚSTICO

El control en la obra se realizará mediante las verificaciones visuales y documentales que se han detallado en apartados anteriores, siguiendo las frecuencias mínimas de verificación indicadas:

Recepción de productos que componen los elementos constructivos (ver apartado 5):

- La establecida para el control dimensional de cada tipo de material, o en su defecto, al menos un control por cada tipo de producto. Se verificará información suministrada por el fabricante frente a parámetros relevantes asociados al producto.

Control de ejecución de los elementos constructivos (ver apartado 6):

- Documento justificativo de aislamiento acústico de cada tipo de elemento constructivo.
- Control de ejecución de los elementos constructivos por cada tipología de elemento y planta del edificio.

Para la realización de este seguimiento se recomienda utilizar:

- Fichas específicas de control de requisitos (Anexo E).
- Documentos justificativos de composición de elementos constructivos, para el control del material.
- Fichas de control de ejecución de soluciones, encuentros e instalaciones (*Esquemas 1-3*).

8. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS CONCRETOS:

En este apartado se tratan de forma específica, para algunos de los elementos constructivos, los puntos críticos a controlar para garantizar las prestaciones acústicas.

8.1 Ventana (con caja de persiana y/o aireador, si los dispusiera)

El conjunto de elementos que cierra el hueco de la fachada (ventana, con la caja de persiana y/o aireador, si los dispusiera) es fundamental en el aislamiento acústico de la misma. Un control adecuado de la ventana, sin obviar el control de la ejecución de la parte ciega, ayudará a obtener el aislamiento acústico final de la fachada.



El aislamiento acústico de la ventana se valora mediante el índice global de aislamiento acústico medido en laboratorio: $R_{A,tr}$.

Es importante resaltar que si la ventana de obra dispusiera de caja de persiana y/o aireador, el $R_{A,tr}$ solicitado, es al del conjunto ventana + caja de persiana y/o aireador.



Debido a que, en general, la ventana será el elemento “débil” de la fachada, que condicionará el aislamiento acústico de la misma y teniendo en cuenta que se trata de un sistema en el que hay bastantes parámetros a controlar, **se recomienda** la realización de **ensayo de recepción de obra** de al menos una ventana, seleccionada en obra.

La selección de la ventana a caracterizar puede atender a diferentes criterios dependiendo de las casuísticas existentes en la obra en concreto: recinto con fachada más expuesta al ruido, recinto con mayor porcentaje de huecos, recinto con más exigencia (dormitorio frente a salón), tipología más repetida en obra, ...

Dependiendo del volumen de la obra o si hay varias carpinterías implicadas u otros motivos, puede ser recomendable realizar el ensayo acústico sobre más de una tipología de ventana.



Ventana de un dormitorio



Ventanal de un salón

Ejemplos de ventanas caracterizadas en laboratorio

Puntos del sistema a controlar:

- **Vidrio:**
 - Composición de vidrio acorde a diseño.
 - En los vidrios laminados, controlar si la lámina de PVB (butiral de polivinilo) intermedia, es del tipo solicitado (estándar, acústica, etc.).
 - En las unidades de vidrio aislante (UVA), chequear si hay aire o un gas en cámara intermedia.
- **Juntas/ribetes estanqueidad** (goma, silicona...) acorde a documento justificativo.



La estanqueidad o hermeticidad de una ventana es importante desde el punto de vista del aislamiento acústico, y está influida por el diseño de perfilería, sistema de apertura, puntos de cierre, herraje, juntas de estanqueidad, ... Aunque en este punto se haya destacado sólo el control de los ribetes, el resto de los elementos también son importantes.

- **Caja de persiana y/o aireador**

Si la ventana a instalar dispone de caja de persiana y/o aireador, verificar que:

- El documento justificativo del aislamiento acústico sea el correspondiente al del conjunto; y no sólo, por ejemplo, al de la ventana sin caja de persiana o sin aireador.
- Los elementos instalados en obra (tanto ventana, como caja de persiana o aireador) sean los mismos que se reflejan en el propio documento justificativo de aislamiento acústico.

Es importante recalcar estos dos puntos, ya que tanto caja de persiana como aireador pueden ser puntos críticos del conjunto.



Ejemplo de un aireador colocado en perfilería de ventana (cara interior y exterior)

En la **caja de persiana** controlar la existencia de material en el tambor o caja de registro, si así estuviera establecido.



Ejemplo de una caja de persiana abierta y tapa con EPS insertado

Hay que puntualizar que, desde el punto de vista del aislamiento acústico, la existencia de un material aislante térmico (pero no absorbente acústico), como puede ser un EPS, puede no significar una mejora significativa en el aislamiento acústico de la caja de persiana.

Control de ejecución:

- Es importante garantizar la estanqueidad de la ventana en su instalación en obra, sellando toda la holgura existente entre ventana y premarco, tanto en perímetro como en espesor. No sellar sólo en la zona superficial, sino abarcar todo el espesor de la fachada. Para ello, se puede inyectar espuma de poliuretano en toda la sección entre marco y premarco y sellar juntas con silicona.

Ajuste adecuado hoja-marco.

- Se **recomienda** seguir la **ficha "VC-01"** de ejecución y de control de ejecución de Guía de aplicación de DB-HR (ver *Esquema 1*).



8.2 Puerta

La puerta que separa unidades de uso (por ejemplo, la de entrada a una vivienda o a un aula) tiene requisitos de aislamiento acústico a la propia puerta.



Puerta acceso a aula

Puerta acceso a vivienda

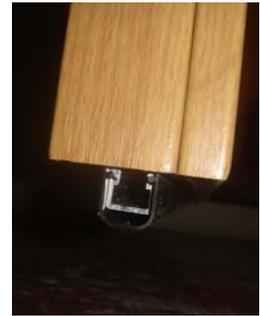
El aislamiento acústico de una puerta se valora mediante el índice global de aislamiento acústico medido en laboratorio: R_A .

Concretamente, la puerta que separa un aula del pasillo, o la puerta de una vivienda con acceso directo al salón, tienen que tener un aislamiento acústico mínimo de 30 dBA (R_A , medido en laboratorio).

Puntos del sistema a controlar:

Se verificará que los burletes de estanqueidad de la puerta a instalar son acordes a los indicados en el documento que declara su aislamiento acústico.

- Los burletes pueden ser de goma, PVC, y tener diferentes secciones e ir ubicados en laterales y lado superior de puerta y/o marco.
- En el canto inferior de la hoja de la puerta puede disponer de guillotina, cepillo de barrido, etc.



Hoja de puerta con sistema de guillotina

Puerta con:

- Burlete instalado en marco
- Umbral inferior con burlete

El ajuste o hermeticidad que se consigue entre marco y hoja es un factor crítico en el aislamiento acústico de las puertas. Por ello es muy importante supervisar, especialmente cuando el requisito acústico sea de 30 dBA, que:

- Se instalen en obra los mismos burletes y sistemas que se han indicado en el documento que declara su aislamiento acústico.
- Se realice una adecuada instalación y ajuste de los burletes y sistemas de cierre.

A falta del documento justificativo específico del aislamiento acústico de la puerta a colocar en obra, se realizará un **ensayo de recepción de obra** de una puerta, seleccionada en obra.

Aún en el caso de que exista dicho documento, se recomienda realizar un ensayo de recepción de obra de la puerta, cuando la exigencia sea de 30dBA.

Control de ejecución:

Durante la colocación de la puerta se verificará que existe un ajuste correcto entre puerta y marco.

Se recomienda seguir la **Ficha "PUE-01"** de control de ejecución de Guía de aplicación de DB-HR (ver Esquema 1).

8.3 Suelo flotante

Un suelo flotante adecuado y bien ejecutado limita el ruido de impactos transmitido a recintos colindantes y puede contribuir a la reducción del ruido aéreo transmitido.

El aislamiento acústico de un suelo flotante se valora mediante los índices de mejora de aislamiento acústico a ruido aéreo ΔR_A y la mejora de aislamiento acústico a ruido impactos ΔL_w .

Los índices de aislamiento del suelo flotante, ΔR_A y ΔL_w se deben medir respecto a un forjado base de masa superficial (kg/m^2) mayor o igual que el ejecutado en obra o bien sobre un forjado normalizado (losa de hormigón armado de 10-16 cm de canto).

Se verificará que la documentación justificativa de la mejora del aislamiento acústico del suelo flotante cumpla con esta premisa.

Control de ejecución:

Se evitará el contacto rígido del suelo flotante con el forjado base y con las paredes. Para ello hay que:

- Garantizar la continuidad del elemento anti-impactos colocado entre losa de suelo flotante y capa de compresión del forjado. Ejemplos de temas a supervisar:
 - Asegurar que no haya filtración del hormigón/mortero del suelo flotante entre las juntas del elemento anti-impactos.
 - Reparar posibles roturas del elemento anti-impactos.
 - Tratamiento especial frente a las instalaciones colocadas en el suelo.
- Colocar un elemento anti-impactos entre suelo flotante y paredes; aunque sea diferente respecto al colocado en superficie (p.ej.: colocar mismo o diferente material; pero de menor espesor).
- Colocar el rodapié/zócalo evitando contacto rígido, por ejemplo, mediante fijación con silicona

o similar.



Proceso colocación material anti-impacto



Incorrecto



Correcto

Detalle de encuentro de losa mortero con paredes, mal y bien ejecutado



Detalle montaje tarima flotante

Se recomienda utilizar las Fichas "SF-01 a y b" y "SF-02" (ver Esquema 1) de ejecución y de control de ejecución de obra o fichas similares aplicables al suelo flotante utilizado en la obra.

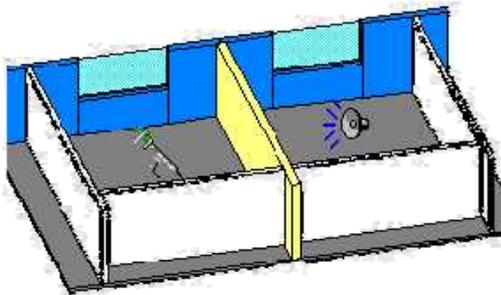
GUÍA BÁSICA PARA EL CONTROL ACÚSTICO EN EDIFICACIÓN:
EJECUCIÓN DE OBRA Y OBRA TERMINADA

VERIFICACIÓN DE OBRA TERMINADA

9. VERIFICACIONES ACÚSTICAS DE OBRA TERMINADA

Una vez construido el edificio, se podrán realizar medidas in situ, con el objeto de contrastar el cumplimiento de las exigencias acústicas establecidas para el mismo.

En general y de acuerdo con las exigencias del DB-HR del CTE (apdo.1 Parte 1 de la presente guía), pueden verificarse las prestaciones acústicas de un edificio mediante la medida in situ del aislamiento acústico y de la absorción sonora.



El tipo y número de ensayos de verificación, se establecerá para cada proyecto, en función de las necesidades asociadas al mismo.

El plan de control de calidad (PCC) del proyecto, recogerá las mediciones a realizar, en función de la reglamentación vigente y aplicable.

La verificación de las prestaciones acústicas in situ una vez finalizada la obra, se establece de acuerdo con el DB-HR del CTE. El DB-HR no establece un mínimo de medidas de verificación a realizar ni una metodología de selección de recintos en los que realizar dicha verificación.

9.1 Verificaciones obligatorias mínimas en el País Vasco (asociadas al DB-HR del CTE)

En el País Vasco, la verificación deberá contemplar la realización de al menos los ensayos in situ definidos en la Orden de 15 de junio de 2016, sobre Control Acústico de la Edificación en el País Vasco.

Además de la realización de ensayos de

verificación 'in situ', la Orden establece en la fase de ejecución el control de recepción de los materiales utilizados en la obra, en lo referente a sus prestaciones acústicas.



9.1.1 Tipos de ensayos establecidos en obra terminada según la Orden de control acústico de la edificación del País Vasco

El tipo de ensayos mínimos a realizar una vez el edificio esté terminado se recoge en el Anexo I, apdo. 1, de la Orden y se resume en la siguiente tabla:

| TIPO DE CONTROLES | ENSAYO | |
|---|---|--|
| | Situación/ tipo de aislamiento | Magnitud y norma de medida ^[8] (ver Apdo. 3.3) |
| Aislamiento acústico a RUIDO AÉREO | Entre recintos | D_{nT} (f) UNE-EN ISO 140-4 |
| | Entre recintos y el exterior | $D_{2m,nT,A,t}$ (f) UNE-EN ISO 140-5 (ruido de altavoces) |
| Aislamiento acústico a RUIDO DE IMPACTOS | Entre recintos | L'_{nT} (f) UNE-EN ISO 140-7 |
| Nivel de ruido de instalaciones en recintos colindantes | Periodo de muestreo y condiciones de operación | Magnitud y definición |
| | Instalación funcionando según Anexo D (Apdo. 4) | $L_{k,eq,Ti}$ Anexo D (Apdo. 6) |

9.1.2 ¿Aplica la Orden a mi edificio?

A-Edificio de nueva construcción (obra nueva)

La Orden es de aplicación a todas las obras de nueva construcción a las que les aplique el DB-HR del CTE.

En concreto, la realización de las medidas mínimas establecidas en el protocolo de verificación de obra terminadas es obligatoria desde el 12 de enero de 2017, para todas las obras del País Vasco, a excepción de aquellas que con anterioridad a esa fecha se encuentren en alguno de los siguientes supuestos (Disposición transitoria y disposición final de la Orden).

- Obras que tengan sus Proyectos de ejecución supervisados por la Administración.
- Obras que tengan diligenciado el preceptivo visado en los Colegios Profesionales.
- Obras que se encuentren en fase de ejecución.

Ámbito de aplicación del DB-HR del CTE (DB-HR del CTE Introducción. Apdo. II)

Ámbito de aplicación:

- Edificios de uso residencial: Público y privado.
- De uso sanitario: Hospitalario y centros de asistencia ambulatoria.
- De uso docente.
- Administrativos.

Quedan fuera del ámbito de aplicación de Las exigencias establecidas en el DB-HR del CTE:

- Los recintos ruidosos, que se regirán por su reglamentación específica.
- Los recintos y edificios de pública concurrencia destinados a espectáculos, uso comercial, edificios de aparcamiento, etc. Se consideran recintos de actividad respecto a unidades de uso colindantes.
- Aulas y salas de conferencias con volumen mayor a 350 m³. Respecto al acondicionamiento acústico.
- Obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación, salvo cuando se trate de rehabilitación integral.

Esto no significa que no haya que realizar una verificación final de las prestaciones, sino que los requisitos solicitados pueden ser diferentes o adicionales a los marcados en el DB-HR del CTE.

B-Rehabilitación de edificio existente (intervención)

La Orden sí aplicaría en rehabilitaciones integrales de un edificio y en el caso de intervenciones de ampliación o cambio de uso del edificio, se recomienda encarecidamente su aplicación.

En el caso de ampliación o cambio de uso o reforma integral, el objetivo será, a priori, alcanzar las prestaciones indicadas en el DB-HR del CTE, excepto en el caso de existir limitaciones, en las zonas ya construidas o asociadas a la estructura del edificio existente (Ver Apdo. 2.0.2. de la Guía de aplicación del DB-HR del CTE.V.03 (diciembre 2016).

En todo caso en las intervenciones integrales, en las ampliaciones de edificios y en los cambios de uso será necesario verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en proyecto realizando las medidas mínimas establecidas en la Orden.

En el resto de las intervenciones, no es obligatoria su aplicación. Se valorará teniendo en cuenta la casuística particular.

En el caso de obras de modificación, reforma o rehabilitación no integral, el objetivo, dependiendo del tipo de intervención y la casuística particular, será no empeorar las prestaciones acústicas iniciales del edificio o mejorarlas o cumplir con los requisitos establecidos por el DB-HR del CTE. La existencia de elementos constructivos que no son modificados puede condicionar la prestación acústica que se puede alcanzar. (Ref. Guía de aplicación del DB-HR del CTE).

Cuando existan elementos constructivos que no se han modificado en la intervención, la realización de medidas acústicas in situ, en general no se realizarán con objeto de verificar el cumplimiento de las prestaciones establecidas en la orden, si no para establecer la prestación final alcanzada.



10. CUANTIFICACIÓN DE LOS ENSAYOS DE VERIFICACIÓN A REALIZAR EN UNA OBRA TERMINADA

El número de ensayos por tipo de control acústico a realizar en un edificio terminado será establecido en función del tipo de proyecto y casuísticas de recintos existentes en el mismo: unidades de uso, tipologías de recintos y colindancias, En el anexo A se detalla la tipología de recintos respecto a la protección frente al ruido.

Se tendrá además en cuenta el grado de seguimiento durante la ejecución en obra que se haya establecido.

Esta cuantificación estará recogida en el plan de control de calidad del proyecto (PCC) y será la dirección facultativa la que tenga potestad para modificarlo.

