

HERRAMIENTA SILENSIS: DISEÑO ACÚSTICO DE EDIFICIOS CON CERÁMICA CUMPLIENDO LOS REQUISITOS DEL CTE

Arines, Susana ^[1]; Ribas, Ana ^[2]; Casla, Belén ^[2]

[1] Labein TECNALIA
C/ Geldo – Parque Tecnológico de Bizkaia. Edificio 700. 48160 Derio (Vizcaya)
Tel.: 94 607 33 00 Fax: 94 607 33 49
e-mail: sarines@labein.es

[2] HISPALYT Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas
C/ Orense, nº 10, 2ª planta, Oficina 14. 28020 Madrid
Tel.: 91 770 94 80 Fax: 91 770 94 81
e-mail: anars@hisपालyt.es, belench@hisपालyt.es

Resumen

Con el fin de diseñar edificios con elementos cerámicos, cumpliendo los requisitos del nuevo CTE, la Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas HISPALYT, en colaboración con LABEIN Tecnalia, ha desarrollado el software de diseño acústico HERRAMIENTA SILENSIS.

Esta herramienta engloba distintas soluciones constructivas cerámicas que cumplen el CTE. El objetivo consiste en facilitar la labor a arquitectos y proyectistas, en fase de proyecto, en el diseño de edificios que satisfagan las exigencias de aislamiento acústico establecidas frente al ruido procedente del exterior (en fachadas, cubiertas, etc.), contemplando a su vez el cumplimiento de los requisitos establecidos entre recintos (entre viviendas, con zonas comunes del edificio, y con recintos de instalaciones o actividad).

Palabras-clave: aislamiento, Silensis, ladrillo, diseño, edificio.

Abstract

In order to design buildings with ceramic elements that comply with the new acoustical code (CTE), the Spanish Brick Association of Manufacturers –HISPALYT-, in collaboration with LABEIN Tecnalia, has developed the acoustical design software HERRAMIENTA SILENSIS.

This tool compiles different construction solutions for brick walls that fulfill the CTE. The goal is to facilitate the architect's and engineer's task of designing buildings that protect against exterior noise (coming from façades, roofs, terrain in contact with air, etc.) ensuring at the same time the compliance of acoustic requirements between adjacent dwellings, communal areas, mechanical areas and activities.

Keywords: insulation, Silensis, brick, design, building.

1 Introducción

Para dar respuesta al cambio normativo en materia de acústica de edificación, en los últimos años el sector cerámico ha invertido en diversos proyectos de investigación. Entre otros aspectos se ha avanzado en la mejora de las prestaciones acústicas de los productos, y se han desarrollado sistemas constructivos de alto aislamiento acústico adaptados a los distintos grados de exigencia establecidos en el CTE.

Con la entrada del CTE, dado que los requisitos acústicos se exigen al edificio terminado, se hace necesario el diseño acústico del edificio en fase de proyecto. El DB HR considera dos opciones para la justificación del diseño y dimensionado de los elementos constructivos: la opción simplificada, y la opción general. Las tablas de la opción simplificada, debido a su carácter simplificado, presentan un número limitado de soluciones; por otro lado, la opción general, debido a la complejidad de los conceptos que maneja, queda en ocasiones fuera de los conocimientos de arquitectos y proyectistas.

Para facilitar la labor del proyectista, HISPALYT ha trabajado en la elaboración de un software de diseño de edificios con elementos cerámicos, denominado HERRAMIENTA SILENSIS. El software constituye la herramienta informática para el diseño y verificación acústica del Catálogo de soluciones cerámicas para el cumplimiento del CTE [1]. Este catálogo proporciona, de forma “horizontal”, la información necesaria sobre las prestaciones de cada uno de los elementos constructivos cerámicos del edificio, para poder justificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE en cuanto a protección frente a la humedad, demanda energética, protección frente a ruido, protección en caso de incendio, etc.

En la presente comunicación se presenta el software de diseño, y se recogen algunos aspectos importantes en su elaboración.

