

APARTADO 2

A2 ACONDICIONAMIENTO ACUSTICO

A2.0 CONCEPTOS GENERALES Y DIRECTIVAS PARA EL DISEÑO

A – CONCEPTOS GENERALES

I) – **Componentes del Problema Acústico** — En toda situación acústica se deben identificar y analizar los tres factores que intervienen: Fuente – Transmisor – Receptor, como paso inicial para arribar a una solución adecuada, tan sencilla, práctica y económica como sea posible.

II) – **Recursos disponibles** — En gran medida, el proyecto arquitectónico determina la situación acústica que se producirá.

La solución a los problemas acústicos es mucho más sencilla cuando se aplica en la etapa de diseño, que posibilita utilizar recursos como:

- la implantación de los edificios
- el partido general y de detalle
- la forma de los espacios
- la elección de materiales y procedimientos constructivos
- y, en última instancia, la utilización de dispositivos especiales

Resulta muy conveniente que el proyecto acústico se integre al diseño arquitectónico general en la etapa de proyectación.

B – PROBLEMÁTICAS ACÚSTICAS Y MEDIOS DE SOLUCIÓN

I) – **Problemáticas acústicas** – Se presentan, básicamente, estos tipos :

- a) Presencia de ruidos excesivos (ruido = sonido indeseado) y vibraciones inaceptables para los usuarios de un espacio.
- b) Necesidades de comunicación confiable y satisfactoria mediante sonidos (señales, lenguaje, música).
- c) Necesidad de privacidad de la comunicación oral.

II) – **Control del ruido** – Los problemas del ruido excesivo se resuelven con los siguientes medios:

- a) Reducir la producción (emisión) de ruido
- b) Encerrar (encapsular) la fuente de ruido.
- c) Alejar –o separar- la fuente del receptor.
- d) Disminuir la transmisión del sonido –aumentando el aislamiento–.
- e) Bloquear la recepción.

III) – Audición satisfactoria — Para proporcionar una Audición Satisfactoria se utilizan los siguientes recursos:

- a) Diseño de espacios de forma y escala adecuada.
- b) Provisión de buenas condiciones para la emisión.
- c) Orientación y distribución del sonido – tanto del directo como de las reflexiones iniciales – hacia la superficie ocupada por la audiencia.
- d) Adecuación del tiempo de reverberación al requerimiento del local, incorporando los materiales y dispositivos absorbentes que se necesiten.

IV) – Privacidad acústica — Puede lograrse el grado de privacidad que se necesite combinando:

- a) Un aislamiento sustancial entre los locales involucrados.
- b) Cierta nivel del ruido de fondo en el local receptor, que contribuye a enmascarar la audición.

C – FUENTES DE RUIDO Y VÍAS DE TRANSMISIÓN

I) – Fuentes de ruido — Se deben considerar todas las fuentes de ruido que se puedan presentar, sean externas al edificio o internas.

- a) **Fuentes externas** – Constituyen emisores de ruido que mayormente están fuera de nuestro control.

La fuente externa principal es el tránsito vehicular; pero también pueden presentarse otras formas de transportación trenes, aviones–, el ruido de actividades industriales, el ruido de obras civiles, el ruido de actividades recreativas, o el ruido de meteoros (lluvia, granizo), etc.

El ruido del tránsito depende de diversos factores: el número y composición de los vehículos; la velocidad y fluidez de la circulación; la traza, pendiente y tipo de pavimento de la arteria vehicular; la distancia al local afectado, las características del terreno y la presencia de barreras u obstáculos entre el edificio y la vía de tránsito.

- b) **Fuentes internas** – Son fuentes que en alguna medida podemos controlar.

Debe considerarse que toda actividad o funcionamiento de un equipo se manifestará, acústicamente, por una cierta cantidad de ruido emitido.

En particular, las instalaciones mecánicas pueden constituirse en una fuente molesta:

- Los ascensores y otros medios de transporte.
- El sistema de acondicionamiento del aire y/o ventilación.
- Las calderas y bombas impulsoras de fluidos.

También la presencia de mucho público circulando e interactuando en un espacio genera un ruido ambiente molesto y eventualmente perjudicial.

II) – Vía aérea y vía sólida – Los ruidos pueden emitirse al aire –ruido por vía aérea– o, en forma de impactos y vibraciones que accionan directamente en un elemento constructivo, transmitiéndose a otros hasta que se excita un panel o elemento que irradia ruido al aire –ruido por vía sólida–.

Las características de propagación y los procedimientos de control de estos dos tipos de ruido son diferentes; no obstante el distanciamiento entre fuente de ruido y receptor redundante, en ambos casos, en una reducción del ruido.

III) – Transmisión por vía directa y por vías indirectas – Se deben considerar todos los caminos que sirven para la transmisión del sonido y luego se debe actuar primariamente sobre aquellos que transmiten al receptor una fracción mayoritaria de energía sonora.

El ruido se transmite por la vía directa, que va rectamente de la fuente al receptor atravesando eventualmente el cerramiento que los separa; y por múltiples (y muy diversas) vías indirectas, tales como:

- el pleno sobre un cielorraso que pasa sobre la divisoria;
- un ducto que provee sucesivamente aire renovado a una serie de locales;
- un muro cortina o una serie de ventanas próximas pero de locales distintos.-

D – MAGNITUD DE LOS SONIDOS Y DEL AISLAMIENTO

I) – Nivel sonoro L – La intensidad de un sonido se cuantifica por su Nivel Sonoro L, que se mide en decibeles (dB), magnitud relativa y logarítmica. Los sonidos audibles tienen niveles sonoros comprendidos en una escala de 0 a 130 dB.

Comúnmente, para obtener una magnitud que se corresponde mejor con la sensibilidad del oído humano, se corrige (o pondera) el aporte de las distintas frecuencias que componen un sonido dado, según una curva llamada de ponderación "A", resultando el Nivel Sonoro Ponderado en decibeles "A" (L_A o L en dBA)

II) – Nivel sonoro equivalente L_{eq} – Cuando se presenta un sonido variable en el tiempo, el nivel equivalente L_{eq} da un valor representativo del fenómeno. L_{eq} es el nivel que tendría un sonido constante de igual contenido energético que aquel. Es usual utilizar el nivel equivalente en conjunto con la ponderación "A" ($L_{eq, A}$).

III) – Espectro en frecuencias – La secuencia de los niveles sonoros en una serie de bandas de frecuencia –sean bandas de octava o, para mayor precisión, de tercio de octava– compone el espectro, que brinda una descripción pormenorizada de un ruido.

IV) – Evaluación de sonidos – Para comparar y valorar globalmente distintos sonidos; y para fijar los requerimientos de orden acústico, se utilizará uno de estos 2 procedimientos:

- a) Comparar el espectro del ruido –gráfica de los niveles correspondientes a las distintas bandas de frecuencia– con una familia de curvas de referencia, designadas por un prefijo y un número. En esta memoria se utilizan las Curvas CRF (gráfico A2.1.1). Los requerimientos se fijarán estableciendo la Curva que no debe sobrepasarse, lo que dependerá del uso del local.

- b) Determinar el nivel global ponderado en decibeles "A" (L_A o L en dBA) y valorarlo por comparación con valores establecidos como deseables o admisibles. En el caso de ruidos variables se utiliza el nivel equivalente ($L_{eq, A}$).

V) – Aislamiento a ruidos aéreos de un cerramiento – Para medir y valorar el desempeño aislante de un cerramiento ante ruidos aéreos, se utilizará el Índice de Reducción Sonora R, expresado en dB.

El índice R de una partición varía considerablemente con la frecuencia del ruido. Por su incidencia práctica, el rango de frecuencias de importancia se encuentra entre 100 y 3200 Hertz.

Como indicador global del comportamiento aislante –especialmente adecuado para sonidos vocales– se emplea el valor R_W (ISO 717) o su análogo STC (ASTM E 413). La determinación de estos valores se realiza según los procedimientos establecidos en las normas ISO 140 o ASTM E 336 respectivamente.

Considerando la vía directa que pasa por la partición que separa dos locales, el aislamiento de los ruidos aéreos dependerá mayormente del Índice R de la partición, y, en menor medida, de la superficie del cerramiento y de las condiciones reverberantes del local receptor.

El cuadro A2.1.2.d informa sobre el valor de R_W en cerramientos usuales.

VI) – Aislamiento a ruidos de impacto de un entrepiso – Para medir y valorar el desempeño aislante de un entrepiso ante ruidos de impacto, se utilizará el Nivel de Ruido de Impacto L_i , expresado de dB.

El nivel L_i se mide en el local bajo el entrepiso, cuando sobre éste actúa una máquina estandarizada de impactos (ISO 140/6-7). Siendo que L_i varía considerablemente con la frecuencia, se mide en bandas de tercio de octava, en el rango delimitado por 100 y 3200 Hertz.

