

CONSIDERACIONES SOBRE EL CONTROL DE RUIDO EN VIVIENDAS.

El siguiente documento es creado por la División de Vibraciones y Acústica del Centro Nacional de Metrología de México, en Septiembre de 2017, con el propósito de brindar referencias de carácter acústico para la construcción o adecuación de la vivienda en México limitando los efectos producidos por niveles de sonido provenientes de actividades domésticas comunes y de algunos ruidos exteriores.



Tenga en cuenta que los ejemplos y diseños utilizados en este documento han sido probados en otros países resultando en conformidad con sus leyes domésticas de construcción sin embargo, existen situaciones particulares que este documento no trata y cuyos diseños puedan no ser apropiados para efectos de control de ruido. Existen otras formas de lograr dicho efecto, ergo no existe ninguna obligación para adoptar un diseño en particular de este documento, en cualquier caso debe demostrar que el diseño que ha elegido cumple con los requerimientos relevantes para limitar la transmisión de ruido en ambas direcciones. Finalmente, los diseños mostrados en este documento son ilustrativos y no requieren ser escalados, carecen de todos los datos necesarios para ser utilizados como detalles de construcción.

A través del control de ruido aseguramos la salud, el bienestar y la convivencia de las personas en la vivienda. La OMS ha establecido que la exposición al ruido contribuye de forma directa a una serie de problemas de la salud entre los cuales están la alteración de ciclos de sueño, enfermedades cardiovasculares y pérdida auditiva entre muchas otras (1). Es común haber experimentado en más de una ocasión algunos de estos problemas al interior de la vivienda, producto de ruido exterior o interior. En México, el ruido es la 3ra causa de quejas en la CDMX. A pesar del alto nivel de denuncias no existe una norma que castigue a aquellos que exceden los niveles de emisión sonora, tampoco existen lineamientos para la construcción de inmuebles desde la perspectiva acústica (2).

Todo sonido que impida la convivencia y afecte la privacidad de los ocupantes de un inmueble puede ser considerado ruido, esto incluye algunos sonidos producto de situaciones ambientales como la lluvia o los truenos, música a excesivo volumen, etcétera. Todo sonido considerado ruido en este documento debe estar relacionado con un propósito doméstico o natural, es decir, niveles de sonido emitidos en situaciones cotidianas o naturales. El consejo de un experto en el campo es necesario para establecer si se requiere seguir un estándar de aislamiento acústico mayor a los mostrados en este documento, en base al ruido percibido.

CONTENIDO

| | |
|--|----|
| Reducción de la transmisión del sonido..... | 3 |
| Tipos de transmisión sonora comunes en una vivienda..... | 4 |
| Muros..... | 7 |
| Pared tipo 1. Mampostería sólida..... | 7 |
| Pared tipo 1.1 | 8 |
| Pared tipo 1.2 | 8 |
| Pared tipo 1.3 | 9 |
| Pared tipo 2. Mampostería hueca..... | 9 |
| Pared tipo 2.1 | 10 |
| Pared tipo 2.2 | 11 |
| Pared tipo 3. Mampostería sólida entre paneles independientes..... | 11 |
| Pared tipo 3.1 | 13 |
| Pared tipo 3.2 | 13 |
| Pared tipo 3.3..... | 14 |
| Pared tipo 4. Enmarcada, con material absorbente..... | 14 |
| Pisos..... | 16 |
| Tipos de pisos..... | 16 |
| Tratamientos acústicos para techos..... | 17 |
| Tratamiento A..... | 17 |
| Tratamiento B | 18 |
| Tratamiento C..... | 18 |
| Piso tipo 1..... | 19 |
| Piso tipo 1.1C | 19 |
| Piso tipo 1.2B..... | 20 |
| Piso tipo 2..... | 20 |
| Pisos flotantes..... | 21 |
| Piso tipo 2.1C | 23 |
| Piso tipo 2.2B..... | 24 |
| Piso tipo 3..... | 24 |
| Piso tipo 3.1A | 25 |
| Bibliografía | 26 |

REDUCCIÓN DE LA TRANSMISIÓN DEL SONIDO.