2 Descripción general del programa

La Herramienta Silensis constituye la herramienta de diseño de edificios con materiales cerámicos garantizando el cumplimiento de los requisitos de aislamiento acústico establecidos en el CTE, tanto entre recintos (a ruido aéreo y ruido de impactos), como frente al ruido procedente del exterior.

El programa está orientado a edificios de viviendas, y contempla el diseño del edificio completo, considerando recintos de viviendas, zonas comunes del edificio, recintos de instalaciones y recintos de actividad.

El diseño se va realizando de forma secuencial, y la selección de la tipología y prestaciones de los elementos constructivos se lleva a cabo mediante preguntas sencillas al usuario, de modo que únicamente se permite la utilización de los productos que combinados con los elementos previamente seleccionados satisfagan el cumplimiento de las exigencias (ver Figura 1).

Particiones interiores verticales: Diseño de separadoras entre viviendas de plantas intermedias

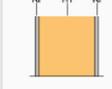
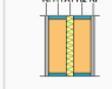
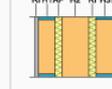
¿Algún recinto protegido da a esta separadora?

Si Introduzca la profundidad perpendicular a la separadora entre viviendas del recinto protegido geoméricamente más desfavorable (Mínimo 2.5 m.)

No

3

Seleccione la sección tipo de su separadora entre viviendas:

| | | | |
|---|---|---|--|
| 1 hoja | 2 hojas | | 3 hojas con bandas perimetrales en sus dos hojas exteriores |
| Sin bandas | Con bandas perimetrales en ambas hojas | Con bandas perimetrales en una hoja | |
| PV02 | PV03 | PV04 | PV05 |
|  |  |  |  |

PV03



Solución escogida

PV03

Particiones verticales de dos hojas con bandas elásticas perimetrales en ambas hojas.

Seleccione el subtipo de separadora dentro del tipo de separadora elegido:

ENL +

H1 + AP + H2 + ENL

LH(7) LH(7)

Código

PV03.b

Seleccione los valores de m(kg/m2) y RA(dBA) del subtipo de separadora elegida:

Valores Mínimos: m 134(Kg/m2) / R 53(dBA) garantizados por TODOS los ladrillos del mercado.

Valores Medios: m 144(Kg/m2) / R 54(dBA) garantizados por LA MAYORÍA de ladrillos del mercado.

Valores Máximos: m (Kg/m2) / R(dBA) garantizados por DETERMINADOS ladrillos del mercado.

Figura 1– Selección de la tipología y prestaciones de los elementos constructivos

El flujo de selección se presenta en la Figura 2: se ha establecido en primer lugar la realización del diseño de los cerramientos del edificio para el cumplimiento de los requisitos frente al ruido exterior, a continuación el diseño de los recintos pertenecientes a las viviendas y zonas comunes del edificio, y finalmente el diseño de los recintos de instalaciones. La herramienta presenta resultados para el diseño de viviendas en planta y viviendas bajo cubierta habitable.



Figura 2– Flujo de selección de la Herramienta Silensis

En cuanto a opciones de diseño, se han diferenciado cuatro tipologías de edificio con el fin de ajustar el proyecto a los requisitos aplicables en cada caso: edificios en altura, edificios adosados que comparten estructura, edificios adosados independientes y edificios aislados. Con el mismo fin, se han considerado distintas configuraciones entre los recintos de instalaciones o actividad, y los recintos protegidos de las viviendas (ver Figuras 3 y 4).

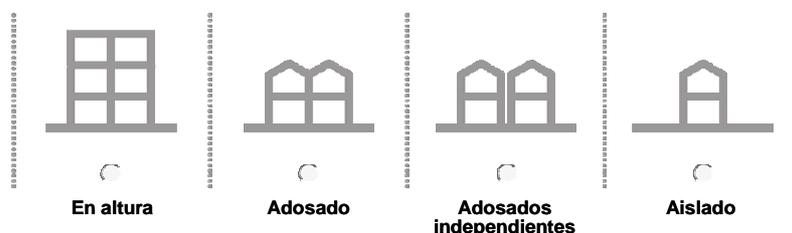


Figura 3 – Distintas opciones de diseño. Consideración de cuatro tipologías de edificio.