Como indicador global del aislamiento ante impactos se usará el valor $L_{i, w}$ (ISO-717).

El cuadro A2.1.2.e informa sobre el valor de $L_{i, w}$ en distintos entrepisos.

E – AISLAMIENTO DE RUIDOS AÉREOS

I) – Cerramiento simple y homogéneo – El aislamiento de los ruidos aéreos que brinda un cerramiento simple y homogéneo, depende primariamente de su masa por área unitaria (kg/m^2) y, en algunas frecuencias, de efectos perjudiciales asimilables a resonancias (fenómeno de coincidencia).

Ciertos cerramientos simples tienen un pobre desempeño aislante –expresado por un bajo valor de R_W – a causa de un descenso pronunciado del índice R en zonas centrales del rango 100 y 3200 Hz, debido al fenómeno de coincidencia. Tal el caso de mamposterías de cerámica hueca (ticholos) de 60 a 120 mm de espesor; de mampostería de ladrillo macizo a espejo; de mampostería de hormigón celular.

Los mampuestos con huecos grandes y comunicados pueden ser rellenados con arena limpia o un mortero pobre para incrementar su masa y mejorar el aislamiento.

II) – Cerramiento heterogéneo – El aislamiento de los ruidos aéreos que proporciona un cerramiento heterogéneo depende primariamente de su componente de peor desempeño aislante. En particular son determinantes de un pobre aislamiento:

- a) La presencia de huecos, perforaciones o hendiduras que atentan contra la estanqueidad de la divisoria, porque el sonido se filtra fácilmente por ellos.
- b) La presencia de puertas o ventanas cuyo R_W es, generalmente, mucho menor que el del muro.
- c) Las cajas y tableros embutidos que crean áreas de reducida masa en el muro.

Las fachadas con vanos vidriados constituyen un caso típico de cerramiento heterogéneo. Por ejemplo, si las ventanas ocupan un 10% del área, resultará que el aislamiento efectivo del conjunto será igual al valor del R_W de las ventanas + 10 dB, independientemente de cuán aislante sea el restante 90% de la fachada.

III) – Ventanas y Puertas – Los cerramientos móviles comunes tienen un bajo aislamiento en razón de su masa escasa y la presencia de hendiduras por las que se filtra el ruido. Para mejorar su desempeño se debe actuar sobre ambos factores.

Cuando se precisan ventanas con valores de R_W más altos, se aconseja emplear ventanas dobles (ver # A2.2.5).

En el caso de puertas, se obtiene mayor aislamiento si se emplean puertas macizas y homogéneas de buen espesor, en lugar de puertas huecas o de bastidor.

IV) – Esclusa acústica – Para un aislamiento importante, es preferible un diseño que genere un vestíbulo o antesala que funcione como esclusa acústica, organizando el acceso a través de 2 puertas sucesivas, no enfrentadas, separadas por un espacio insonorizado.

V) – Particiones Livianas – Para obtener un desempeño aislante sustantivo con particiones livianas (ver # A2.2.3) se debe recurrir a la conformación de cerramiento doble, consistente en 2 láminas separadas por una cámara, vinculadas por un esqueleto estructural interno. El valor R_W puede alcanzar un valor comparable al de cerramientos masivos tradicionales si:

- a) Las láminas son relativamente masivas.
- b) La amplitud de la cámara es considerable (generalmente mayor que 100 mm).
- c) La vinculación de las láminas a los montantes es resiliente, de modo de aminorar la transmisión por vía sólida; o, mejor aún, si los montantes que sostienen a una y otra lámina son independientes.
- d) Si la cámara se rellena de un material absorbente del sonido (con $CRR > 0,75$).

En general el índice de reducción de este tipo de particiones es pobre en los graves (100 a 200 Hz) pero va mejorando apreciablemente con el aumento de la frecuencia, hasta alcanzar valores altos para los sonidos agudos. Por tanto,

las particiones livianas pueden resultar ineficaces para contener ruidos que contengan sonidos graves intensos (por ej. máquinas o música amplificada).

VI) – Particiones parciales – Las particiones parciales –por ejemplo paneles que no llegan al cielorraso– son un caso particular de cerramiento heterogéneo en el que la abertura se comporta como un cerramiento de $R_w = 0$. La transmisión por la abertura anula prácticamente el aislamiento sonoro entre los espacios, salvo en la zona de sombra acústica inmediata al panel, que es muy limitada por la difracción de las ondas sonoras. La presencia de un cielorraso reflejante contribuye a la transmisión, por lo es aconsejable reducir el tamaño de la abertura sobre la partición y colocar un cielorraso absorbente.

VII) – Ventilación – Las aberturas de ventilación, las rejillas y vías de retorno no canalizadas constituyen vías de transmisión del sonido, que, dependiendo de su área, reducen el aislamiento a valores tendientes a cero.

Para conseguir una disminución sustantiva del ruido que transmiten se requiere canalizar estas ventilaciones por ductos y plenos insonorizados.

F – MATERIALES ABSORBENTES Y SU UTILIZACIÓN

I) – Empleo de revestimientos absorbentes – El revestimiento externo con materiales absorbentes del sonido no mejora el desempeño aislante de un cerramiento.

Distinto es el caso cuando se trata del relleno de la cámara de una partición doble.

La aplicación de un revestimiento absorbente se puede utilizar para disminuir el nivel del ruido ambiente en un espacio –insonorizarlo–; para atenuar ecos molestos; y para aumentar la velocidad de extinción del sonido –es decir reducir el tiempo de reverberación del local–.

La disminución del ruido ambiente que se obtiene por este procedimiento es relativa: por ejemplo, será preciso multiplicar por 10 la absorción sonora inicial en el local para obtener una reducción subjetiva del ruido a la mitad.

II) – Materiales fonoabsorbentes – La absorción sonora varía con la frecuencia.

Los materiales microporosos –fibras aglomeradas o afieltradas, textiles, espumas plásticas flexibles con poros intercomunicados– absorben crecientemente hacia los agudos alcanzando valores del 100%. Si su espesor es considerable o si se montan separadamente de un respaldo sólido, se consigue una absorción estimable de frecuencias medias y graves.

La capacidad de un material fonoabsorbente para disminuir el ruido ambiente se indica mediante un índice global –el Coeficiente de Reducción de Ruido CRR (en inglés NRC)– que se debe multiplicar por la superficie que se va a revestir.

Si es preciso absorber sonidos graves y medios es preferible recurrir a materiales que actúan por resonancia en esas frecuencias –paneles sean lisos, perforados o ranurados, montados con separación del respaldo sólido, conformando una cámara en la que se dispone un material poroso.

G – CONTROL DE LA TRANSMISIÓN POR VÍA SÓLIDA

I) – Transmisión por vía sólida – La transmisión de ruidos y vibraciones por vía sólida se combate con estos procedimientos:

- a) Desconectando la fuente vibrante de los elementos estructurales:
 1. fundación independiente
 2. interposición de soportes antivibrátiles
- b) Intercalando discontinuidades en las vías de transmisión –juntas de trabajo resilientes.
- c) Evitando que entren en vibración paneles livianos conectados a la estructura, que actuarán como superficies radiantes del ruido.

II) – Entrepisos de hormigón armado – En el caso de una losa masiva, que brinda un aislamiento suficiente de los ruidos aéreos, basta el recubrimiento con un pavimento resiliente como una moqueta, para amortiguar los impactos usuales: el ruido de pasos y el arrastre de muebles. Para este fin, los pavimentos poco resilientes o muy delgados son poco eficaces.

Convendrá emplear una losa flotante cuando se da alguna de estas condiciones:

—la utilización de una moqueta o similar para reducir el ruido de pasos es inconveniente o inaceptable;

—la masa de losa no determina un aislamiento suficiente de los ruidos aéreos.

La losa flotante correctamente ejecutada (ver # A2.2.6) aporta una mejora sustancial del aislamiento tanto de ruidos aéreos como de impacto. Dado que la capa resiliente se coloca debajo de la loseta, se puede emplear cualquier tipo de pavimento.

III) – Entrepisos de madera – Estos entrepisos normalmente transmiten en exceso los ruidos aéreos y los ruidos de impacto. Por otra parte, los pasos en el entrepiso resultan ruidosos para el mismo local donde se producen.

Para aumentar el aislamiento sonoro de los entrepisos de madera se puede:

- a) complementar el piso de tablas machihembradas con alguno de estos recursos:
 - un tablero duro de fibras de madera aglomeradas sea sobre una placa blanda o directamente sobre el piso.
 - un recubrimiento de moqueta, que reduce el contenido de altas frecuencias de los ruidos de pasos, tanto en el local fuente como en el receptor.
 - para una mejoría más sustancial, agregar un complejo de elementos que actúa como una losa flotante (ver # A2.2.7).
- b) incorporar un cielorraso hermético y relativamente pesado ($> 10 \text{ kg/m}^2$) separado por una cámara de unos 250 mm; montado en una estructura independiente del entrepiso o suspendida de éste mediante soportes resilientes (ver # A2.2.9).
- c) colocar en la cámara un manto absorbente de 50 mm de espesor.