En todo caso, el objetivo es que el número de ensayos y dónde se realicen garanticen, junto con el control de ejecución de obra previo, la verificación del cumplimiento de las prestaciones acústicas establecidas para el edificio en proyecto de acuerdo como mínimo a lo establecido en el DB-HR del CTE.

Además, en el caso de que existan instalaciones del edificio situadas en la zona exterior, éstas deberán cumplir con el decreto autonómico y las ordenanzas municipales que le apliquen, en cuanto al ruido entorno al edificio. En estos casos puede que sea necesario realizar medidas acústicas in situ de verificación.

10.1 Número mínimo de ensayos por tipo de control, obligatorios en el País Vasco. (Muestreo según Orden)

En el apartado 3 del anexo I de la Orden sobre Control Acústico de la Edificación de la CAPV(X), se establece el número mínimo de ensayos acústicos 'in situ' por tipo de control que debe realizarse en una obra terminada. El resumen se recoge en la siguiente tabla.

La Orden establece la obligatoriedad de realizar medidas de aislamiento a ruido aéreo e impactos entre recintos colindantes que no sean de la misma unidad de uso (u.u.), diferenciando además los que sean de actividad o alberguen instalaciones comunes del edificio.

Nº MÍNIMO DE ENSAYOS
establecidos en Orden Control
Acústico Edificación:

| TIPO DE CONTROL: | | CASUÍSTICA | |
|------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| | | Entre | Recinto actividad instalaciones |
| AISLAMIENTO | RUIDO AÉREO entre recintos | Recinto u.u. | Tabla 1 (*) |
| | RUIDO IMPACTOS entre recintos | Recinto u.u. | Tabla 2 (*) |
| AISLAMIENTO | RUIDO AÉREO frente al exterior | En recinto protegido Tabla 3 (*) | |
| | NIVEL DE RUIDO instalaciones comunes | En recinto protegido Tabla 4 (*) | |

(*) Anexo I de la Orden sobre Control Acústico de la Edificación de la CAPV.

Así mismo establece medidas del aislamiento acústico de las fachadas y del nivel de ruido producido por instalaciones comunes en los recintos colindantes.

El número mínimo de medidas de aislamiento a realizar entre recintos y de fachada se establece en función del número de unidades de uso de edificio construido, excepto para los casos concretos de recintos de actividad o instalaciones y medidas de niveles.

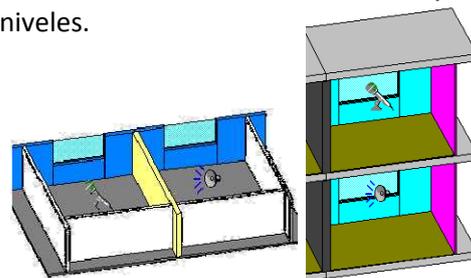


Tabla 1

| Nº unidades de uso (n) del edificio | AISLAMIENTO RUIDO AÉREO in situ ($D_{nT,A}$) entre | RECINTOS COLINDANTES | |
|-------------------------------------|---|----------------------|---------|
| | | Horiz | Vertic. |
| $n \leq 20$ | Cualquier otro recinto habitable | 1 | 1 |
| Si $20 < n \leq 80$ | Recinto no perteneciente a la misma uu, que no sea de instalaciones o actividad | 2 | 2 |
| Si $80 < n \leq 140$ | | 3 | 3 |
| Si $140 < n < 200$ | | 4 | 4 |
| Si $200 < n \leq 260$ | | 5 | 5 |
| Si $260 < n \leq 320$ | | 6 | 6 |
| Si $320 < n \leq 380$ | | 7 | 7 |
| Si $n > 380$ | | 8 | 8 |

(1) Si no existiera recinto protegido afectado se aplicaría al habitable más afectado, si existe

Es decir, sólo conociendo el nº de unidades de uso de un edificio, se puede cuantificar cuál será el número mínimo de medidas a realizar para estos casos.

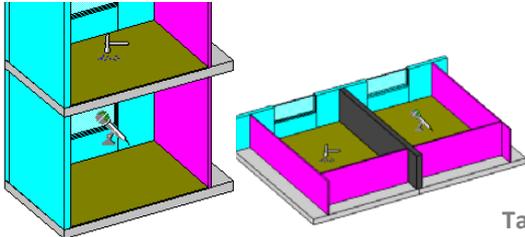


Tabla 2

| Nº unidades de uso (n) del edificio | AISLAMIENTO RUIDO IMPACTOS in situ ($L'_{n1,w}$) entre | RECINTOS COLINDANTES | |
|-------------------------------------|---|----------------------|--------|
| | | Horiz. | Verti. |
| $n \leq 20$ | Cualquier otro recinto no perteneciente a la misma UU, que no sea de instalaciones o de actividad | 1 | 1 |
| Si $20 < n \leq 80$ | | 1 | 2 |
| Si $80 < n \leq 140$ | | 1 | 3 |
| Si $140 < n \leq 200$ | | 2 | 4 |
| Si $200 < n \leq 260$ | | 2 | 5 |
| Si $260 < n \leq 320$ | | 3 | 6 |
| Si $320 < n \leq 380$ | | 3 | 7 |
| Si $n > 380$ | | 4 | 8 |

(2) Si no existiera recinto protegido afectado, no sería necesario aplicar a recinto habitable, ya que, no existe dicho requisito a cumplir.

Para establecer cuántas medidas de aislamiento acústico es necesario realizar respecto a recintos de instalaciones/actividad, es necesario localizar en el proyecto cada uno de los recintos e identificar si existe colindancia con respecto a un recinto protegido o habitable, según proceda. Y para los casos existentes y en función del tipo de colindancia, se establecen el número de medidas a realizar según la tabla 4.

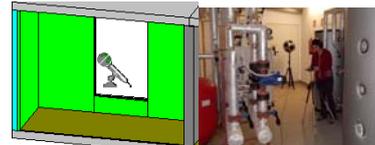


Tabla 4

| Nº unidades de uso (n) | AISLAMIENTO Entre RECINTOS | RUIDO AÉREO in situ ($D_{T,w}$) RECINTOS COLINDANTES | | RUIDO IMPACTOS in situ ($L'_{1,T,w}$) RECINTOS COLINDANTES | |
|------------------------|------------------------------------|--|------------------|--|-------------------------|
| | | Horizont. | Vertical | Horizont. | Vertical ⁽⁶⁾ |
| Cualquier n | INSTALACIONES ⁽²⁾ | 1 ⁽³⁾ | 1 ⁽³⁾ | 1 ⁽²⁾ | 1 ⁽³⁾ |
| | PROTEGIDO de una UU ⁽⁴⁾ | 1 ⁽⁴⁾ | 1 ⁽⁴⁾ | 1 ⁽⁴⁾ | 1 ⁽⁴⁾ |

✓ Recinto INSTALACIONES: 1 por recinto.

✓ Recinto ACTIVIDAD: 1 por tipo

⁽¹⁾ Un ensayo por cada recinto de instalaciones existente, tomando como recinto sensible el recinto protegido colindante más afectado (o en su defecto, habitable).
⁽²⁾ Un ensayo por cada tipo de recinto de actividad existente, tomando como recinto receptor el protegido colindante más afectado (o en su defecto, habitable).
⁽³⁾ Cuando en el recinto de ascensor la maquinaria está integrada, el recinto se considerará de instalaciones y se condicionará la realización del ensayo de aislamiento a su viabilidad.
⁽⁴⁾ Recinto protegido bajo recinto de Instalaciones o actividad.



Tabla 3

| Nº unidades de uso (n) del edificio | AISLAMIENTO FRENTE RUIDO EXTERIOR in situ ($D_{2m,ntA,w}$) | Nº ensayos |
|-------------------------------------|--|------------|
| $n \leq 20$ | Ruido exterior protegido de una unidad de uso ⁽²⁾ | 1 |
| Si $20 < n \leq 80$ | | 2 |
| Si $80 < n \leq 140$ | | 3 |
| Si $140 < n \leq 200$ | | 4 |
| Si $200 < n \leq 260$ | | 5 |
| Si $260 < n \leq 300$ | | 6 |
| Si $320 < n \leq 380$ | | 7 |
| Si $n > 380$ | | 8 |

(2) No exigencia frente a habitable no protegido

En el caso de recintos de instalaciones comunes del edificio o recintos de actividad, la Orden establece que se verifique el aislamiento acústico entre estos recintos y los recintos de las unidades de uso colindantes.

Así mismo hay que indicar que en el caso de recintos de actividad, éstos deberán además cumplir con la regulación de ruido específica cuando se ponga en funcionamiento la actividad. Dicha regulación podrá establecer la realización de verificaciones acústicas in situ.

Las actividades están sujetas a la regulación autonómica según el Decreto 213/2012, de 16 de octubre, de Contaminación Acústica de la Comunidad Autónoma del País Vasco y ordenanzas municipales. La regulación podrá establecer valores de aislamiento del recinto adicionales a los establecidos por el DB-HR en función del tipo de actividad que alberguen.

Los locales concebidos para albergar actividades requerirán el cumplimiento de la normativa específica, cuando vayan a desarrollar la actividad. En la fase de fin de obra de un edificio, la mayoría de los recintos de actividad no se habrán puesto en marcha, de ahí que en esta fase se verifique el aislamiento establecido en el DB-HR.

Excepción a esto es el caso de los garajes, que son locales de actividad operativos tras el fin de obra.

En cuanto a las medidas de niveles de ruido de las instalaciones comunes del edificio, la Orden marca un mínimo de 4 instalaciones a verificar, siempre que colinden con un recinto protegido.

Si no existe recinto protegido afectado, pero sí habitable, no es obligatorio realizar la medida frente al habitable según la Orden.



Tabla 5

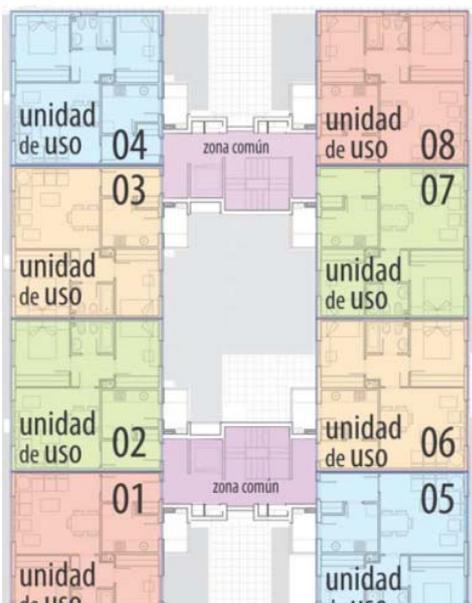
| Instalación | Nº ensayos de Nivel de ruido generado por la instalación en recinto protegido colindante más afectado |
|-------------------------------------|---|
| Ventilación mecánica | 1 |
| Puerta de garaje motorizada | 1 |
| Sala maquinaria ascensor | 1 |
| Sala de Calderas/compresores/bombas | 1 |

10.1.1 Ejemplo de aplicación a un edificio concreto

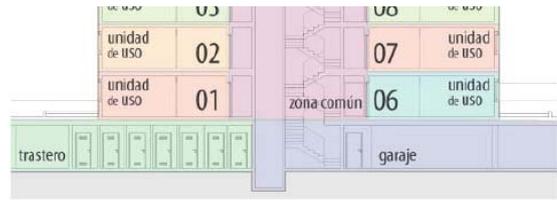
EDIFICIO DE VIVENDAS

Edificio de 40 viviendas: 5 plantas, con 8 viviendas por planta y sótano con garaje, trasteros y recintos de instalaciones.

(Ref. Imágenes extraídas de la Guía de aplicación del DB-HR-CTE. Ver.03 Dic 2016. (A.2.4.1.1. Viviendas en bloque))



Plano planta: Distribución unidades de uso (viviendas)



Alzado edificio

Para la vivienda se aplica lo establecido en la Orden:

1º Aislamiento acústico entre recintos:

El número de unidades de uso del edificio son 40: Entrando en tablas 1,3 y 5 de la Orden, se establecen el nº ensayos de aislamiento, excepto para los casos de recintos de instalación y actividad.

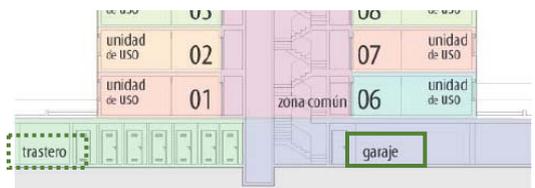
| TIPO DE CONTROL | Nº MÍNIMO MEDIDAS establecidas en Orden | |
|------------------------------------|---|---------------------|
| | Recinto de uu | Horizontal+Vertical |
| Aislamiento acústico a RUIDO AÉREO | Entre recintos | 2+2 |
| | Frente al exterior | 2 |
| RUIDO DE IMPACTOS | Entre recintos | 1+2 |

2º Aislamiento acústico de recintos de actividad:

El único recinto de actividad que existe en el edificio es el garaje. Es colindante sólo con viviendas en su parte superior, por lo que:

- No habrá que realizar ensayos de aislamiento a ruido aéreo ni a ruido de impactos en colindancia horizontal.
- Está bajo las viviendas, por lo que tampoco será necesario realizar ensayos de aislamiento a ruido de impactos en vertical. Éstos se realizan cuando el foco de ruido esté sobre el recinto bajo estudio.

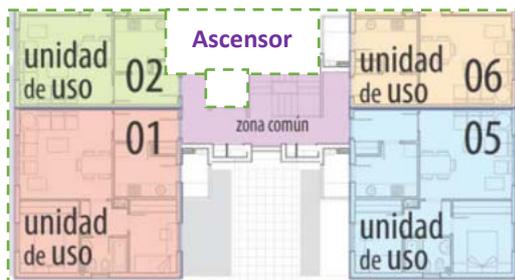
Los trasteros son recintos no habitables y, por lo tanto, no se tienen en cuenta en la evaluación: no hay requisito de aislamiento entre un recinto de la vivienda y un trastero.



3º Aislamiento acústico de recintos de instalaciones comunes:

El ascensor no es de tipo mochila (maquinaria incorporada), por lo que el hueco del ascensor no se considera recinto de instalaciones, y por lo tanto la Orden no establece realizar ensayo de aislamiento entre este recinto y la unidad de uso.

En el caso de que el ascensor hubiera sido de tipo mochila, y por tanto se considere recinto de instalaciones, tampoco aplicaría realizar el ensayo, dado que el recinto del ascensor no colinda con ninguna vivienda.

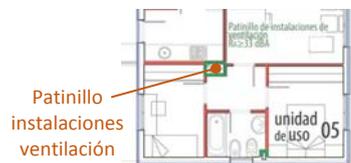


La sala de calderas colinda con garaje y no es colindante con ninguna unidad de uso (vivienda), por lo que no es necesario realizar ni ensayos de aislamiento a ruido aéreo ni de impactos.

4º Niveles de ruido de instalaciones comunes en recintos protegidos:

La **extracción forzada de los garajes** no colinda con ningún recinto protegido, por lo que no será necesario medir su nivel de ruido en funcionamiento en recinto protegido.

La **ventilación de las viviendas** dispone de sistemas de extracción forzada en baños y cocinas, que son recintos habitables no protegidos, por lo que la Orden no establece obligatoriedad de realizar medidas en estas estancias.



La **puerta mecanizada de acceso al garaje** está ubicada en un lateral al edificio, por lo que no colinda con ningún recinto protegido del mismo y tampoco será necesario realizar medida de nivel en recinto protegido.

El **ascensor** no es de mochila, por lo que no se considera recinto de instalaciones, y no será necesario realizar medida de nivel de ruido entre este recinto y unidad de uso.

Por último, tampoco aplica medir nivel de ruido en recinto protegido cuando la **caldera** está en funcionamiento, ya que no existe recinto protegido colindante con el de la caldera.

La aplicación de la Orden a este edificio deriva en la realización de 10 ensayos de aislamiento acústico in situ: 5 a ruido aéreo entre recintos, 3 de ruido de impactos entre recintos y 2 de fachada.

Nº MÍNIMO DE ENSAYOS establecidos en Orden para ejemplo:

| TIPO DE CONTROL: | | CASUÍSTICA | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------|----------------------------------|
| | | Entre | Otro recinto | Recinto instalaciones/ actividad |
| AISLAMIENTO | RUIDO AÉREO entre recintos | Recinto u.u. | 2+2 | 0+1 0+0 |
| | RUIDO IMPACTOS entre recintos | Recinto u.u. | 1+2 | 0+0 0+0 |
| | RUIDO AÉREO frente al exterior | En recinto protegido: 2 | | |
| NIVEL DE RUIDO instalaciones comunes | | En recinto protegido: 0 | | |

10.1.2 ¿Aplican las mismas medidas a un recinto de actividad que a un recinto de instalaciones?