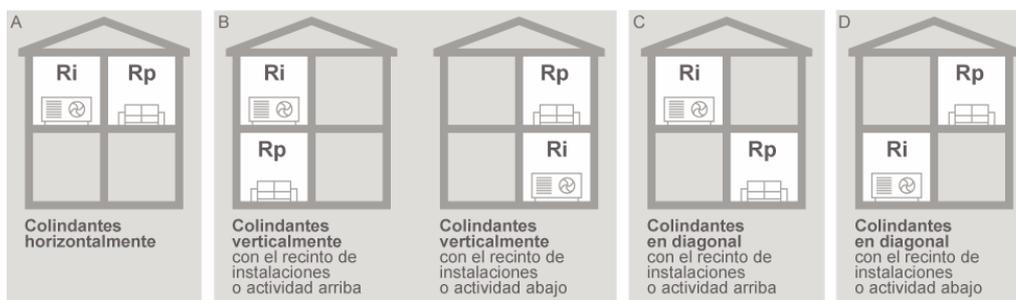


Figura 4 – Distintas opciones de diseño. Consideración de diversas configuraciones entre recintos de instalaciones o actividad y recintos protegidos de las viviendas.

Dado que el aislamiento acústico entre recintos depende entre otros aspectos de la geometría de los recintos, se ha considerado este factor en la realización del diseño. Se solicitan al usuario las dimensiones de los recintos geoméricamente más desfavorables (recintos con superficie de contacto elevada y con poca profundidad), de modo que el diseño se encuentre del lado de la seguridad (ver Figura 5).

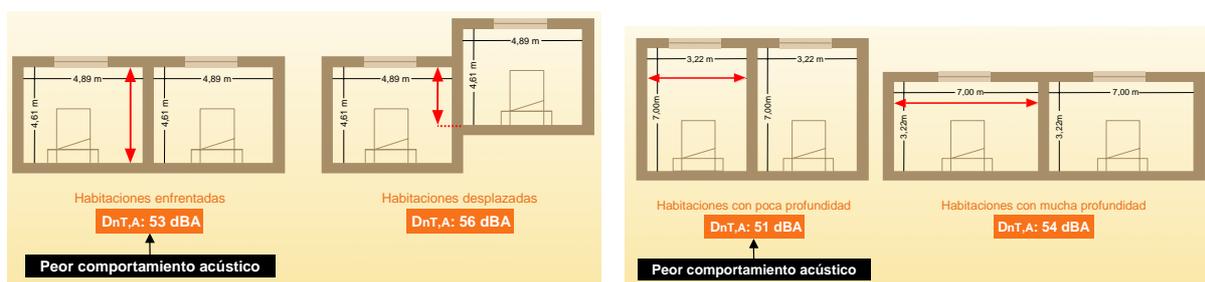


Figura 5 – Consideración de dimensiones geométricas desfavorables de los recintos

Como resultado del diseño, el programa emite dos informes técnicos: por un lado la ficha justificativa incluida en el anexo L del CTE DB HR, y por otro lado un informe (informe Silensis) en el que se recoge un resumen de la selección realizada.

3 Información de partida

A continuación se resume la información que se ha utilizado para el desarrollo de la herramienta.

3.1 Información relativa a los elementos constructivos

Los **elementos cerámicos** considerados son los integrados en el Catálogo de Soluciones Cerámicas para el Cumplimiento del CTE. En este documento, en relación con la protección frente al ruido, cada elemento constructivo se ha caracterizado con valores de masa superficial del elemento (kg/m^2) y prestaciones acústicas en laboratorio.

