
Programa **Pladur® FON HR**

*El Programa **Pladur® FON***

Presentación	2
El Programa Pladur® FON HR	3
Iniciar un nuevo proyecto Pladur® FON HR	4
Formulario de Cálculo	5
Añadir Revestimientos	13
Añadir Butacas	15
Calculando...	17
Cumplimiento de las exigencias del DB - HR	19
Ficha de cumplimiento del DB - HR	21
Informe final	23

Información

CTE DB - HR	25
Definiciones	40
Consideraciones sobre los métodos de cálculo	48
Pladur®	50
El Programa BUDA	51

Comentarios

*Este archivo de ayuda está dividido por capítulos ordenados según el sentido de trabajo del programa. Puede familiarizarse con el programa si utiliza esta ayuda a modo de guía paso a paso para crear un nuevo proyecto **Pladur® FON HR**.*

*YESOS IBÉRICOS, S.A. pone a disposición de sus clientes la herramienta **Pladur® FON HR** con la finalidad de prestar una ayuda RD 1371/2007, de 19 de octubre "DB-HR de Protección frente al ruido".*

YESOS IBÉRICOS, S.A. no se responsabiliza del uso incorrecto o erróneo que pueda hacerse de la citada herramienta.

Presentación

Bienvenido a **Pladur® FON**, una herramienta informática desarrollada por “**PLADUR®**” en colaboración con el **Grupo de Vibroacústica de la Universidad de Zaragoza** para servir de apoyo al diseño y justificación del acondicionamiento acústico de recintos en el marco del Documento Básico «*DB-HR Protección frente al ruido*» del *Código Técnico de la Edificación*, al que nos referiremos en adelante en la presente ayuda como DB–HR

El DB-HR recoge en su artículo 14 “Exigencias básicas de protección frente al ruido (HR)” que los edificios se proyectarán, construirán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus recintos tengan unas características acústicas adecuadas “para limitar el ruido reverberante de los recintos”. Este aspecto se objetiva a través del cumplimiento de las exigencias relativas al obligado cumplimiento de los valores límites establecidos en el apartado 2.2 del DB-HR y de las correspondientes condiciones de diseño y dimensionado recogidas en el apartado 3.2 del citado documento.

De igual manera el DB-HR especifica en su apartado 4 las características exigibles tanto a los productos de construcción como a los elementos constructivos y al control de recepción en obra de los citados productos.

En el apartado 5 del documento se hace referencia a los aspectos relativos a la ejecución y al control así como al control de la obra terminada. Para finalizar, en el apartado 6 se hacen las consideraciones relativas al mantenimiento y conservación de los edificios en relación a los aspectos acústicos.

Para ayudar al proyectista en estas tareas, que incorporan por primera vez en España exigencias legales relativas al acondicionamiento acústico de recintos, Pladur® ha desarrollado la presente herramienta que pretende ayudar al usuario en el proceso de selección de aquellos materiales que dentro de la gama Pladur® FON se adecuan de manera óptima al cumplimiento de las exigencias recogidas en el DB-HR del CTE.

La herramienta Pladur® FON HR se inscribe dentro de las “Buenas Prácticas de Información Acústica de Producto” impulsadas en el marco del programa BUDA (**BU**en **D**esarrollo **Ac**ústico, <http://grupovac.org/buda>)

La Herramienta Pladur® FON HR

Pladur® FON HR es una aplicación pensada y programada para facilitar el proceso de diseño del acondicionamiento acústico de recintos en relación al cumplimiento de las exigencias relativas al tiempo de reverberación exigibles en el marco del DB-HR de protección frente al ruido, así como para facilitar el proceso de cumplimentación de las correspondientes fichas justificativas.

Pladur® FON HR ha sido diseñada para ir guiando al usuario paso a paso de manera intuitiva en el proceso de diseño y selección de materiales con objeto de facilitar el cumplimiento de la normativa vigente. Como resultado final del proceso el programa elabora un completo informe que incluye un borrador de las fichas justificativas del cumplimiento del DB-HR del CTE así como toda la toda información técnica relevante.

El método de trabajo de **Pladur® FON HR** es el siguiente:

- 1. Fase de caracterización básica del recinto:** en esta fase se definen las características básicas del recinto objeto del proyecto: tipo de recinto, dimensiones, revestimientos iniciales, etc...
- 2. Fase de cálculo de parámetros característicos iniciales del recinto:** a partir de los datos de caracterización del recinto introducidos en la fase anterior, el programa calculará automáticamente, de acuerdo con los métodos recogidos en el apartado 3.2 del DB-HR, la absorción acústica inicial del recinto y su tiempo de reverberación correspondiente. En caso de que el recinto cumpla las exigencias establecidas en la normativa, el usuario podrá proceder a imprimir el borrador de la ficha justificativa de cumplimiento recogida en los anexos L3 y L4 del DB-HR.
- 3. Fase de diseño por el usuario de una solución Pladur® FON:** en el caso de que las condiciones iniciales del recinto no cumplan las exigencias establecidas en el DB-HR, el programa, planteará al usuario distintas opciones de acondicionamiento acústico basadas en productos de la gama Pladur® FON que garantizan el cumplimiento de las exigencias establecidas en el apartado 2.2 del DB-HR
- 4. Fase de impresión del informe final:** una vez que el usuario ha seleccionado una determinada opción para el acondicionamiento acústico del recinto, puede proceder a la impresión del informe final de acondicionamiento acústico que incluye el borrador de la correspondiente ficha justificativa de cumplimiento.

Iniciar un Proyecto

Para crear un nuevo proyecto, vaya al menú Archivo / Nuevo, o pulse sobre el botón Nuevo de la barra de herramientas, se abrirá el formulario de cálculo para comenzar a trabajar en su proyecto. Esta acción implicará de manera automática el cierre de todo proyecto en ejecución previa.



NOTA IMPORTANTE

Pladur® FON HR no cuenta con función de guardado de proyectos, pero permite la impresión de las fichas e informes que genere (o en su caso guardarlas en formato "doc").

Pantalla de introducción de datos

Al iniciar un nuevo proyecto se abrirá la siguiente pantalla:

The screenshot shows the 'Introducción de datos' (Data Entry) screen of the PLADUR FON HR software. The interface is divided into several sections:

- DEFINICIÓN DEL RECINTO (Room Definition):**
 - Tipo de recinto (Room Type):** A dropdown menu with 'Pendiente' (Pending) next to it.
 - Dimensiones del recinto (Room Dimensions):** Input fields for 'Ancho' (Width), 'Largo' (Length), and 'Alto' (Height), each followed by 'metros' and 'Pendiente'.
 - Revestimientos del techo (Ceiling Finishes):** A dropdown menu with 'Pendiente'.
 - Revestimientos de las paredes (Wall Finishes):** A dropdown menu with 'Pendiente'.
 - Revestimientos del suelo (Floor Finishes):** A dropdown menu with 'Pendiente'.
- OPCIONES DE CÁLCULO (Calculation Options):**
 - Método de cálculo (Calculation Method):** Radio buttons for 'General' and 'Simplificado' (Simplified). A button labeled '¿Qué diferencia existe?' (What is the difference?) is next to 'Simplificado'.
 - Coefficiente de seguridad (Safety Coefficient):** A dropdown menu with a value of '1' and a 'Cambiar' (Change) button. A text box explains: 'El Coeficiente de seguridad define un margen de SEGURIDAD para los cálculos.' (The Safety Coefficient defines a margin of SAFETY for the calculations.)

In the center, there is a 3D perspective view of a room with labels 'Largo' (Length), 'Ancho' (Width), and 'Alto' (Height). Below it, an information icon (i) is accompanied by a text box: 'El tipo de recinto definirá las condiciones en las que se aplicará el Código Técnico de la Edificación.' (The room type will define the conditions under which the Building Code will be applied.)

Como se puede apreciar, el programa va a solicitar al usuario los siguientes datos:

1. Tipo de recinto
2. Dimensiones del recinto
3. Revestimiento del techo
4. Revestimiento de las paredes
5. Revestimiento del suelo y butacas (en su caso)
6. Método de cálculo
7. Coeficiente de seguridad

Pladur® FON HR guía de este modo paso a paso al usuario hasta completar el proceso de entrada de datos básicos del proyecto. Para cada uno de los apartados el usuario deberá rellenar los datos correspondientes y, si el proceso ha sido correcto, aparecerá el símbolo OK.



De esta manera **Pladur® FON HR** registrará los datos introducidos y los almacenará una vez validados.

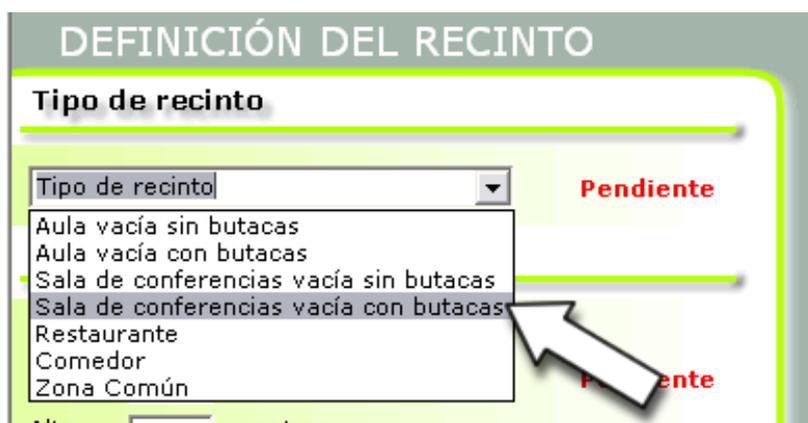
El programa procederá al cálculo de los parámetros acústicos del recinto sólo cuando el usuario haya introducido todos los datos necesarios con el formato correcto. El usuario puede comprobar como se le indican los pasos restantes, cambiando dicha etiqueta a botón Calcular una vez estén completos.

No obstante, si el usuario deseara modificar durante el proceso alguno de los datos ya introducidos, tan solo tiene que hacer clic sobre el mismo.

A continuación se describen las fases a seguir en el proceso de diseño:

1º.- Selección del tipo de recinto

El usuario debe encuadrar el recinto objeto del proyecto dentro de alguna de las categorías recogidas en el apartado 2.2 del DB-HR. Una vez que el usuario ha decidido la tipología del recinto deberá pulsar sobre el cuadro de texto, en el que aparecen desplegados los tipos de recintos disponibles para a continuación, validar su selección pulsando en Aceptar.



En caso de seleccionar un tipo de recinto con butacas, el programa le requerirá más adelante que especifique el nº de butacas y sus propiedades.

Dispone de más información este aspecto en el apartado **Añadir Butacas**

2º.-Introducción de las dimensiones del recinto

En este paso el usuario introducirá las dimensiones del recinto (ancho, largo y alto). Dichas medidas deberán ser introducidas en metros y con caracteres numéricos. En caso de introducir números con decimales (4,2 por ejemplo), la coma deberá ser introducida como coma (,) y NO como punto (.) o cualquier otro carácter.

Una vez introducidas las dimensiones aparecerá la imagen de OK.