El protocolo de la Orden diferencia entre recintos de instalaciones, en los que se establece un muestreo mínimo por cada uno de los recintos de instalación que exista y entre recintos de actividad, para los que se establece un muestreo mínimo por tipo de recinto:

- Una medida por cada recinto de instalaciones existente, tomando como recinto receptor el recinto protegido colindante más afectado: Si en un edificio existen varios recintos de instalación del mismo tipo, por ejemplo, la caja de ascensor con maquinaria incluida; aunque la distribución en cada portal se repita, es necesario realizar las medidas considerando como recinto emisor cada uno de ellos.
- Una medida por cada tipo de recintos de actividad existente, tomando como recinto receptor el protegido colindante más afectado: Si, por ejemplo, existen varios locales en planta baja, con distribución similar, que a futuro

podrán ser locales de actividad, el muestreo mínimo establece ensayar al menos el aislamiento acústico de sólo una de las configuraciones.

Establecer medidas por cada tipo de recinto de actividad, minimiza el número de medidas a realizar.



10.1.3 ¿Deben realizarse verificaciones de todos los tipos de controles in situ indicados en la Orden?

Sí, siempre que exista la casuística asociada al tipo de control se deberán realizar los ensayos in situ establecidos y sean factibles (ver Apdo. 4.1). Pueden existir edificios en los que no se presenten todas las casuísticas establecidas en la Orden, tal y como ocurre en el ejemplo 2.1.1).

10.1.4 ¿Cómo aplica el muestreo mínimo cuando en la promoción existe más de un edificio?

La Orden establece un muestreo mínimo independiente de la disposición de la promoción: cómo mínimo deben realizarse el número de medidas asociado al número de unidades de uso existentes en la promoción y las asociadas a los recintos de instalaciones y actividad.

Cuando en una promoción con más de un edificio, el número de tipos de controles de aislamiento asociados a las unidades de uso es mayor a uno por casuística, se recomienda al menos hacer 1 ensayo por cada uno de los bloques, aunque esto queda condicionado a la particularidad de cada promoción.

En el caso de que las soluciones constructivas de ambos edificios sean iguales y el control durante la obra haya sido exhaustivo, se podría entender que aplicando el muestreo en uno de los bloques el resultado es representativo del otro bloque. No

obstante, puede ser recomendable aplicar el muestreo a ambos bloques y/o ampliarlo.

En el caso de que las soluciones constructivas de ambos bloques sean diferentes, se recomienda encarecidamente aplicar el chequeo en ambos.

11. CONDICIONES EN LAS QUE REALIZAR LAS VERIFICACIONES IN SITU

11.1 ¿Cuándo realizar las medidas de verificación in situ?

En general, los ensayos de verificación in situ se realizan una vez la obra está terminada, con los recintos sin amueblar y previo al fin de obra.

En ocasiones estas medidas podrían realizarse cuando la obra no está totalmente terminada (sin acabados finales de suelo, pintado de paredes, sin puertas interiores, etc.). En el caso de que en los recintos en los que se realizan los ensayos no estuvieran colocadas las puertas, durante el ensayo las aberturas deberían ser 'tapadas' con tablero o similar, para minimizar el nivel de ruido de fondo y reproducir una situación similar a la de la obra terminada.

A- Recintos protegidos y habitables

Las mediciones de aislamiento se realizan, en general, con los recintos protegidos sin amueblar.

En los recintos habitables, puede existir mobiliario de obra, que dificulte la viabilidad de las medidas. Esto ocurre principalmente en el caso de los baños y aseos, en los que el mobiliario (lavabo, bidé, inodoro y bañera) reduce el espacio del recinto que por lo general ya es reducido en edificios residenciales. También es aplicable en algunas cocinas que integran el mobiliario.

B-Recintos de instalaciones

A priori se recomienda realizar las medidas sin los equipos instalados (calderas comunes, ascensor con mochila, ...) dado que reducen el volumen del recinto y la viabilidad de las medidas. No obstante, dependerá del tipo de instalación y características del recinto.

Los ensayos de aislamiento acústico de los recintos de instalaciones en ocasiones se plantean cuando los equipos están ya instalados, por tema de plazos, operatividad y planificación de la obra y el control. Cuando el recinto de instalaciones es pequeño y la instalación ocupa gran parte se reduce el espacio disponible para ejecutar la medición y su viabilidad técnica.

C-Recintos de actividad

El aislamiento de los recintos de actividad se mide con el recinto vacío (garajes, locales previstos para albergar actividad en edificios residenciales, etc.).

D-Ruido de instalaciones

La realización de las medidas de nivel de ruido de instalaciones está condicionada a la puesta en marcha de las diferentes instalaciones.

Se recomienda planificar las medidas de niveles sonoros como una fase más de la puesta en marcha de las instalaciones implicadas.

E- Recintos colindantes con edificios existentes.

Cuando el edificio en construcción comparte medianera con edificio existente, es probable que se presenten casos de colindancias con recintos protegidos que requieran de una verificación acústica in situ.

La realización de estas medidas puede complicarse y no ser viable, debido a que el acceso al edificio existente no está dentro del campo de actuación del promotor o constructor de la obra.

En estos casos, habría que valorar en todo caso la posibilidad de realizar las mediciones frente a edificios colindantes ya en uso. En su defecto, dado que a priori, se desconocerá la composición del cerramiento de separación y características del recinto colindante, se recomienda al menos que se diseñe el cerramiento para la exigencia marcada en DB-HR de medianería de $D_{2m,nT,Atr} \geq 40$ dBA.

F- Zonas comunes

Se define como zona común del edificio aquella zona o zonas que dan servicio a varias unidades de uso, por ejemplo, el rellano de acceso a entrada de viviendas en un bloque residencial, la caja de escalera, el pasillo de un centro escolar, etc.

Si derivada de la selección de recintos donde realizar las verificaciones, aplica la medida de aislamiento a ruido aéreo de esta zona respecto a recintos de la unidad de uso, tener en cuenta que pueden darse limitaciones por falta de espacio.

Cuando en edificio exista un recinto protegido (p.e. una sala de una vivienda) con puerta de acceso a descansillo:

Según DB-HR-CTE, no tiene exigencia de aislamiento a ruido aéreo in situ y por tanto no se incluye este tipo de situaciones en el muestreo y en la verificación.

Lo que se habrá hecho previamente, es verificar que la puerta a instalar cumple con el requisito de aislamiento que le aplica ($R_A \geq 30$ dBA), y que su instalación y ajuste han sido adecuados.

11.2 ¿Quién realiza las verificaciones in situ de acuerdo a la Orden de Control Acústico?

Los ensayos acústicos in situ, de acuerdo con la Orden deberán ser realizados por laboratorios de ensayo competentes con declaración responsable según **Real Decreto 410/2010 del 31 de marzo**^[9], dado que son ensayos para el control de calidad de la edificación. La declaración deberá abarcar la realización de los ensayos acústicos que aplican, conforme a un sistema de gestión de calidad acorde con la norma **UNE-EN ISO/IEC 17025**^[10].

Los laboratorios entregarán a la Dirección Facultativa, el documento acreditativo de haber presentado la declaración responsable ante el organismo competente de la Comunidad Autónoma del País Vasco (Dirección de Vivienda del Gobierno Vasco) o Comunidad Autónoma en la que se haya dado de alta.

En todo caso todas las medidas de control de calidad deben ser desarrolladas por laboratorios que al menos tengan la declaración responsable. Es una condición



Pueden existir exigencias adicionales a los laboratorios, establecidas por otros reglamentos autonómicos y ordenanzas municipales.

11.3 Normas aplicables para realizar los ensayos de aislamiento acústico in situ

Las normas de ensayo para la verificación in situ del aislamiento acústico de acuerdo con la Orden y el DB-HR del CTE, establecido a partir del **Real Decreto 314/2006**^[11] de 17 de marzo, están anuladas.

Estas normas anuladas serán de aplicación para realizar las medidas de verificación hasta que entre en vigor el **Proyecto de Real Decreto**^[12] por el que se modificará el CTE. A partir de la entrada en vigor de este Proyecto de Real Decreto, serán de aplicación las nuevas normas recogidas en el mismo.

La entrada en vigor del Proyecto está prevista en 2019. Se puede consultar la fecha real de entrada en vigor del Proyecto de en el web de CTE: <https://www.codigotecnico.org>

| TIPO DE CONTROL | ENSAYO AISLAMIENTO ACÚSTICO IN SITU | NORMAS DE ENSAYO ^[8] | |
|-------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| | | Antiguas (*) UNE-EN ISO | Nuevas (**) UNE-EN ISO |
| RUIDO AÉREO | Entre recintos | 140-4 | 16283-1 |
| | Entre recintos y el exterior | 140-5 (ruido de altavoces) | 16283-3 |
| RUIDO DE IMPACTOS | Entre recintos | 140-7 | 16283-2 |

(*) Aplicables hasta que entre en vigor de Real Decreto que modifique CTE (previsión: hasta junio 2019)

(**) Aplicables a partir de entrada en vigor de Real Decreto que modifique CTE (previsión: a partir de julio 2019)

11.4 ¿Qué instrumentación de medida se debe utilizar?

Los equipos utilizados en las medidas cumplirán con lo establecido en las normas de ensayo y la norma UNE-EN ISO/IEC 17025.

Los sonómetros o equipos de medición de nivel sonoro, así como los calibradores, dispondrán del certificado de verificación inicial (facilitado por el fabricante en el momento que se adquiere el

equipo), de acuerdo con la normativa vigente reguladora del control metrológico del Estado sobre instrumentos destinados a medir niveles de sonido audible (**Orden ITC/2845/2007**^[13] de 25 de septiembre o la que le sustituya).

Dichos equipos deben pasar una verificación anual de acuerdo con la citada Orden para comprobar que siguen en perfecto estado de funcionamiento. Dicha verificación también se realizará tras una reparación del equipo.

Adicionalmente, el sonómetro, el calibrador y la máquina de impactos se calibrarán periódicamente: inicialmente y en periodos establecidos por el laboratorio.

| INSTRUMENTACIÓN | REQUISITOS(*) | | |
|-----------------------------------|--------------------|---|--|
| | Tipo precisión | Verificación Orden ITC/2845/2007 | Calibración |
| Equipos de medida | | 7 | |
| Equipo de medida del nivel sonoro | Filtros: CEI 61260 | Inicial; Periódica anual; Tras reparación. | Inicial; Periódica establecida por laboratorio. |
| Micrófono | Clase 0 ó 1 | | |
| Calibrador sonoro | Clase 1 | | |
| Máquina de impactos | --- | --- | Tras reparación. |

Así mismo, la máquina de impactos y la fuente sonora deben cumplir con las especificaciones indicadas en las normas de ensayo aplicables.

| INSTRUMENTACIÓN | REQUISITOS ADICIONALES(*) | | |
|---------------------|---|--|---------------|
| | Asociados a norma de ensayo: UNE-EN ISO | | |
| | 140-4 | 140-5 | 140-7 |
| Micrófono | --- | $\phi \leq 13$ mm | --- |
| Calibrador sonoro | --- | --- | --- |
| Máquina de impactos | --- | --- | Anexo A-norma |
| Fuente sonora | Anexo A-norma | Directividad Potencia sonora 4.2/5.3 | --- |

(*) En caso de actualización de las normas de ensayo se aplicarán los nuevos requisitos asociados.

Todos los equipos utilizados dispondrán de etiqueta identificativa donde se reflejen las verificaciones realizadas al equipo, así como las calibraciones, si procede.

Antes de realizar las medidas y una vez finalizadas, se realizará la verificación de la cadena de medida usando el calibrador, para chequear en ambos casos que el valor medido no difiere más de 0,3 dB del valor de referencia del calibrador.

Los equipos utilizados en los ensayos se recogerán en el informe de resultados indicando el modelo, tipo y número de serie.

12. SELECCIÓN DE LOS RECINTOS EN LOS QUE REALIZAR LAS VERIFICACIONES

Un edificio, en general, está formado por unidades de uso repetitivas en altura y en planta y con soluciones constructivas utilizadas para cada tipología de cerramientos, también repetitivas.

Los tipos de recintos y parejas de recintos que se presentan en los diferentes edificios son muy amplios y variados. Para cada tipo de ensayo de control acústico, habitualmente existen múltiples recintos a los que les aplica la verificación.

| Tipo de ensayo Característica acústica | Casuísticas a las que se aplica |
|--|---|
| a Aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos: $D_{nT,A}$ | I Entre recinto habitable (generalmente protegido) de uu ⁽²⁾ y recinto habitable no de la uu |
| | II Entre recinto habitable (generalmente protegido) y recinto instalaciones |
| | III Entre recinto habitable (generalmente protegido) y recinto actividad |
| b Aislamiento acústico a ruido de impactos entre recintos: L_{nIw} | I Entre recinto protegido de uu y recinto habitable no de la uu |
| | II Entre recinto protegido y recinto instalaciones |
| | III Entre recinto protegido y recinto actividad |
| c Aislamiento acústico frente a ruido exterior: $D_{2m,nI,Ar}$ | IV Ln recinto protegido |
| d Nivel de ruido de instalaciones comunes del edificio Decreto 213/2013 16 octubre | V Ln recinto protegido colindante con recinto de instalaciones comunes del edificio: Cuarto de instalación ascensor / ventilación forzada / puerta garaje / sala calderas e instalaciones comunes |

La selección de los recintos en los que realizar la verificación se realiza analizando las casuísticas del edificio, sus variantes y definiendo para cada casuística los recintos más críticos y representativos.

Las verificaciones en las situaciones más críticas y representativas, junto con el muestreo aleatorio dentro de dichas situaciones, servirían como control básico final del diseño y ejecución del edificio.

En todo caso dependerá del objeto del control, el realizar mayor o menor número de medidas, así como la selección de los recintos.

12.1 Selección de recintos para el muestreo mínimo establecido en la Orden

La Orden establece las pautas para seleccionar los recintos en los que realizar las verificaciones mínimas que establece. Estas pautas están orientadas a que la verificación se realice en las casuísticas más críticas, teniendo en cuenta:

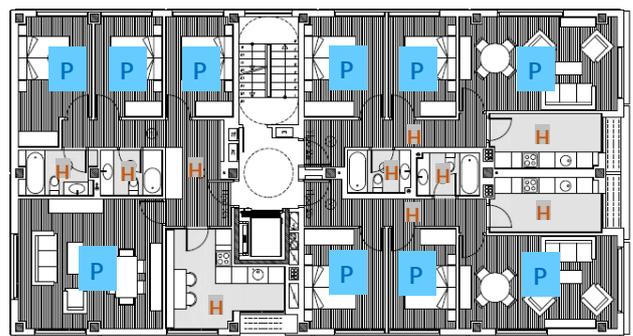
- Los recintos más sensibles de la unidad de uso, respecto a su afección de ruido.
- Las situaciones a priori más desfavorables, de acuerdo con la geometría de los recintos, el uso del recinto colindante, etc.

Pueden existir ciertas casuísticas que, aunque se den en el edificio y la aplicación de la Orden establezca a priori su medición, sean sustituidas por otras debido a las posibles dificultades técnicas asociadas a su realización, por su relativa criticidad frente a otros casos existentes en el edificio o por la poca fiabilidad del resultado que se obtendría.

En estos casos quedarán recogidos los criterios establecidos para el cambio de casuística o recinto sobre el que realizar la medida.

12.1.1 Aislamiento entre recintos

En general se seleccionan como recintos afectados los recintos protegidos (dormitorios, habitaciones, salones, aulas, ...). Esto es aplicable tanto para los ensayos de aislamiento al ruido aéreo como para los de ruido de impactos.



Cuando no se presente la casuística de recintos protegidos para el ensayo de aislamiento a ruido aéreo, se seleccionarán recintos habitables.

Puede darse el caso, por ejemplo, que en un edificio de viviendas, el local de la caldera común colinde con la cocina de una vivienda, pero no con un dormitorio o salón.

Si éste es el único caso de colindancia con recinto habitable de unidad de uso, la orden establece realizar un ensayo de aislamiento entre este local y la cocina.

El nivel de aislamiento solicitado en este caso será de ≥ 45 dBA, frente a la exigencia de ≥ 55 dBA si el recinto colindante fuera el salón o el dormitorio.

Para el ensayo a ruido de impactos, no se seleccionan recintos protegidos ubicados sobre el recinto emisor de ruido, ya que en estos casos no hay exigencia.

A. Pautas de priorización para la selección de los recintos cuando no son de instalaciones ni de actividad:

➤ Seleccionar la(s) casuística(s) a ensayar priorizando los casos de uso de los recintos, si existieran, en el orden indicado en la siguiente tabla. Ésta hace referencia a los casos de edificios de viviendas y su equivalente para otro tipo de edificios.

| Prioridad | Recintos colindantes de distintas unidades de uso | |
|-----------|---|---------------------------|
| | Recinto colindante (no perteneciente a la UU) | Recinto afectado-sensible |
| 1º | Baño | Dormitorio |
| 2º | Cocina | Dormitorio |
| 3º | Salón | Dormitorio |
| 4º | Dormitorio | Dormitorio |
| 5º | Zona común ⁽¹⁰⁾ | Dormitorio |
| 6º | Baño | Salón |
| 7º | cocina | Salón |
| 8º | Salón | Salón |
| 9º | Zona común | Salón |

Centros docentes:

- ✓ 'Dormitorio' -----> 'Aula'
- ✓ 'Salón' -----> 'Estancia'.