H – CONTROL DE RUIDOS POR LAS INSTALACIONES

I) – Instalación eléctrica e iluminación – La instalación eléctrica produce ciertos ruidos y además, puede afectar desfavorablemente el aislamiento de los elementos constructivos a los que se vincula.

a) Ruidos propios: Algunos componentes de la instalación eléctrica y de iluminación producen ruidos: los transformadores, las impedancias, los disyuntores y relés, etc. Estos ruidos resultarán molestos en la vecindad de estos componentes y se requiere la adopción de medidas de control.

b) Reducción del aislamiento de otros elementos: Los pases de la instalación a través de los cerramientos introducen discontinuidades que pueden mermar grandemente su aislamiento. Se debe proceder al relleno total y al sellado del atravesamiento: con mortero en las particiones rígidas y masivas, y con un producto sellador elástico, que no endurezca, cuando se trata de particiones con láminas flexibles.

Las cajas, cuando se embutan en caras opuestas de una partición, deben distanciarse y no colocarse en contraposición. En las particiones de obra seca deben separarse no menos que 1 m.

Los equipos que vibren deben conectarse con cables flexibles.

Los artefactos lumínicos embutidos en los cielorrasos comprometen su aislamiento. Para salvaguardar el aislamiento de ruidos es preferible su montaje externo, de una suspensión flexible. Para embutirlos cuidando el aislamiento del cielorraso, se deberán colocar cajas herméticas en la cámara, por detrás del artefacto.

II) – Instalación sanitaria – La instalación sanitaria genera ruidos propios y además, puede afectar desfavorablemente el aislamiento de los elementos constructivos a los que se vincula.

a) Ruidos propios: Los ruidos de la instalación sanitaria se relacionan al flujo de líquidos y su interacción con los componentes de las conducciones. La generación de ruido se produce como resultado de: fenómenos de turbulencia, cavitación, descarga de aguas servidas y golpe de ariete.

En el diseño de la instalación deben adoptarse las siguientes previsiones:

- La presión de alimentación debe estar entre 230 y 370 kPa; pero para minimizar la generación de ruido se debe regular la presión al menor de estos valores: 230 kPa.

- Reducir al mínimo el número de transiciones (codos, tes, reducciones, etc.), ya que inducen turbulencia.

- Reducir la velocidad del flujo. La velocidad del agua en las conducciones no debe sobrepasar 2 m/s. Para minimizar el ruido, son preferibles las instalaciones que utilizan caños de no menos que ¾".

- Las columnas de alimentación y descarga no deben ser instaladas en paredes delimitantes de dormitorios, salas de estar, estudios u otros locales donde un ambiente silencioso y privado sea esencial.

- En el extremo de largos tramos de cañerías y cerca de válvulas de acción rápida deben instalarse supresores del golpe de ariete.

-
- b) Los ruidos y vibraciones de las conducciones, se amplifican e irradian a los locales por interacción con otros elementos constructivos. Para su control:
- Los elementos de la instalación y los pases de conducciones no deben afectar el comportamiento fonoaislante de la construcción. Se debe prever el complemento de los elementos constructivos comprometidos con placas fonoaislantes adicionales, interponer vínculos resilientes y suprimir las filtraciones del ruido, sellando cuidadosamente los pases con selladores que mantengan flexibilidad en el tiempo.
 - Aislar los conductos de aquellos elementos constructivos que pueden actuar transformando las vibraciones en sonidos audibles. Se debe ajustar el diseño o interponer soportes de material resiliente (neopreno o fibra de vidrio).
 - Dado que las conducciones de desagüe de materiales plásticos son más ruidosas que las de hierro fundido, cuando estas conducciones pasen por locales sensibles al ruido, se realizarán en hierro fundido aisladas de la estructura del edificio o se encamisarán con un forro aislante.
 - No es deseable que los depósitos de W.C. sean embutidos en paredes livianas que lindan con ambientes sensibles al ruido. Dado el caso, deberán ser aisladas cuidadosamente, interponiendo almohadillas resilientes en los apoyos, conducciones flexibles, etc.

III) – Instalación de acondicionamiento del aire – Los problemas de ruido que plantean las instalaciones de aire acondicionado varían según se trate de:

1. Sistemas centralizados en los que los ventiladores se ubican en una sala central, amplia, alejada de las áreas destinatarias que son servidas a través de ductos
2. Sistemas distribuidos compuestos por unidades manejadoras en cada piso, que contienen los elementos de acondicionamiento e impulsión del aire.
3. Sistemas autónomos exteriores consistentes en unidades completas de acondicionamiento del aire, que se instalan principalmente en el techo.

Mientras que los sistemas centralizados concentran la producción de ruidos en la sala de máquinas, y la red de ductos potencialmente sirve para transmitirlos –aunque al mismo tiempo permite atenuarlos en su propagación–; los sistemas distribuidos y autónomos externos pueden plantear problemas, de compleja solución, en los locales cercanos a las unidades del sistema.

a)– Sala de máquinas– Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Maximizar la distancia entre sala de máquinas y áreas sensibles al ruido.
- Puede ser necesario construir una losa flotante si existen áreas sensibles al ruido vecinas.
- Las paredes de la sala deben ser sólidas y masivas. Puede ser necesario construir paredes dobles si hubiera áreas sensibles al ruido cercanas.
- El conjunto de ventiladores debe ser montado en un macizo de inercia que se apoyará en soportes antivibrátiles.

- Deben intercalarse collares flexibles entre los ductos (tanto de descarga como de toma de aire) y el ventilador.
- Los pases (de conductos, caños, ductos, desagües) por paredes y pisos deben aislarse de la estructura del edificio, para prevenir la transmisión de vibraciones, y para evitar la filtración de ruidos por las fisuras y hendiduras alrededor de estos pases.
- En caso de que existan importantes áreas sensibles al ruido cercanas, la incorporación de materiales absorbentes del sonido en el interior de la sala de máquinas puede emplearse para disminuir el nivel de ruido aéreo en el local.

b) – Unidades exteriores de techo– Se tendrán en cuenta que:

- No se deben instalar estas unidades sobre áreas en las cuales el silencio es esencial.
- Se evitará su ubicación cerca del perímetro del edificio –muy especialmente si se tienen grandes vidriados- o en las inmediaciones de edificios vecinos.
- Conviene instalar la unidad en el área de mayor rigidez de la cubierta, preferiblemente sobre un pilar o en su cercanía, descargando en una de las vigas principales con la eventual adición de vigas suplementarias.
- En los apoyos se intercalarán soportes que aseguren un eficiente aislamiento de vibraciones. Las diversas conexiones de la unidad: eléctricas, conductos, ductos, no comprometerán esta aislación.

c) – Unidades manejadoras en sistemas distribuidos– (fancoil, VAV, FPT)

- Para disminuir el ruido, en los sistemas de volumen variable (VAV) se preferirá la regulación por variación de la velocidad de los ventiladores a la regulación por variación de la entrada de aire mediante rejillas estranguladoras.
- Las unidades de control, de mezclado y terminales en los sistemas VAV deben ser preferiblemente ubicadas en áreas tales como corredores y no donde se requiere silencio.
- La instalación de una unidad ruidosa del sistema en un área sensible al ruido, hace necesario el empleo de especiales medidas de aislación.

A2.1 DEFINICIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS ACÚSTICOS

A2.1.1 Ruido admisible en los locales

Nivel de ruido de fondo admisible en el local –Se aplicará al ruido causado por máquinas e instalaciones que emiten en forma continua, durante un tiempo considerable; y para la evaluación del ruido ambiente en general..

En la tabla A2.1.1 se fijan los valores máximos que se admitirán. Estos valores se refieren:

a) la familia de curvas CRF (ver # A2.0.D. IV y gráfico A2.1.1) que limita el ruido en cada banda de octava.

b) al nivel global ponderado del ruido (ver # A2.0.D.I).

En el caso de instalaciones de aire acondicionado se preferirá especificar el máximo ruido admisible por medio de las curvas CRF.

En general, para la evaluación de situaciones, el nivel global ponderado suministra, por un procedimiento sencillo y un instrumento simple –el sonómetro–, una indicación primaria de la aceptabilidad del ruido de fondo.

A2.1.2 AISLAMIENTO ENTRE LOCALES

a) – Aislamiento de ruidos aéreos entre locales adyacentes – Se establecerán límites a la transmisión de ruido aéreo a través del cerramiento separativo, sea éste vertical u horizontal.

Para fijar los aislamientos requeridos se utiliza el índice R_w (ver # A2.0.D.V). Alternativamente se podrá utilizar el índice STC

El cuadro A2.1.2.a establece el aislamiento que se requerirá en distintas situaciones, en función del uso de los locales separados por el cerramiento.