Para cada elemento, la herramienta Silensis muestra un código en fondo naranja que se corresponde con el código establecido en el Catálogo de soluciones cerámicas para el cumplimiento del CTE, y se facilitan distintas posibilidades de parejas de valores de masa superficial y prestaciones acústicas (valores mínimos, medios y máximos, ver Figura 1). Esta última tarea se realiza con el fin de optimizar las posibilidades de cada una de las piezas cerámicas disponibles en el mercado: dada la variedad de dimensiones, geometrías, densidades de arcilla, etc. asociadas a cada tipo de pieza, un mismo tipo de elemento constructivo puede presentar variaciones en su masa superficial y en sus prestaciones acústicas. Los valores de masa superficial y aislamiento RA de los elementos constructivos, deben ser justificados por el fabricante de productos cerámicos.

En cuanto a **otros elementos del edificio**, como ventanas, recubrimientos de suelo, y recubrimientos de techo, el programa, como resultado de la selección del resto de elementos constructivos realizada por el usuario, la herramienta muestra las prestaciones acústicas que deben poseer (R_{Atr} en el caso de huecos, ΔRA y ΔLw en el caso de suelos flotantes y techos suspendidos, etc.).

Para completar esta información, el programa posee links a las tablas de ventanas, suelos flotantes y techos suspendidos recogidas en el Catálogo de elementos constructivos [2]. En estas tablas se puede encontrar información de las prestaciones acústicas asociadas a productos concretos.

3.2 Soluciones constructivas que cumplen los requisitos acústicos establecidos en el CTE

Las soluciones de diseño que muestra el programa son el resultado de la combinación de numerosos estudios predictivos realizados considerando el método de ingeniería de la norma UNE EN 12354 partes 1 y 2 [3].

Estos estudios recogen combinaciones de elementos constructivos que cumplen los requisitos acústicos exigidos “in situ” en cada caso (entre viviendas, con zonas comunes del edificio, con recintos de instalaciones o actividad, etc.).

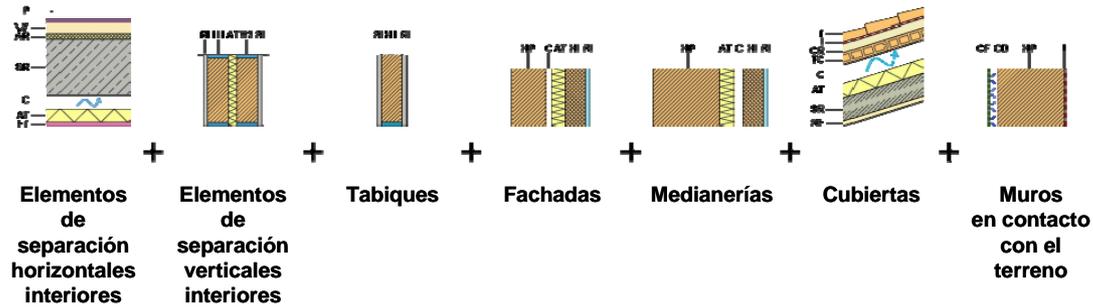


Figura 6 – Elementos constructivos considerados en los cálculos predictivos

4 Criterios y simplificaciones

A lo largo del desarrollo del proyecto se han establecido una serie de criterios en el método de cálculo, en el proceso de selección y en la realización del diseño, y se han realizado simplificaciones necesarias para el avance del trabajo. A continuación se señalan los aspectos más importantes del estudio.

4.1 Criterios considerados en la realización de los estudios de predicción

Se han considerado bloques de cuatro recintos, con el fin de poder evaluar los aislamientos acústicos entre recintos que lindan horizontalmente y verticalmente:

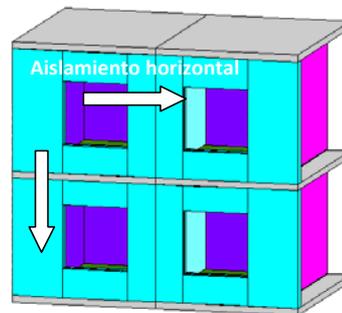


Figura 7 – Bloques de cuatro recintos

Para poder simular edificios completos se han considerado diferentes configuraciones de recintos, algunas se presentan en la Figura 8. La herramienta las combina en función de la selección que realice el usuario.