Reducir la transmisión de ruido proveniente de edificios colindantes puede ser logrado a través de diferentes mecanismos los cuales involucran masa, aislamiento, absorción, resistencia y rigidez. Generalmente paredes, techos y pisos que contengan una combinación de estos mecanismos proveen mejor aislamiento acústico.

La masa y la rigidez reducen significativamente la transmisión de frecuencias graves mientras que la absorción y la resistencia reducen predominantemente la transmisión de frecuencias medias y agudas. El aislamiento tiene mayor influencia sobre todas las frecuencias del sonido, sin embargo es claramente afectado por conexiones estructurales.

En el caso de construcciones o viviendas históricas es probable que no sean prácticos los estándares de aislamiento expuestos en este documento. Se debe destacar la necesidad de conservar las características específicas que dichas edificaciones requieren, y en tal caso, el objetivo deberá ser mejorar el aislamiento sonoro en lo posible siempre y cuando el trabajo no comprometa el carácter histórico del edificio o incremente el riesgo de deterioro a largo plazo.

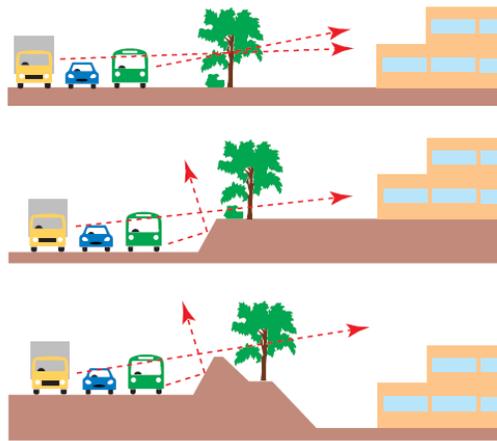


Figura 1. Es posible controlar la cantidad de ruido incidente en la vivienda mediante el uso de barreras acústicas naturales (3).

Tenga en cuenta que los problemas de ruido en viviendas pueden ser abordados desde diferentes perspectivas y haciendo uso de todos los recursos disponibles. La comprensión de las características acústicas del ruido y la creatividad son las herramientas más importantes con las que dispone, en cualquier caso recuerde que todo resultado deberá ser puesto a prueba mediante mediciones.

TIPOS DE TRASMISIÓN SONORA COMUNES EN UNA VIVIENDA.

El ruido puede viajar de forma aérea o puede ser producido por impacto. La energía puede ser transmitida de forma directa e indirecta como lo muestra la Figura 2.

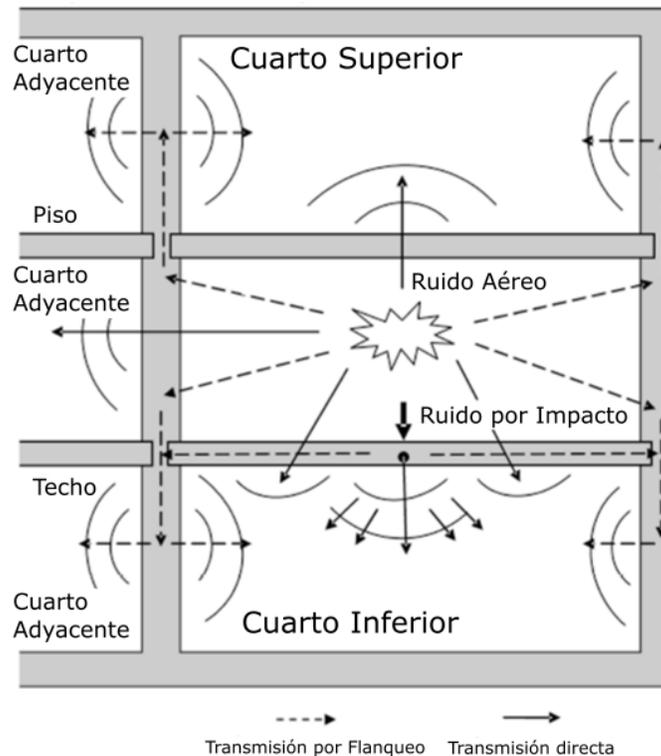


Figura 2. Principales trayectorias de la transmisión de sonido (4).

El ruido aéreo es producto de la energía transmitida entre cuartos o edificios, la transmisión sonora de este ruido disminuye a medida que la frecuencia del sonido incidente aumenta.