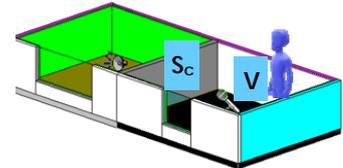
Centros hospitalarios / hoteles / residencias, etc:

- ✓ 'Dormitorio'--->'Habitación'
- ✓ 'Salón' -->'Estancia'.

A priori, las casuísticas a ensayar se seleccionan según el orden de prioridad marcado en la tabla hasta finalizar la misma y posteriormente de forma cíclica.

➤ En recintos colindantes horizontalmente:

- Se considerará como recinto receptor entre los casos existentes y, siempre que sea posible, el que presente la menor relación V/S_c (Volumen recinto afectado / Superficie común), teniendo previamente en cuenta el Orden de prioridad respecto al uso del recinto.



- En el caso de que para la situación seleccionada existieran 2 recintos, con y sin junta de dilatación intermedia, seleccionar los recintos sin junta de dilatación (situación más desfavorable).

El aislamiento acústico entre 2 recintos separados por la junta de dilatación es mayor que el existente entre 2 recintos sin junta.

Se ensayaría este caso a efectos de la orden sólo si no existiera la casuística sin junta de dilatación.

➤ En el caso de que en la promoción bajo estudio existan cuartos de baño o aseos colindantes con recintos protegidos de otra unidad de uso:

Al aplicar los criterios de selección de la Orden, estos recintos pueden ser seleccionados para realizar la verificación: Si se da la casuística de baño colindante con dormitorio, se priorizaría dicha pareja de recintos para la realización de la verificación.

Sin embargo, en los casos en que las dimensiones de los recintos de baño o aseo son tales que no permitan cumplir claramente las distancias mínimas requeridas por la norma de ensayo, se puede valorar sustituir esta situación por la siguiente colindancia aplicable según la Orden.

B. Pautas de priorización para la selección de los recintos cuando existe recinto de instalaciones o de actividad:

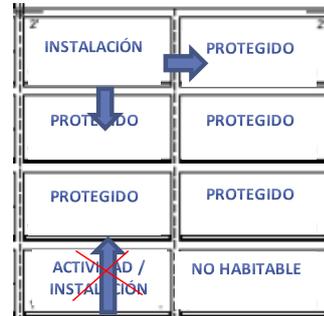
- Seleccionar el recinto protegido más afectado colindante con el recinto de instalaciones o con el recinto tipo de actividad, según el caso considerado. Si no existe recinto protegido afectado, pero sí habitable, realizar las medidas frente al habitable.

Cuando un recinto de instalación o de actividad tiene más de un recinto protegido colindante, se determinará cuál es el más afectado, mediante la realización de medidas previas o en base al estudio de las siguientes situaciones:

- Uso de los recintos protegidos (priorizar dormitorios frente a salones).
- Relación entre superficie común de recintos y volumen del recinto afectado.
- Tipo de colindancias y ubicación de las instalaciones.



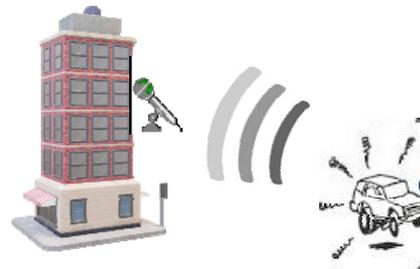
- No se seleccionan recintos de instalaciones bajo recintos, ya que no hay exigencia a impactos



12.1.2 Aislamiento frente al ruido exterior

La selección de los recintos protegidos en los que realizar las mediciones frente al ruido exterior se realiza teniendo en cuenta:

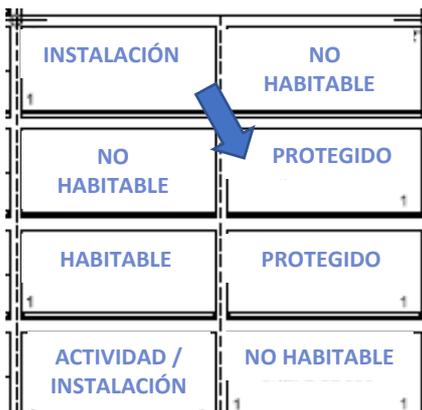
- Los niveles de ruido exterior a los que están expuestas cada fachada.
- La composición de las fachadas y posibles variantes de soluciones de hueco y parte ciega.
- La geometría de los recintos protegidos.



Aislamiento ruido de impactos :

En el caso de aislamiento de ruido de impactos de un recinto de instalaciones o de actividad frente a recinto de unidad de uso:

- En el caso de que el recinto a proteger se encuentre en la planta inferior y colinde con el recinto de instalación o actividad (planta superior) por una arista, esta casuística se selecciona para ser ensayada a ruido de impactos, en el caso de no existir casuística de recinto colindante horizontalmente o bajo el recinto de instalaciones/actividad.



Los criterios para establecer las situaciones a priori más desfavorables son:

La ubicación del edificio:
fachada expuesta mayor nivel ruido exterior L_d , con recintos protegidos.

La composición de las fachadas:
Casuísticas de ventanas y partes ciegas de las fachadas existentes en el edificio, valorando la existencia de tipologías diferentes en función de ubicación (diferente vidrio, carpintería, sellado, cajón de persiana, tamaño de la ventana, composición de parte ciega, etc.).

El recinto protegido que tenga la menor relación V/SF (Volumen recinto/Superficie fachada) de los recintos seleccionados tras aplicar las consideraciones anteriores.

Cuando existan variantes en tipologías de fachadas y nivel de ruido exterior, se recomienda ampliar el número de medidas mínimas, si éstas no cubren las situaciones más desfavorables.

12.1.3 Nivel de ruido de instalaciones

La medida del nivel de ruido producido por la instalación bajo análisis se realizará en el recinto protegido colindante más afectado con el recinto de instalaciones o instalación.

Cuando exista más de un recinto protegido colindante se seleccionará el más afectado:

Para detectar cuál es el más afectado, se puede recurrir a realizar medidas de nivel en todos ellos cuando la instalación está en funcionamiento.

Si aplica a recinto de dormitorio y salón, a priori se verificaría en el más sensible (dormitorio).

En el caso de que existan recintos protegidos colindantes horizontal y/o verticalmente, se valorará, en función del lugar de anclaje de la instalación, teniendo en cuenta que en general el aislamiento a ruido aéreo de los edificios es mayor en colindancia

Se consideran como recintos colindantes con las instalaciones aquellos recintos cuyos cerramientos están en contacto total o parcial con el recinto que alberga la instalación.

Para el caso del sistema de accionamiento de apertura y cierre de la **puerta de garaje**, la medida del nivel de ruido en un recinto protegido aplica cuando la puerta o cerramiento que alberga la puerta del garaje colinda con un cerramiento del recinto protegido.



El nivel de ruido producido por el ascensor en recinto protegido colindante con la caja de ascensor es de obligada realización, según la Orden, cuando el ascensor es



Para los niveles de ruido producido por los **sistemas de ventilación mecánica**, la Orden considera los originados por extracciones forzadas en garajes y los sistemas de ventilación forzada de las propias unidades de uso.

En el caso de las **extracciones forzadas de garaje** el nivel de ruido se medirá en un recinto protegido cuando el sistema de extracción colinde con dicho recinto.

Los niveles de ruido producidos en los recintos protegidos de las unidades de uso debido al funcionamiento del sistema de ventilación forzada se medirán cuando existan terminales del sistema en dichos

13 VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS

La valoración de los resultados obtenidos en los ensayos acústicos in situ, se realizará comparando los valores obtenidos frente a los requisitos establecidos en el proyecto:

- Aislamiento a ruido aéreo igual o superior al requisito.
- Aislamiento a ruido de impactos igual o inferior al requisito.
- Tiempo de reverberación entre los valores establecidos según el tipo de recinto
- Nivel de ruido menor o igual al requisito.

13.1 Aplicación a la Orden

La valoración de los resultados de aislamiento se realizará comparando los valores de los parámetros de valoración obtenidos de cada una de las mediciones ($D_{nT,A}$, $D_{2m,nT,Atr}$ o $L'_{nT,w}$) con los requisitos establecidos en el DB-HR de CTE.

Para el caso de los niveles de ruido transmitidos desde recintos de instalaciones comunes del edificio, se realizará frente a los límites establecidos en la Orden.

a) Aislamiento acústico.

Se considera que se cumple con los requisitos de aislamiento acústico establecidos en DB-HR del CTE, cuando los parámetros obtenidos a partir de las medidas in situ no difieren de dichos requisitos en más de 3 dB o dBA, según proceda.

Se permiten, por tanto, tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones en el edificio terminado y los requisitos establecidos:

- +3 dB en el nivel de aislamiento a ruido de impactos ($L'_{nT,w}$).
- -3 dBA en el aislamiento a ruido aéreo ($D_{nT,A}$, $D_{2m,nT,Atr}$).

Todas y cada una de las medidas de aislamiento acústico obtenidas siguiendo la Orden, deben cumplir con los requisitos establecidos. En caso de que alguna de ellas no cumpliera, la Dirección facultativa establecerá las medidas correctoras a seguir.

- b) Nivel de ruido de instalaciones en recintos colindantes.

Se considera que el nivel de ruido transmitido por instalaciones comunes del edificio a recintos protegidos colindantes cumple con los límites establecidos en la Orden, cuando ningún valor medido en un tiempo de muestreo (T) representativo del índice de evaluación, $L_{k,eq,T}$, supere los valores fijados en la Orden y que se especifican en el siguiente apartado.

En el Anexo C, se presenta una ficha que puede ser utilizada para registrar los resultados obtenidos en las mediciones.

La valoración de resultados será realizada por la Dirección facultativa y se registrará en el libro de control de calidad de acuerdo con la ficha normalizada del Anexo III de la Orden y recogida en el anexo H de este documento.

14. REQUISITOS ACÚSTICOS EXIGIBLES IN SITU A LOS EDIFICIOS-OBRA TERMINADA

Los requisitos acústicos mínimos solicitados a un edificio, dentro del alcance del CTE, son los establecidos en el DB-HR del CTE.

Determinados proyectos pueden tener establecidas exigencias acústica mayores a las marcadas en el DB-HR del CTE.

Además, pueden existir exigencias adicionales

derivadas de los reglamentos autonómicos y ordenanzas municipales.

14.1 Orden de Control Acústica

La Orden de Control Acústico establece la realización de medidas de verificación in situ del aislamiento acústico y del nivel de ruido transmitido por recintos de instalaciones comunes de los edificios que se encuentran en el alcance del CTE.

Los requisitos de aislamiento de la Orden son los contemplados en el DB-HR del CTE y los de nivel de ruido los contemplados en el Orden. Todos ellos se recogen en el apartado 5 del anexo I de la Orden que se reproduce a continuación.

14.1.1 Aislamiento acústico entre recintos

El aislamiento acústico se establece tanto para la transmisión a ruido aéreo, $D_{nT,A}$, como para la transmisión del ruido de impactos, $L'_{nT,w}$, teniendo en cuenta el tipo de recinto y la colindancia.

| RECINTOS COLINDANTES | | REQUISITOS AISLAMIENTO ACÚSTICO "in situ" | | |
|--|------------------|---|------------|------------------------|
| Recinto emisor | Recinto receptor | RUIDO | Horizontal | Vertical |
| Cualquier recinto (1) no perteneciente a la uu | Protegido | Aéreo $D_{nT,A}$ | ≥ 50 dBA | |
| | | Impactos $L'_{nT,w}$ | ≤ 65 dB | ≤ 65 dB ⁽²⁾ |
| De instalaciones o actividad | Protegido | Aéreo $D_{nT,A}$ | ≥ 55 dBA | |
| | | Impactos $L'_{nT,w}$ | ≤ 60 dB | ≤ 60 dB ⁽²⁾ |
| Cualquier recinto (1) no perteneciente a la uu | Habitable | Aéreo $D_{nT,f}$ | ≥ 45 dBA | |
| | | Impactos $L'_{nT,w}$ | ---- | ---- |
| De instalaciones o actividad | Habitable | Aéreo $D_{nT,A}$ | ≥ 45 dBA | |
| | | Impactos $L'_{nT,w}$ | ≤ 60 dB | ≤ 60 dB ⁽²⁾ |

⁽¹⁾ Siempre que no sea recinto de instalaciones o de actividad.

⁽²⁾ Siempre que el recinto receptor se encuentre debajo o estando en la planta inferior, tenga una arista horizontal común respecto al recinto emisor. No existe exigencia de aislamiento a ruido de impactos cuando el recinto emisor se encuentra debajo del recinto receptor.

En cuanto a los requisitos de aislamiento acústico a ruido aéreo e impactos entre recintos "in situ" hay que tener en cuenta que:

- No hay exigencia de aislamiento a ruido de impactos de un recinto cuando el recinto emisor es la caja de escaleras.



- Si existe puerta o ventana entre los recintos, la exigencia de aislamiento a ruido aéreo no es in situ, sino a cada elemento en laboratorio.



14.1.2 Aislamiento a ruido aéreo de fachadas

El aislamiento acústico requerido a cada una de las fachadas del edificio, $D_{2m,nT,Atr}$, se establece en función del uso del recinto protegido de la fachada y el nivel de ruido exterior.

En cuanto a los requisitos de aislamiento acústico exigido a la fachada del edificio hay que tener en cuenta que:

- El valor del índice de ruido día, L_d , puede obtenerse en las administraciones competentes o mediante consulta de los mapas estratégicos de ruido.
- Cuando no se disponga de datos oficiales del valor del índice de ruido día, L_d , se aplicará el valor de 60 dBA para el tipo de área acústica relativo a sectores de territorio con predominio de suelo de uso residencial.



FACHADAS, CUBIERTAS Y SUELOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR

| RUIDO EXTERIOR | AISLAMIENTO ACÚSTICO EXIGIDO 'in situ' | | | |
|--------------------|--|----------|---|------|
| | $D_{2m,nT,Atr}$ | | | |
| L_d | Uso del edificio | | | |
| | Residencial y hospitalario | | Cultural, sanitario (1), docente y administrativo | |
| | Dormitorio | Estancia | Estancia | Aula |
| $L_d \leq 60$ | 30 | 30 | 30 | 30 |
| $60 < L_d \leq 65$ | 32 | 30 | 32 | 30 |
| $65 < L_d \leq 70$ | 37 | 32 | 37 | 32 |
| $70 < L_d \leq 75$ | 42 | 37 | 42 | 37 |
| $L_d > 75$ | 47 | 42 | 47 | 42 |

(1) Edificios de uso no hospitalario, es decir, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.

- Para el resto de las áreas acústicas, se aplicará lo dispuesto en las normas reglamentarias de desarrollo de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Cuando se prevea que algunas fachadas, tales como fachadas de patios de manzana cerrados o patios interiores, así como fachadas exteriores en zonas o entornos tranquilos, no van a estar expuestas directamente al ruido de automóviles, aeronaves, de actividades industriales, comerciales o deportivas, se considerará un índice de ruido día, L_d , 10 dBA menor que el índice de ruido día de la zona.
- Cuando en la zona donde se ubique el edificio, el ruido exterior dominante sea el de aeronaves según se establezca en los mapas de ruido correspondientes, el valor de aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, establecido se incrementará en 4 dBA.

14.1.3 Niveles de ruido de las instalaciones comunes del edificio

La Orden establece los valores límite de inmisión sonora en el interior de recintos protegidos colindantes con recintos de instalaciones comunes de edificio obtenidos mediante medición. Estos se recogen en la siguiente tabla.



RECINTO COLINDANTE
PROTEGIDO
con instalaciones comunes
del edificio.

VALORES LÍMITE RUIDO
TRANSMITIDO

| USO | Tipo de recinto | Índices de ruido: $L_{K,T}$ | | |
|---------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------|-----------|
| | | $L_{K,d}$ | $L_{K,e}$ | $L_{K,n}$ |
| Residencial | Zona de estancias | 45 | 45 | 35 |
| | Dormitorios | 40 | 40 | 30 |
| Administrativo y oficinas | Despacho profesionales | 40 | 40 | 40 |
| | Oficinas | 45 | 45 | 45 |
| Sanitario | Zonas de estancia | 45 | 45 | 35 |
| | Dormitorios | 40 | 40 | 30 |
| Educativo o cultural | Aulas | 40 | 40 | 40 |
| | Salas de lectura | 35 | 35 | 35 |
| | Periodo día | 7-19 h | 19-23 h | 23-7 h |

A efecto de verificación mediante ensayo, se considera que el nivel de ruido transmitido a recintos colindantes por el ruido de equipos de instalaciones comunes del edificio y terminales cumple con los límites establecidos cuando ningún valor medido en un tiempo de muestreo (T) representativo del índice de evaluación $L_{K,T}$ supera los valores fijados en la Orden.