Pladur® FON HR realiza los cálculos partiendo de una aproximación de los recintos a formas prismáticas rectas o asimilables de acuerdo con lo especificado para aulas y salas de conferencias en el apartado 3.2.1 del DB-HR

The screenshot shows a software interface with the following sections:

- Tipo de recinto:** A dropdown menu currently set to "Comedor".
- Dimensiones del recinto:** Three input fields for "Ancho" (width), "Largo" (length), and "Alto" (height). The "Ancho" field contains the number "10". A white arrow points to the "Largo" field. To the right of these fields, the word "Pendiente" is written in red.
- Revestimientos del techo:** A section for ceiling finishes, which is currently empty.

¿Existe algún límite para las dimensiones de mi proyecto?

Sí. Según el apartado 2.2 del DB - HR los métodos de cálculo que recoge el DB-HR son válidos exclusivamente, en el caso concreto de aulas y salas de conferencias para recintos cuyo volumen sea **igual o menor a 350 m³**. Para volúmenes superiores se deberá acudir a un Estudio Detallado. En el momento en el que **Pladur® FON HR** detecta esta situación avisa al usuario de esta contingencia.

Además, ninguna de las dimensiones deberá ser inferior a un metro (1 m).

¿Y si mi proyecto no se asemeja a un prisma?

En caso de aulas y salas de conferencias en los que su forma no pueda ajustarse de forma razonable a formas prismáticas rectas o asimilables, no serán válidos los métodos recogidos en los apartados 3.2.2. y 3.2.3 del DB-HR por lo que deberá realizarse un Estudio Acústico Detallado cuya metodología, simplificaciones y aproximaciones de cálculo podrán no ajustarse íntegramente a lo recogido en el DB-HR.

3º, 4º y 5º.- Selección de materiales y revestimientos de techo, paredes y suelo

Para la selección de los materiales y revestimientos del recinto se deberá hacer clic sobre el botón correspondiente para abrir el cuadro de diálogo de selección de revestimientos.

The image shows a software interface with two main sections: "Revestimientos del techo" and "Revestimientos del suelo".

Revestimientos del techo: This section contains a button labeled "Definir un nuevo revestimiento" and a list of three items: "Luminaria (10 m2)", "Panel de fibra de madera (90 m2)", and "Luminaria (10 m2)". A red "Pendiente" label is positioned to the right of the list. A hand icon is located in the top right corner of this section.

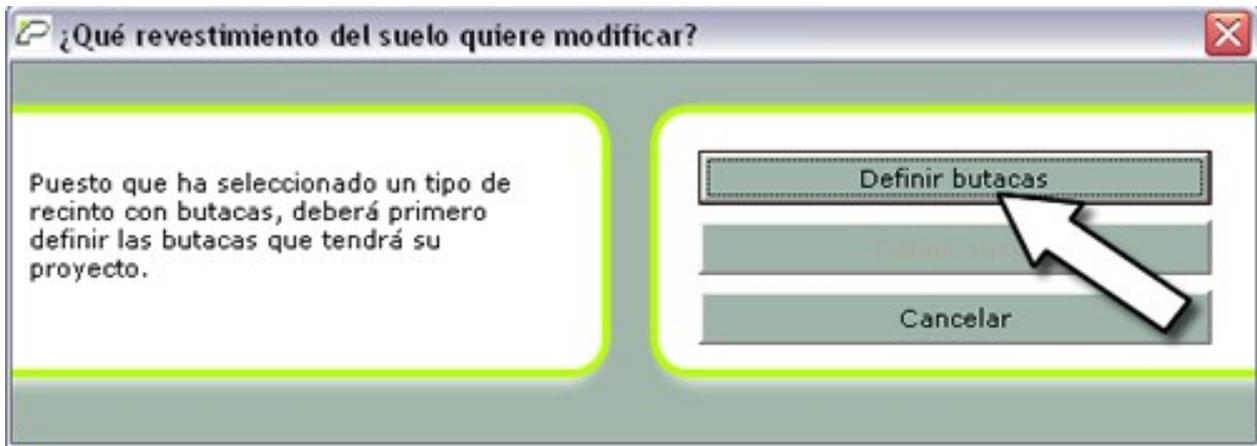
Revestimientos del suelo: This section contains a button labeled "Definir un nuevo revestimiento" and a list with one item. A red "Pendiente" label is positioned to the right of the list.

Podrá añadir hasta 6 revestimientos, de uno en uno, en cada superficie. Una vez añadidos, haciendo clic sobre él en la lista que hay debajo del botón podrá modificar o borrar el elemento en cuestión.

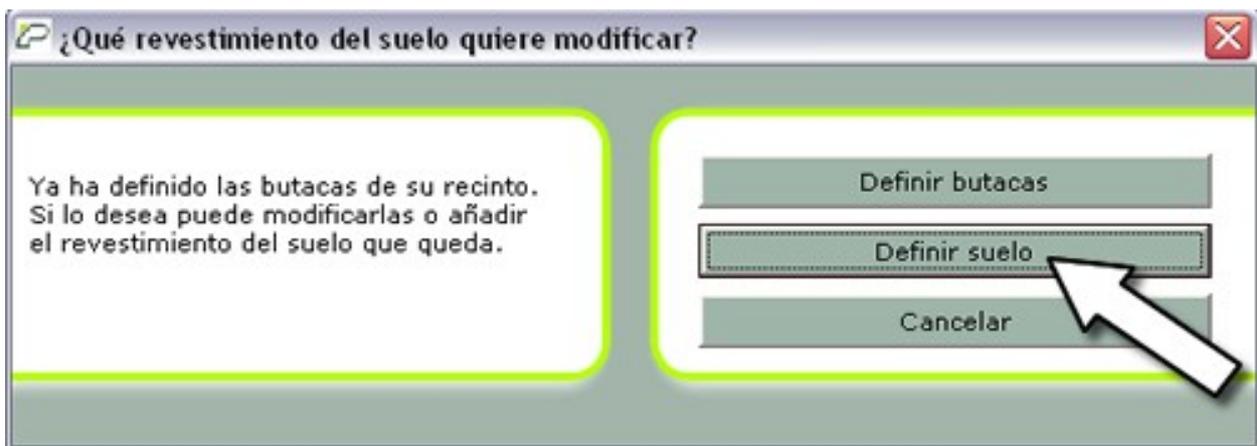
Debido a la posibilidad de utilizar hasta 6 revestimientos, la ficha justificativa L3, difiere de la recogida en el anexo del DB-HR al permitir esta posibilidad.

Dispone de más información sobre este aspecto en el apartado **Añadir Revestimientos**

En caso de seleccionar un tipo de recinto con butacas, cuando vaya a definir los revestimientos del suelo, el programa le pedirá en primer lugar que defina las butacas del proyecto.



Una vez añadidas, esta pantalla le mostrará la opción de modificar lo definido o añadir otros revestimientos al suelo.



Dispone de más información a este respecto en **Añadir Butacas**

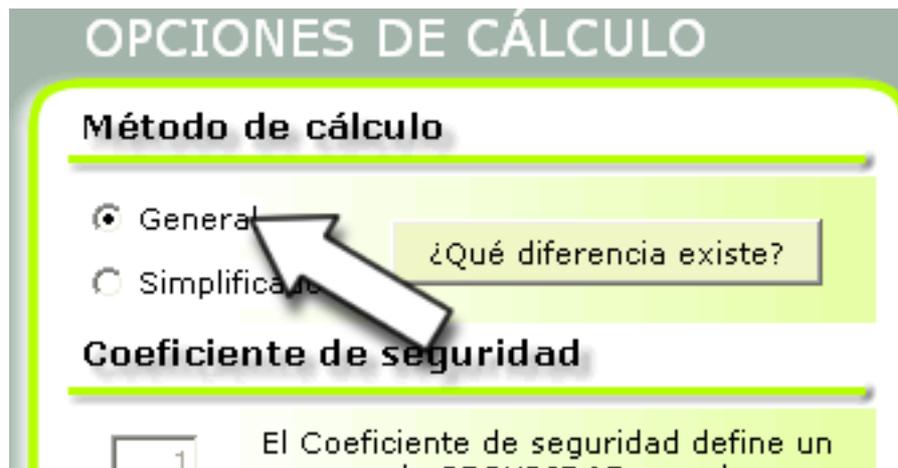
¿Y si no aparece el revestimiento que necesito?

Pladur® FON HR incluye una extensa base de datos con los parámetros de absorción acústica de los materiales más comunes utilizados en la construcción, No obstante, en el caso de que en el listado de revestimientos no esté incluido el tipo concreto que necesita el usuario, puede optarse por las siguientes posibilidades

- seleccionar uno similar de entre los disponibles,
- solicitar la información al fabricante del mismo
- contactar con el servicio de asistencia técnica de Pladur:consultas.pladur@uralita.com

6º.- Métodos de cálculo

Esta fase el programa permite escoger entre uno de los dos métodos de cálculo, General y Simplificado, recogidos en los apartados 3.2.2 y 3.3.3 del DB - HR. Las características de estos métodos se recogen de manera detallada en el anexo **Métodos de cálculo**.



Cada método tiene su ámbito de aplicación (definido en el DB - HR), por ello **Pladur® FON HR** seleccionará automáticamente el que mejor se ajuste a su tipo de proyecto, permitiendo no obstante que el usuario seleccione el que desee.

Dado que utilizando **Pladur® FON HR** el proceso de diseño es extraordinariamente sencillo, se aconseja utilizar el procedimiento general que permite un diseño más versátil y “transparente” desde el punto de vista de cálculo, dado que el método abreviado se diseñó para simplificar cálculos “manuales”.

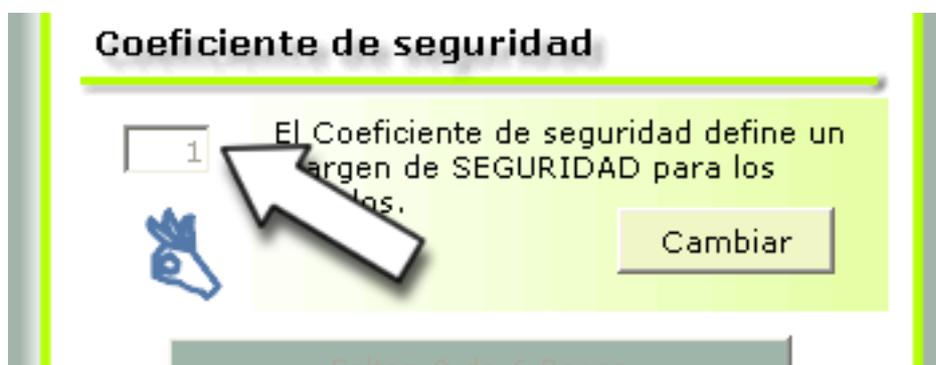
¿Por qué no puedo seleccionar otros métodos de cálculo?

Pladur® FON HR está enmarcado en el ámbito del DB - HR, por ello sólo le permitirá en cada caso seleccionar el método de cálculo disponible según lo recogido en la normativa.

*En el caso concreto del cálculo de la absorción de las butacas, se ha optado de manera provisional por utilizar el método Kosten-Beranek, tal y como se explica en el apartado de Mas información sobre este aspecto en el apartado **Consideraciones sobre los métodos de cálculo y datos de los coeficientes de absorción empleados por la herramienta Pladur® FON HR***

7º.-Coeficiente de seguridad

El coeficiente de seguridad es un coeficiente definido por el usuario con el objeto de establecer un margen de seguridad que permite considerar posibles incertidumbres en la ejecución, geometría, características de los materiales, simplificaciones adoptadas, etc...