El aislamiento de ruido aéreo debe ser utilizado en todo lugar donde existan paredes que separen áreas con diferente ocupación como por ejemplo entre viviendas, entre una vivienda y un edificio no doméstico, entre una vivienda y otras partes del mismo edificio como podrían ser escaleras, corredores o garajes entre otros.

El ruido por impacto comúnmente es producto de un golpe o una fuente vibratoria en contacto directo con un elemento del edificio, como podría ser el suelo o una pared.

El aislamiento de ruido por impacto debe ser utilizado en todo lugar donde existan pisos que separen áreas con diferente ocupación como por ejemplo entre viviendas, entre un edificio no doméstico y cuartos que se utilizarán para dormir, entre la vivienda y otras partes del edificio situadas arriba del cuarto.

La transmisión indirecta, flanqueo, ocurre cuando existe una trayectoria indirecta para que el sonido viaje por elementos adyacentes a paredes y pisos como podrían ser vigas de madera, estructuras de metal, tuberías, entre otros.

En la “Guía de regulaciones para la construcción del Norte de Irlanda” (4), en la sección 1, podemos encontrar el vocabulario internacionalmente aceptado en el área de acústica. Si requiere mayor información respecto a algún término o concepto acústico referente a la construcción y el control de ruido, ese es un buen lugar para empezar.

Finalmente, los materiales utilizados en el control de ruido de viviendas y cuartos dentro de la vivienda deberán demostrar que cumplen los estándares de transmisión de ruido mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 1. Datos obtenidos a partir de las normas BS EN ISO 140-4, BS EN ISO 140-7, BS EN ISO 717-1, BS EN ISO 717-2 y BS EN 20354.

| Table 1a Dwellings - performance standards for separating walls, separating floors, and stairs that have a separating function | | |
|---|---|---|
| | Airborne sound insulation $D_{nT,w} + C_{tr}$ dB (minimum values) | Impact sound insulation $L'_{nT,w}$ dB (maximum values) |
| New dwellings | | |
| Walls | 45 | — |
| Floors and stairs | 45 | 62 |
| Dwellings formed by material change of use | | |
| Walls | 43 | — |
| Floors and stairs | 43 | 64 |

| Table 1b Rooms for residential purposes - performance standards for separating walls, separating floors, and stairs that have a separating function | | |
|--|---|---|
| | Airborne sound insulation $D_{nT,w} + C_{tr}$ dB (minimum values) | Impact sound insulation $L'_{nT,w}$ dB (maximum values) |
| New rooms for residential purposes | | |
| Walls | 43 | — |
| Floors and stairs | 45 | 62 |
| Rooms for residential purposes formed by material change of use | | |
| Walls | 43 | — |
| Floors and stairs | 43 | 64 |

Antes de seguir adelante tome el tiempo necesario para analizar el ruido incidente. Anticiparse a los problemas que se puedan suscitar puede evitar la pérdida de tiempo y recursos financieros durante la construcción del inmueble; por otro lado, si espera optimizar un inmueble ya construido, el análisis de las características del ruido le podrá ayudar a seleccionar una forma de abordar el problema. En este último caso se recomienda asesorarse con la constructora, arquitecto o persona relacionada a la

construcción original del inmueble para obtener información sobre los materiales utilizados y la localización de líneas de luz, agua, gas y otros servicios.

