

CARACTERIZACIÓN ACÚSTICA MEDIANTE MEDIDAS *in situ* DE UN ELEMENTO DE SEPARACIÓN

Fernando del Ama ¹

Juan A. Hernández ¹

¹ C.E.S. CEU Arquitectura, Madrid

NBE – CA - 88

- Medidas realizadas en laboratorio
- Valores límite inferiores a normas europeas
- No se contempla la verificación in situ
- Falta de efectividad

CTE - HR

- Se reducen los valores límite a aislamiento a ruido aéreo y de impacto
- Se tiene en cuenta la transmisión por vía indirecta
- Protección frente a ruido reverberante y vibraciones
- Referencia a las normas UNE vigentes en la actualidad

TIPOS DE PARTICIONES INTERIORES EN EDIFICIOS

- Tabiques tradicionales
Ladrillo hueco unido con mortero
- Tabiques de cartón yeso con cámara rellena de material poroso

TABIQUES TRADICIONALES

DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO

- Condicionantes en la ejecución
- Transmisión por vía indirecta

TABIQUES TRADICIONALES

LOS CONDICIONES DE LA EJECUCIÓN PROVOCAN DEBILITAMIENTO ACÚSTICO

- Necesidad de traba para estabilidad estructural
- Cambios en la integridad del material
- Rozas para albergar instalaciones

TABIQUES TRADICIONALES



Enjarjes



Discontinuidad de materiales

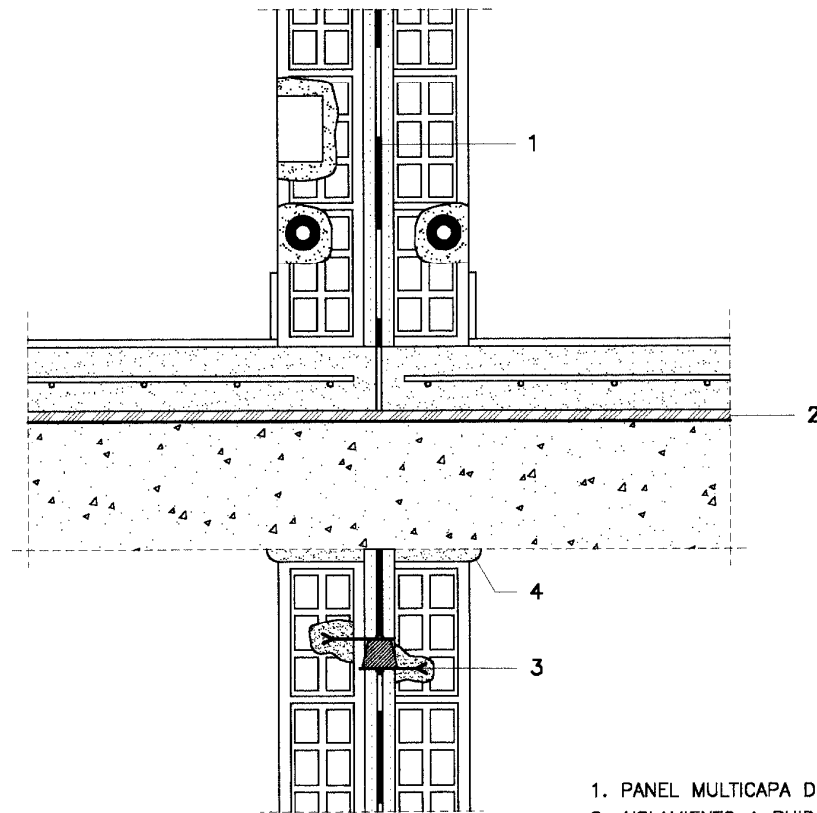
Defectos en la ejecución

TABIQUES TRADICIONALES



TABIQUES TRADICIONALES

AISLAMIENTO ACUSTICO EN PARED MEDIANERA ALBAÑILERIA TRADICIONAL



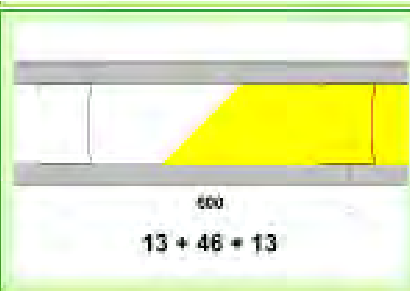
1. PANEL MULTICAPA DE AISLAMIENTO.
2. AISLAMIENTO A RUIDO DE IMPACTO.
3. SUJECCION ELASTICA.
4. SELLADO ELASTICO.

CARACTERÍSTICAS DE DIVISIONES SECAS

- Más control sobre la ejecución
- Posibilidad de desvincular los elementos
- Integración de conductos e instalaciones
- Fabricantes comprometidos con los ensayos

3

PLADUR[®] METAL
72/600(46) LV



AC3/D1-78.10

19,5

33,5

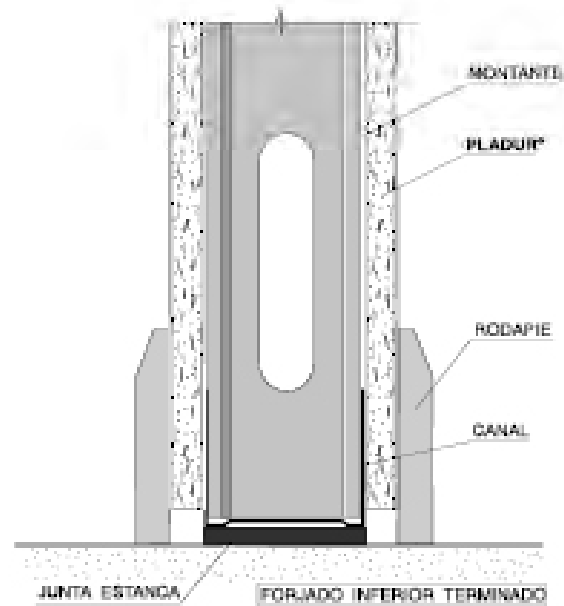
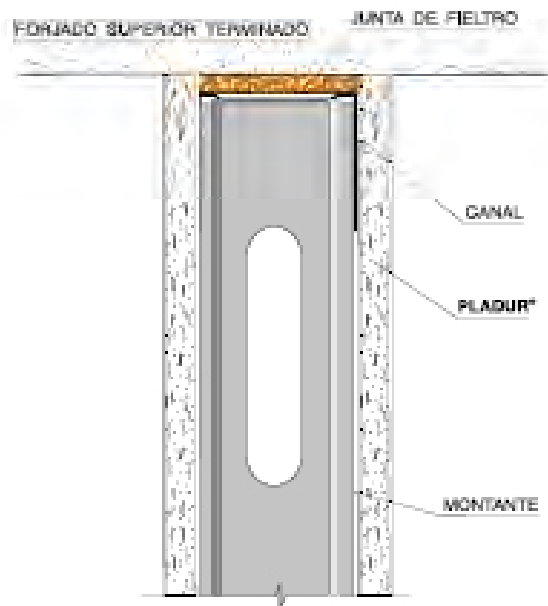
44,5