El coeficiente de seguridad incluido en **Pladur® FON HR** es un coeficiente en tanto por uno que multiplica al valor mínimo que deberá cumplir nuestro proyecto para asegurarse el estar dentro de la normativa.

Los siguientes ejemplos permiten ilustrar este concepto

- Para usar estrictamente el valor mínimo definido en la normativa, o sea el 100% del valor mínimo, el coeficiente de seguridad deberá ser 1 (0% de margen de error).
- Si el usuario quisiera adoptar un margen de seguridad del 10% (110% del valor mínimo de cálculo) o del 20% (120% del valor mínimo de cálculo) deberá introducir un coeficiente de seguridad de 1,1 o 1,2 respectivamente.

No existe límite superior para el coeficiente de seguridad.

¿Cuál es entonces el valor óptimo del coeficiente de seguridad?

El DB-HR **no incluye el concepto de coeficiente de seguridad**. Es por tanto una opción que le ofrece **Pladur® FON HR** con el objeto de considerar en los cálculos un margen de seguridad para el cumplimiento del DR - HR. El valor por defecto que introduce el programa es 1, que corresponde estrictamente a las exigencias del DB-HR. Como criterio orientativo a la hora de seleccionar un valor del coeficiente de seguridad conviene tener en cuenta que, de acuerdo con lo recogido en el apartado de "Control de obra terminada" del DB-HR, se establece una tolerancia en la medición "in situ" del tiempo de reverberación de 0,1 segundos.

NOTA IMPORTANTE:

El usuario debe tener en cuenta que el coeficiente de seguridad **es un concepto no recogido en el DB-HR** por lo que, en su caso, será utilizado de manera voluntaria por el usuario en función de su experiencia.

8º.- Han sido introducidos los datos correspondientes a todos los apartados

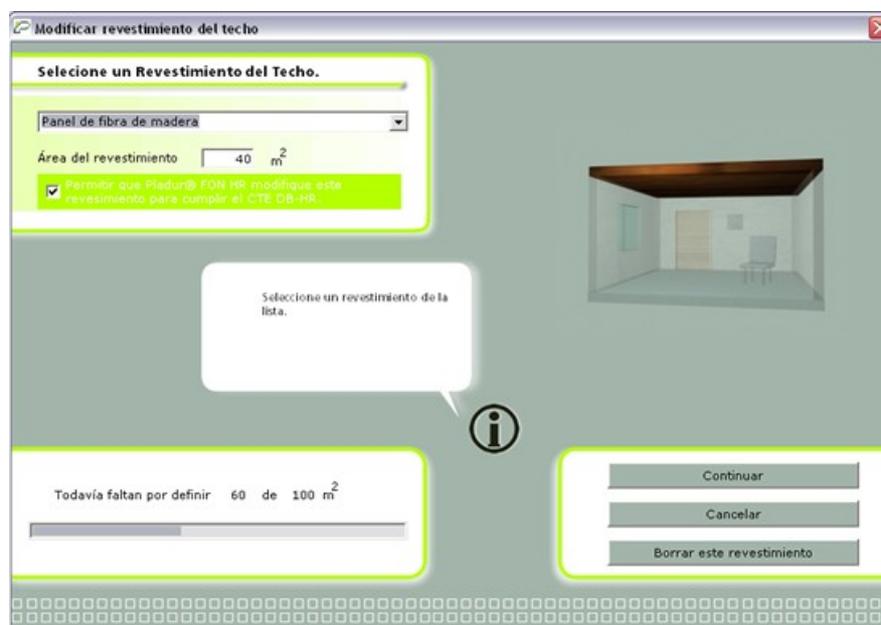
El usuario debe asegurarse de que todos los apartados han sido validados.



Aquellos apartados que no han sido validados muestran una etiqueta de **Pendiente**, a la espera. Una vez validados, el usuario debe pulsar sobre el botón **Calcular**, el cual le ha estado indicando hasta el momento los pasos que le faltaban para terminar.

Añadir Revestimiento

A la hora de definir (o modificar) los revestimientos del recinto, **Pladur® FON HR** le mostrará el siguiente cuadro de diálogo:



Para añadir un revestimiento tan sólo debe seleccionarlo de la lista e introducir en el cuadro de texto inmediatamente inferior el área deseada en **metros cuadrados**. Al hacerlo, verá que la barra de progreso inferior avanza de manera proporcional, indicándole cuanto le queda por definir de techo, pared o suelo.

No es necesario definir todo a la vez. Cuando introduzca un revestimiento y su área, al pulsar en “continuar”, volverá a la pantalla principal de introducción de datos. Vuelva a hacer clic en “añadir revestimiento” para terminar de definir.

Una vez añadido un elemento, pulsando sobre él en su lista se puede modificar o borrar.

NOTA IMPORTANTE:

*El usuario debe tener en cuenta que **Pladur® FON HR** va a superponer revestimientos de la gama **Pladur® FON** sobre el techo inicial con el objeto de cumplir exigencias recogidas en el DB -HR. Por ello, si desea que alguno de los revestimientos o elementos existentes en el techo no sea recubierto con **Pladur® FON HR** (tal y como ocurre en el caso de las luminarias, tragaluces, trampillas, lucernarios y otros elementos) o si el usuario no desea que determinado revestimiento inicial sea recubierto por razones de carácter estético o funcional, deberá desactivarse la casilla inferior, comprobando en todo caso si el programa ya lo ha hecho por defecto (**Pladur® FON HR** reconoce automáticamente aquellos elementos que a priori no deberían ser cubiertos, si bien esta es una decisión que puede ser modificada por el usuario).*

Seleccione un Revestimiento del Techo.

Papel mural grueso

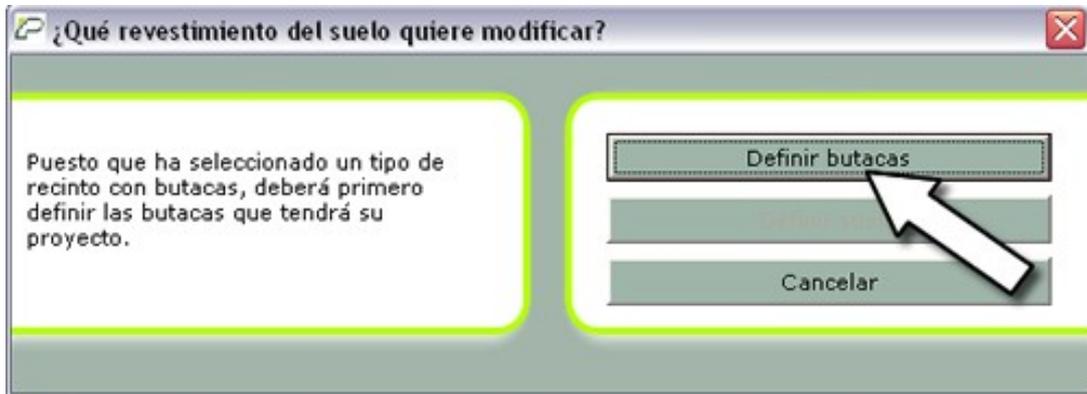
Área del revestimiento m²

Permitir que Pladur® FON HR modifique este revestimiento para cumplir el CTE DB-HR.

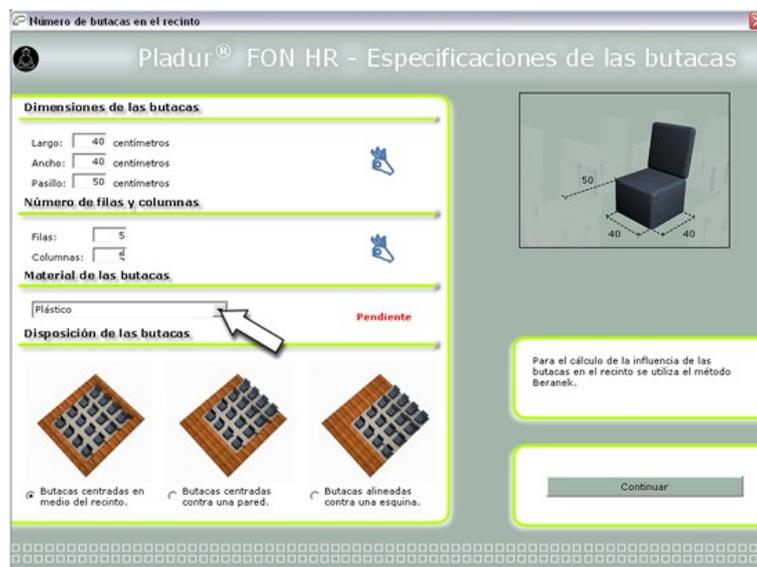


Añadir Butacas (Método Kosten-Beranek)

Al seleccionar un tipo de recinto con butacas **Pladur® FON HR** le requerirá que defina las mismas a la hora de introducir los revestimientos del suelo.



Para calcular la absorción de recintos con butacas/asientos, **Pladur® FON HR** utiliza de manera provisional, tal y como ya se ha indicado con anterioridad en este manual, el método propuesto por Kosten y Beranek. El proceso de definición de este tipo de áreas se realiza a través de la siguiente pantalla:



1º.-Dimensiones de las butacas/asientos

Deberá introducir las dimensiones de las butacas en **centímetros**. Dichas dimensiones deben ser el ancho y largo de la butaca, así como la dimensión del pasillo situado entre las butacas.

2º.-Número de butacas/asientos

Introduzca el número de filas y el número de columnas de butacas.

NOTA IMPORTANTE

El usuario debe planificar previamente a la introducción de los datos la distribución en filas y columnas de las butacas o asientos, de manera que los datos sean compatibles con las dimensiones del recinto. En caso de introducir datos dimensionalmente incoherentes Pladur® FON HR mostrará en pantalla el correspondiente mensaje de error.

3º.-Tipo de butacas/asientos

Seleccione de la lista el tipo de butacas o asientos.

En el caso de que en el listado de butacas/asientos no esté incluido el tipo concreto que necesita el usuario, puede optar por:

- seleccionar uno similar entre los disponibles
- solicitar la información al fabricante de la butaca/asiento
- contactar con el servicio de asistencia técnica de Pladur:
(consultas.pladur@uralita.com)

4º.-Disposición de las butacas

El método Kosten- Beranek define un "área de influencia de las butacas" computando tanto al superficie proyectada de las butacas como los pasillos entre ellas y un espacio de 0,5 m alrededor del área ocupada. Por todo ello es necesario seleccionar de entre las tres tres opciones propuestas aquella que mejor se adapte a la disposición concreta de las butacas/asientos del recinto.

Una vez definidos estos aspectos, pulse en continuar.

Calculando...

Una vez que el usuario ha rellenado y validado todos los datos, **Pladur® FON HR** calculará automáticamente, en función del método de cálculo seleccionado, los parámetros acústicos del proyecto.