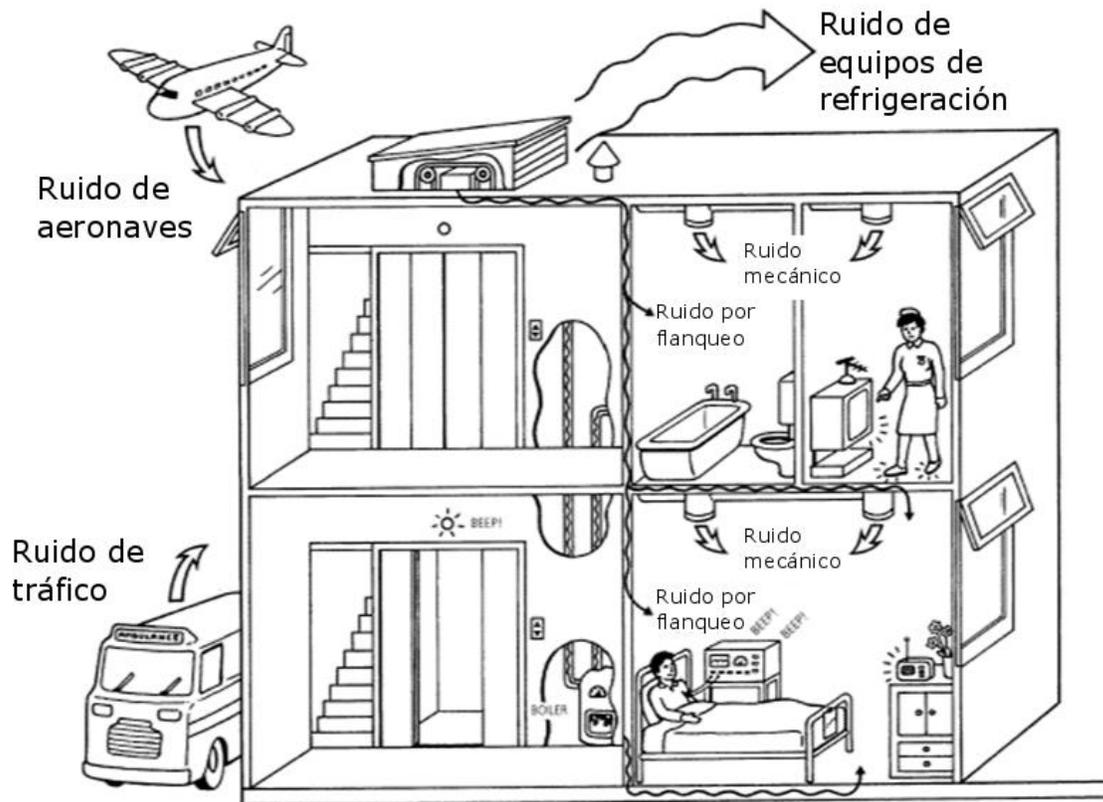


Figura 3. Fuentes de ruido internas y externas que afectan a la vivienda (5).

A continuación vamos a trabajar con elementos de construcción como muros y techos, se abordará de forma general la forma en que deben de estar contruidos así como las diversas materialidades que los conforman.

MUROS.

En este apartado se tratan 4 tipos diferentes de muros los cuales, si son construidos correctamente, deberían tener las características acústicas necesarias mostradas en la Tabla 1. Es claro que existen otras formas de construcción de muros, otros materiales o productos que podrían ayudar a alcanzar las características acústicas, de ser el caso es altamente recomendable tener contacto directo con los fabricantes o distribuidores de dichos productos con la finalidad de verificar que las características acústicas permitirán alcanzar el estándar de aislamiento acústico sugerido anteriormente.