Siempre se alude al "aislamiento efectivo" que deberá brindar la partición. Si se utilizan determinaciones del índice R_w obtenidas en laboratorios acústicos reconocidos, como se trata de ensayos realizados en condiciones ideales, se les hará una deducción, que dependerá de la complejidad constructiva de la partición. En el caso de particiones simples construidas por vía húmeda, con caras revocadas, la deducción será de 1 a 3 dB; cuando se trate de particiones complejas, construidas por vía seca, la deducción será de 3 a 6 dB.

Cuando se verifique el cumplimiento de los requisitos por medio de mediciones en obra (según ISO 140-4), se tomarán las siguientes previsiones:

- a) Se forrarán las puertas y aberturas que no participan de la verificación, para que no afecten la medición.
- b) Se admitirá que la transmisión indirecta reduce el aislamiento medido in situ en los siguientes valores:

c)

si R_w	$< 45 \rightarrow$	merma = 0	
		si R_w	45 a 50 \rightarrow merma = 1 a 2
		si R_w	50 a 55 \rightarrow merma = 3 a 4

El cuadro A2.1.2.d informa sobre el valor de R_w en cerramientos usuales.

b) – Aislamiento de ruidos de impacto entre locales superpuestos – Se establecen límites a la transmisión de ruido de impacto a través del entrepiso separativo.

Para fijar los aislamientos requeridos, en el cuadro 1.2.b se señalan, según el uso de los locales, los valores máximos de $L_{i,w}$ que se aceptarán en el local inferior, cuando actúe la máquina normalizada de impactos sobre el entrepiso (ver # A2.0.D.VI).

El cuadro A2.1.2.e informa sobre el valor de $L_{i,w}$ en distintos entrepisos.

c) – Aislamiento de ruidos aéreos para privatizar oficinas – Se establecen límites a la transmisión de ruido aéreo a través de las particiones, para proveer un grado de privacidad acústica satisfactorio, considerando el ruido ambiente usual.

Para fijar los aislamientos requeridos se utiliza el índice R_w (ver #A2.0.D.V). Alternativamente se podrá utilizar el índice STC probado por un laboratorio reconocido, pero restándole 1 dB.

El cuadro A2.1.2.c establece el aislamiento mínimo que se requerirá en la partición entre oficinas, en función del tipo de oficinas y el grado de privacidad que se desea.

Se indica aislamiento efectivo que deberá brindar la partición. Cuando se trate de particiones heterogéneas, que contienen elementos tales como puertas, se deberá considerar el Índice R_w equivalente del conjunto.

Cuando se utilicen determinaciones del índice R_w obtenidas en laboratorios acústicos reconocidos, como se trata de ensayos en condiciones ideales, se les hará una deducción, que dependerá de la complejidad constructiva de la partición. En particiones simples construidas por vía húmeda, con caras revocadas, la deducción será de 1 a 3 dB; cuando se trate de particiones complejas, construidas por vía seca, la deducción será de 3 a 6 dB.

TABLA A2.1.1

**CRITERIOS DE RUIDO DE FONDO RECOMENDADO
EN FUNCIÓN DEL USO DEL ESPACIO**

USO DEL ESPACIO		ESPACIOS DESOCUPADOS; INSTALACIONES FUNCIONANDO	
		A preferir: Curvas CRF	Nivel global L _A (dbA)
Vivienda	Casas	25–35	33–43
	Apartamentos en edificios colectivos	30–35	38–43
	Habitaciones en hoteles y moteles	25–35	33–43
	Salas de reunión y banquetes en hoteles	30–35	38–43
Oficinas	Oficinas ejecutivas de alto nivel	25–30	33–38
	Oficinas privadas	25–35	33–43
	Salas de tele conferencia	20–25	28–33
	Oficinas en planta abierta	30–40	38–48
	Espacios para el público y circulaciones	40–45	48–53
	Salas de conferencia	25–35	33–43
	Juzgados y audiencias (sin amplificación)	25–35	33–43
Juzgados y audiencias (con amplificación)	30–40	38–48	
Hospitales y Clínicas	Salas privadas de internación	25–35	33–43
	Salas colectivas de internación	30–40	38–48
	Consultorios; Salas de operación	25–35	33–43
	Áreas de público; corredores	30–40	38–48
Laboratorios (con campana de humos)	Investigación y ensayo (uso mínimo de comunicación oral)	45–55	53–63
	Investigación (uso intenso de teléfono y conversación)	40–50	48–58
	Enseñanza de grupos	35–45	43–53
Templos	Espacios de reunión y oración	25–35	33–43
Enseñanza	Salones de clase (área menor que 70 m ²)	35–40	43–48
	Salones de clase (área mayor que 70 m ²)	30–35	38–43
	Anfiteatros (sin amplificación)	30–35	38–43
	Bibliotecas	30–40	38–48
	Gimnasios; Piscinas	40–50	48–58
	Auditorios grandes con voz amplificada	45–55	53–63

	Salas de teatro	15–25	23–33
Actividades Culturales y Artísticas	Salas de concierto (ver consultante)	10–15	18–23
	Enseñanza de música	15–25	23–33
	Práctica musical	25–35	33–43
	Estudios de radio y grabación (ver consultante)	10–20	18–28
	Estudios de televisión	20–25	28–33
Comedores	Restoranes	35–45	43–53
	Cafeterías	40–45	48–53

NOTAS: * El valor más alto es el máximo admisible, que puede aplicarse cuando un cierto sacrificio del confort sea aceptable para obtener una solución menos onerosa.

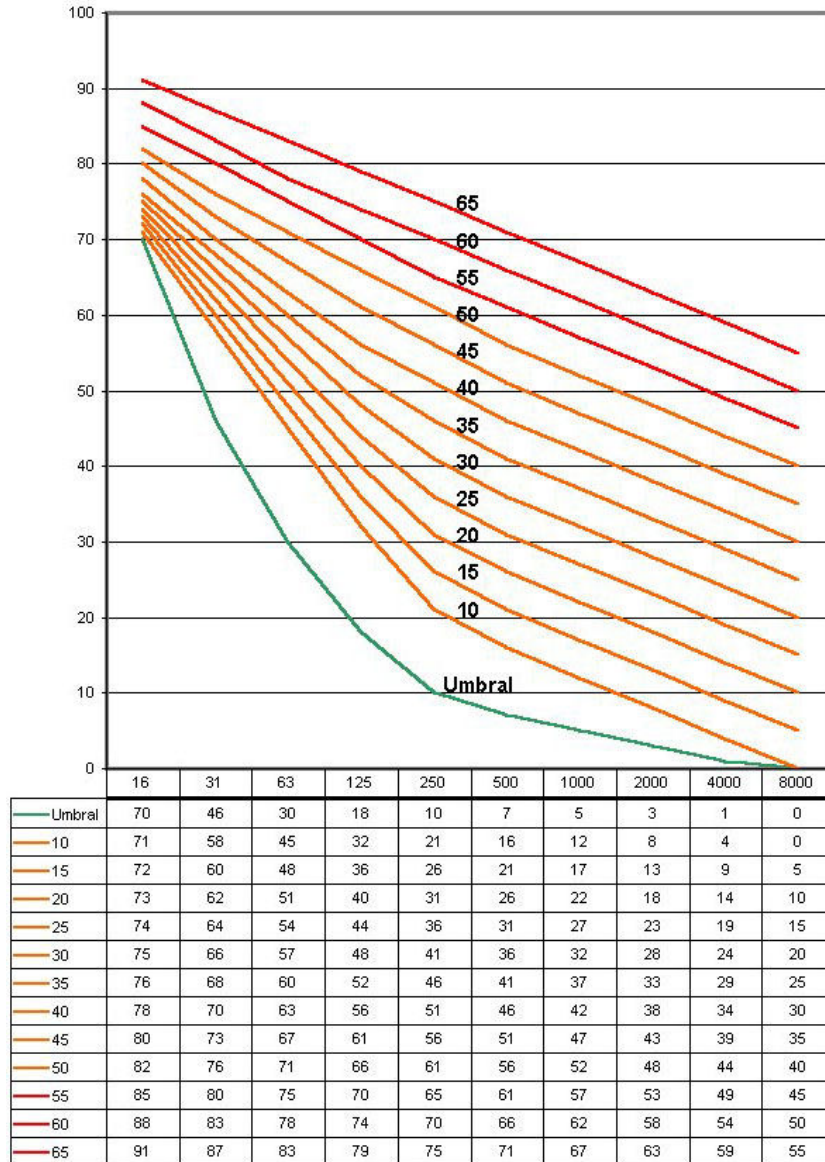
** En general, el rango de valores debe utilizarse de acuerdo al nivel general de confort que se persigue.

*** Con relación a los niveles sonoros prescritos por una curva CRF (gráfico A2.1.1) que se establezca como aceptable, se tolerará que el ruido tenga un espectro que, en una única banda de octava, exceda la curva en hasta 2 dB, siempre que tenga en las bandas adyacentes niveles inferiores a los requeridos, en no menos que 1 dB.