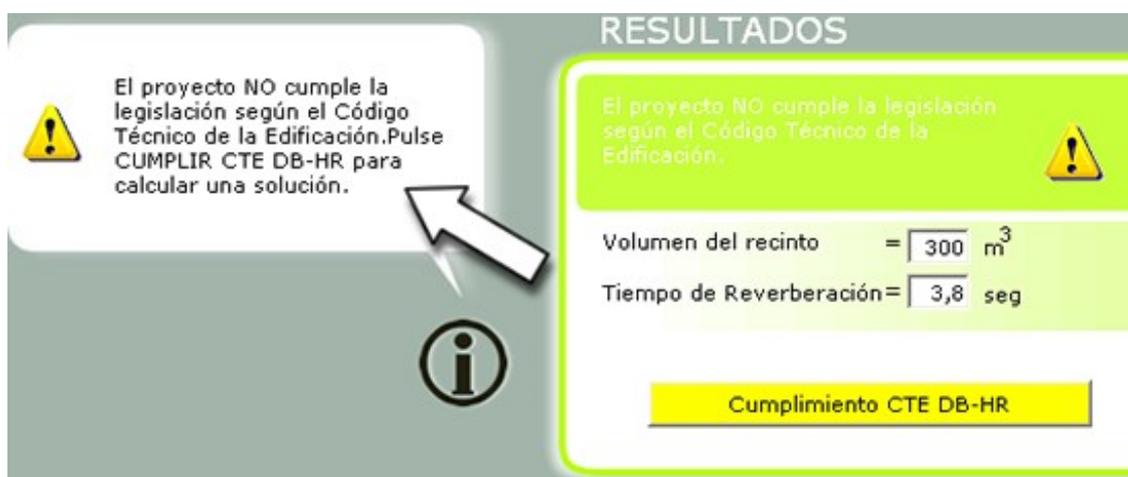
De esta etapa pueden derivarse tres situaciones:

1. El recinto **NO SE AJUSTA** a las dimensiones establecidas en el DB - HR.

The screenshot displays the software's input fields and a warning message. On the left, the 'Dimensiones del recinto' section shows 'Ancho: 15 metros', 'Largo: 14 metros', and 'Alto: 3 metros'. Below this are three sections for 'Revestimientos' (ceiling, walls, floor), each with a 'Definir un nuevo revestimiento' button and a dropdown menu. To the right, a 3D perspective view of a room is shown with dimensions of 15m by 15m. A yellow warning icon is present, and a text box contains the message: 'El volumen del recinto es superior a 350 metros cúbicos. Requiere de un estudio detallado.' An arrow points from this message to the room view. The word 'Pendiente' is written in red next to several input fields.

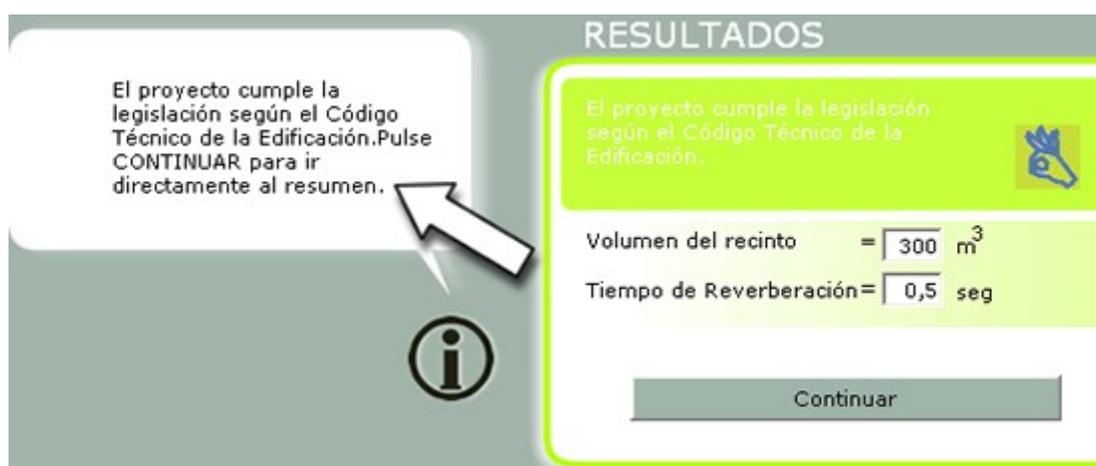
En este caso el recinto no entra en el ámbito establecido en el DB - HR (el cuadro de información indicará la razón). En este caso deberá realizarse a un Estudio Detallado del Recinto.

2. El proyecto **NO CUMPLE** las exigencias establecidas en el DB - HR



El recinto se encuentra dentro del ámbito de aplicación del DB - HB pero **no cumple las exigencias establecidas**. Esto implica que se deberán modificar o redefinir las soluciones adoptadas para del recinto con el objeto de cumplir las condiciones mínimas establecidas. En este caso **Pladur® FON HR** guiará al usuario en el proceso de acondicionamiento acústico correctivo mediante actuaciones sobre el techo del recinto para alcanzar los objetivos mínimos marcados en el DB - HB. Para ello solo tiene que pinchar en el botón **Cumplimiento CTE DB - HR**.

3. El proyecto **CUMPLE** las exigencias establecidas en el apartado 2.2 del DB - HB



En este caso su proyecto **cumple todas las exigencias del DB - HR**, por lo que **Pladur® FON HR** le remitirá a las pantallas en las que se presentan las "Fichas justificativas" así como el correspondiente informe técnico, para imprimir esta documentación el usuario sólo debe pulsar en "Continuar".

Cumplimiento del DB - HB

En caso de que el recinto inicial no cumpliera las exigencias máximas del DB-HB, **Pladur® FON HR** le ofrece la posibilidad de acondicionar acústicamente el recinto utilizando de la gama **Pladur® FON**. Al seleccionar esta opción se le mostrará la siguiente pantalla:

Pladur® FON HR - Selección de producto

Selección del producto Pladur® FON

FON R Alternada 12/20/66 Plénium 600 mm Tiempo de reverberación: 0,479 s.	FON C 8/18 Plénium 300 mm Tiempo de reverberación: 0,485 s.
FON R12/25 Plénium 600 mm Tiempo de reverberación: 0,409 s.	FON R10/23 Plénium 600 mm Tiempo de reverberación: 0,505 s.
FON R12/25 Plénium 300 mm Tiempo de reverberación: 0,514 s.	FON R1530 Plénium 300 mm Tiempo de reverberación: 0,52 s.
FON R Alternada 8/12/50 Plénium 600 mm Tiempo de reverberación: 0,53 s.	FON R8/18 Plénium 300 mm Tiempo de reverberación: 0,532 s.

Información del producto

CONFIGURACIÓN DE PERFORACIONES
CONFIGURACÃO DE PERFURAÇÕES

Perforaciones sobre toda la superficie de la placa.
Perfurações sobre toda a superfície da placa.

Recomendaciones de instalación

Para cumplir las exigencias recogidas en el Documento Básico HR del Código Técnico de la Edificación deberá instalar **100 m²** del producto seleccionado.

Gráfico: Tiempo de reverberación (s) vs. Volumen (m³)

Botón: **Elegir este producto Pladur® FON**

En esta pantalla se le presentan los productos de la gama **Pladur® FON HR**, que permiten alcanzar las exigencias establecidas indicando en cada caso la superficie mínima que en combinación con la placa **Pladur® N 15 mm** se deberá instalar en el techo del recinto para cumplir las exigencias establecidas en el DB-HR.

Cuando seleccione alguno de los materiales propuestos, aparecerá un resumen de las características del mismo. Pudiendo verse en todo momento una imagen con la disposición y dimensiones del patrón de las perforaciones del material seleccionado.

Información del producto

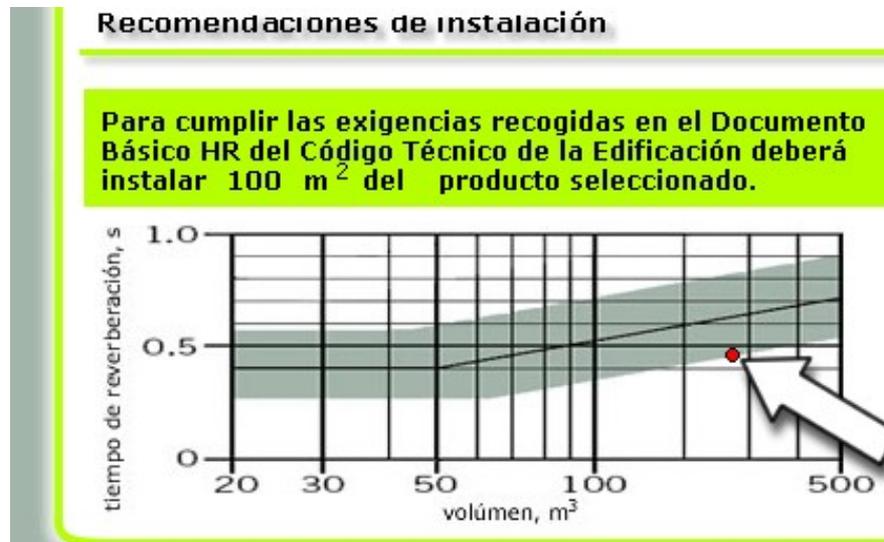
CONFIGURACIÓN DE PERFORACIONES
CONFIGURACÃO DE PERFURAÇÕES

Perforaciones sobre toda la superficie de la placa.
Perfurações sobre toda a superfície da placa.

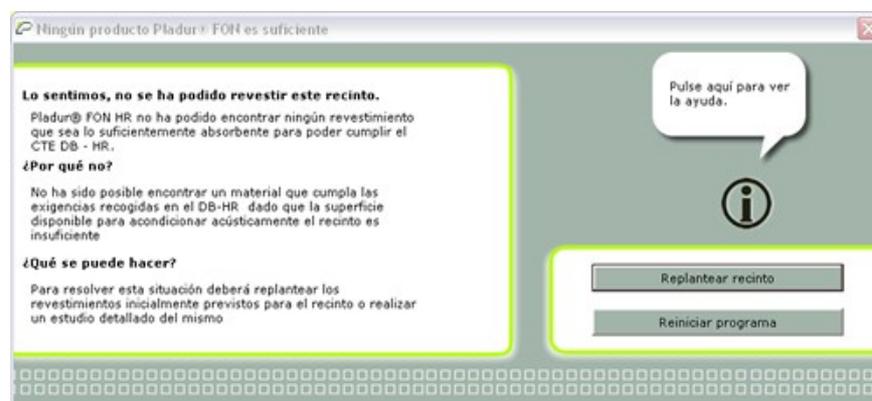
Diagrama de perforaciones con dimensiones: 13 mm, 12 mm, 13 mm.

Una vez decido el material a instalar el usuario sólo tiene que seleccionarlo en la casilla correspondiente y pulsar en el botón “Elegir este producto **Pladur® FON**” para ir a Ficha e Informe y poder imprimir la documentación final del proyecto.

Como información informativa adicional se muestra en pantalla una gráfica con el rango de tiempos de reverberación recomendables en el caso de aulas y salas de conferencias. En la dicha gráfica se muestra el tiempo de reverberación correspondiente con un punto rojo.



Existe la posibilidad de que no sea posible cumplir con las exigencias del DB-HR al no disponerse de superficie útil suficiente en el techo para acondicionar acústicamente el recinto. En ese caso el programa le mostrará la siguiente pantalla:



NOTA IMPORTANTE

Pladur® FON HR considera exclusivamente actuaciones de acondicionamiento acústico correctivo sobre el techo de los recintos mediante la instalación de productos Pladur® FON, por lo tanto Pladur® FON HR no considera en ningún caso la posibilidad de utilizar tratamientos adicionales sobre las restantes superficies del recinto.

DB-HR: Fichas justificativas

A continuación se presentan las fichas justificativas recogidas en el anexo L del DB-HR correspondientes al método general (ficha L3) y al método simplificado (ficha L4).