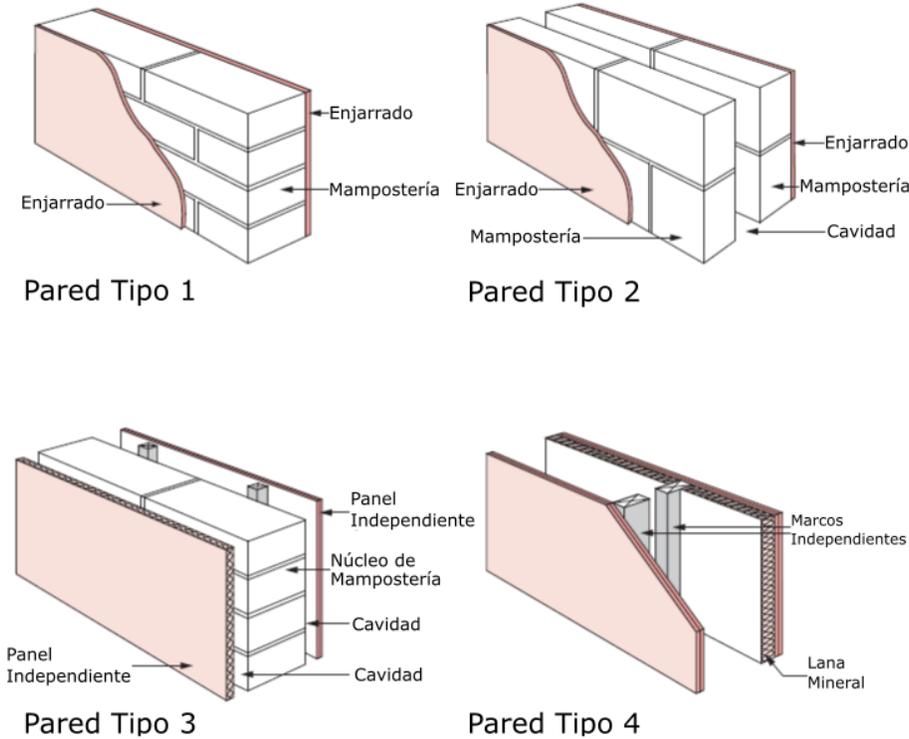


Figura 4. Tipos de muros con características acústicas diferentes (4).

Pared tipo 1. Mampostería sólida.

La resistencia al ruido aéreo depende principalmente de la masa por unidad de área del muro. Para este tipo de paredes tenga en cuenta los siguientes puntos:

Prácticas buenas.

- ✓ *Rellene todas las juntas o empalmes con cemento*
- ✓ *Utilice elementos sólidos como ladrillos o sillares para lograr la masa por unidad de área requerida.*
- ✓ *Evite dejar bolsas de aire al construir la pared.*
- ✓ *Alterne la posición de los contactos eléctricos o apagadores, evite crear perforaciones que vayan de un lado al otro del muro.*
- ✓ *Selle bien los interruptores o tomas de corriente para evitar en medida de lo posible el flujo de aire a través de la instalación.*

Prácticas malas:

- ✗ *No intente convertir una pared de mampostería hueca en una pared de mampostería sólida vertiendo cemento u otro material en la cavidad.*
- ✗ *En medida de lo posible evite utilizar chalupas muy profundas y no las posicione de espaldas entre sí, a la misma altura en el muro.*

PARED TIPO 1.1

Compuesta por bloques de hormigón denso y enjarrado de yeso en ambas caras del muro.

La cantidad de masa por unidad de área puede lograrse utilizando bloques de 215 mm con una densidad de 1840 kg/m^3 . Ambas caras del muro deberán estar enjarradas con una capa de 13 mm de yeso, asegurando un mínimo de masa por área equivalente a 10 kg/m^2 .

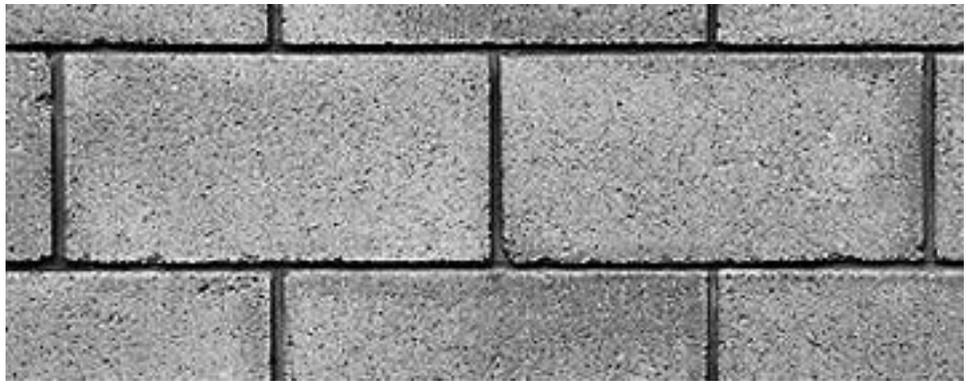
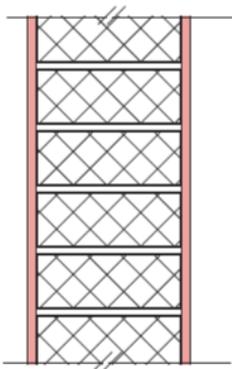


Figura 5. Pared tipo 1.1.

PARED TIPO 1.2

Pared de concreto denso, hecho en el sitio, enjarrado en ambas caras. La pared debe tener un mínimo de masa por área, incluyendo el enjarrado, de 415 kg/m^2 . Para lograr estos resultados se recomienda un ancho de muro de 190 mm, utilizar concreto cuya densidad sea de 2200 kg/m^3 y ambas caras del muro deberán estar enjarradas con una capa de 13 mm de yeso, asegurando un mínimo de masa por área equivalente a 10 kg/m^2 .