**** Cuando las curvas CRF se apliquen al ruido de equipos instalados sobre cielorrasos suspendidos, para prevenir vibraciones en ningún caso se deberán sobrepasar los siguientes niveles: en las octavas 16 y 31,5 Hz – 75 dB; y en la octava 63Hz–80 dB.

GRÁFICO A2. 1.1

CURVAS CRF



CUADRO A2.1.2.a**AISLAMIENTO DE RUIDOS AÉREOS EXIGIBLE EN PAREDES Y PISOS
EXPRESADO POR VALORES MÍNIMOS DE r_w**

TIPO DE EDIFICIO	PARTICIONES SEPARATIVAS DE LOS SIGUIENTES LOCALES:	MÍNIMO R_w (DB)
VIVIENDAS	ENTRE HABITACIONES PRINCIPALES DE DEPARTAMENTOS DISTINTOS, EN EL MISMO EDIFICIO	51
	ENTRE HABITACIONES PRINCIPALES DE DEPARTAMENTOS O CASAS, EN EDIFICIOS CONTIGUOS	52
	ENTRE HABITACIONES PRINCIPALES DE LA VIVIENDA Y ÁREAS DE USO COMÚN (EXCLUIDAS LAS PUERTAS)	48
	PARTICIONES INTERIORES ENTRE HABITACIONES PRINCIPALES DE LA VIVIENDA (EXCLUIDAS LAS PUERTAS)	32 – 37
	ENTRE HABITACIONES DE HOTEL, S/CATEGORÍA	45 – 48
OFICINAS ESTUDIOS CONSULTORIOS	ENTRE ESTOS LOCALES Y LOS EDIFICIOS CONTIGUOS	52
	ENTRE OFICINAS, ESTUDIOS O CONSULTORIOS INDEPENDIENTES, EN EL MISMO EDIFICIO	51
	PARTICIONES INTERIORES ENTRE OFICINAS Y CON ÁREAS DE PÚBLICO (SEGÚN LA PRIVACIDAD QUE SE REQUIERA)	VER# 2.3
EDUCACIONALES	ENTRE AULAS	45 – 48
	ENTRE AULAS Y SALAS DE MÚSICA O AUDITORIOS	52
	ENTRE AULAS Y ÁREAS DE USO COMÚN (EXCLUIDAS LAS PUERTAS)	40
	ENTRE AULAS DE MÚSICA Y LOCALES PRINCIPALES DE EDIFICIOS CONTIGUOS	56
SANATORIOS HOSPITALES	ENTRE HABITACIONES DE INTERNACIÓN INDIVIDUALES	45 – 48
	ENTRE HABITACIONES DE INTERNACIÓN INDIVIDUALES Y ÁREAS DE USO COMÚN (EXCLUIDAS LAS PUERTAS)	40
	ENTRE HABITACIONES DE INTERNACIÓN INDIVIDUALES Y LOCALES RUIDOSOS	52
	ENTRE HABITACIONES DE INTERNACIÓN COLECTIVAS Y ENTRE ÉSTAS Y ÁREAS DE USO COMÚN	35
	ENTRE CONSULTORIOS EN POLICLÍNICAS (SEGÚN PRIVACIDAD QUE SE REQUIERA)	40 – 48
CULTURALES	ENTRE SALAS DE AUDICIÓN Y/O ESPECTÁCULOS Y OTRAS ÁREAS	56

CUADRO A2.1.2.B

REQUERIMIENTO DE AISLAMIENTO DE RUIDOS DE IMPACTO EN ENTREPISOS, EXPRESADO POR EL NIVEL $L_{i,w}$ MÁXIMO ACEPTABLE*

Local donde se encuentra la Fuente de ruidos de impactos			Local receptor del ruido		
			Dormitorios	Estar, comedor, etc.	Cocina, baño, etc.
I	Dormitorios		55	55	50
II	Estar,comedor, locales de la familia		55	55	50
III	Cocina, baño, corredores, etc.		55	55	50
IV	Espacios de servicio, comunes a dos o más unidades de vivienda	Silenciosos en general: corredores, escaleras, depósitos	55	55	50
		Ruidosos en general: garajes, salas de máquinas, etc.	70	65	55

- Máximo aceptable cuando se mida con la máquina normalizada de impactos actuando.

CUADRO A2.1.2.C**REQUERIMIENTO DE AISLAMIENTO DE RUIDOS AEREOS**

SEGÚN GRADO DE PRIVACIDAD DESEADO EN OFICINAS, EXPRESADO POR EL R_w MÍNIMO DE LA PARTICIÓN SEPARATIVA *

Tipo de Local (a privatizar)		Grado de privacidad	Local adyacente (receptor)		
			A	B	C
A	Sala de Conferencias amplia	confidencial	55	55	50
		buena	50	45	45
		aceptable	45	40	40
B	Sala de Conferencias pequeña, Oficina Ejecutiva	confidencial	55	50	50
		buena	50	45	45
		aceptable	45	40	40
C	Oficina privada	confidencial	50	50	45
		buena	45	45	40
		aceptable	40	40	35
D	Oficinas de planta abierta	confidencial	50	50	45
		buena	45	45	40
		aceptable	40	40	35

- Se presume que el ruido de fondo en el receptor es el típico para estos locales.

CUADRO A2.1.2.D **AISLAMIENTO DE RUIDOS AÉREOS DE ALGUNOS CERRAMIENTOS
EXPRESADO POR VALORES DE r_w ***

* EL CUADRO PRESENTA LOS RESULTADOS TÍPICOS DEL ÍNDICE DE REDUCCIÓN SONORA R_w QUE SE OBTIENE EN LOS ENSAYOS EN LABORATORIO. EL AISLAMIENTO EFECTIVO QUE SE OBTENDRÁ, DEPENDE DE LA CALIDAD DE EJECUCIÓN, ESPECIALMENTE EN LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS MÁS COMPLEJOS.

descripción del cerramiento	ESPEJOR (MM)	Masa U. (KG/M ²)	R_w (DB)
MAMPOSTERÍA DE BLOQUES DE HORMIGÓN 100, PINTADO	100	145	44
MAMPOSTERÍA DE BLOQUES DE HORMIGÓN 150, PINTADO	150	190	45
MAMPOSTERÍA DE BLOQUES DE HORMIGÓN 200, CON ARENA, PINTADO	200	250	53
MAMPOSTERÍA DE ½ LADRILLO, AMBAS CARAS REVOCADAS	145	240	47
MAMPOSTERÍA DE LADRILLO ENTERO, AMBAS CARAS REVOCADAS	259	440	54
MAMPOSTERÍA DE TICHOLLO 120, AMBAS CARAS REVOCADAS	145	125	43
MAMPOSTERÍA DE LADRILLO REJILLÓN 170, AMBAS CARAS REVOCADAS	200	250	52
HORMIGÓN ARMADO MACIZO 100	100	260	49
HORMIGÓN ARMADO CON HUECOS 150	150	220	48
HORMIGÓN ARMADO MACIZO 150	150	365	55
HORMIGÓN ARMADO CON HUECOS 200 + ALFOMBRADO GRUESO	214	280	50
HORMIGÓN ARMADO 150 + LOSA FLOTANTE DE HORMIGÓN 45	200	460	62
PLACAS DE YESO 13 MM EN AMBOS LADOS DE MONTANTES DE CHAPA 70 MM, SEPARADOS 400 MM	95	21	34
ÍDEM, MONTANTES CADA 600 MM Y LANA DE VIDRIO EN LA CÁMARA	95	22	45
ÍDEM ANTERIOR, PERO 2 PLACAS DE YESO 13 MM EN CADA LADO	120	44	53
VENTANA CON VIDRIO SIMPLE 4 MM, ESTANQUEIDAD USUAL	4	10	25
VENTANA CON VIDRIO SIMPLE 6 MM, SELLADA	6	15	31
DOBLE VENTANA EN MARCOS INDEPENDIENTES, 3 + 150 + 6 MM	159	24	47