La herramienta Pladur® FON HR cumplimenta automáticamente el borrador de estas fichas a partir de los datos introducidos.

NOTA: Para dar funcionalidad a los resultados se han añadido filas al formato original recogido en el anexo L del DB-HR para poder incluir hasta 6 elementos por partición.

L.3 Fichas justificativas del método general del tiempo de reverberación y de la absorción acústica

La tabla siguiente recoge la ficha justificativa del cumplimiento de los valores límite de tiempo de reverberación y de absorción acústica mediante el método de cálculo

Tipo de recinto:.....			Volumen, V (m ³):				
Elemento	Acabado	S Área, (m ²)	α _m Coeficiente de absorción acústica medio				Absorción acústica (m ²) α _m · S
			500	1000	2000	α _m	
Suelo							
Techo							
Paramentos							
Objetos ⁽¹⁾	Tipo	N número	Área de absorción acústica equivalente media, A _{O,m} (m ²)				A _{O,m} · N
			500	1000	2000	A _{O,m}	
Absorción aire ⁽²⁾		N número	Coeficiente de atenuación del aire, m̄ _m (m ⁻¹)				4 · m̄ _m · V
			0,003	0,005	0,01	0,006	
A, (m ²) Absorción acústica del recinto resultante		$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{O,m,j} + 4 \cdot \overline{m_m} \cdot V$					
T, (s) Tiempo de reverberación resultante		$T = \frac{0,16 \cdot V}{A}$					
Absorción acústica resultante de la zona común			Absorción acústica exigida				
A (m ²)=			=0,2·V				
Tiempo de reverberación resultante			Tiempo de reverberación exigido				
T (s)=							

⁽¹⁾ Sólo para salas de conferencias de volumen hasta 350 m³

⁽²⁾ Sólo para volúmenes mayores a 250 m³

L.4 Fichas justificativas del método simplificado del tiempo de reverberación

La tabla siguiente recoge la ficha justificativa del cumplimiento de los valores límite de tiempo de reverberación mediante el método simplificado.

Tratamientos absorbentes uniformes del techo:				
Tipo de recinto		h Altura libre, (m)	S _t Área del techo, (m ²)	α _{m,t} Coeficiente de absorción acústica medio
Aulas (hasta 250 m ³)	Sin butacas tapizadas			$\alpha_{m,t} = h \cdot \left(0,23 - \frac{0,12}{\sqrt{S_t}} \right) = \text{[]}$
	Con butacas tapizadas			$\alpha_{m,t} = h \cdot \left(0,32 - \frac{0,12}{\sqrt{S_t}} \right) - 0,26 = \text{[]}$
Restaurantes y comedores				$\alpha_{m,t} = h \cdot \left(0,18 - \frac{0,12}{\sqrt{S_t}} \right) - 0,10 = \text{[]}$

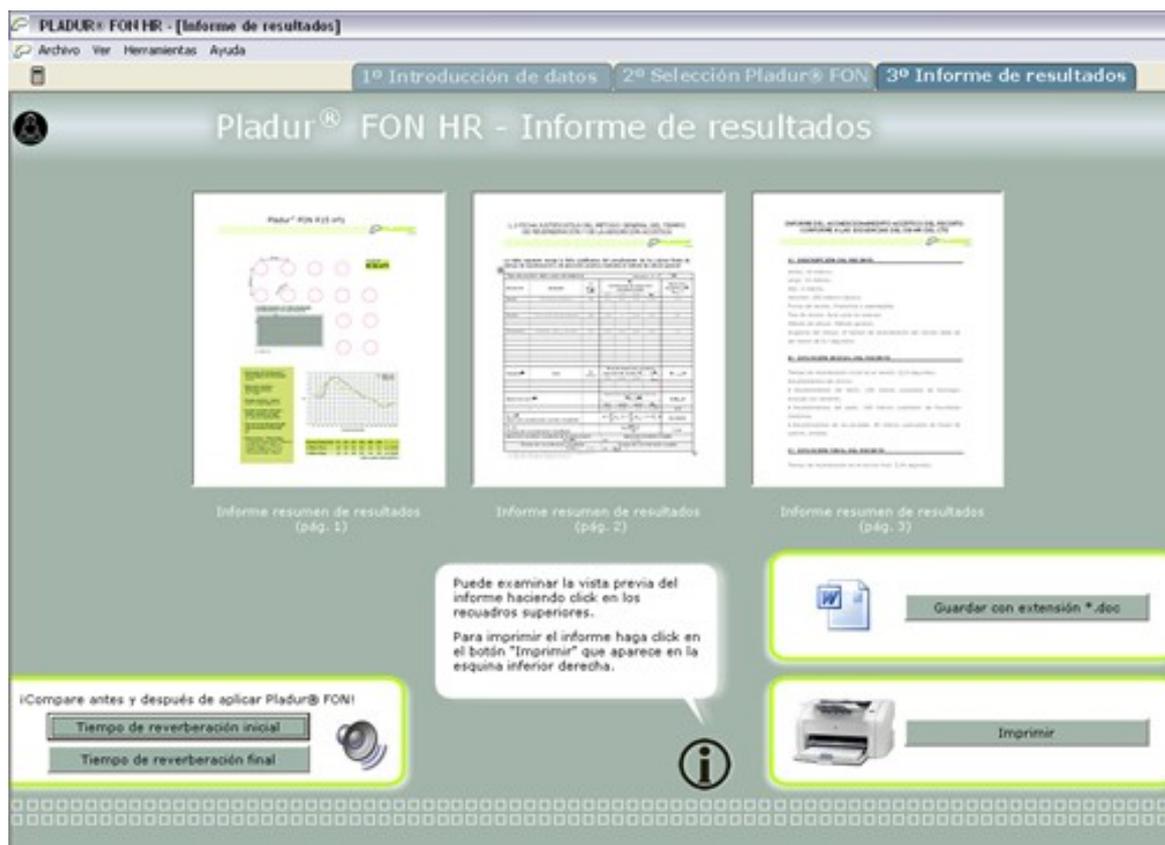
Tratamientos absorbentes adicionales al del techo:						
Elemento	Acabado	S Área, (m ²)	α _m Coeficiente de absorción acústica medio			Absorción acústica (m ²) α _m · S
			500	1000	2000	
$\sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i = \alpha_{m,t} \cdot S_t =$						

Informe

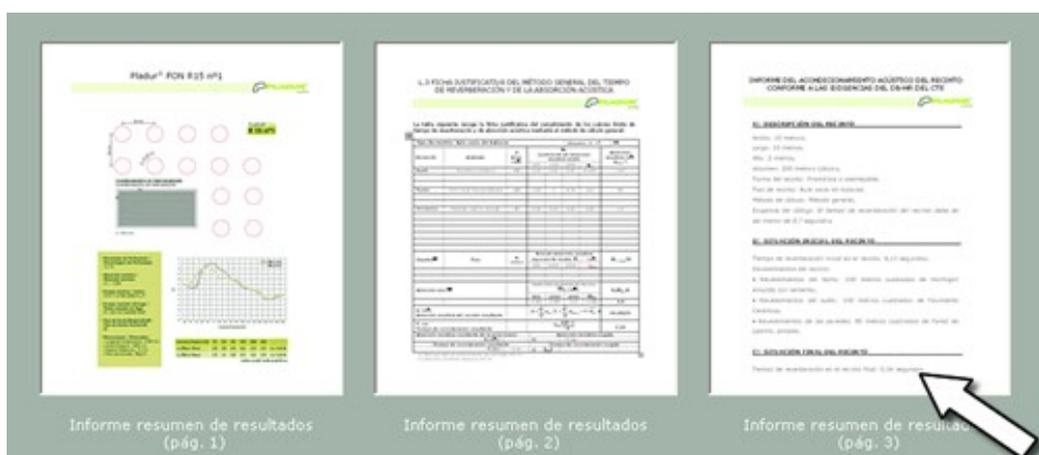
En esta ventana se resume toda la información generada en el proyecto mediante un informe-resumen que incluye la correspondiente ficha justificativa (DB-HR) así como la hoja de características del producto **Pladur® FON** seleccionado.

NOTA IMPORTANTE:

*El informe-resumen así como las fichas justificativas que incluye **tienen carácter exclusivamente informativo.***



El informe-resumen incluye información tanto sobre la situación inicial del recinto como sobre la situación final conseguida mediante el proceso de acondicionamiento acústico proyectado con los productos de la gama **Pladur® FON**.



En función del método de cálculo seleccionado, **Pladur® FON HR** genera en formato “.doc” la ficha justificativa correspondiente debidamente cumplimentada, así como de la ficha justificativa una hoja de características técnicas del material **Pladur® FON** seleccionado.

En la parte inferior derecha de la pantalla se dispone del botón “Guardar con extensión *.doc” que permite al usuario guardar el informe como formato de archivo Microsoft Word®.



Para imprimir el informe basta con pulsar el botón “Imprimir”.

NOTA IMPORTANTE

Para que estos dos botones funcionen correctamente el usuario deberá tener instalado en su ordenador el software Microsoft Word®.



INFORMACIÓN SOBRE EL DB-HR

Consideraciones generales de la información presentada sobre el DB-HR

DB-HR: Introducción

DB-HR: Procedimiento de verificación

DB-HR: Valores límite de tiempo de reverberación

DB-HR: Diseño y dimensionado-Tiempo de reverberación y absorción acústica

DB-HR: Métodos de cálculo

DB-HR: Productos de construcción

DB-HR: Construcción

DB-HR: Mantenimiento y conservación

DB-HR: Definiciones

DB-HR: Notación utilizada

DB-HR: Normativa técnica de referencia

DB-HR: Recomendaciones de diseño acústico para aulas y salas de conferencias

DB-HR: Fichas justificativas

DB-HR: Consideraciones sobre los métodos de cálculo y datos de los coeficientes de absorción empleados por la herramienta Pladur® FON HR

Consideraciones generales de la información presentada sobre el DB-HR

En los distintos apartados informativos, que sobre el DB-HR se recogen en la presente ayuda, se considerarán **exclusivamente** aquellos aspectos relacionados con el acondicionamiento acústico de recintos, realizándose por lo tanto una síntesis de estos aspectos a partir del contenido de los siguientes apartados del citado documento:

1.-Procedimientos de verificación

2.-Valores límite del tiempo de reverberación

3.-Tiempo de reverberación y absorción acústica

4.-Productos de construcción

5.-Construcción

6.-Mantenimiento y conservación

Anejo A: Terminología

Anejo B: Notación

Anejo C: Normativa de referencia

Anejo K: Recomendaciones de diseño acústico para aulas y salas de conferencias

DB – HR: Introducción

Se reproduce a continuación textualmente la introducción del DB-HR en la que se contempla los aspectos generales del DB-HR en relación a los siguientes puntos:

I Objeto

II Ámbito de aplicación

III Criterios generales de aplicación

IV Condiciones particulares de cumplimiento del DB-HR

V Terminología.

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de protección frente al ruido. La correcta aplicación del DB supone que se satisface el requisito básico "Protección frente al ruido".

Tanto el objetivo del requisito básico "Protección frente al ruido", como las exigencias básicas se establecen en el artículo 14 de la Parte I de este CTE y son los siguientes:

Artículo 14. Exigencias básicas de protección frente al ruido (HR)

El objetivo del requisito básico "Protección frente el ruido" consiste en limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus *recintos* tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, **y para limitar el ruido reverberante de los *recintos*.**

El Documento Básico "DB HR Protección frente al ruido" especifica parámetros objetivos y sistemas de verificación cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de protección frente al ruido.

II Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación de este DB es el que se establece con carácter general para el CTE en su artículo 2 (Parte I) exceptuándose los casos que se indican a continuación:

- a) los *recintos ruidosos*, que se regirán por su reglamentación específica;
- b) los *recintos* y edificios destinados a espectáculos, tales como auditorios, salas de música, teatros, cines, etc., que serán objeto de estudio especial en cuanto a su diseño, y se considerarán *recintos de actividad* respecto a los *recintos protegidos* y a los *recintos habitables* colindantes;

-
- c) las aulas y las salas de conferencias cuyo volumen sea mayor que 350 m³, que serán objeto de un estudio especial en cuanto a su diseño, y se considerarán *recintos protegidos* respecto de otros *recintos* y del exterior;
 - d) las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación en los edificios existentes, salvo cuando se trate de rehabilitación integral. Asimismo quedan excluidas las obras de rehabilitación integral de los edificios protegidos oficialmente en razón de su catalogación, como bienes de interés cultural, cuando el cumplimiento de las exigencias suponga alterar la configuración de su fachada o su distribución o acabado interior, de modo incompatible con la conservación de dichos edificios.

El contenido de este DB se refiere únicamente a las exigencias básicas relacionadas con el requisito básico "Protección frente al ruido". También deben cumplirse las exigencias básicas de los demás requisitos básicos, lo que se posibilita mediante la aplicación del DB correspondiente a cada uno de ellos.

III Criterios generales de aplicación

Pueden utilizarse otras soluciones diferentes a las contenidas en este DB, en cuyo caso deberá seguirse el procedimiento establecido en el artículo 5 del CTE y deberá documentarse en el proyecto el cumplimiento de las exigencias básicas.

Las citas a disposiciones reglamentarias contenidas en este DB se refieren a sus versiones vigentes en cada momento en que se aplique el Código. Las citas a normas equivalentes a normas EN cuya referencia haya sido publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea, en el marco de la aplicación de la Directiva 89/106/CEE sobre productos de construcción o de otras Directivas, deberán corresponder a la versión de dicha referencia.

IV Condiciones particulares para el cumplimiento del DB-HR

La aplicación de los procedimientos de este DB se llevará a cabo de acuerdo con las condiciones particulares que en el mismo se establecen y con las condiciones generales para el cumplimiento del CTE, las condiciones de proyecto, las condiciones en la ejecución de las obras y las condiciones del edificio que figuran en los artículos 5, 6, 7 y 8, respectivamente, de la Parte I del CTE.

V Terminología

A efectos de aplicación de este DB, los términos que figuran en letra cursiva deben utilizarse conforme al significado y a las condiciones que se establecen para cada uno de ellos, bien en el Anejo A de este DB, cuando se trate de términos relacionados únicamente con el requisito básico "Protección frente al ruido", bien en el Anejo III de la Parte I del CTE, cuando sean términos de uso común en el conjunto del Código.

DB – HR: Procedimiento de verificación

1. Para satisfacer las exigencias del CTE en lo referente a la protección frente al ruido no deben superarse los valores límite de tiempo de reverberación que se establecen en el apartado 2.2 (valores límite del tiempo de reverberación)
2. Para la correcta aplicación de este documento en relación a las exigencias relativas al acondicionamiento acústico de los recintos debe verificarse:
 - ✓ el cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del tiempo de reverberación y de absorción acústica de los recintos afectados por esta exigencia, mediante la aplicación del método de cálculo especificado en el apartado 3.2. (Diseño y dimensionado: Tiempo de reverberación y absorción acústica)
 - ✓ El cumplimiento de las condiciones relativas a los productos de construcción expuestas en el apartado 4, en lo relativo a acondicionamiento acústico.
 - ✓ El cumplimiento de las condiciones de construcción expuestas en el apartado 5 en lo relativo a acondicionamiento acústico.
 - ✓ El cumplimiento de las condiciones de mantenimiento y conservación expuestas en el apartado 6 en lo relativo a acondicionamiento acústico.
3. Para satisfacer la justificación documental del proyecto, deben cumplimentarse las fichas justificativas, L3 y L4, según corresponda, del Anejo L, que se incluirán en la memoria del proyecto.

DB-HR: Valores límite de tiempo de reverberación.

- 1 En conjunto los elementos constructivos, acabados superficiales y *revestimientos* que delimitan un aula o una sala de conferencias, un comedor y un restaurante, tendrán la absorción acústica suficiente de tal manera que:
 - a) El *tiempo de reverberación* en aulas y salas de conferencias vacías (sin ocupación y sin mobiliario), cuyo volumen sea menor que 350 m^3 , no será mayor que **0,7 s**.
 - b) El *tiempo de reverberación* en aulas y en salas de conferencias vacías, pero incluyendo el total de las butacas, cuyo volumen sea menor que 350 m^3 , no será mayor que **0,5 s**.
 - c) El *tiempo de reverberación* en restaurantes y comedores vacíos no será mayor que **0,9 s**.

- 2 Para limitar el ruido reverberante en las *zonas comunes* los elementos constructivos, los acabados superficiales y los *revestimientos* que delimitan una *zona común* de un edificio de uso residencial o docente colindante con *recintos habitables* con los que comparten puertas, tendrán la absorción acústica suficiente de tal manera que el área de absorción acústica equivalente, A, sea al menos **0,2 m² por cada metro cúbico del volumen del recinto**.

DB-HR: Diseño y dimensionado: Tiempo de reverberación y absorción acústica.

Datos previos y procedimiento.

- 1 Para satisfacer los valores límite del *tiempo de reverberación* requeridos en aulas y salas de conferencias de volumen hasta 350 m³, restaurantes y comedores, puede elegirse uno de los dos métodos que figuran a continuación:
 - α) **Método de cálculo general del tiempo de reverberación** (apartado 3.2.2 del DB-HR) a partir del volumen y de la absorción acústica de cada uno de los *recintos*.
 - β) **Método de cálculo simplificado del tiempo de reverberación**, (apartado 3.2.3 del DB-HR), que consiste en emplear un tratamiento absorbente acústico aplicado en el techo. Este método sólo es válido en el caso de aulas de volumen hasta 350 m³, restaurantes y comedores.
- 2 En el caso de aulas y salas de conferencias, ambas opciones son aplicables si los *recintos* son de formas prismáticas rectas o asimilables.
- 3 Debe calcularse la absorción acústica, A, de las **zonas comunes**, como se indica en la expresión :

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{O,m,j} + 4 \cdot \overline{m_m} \cdot V$$

- 4 Para calcular el **tiempo de reverberación** y la absorción acústica, deben utilizarse los valores del coeficiente de absorción acústica medio, α_m , de los acabados superficiales, de los *revestimientos* y de los elementos constructivos utilizados y el área de absorción acústica equivalente medio, $A_{O,m}$, de cada mueble fijo, obtenidos mediante mediciones en laboratorio según los procedimientos indicados en la normativa correspondiente contenida en el anejo C o mediante tabulaciones incluidas en Documentos Reconocidos del CTE.
- 5 Debe diseñarse y dimensionarse, como mínimo, un caso de cada *recinto* que sea diferente en forma, tamaño y elementos constructivos.
- 6 Independientemente de lo especificado en este apartado, en el **Anejo K** se incluyen una serie de recomendaciones de diseño para aulas y salas de conferencias.

DB-HR: Métodos de cálculo

Método general de cálculo del tiempo de reverberación

El *tiempo de reverberación*, T , de un *recinto* se calcula mediante la expresión:

$$T = \frac{0,16 V}{A} \quad [\text{s}]$$

siendo:

V : volumen del *recinto*, [m^3];

A : absorción acústica total del *recinto*, [m^2];

La absorción acústica, A , se calculará a partir de la expresión:

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{O,m,j} + 4 \cdot \overline{m_m} \cdot V$$

siendo:

$\alpha_{m,i}$: Coeficiente de absorción acústica medio de cada paramento, para las bandas de tercio de octava centradas en las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz; la dispersión de los tres valores del tiempo de reverberación obtenidos usando la citada fórmula de Sabine independientemente para cada una de las tres bandas de frecuencia citadas respecto a su valor medio no debe superar el 35 %.

S_i : Área del paramento cuyo coeficiente de absorción es α_i , [m^2].

$A_{O,m,j}$: Área de absorción acústica equivalente media de cada mueble fijo absorbente diferente, [m^2].

V : Volumen del *recinto*, [m^3].

$\overline{m_m}$: Coeficiente de absorción acústica medio en el aire, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz y de valor 0,003, 0,005 y 0,01 m^{-1} respectivamente.

El término $4 \cdot \overline{m_m} \cdot V$ es despreciable en los recintos de volumen menor que 250 m^3 .

Método simplificado de cálculo del tiempo de reverberación

Pueden plantearse dos situaciones:

A) Tratamientos absorbentes uniformes del techo

En la mayoría de los casos puede emplearse un tratamiento absorbente uniforme aplicado únicamente en el techo, de acuerdo con el siguiente procedimiento de cálculo:

Las ecuaciones que figuran a continuación expresan el valor mínimo del coeficiente de absorción acústica medio, $\alpha_{m,t}$, del material o del techo suspendido para los casos siguientes:

aulas de volumen hasta 350 m³ sin butacas tapizadas:

$$\alpha_{m,t} = h \cdot \left(0,23 - \frac{0,12}{\sqrt{S_t}} \right)$$

con butacas tapizadas fijas:

$$\alpha_{m,t} = h \cdot \left(0,32 - \frac{0,12}{\sqrt{S_t}} \right) - 0,26$$

restaurantes y comedores:

$$\alpha_{m,t} = h \cdot \left(0,18 - \frac{0,12}{\sqrt{S_t}} \right)$$

siendo:

h : altura libre del *recinto*, [m];

S_t : área del techo, [m²].

B) Tratamientos adicionales al del techo

En aquellos casos en los que no sea posible encontrar un material o un techo suspendido con el valor de coeficiente de absorción acústica medio requerido en el apartado 3.2.3.1, deben utilizarse además tratamientos absorbentes adicionales al del techo en el resto de los paramentos, de acuerdo con el siguiente procedimiento de cálculo:

Los tratamientos absorbentes empleados en los paramentos deben cumplir la relación siguiente:

$$\alpha_{m,t} \cdot S_t = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i$$

siendo:

$\alpha_{m,t}$: Coeficiente de absorción acústica medio del techo obtenido de las expresiones anteriores, según corresponda.

S_t : Área del techo, [m²].

$\alpha_{m,i}$: Coeficiente de absorción acústica medio del material utilizado para tratar el área S_i ;

S_i : Área de paramento cuyo coeficiente de absorción es $\alpha_{m,i}$, [m²].

DB-HR: Productos de construcción

En este punto se recogen los aspectos contemplados en el apartado 4, Productos de construcción del DB-HR.