52

47,5

42

39,5



PROTOCOLO PARA LA REALIZACIÓN DE MEDIDAS DE AISLAMIENTO *in situ*

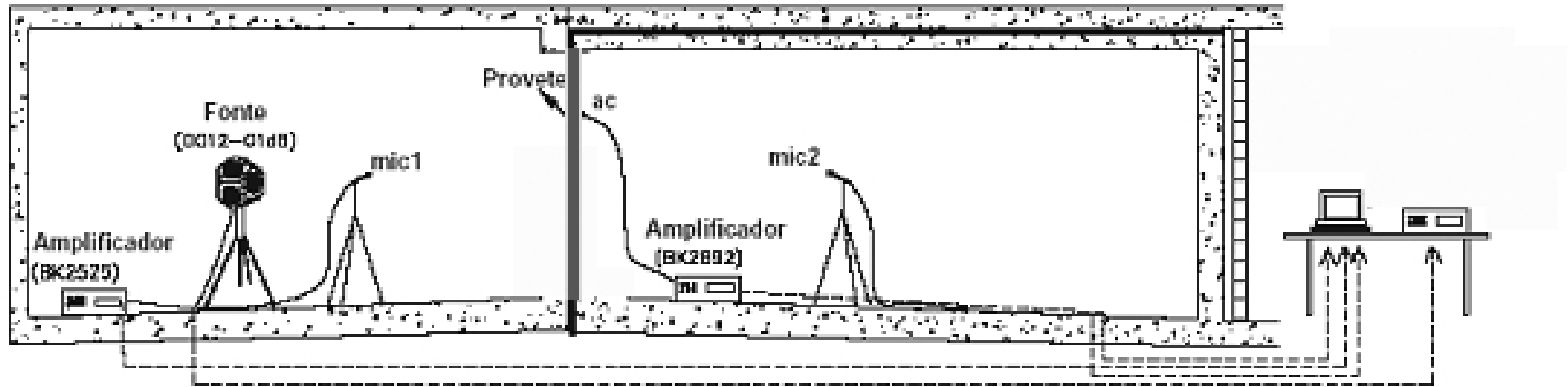
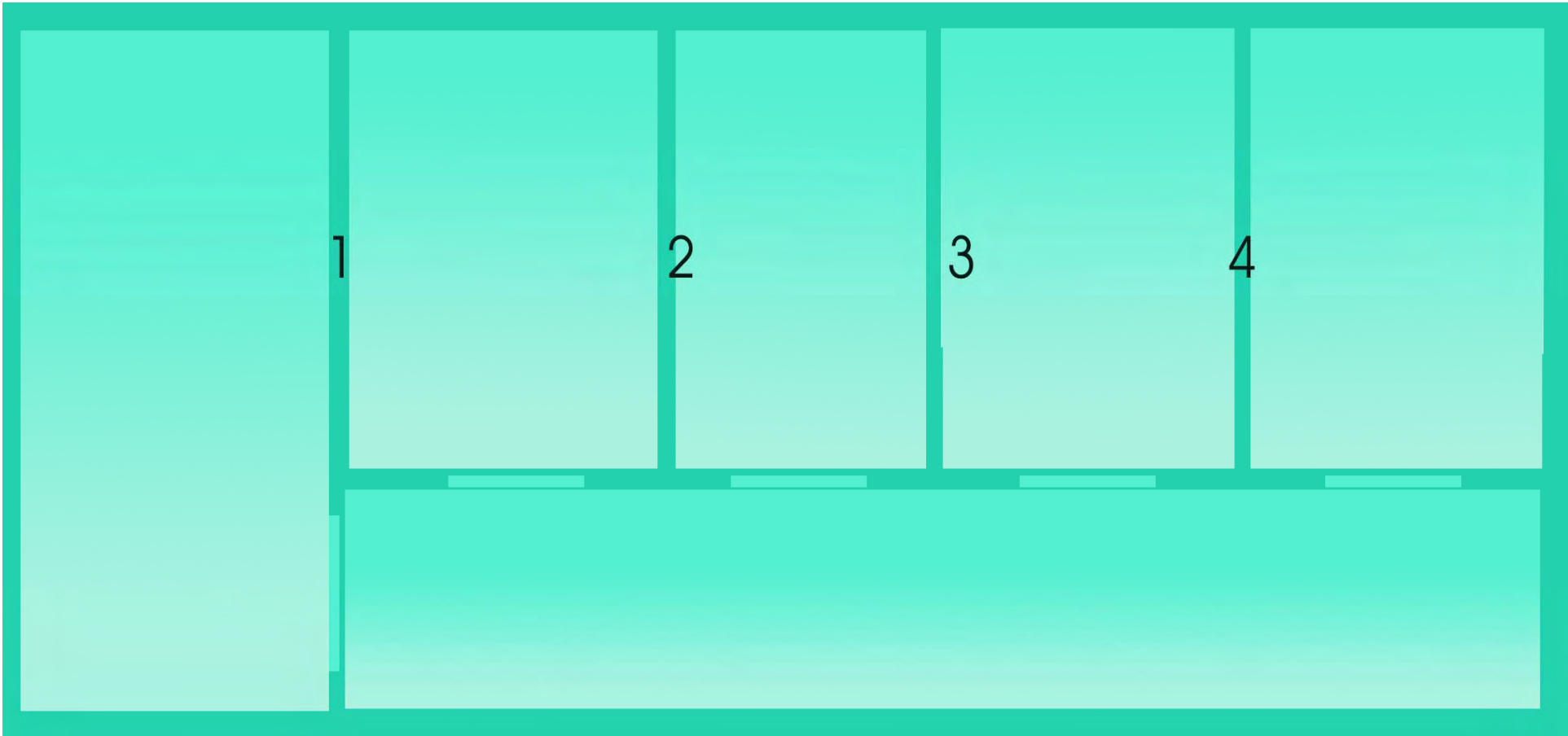
- Puede ser exigido por los agentes de la construcción
- Aislamiento acústico a ruido aéreo *in situ* de una división entre recintos
- Índice de reducción sonora aparente R'

ISO 140-4:1998

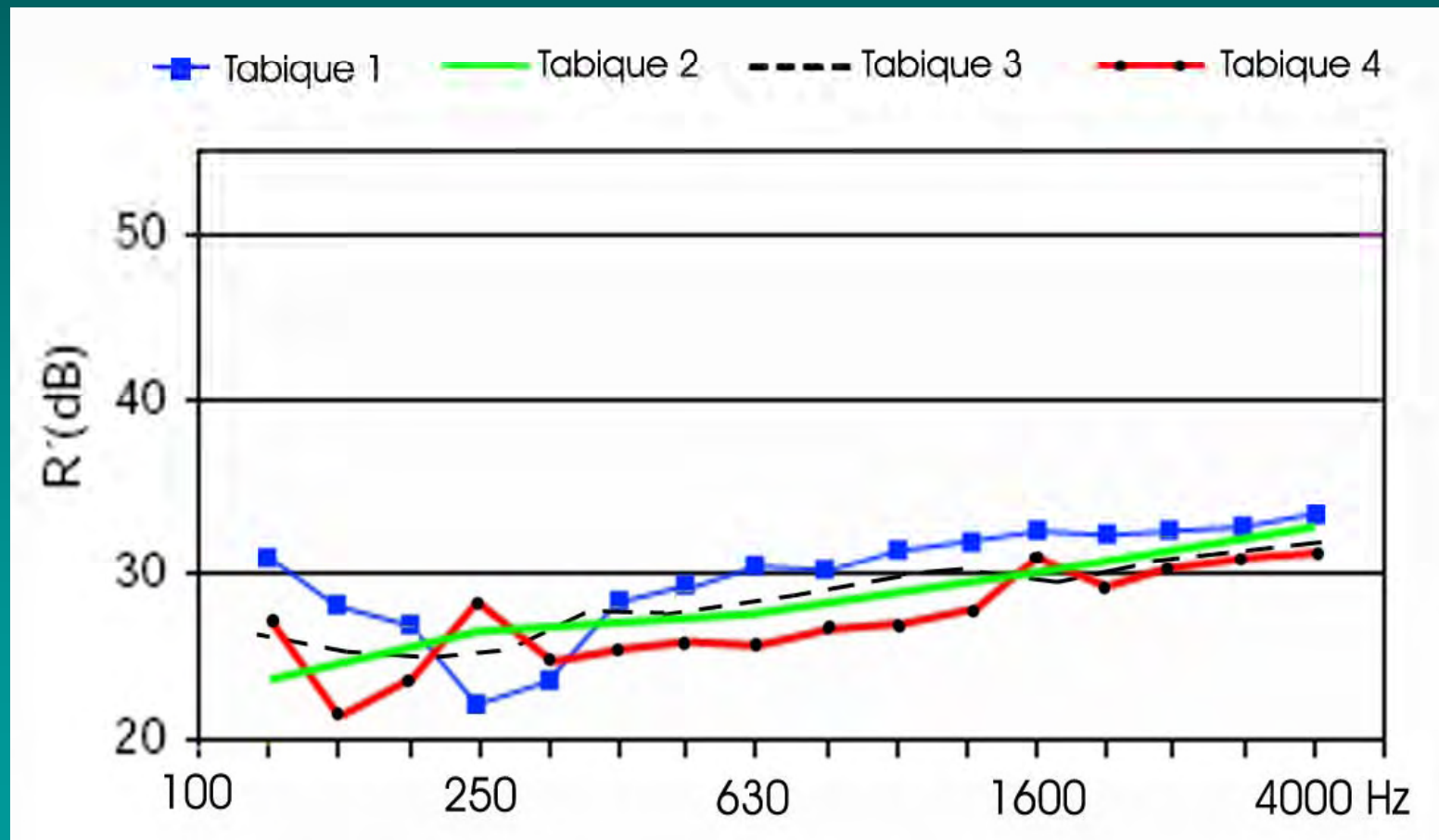
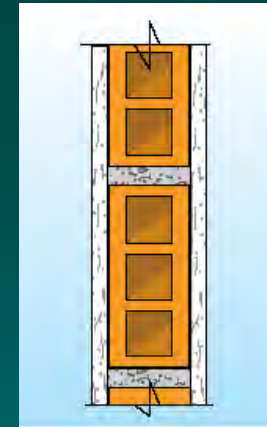
- Aislamiento acústico a ruido aéreo *in situ* de una división entre recintos
- Índice de reducción sonora aparente R'
- Corrección por reverberación del recinto receptor
- Corrección por ruido de fondo