Para simular recintos de viviendas que lindan con recintos de otro usuario o recintos de instalaciones/ actividad, se han modelado recintos simétricos enfrentados (configuraciones 1-6, 8-9 de la Figura 8), y con el fin de representar las zonas comunes del edificio, se han considerado recintos más alargados (configuración 7).

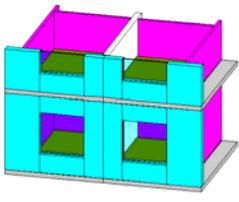
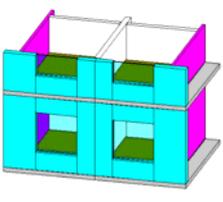
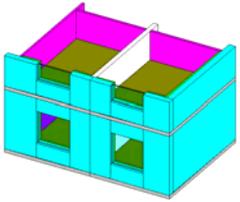
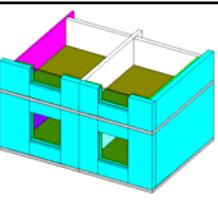
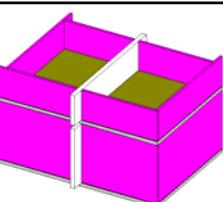
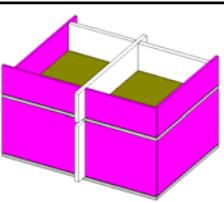
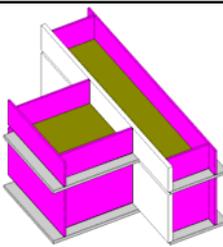
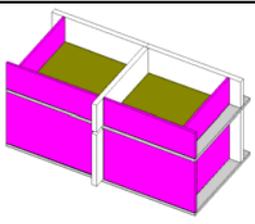
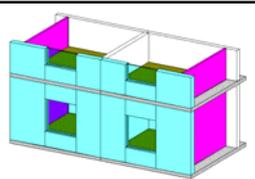
| CONFIGURACIONES DE RECINTOS CONSIDERADAS | | |
|--|--|---|
| Cerramiento (con o sin huecos) / pared separadora / tabique / forjado | | |
|  |  |  |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  |  |
| 4 | 5 | 6 |
|  |  |  |
| 7 | 8 | 9 |

Figura 8 – Algunos ejemplos de configuraciones para la simulación de recintos del edificio

Se han considerado dimensiones de recintos desfavorables acústicamente (recintos con superficie de contacto elevada y con poca profundidad), con el fin de permanecer del lado de la seguridad: altura 2.5 metros, longitud de la pared separadora 3.5 metros, profundidad de los recintos (con respecto a la pared separadora) variable: 2.5, 3 y 3.5 metros.

Con el fin de abarcar las diferentes posibilidades de elementos constructivos, se han contemplado distintos tipos de juntas de unión. Para elementos constructivos de una y dos hojas, se han considerado uniones en + y en T, y en cada caso uniones rígidas y con elementos flexibles interpuestos.

4.2 Criterios considerados en la selección de elementos constructivos

Con el fin de contemplar el diseño de edificios que contengan variaciones de un mismo elemento constructivo, el programa permite la selección, en un mismo edificio, de distintas fachadas, cubiertas, medianerías, y muros en contacto con el terreno. También permite el diseño de configuraciones de recintos de instalaciones diferentes.

Se diferencian tres tipos de fachada: sin cámara de aire, con cámara de aire sin ventilar, y con cámara de aire ventilada. A su vez, se contemplan fachadas de una hoja y de doble hoja. Se considera la

influencia de los posibles aplacados y del grado de ventilación.

Se consideran dos opciones de cubierta: plana o inclinada.