Estos son límites establecidos sin perjuicio de lo estipulado en las correspondientes ordenanzas municipales.

El DB-HR del CTE, en lo referente al ruido de instalaciones del edificio, indica que se deben cumplir los valores límite de inmisión sonora en los recintos colindantes a recintos de instalaciones, establecidos en la Ley 37/2003 y sus decretos complementarios.

El Decreto 213/2012 de 16 de octubre de Contaminación acústica del País Vasco desarrolla lo estipulado en la normativa estatal (Ley 37/2003 del Ruido y Reales Decretos asociados).

Para la evaluación mediante medición del nivel de ruido de las instalaciones comunes del edificio se ha establecido el índice de evaluación $L_{K_{eq,TA}}$ definido en el Decreto 213/2012 para el ruido transmitido a recintos colindantes protegidos por actividades:

- Los valores límite de ruido transmitido por instalaciones a recintos colindantes son los recogidos en la tabla G del Anexo I del Decreto 213/2012, incrementados en los 5 dBA que establece el punto 4 del el Artículo 53 del citado documento.
- El procedimiento de medición y cálculo del índice de evaluación es el establecido en el citado Decreto 213/2012.

GUÍA BÁSICA PARA EL CONTROL ACÚSTICO EN EDIFICACIÓN:
EJECUCIÓN DE OBRA Y OBRA TERMINADA

DOCUMENTOS DE
REFERENCIA



15. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Se indican a continuación, los documentos citados y utilizados para la realización de esta guía y que pueden ser utilizados como información complementaria.

[¹] **DB-HR del CTE.** Documento básico de Protección frente al ruido. Con comentarios del Ministerio de Fomento. Articulado: Septiembre 2009. Comentarios: Junio 2011. Código Técnico de la Edificación. Ministerio de Fomento. Secretaría de estado de vivienda y actuaciones urbanas. Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda.

<http://www.codigotecnico.org/>

[²] **Ley 37/2003**, de 17 de noviembre, del Ruido.

[³] **Decreto 213/2012**, de 16 de octubre, de CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO (BOPV de 16 de noviembre). Corrección de errores BBOOPV de 31 de diciembre de 2012 y 15 de abril de 2013.

[⁴] **Guía de aplicación del DB HR Protección frente al ruido.** Versión V.03 Diciembre de 2016. Código Técnico de la Edificación. Ministerio de Fomento. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. IETcc-CSIC. Unidad de calidad en la construcción. <http://www.codigotecnico.org/>

[⁵] **ORDEN de 15 de junio de 2016**, del Consejero de Empleo y Políticas Sociales, sobre Control Acústico de la Edificación.

Catálogo de Elementos constructivos del Código Técnico de la Edificación. Ministerio de Fomento.

- o Versión preliminar. Marzo 10. Borrador.

http://www.codigotecnico.org/web/galerias/archivos/CAT-EC-v06.3_marzo_10.pdf

- o Versión informática. v.2.1 Actualización: Octubre 2011.

<http://www.elementosconstructivos.codigotecnico.org/Pages/BusquedaSC.aspx>

[⁶] **Base de datos acústicos de soluciones constructivas: dBMat-Índices Globales.** Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda. Dirección de Vivienda y Arquitectura. Área de Acústica del Laboratorio de Control de Calidad de la Edificación.

<http://acoubat-dbmat.com/base-de-datos-dbmat/>

[⁷] **Normas de medida de aislamiento acústico y absorción sonora en laboratorio:**

- **UNE-EN ISO 10140-1:2011/A1:2012:** Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 1: Reglas de aplicación para productos específicos. Modificación 1: Directrices para la determinación del índice de reducción acústica de juntas rellenas de material de relleno y/o de elementos de sellado. (ISO 10140-1:2010/Amd 1:2012).
- **UNE-EN ISO 10140-2:2011:** Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 2: Medición del aislamiento acústico al ruido aéreo. (ISO 10140-2:2010).



- **UNE-EN ISO 10140-3:2011:** Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 3: Medición del aislamiento acústico al ruido de impactos. (ISO 10140-3:2010).
- **UNE-EN ISO 10140-4:2011:** Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 4: Procedimientos y requisitos de medición. (ISO 10140-4:2010).
- **UNE-EN ISO 10140-5:2011:** Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 5: Requisitos para instalaciones y equipos de ensayo. (ISO 10140-5:2010).
- **UNE-EN ISO 354:2004:** Acústica. Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante. (ISO 354:2003).

^[8] **Normas de medida de aislamiento acústico en el edificio terminado:**

Antiguas: Aplicables hasta que entre en vigor de Real Decreto que modifique CTE (previsión: hasta junio 2019)

- **UNE-EN ISO 140-4:1999:** Acústica. 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. (ISO 140-4:1998).
- **UNE-EN ISO 140-5:1999:** Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 5: Mediciones in situ del aislamiento acústico a ruido aéreo de elementos de fachadas y de fachadas. (ISO 140-5:1998).
- **UNE-EN ISO 140-7:1999:** Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 7: Medición in situ del aislamiento acústico de suelos al ruido de impactos. (ISO 140-7:1998).

Nuevas: Aplicables a partir de entrada en vigor de Real Decreto que modifique CTE (previsión: a partir de julio 2019)

- **UNE-EN ISO 16283-1: Acústica.** Medición in situ del aislamiento acústico en los edificios y en los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo. (ISO 16283-1:2014).
- **UNE-EN ISO 16283-2: Acústica.** Medición in situ del aislamiento acústico en los edificios y en los elementos de construcción. Parte 2: Aislamiento a ruido de impactos. (ISO 16283-2:2015).
- **UNE-EN ISO 16283-3: Acústica.** Medición in situ del aislamiento acústico en los edificios y en los elementos de construcción. Parte 3: Aislamiento a ruido de fachada. (ISO 16283-3:2016).

^[9] **Real Decreto 410/2010**, del 31 de marzo, por el que se desarrollan los requisitos exigibles a las entidades de control de calidad de la edificación y a los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación, para el ejercicio de su actividad. Referencia: BOE-A-2010-6368

^[10] **UNE-EN ISO/IEC 17025:** Evaluación de la conformidad. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.



[11] **Real Decreto 314/2006**, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Referencia: BOE-A-2006-5515

[12] **Proyecto de Real Decreto de 2018** que modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la edificación.

[13] **ORDEN ITC/2845/2007**, de 25 de septiembre, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la medición de sonido audible y de los calibradores acústicos.

Asimismo, en los Anexos se citan las siguientes normas de interés:

- **UNE-ISO 1996-1:2005**: Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Magnitudes básicas y métodos de evaluación.
- **UNE-ISO 1996-2:2009**: Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.
- **ISO 226:2003**: Acoustics - Normal equal-loudness-level contours.
- **UNE-EN ISO 16032:2005**: Acústica - Medición del nivel de presión sonora de los equipos técnicos en los edificios - Método de peritaje (ISO 16032:2004).

GUÍA BÁSICA PARA EL CONTROL ACÚSTICO EN EDIFICACIÓN:
EJECUCIÓN DE OBRA Y OBRA TERMINADA

ANEXOS



ANEXO A: Tipos de recintos del DB-HR del CTE. Definiciones.

Recoge las definiciones de las diferentes tipologías de recintos de un edificio utilizadas en el DB-HR del CTE y que son necesarias para su aplicación.

Estancias: *Recintos protegidos* tales como: salones, comedores, bibliotecas, etc. en edificios de uso residencial y despachos, salas de reuniones, salas de lectura...etc. en edificios de otros usos.

Fachada: Cerramiento perimétrico del edificio, vertical o con inclinación no mayor que 60° sobre la horizontal, que lo separa del exterior. Incluye tanto el muro de *fachada* como los huecos (puertas exteriores y ventanas).

Recinto: Espacio del edificio limitado por *cerramientos*, *particiones* o cualquier otro elemento de separación.

Recinto de actividad: Aquellos recintos en los edificios de uso residencial (público y privado), hospitalario o administrativo, en los que se realiza una actividad distinta a la realizada en el resto de los *recintos* del edificio en el que se encuentra integrado, siempre que el nivel medio de presión sonora estandarizado ponderado A, del *recinto* sea mayor que 70 dBA. Por ejemplo, actividad comercial, de pública concurrencia, etc. A partir de 80 dBA se considera *recinto ruidoso*. Todos los aparcamientos se consideran recintos de actividad respecto a cualquier uso salvo los de uso privativo en vivienda unifamiliar.

Recinto de instalaciones: *Recinto* que contiene equipos de instalaciones colectivas del edificio, entendiendo como tales todo equipamiento o instalación susceptible de alterar las condiciones ambientales de dicho *recinto*. A efectos de este documento, el recinto del ascensor no se considera un recinto de instalaciones a menos que la maquinaria esté dentro del mismo.

Recinto habitable: *Recinto* interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran *recintos habitables* los siguientes:

- a) habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales
- b) aulas, salas de conferencias, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente
- c) quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario u hospitalario
- d) oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo
- e) cocinas, baños, aseos, pasillos distribuidores y escaleras, en edificios de cualquier uso
- f) cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores

En el caso en el que en un *recinto* se combinen varios usos de los anteriores, siempre que uno de ellos sea protegido se considerará *recinto protegido* a efectos del DB-HR y del presente documento

Se consideran **recintos no habitables** aquellos no destinados al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas. En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables los trasteros, las cámaras técnicas y desvanes no acondicionados, y sus zonas comunes.

Recinto protegido: *Recinto habitable* con mejores características acústicas. Se consideran *recintos protegidos* los *recintos habitables* de los casos a), b), c), d).

| Uso | | Unidades de uso del edificio | Recintos protegidos del edificio. |
|----------------|---|---|---|
| Residencial | Privado | Vivienda | Habitaciones y estancias |
| | Público | Habitación (incluyendo sus anexos) | Habitaciones Estancias (comedores, salones, bibliotecas, etc.) |
| Sanitario | Hospitalario | Habitación (incluyendo sus anexos) | Habitaciones Estancias (salas de espera, despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.) Quirófanos. |
| | Resto (centros de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio) | | Estancias (salas de espera, despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.). |
| Docente | | Aulas y salas de conferencias (incluyendo sus anexos) | Aulas Estancias (salas de conferencia, bibliotecas, despachos, etc.). |
| Administrativo | | Establecimiento | Estancias (despachos, oficinas, salas de reunión, etc. |

Clasificación de usos del edificio y tipo de unidades de uso y recintos protegidos que pueden encontrarse para cada uso del edificio.

Recinto ruidoso: Recinto, de uso generalmente industrial, cuyas actividades producen un nivel medio de presión sonora estandarizado, ponderado A, en el interior del recinto, mayor que 80 dBA.

Unidad de uso: Edificio o parte de un edificio que se destina a un uso específico, y cuyos usuarios están vinculados entre sí, bien por pertenecer a una misma unidad familiar, empresa, corporación, bien por formar parte de un grupo o colectivo que realiza la misma actividad. En cualquier caso, se consideran *unidades de uso*, las siguientes:

- a) en edificios de vivienda, cada una de las viviendas;
- b) en edificios de uso hospitalario, y residencial público, cada habitación incluidos sus anexos;
- c) en edificios docentes, cada aula o sala de conferencias incluyendo sus anexos;

Zona común: Zona o zonas que dan servicio a varias *unidades de uso*.



ANEXO B: Parámetros de valoración del aislamiento acústico.

Reproduce el procedimiento para realizar la valoración global de los resultados de las mediciones de aislamiento acústico in situ, recogidos en el documento de apoyo DA DB-HR/1 'Guía de uso de las magnitudes de aislamiento acústico en relación con las exigencias' de junio 2016, que complementa las definiciones de estos parámetros recogidos en el anexo A del DB-HR del CTE.

Así mismo recoge los parámetros de valoración acústica de los elementos constructivos en laboratorio según el anexo A del DB-HR del CTE.

I-VALORACIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO 'IN SITU'.

B.1 AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO ENTRE RECINTOS: $D_{nT,A}$

Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, entre recintos interiores, $D_{nT,A}$: Valoración global, en dBA, de la diferencia de niveles estandarizada, entre *recintos* interiores, D_{nT} , para ruido rosa.

Se define mediante la expresión siguiente.

$$D_{nT,A} = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Ar,i} - D_{nT,i})/10} [dBA]$$

siendo,

$D_{nT,i}$: diferencia de niveles estandarizada en la banda de frecuencia i , [dB];

$L_{Ar,i}$: valor del espectro normalizado del ruido rosa, ponderado A, en la banda de frecuencia i , [dBA];

i : recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

Tabla A.5 Valores del espectro normalizado de ruido rosa, ponderado A.

| f_i Hz | $L_{Ar,i}$ dBA | f_i Hz | $L_{Ar,i}$ dBA |
|-------------|-------------------|-------------|-------------------|
| 100 | -30,1 | 800 | -11,8 |
| 125 | -27,1 | 1000 | -11,0 |
| 160 | -24,4 | 1250 | -10,4 |
| 200 | -21,9 | 1600 | -10,0 |
| 250 | -19,6 | 2000 | -9,8 |
| 315 | -17,6 | 2500 | -9,7 |
| 400 | -15,8 | 3150 | -9,8 |
| 500 | -14,2 | 4000 | -10 |
| 630 | -12,9 | 5000 | -10,5 |

El valor final de la magnitud: $D_{nT,A}$, se expresará redondeado aun número entero.

B.2. AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO DE IMPACTOS: $L'_{nT,w}$

Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado medido in situ,: Es el valor a 500 Hz de la curva de referencia ajustada a los valores experimentales de nivel de presión de ruido de impactos normalizado, L'_{nT} , según norma UNE-EN ISO 717-2.

B.3. AISLAMIENTO ACÚSTICO DE FACHADA: $D_{2m,nT,Atr}$

Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en fachadas, en cubiertas y en suelos en contacto con el aire exterior, $D_{2m,nT,Atr}$: Valoración global, en dBA, de la diferencia de niveles estandarizada de una *fachada*, una *cubierta*, o un suelo en contacto con el aire exterior, $D_{2m,nT}$.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$D_{2m,nT,Atr} = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Atr,i} - D_{2m,nT,i})/10} [dBA]$$

siendo,

$D_{2m,nT,i}$: diferencia de niveles estandarizada, en la banda de frecuencia i , [dB];

$L_{Atr,i}$: valor del espectro normalizado del ruido exterior dominante (*), ponderado A, en la banda de frecuencia i , [dBA];

| | (*)Ruido exterior dominante | LA tr,i |
|-----|--|--|
| I | Automóviles u otro diferente al de aeronaves o ferroviario | Espectro normalizado de ruido de automóviles, ponderado A. |
| II | Aeronaves | Espectro normalizado de ruido de aeronaves, ponderado |
| III | Ferroviario | Espectro normalizado de ruido ferroviario, ponderado A |

i : recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

| f_i (Hz) | $L_{Atr,i}$ (dBA) | f_i (Hz) | $L_{Atr,i}$ (dBA) |
|---------------|----------------------|---------------|----------------------|
| 100 | -20 | 800 | -9 |
| 125 | -20 | 1000 | -8 |
| 160 | -18 | 1250 | -9 |
| 200 | -16 | 1600 | -10 |
| 250 | -15 | 2000 | -11 |
| 315 | -14 | 2500 | -13 |
| 400 | -13 | 3150 | -15 |
| 500 | -12 | 4000 | -16 |
| 630 | -11 | 5000 | -18 |

Tabla 3.1 Valores del espectro normalizado de ruido de automóviles, ponderado A

Tabla A.2 Valores del espectro normalizado de ruido de aeronaves, ponderado A.

| f_i Hz | $L_{Aav,i}$ dBA | f_i Hz | $L_{Aav,i}$ dBA |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 100 | -23,8 | 800 | -9,5 |
| 125 | -20,2 | 1000 | -10,5 |
| 160 | -15,4 | 1250 | -11,0 |
| 200 | -13,1 | 1600 | -12,5 |
| 250 | -12,6 | 2000 | -14,9 |
| 315 | -10,4 | 2500 | -15,9 |
| 400 | -9,8 | 3150 | -18,6 |
| 500 | -9,5 | 4000 | -23,3 |
| 630 | -8,7 | 5000 | -29,9 |

Tabla A.4 Valores del espectro normalizado de ruido ferroviario o de estaciones ferroviarias, ponderado A.

| f_i Hz | $L_{Aef,i}$ dBA | f_i Hz | $L_{Aef,i}$ dBA |
|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| 100 | -20 | 800 | -9 |
| 125 | -20 | 1000 | -8 |
| 160 | -18 | 1250 | -9 |
| 200 | -16 | 1600 | -10 |
| 250 | -15 | 2000 | -11 |
| 315 | -14 | 2500 | -13 |
| 400 | -13 | 3150 | -15 |
| 500 | -12 | 4000 | -16 |
| 630 | -11 | 5000 | -18 |

II-VALORACIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICA EN LABORATORIO ELEMENTOS/SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS.