ISO 717-1

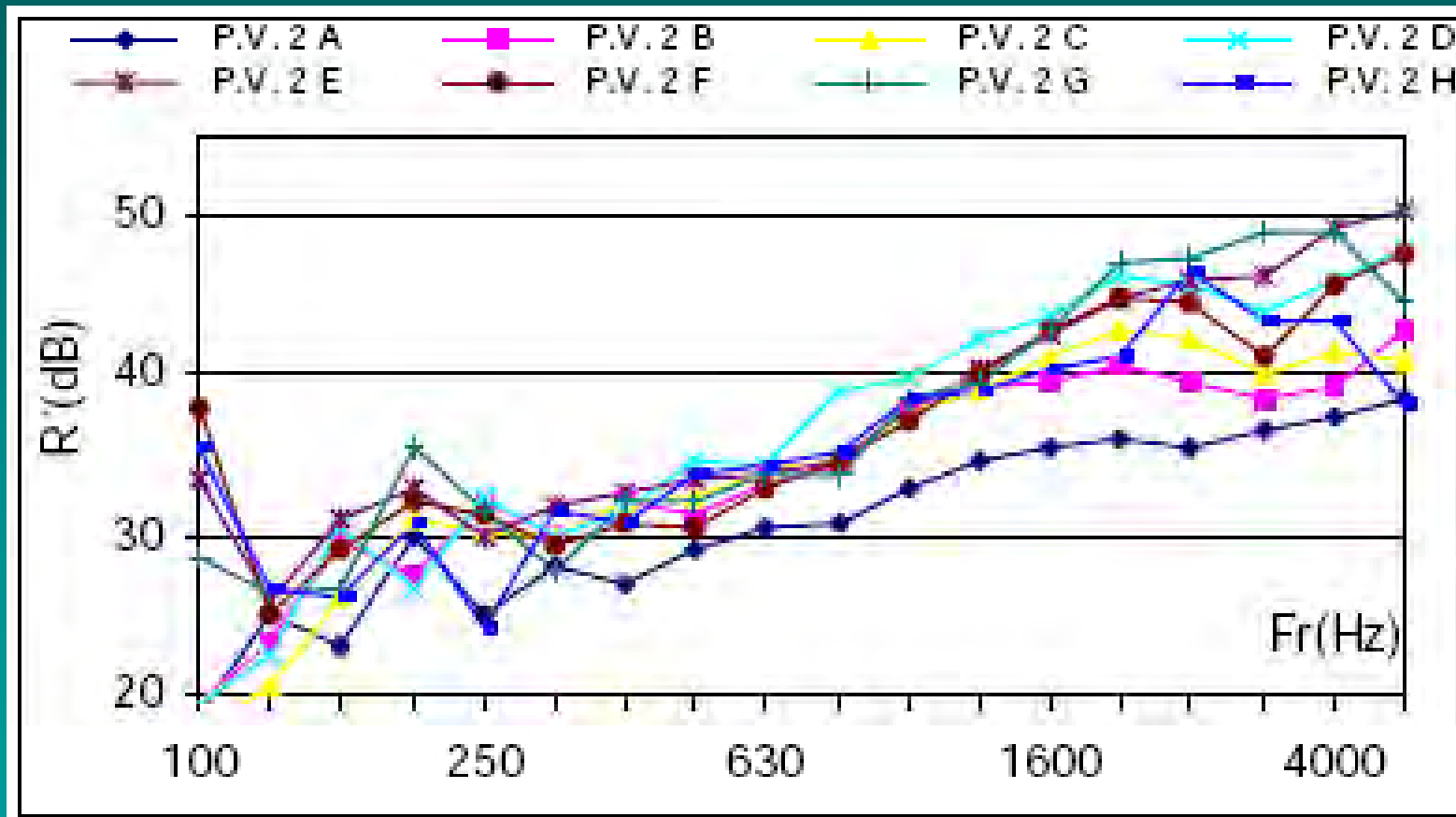
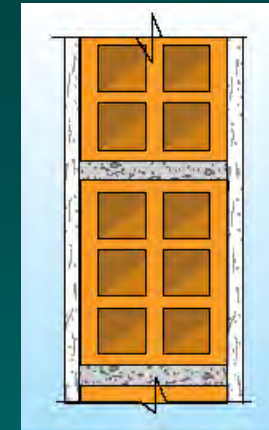
- Método para proporcionar un único valor independiente de la frecuencia



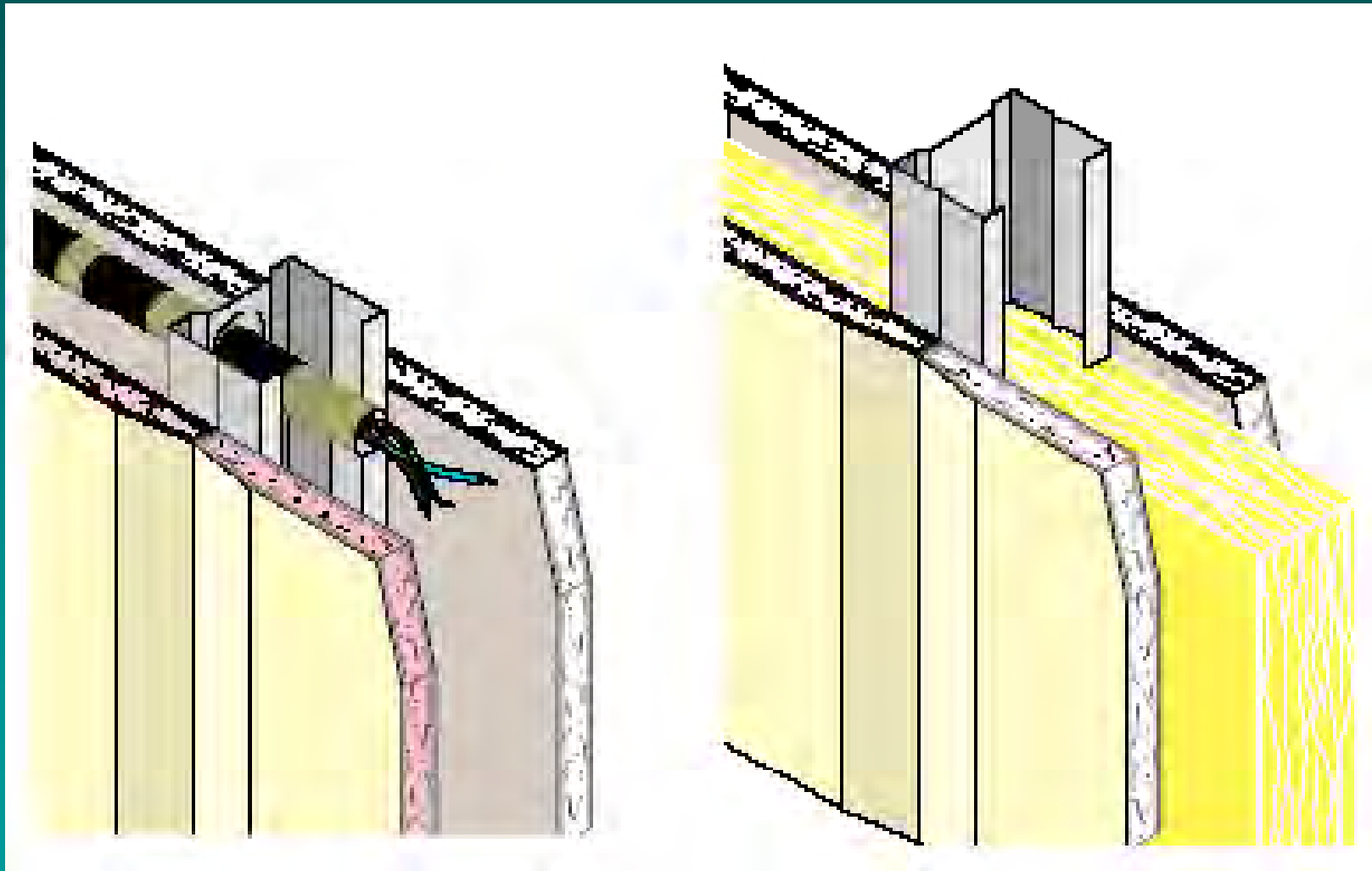
- Guarnecido y enlucido 10mm
- Ladrillo hueco sencillo 40 mm
- Guarnecido y enlucido 10mm
- Masa total: 69 Kg/m²