CUADRO A2.1.2.E**AISLAMIENTO DE RUIDOS DE IMPACTO EN ENTREPISOS****EXPRESADO POR VALORES DE LI,W**

DESCRIPCIÓN DEL CERRAMIENTO	ESPESOR (MM)	MASA U. (KG/M²)	R_w (DB)
MAMPOSTERÍA DE BLOQUES DE HORMIGÓN 100, PINTADO	100	145	44
MAMPOSTERÍA DE BLOQUES DE HORMIGÓN 150, PINTADO	150	190	45
MAMPOSTERÍA DE BLOQUES DE HORMIGÓN 200, CON ARENA, PINTADO	200	250	53
MAMPOSTERÍA DE ½ LADRILLO, AMBAS CARAS REVOCADAS	145	240	47
MAMPOSTERÍA DE LADRILLO ENTERO, AMBAS CARAS REVOCADAS	259	440	54
MAMPOSTERÍA DE TICHOLLO 120, AMBAS CARAS REVOCADAS	145	125	43
MAMPOSTERÍA DE LADRILLO REJILLÓN 170, AMBAS CARAS REVOCADAS	200	250	52
HORMIGÓN ARMADO MACIZO 100	100	260	49
HORMIGÓN ARMADO CON HUECOS 150	150	220	48
HORMIGÓN ARMADO MACIZO 150	150	365	55
HORMIGÓN ARMADO CON HUECOS 200 + ALFOMBRADO GRUESO	214	280	50
HORMIGÓN ARMADO 150 + LOSA FLOTANTE DE HORMIGÓN 45	200	460	62
PLACAS DE YESO 13 MM EN AMBOS LADOS DE MONTANTES DE CHAPA 70 MM, SEPARADOS 400 MM	95	21	34
ÍDEM, MONTANTES CADA 600 MM Y LANA DE VIDRIO EN LA CÁMARA	95	22	45
ÍDEM ANTERIOR, PERO 2 PLACAS DE YESO 13 MM EN CADA LADO	120	44	53
VENTANA CON VIDRIO SIMPLE 4 MM, ESTANQUEIDAD USUAL	4	10	25
VENTANA CON VIDRIO SIMPLE 6 MM, SELLADA	6	15	31
DOBLE VENTANA EN MARCOS INDEPENDIENTES, 3 + 150 + 6 MM	159	24	47

DESCRIPCIÓN DEL ENTREPISO	ESPESOR (MM)	L _{1,w} (DB)
LOSA DE HORMIGÓN ARMADO 100 A 150	100 A 150	85
ÍDEM, LOSA DE H.A CON PARQUET 13 MM PEGADO A CONTRAPISO	113 A 163	65
ÍDEM, LOSA DE H.A. + ALFOMBRA GRUESA SOBRE BASE DE DUNLOPILLO	116 A 166	30
LOSA H.A. CON BOVEDILLAS, CONTRAPISO Y PISO VINÍLICO	216	80
LOSA DE H.A. 150 + LOSA FLOTANTE 50 MM, PISO DURO	210	39
PISO DE TABLAS SOBRE VIGUETAS 200 CON CIELORRASO DE PLACAS DE YESO	230	73
ÍDEM ANTERIOR + ALFOMBRA SOBRE BAJOALFOMBRA DE DUNLOPILLO	250	45

A2.2 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS USADOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

A2.2.1 Particiones masivas simples

a) – **Referencias complementarias** – Las indicaciones de esta sección complementan las que se establecen en otros capítulos de la memoria. En particular la complementación se refiere a la sección 10 : "Cerramientos verticales por obra húmeda".

b) – **Ley de masa** – En los cerramientos masivos, la masa por área unitaria (kg/m^2) es determinante del aislamiento acústico, siempre que no se presenten filtraciones.

La presencia de huecos en los mampuestos –ticholos y bloques– disminuye el aislamiento por la reducción de masa unitaria correspondiente. El aislamiento se puede mejorar mediante el relleno de estos huecos con arena, seca o algo aglomerada.

En el cuadro A2.2.1.b, extraído de la norma DIN 4109, se listan valores del Índice R_w efectivo estimados en función de la masa unitaria de una partición simple. Esta información puede utilizarse cuando no se posean valores fehacientes, obtenidos por ensayos. Cuando se trate de materiales con porosidad interna, como el hormigón celular, cabe aumentar los valores del cuadro en 2 dB.

CUADRO A2.2.1.B

INDICE DE REDUCCIÓN SONORA DE UNA PARTICIÓN SIMPLE (estimativo, según DIN 4109)			
Masa unitaria (kg/m ²)	Índice R _w (dB)	Masa unitaria (kg/m ²)	Índice R _w (dB)
85	34	230	46
90	35	250	47
95	36	270	48
105	37	295	49
115	38	320	50
125	39	350	51
135	40	380	52
150	41	410	53
160	42	450	54
175	43	490	55
190	44	530	56
210	45	580	57

c) – **Sellado de la mampostería** – Es muy importante el sellado de los poros de los mampuestos, de las juntas entre ellos, y del perímetro de la partición. Se requiere el revestimiento de la partición, mínimamente en una de sus caras, con mortero, enduido o pintura. El revocado de ambas caras, con 2 capas de mortero, es la solución más segura.

A2.2.2— Particiones masivas dobles

a) – **Referencias complementarias** – Las indicaciones de esta sección complementan las que se establecen en otros capítulos de la memoria. En particular la complementación se refiere a la sección 10 : "Cerramientos verticales por obra húmeda".

b) – **Ley de masa y espesor de cámara** – Los cerramientos dobles pueden proporcionar mayor aislamiento acústico que una partición simple, a igualdad de masa total, siempre que las láminas puedan vibrar disociadamente. Este mayor aislamiento se manifiesta a medida que los sonidos son más agudos, siendo el aislamiento de los tonos graves igual o menor.

La eficacia de las particiones dobles requiere una adecuada correlación entre la masa unitaria de las láminas y la separación entre ellas. Cuando menor sea el

peso de las láminas, mayor deberá ser el espesor de la cámara. Por razones constructivas, usualmente el espesor mínimo de la cámara es de 50 mm.

La utilización de láminas con masa unitaria diferente mejora el aislamiento en algunas frecuencias críticas.

c) – Trabas entre las láminas – Las trabas entre las láminas que componen la partición doble pueden afectar notablemente el aislamiento. Dependiendo de la rigidez y el espaciado de la trabazón, el aislamiento puede quedar reducido al de una pared simple de masa total igual. En las cámaras estrechas, los sobrantes del mortero de toma y otros elementos extraños, también pueden actuar como puentes rígidos entre las láminas.

Cuando por razones constructivas se precisen elementos de traba, éstos deberán ser flexibles y se colocarán en razón de 1 por m² como máximo.

d) – Relleno de la cámara – Es conveniente el relleno de la cámara con un material poroso y flexible, cuya fonoabsorción exceda un CRR = 0,75 (ver #A2.0.F). Este material previene la caída de elementos extraños en la cámara y mejora adicionalmente el aislamiento.

Los mantos de fibra de vidrio afieltrada son un material adecuado a estos efectos. Es preferible un relleno total de la cámara, que un relleno parcial con fieltro de mayor densidad.

En su colocación, debe prevenirse que el relleno se deslice hacia la zona inferior.

e) – Sellado – Al igual que en las paredes simples (ver #A2.2.c), es muy importante el sellado de las caras externas de las láminas.

A2.2.3 – Particiones livianas en obra seca

a) – Referencias complementarias – Las indicaciones de esta sección complementan las que se establecen en otros capítulos de la memoria. En particular la complementación se refiere a la sección 11 : "Cerramientos verticales por obra seca".

b) – Diseño general– Los cerramientos dobles con láminas livianas pueden brindar un aislamiento sonoro muy eficiente si:

las láminas son bastante masivas pero flexibles, de modo que su frecuencia crítica se sitúe fuera del rango de mayor sensibilidad (p. e.: placas de yeso simples o múltiples de espesor ≤ 12,5 mm).

las juntas y hendiduras están selladas.

la separación de las láminas es grande.

las láminas se montan en estructuras independientes o se evita la transmisión por vía sólida de las vibraciones sonoras interponiendo elementos resilientes.

la cámara se rellena de un material poroso y flexible.

c) – Láminas – Para aumentar el aislamiento las láminas deben tener la mayor masa que sea compatible con la necesaria flexibilidad, para que la frecuencia crítica del panel no resulte perjudicial.

Un recurso para aumentar la masa sin desmedro de la flexibilidad, consiste en conformar las láminas con varias capas de un material, con juntas intercaladas. Estas capas no deben estar encoladas entre sí.

d) – Estanqueidad – Para reducir la entidad de las juntas conviene que las placas que se utilicen sean de gran dimensión.

El procedimiento de sellado que se utilice, tanto de las juntas entre placas como la del contorno, debe ser hermético y durable.

En el caso de particiones de yeso, las juntas entre placas se sellarán con productos especiales para este propósito, tapándolas primeramente con una cinta de papel, que luego se recubrirá con un compuesto que ya se suministra premezclado o en polvo para preparar en obra. Las juntas perimetrales se obturarán con un sellador que mantenga su resiliencia y no endurezca, tal como los basados en goma butílica.

Con análogos procedimientos se hermetizarán las juntas cuando las láminas sean de otros materiales.

e) – Estructura – La estructura básica consistirá en soleras –inferior y superior– y montantes, que pueden ser de perfilería de chapa doblada o madera.