En el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos y elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

Características exigibles a los productos

- ✓ Los productos utilizados en edificación y que contribuyen a la protección frente al ruido se caracterizan por sus propiedades acústicas, que debe proporcionar el fabricante.
- ✓ Los productos utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan en relación al acondicionamiento acústico por el coeficiente de absorción acústica, α , al menos, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz y el coeficiente de absorción acústica medio α_m , en el caso de productos utilizados como absorbentes acústicos.
- ✓ En el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos y elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

Características exigibles a los elementos constructivos

- ✓ Los techos suspendidos se caracterizan por el coeficiente de absorción acústica medio, α_{mi} si su función es el control de la reverberación.
- ✓ Cada mueble fijo, tal como una butaca fija en una sala de conferencias o un aula, se caracteriza por el área de absorción acústica equivalente medio, $A_{o,m}$, en m^2 .

Control de recepción en obra de productos

- ✓ En el pliego de condiciones se indicarán las condiciones particulares de control para la recepción de los productos que forman los elementos constructivos, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características exigidas en los apartados anteriores.

✓ Deberá comprobarse que los productos recibidos:

- corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto;
- disponen de la documentación exigida;
- están caracterizados por las propiedades exigidas;
- han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra, con la frecuencia establecida.

En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.2 de la Parte I del CTE.

DB-HR: Construcción

Este punto se recogen los aspectos contemplados en el apartado 5 del DB-HR

En el proyecto se definirán y justificarán las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, así como las condiciones de ejecución de cada unidad de obra, con las verificaciones y controles especificados para comprobar su conformidad con lo indicado en dicho proyecto, según lo indicado en el artículo 6 de la parte I del CTE

Ejecución

- ✓ Las obras de construcción del edificio se ejecutarán con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la Parte I del CTE. En el pliego de condiciones se indicarán las condiciones particulares de ejecución de los elementos constructivos.
- ✓ En especial se tendrán en cuenta en relación a los acabados superficiales que las pinturas, aplicadas sobre los elementos constructivos diseñados para acondicionamiento acústico, no debe modificar las propiedades absorbentes acústicas de éstos.

Control de la ejecución

- ✓ El control de la ejecución de las obras se realizará de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anexos y las modificaciones autorizadas por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la Parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.
- ✓ Se comprobará que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles establecidos en el pliego de condiciones del proyecto y con la frecuencia indicada en el mismo.
- ✓ Se incluirá en la documentación de la obra ejecutada cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución, sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en este Documento Básico.

Control de la obra terminada

- ✓ En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.4 de la Parte I del CTE.

-
- ✓ En el caso de que se realicen mediciones “in situ” para comprobar las exigencias de limitación del *tiempo de reverberación*, se realizarán por laboratorios acreditados y conforme a lo establecido en la UNE EN ISO 3382 para *tiempo de reverberación*.

 - ✓ Para el cumplimiento de las exigencias de este DB se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones “in situ” y los valores límite establecido en el apartado 2.2 del DB-HR, de **0,1 s** para el *tiempo de reverberación*.

DB-HR: Mantenimiento y conservación

En este punto se recogen los aspectos contemplados en el apartado 6 del DB-HR

- ✓ Los edificios deben mantenerse de tal forma que en sus *recintos* se conserven las condiciones acústicas exigidas inicialmente.
- ✓ Cuando en un edificio se realice alguna reparación, modificación o sustitución de los materiales o productos que componen sus elementos constructivos, éstas deben realizarse con materiales o productos de propiedades similares, y de tal forma que no se menoscaben las características acústicas del mismo.
- ✓ Debe tenerse en cuenta que la modificación en la distribución dentro de una *unidad de uso*, como por ejemplo la desaparición o el desplazamiento de la tabiquería, modifica sustancialmente las condiciones acústicas de la unidad.

DB-HR: Definiciones

A continuación se recogen las definiciones, contempladas en el anejo A del DB-HR, en relación al diseño del acondicionamiento acústico de recintos, se han añadido algunas definiciones adicionales necesarias para la correcta comprensión del proceso de diseño y justificación del cumplimiento de las exigencias relativas al tiempo de reverberación y absorción.

Absorción acústica, A: Cantidad de energía acústica, en m^2 , absorbida por un objeto del campo acústico. Es función de la frecuencia.

Puede calcularse, para absorbentes planos, en cada banda de frecuencia f , mediante la expresión siguiente:

$$A_f = \alpha_f \cdot S \quad [m^2] \text{ (A.1)}$$

siendo:

A_f : absorción acústica para la banda de frecuencia f , [m^2];

α_f : coeficiente de absorción acústica del material para la banda de frecuencia f ;

S : área del material, [m^2].

Acondicionamiento acústico: conjunto de técnicas cuyo objetivo es la consecución de un grado de difusión y confort acústico en los recintos adecuado al uso de los mismos.

Área de absorción acústica equivalente, A: Absorción acústica, en m^2 , correspondiente a un objeto de superficie no definida. Corresponde a la absorción de una superficie con coeficiente de absorción acústica igual a 1 y área igual a la absorción total del elemento.

Banda de octava: Intervalo de frecuencias comprendido entre una frecuencia determinada y otra igual al doble de la anterior.

Banda de tercio de octava: Intervalo de frecuencias comprendido entre una frecuencia determinada f_1 y una frecuencia f_2 relacionadas por $(f_2/f_1)^3 = 2$.

Coefficiente de absorción acústica, α : Relación entre la energía acústica absorbida por un objeto, usualmente plano, y la energía acústica incidente sobre el mismo, referida a la unidad de superficie. Es función de la frecuencia.

Los valores del coeficiente de absorción acústica y del área de absorción acústica equivalente se especificarán y usarán en los cálculos redondeados a la segunda cifra decimal. (Ejemplo: 0,355 \rightarrow 0,36).

Coefficiente de absorción acústica α_s : coeficientes de absorción acústica para bandas de 1/3 de octava comprendidas entre 100 y 5000 Hz

Coefficiente de absorción acústica medio α_m : promedio de los valores del índice de absorción acústica para un determinado material o elemento correspondientes a las bandas de frecuencia de 500, 1000 y 2000 Hz

Coefficiente de absorción acústica ponderado, α_w : valor único, independiente de la frecuencia, igual al valor de la curva de referencia a 500 Hz, después de desplazarla tal y como se especifica en la Norma ISO 11654:1997, este coeficiente debe expresarse con dos decimales, acompañado de los indicadores de forma.

Ejemplo: $\alpha_w = 0,70 MH$

Coefficiente de absorción acústica práctico, α_p : Valor del coeficiente de absorción acústica dependiente de la frecuencia, basado en mediciones por bandas de un tercio de octava de acuerdo con la Norma ISO 354 y calculado por bandas de octava de 125 a 4000 Hz de acuerdo con la Norma ISO 11654:1997

Curva de referencia: Curva recogida en la Norma ISO 11654:1997 a partir de la cual y conforme al procedimiento descrito en la citada norma se calcula el coeficiente de absorción acústica ponderado, α_w

Frecuencia, f: Número de pulsaciones de una onda acústica sinusoidal ocurridas en un segundo.

Indicadores de forma (L,M,H): Código literal que acompaña al valor α_w y que muestra los coeficientes de absorción acústica prácticos que exceden los de la curva de referencia desplazada entorno a un 0,25 o más a bajas (L), medias (M) y altas (H) frecuencias tal y como se especifica en la norma ISO 11654:1997, estos indicadores deben añadirse al valor del coeficiente de absorción acústica ponderado, α_w

Ejemplo: $\alpha_w = 0,70 MH$

Material poroso: Material absorbente de estructura alveolar, granular, fibrosa, etc., que actúa degradando la energía mecánica en calor, mediante el rozamiento del aire con las superficies del material.

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

Revestimiento: Capa colocada sobre un elemento constructivo base o soporte. Se consideran revestimientos los trasdosados en elementos constructivos verticales, los suelos flotantes, las moquetas y los techos suspendidos, en elementos constructivos horizontales.

Tiempo de reverberación, T: Tiempo, en s, necesario para que el nivel de presión sonora disminuya 60 dB después del cese de la fuente. En general es función de la frecuencia. Los valores de las exigencias establecidos como límite, se entenderán como la media de los valores a 500, 1000 y 2000 Hz.

Los valores del tiempo de reverberación se especificarán y usarán en los

cálculos redondeados a la primera cifra decimal. (Ejemplo: 1,25 -> 1,3)

Zona común: Zona o zonas que pertenecen o dan servicio a varias *unidades de uso*, pudiendo ser habitables o no.

NOTA

Las definiciones cuyo color de fuente es azul no corresponden a términos definidos en el anejo A del DB-HR, por lo tanto deben considerarse como información de carácter complementario no oficial.

DB-HR: Notación utilizada

A continuación se recoge la notación, contemplada en el anejo B del DB-HR, en relación al acondicionamiento acústico de recintos.

α :	Coeficiente de absorción acústica
α_f :	Coeficiente de absorción acústica de un material para la banda de frecuencia f
α_i :	Coeficiente de absorción acústica del material i
α_m :	Coeficiente de absorción acústica medio
α_{mi} :	Coeficiente de absorción acústica medio del material i
$\alpha_{m,t}$:	Coeficiente de absorción acústica medio del techo
α_w :	Coeficiente de absorción acústica ponderado según la UNE EN ISO 11654
ρ :	Densidad, [kg/m^3]
f :	Frecuencia, [Hz]
h :	Altura libre de un <i>recinto</i> , [m]
m :	Masa por unidad de superficie, [kg/m^2]
m :	Coeficiente de absorción acústica en el seno del aire, [m^{-1}]
\overline{m}_f :	Coeficiente de absorción acústica medio en el aire, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz, [m^{-1}]
n :	Número total de materiales caracterizados por un coeficiente de absorción acústica diferente
A :	Área de absorción acústica equivalente, [m^2]
A :	Área de absorción acústica equivalente de un <i>recinto</i> , [m^2]
A_f :	Absorción acústica para la banda de frecuencia f , [m^2]
A_o :	Área de absorción acústica equivalente de un mueble fijo, [m^2]
$A_{o,m}$:	Área de absorción acústica equivalente medio de un mueble fijo, [m^2];
S :	Área, [m^2]
S_i :	Área de cada elemento i con coeficiente de absorción acústica α_i , [m^2]
S_t :	Área del techo, [m^2]
S_0 :	Área del aireador, [m^2]
T :	<i>Tiempo de reverberación</i> de un <i>recinto</i> , [s]

DB-HR: Normativa técnica de referencia

A continuación se recoge un listado de la normativa técnica de referencia contemplada en el anejo C del DB-HR, que incluye aquellas normativas relativas al acondicionamiento acústico de recintos.

UNE EN ISO 354: 2004: Acústica. Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante. (ISO 354: 2003).

UNE EN ISO 3382: 2001: Acústica. Medición del tiempo de reverberación de recintos con referencia a otros parámetros acústicos. (ISO 3382: 1997)

UNE EN ISO 11654: 1997: Acústica. Absorbentes acústicos para su utilización en edificios. Evaluación de la absorción acústica.