B.4-AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO R_A :

Índice global de reducción acústica, ponderado A, de un elemento constructivo. Valoración global, en dBA, del índice de reducción acústica, R, para un ruido incidente rosa normalizado, ponderado A. Los índices de reducción acústica se determinarán mediante ensayo en laboratorio.

$$R_A = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{\frac{(L_{Ar,i} - R_i)}{10}} \quad [dBA]$$

siendo

R_i valor del índice de reducción acústica medido en la banda de frecuencia i , [dB];

$L_{Ar,i}$, valor del espectro del ruido rosa, ponderado A, en la banda de frecuencia i , [dBA];

i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

De forma aproximada puede considerarse que $R_A = R_w + C$.

B.5- AISLAMIENTO A RUIDO DE IMPACTOS: L_n, w :

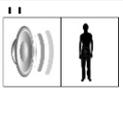
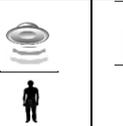
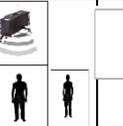
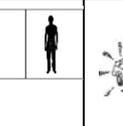
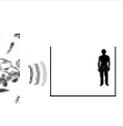
Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado de un elemento constructivo horizontal:

Valor a 500 Hz de la curva de referencia ajustada a los valores experimentales de nivel de presión de ruido de impactos normalizado, L_n , según norma UNE-EN ISO 717-2.



ANEXO C: Fichas de registro de los resultados de los ensayos de verificación realizados ‘in situ’.

Ficha que permite recoger los resultados obtenidos para una promoción en concreto.

| Denominación/Ubicación del edificio: Promoción 16 viC/ xxx Vitoria-Gasteiz | | RESULTADOS ENSAYOS 'IN SITU' | | | | | |
|---|---|---|---|--|---|---|---|
| Casuísticas ensayadas | | AISLAMIENTO ENTRE RECINTOS | | AISLAMIENTO | NIVEL DE RUIDO | | |
| Recinto EMISOR(*) | Recinto RECEPTOR(*) | Ruido aéreo | | Ruido de impactos | Ruido exterior | Instalaciones en recintos | |
| | |  |  |  |  |  |  |
| | | $D_{nT,A}$ | | L'_{nTw} | | $D_{2m,nT,Atr}$ | $L_{k,T} / L_{Amáx}$ |
| Otra unidad de uso P1-2º-C-cocina | Tipo: P <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> P1-2º-D-Dormito 1 | 51 | | 59 | | | |
| Otra unidad de uso P1-2º-B-Salón | Tipo: P <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> P1-2ºA-Dormitori 2 | | | | | | |
| Otra unidad de uso | Tipo: P <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> | | | | | | |
| Otra unidad de uso | Tipo: P <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> | | | | | | |
| De instalaciones: (por cada recinto instalaciones) | Tipo: P <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> | | | | | | |
| De actividad: (por cada tipo de recinto actividad) | Tipo: P <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> | | | | | | |
| Ruido exterior | Tipo: P <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | |
| Ruido exterior | Tipo: P <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | |
| Instalación común: Ventilación mecánica | Tipo: P <input type="checkbox"/> P1-1º-D Salón | | | | | | |
| Instalación común: Puerta garaje | Tipo: P <input type="checkbox"/> | | | | | | |
| Instalación común: Sala máquinas ascensor | Tipo: P <input type="checkbox"/> | | | | | | |
| Instalación común: Sala calderas.. | Tipo: P <input type="checkbox"/> | | | | | | |

(*) Indicar ubicación mediante código para recintos: Portal /Planta /unidad de uso o recinto /recinto (ej. P1-2ºD-Salón: Portal 1/ Planta 2/vivienda D/Salón) y nombre identificativo para instalación (medida niveles). En azul ejemplo. En el caso de recintos receptores, indicar donde proceda, si es protegido (P) o Habitable (H), para tenerlo en cuenta a la hora de realizar la valoración de resultados de aislamiento a ruido aéreo frente a los requisitos.



**ANEXO D: INSTALACIONES-NIVELES
SONOROS: MEDIDA Y VALORACIÓN.**

Recoge el método establecido para medir el nivel de presión sonora producido en el interior de recintos colindantes por los equipos técnicos de los edificios. Este método está basado en el Decreto de Contaminación acústica del País Vasco, DECRETO 213/2012, de 16 de octubre.

1. Magnitudes de medida.

Las magnitudes a medir son las siguientes:

- $L_{K_{eq,Ti}}$: índice de ruido continuo equivalente corregido.
- $L_{A_{máx}}$: Nivel de presión sonora máximo con ponderación Fast, registrado en el periodo de muestreo.

La definición de estas magnitudes se recoge en el apartado 6 de este Anexo.

2. Medida de Niveles Sonoros de Instalaciones.

Generalmente las medidas se llevarán a cabo en habitaciones vacías, preparadas para su entrega pero deshabitadas, para garantizar que los niveles recogidos provengan sólo de fuentes exteriores a la propia vivienda y no de las actividades humanas cotidianas (apertura y cierre de puertas, electrodomésticos,...).

La medición se efectuará sobre el recinto protegido colindante más afectado a la instalación bajo verificación.

Las mediciones se realizarán siguiendo las indicaciones establecidas en el Decreto 213/2012, de 16 de octubre de Contaminación acústica del País Vasco, para ruido de actividades transmitido al interior del recinto:

- Las mediciones en el espacio interior de los edificios se realizarán con puertas y ventanas cerradas (las persianas y contraventanas abiertas).
- La medición se realizará como mínimo en tres posiciones que cumplan preferentemente con las siguientes condiciones:
 - Las posiciones de medida estarán:
 - Al menos a 1 m de las paredes u otras superficies.
 - Altura de entre 1,2 m y 1,5 m sobre el piso y aproximadamente a 1,5 m de las ventanas.

Cuando estas posiciones no sean posibles, las mediciones se realizarán en el centro del recinto en el punto o puntos en los que su valor sea mayor, dentro de la zona de muestreo indicada.

Nota: Distancia entre posiciones: se recomienda 0,7 m, siempre que sea posible.

- En cada posición de micrófono se tomará un registro, siendo la duración del periodo o periodos de muestreo (i), tal que sea representativo de en cada caso del tipo de instalación. En el apartado 4, del presente documento, se establecen las condiciones de funcionamiento y el periodo de evaluación representativo para algunas de las instalaciones presentes en un edificio.
- En cada punto de medida (j) se medirá: $L_{A,eq,Tij}$, $L_{A_{máx}j}$, los parámetros asociados a la detección de componentes tonales emergentes, componentes de baja frecuencia y ruido de carácter impulsivo, según proceda (ver apartado 6) y el ruido de fondo.

A partir de estos datos medidos y una vez se hayan realizado las correcciones por ruido de fondo, si las hubiera (ver apartado 5) se determinará en cada punto de medida (j) el valor $L_{K_{eq,Ti,j}}$.

3. Evaluación de Niveles Sonoros de Instalaciones.

Se determinarán los valores de $L_{k_{eq,T}}$ y L_{Amax} , para el periodo de muestreo representativo, a partir de las medidas realizadas en los diferentes puntos de medición según apartado anterior. La evaluación de los parámetros, se realizará según lo establecido en el apartado 1.2.5.2.b del Anexo II del Decreto 213/2012, que se recoge a continuación:

- *Cuando, por las características del foco emisor acústico, se comprueben variaciones significativas de sus niveles de emisión sonora durante el periodo temporal de evaluación, se dividirá éste, en intervalos de tiempo T_i , o fases de ruido (i) en los cuales el nivel de presión sonora en el punto de evaluación se perciba de manera uniforme.*
- *En cada fase de ruido se realizarán, cuando las condiciones de funcionamiento del foco emisor acústico lo permitan, al menos tres mediciones del $L_{K_{eq,T_i}}$. La duración de cada medición y el intervalo de tiempo entre las mismas se ajustarán a las condiciones de funcionamiento del foco emisor acústico, con el objetivo de que el resultado final sea representativo de las fases de funcionamiento que representa. Estas justificaciones deberán ser debidamente argumentadas y documentadas junto con el resultado de la medición.*
- *Los resultados de las mediciones serán válidos cuando la diferencia entre los extremos sea igual o menor a 6 dBA, en el caso de fases de funcionamiento caracterizadas por actividades discontinuas o aleatorias, y de 3 para funcionamientos de tipo continuo.*
- *Se tomará como resultado de la medición de $L_{K_{eq,T_i}}$, el valor promedio energético de todos los obtenidos.*
- *En la determinación del $L_{K_{eq,T_i}}$, se tendrá en cuenta la corrección por ruido de fondo (ver apartado 5 del presente documento).*
- *Para determinar el $L_{K_{eq,T}}$ del periodo temporal de evaluación, se considerarán los $L_{K_{eq,T_i}}$ obtenidos para las diferentes fases de medida y el tiempo de duración de las mismas dentro del mencionado periodo de evaluación.*
- *Se deberán realizar, cuando las condiciones de funcionamiento del foco emisor acústico lo permitan, al menos 3 series de mediciones del L_{Amax} . El resultado será el nivel medido más alto.*
- *Para el resultado final de $L_{K_{eq,T}}$ y L_{Amax} , se presentarán números enteros.*
- *Esta evaluación se realizará de conformidad con lo establecido en el Anexo IV del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, así como en la UNE-EN ISO 1996-2:2009 “Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental” o norma que la sustituya o complemente.*

4. Condiciones de funcionamiento de las instalaciones.

La duración de cada medición y el intervalo entre las mismas se ajustará a las condiciones de funcionamiento de la instalación, con el objeto de que el resultado sea representativo. En los siguientes apartados se presentan, para algunas de las instalaciones que existen en los edificios, las condiciones de funcionamiento recomendadas para realizar las medidas, siguiendo las pautas marcadas por el anexo B de la norma UNE-EN ISO 16032.

4.1. Puerta de garaje

Condiciones normales de funcionamiento.

$L_{AFm\acute{a}x}$: se mide durante un ciclo completo de apertura y cierre de la puerta.

L_{Aeq} : el tiempo de integración corresponde a un ciclo completo de apertura/cierre de la puerta.

4.2. Ventilación mecánica

Generalmente este tipo de instalaciones se encuentran en salas de estar, baños y el sistema de extracción de las cocinas. También se pueden encontrar en dormitorios. Se mide en condiciones de máxima velocidad y/o la salida totalmente abierta.

$L_{AFm\acute{a}x}$, L_{Aeq} : se mide en un periodo de 30 segundos.

4.3. Ascensores / Sala de máquinas del ascensor

Se carga el ascensor con 1 ó 2 personas. Se indica el número de personas dentro. El ciclo de operación es el siguiente:

- Se empieza en el piso más cercano a la sala de máquinas.
- Se para en cada nivel intermedio.
- Se abre y cierra la puerta.
- Cuando llega al final, se le llama para que vuelva al piso de inicio.
- Se abre y cierra la puerta.

Se mide en el recinto más próximo a la sala de máquinas del ascensor; si hay que medir en pisos intermedios, se hace en el recinto más próximo al hueco del ascensor.

4.4. Calderas, compresores, bombas y otros equipos auxiliares

Condiciones normales de funcionamiento.

$L_{AFm\acute{a}x}$, L_{Aeq} : El tiempo de medida corresponde a un ciclo completo de funcionamiento, incluyendo inicio, funcionamiento y parada. Se deberá incluir en el periodo de la medida, el tiempo de parada de la instalación si procede.

4.5. Equipo de calefacción y refrigeración

Medida en el momento de funcionamiento simultaneo de los elementos del sistema. Los sistemas de refrigeración se deben colocar en la posición que dé el nivel de presión sonora más elevado.

Para los sistemas de calefacción, se recomienda medir el nivel de presión sonora máximo ponderado A, al accionar cada aplicación (llaves de agua caliente, reguladores de aire).

$L_{AFm\acute{a}x}$: se mide durante periodo de 30 segundos.

L_{Aeq} : el tiempo de integración es de 30 segundos.

4.6. Instalaciones de agua

Para las mediciones acústicas de los grifos se debe desaguar el fregadero, la cabina de ducha o la bañera durante la medición.

Se debe comprobar que las instalaciones funcionan en condiciones normales de presión, tasa de flujo, etc.

La medición del ruido producido por las instalaciones de agua comienza antes de que la instalación funcione y termina después de que el ciclo de funcionamiento haya concluido.

- **Grifos:**

$L_{AFmáx}$: se mide para un ciclo de apertura y cerrado del grifo.

L_{Aeq} : se abre el grifo y se mide en la posición que produce el nivel de presión sonora más alto. El tiempo de integración aproximado es de 30 s.

- **Ducha:**

$L_{AFmáx}$ y L_{Aeq} : Se coloca la ducha fijada a la pared en la posición más alta y apuntando al suelo de la ducha.

Se realizan los mismos ciclos que en los grifos para medir los diferentes parámetros.

Se diferencia, si es necesario, el ruido de las válvulas de los grifos del de caída del agua contra el suelo (evitando el ruido del golpe del agua en el suelo de la ducha).

- **Llenado y vaciado de lavabo y bañera:**

Se mezclan agua caliente y fría con los grifos totalmente abiertos.

El ruido de llenado se mide durante el tiempo que tarda en llenarse hasta la mitad del nivel máximo del lavabo/bañera. El ruido de vaciado se mide a lo largo del tiempo que tarda en vaciarse.

Se mide durante el tiempo de vaciado, separado del de llenado.

$L_{AFmáx}$: se mide durante el llenado y a continuación durante el vaciado.

L_{Aeq} : el tiempo de integración es igual al periodo de llenado y de vaciado.

- **Inodoro:**

$L_{AFmáx}$: se mide durante un ciclo completo de vaciado/rellenado completo de la cisterna.

L_{Aeq} : el tiempo de integración corresponde a un ciclo de vaciado/rellenado completo.

5. Corrección por ruido de fondo

Se mide el ruido de fondo justo antes o después de la medición del nivel de presión sonora de la instalación.

El ruido de fondo se determina siguiendo el mismo procedimiento que el especificado cuando se encuentre la fuente sonora evaluable en cada caso, en funcionamiento.

Si la diferencia entre el nivel de ruido de la fuente y el ruido de fondo es igual o superior a 10 dB, no se realiza ninguna corrección.

Si esta diferencia está comprendida entre 3 dB y 10 dB, se debe corregir el nivel de presión sonora medido siguiendo las siguientes ecuaciones:

$$L = L_1 - K \text{ dB}$$

$$K = -10 \lg(1 - 10^{-0.1 \times \Delta L}) \text{ dB}$$

$$\Delta L = L_1 - L_2 \text{ dB}$$

donde:

- L es el nivel de presión sonora corregido, en dB
- L_1 es el nivel de presión acústica medido en bandas de octava del equipo técnico incluyendo el ruido de fondo, en dB
- L_2 es el nivel de presión acústica del ruido de fondo en bandas de octava, en dB
- K es el valor de corrección en bandas de octava, en dB

Si la diferencia es menor o igual a 3 dB, no se permiten correcciones. Se debe indicar claramente en el informe, que el valor registrado no se puede corregir para eliminar el efecto del ruido de fondo. En este caso, se valorará la viabilidad de repetir las medidas con menor ruido de fondo.

Este proceso se aplica a cada una de las medidas realizadas, en cada uno de los puntos de medición.

6. Magnitudes de medida del nivel de inmisión de ruido de instalaciones:

Según ANEXO II del Decreto 213/2012, de 16 de octubre

L_{Amax} : Índice de ruido máximo

El índice de ruido L_{Amax} , es el más alto nivel de presión sonora ponderado A, en decibelios, con constante de integración fast, L_{AFmax} , definido en la norma UNE-ISO 1996-1:2005, registrado en el periodo temporal de evaluación.

$L_{Keq,T}$: Para un periodo de evaluación T, el índice de ruido continuo equivalente corregido, $L_{Keq,T}$, se determinará a partir de los datos $L_{Keq,Ti}$ representativos del periodo de evaluación (ver apartado 3).

$L_{Keq,Ti}$: Índice de ruido continuo equivalente corregido

El índice de ruido $L_{Keq,Ti}$, es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, ($L_{Aeq,Ti}$), corregido por la presencia de componentes tonales emergentes, componentes de baja frecuencia y ruido de carácter impulsivo, de conformidad con la expresión siguiente:

$$L_{Keq,Ti} = L_{Aeq,Ti} + K_t + K_f + K_i \quad \text{siendo,}$$

$L_{Aeq,Ti}$: Índice de ruido continuo equivalente. El índice de ruido $L_{Aeq,Ti}$, es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, en decibelios, determinado sobre un intervalo temporal de T_i segundos, definido en la norma UNE-ISO 1996-1:2005 “Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Magnitudes básicas y métodos de evaluación” o norma que la sustituya o complemente.