Si se trata de obtener un aislamiento sonoro importante, es preciso que la estructura no sea puente de la transmisión de energía vibratoria de una lámina a la otra. Con eficacia diversa, se utilizan los siguientes tipos de estructura:

estructuras independientes para una y otra lámina: constituye la solución más eficaz. Se puede organizar con montantes enfrentados pero separados –el espesor de la pared será grande y también el aislamiento–; o con montantes intercalados que soportarán alternativamente una y otra lámina.

estructuras independientes pero trabadas: en particiones altas a menudo se utilizan trabas hechas con placa de yeso. A pesar de cierta flexibilidad en estas trabas, el aislamiento sonoro disminuye, a igualdad de los otros aspectos.

estructura única con adición de perfiles resilientes: se pueden alcanzar un aislamiento importante con una única estructura relativamente rígida de madera o metálica, montando una de las láminas en perfiles resilientes. Los perfiles resilientes –existen diversos diseños consistentes en perfiles de chapa doblada con perforaciones– atenúan la transmisión del sonido por vía sólida.

estructura única flexible: Los perfiles C de chapa N° 25, de 65 a 70 mm de altura, tienen una flexibilidad que determina, en comparación con escuadrías de madera, valores mayores de aislamiento. En este caso, para mejorar el comportamiento acústico, los montantes deben tener una separación de 600 mm.

f) – Relleno de la cámara – El material a utilizar debe ser poroso y flexible.

Los mantos de fibra de vidrio afieltrada son un material adecuado a estos efectos. En las cámaras no mayores que 100 mm, el relleno de la cámara debe ser total, siendo la densidad del fieltro secundaria.

En las cámaras más grandes, el relleno puede ser parcial, subdividido en 2 capas que se colocarán directamente detrás de las placas.

En la colocación de los mantos, debe prevenirse que se deslicen hacia el piso.

A2.2.4 – Ventanas simples

a) – Referencias complementarias – Las indicaciones de esta sección complementan las que se establecen en otros capítulos de la memoria. En particular la complementación se refiere a las secciones 12 "Aberturas" y 14 "Vidrios".

b) – Vidriado – En las ventanas simples y sin filtraciones de aire, el aislamiento en general aumenta con el incremento del espesor del vidrio por efecto de la mayor masa; aunque el incremento de rigidez resultante, determina que la zona

de "descenso por coincidencia" se manifieste hacia las frecuencias medias. El endurecimiento por "templado" no afecta el comportamiento aislante.

En el montaje de los panes de vidrio se debe cuidar el sellado, interponiendo un material de junta apropiado. Se obtienen mayores aislamientos cuando: se montan los vidrios con perfiles de neopreno (U, H) bien calzados.

se subdivide la abertura en paños pequeños con vidrios bien montados.

Los vidriados múltiples con cámaras estrechas, utilizados para reducir las pérdidas térmicas, no tienen mejor aislamiento sonoro que el que resulta de la suma de espesores de los vidrios componentes. Sólo con cámaras amplias, formando ventanas dobles, se obtienen mejoras sustanciales.

Los vidrios laminados, con interposición de una capa viscoelástica transparente dan mejores valores de aislamiento que los simples de igual espesor, porque no presentan el "descenso por coincidencia" de éstos.

c) – Marco, hojas y forma de apertura – La rigidez y el peso del marco y las hojas contribuyen al aislamiento acústico, reduciendo la transmisión del sonido a través del marco y disminuyendo las filtraciones por defectuoso contacto en las juntas. Asimismo la unión del marco al vano debe ser estanca.

En cuanto al aislamiento sonoro, la mejor solución es la ventana fija, bien sellada.

La necesidad de aperturas introduce juntas que deben hermetizarse cuidadosamente en la posición de cierre, condición que debe mantenerse en el tiempo.

- **Ventanas de madera** – Se deberá utilizar madera de muy buena calidad, bien estacionada y tratada, con el propósito de asegurar la estabilidad dimensional y prevenir movimientos que afecten la hermeticidad y, por ende, el aislamiento.

Las ventanas con batientes, siempre que tengan una sección suficiente y que las juntas se sellen con un burlete adecuado, dan mejores resultados que las corredizas.

El pintado ulterior que se realice por razones de mantenimiento, no debe afectar la estanqueidad de la abertura. Conviene que al mismo tiempo se cambien los burletes.

- **Ventanas de aluminio** – En este caso, se preferirá la perfilería más pesada para atenuar el pasaje de sonido por estos elementos.

Las aberturas corredizas con perfiles bien diseñados dan buenos resultados. Es importante el mantenimiento en buenas condiciones de las felpillas de cierre.

- **Ventanas de PVC y otros materiales plásticos** – La utilización de estos materiales en perfilerías bien diseñadas, permite alcanzar valores de aislamiento comparables con las ventanas fijas de iguales vidriados.

- **Ventanas de materiales ferrosos** – Valen los criterios precedentes. Una dificultad particular de estos materiales, cuando no son inoxidables, estriba en la necesidad del pintado por razones de conservación. El pintado ulterior no debe afectar la estanqueidad de la abertura. Conviene que al mismo tiempo se cambien los burletes.

d) – Estanqueidad – Para evitar la filtración de aire y sonido por las juntas se debe usar una gama de materiales adecuados para cada tipo de junta. Las condiciones de flexibilidad, resiliencia, adherencia de estos selladores se deben mantener en el decurso del tiempo.

Los burletes de neopreno o goma natural deben ser suficientemente flexibles (por composición de material y forma), de modo que tengan la capacidad de deformación que se requiere para acomodar diferencias de algunos milímetros en la dimensión de las juntas a sellar.

A2.2.5 – Ventanas dobles

a) – Referencias complementarias – Las indicaciones de esta sección complementan las que se establecen en otros capítulos de la memoria. En particular la complementación se refiere a las secciones 12 "Aberturas" y 13 "Vidrios".

b) – Vidriados y cámara – Para obtener un aislamiento sonoro sustancial, que justifique este tipo de ventana, se requiere una amplia cámara, de modo que la resonancia del sistema se sitúe en una frecuencia muy baja y el aislamiento de los sonidos graves que predominan en el ruido de tránsito, sea estimable.

Por tanto, conviene usar hojas montadas en marcos independientes (# A2.2.4.c).

Si el espacio de aire no tiene al menos 100 mm, la práctica muestra que un similar aislamiento contra el ruido de tránsito, puede ser obtenido por una ventana simple con un vidriado grueso. Se recomienda una separación de 150 mm o aún mayor. Para obtener un aislamiento dado, cuando mayor sea la separación, menor el espesor de los vidrios a utilizar.

El aislamiento mejora con el mayor espesor de los vidriados (# A2.2.4.b). Son beneficiosos los vidrios laminados, y es preferible que las hojas tengan diferentes espesores (por ejemplo: 3+4; 3+5; 4+6; 5+7; 5+8 mm).

El revestimiento perimetral de la cámara con un material fonoabsorbente proporciona un incremento marginal del aislamiento.

c) – Estanqueidad – En el caso de ventanas dobles es igualmente importante asegurar un sellado apropiado. Conviene que una de las hojas de la doble ventana sea fija; si ambas ventanas tienen partes móviles, se deben sellar muy bien (# A2.2.4.d).

A2.2.6 – Losa flotante de H.A.

El sistema tradicional, que se especifica a continuación, utiliza un manto resiliente para independizar la losa flotante.

Ciertos sistemas industrializados utilizan soportes resilientes especiales, con resaltes para sostener la armadura y un sistema interno a tornillo. En estos casos la losa flotante se construye directamente sobre el solado estructural, interponiendo un film estanco, y luego, operando el tornillo de los soportes, la

loseta se levanta hasta su posición final. En estos casos, se deben seguir las indicaciones del fabricante.

a) – Losa flotante de hormigón – El espesor empleado varía entre 50 y 100 mm. Se recomienda un espesor de 65 mm. El espesor deberá ser mayor si las cargas son importantes –por ejemplo, el caso de una sala de máquinas–.

Conviene un hormigón de dosificación en peso seco

1:1:3 (cemento Pórtland: arena: gravillín hasta 10 mm)

Para evitar que el material se filtre durante el llenado, formando puentes sólidos con la estructura circundante, sobre el material resiliente se debe disponer una capa impermeable continua, por ejemplo film de polietileno, con juntas bien solapadas.

Se colocará una armadura de repartición, consistente en una malla 150 x 150 - $\Phi 3$ mm directamente apoyada sobre el film, para protegerlo de daños durante el llenado.

Se debe realizar el curado, por lo menos durante la primera semana, cubriendo la losa con láminas de polietileno o cartón alquitranado.

Antes de colocar el pavimento final, se debe permitir el secado y endurecimiento gradual, que reduce el riesgo de grietas e incurvación.