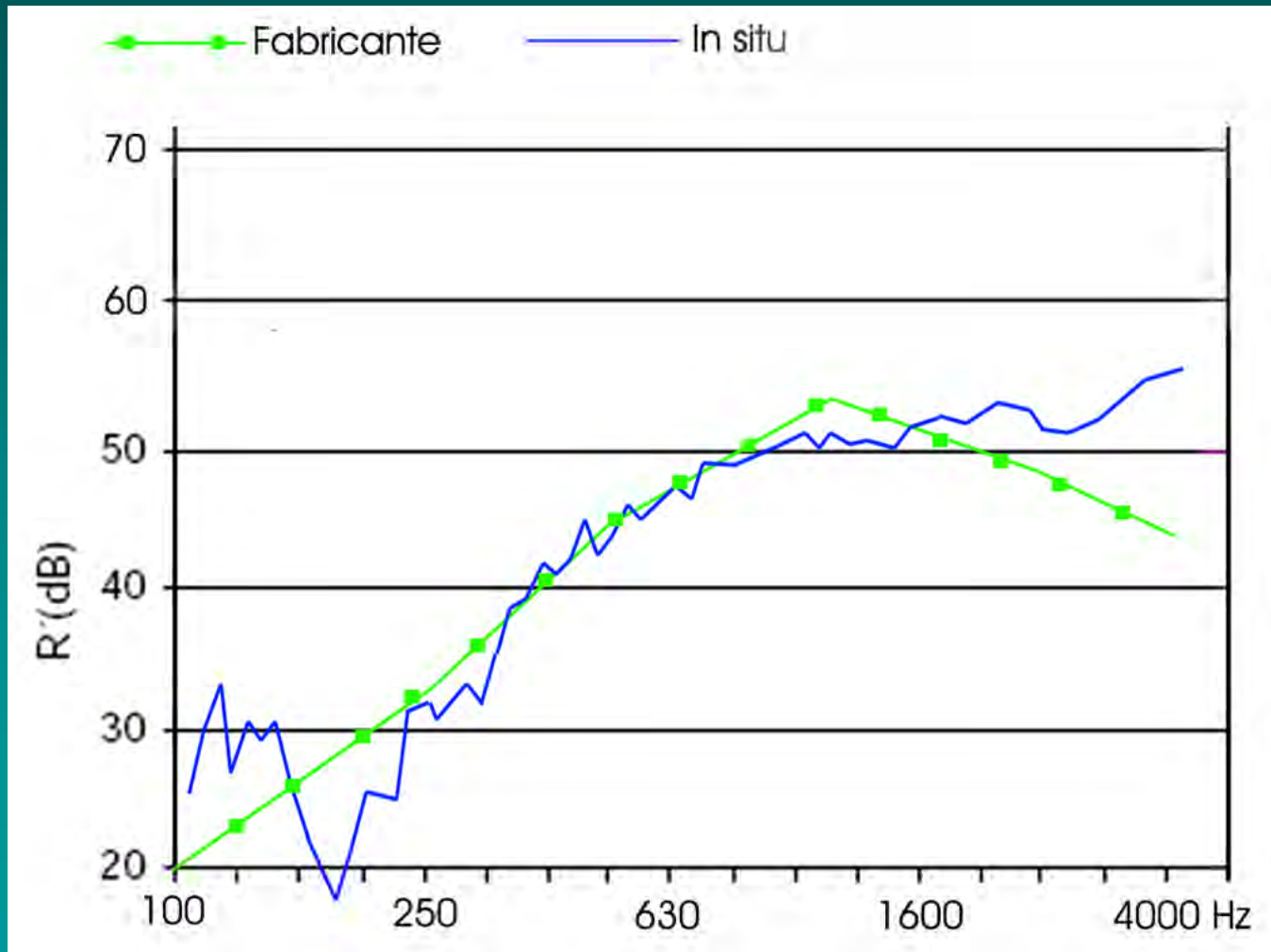
- Guarnecido y enlucido 10mm
- Ladrillo hueco doble 80 mm
- Guarnecido y enlucido 10mm
- Masa total: 104 Kg/m²



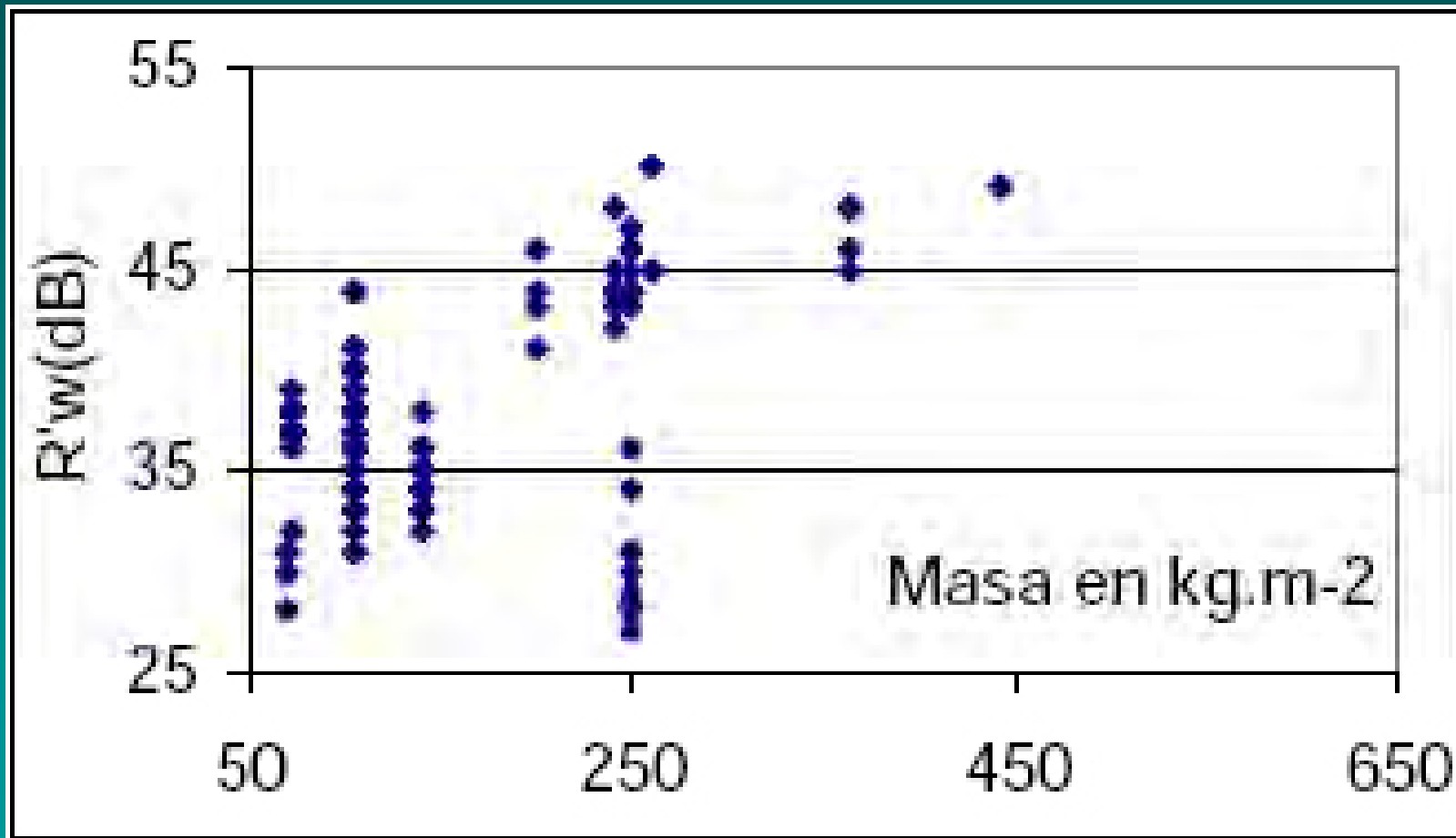
- Tabique de cartón yeso 13mm
- Cámara rellena de lana de roca 43 mm
- Tabique de cartón yeso 13mm