K_t : Parámetro de corrección asociado al índice $L_{keq,T}$ para evaluar la molestia o los efectos nocivos por la presencia de componentes tonales emergentes.

K_f : Parámetro de corrección asociado al índice $L_{keq,T}$, para evaluar la molestia o los efectos nocivos por la presencia de componentes de baja frecuencia.

K_i : Parámetro de corrección asociado al índice $L_{keq,T}$, para evaluar la molestia o los efectos nocivos por la presencia de ruido de carácter impulsivo.

K_t , K_f y K_i , calculados por aplicación de la metodología descrita en el Anexo II del Decreto 213/2012, que se recoge a continuación:

Cuando en el proceso de medición de un ruido se detecte la presencia de componentes tonales emergentes, o componentes de baja frecuencia, o sonidos de alto nivel de presión sonora y corta duración debidos a la presencia de componentes impulsivos, o de cualquier combinación de ellos, se procederá a realizar una evaluación detallada del ruido introduciendo las correcciones adecuadas.

El valor máximo de la corrección resultante de la suma $K_t + K_f + K_i$ no será superior a 9 dB.

En la evaluación detallada del ruido, se tomarán como procedimientos de referencia los siguientes:

- *Presencia de componentes tonales emergentes. Para la evaluación detallada del ruido por presencia de componentes tonales emergentes, se tomará como procedimiento de referencia el siguiente:*
 - *Se realizará el análisis espectral del ruido en bandas de frecuencia de 1/3 de octava, sin filtro de ponderación.*
 - *Se calculará la diferencia $L_t = L_f - L_s$ donde,*

L_f , es el nivel de presión sonora de la banda f , que contiene el tono emergente.

L_s , es la media aritmética de los dos niveles siguientes, el de la banda situada inmediatamente por encima de f y el de la banda situada inmediatamente por debajo de f .
 - *Se determinará la presencia o la ausencia de componentes tonales y el valor del parámetro de corrección K_t aplicando la siguiente tabla:*

| Banda de frecuencia 1/3 de octava | L_t en dB | Componente tonal K_t^t en dB |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| De 20 a 125 Hz | Si $L_t < 8$ | 0 |
| | Si $8 \leq L_t \leq 12$ | 3 |
| | Si $L_t > 12$ | 6 |
| De 160 a 400 Hz | Si $L_t < 5$ | 0 |
| | Si $5 \leq L_t \leq 8$ | 3 |
| | Si $L_t > 8$ | 6 |
| De 500 a 10000 Hz | Si $L_t < 3$ | 0 |
| | Si $3 \leq L_t \leq 5$ | 3 |
| | Si $L_t > 5$ | 6 |

- En el supuesto de la presencia de más de un componente tonal emergente se adoptará como valor del parámetro K_t , el mayor de los correspondientes a cada una de ellas.

En todo caso, para aplicar la penalización, es necesario que el tono sea emergente de tal forma que destaque con respecto a las bandas inmediatamente anterior y posterior y sea audible según el umbral auditivo humano, en campo libre, referenciado en la norma ISO 226:2003 (T_f).

En el caso de que sea necesario se pueden efectuar análisis en banda más estrecha que los 1/3 de octava cuando sea oportuno y siempre bajo normas internacionalmente reconocidas para su evaluación.

- Presencia de componentes de baja frecuencia. Para la evaluación detallada del ruido por presencia de componentes de baja frecuencia se tomará como procedimiento de referencia el siguiente:

- Se medirá, preferiblemente de forma simultánea, los niveles de presión sonora con las ponderaciones frecuenciales A y C, a partir de las bandas de tercio de octava de 20 a 160 Hz.
- Se calculará la diferencia entre los valores obtenidos, debidamente corregidos por ruido de fondo:

$$L_f = L_{Ceq, T_i} - L_{Aeq, T_i}$$

Si la diferencia $L_{Ceq, T_i} - L_{Aeq, T_i}$ es menor a 20 dB, se considera que no hay componentes de baja frecuencia significativos. En caso contrario, se deberá evaluar la importancia de baja frecuencia en detalle para conocer su contribución, de acuerdo con los siguientes puntos:

1. Obtención del nivel de baja frecuencia audible.

Para aplicar la penalización, es necesario sustraer el umbral auditivo humano referenciado en la norma ISO 226:2003 (T_f) al nivel medio sin ponderar para las siguientes bandas de frecuencia:

| Banda frecuencial | Nivel mínimo | Banda frecuencial | Nivel mínimo |
|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Hz | audible T_f dB | Hz | audible T_f dB |
| 20 | 78,5 | 63 | 37,5 |
| 25 | 68,7 | 80 | 31,5 |
| 31,5 | 59,5 | 100 | 26,5 |
| 40 | 51,1 | 125 | 22,1 |
| 50 | 44,0 | 160 | 17,9 |

2. Obtención del contenido energético de baja frecuencia LB.

LB se obtiene como resultado de la suma energética de las bandas en que la diferencia obtenida en el punto anterior es superior a cero.

- Se determina la presencia o ausencia de componentes de baja frecuencia y el valor del parámetro de corrección K_f aplicando la siguiente tabla:

| L_B en dB | Componente de baja frecuencia K_f en dB |
|-----------------------|---|
| Si $L_B \leq 25$ | 0 |
| Si $25 < L_B \leq 35$ | 3 |
| Si $L_B > 35$ | 6 |

- Presencia de componentes impulsivos. Para la evaluación detallada del ruido por presencia de componentes impulsivos se tomará como procedimiento de referencia el siguiente:

- Se medirá, preferiblemente de forma simultánea, los niveles de presión sonora continuo equivalente ponderado A, en una determinada fase de ruido de duración T_i segundos, en la cual se percibe el ruido impulsivo, LA_{eq, T_i} , y con la constante temporal (l) del equipo de medida, LA_{eq, T_i} .
- Se calculará la diferencia entre los valores obtenidos, debidamente corregidos por ruido de fondo.

$$L_i = LA_{eq, T_i} - LA_{eq, T_i}$$

- Se determinará la presencia o la ausencia de componente impulsiva y el valor del parámetro de corrección K_i aplicando la tabla siguiente:

| L_i en dB | Componente impulsiva K_i en dB |
|-----------------------|----------------------------------|
| Si $L_i \leq 10$ | 0 |
| Si $10 < L_i \leq 15$ | 3 |
| Si $L_i > 15$ | 6 |



Anexo E: Ficha de seguimiento acústico en obra de elementos constructivos. Diseño: Opción simplificada.

Las fichas mostradas en este anexo pueden servir para realizar el seguimiento en obra de las prestaciones acústicas de los elementos constructivos utilizados en obra cuando la opción de diseño acústico utilizado en el proyecto ha sido la opción simplificada del DB-HR del CTE.

La parte izquierda de la tabla, 'PROYECTO', se cumplimentará con los valores establecidos en la ficha justificativa del proyecto.

La parte derecha de la tabla, 'SEGUIMIENTO: CONTROL EN OBRA', se cumplimentará con los datos de aislamiento acústico y masa de las soluciones constructivas ejecutadas finalmente en obra y referencia al documento justificativo si procede.

Finalmente, se comparará el valor del cerramiento ejecutado con el valor exigido.

En este ejemplo, se coloca en obra una tabiquería del mismo tipo (de fábrica), pero diferente a la propuesta en proyecto. Los valores de R_A y m de la nueva tabiquería, aunque son menores a los de la inicial, siguen cumpliendo con la especificaciones de proyecto: $R_A \geq 33$ y $m \geq 70$, por lo que es válido.

| PROYECTO | | SEGUIMIENTO: CONTROL EN OBRA | | | |
|---|--|--|--|---|--|
| Datos proveniente del proyecto | | Datos de los elementos finalmente utilizados en obra. Si ha habido cambios en algún tipo es necesario revisar toda la justificación acústica | | | |
| Tabiquería (apartado 3.1.2.3.3) | | Tabiquería | | | |
| Tipo | Características de proyecto exigidas | Características | Ok | Tipo verificación | Comentarios |
| Fabricka de LHD de x dimensiones con yeso ambas cara x cm | $m \text{ (kg/m}^2\text{)} = 95 \geq 70$ $R_A \text{ (dBA)} = 36 \geq 3$ | $m \text{ (kg/m}^2\text{)} = 80$ $R_A \text{ (dBA)} = 34$ | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Medición-cálculo y/ o ficha de producto Informe de ensayo en laboratorio / catálogo elementos constructivos / otro documento justificativo | Ensayo en laboratorio según UNE-EN ISO 10140-2 |
| | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Valor declarado en proyecto</div> Valor exigido | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Valor cerramiento ejecutado</div> | | | Fábrica de LHD de y dimensiones con yeso ambas cara y cm |

Para el seguimiento del control de ejecución de cada elemento constructivo en concreto, se recomienda utilizar fichas específicas, según anexo xxx de la guía de aplicación de DB-HR del CTE.

FICHA DE SEGUIMIENTO ACÚSTICO EN OBRA: ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS. Opción simplificada. (1 de 3)

| PROYECTO | | | | | SEGUIMIENTO: CONTROL EN OBRA | | | |
|--|------|--|----------|---|--|----|---|--|
| Datos proveniente del proyecto | | | | | Datos de los elementos finalmente utilizados en obra. Si ha habido cambios en algún tipo es necesario revisar toda la justificación acústica | | | |
| Tabiquería (apartado 3.1.2.3.3) | | | | | Tabiquería | | | |
| Tipo | | Características de proyecto exigidas | | | Características | Ok | Tipo verificación | Comentarios |
| | | $m \text{ (kg/m}^2\text{)} = \boxed{} \geq \boxed{}$ $R_A \text{ (dBA)} = \boxed{} \geq \boxed{}$ | | | $m \text{ (kg/m}^2\text{)} = \boxed{} \boxed{}$ $R_A \text{ (dBA)} = \boxed{} \boxed{}$ | | Medición-cálculo y/ o ficha de producto Informe de ensayo en laboratorio / catálogo elementos constructivos / otro documento justificativo | Ensayo en laboratorio según UNE-EN ISO 10140-2 |
| Medianerías (apartado 3.1.2.4) | | | | | Medianerías (apartado 3.1.2.4) | | | |
| Tipo | | Características de proyecto exigidas | | | Características | Ok | Tipo verificación | Comentarios |
| | | $R_A \text{ (dBA)} = \boxed{} \geq \boxed{45}$ | | | $R_A \text{ (dBA)} = \boxed{} \boxed{}$ | | Informe de ensayo en laboratorio / catálogo elementos constructivos / otro documento justificativo | Ensayo en laboratorio según UNE-EN ISO 10140-2 |
| Fachadas , cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior (apartado 3.1.2.5) | | | | | Fachadas , cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior (apartado 3.1.2.5) | | | |
| Solución de fachada , cubierta , o suelo en contacto con el aire exterior: | | | | | Solución de fachada , cubierta , o suelo en contacto con el aire exterior: | | | |
| Elementos constructivos | Tipo | Área (m ²) | % Huecos | Características de proyecto exigidas | Características | Ok | Tipo verificación | Comentarios |
| Parte ciega | | $S_c = \boxed{}$ | | $R_{A,tr} \text{ (dBA)} = \boxed{} \geq \boxed{}$ | $R_{A,tr} \text{ (dBA)} = \boxed{} \boxed{}$ | | Informe de ensayo en laboratorio / catálogo elementos constructivos / otro documento justificativo | Ensayo en laboratorio según UNE-EN ISO 10140-2 |
| Huecos | | $S_h = \boxed{}$ | | $R_{A,tr} \text{ (dBA)} = \boxed{} \geq \boxed{}$ | $R_{A,tr} \text{ (dBA)} = \boxed{} \boxed{}$ | | Informe de ensayo en laboratorio / catálogo elementos constructivos / otro documento justificativo | - Verificar que aislamiento acústico de ventana de obra (carpintería y vidrio seleccionado) es la que se solicita en proyecto. - Ensayo en laboratorio según UNE-EN ISO 10140-2 |

FICHA DE SEGUIMIENTO ACÚSTICO EN OBRA: ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS. Opción simplificada. (2 de 3)

| PROYECTO | | | | SEGUIMIENTO: CONTROL EN OBRA | | | |
|--|-----------------------------------|--|--|--|----------------------|---|--|
| Datos proveniente del proyecto | | | | Datos de los elementos finalmente utilizados en obra. Si ha habido cambios en algun tipo es necesario revisar toda la justificación acústica | | | |
| Elementos de separación verticales entre <i>recintos</i> (Apartado 3.1.2.3.4) | | | | Elementos de separación verticales entre <i>recintos</i> | | | |
| Solución de elementos de separación verticales entre:..... | | | | Solución de elementos de separación verticales entre:..... | | | |
| Elementos constructivos | Tipo | Características de proyecto exigidas | | Características | Ok | Tipo verificación | Comentarios |
| Elemento de separación vertical | Elemento base | $m \text{ (kg/m}^2\text{)} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> | $R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> | $m \text{ (kg/m}^2\text{)} =$ <input type="text"/> | <input type="text"/> | Medición-cálculo y/ o ficha productos | Ensayo en laboratorio según UNE-EN ISO 10140-2 |
| | <i>Trasdosado por ambos lados</i> | $\Delta R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> | | $R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/> | <input type="text"/> | Informe de ensayo en laboratorio / catálogo elementos constructivos / otro documento justificativo | |
| Elemento de separación vertical con puertas y/o ventanas | Puerta o ventana | $R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/> \geq 20 30 | | $R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/> | <input type="text"/> | Informe de ensayo en laboratorio / catálogo elementos constructivos / otro documento justificativo | - Exigencia 30 dBA si puerta de entrada directamente a salón o cuando es puerta entre recinto habitable y de instalaciones o actividad. - Se recomienda verificarlo mediante ensayo. - Ensayo en laboratorio según UNE-EN ISO 10140-2 |
| | Cerramiento | $R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/> \geq 50 | | $R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/> | <input type="text"/> | Informe de ensayo en laboratorio / catálogo elementos constructivos / otro documento justificativo | Ensayo en laboratorio según UNE-EN ISO 10140-2 |
| Condiciones de las <i>fachadas</i> a las que acometen los elementos de separación verticales | | | | Condiciones de las <i>fachadas</i> a las que acometen los elementos de separación verticales | | | |
| Fachada | Tipo | Características de proyecto exigidas | | Características | Ok | Tipo verificación | Comentarios |
| | | $m \text{ (kg/m}^2\text{)} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> | $R_A \text{ (dBA)} =$ <input type="text"/> \geq <input type="text"/> | $m \text{ (kg/m}^2\text{)} =$ <input type="text"/> | <input type="text"/> | Medición-cálculo y/ o ficha productos Informe de ensayo en laboratorio / catálogo elementos constructivos / otro documento justificativo | - No son características para verificar aislamiento frente a ruido exterior, sino para garantizar aislamiento acústico entre recintos. Importante detalles constructivos de encuentros. - Ensayo en laboratorio según UNE-EN ISO 10140-2 |

FICHA DE SEGUIMIENTO ACÚSTICO EN OBRA: ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS. Opción simplificada (3 de 3)

| PROYECTO | | | | SEGUIMIENTO: CONTROL EN OBRA | | | |
|---|------------------|--------------------------------------|--------|--|----|--|--|
| Datos proveniente del proyecto | | | | Datos de los elementos finalmente utilizados en obra. Si ha habido cambios en algún tipo es necesario revisar toda la justificación acústica | | | |
| Elementos de separación horizontales entre <i>recintos</i> (apartado 3.1.2.3.5) | | | | Elementos de separación horizontales entre <i>recintos</i> | | | |
| Solución de elementos de separación horizontales entre: | | | | Solución de elementos de separación horizontales entre: | | | |
| Elementos constructivos | Tipo | Características de proyecto exigidas | | Características | Ok | Tipo verificación | Comentarios |
| Elemento de separación horizontal | Forjado | $m \text{ (kg/m}^2\text{)} =$ | \geq | $m \text{ (kg/m}^2\text{)} =$ | | Medición-cálculo y/ o ficha productos | Ensayo en laboratorio según UNE-EN ISO 10140-2 |
| | | $R_A \text{ (dBA)} =$ | \geq | $R_A \text{ (dBA)} =$ | | Informe de ensayo en laboratorio / catálogo elementos constructivos / otro documento justificativo | |
| | Suelo flotante | $\Delta R_A \text{ (dBA)} =$ | \geq | $\Delta R_A \text{ (dBA)} =$ | | Informe de ensayo en laboratorio / catálogo elementos constructivos / otro documento justificativo | - La mejora de un suelo flotante (Sf) depende de m(Forjado) sobre el que se instala. Por ello: m y RA de forjado sobre el que se ha justificado ΔR_A y ΔL_W debe ser similar (o mayor) que m y RA de Forjado de proyecto o bien sobre forjado normalizado. - ΔR_A : Ensayo en laboratorio UNE-EN ISO 10140-1 - Anexo G y UNE-EN ISO 10140-2. - ΔL_W : Ensayo en laboratorio UNE-EN ISO 10140-1 - Anexo H y UNE-EN ISO 10140-3. |
| | Techo suspendido | $\Delta R_A \text{ (dBA)} =$ | \geq | $\Delta R_A \text{ (dBA)} =$ | | Informe de ensayo en laboratorio / catálogo elementos constructivos / otro documento justificativo | - La mejora de un Techo suspendido depende de m(Forjado) sobre el que se instala. Por ello: m y RA de forjado sobre el que se ha justificado ΔR_A debe ser similar (o mayor) que m y RA de Forjado de proyecto o bien sobre forjado normalizado. - Ensayo en laboratorio UNE-EN ISO 10140-1 - Anexo G y UNE-EN ISO 10140-2. |



ANEXO F: Especificaciones del DB-HR del CTE a las instalaciones del edificio.