No se deben levantar particiones sobre la losa flotante, salvo cerramientos muy livianos. Las losas deben estar autocontenidas en los locales.

b) – Capa resiliente – El material resiliente, a emplear debe:

- tener una capacidad portante acorde a la carga que soportará.
- tener una expectativa de vida suficiente.
- estar totalmente cubierto por el film de polietileno

Comúnmente se emplean fieltros de lana de vidrio o de mineral, fabricados para esta aplicación. Se utilizan espesores de 13 a 25 mm, con densidades de 36 a 100 kg/m³. Bajo compresión, el espesor del fieltro de 13 mm / 36 kg/m³ se reduce a 6 mm y el de 25 mm / 100 kg/m³ se reduce a 22 mm.

Alternativamente, se puede emplear espuma de poliestireno en placas preaplastadas, con densidades entre 15 - 25 kg/m³, espesor nominal no menor que 13 mm. El preaplastado se realiza mediante una compresión con rodillos de la placa a la mitad de su espesor inicial, de la cual debe recuperarse hasta al menos un 90%.

Otros materiales, como espumas de polietileno, o poliuretano están insuficientemente documentados.

La superficie de la losa estructural sobre la que apoyará debe estar limpia y sin irregularidades sustanciales. Si fuera necesario el pasaje de conductos que no pueden embutirse enteramente en la losa estructural, debe rellenarse con mortero los costados de las tuberías en forma de taludes, para evitar la concentración de cargas y rotura de la capa resiliente.

c) – Preservación de la discontinuidad – La losa flotante debe estar totalmente desolidarizada de la estructura circundante. Se debe evitar toda conexión rígida entre ambas, por ejemplo por los conductos de las instalaciones.

La capa resiliente debe levantarse en el perímetro de la losa flotante por encima del nivel de piso terminado. Puede utilizarse lateralmente el mismo material que se ha empleado para apoyar la losa flotante o filtros de menor densidad.

El zócalo se fijará a las paredes separándolo 5–10 mm del piso terminado. Para evitar la filtración de líquidos, posteriormente, en la junta se aplicará un material sellador que no endurezca.

A2.2.7 – Piso de madera flotante

a) – Referencias complementarias – Las indicaciones de esta sección complementan las que se establecen en otros capítulos de la memoria. En particular la complementación se refiere a:

b) – Plataforma flotante – Consiste en un piso de tablas clavadas a viguetas que descansan en un manto resiliente colocado sobre la losa estructural.

Las tablas serán machihembradas y tendrán un espesor nominal de 25 mm.

Se emplearán clavos que no sobrepasen el espesor total de tablas y viguetas.

Las viguetas no se fijarán de modo alguno a la losa estructural. Su sección será de 37–50 mm de profundidad por no menos que 50 mm de ancho. La separación entre ejes de viguetas no será mayor que 400 mm. Es ventajoso que la plataforma sea tan rígida y pesada como sea posible, usando viguetas más anchas que 50 mm y dispuestas más juntas.

c) – Capa resiliente – Ver lo establecido para "losa flotante de H.A". (ver # A2.2.6.c)

La superficie de la losa estructural debe estar limpia y bien nivelada.

d) – Preservación de la discontinuidad – Al igual que en la sección # A2.2.6.d especiales cuidados se deben dedicar a esta materia.

El pasaje de conducciones en la cámara, se efectuará entre las viguetas.

A2.2.8 – Cielorraso suspendido de placas fonoabsorbentes

a) – Referencias complementarias – Las indicaciones de esta sección complementan las que se establecen en otros capítulos de la memoria. En particular la complementación se refiere a la sección 20: "Cielorrasos".

b) – Sistema de suspensión – Las viguetas principales del sistema, los perfiles de la parrilla y los elementos de unión serán de acero galvanizado por electrogalvanizado en caliente. Los elementos vistos de la parrilla estarán revestidos por una capa de pintura poliéster horneada.

Los alambres de suspensión serán de acero recocido galvanizado, pretensado; con una capacidad portante 3 veces mayor que la carga; con una galga mínima del N° 12.

Las viguetas principales estarán suspendidas de los tensores a distancias de 1,20 m. La fijación de los tensores a la estructura principal será capaz de soportar una carga 5 veces mayor a la de trabajo.

Los sistemas de parrilla pueden ser (seleccionar el que corresponde):

- Tipo T expuesta, 38, 23 o 14 mm de ancho.

- Tipo T rehundida, 23 o 14 mm de ancho.
- Tipo T o Z oculta, 23 o 19 mm de ancho.

Además existen sistemas de suspensión en aluminio anodizado, para locales con alto índice de humedad relativa (más del 65%).

c) – Baldosas y bandejas fonoabsorbentes – La capacidad fonoabsorbente del cielorraso dependerá del coeficiente CRR (ver 0 F.II) y del área cubierta. Se considerará el valor del CRR que corresponda a las reales condiciones de montaje (usualmente los catálogos refieren a un montaje con cámara de 400 mm). Cuando se procura la mayor fonoabsorción, se requieren valores del CRR mayores de 0,70. Valores cercanos a 1,00 indican máxima eficacia.

Las baldosas o bandejas fonoabsorbentes (módulo básico de 600 x 600 mm –2' x 2'–) pueden ser (seleccionar la que corresponda):

- Baldosas de fibras minerales aglomeradas y moldeadas;
- Baldosas de fibras minerales afieltradas;
- Baldosas de fibras minerales afieltradas y adheridas a una película vinílica
- Bandejas perforadas de aluminio ante capa fonoabsorbente.

Se deberán especificar: a) Textura superficial; b) Composición del sustrato; c) Color; d) Tamaño; e) Perfil de bordes (en combinación con el sistema de suspensión);

f) CRR; g) Reflectancia lumínica (color blanco u otro); h) Estabilidad dimensional.

La limpieza de las baldosas es compleja. Puede procederse a la limpieza con una esponja ligeramente humedecida en una solución de un detergente neutro, evitando mojar excesivamente la baldosa (ver indicaciones del fabricante).

Las baldosas cubiertas por una lámina vinílica y las bandejas metálicas perforadas presentan menos dificultades en su limpieza

En el encuentro del cielorraso con los muros perimetrales se deben colocar perfiles en L que se correspondan visualmente con la parrilla de montaje.

A2.2.9 – Cielorraso suspendido de láminas de yeso

a) – Referencias complementarias – Las indicaciones de esta sección complementan las que se establecen en otros capítulos de la memoria. En particular la complementación se refiere a la sección 20: "Cielorrasos":

b) – Láminas de yeso – Se emplearán placas de 12,5 mm de espesor con bordes rehundidos, para posibilitar un tratamiento de la junta que no sobresalga.

Las placas se atornillarán a los perfiles de chapa de fijación, disponiendo las placas con su mayor dimensión perpendicular a la dirección de estos perfiles. Las juntas entre placas se localizarán en el centro de alguno de estos perfiles. Se utilizarán tornillos autoroscantes de 25 mm, separados 0,30 m y en los extremos la separación del borde será de no menos que 10 mm ni más que 13 mm.

En las juntas se colocará una cinta de papel reforzado de 50 mm de ancho adherida y posteriormente recubierta con un compuesto especialmente formulado.

d) – Estructura – Se pueden utilizar 2 tipos de estructura:

- Una serie de perfiles C de chapa galvanizada de 70 mm de altura, espaciados 1,20 m entre ejes; suspendidos con elementos del mismo perfil, cada 1,20 m. Perpendicularmente, por debajo, se sujetarán perfiles **v** del tipo resiliente para reducir la transmisión por vía sólida (ver 0.G), a los que se fijarán las láminas de yeso. Estos perfiles, separados no más que 0,60 m entre centros, se sujetarán mediante ataduras dobles con alambre galvanizado N° 16; o con piezas (clips) especiales,.
- Una serie de perfiles C portadores de chapa galvanizada de 50 a 70 mm de altura, espaciados 1,20 m entre ejes; suspendidos -cada 1,20 m- con tensores de alambre recocido galvanizado N° 8. En cada tensor se intercalará un soporte elástico, apropiado a la carga y función. Perpendicularmente, por debajo, se fijarán perfiles de sujeción de 50 mm de altura, separados 0,40 m entre centros, a los que se fijarán las láminas de yeso. Estos perfiles, se sujetarán mediante ataduras dobles con alambre galvanizado N° 16; o con piezas (clips) especiales.

En todo caso, el encuentro con los muros en el perímetro del cielorraso se resolverá separando los perfiles de sujeción por lo menos 10 mm de los muros perimetrales y de cualquier elemento constructivo unido sólidamente a la estructura; colocando y recortando las placas para que sus bordes queden entre 5 y 10 mm separados de cualquier contacto sólido; y rellenando enteramente el espacio de la junta con un sellador de alta adhesividad y que no endurezca, por ejemplo formulado con goma butílica.

d) – Material fonoabsorbente en la cámara – Para incrementar el aislamiento se colocará en el interior de la cámara, directamente apoyado sobre las placas, un manto de fibras de vidrio afieltradas. Un relleno apropiado es: manto de fibra de vidrio de 50 mm de espesor y 14 kg/m³ de densidad.

-O-O-O-