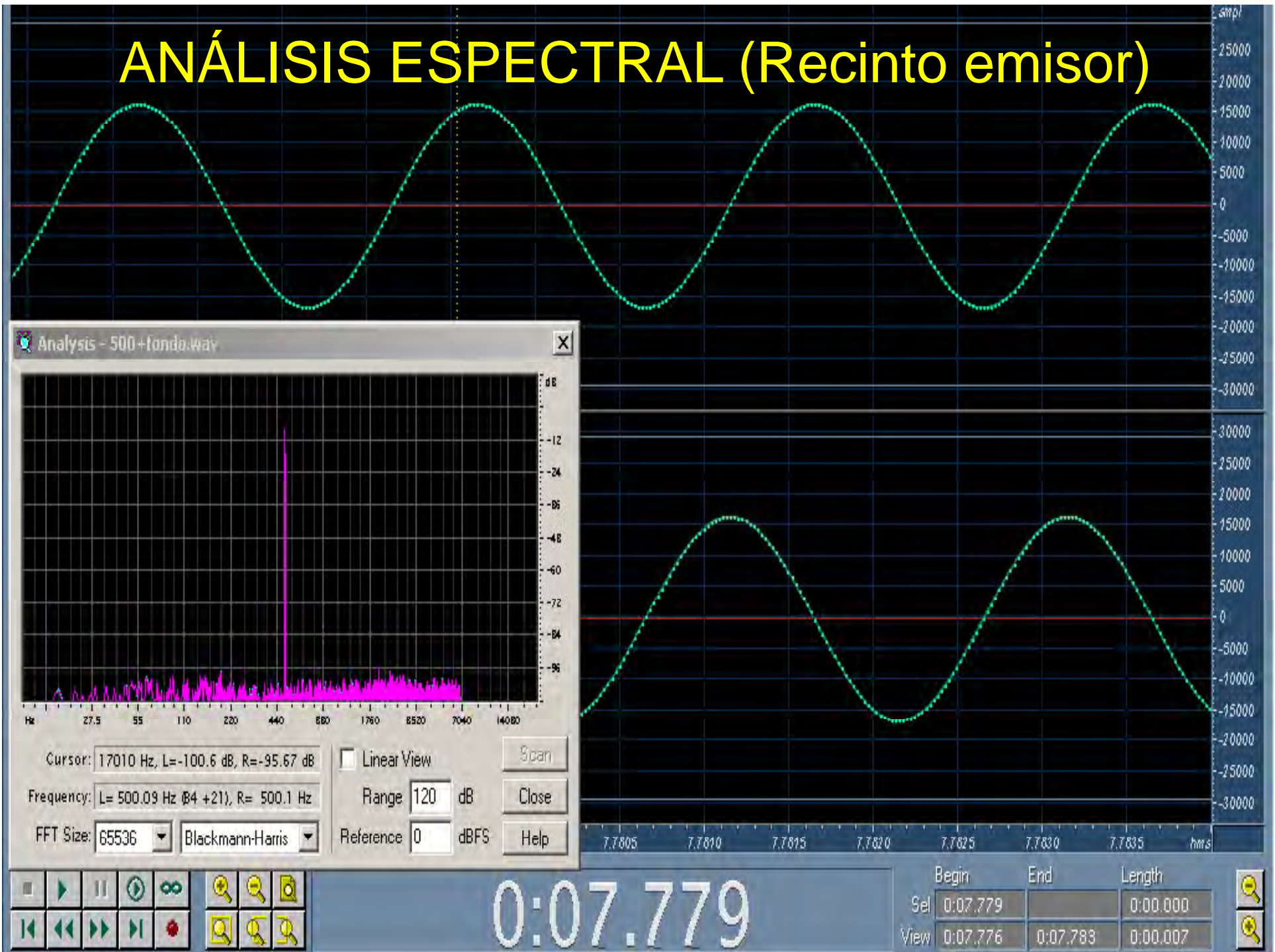
- Tabique de cartón yeso 13mm
- Cámara rellena de lana de roca 43 mm
- Tabique de cartón yeso 13mm