Se recogen de forma agrupada las especificaciones textuales relativas a las instalaciones de los edificios, recogidas en el Documento Básico - Protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación.

Los apartados recogidos del DB-HR del CTE son los siguientes:

1. Caracterización y cuantificación de las exigencias (2.3)
2. Diseño y dimensionado:
 - Datos que deben aportar los suministradores (3.3.1)
 - Condiciones de montaje de equipos generadores de ruido estacionario (3.3.2)
 - Conducciones y equipamiento:
 - Hidráulicas (3.3.3.1)
 - Aire acondicionado (3.3.3.2)
 - Ventilación (3.3.3.3)
 - Eliminación de residuos (3.3.3.4)
3. Construcción-Ejecución de Instalaciones
 - Encuentros de los conductos con los elementos de separación verticales y horizontales (3.1.4.1.2 y 3.1.4.2.2)

1. Caracterización y cuantificación de las exigencias

- *Se limitarán los niveles de ruido y de vibraciones que las instalaciones puedan transmitir a los recintos protegidos y habitables del edificio a través de las sujeciones o puntos de contacto de aquellas con los elementos constructivos, de tal forma que no se aumenten perceptiblemente los niveles debidos a las restantes fuentes de ruido del edificio.*
- *El nivel de potencia acústica máximo de los equipos generadores de ruido estacionario (como los quemadores, las calderas, las bombas de impulsión, la maquinaria de los ascensores, los compresores, grupos electrógenos, extractores, etc.) situados en recintos de instalaciones, así como las rejillas y difusores terminales de instalaciones de aire acondicionado, será tal que se cumplan los niveles de inmisión en los recintos colindantes, expresados en el desarrollo reglamentario de la Ley 37/2003 del ruido.*
- *El nivel de potencia acústica máximo de los equipos situados en cubiertas y zonas exteriores anejas, será tal que en el entorno del equipo y en los recintos habitables y protegidos no se superen los objetivos de calidad acústica correspondientes.*
- *Además se tendrán en cuenta las especificaciones del resto de apartados.*

2. Diseño y dimensionado:

Datos que deben aportar los suministradores

Los suministradores de los equipos y productos incluirán en la documentación de los mismos los valores de las magnitudes que caracterizan los ruidos y las vibraciones procedentes de las instalaciones de los edificios:

- El nivel de potencia acústica, L_w , de equipos que producen ruidos estacionarios.
- La rigidez dinámica, s' , y la carga máxima, m , de los lechos elásticos utilizados en las bancadas de inercia.
- El amortiguamiento, C , la transmisibilidad, τ y la carga máxima, m , de los sistemas antivibratorios puntuales utilizados en el aislamiento de maquinaria y conductos.
- El coeficiente de absorción acústica, α , de los productos absorbentes utilizados en conductos de ventilación y aire acondicionado.
- La atenuación de conductos prefabricados, expresada como pérdida por inserción, D , y la atenuación total de los silenciadores que estén interpuestos en conductos, o empotrados en fachadas o en otros elementos constructivos.

Condiciones de montaje de equipos generadores de ruido estacionario

- Los equipos se instalarán sobre soportes antivibratorios elásticos cuando se trate de equipos pequeños y compactos o sobre una bancada de inercia cuando el equipo no posea una base propia suficientemente rígida para resistir los esfuerzos causados por su función o se necesite la alineación de sus componentes, como por ejemplo del motor y el ventilador o del motor y la bomba.
- En el caso de equipos instalados sobre una bancada de inercia, tales como bombas de impulsión, la bancada será de hormigón o acero de tal forma que tenga la suficiente masa e inercia para evitar el paso de vibraciones al edificio. Entre la bancada y la estructura del edificio deben interponerse elementos antivibratorios.
- Se consideran válidos los soportes antivibratorios y los conectores flexibles que cumplan la UNE 100153 IN.
- Se instalarán conectores flexibles a la entrada y a la salida de las tuberías de los equipos.
- En las chimeneas de las instalaciones térmicas que lleven incorporados dispositivos electromecánicos para la extracción de productos de combustión se utilizarán silenciadores.

Conducciones y equipamiento

▪ Hidráulicas

- Las conducciones colectivas del edificio deberán ir tratadas con el fin de no provocar molestias en los recintos habitables o protegidos adyacentes.
- En el paso de las tuberías a través de los elementos constructivos se utilizarán sistemas antivibratorios tales como manguitos elásticos, coquillas, pasamuros estancos y abrazaderas desolidarizadoras.
- El anclaje de tuberías colectivas se realizará a elementos constructivos de masa por unidad de superficie mayor que 150 Kg/m^2 .
- En los cuartos húmedos en los que la instalación de evaluación de aguas esté descolgada del forjado, debe instalarse un techo suspendido con un material absorbente acústico en la cámara.
- La velocidad de circulación del agua se limitará a 1 m/s en las tuberías de calefacción y los radiadores de las viviendas.
- La grifería situada dentro de los recintos habitables será de Grupo II como mínimo, según la clasificación de UNE EN 200.
- Se evitará el uso de cisternas elevadas de descarga a través de tuberías y de grifos de llenado de cisternas de descarga al aire.
- Las bañeras y los platos de ducha deben montarse interponiendo elementos elásticos en todos sus apoyos en la estructura del edificio: suelos y paredes. Los sistemas de hidromasaje, deberán montarse mediante elementos de suspensión elástica amortiguada.
- No deben apoyarse los radiadores en el pavimento y fijarse a la pared simultáneamente, salvo que la pared esté apoyada al suelo flotante.

▪ Aire acondicionado

- Los conductos de aire acondicionado deben ser absorbentes acústicos cuando la instalación lo requiere y deben utilizarse silenciadores específicos.
- Se evitará el paso de las vibraciones de los conductos a los elementos constructivos mediante sistemas antivibratorios, tales como abrazaderas, manguitos y suspensiones elásticas.

▪ Ventilación

- Los conductos de extracción que discurran dentro de una unidad de uso deben revestirse con elementos constructivos cuyo índice global de reducción acústica, ponderado A, R_w , sea al menos 33 dBA, salvo que sean de extracción de humos de garajes, en cuyo caso deben revestirse con elementos constructivos cuyo índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , sea al menos 45 dBA.
- Asimismo, cuando un conducto de ventilación se adose a un elemento de separación vertical se seguirán las especificaciones del apartado 3.1.4.1.2.

- En el caso de que dos unidades de uso colindantes horizontalmente compartieran el mismo reducto colectivo de extracción, se cumplirán las condiciones especificadas en DB HS3.

▪ Eliminación de residuos

Para instalaciones de traslado de residuos por bajante, deben cumplirse las condiciones siguientes:

- a) Los conductos deben tratarse adecuadamente para que no transmitan ruidos y vibraciones a los recintos habitables y protegidos colindantes.
- b) El almacén de contenedores se considera un recinto de instalaciones y el suelo del almacén de contenedores debe ser flotante.

▪ Ascensores y montacargas

- Los sistemas de tracción de los ascensores y montacargas se anclarán a los sistemas estructurales del edificio mediante elementos amortiguadores de vibraciones. El recinto del ascensor, cuando la maquinaria esté dentro del mismo, se considerará un recinto de instalaciones a efectos de aislamiento acústico. Cuando no sea así, los elementos que separan un ascensor de una unidad de uso, deben tener un índice de reducción acústica R_A mayor que 50 dBA.

Cuando un ascensor no tiene cuarto de máquinas, no se aplica lo expresado en este punto, sino que el aislamiento acústico, D_{nTA} , entre el recinto del ascensor y el recinto protegido debe ser al menos de 55 dBA.

Si un ascensor de mochila y su maquinaria generan unos niveles de presión acústica reducidos pueden aplicarse el procedimiento de las soluciones alternativas descrito en el apartado 5 de la parte I del CTE y emplearse soluciones de cerramiento de hueco de ascensores con un aislamiento acústico, D_{nTA} , entre los recintos protegidos y el recinto del ascensor menor que 55 dBA, siempre que en los recintos colindantes, habitables y protegidos, no se superen los objetivos de calidad del apartado 2.3 de este DB y de la ley del ruido y más concretamente del RD 1367/2007.

- En tales casos, deben justificarse con un estudio específico los niveles de presión acústica producidos por el ascensor en recintos habitables y protegidos colindantes mientras el ascensor esté en funcionamiento.
- Las puertas de acceso al ascensor en los distintos pisos tendrán topes elásticos que aseguren la práctica anulación del impacto contra el marco en las operaciones de cierre.
- El cuadro de mandos, que contiene los relés de arranque y parada, estará montado elásticamente asegurando un aislamiento adecuado de los ruidos de impactos y de las vibraciones.

3. Construcción - Ejecución de Instalaciones

Deben utilizarse mediante elásticos y sistemas antivibratorios en las sujeciones o puntos de contacto entre las instalaciones que produzcan vibraciones y los elementos constructivos.

▪ Encuentro de los elementos de separación horizontal con los conductos de instalaciones

- *En el caso de que un conducto de instalaciones, por ejemplo de instalaciones hidráulicas o de ventilación, atraviese un elemento de separación horizontal, se recubrirá y se sellarán las holguras de los huecos efectuados en el forjado para paso del conducto con un material elástico que garantice la estanquidad e impida el paso de vibraciones a la estructura del edificio.*
- *Deben eliminarse los contactos entre el suelo flotante y los conductos de instalaciones que discurran bajo él. Para ello, los conductos se revestirán de un material elástico.*

▪ Encuentro de los elementos de separación vertical con los conductos de instalaciones

- *Cuando un conducto de instalaciones colectivas se adose a un elemento de separación vertical, se revestirá de tal forma que no disminuya el aislamiento acústico del elemento de separación y se garantice la continuidad de la solución constructiva.*



ANEXO G: Ficha normalizada para el asiento de los resultados de los ensayos, pruebas y análisis del control de recepción de obra de las características acústicas de productos, sistemas y equipos.

Se recoge la ficha establecida en el anexo II de la Orden sobre Control Acústica de la Edificación del Gobierno Vasco.

LCC

PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO DB-HR DEL CTE

MATERIALES / SISTEMAS / EQUIPOS

OBRA

Identificación del producto:

| Elemento constructivo: | Tipo ⁽¹⁾ | Descripción y/o localización | Característica acústica ⁽²⁾ |
|--|---------------------|------------------------------|---|
| Separación vertical | ESV1 | | R_A |
| | ESV2... | | |
| Trasdosado | Tr1 | | ΔR_A |
| | Tr2... | | |
| Separación horizontal | ESH1 | | $R_A / L_{n,w}$ |
| | ESH2... | | |
| Suelo flotante | SF1 | | $\Delta R_A / \Delta L_w$ |
| | SF2... | | |
| Techo suspendido | TS1 | | $\Delta R_A / \Delta L_w$ α_m |
| | TS2... | | |
| Parte ciega de Fachada/Cubierta | Pcie1 | | R_{Atr} |
| | Pcie2... | | |
| Ventana: conjunto de elementos que cierran un hueco (ventana+caja persiana+aireador) | V1 | | R_{Atr} |
| | V2... | | |
| Aireador | Ai1 | | $D_{n,eAtr}$ |
| | Ai2... | | |
| Puerta de paso | Pue1 | | R_A |
| | Pue2... | | |
| Otros: | Tipo(1) | Descripción y/o localización | Característica acústica ⁽²⁾ |
| Equipos ruido estacionario: | Er1 | | L_w |
| | Er2... | | |
| ... | | | |

⁽¹⁾ Tipo: diferentes soluciones (1,2,...) que pueden darse en una obra para un elemento constructivo, equipo,...⁽²⁾ Ver Apdo. 4.2, 3.3.1 y 4.1 y Anejos A y B (Terminología y Notación) de dB HR – Protección frente al ruido, del CTEControl de recepción⁽³⁾:

| Tipo | Valor declarado/ensayado | | Exigencia ⁽⁴⁾ | Aceptación (SÍ o NO) | Documento / Informe |
|------|--|-------|--------------------------|----------------------|---------------------|
| | Característica acústica ⁽²⁾ | Valor | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

⁽³⁾ Documental o mediante ensayo a criterio de la Dirección Facultativa o en caso de que no se disponga de garantía documental.⁽⁴⁾ Valor establecido en proyecto.

| Característica acústica ⁽²⁾ | Resultado en base a documento justificativo o a ensayo ⁽⁵⁾ | |
|--|---|---|
| R_A o R_{Atr} / ΔR_A | Aislamiento a ruido aéreo en laboratorio | UNE-EN ISO 140-3:1995 |
| $L_{n,w}$ / ΔL_w | Aislamiento a ruido de impactos en laboratorio | UNE-EN ISO 140-6:1999 |
| $D_{n,eAtr}$ | Aislamiento a ruido aéreo en laboratorio | UNE-EN 20140-2:1994 |
| α_m | Absorción sonora en laboratorio | UNE-EN ISO 354:2004 |
| L_w | Potencia sonora | UNE EN ISO 3741:2000(AC:2002)/ 3743-1:1996 / 3743-2:1997 / 3746:1996 / 3747:2001 (según tipo de equipo) |

Observaciones / Medidas correctoras

Dirección Facultativa / Constructor

⁽⁵⁾ Laboratorio(s) con declaración responsable en las normas aplicables.

ANEXO H: Ficha normalizada para el asiento de los resultados de los ensayos de verificación acústica in situ.

Se recoge la ficha establecida en el anexo III de la Orden sobre Control Acústica de la Edificación del Gobierno Vasco.

OBRA

Identificación del Edificio:

| | |
|------------------------|--|
| Código/Promoción: | |
| Ubicación: | |
| Nº unidades de uso(uu) | |

⁽¹⁾Unidad de uso= vivienda en edificio residencial privado;= habitación +anexos, en edificio residencial público o edificios de uso hospitalario; = aula o sala de conferencias + anexos en edificios docentes

Identificación de tipos de ensayos y casuísticas:

| Tipo de ensayo Característica acústica | | Casuísticas a las que se aplica | |
|---|---|---------------------------------|---|
| a | Aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos: $D_{nT,A}$ UNE-EN ISO 140-4 :1999 | I | Entre recinto habitable (generalmente protegido) de uu ⁽¹⁾ y recinto habitable no de la uu |
| | | II | Entre recinto habitable (generalmente protegido) y recinto instalaciones |
| | | III | Entre recinto habitable (generalmente protegido) y recinto actividad |
| b | Aislamiento acústico a ruido de impactos entre recintos: L_{nTw} UNE-EN ISO 140-7:1999 | I | Entre recinto protegido de uu y recinto habitable no de la uu |
| | | II | Entre recinto protegido y recinto instalaciones |
| | | III | Entre recinto protegido y recinto actividad |
| c | Aislamiento acústico frente a ruido exterior: $D_{2m,nT,Atr}$ UNE-EN ISO 140-5:1999 | IV | En recinto protegido |
| d | Nivel de ruido de instalaciones comunes del edificio Decreto 213/2013 16 octubre | V | En recinto protegido colindante con recinto de instalaciones comunes del edificio: Cuarto de instalación ascensor / ventilación forzada / puerta garaje / sala calderas e instalaciones comunes |

Control de recepción de ensayos:

| Tipo de ensayo | Casuística ensayada | | Resultado | Aceptación SÍ/NO |
|----------------|---------------------|----------------------------|------------|---------------------|
| | Casuística | Identificación de recintos | Nº Informe | |
| a | I | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| b | II | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| c | III | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| d | IV | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| e | V | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Laboratorio(s) de ensayo que ha(n) intervenido:

| |
|-------------------------------------|
| Observaciones / Medidas correctoras |
| |

| |
|-------------------------------------|
| Dirección Facultativa / Constructor |
| |