UNE EN 12354-6: 2004 Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 6: Absorción sonora en espacios cerrados. (EN 12354-6:2003)

Con carácter complementario pueden resultar de interés las siguientes normas:

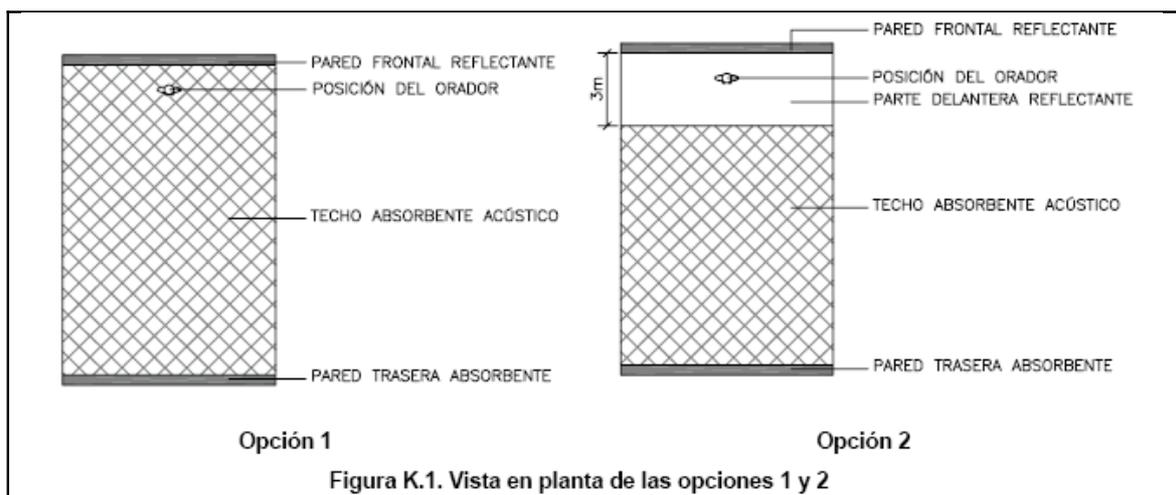
[UNE-EN ISO 10534-1:2002: Acústica. Determinación del coeficiente de absorción acústica y de la impedancia acústica en tubos de impedancia. Parte 1: Método del rango de onda estacionaria. \(ISO 10534-1:1996\).](#)

[UNE-EN ISO 10534-2:2002 Acústica. Determinación del coeficiente de absorción acústica y de la impedancia acústica en tubos de impedancia. Parte 2: Método de la función de transferencia. \(ISO 10534-2:1998\).](#)

DB-HR: Recomendaciones de diseño acústico para aulas y salas de conferencias

A continuación se presentan las recomendaciones de diseño para aulas y salas de conferencias que con carácter general se recogen en el anexo K del DB-HR.

1. En el caso de aulas y salas de conferencias de volumen hasta 350 m^3 , las siguientes recomendaciones sobre la geometría de los *recintos* y la distribución de los materiales absorbentes tienen por objeto mejorar la inteligibilidad de la palabra.
2. Deben evitarse los *recintos* cúbicos o con proporciones entre lados que sean números enteros.
3. En cuanto a la distribución de los materiales absorbentes, se recomienda una de las dos opciones de diseño siguientes (Véase figura K.1):
 - a) **opción 1.** Se dispondrá un material absorbente acústico en toda la superficie del techo, la pared frontal será reflectante y la pared trasera será absorbente acústica para minimizar los ecos tardíos;
 - b) **opción 2.** Se dispondrá un material absorbente acústico en el techo, pero sólo se cubrirá la parte trasera del techo, dejando una banda de 3 m de ancho de material reflectante en la parte delantera del techo. La pared frontal será reflectante y en la pared trasera se dispondrá un material absorbente acústico de coeficiente de absorción acústica similar al del techo.
4. Para valores iguales de absorción acústica total de los elementos que componen el recinto, es más recomendable disponer un pasillo central que dos pasillos laterales para el acceso de alumnos.



DB-HR: Fichas justificativas

A continuación se presentan las fichas justificativas recogidas en el anejo L del DB-HR correspondientes al método general (ficha L3) y al método simplificado (ficha L4).

La herramienta Pladur® FON HR cumplimenta automáticamente, con carácter estrictamente informativo, estas fichas a partir de los datos introducidos por el usuario.

L.3 Fichas justificativas del método general del tiempo de reverberación y de la absorción acústica

La tabla siguiente recoge la ficha justificativa del cumplimiento de los valores límite de tiempo de reverberación y de absorción acústica mediante el método de cálculo

Tipo de recinto:.....			Volumen, V (m ³):			
Elemento	Acabado	S Área, (m ²)	Coeficiente de absorción acústica medio			Absorción acústica (m ²) $\alpha_m \cdot S$
			500	1000	2000	
Suelo						
Techo						
Paramentos						
Objetos ⁽¹⁾	Tipo	N número	Área de absorción acústica equivalente media, A _{O,m} (m ²)			A _{O,m} · N
			500	1000	2000	
Absorción aire ⁽²⁾	N número	Coeficiente de atenuación del aire, \bar{m}_m (m ⁻¹)			4 · \bar{m}_m · V	
		500	1000	2000		\bar{m}_m
			0,003	0,005	0,01	0,006
A, (m ²) Absorción acústica del recinto resultante		$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{O,m,j} + 4 \cdot \bar{m}_m \cdot V$				
T, (s) Tiempo de reverberación resultante		$T = \frac{0,16 \cdot V}{A}$				
Absorción acústica resultante de la zona común A (m ²)=			Absorción acústica exigida =0,2·V			
Tiempo de reverberación resultante T (s)=			Tiempo de reverberación exigido			

⁽¹⁾ Sólo para salas de conferencias de volumen hasta 350 m³

⁽²⁾ Sólo para volúmenes mayores a 250 m³

NOTA: se han añadido filas al formato original del DB-HR para permitir la inclusión de un mayor número de revestimientos (hasta 6) en las distintas particiones.

L.4 Fichas justificativas del método simplificado del tiempo de reverberación

La tabla siguiente recoge la ficha justificativa del cumplimiento de los valores límite de tiempo de reverberación mediante el método simplificado.

Tratamientos absorbentes uniformes del techo:				
Tipo de recinto		h Altura libre, (m ²)	S _t Área del techo. (m ²)	α _{m,t} Coeficiente de absorción acústica medio
Aulas (hasta 250 m ³)	Sin butacas tapizadas			$\alpha_{m,t} = h \cdot \left(0,23 - \frac{0,12}{\sqrt{S_t}} \right) =$ <input type="text"/>
	Con butacas tapizadas			$\alpha_{m,t} = h \cdot \left(0,32 - \frac{0,12}{\sqrt{S_t}} \right) - 0,26 =$ <input type="text"/>
Restaurantes y comedores				$\alpha_{m,t} = h \cdot \left(0,18 - \frac{0,12}{\sqrt{S_t}} \right) - 0,10 =$ <input type="text"/>

Tratamientos absorbentes adicionales al del techo:							
Elemento	Acabado	S Área, (m ²)	α _m Coeficiente de absorción acústica medio				Absorción acústica (m ²) α _m · S
			500	1000	2000	α _m	
			$\sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i = \alpha_{m,t} \cdot S_t =$				

Consideraciones sobre los métodos de cálculo y base de datos de los coeficientes de absorción empleados por la herramienta Pladur® FON HR

Consideraciones sobre los métodos de cálculo

Para la realización de los cálculos, la herramienta **Pladur® FON HR** ha utilizado las expresiones de cálculo recogidas en el apartados 3.2.2 y 3.2.3 para los métodos general y simplificado.

Para el cálculo de la absorción de las butacas (objetos en el DB-HR) se ha utilizado de manera provisional, en sustitución del método basado en el área de absorción acústica equivalente medio A_{om} , el método propuesto por Kosten y Beranek, que tiene en consideración el área de influencia de las butacas en lugar de su absorción individual. Este método está ampliamente contrastado desde el punto de vista experimental.

La utilización de este método tiene carácter transitorio en tanto no se disponga de mediciones de laboratorio o de los valores del área de absorción acústica equivalente medio A_{om} , de butacas y asientos que en su momento recogerán los Documentos Reconocidos del CTE, tal y como se especifica en el apartado 3.2.1.4 “Datos previos y procedimiento”, del DB-HR.

NOTA IMPORTANTE

*Debido a la utilización de un método alternativo al especificado en el DB-HR, la ficha justificativa incluida en el informe generado por Pladur® FON HR **no recoge en las correspondientes casillas los valores de las áreas de absorción acústica equivalente de las butacas o asientos para 500, 1000 y 2000 Hz, incluyendo directamente el valor de la absorción acústica correspondiente a las butacas o asientos calculada de acuerdo con el método Kosten- Beranek.***

Consideraciones sobre las bases de datos utilizadas por Pladur® FON HR

En relación a los datos correspondientes a los coeficientes de absorción contenidos en la base de datos que incorpora **Pladur® FON HR** incorpora dos tipos de datos:

- a) Datos de coeficientes de absorción en bandas de octava correspondientes a materiales, objetos y revestimientos genéricos, debidamente referenciados y obtenidos de la bibliografía técnica disponible.
- b) Datos de coeficientes de absorción en bandas de tercio de octava correspondientes a los materiales de la gama **Pladur® FON** y a la placa

Pladur® N 15 mm obtenidos de ensayos realizados conforme a métodos normalizados.

Para el cálculo del coeficiente de absorción acústica medio α_{mi} de los materiales y revestimientos genéricos, se han utilizado de manera provisional, ante la no disponibilidad de valores de tercio de octava centrados en las frecuencias de 500, 1000 y 2000 tal y como se recoge en el apartado 3.2.2 del DB-HR, valores correspondientes a 500, 1000 y 2000 Hz debidamente referenciados.

En el momento en el que se disponga de mediciones de laboratorio o de los datos que en su momento recogerán los Documentos Reconocidos del CTE, para estos materiales y revestimientos se procederá a la actualización de la base de datos de coeficientes de absorción de la herramienta **Pladur® FON HR**.

Acerca de Pladur®

Para más información sobre los productos Pladur® visite nuestra web
<http://www.uralita.com>

Acerca del PROGRAMA BUDA



El programa **BUDA** (**BU**en **D**esarrollo **Acústico**), es una iniciativa auspiciada por el Gobierno de Aragón que nace con vocación estatal y ha sido desarrollada por el **Grupo de Vibroacústica de la Universidad de Zaragoza (VAC)**. Esta iniciativa tiene como objetivo fundamental la mejora global de la calidad acústica en la edificación.

Las actividades del programa **BUDA** se vertebran entorno a las siguientes líneas de trabajo:

- Introducción e implantación estructurada del concepto de **Buenas Prácticas Acústicas en la Edificación** en los siguientes ámbitos:
 - Planificación Urbanística (**BPAPU**)
 - Diseño arquitectónico (**BPAD**)
 - Ejecución constructiva (**BPAE**)
 - Mantenimiento acústico de los edificios y las instalaciones (**BPAM**)
 - Información Acústica de Producto (BPIAP)
 - Formación acústica (**BPAF**)
 - Desarrollo de Productos Acústicos (**BPADP**)
 - Asesoramiento Técnico Acústico (**BPAAT**)
- Diseño e implantación de estrategias dirigidas a los distintos sectores implicados en el ámbito de la construcción con el objeto de afrontar con garantías la puesta en vigor de los aspectos acústicos de la edificación reflejados en el DB - HR.

El programa **Pladur® FON HR** se ha realizado en el marco del **PROGRAMA BUDA** dentro del ámbito de las **Buenas Prácticas de Información Acústica de Producto (BPIAP)** a las que se adherido **Pladur®** en relación a los productos de la gama **Pladur® FON**

Puede encontrarse más información sobre el **PROGRAMA BUDA** en la página web <http://grupovac.org/buda/> o solicitándola a: grupovac@grupovac.org