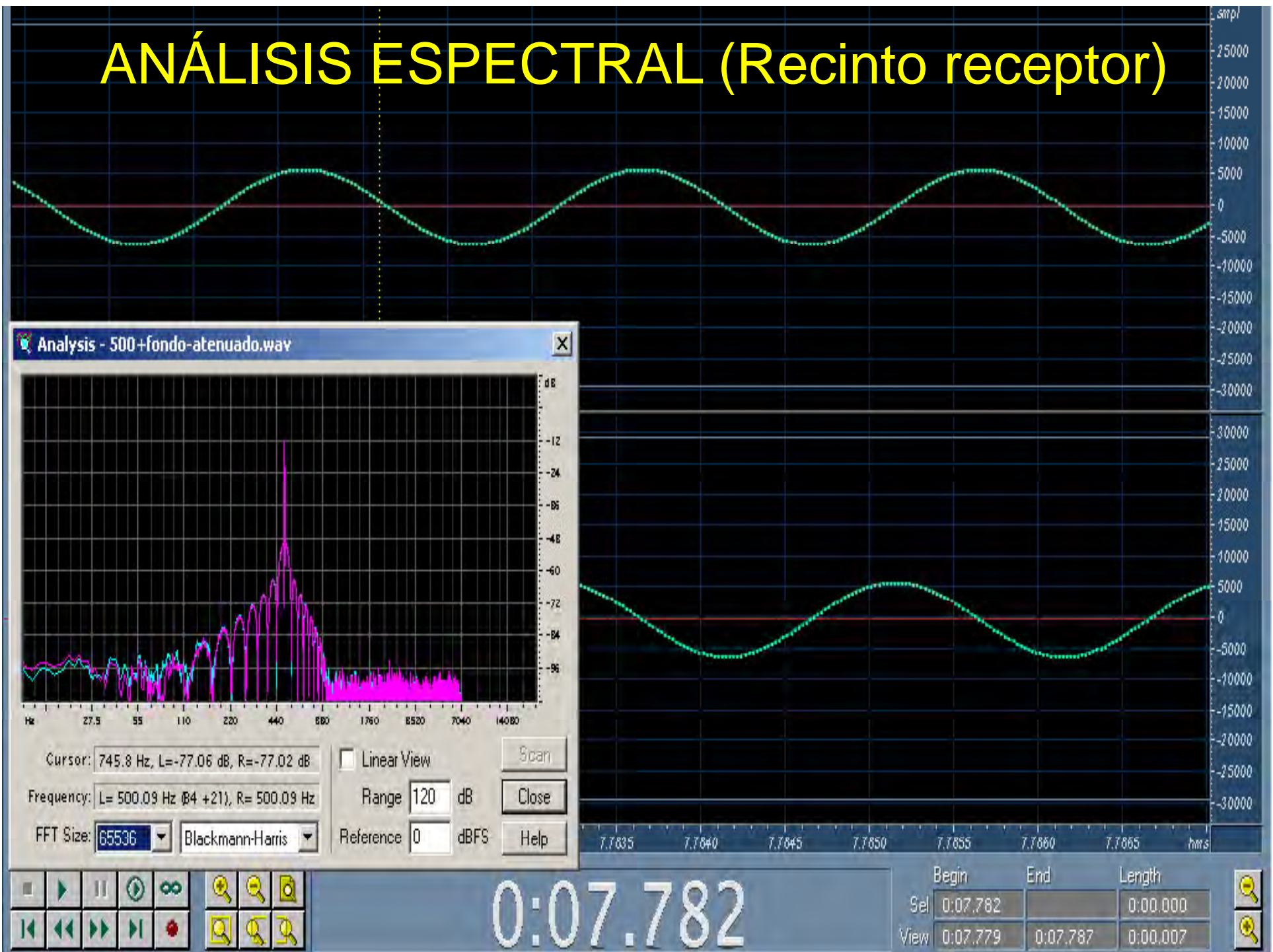
AISLAMIENTO EN FUNCIÓN DE LA MASA



ANÁLISIS ESPECTRAL (Recinto emisor)



ANÁLISIS ESPECTRAL (Recinto receptor)



CONCLUSIONES

- El CTE – HR mejora la NBE CA 88
- Los tabiques de junta seca mejoran el comportamiento acústico de los tabiques tradicionales
- Fabricantes comprometidos con los ensayos de laboratorio
- La administración debe acreditar a organismos que realizan medidas *in situ*

CURSO 3º TÉCNICAS DE ACONDICIONAMIENTO 1^{ER} CUATRIMESTRE

1. **Transmisión de energía térmica.**
 - Conducción térmica (Ecuación de la transmisión por conducción; conducción unidimensional estacionaria; materiales aislantes térmicos).
 - Convección térmica (Mecanismo físico de la convección; coeficiente global de transmisión de calor por convección).
 - Radiación térmica (Radiación solar en las edificaciones).
2. **Resistencia térmica e inercia térmica en edificaciones.**
 - Resistencia térmica debida a conducción, convección y radiación. Resistencia térmica de contacto.
 - Puentes térmicos.
 - Inercia térmica y respuesta no estacionaria.
3. **Difusión del vapor de agua en medios porosos.**
 - Permeabilidad unidimensional estacionaria.
 - Resistencia a la permeabilidad al vapor de agua.
 - Condensaciones superficiales e intersticiales.
 - Barreras de vapor y ventilación.
4. **Estudio de la normativa de aplicación.** (CTE HE, RITE).

PRIMERA ENTREGA

5. **Aire húmedo.**
 - Humedades absoluta y relativa.
 - Influencia de la temperatura. Diagramas psicrométrico y entálpico.
 - Calentamiento o enfriamiento de una corriente de aire húmedo.
6. **Sistemas de calefacción.**
 - Tipos de energía utilizadas para calentar un edificio.
 - Intercambiadores de calor. Calderas, bombas de calor.
 - Condiciones interiores de confort. Condiciones exteriores.
 - Arranque del sistema de calefacción. Influencia del uso del edificio.
7. **Calefacción seca con ventilación.**
 - Cálculo de las cargas de calefacción.
 - Diseño de los elementos de calefacción.
 - Influencia del tamaño del edificio.
8. **Acondicionamiento por corriente de aire húmedo.**
 - Calentamiento y enfriamiento del aire.
 - Funcionamiento de los climatizadores.
9. **Influencia de la Inercia Térmica en los cerramientos.**

Comportamiento transitorio en el arranque de un sistema.
Influencia del uso del edificio en la elección de los materiales y del sistema de calefacción.
Variaciones de temperatura exterior e interior.

SEGUNDA ENTREGA

10. Conceptos fundamentales de acústica.

- Potencia, intensidad, niveles de presión y de intensidad, composición de niveles, Acústica arquitectónica.

11. Aislamiento acústico.

- Curva de aislamiento. Aislamiento ponderado a ruido blanco.
- Aislamiento global de un cerramiento con puertas y ventanas.

12. Acondicionamiento.

- Acústica arquitectónica.
- Tiempo de reverberación en función de la frecuencia.
- Nivel sonoro interior en recintos acondicionados.
- Mejora del aislamiento acústico mediante el acondicionamiento.
- Curvas de aislamiento y de absorción.
- Paneles acústicos.
- Resonadores.

TERCERA ENTREGA

Normas para el aprobado por curso.

El aprobado por curso requiere aprobar todas las entregas de las prácticas y los dos exámenes teórico-prácticos que tendrán lugar en horario de clase. Se deberá cumplir, además, un mínimo de asistencia a las clases teórico-prácticas que se fija en un 80%. Cada semana se realizará un trabajo en horas lectivas que se incluirá en cada una de las tres entregas obligatorias para obtener el aprobado por curso.

Curso 3º; Arquitectura

Técnicas de acondicionamiento y equipamiento

1ª PRÁCTICA:

Sobre un proyecto de ejecución elegido por el alumno se desarrollará el siguiente trabajo:

1. Plantas, alzados, secciones y detalle constructivo de los cerramientos (encuentro entre muro exterior y carpintería; cubierta; encuentro con el suelo). Se debe especificar el tipo de aislante y los grosores de las capas, así como la existencia de posibles puentes térmicos.
2. Cálculo de las constantes de pérdidas y dibujo de los perfiles de temperatura y perfiles de temperatura de rocío de todos los cerramientos del edificio.
3. Determinación de las cargas térmicas de calefacción y representación en la planta de la edificación.
4. Potencia media de calefacción.
5. Comprobar el cumplimiento de la norma CTE-HE.

El trabajo tendrá una extensión no superior a 15 hojas tamaño DIN-A4 y se presentará en un archivo .pdf de 3 MB como máximo.

Bibliografía recomendada:

Norma NBE CT-79. Madrid, Ministerio de Fomento.

BEDOYA, C. y NEILA, J. , 1997. *Técnicas arquitectónicas y constructivas del acondicionamiento ambiental*. Munilla-Lería, Madrid.

Código Técnico de la Edificación, Ahorro Energético. CTE-HE.

En esta primera práctica se trata de que el alumno compruebe el cumplimiento de la opción simplificada del nuevo CTE-HE. Al final de este ejercicio se debe saber abordar el cálculo de pérdidas en una edificación para la elección de una caldera. También se debe tener el criterio suficiente para elegir el detalle constructivo con el tipo de aislante más conveniente en cada caso.

Curso 3º; Arquitectura

Técnicas de acondicionamiento y equipamiento

2ª PRÁCTICA:

Sobre un proyecto elaborado por el alumno se desarrollará el siguiente trabajo:

1. Elección y justificación de los sistemas de calefacción y refrigeración elegidos.
2. Condiciones de partida del solar. Estudio de los datos climáticos (temperaturas máximas, medias y mínimas). Proyecto de soleamiento en verano e invierno. Vientos dominantes. Datos de pluviometría.
3. Cálculo de un sistema de calefacción seca. Pérdidas por cerramiento; pérdidas por renovación; caudal de renovación.
4. Cálculo de un sistema de acondicionamiento por aire húmedo. Caudal de renovación; caudal de recirculación; Condiciones de impulsión y retorno.
5. Inercia térmica de la edificación. Variaciones de temperatura exterior. Arranque del sistema.