En cuanto a paredes separadoras entre viviendas o con zonas comunes del edificio, se diferencian cuatro tipos (ver Figura 1):

- Pared de una hoja (PV02)
- Pared de dos hojas con bandas elásticas perimetrales en ambas hojas (PV03)
- Pared de dos hojas con bandas elásticas perimetrales en una sola hoja (PV04)
- Pared de tres hojas con bandas elásticas perimetrales en sus dos hojas exteriores (PV05)

Para el diseño de recintos de instalaciones o actividad, se permite la utilización de las paredes PV04 o PV05.

Se diferencian dos tipos de tabique: con bandas elásticas en la base o sin bandas elásticas en la base.

En relación con el forjado, se selecciona únicamente el soporte resistente. Una vez seleccionado, el programa ofrece los valores de mejora que deben aportar los recubrimientos de suelo y techo necesarios para cumplir los requisitos, considerando el conjunto de elementos constructivos seleccionados.

4.3 Valoración de las exigencias de aislamiento frente al ruido exterior

En el caso de fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el exterior, el valor de aislamiento acústico $D_{2m,nT,Atr}$ se exige en función del índice de ruido día (Ld) existente en el exterior de las viviendas. Cuando en la zona donde se ubica el edificio el ruido exterior dominante es el de aeronaves, el valor de aislamiento acústico exigido se incrementa en 4 dBA.

El programa calcula el valor de aislamiento exigido con el exterior ($D_{2m,nT,Atr}$) a partir del nivel de ruido día en la zona (Ld) introducido por el usuario, tal y como se recoge en la Tabla 2.1. del DBHR. El nivel Ld puede obtenerse en las administraciones competentes o mediante consulta en los mapas estratégicos de ruido. En los casos en los que no se disponga de dato, el programa incluye índices Ld tipo, en función del tipo de área acústica en el que se vaya a construir el edificio (índices dispuestos en las normas reglamentarias de desarrollo de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido [4]).

En el caso de fachadas, el requisito acústico establecido varía en función de si la fachada está o no expuesta directamente al ruido de tráfico, aeronaves, industria, etc. La herramienta diferencia entre fachadas exteriores que lindan con zona tranquila (o patio de manzana o patio de luz) y fachadas exteriores más ruidosas (que lindan con la calle), con el fin de adecuarse al requisito establecido en cada caso.

En el caso de medianerías, en base a una serie de cálculos, se ha considerado que para cumplir el requisito exigido ($D_{2m,nT,Atr} \geq 40$ dBA para cada cerramiento), deben poseer un valor de RA ≥ 47 dBA.

5 Resultados e información ofrecida por la Herramienta Silensis

Una vez realizado el diseño, la herramienta emite dos informes: la ficha justificativa incluida en el anexo L del CTE DB HR (ver Figura 9), y el informe Silensis, un documento en el que se recoge un resumen de la selección de elementos constructivos realizada, con el fin de completar la información recogida en la ficha (ver Figura 10).

En ambos informes se facilita la tipología de los elementos constructivos seleccionados, y las masas superficiales y prestaciones acústicas específicas que deben presentar cada uno de ellos. Los informes se complementan con la información de los detalles constructivos del sistema, que se recogen en la Biblioteca de detalles Silensis [5] (ver Figura 11), y aseguran el comportamiento acústico esperado del sistema.

| Informe DB HR | | | | | |
|--------------------|------------------|--------------------------------|--|--|--|
| Forjados en planta | | | | | |
| Recinto emisor | Recinto receptor | Tipo | Características | Aislamiento acústico exigido en proyecto | |
| Protegido | Protegido | Forjado $D + NM + L20 + RF$ | $m (kg/m^2) = 595$ $RA (dB) = 68$ $L_{nw} (dB) = 75$ | DnTA= $50 \geq 50$ | |
| | | Suelo flotante | $JRA (dB) = 1,4$ $\Delta L_w (dB) = 31$ | | |
| | | Techo suspendido | $JRA (dB) = 6$ $\Delta L_w (dB) = 20$ | | |
| Habitable | Protegido | Forjado $D + NM + L20 + RF$ | $m (kg/m^2) = 595$ $RA (dB) = 68$ $L_{nw} (dB) = 75$ | DnTA= $50 \geq 50$ | |
| | | Suelo flotante | $JRA (dB) = 1,4$ $\Delta L_w (dB) = 31$ | | |
| | | Techo suspendido | $JRA (dB) = 6$ $L'_{nTwe} [A,C] \leq [A,C]$ | | |