El trabajo se presentará en forma de 2 paneles tamaño DIN-A2 impresos y en formato .jpg. Se incluirá en estos paneles toda la información gráfica necesaria para la comprensión del proyecto arquitectónico y de las soluciones de climatización adoptadas con los siguientes puntos:

- Esquema de concepto.
- Estudio del soleamiento.
- Comportamiento térmico de cada cerramiento (detalle constructivo).
- Comportamiento térmico de la edificación.
- Renovación y ventilación.
- Esquema de principio.

En esta segunda práctica se trata de que el alumno proyecte un edificio de pequeño tamaño con el criterio de cumplimiento de la opción prestacional o general que va a incluir el nuevo CTE-HE. Al final de este ejercicio se debe saber abordar el proyecto de climatización a escala de vivienda unifamiliar. También debe familiarizarse con conceptos como inercia térmica, orientación, captación de energía solar (a través de cerramientos o por paneles térmicos y fotovoltaicos). Por último se estudiarán detalles constructivos, ingenios bioclimáticos y estrategias de ahorro energético desde el proyecto arquitectónico, y la validación de éstas con programas informáticos (Lider,...)

Curso 3º; Arquitectura

Técnicas de acondicionamiento y equipamiento

3ª PRÁCTICA:

Sobre un proyecto de un auditorio elegido por el alumno se desarrollará el siguiente trabajo:

1. AISLAMIENTO ACÚSTICO:

- Representación en planta de ruidos exteriores a la edificación. Se definirá el espectro de cada sonido en bandas de octava. (2 como mínimo), y se definirá su nivel medio, la intensidad y la potencia del foco sonoro.
- Aislamiento medio de los tabiques y aislamiento global medio de las fachadas.

2. ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO:

- Definición de la zona de estudio en el interior del edificio. Materiales, volumen y superficie interior. Recomendaciones de la norma en cuanto al tiempo de reverberación adecuado.
- Cálculo del tiempo de reverberación de la sala elegida en bandas de octava.
- Cálculo del tiempo de reverberación medio y de la intensidad del campo reverberante.
- Estudio geométrico de las condiciones acústicas específicas del espacio seleccionado.

Bibliografía recomendada:

NBE CA 88.

Manual de aislamiento de Isover.

ARAU, H. *El ABC de la acústica arquitectónica*.

BARRON, M., 1993. *Auditorium Acoustic and Architectural Design*. E&FN Spon, London.

IZENOUR, G., 1977. *Theater Design*. McGraw Hill, New York.

Al final de este ejercicio se debe tener conocimiento de soluciones constructivas idóneas para conseguir un aislamiento acústico óptimo en cada situación, tanto de tabiques como de fachadas. También debe familiarizarse con conceptos como absorción y reverberación para acondicionar acústicamente el interior de una sala. Por último, se introducirá al alumno en criterios de acústica arquitectónica mediante el análisis de auditorios y salas de conciertos, y se desarrollará un método para predimensionar salas de capacidades mayores de 1000 personas.

Climatización - Aire acondicionado

Aire de extracción

Aire, normalmente viciado, que se expulsa al exterior.

Aire de impulsión

Aire que se introduce en los espacios acondicionados.

Aire de recirculación

Aire de retorno que se vuelve a introducir en los espacios acondicionados.

Aire de retorno

Aire procedente de los espacios acondicionados. El aire de retorno estará constituido por el aire de recirculación y, eventualmente, por el aire de expulsión.

Aire exterior

Aire del ambiente exterior que se introduce en el circuito de climatización.

Aislante térmico

Es todo material que posee un bajo coeficiente de conductividad térmica.

Batería de recalentamiento

Batería que realiza el ajuste final de temperatura del aire tratado, calentándolo de acuerdo con las necesidades del local.

Bomba de calor

Máquina térmica que permite transferir calor de una fuente fría a otra más caliente. En calefacción o climatización, aparato capaz de tomar calor de una fuente a baja temperatura (agua, aire, etc.) y transferirlo al ambiente que se desea calefactar.

Calefacción

Proceso de tratamiento del aire que controla, al menos, la temperatura mínima de un local.

Calor específico

Cantidad de calor que es necesario suministrar a la unidad de masa de un cuerpo para elevar un grado su temperatura.

Calor latente

Cantidad de calor que cede o absorbe un cuerpo al cambiar de estado.

Calor sensible

Cantidad de calor que cede o absorbe un cuerpo sin cambiar de estado.

Climatización

Proceso de tratamiento de aire que se efectúa a lo largo de todo el año, controlando, en los espacios interiores, temperatura, humedad, pureza y velocidad del aire.

Climatizador

Unidad de tratamiento del aire sin producción propia de frío o calor.

Coefficiente de conductividad térmica

Cantidad de calor que atraviesa, en la unidad de tiempo, la unidad de superficie de una muestra plana de caras paralelas y espesor unitario, cuando se establece entre las caras una diferencia de temperatura de un grado.

Coefficiente de eficiencia energética de un aparato

Cociente entre la potencia térmica total útil y la potencia total absorbida, para unas condiciones de funcionamiento determinadas.

Coefficiente de prestación de un sistema

Relación entre la energía térmica cedida por el sistema y la energía de tipo convencional absorbida. Se representa por las siglas COP.

Coefficiente de transmisión de calor

Cantidad de calor que atraviesa la unidad de superficie en la unidad de tiempo, cuando se establece entre las caras paralelas del cerramiento una diferencia de temperatura de un

grado.

Coeficiente global de transmisión

Media ponderada de los coeficientes de transmisión de cada uno de los elementos de separación del edificio con el exterior.

Control proporcional

Acción de un dispositivo de control que modifica la actuación del elemento regulador proporcionalmente a la desviación entre la magnitud medida y el punto de consigna.

Demanda térmica

Potencia térmica sensible y latente requerida para acondicionar un espacio cerrado.

Deshumectación

Proceso de tratamiento del aire por el que se disminuye la humedad.

Expansión directa

Proceso de tratamiento del aire efectuado por evaporación del fluido frigorífico en el circuito primario de una batería.

Factor de forma

Relación entre la suma de las superficies de los elementos de separación del edificio y el volumen encerrado por las mismas.

Factor de transporte del agua

Relación entre la potencia térmica útil entregada por el agua a los locales y la potencia consumida por los motores de las bombas.

Factor de transporte del aire

Relación entre la potencia sensible útil entregada por el aire a los locales acondicionados y la potencia consumida por los motores de los ventiladores.

Fluido primario

En un intercambiador de calor, el fluido que aporta la energía térmica de intercambio.

Fluido secundario

En un intercambiador de calor, el fluido que recibe la energía térmica de intercambio.

Fluido térmico

Medio canalizado encargado de transportar la energía en un sistema de calefacción o climatización.

Gradiente de temperatura

Cociente entre la diferencia de temperatura existente entre dos puntos y la distancia que media entre ambos.

Higrómetro

Aparato para medir la humedad relativa del aire.

Humectación

Proceso de tratamiento del aire por el que se aumenta su humedad.

Infiltración

Caudal de aire que penetra en un local desde el exterior, de forma incontrolada, a través de las soluciones de continuidad de los cerramientos debido a la falta de estanquidad de los huecos (puertas y ventanas).

Instalación centralizada

Instalación de calefacción o climatización que dispone de un generador (o varios) de calor o frío y un sistema de distribución del mismo a las diferentes unidades de consumo: viviendas, oficinas, etc.

Instalación de baja velocidad

Técnica de distribución del aire que se realiza a una velocidad suficientemente baja para no necesitar dispositivos reductores de presión.

Instalación de media y alta velocidad

Técnica de distribución del aire que se realiza a una velocidad tal que se requieren dispositivos de reducción de presión y atenuación del sonido.

Instalación individual

Instalación de calefacción o climatización que dispone de un generador de calor o frío y un sistema de distribución del mismo a las diferentes dependencias que componen la única unidad de consumo.