Figura 9 - La Herramienta Silensis cumplimenta la ficha justificativa del CTE

The figure shows three overlapping screenshots of the Silensis software interface. The leftmost screenshot is titled 'INFORME HERRAMIENTA SILENSIS PARTICIONES INTERIORES VERTICALES: SEPARADORAS ENTRE VIVIENDAS Y ZONAS COMUNES'. It contains a flowchart with decision points and input fields for mass (m) and sound reduction index (R_w). The middle screenshot is titled 'INFORME HERRAMIENTA SILENSIS MEDIANERÍA nº'. It also features a flowchart and input fields for mass (m) and R_w, with a note about the need for a technical report. The rightmost screenshot is titled 'INFORME HERRAMIENTA SILENSIS RECINTOS DE INSTALACIONES O DE ACTIVIDAD CULINDANTES CASO A: CULINDANTES HORIZONTALMENTE'. It includes a table for comparing different construction details and their acoustic performance against required values. All screenshots feature the 'silensis' logo and 'HISPALYT' branding.

Figura 10 - La Herramienta Silensis facilita un informe resumen del diseño realizado

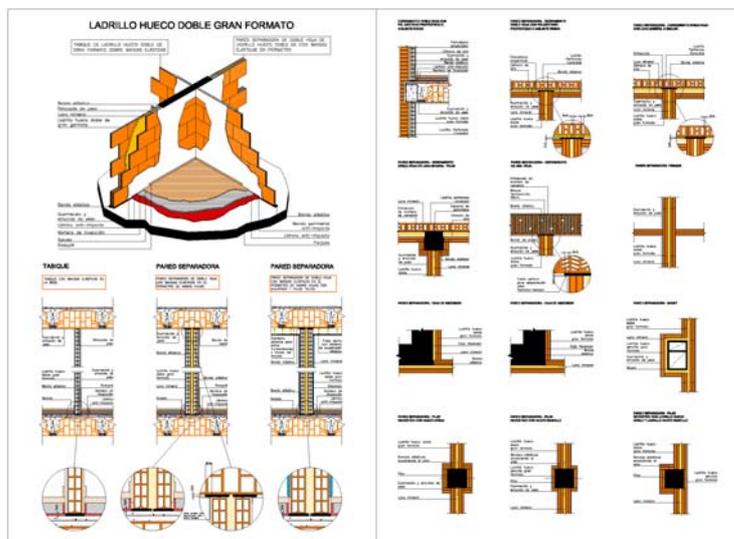


Figura 11 - Biblioteca de detalles constructivos Silensis

6 Conclusiones

Para dar respuesta al CTE, HISPALYT, en colaboración con diversas Instituciones, ha trabajado en la elaboración de herramientas de diseño y catálogos de soluciones de aislamiento acústico. La Herramienta Silensis, así como el Catálogo de Soluciones Cerámicas para el Cumplimiento del CTE, constituyen documentos de ayuda al proyectista, que facilitan la información técnica necesaria sobre los productos cerámicos para el cumplimiento de las nuevas exigencias.

Actualmente el sector cerámico continúa avanzando en el campo de la acústica. Dentro de sus líneas de trabajo, se contemplan los avances y progresos en la mejora de la Herramienta Silensis.

Referencias

- [1] Desarrollado por Hispalyt, en colaboración con el IETcc Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Catálogo de Soluciones Cerámicas para el Cumplimiento del CTE.
- [2] Desarrollado por el IETcc con la colaboración de CEPCO y AICIA. Catálogo de Elementos constructivos del CTE.
- [3] UNE EN 12354 Acústica de la edificación. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos.
- [4] Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- [5] Desarrollado por Hispalyt. Biblioteca de Detalles Constructivos Silensis (www.silensis.es).