Instalación semicentralizada

Instalación individual de climatización realizada con equipos autónomos dotados de una red de conductos de distribución de aire.

Instalación unitaria

Instalación de calefacción o climatización que dispone de un aparato en cada dependencia y que regula la temperatura habitación por habitación.

Pérdida de carga

Caída de presión en un fluido desde un punto de una tubería o conducto a otro, debido a pérdidas por rozamiento.

Pérdidas por transmisión

Cantidad de calor que se pierde a través de los cerramientos exteriores.

Pérdidas por ventilación

Cantidad de calor que se pierde en una estancia por la ventilación.

Planta enfriadora de agua

Unidad compacta, construida y montada en fábrica, que refrigera agua u otro fluido portador equivalente.

Programador

Dispositivo que se utiliza para establecer los tiempos de funcionamiento de los aparatos o sistemas de calefacción o climatización.

Programador multizona

Programador que permite gestionar dos o más zonas de utilización.

Punto de consigna

Valor de una magnitud controlada al que se ajusta el dispositivo de control para que lo mantenga.

Red de distribución

Conjunto de circuitos que canalizan el fluido térmico desde la sala de máquinas hasta las unidades terminales, incluyendo las redes de impulsión y retorno.

Refrigeración

Proceso de tratamiento del aire que controla, al menos, la temperatura máxima de un local.

Rendimiento

Relación entre la potencia útil obtenida y la potencia absorbida por un determinado equipo.

Renovaciones

Relación entre el caudal de aire exterior impulsado al espacio calefactado o acondicionado y el volumen de éste.

Retorno

Aquella parte de un sistema o instalación que transporta el fluido que vuelve a la estación central.

Técnicas de confort

Cualquier proceso por el cual se controla alguna de las siguientes magnitudes en los espacios interiores: temperatura, humedad, pureza y movimiento del aire.

Temperatura de producción o de servicio

La temperatura de diseño del fluido transmisor de la energía térmica a la entrada de la

red de distribución.

Temperatura exterior de cálculo

Temperatura, en grados centígrados, que se fija en el exterior de la estancia para hacer el cálculo de pérdidas (o ganancias) de calor.

Temperatura interior de cálculo

Temperatura, en grados centígrados, que se fija en el interior de la estancia para hacer el cálculo de pérdidas (o ganancias) de calor. Temperatura prevista en proyecto en condiciones normales de funcionamiento.

Temperatura media ponderada

Valor medio aritmético de las temperaturas ponderadas por el volumen de los locales.

Temperatura resultante

Índice empírico de confort que tiene en cuenta la temperatura y movimiento del aire y la radiación del entorno y que se define como la temperatura seca del aire de otro recinto similar, con aire en reposo y que teniendo las paredes a la misma temperatura que el aire, produce la misma sensación térmica.

Termómetro

Aparato para medir la temperatura; pueden ser de distintos tipos según el principio físico en que se basan.

Termómetro húmedo

Aparato para medir la temperatura húmeda del aire.

Termostato

Dispositivo que mide y regula la temperatura de consigna que se ha fijado, encendiendo y apagando automáticamente el aparato o sistema de calefacción o climatización.

Torre de refrigeración

Unidad de enfriamiento evaporativo del agua.

Transmisión de calor

Paso de calor de un cuerpo a otro o a través de un mismo cuerpo.

Tratamiento

Proceso que modifica algunas de las características físico-químicas del aire.

Unidad terminal

Equipo receptor de aire o agua de una instalación centralizada que actúa sobre las condiciones ambientales de una zona acondicionada.

Válvula de seguridad

Dispositivo que se inserta en algún punto del circuito, diseñado de forma que al subir la presión de tarado o de regulación, se abre automáticamente.

Ventilación

Renovación del aire de una estancia o local. Suele denominarse ventilación natural cuando se produce sin accionamiento motor.

Ventilación mecánica

Proceso de renovación del aire de un local por medios mecánicos.

Zona

Espacio climatizado cuya carga térmica varía en forma distinta a la de otros espacios.

DIAGRAMA ENTÁLPICO DEL AIRE HÚMEDO
C.E.S. CEU ARQUITECTURA

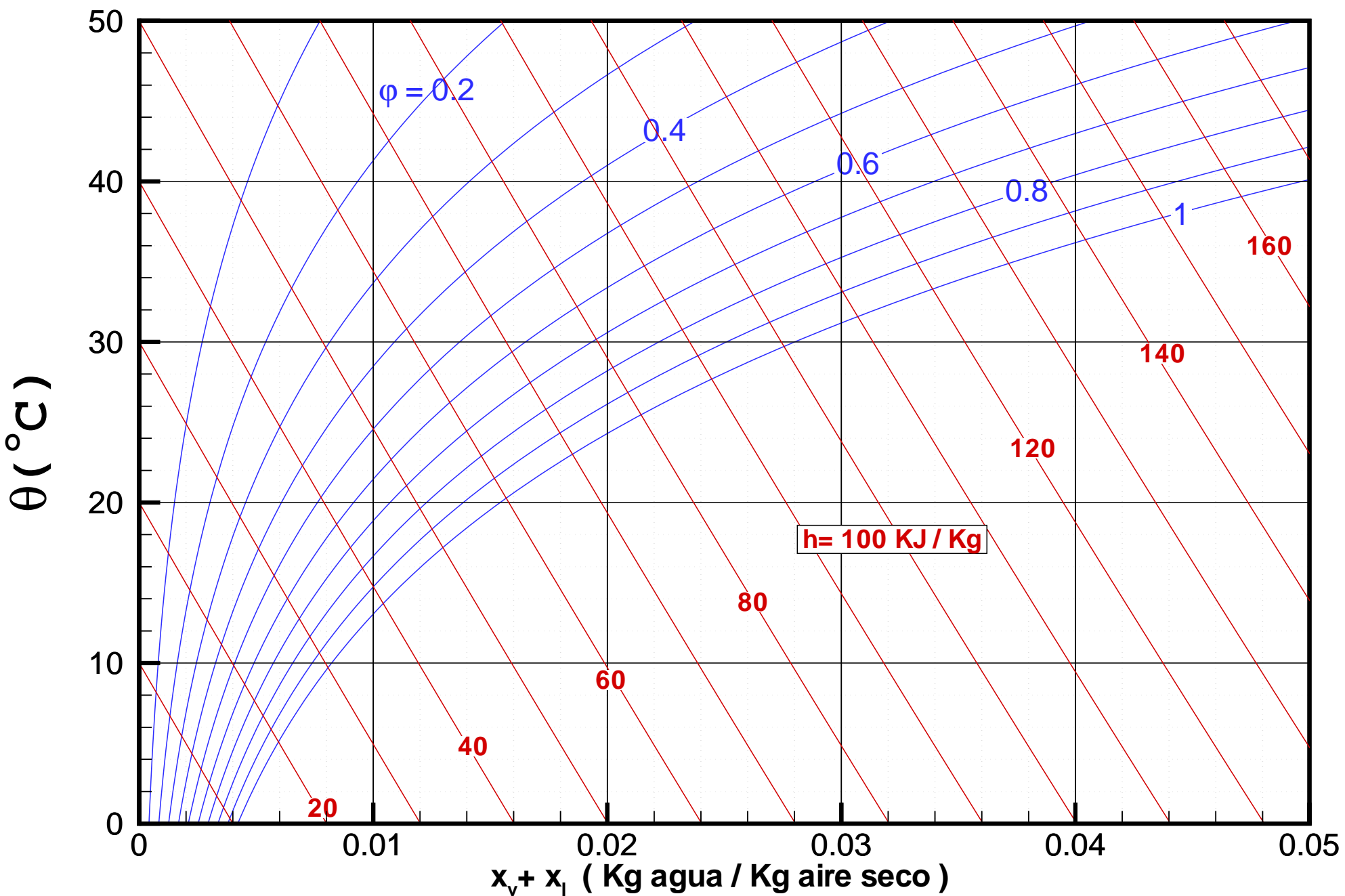


Diagrama de Moody