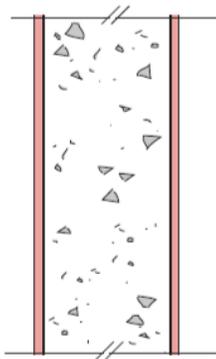


Figura 6. Pared tipo 1.2.

PARED TIPO 1.3

Pared conformada por ladrillos y enjarrado de yeso. La pared deberá tener un mínimo de masa por superficie de área de 375 kg/m^2 . Ambas caras del muro deberán estar enjarradas con una capa de 13 mm de yeso, asegurando un mínimo de masa por área equivalente a 10 kg/m^2 . Se deben utilizar ladrillos de 215 mm cuya densidad sea de 1610 kg/m^3 .

Tenga en cuenta que existen diferentes formas de paredes hechas con ladrillo, asegure alcanzar la densidad requerida anteriormente mencionada utilizando cualquier método de construcción.



Figura 7. Pared tipo 1.3.

Pared tipo 2. Mampostería hueca.

La resistencia al ruido aéreo depende principalmente de la masa por unidad de área de cada columna y del nivel de aislamiento acústico obtenido. El aislamiento es gravemente afectado por conexiones físicas, Figura 8, entre las hojas y por el volumen de aire entre ellas.

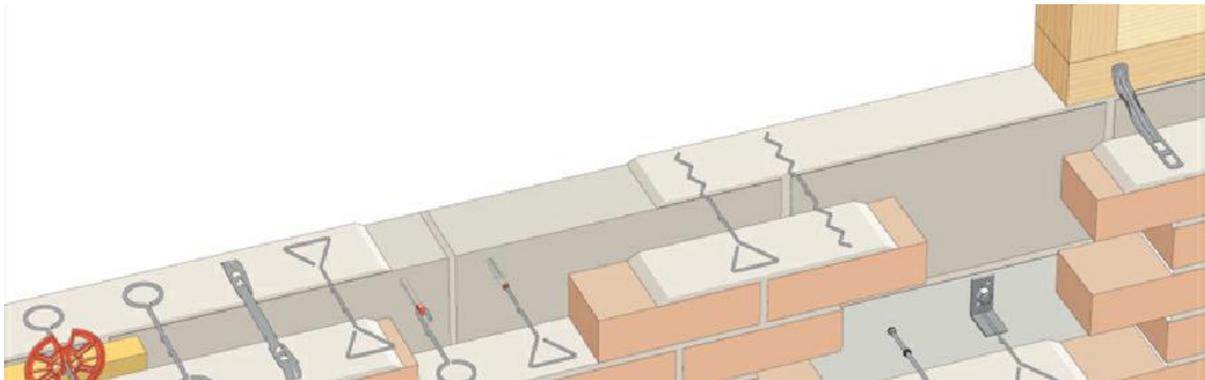


Figura 8. Tipos de conexiones en muros de mampostería hueca, también conocidos por su nombre en inglés "wall ties".

El flujo de aire dentro de la cavidad promueve la pérdida de calor de forma considerable en el cuarto. Para contrarrestar este fenómeno se suelen utilizar productos para rellenar o sellar la cavidad. Estos productos, instalados correctamente no entran en conflicto con los requerimientos acústicos aquí mencionados.

Existen 2 tipos de paredes de mampostería hueca, para todos ellos deberá atender las siguientes recomendaciones:

Prácticas buenas.

- ✓ *Rellene todas las juntas o empalmes con cemento*
- ✓ *Mantenga la separación de las hojas incluso debajo del nivel de piso.*
- ✓ *Puede rellenar la cavidad con lana mineral. En las juntas donde una pared externa de mampostería hueca y una pared o muro separador se conectan es obligatorio el uso de un material para tapar la cavidad (más adelante se ejemplifica esto).*
- ✓ *Alterne la posición de los contactos eléctricos o apagadores, evite crear perforaciones que vayan de un lado al otro del muro.*
- ✓ *Selle bien los interruptores o tomas de corriente para evitar en medida de lo posible el flujo de aire a través de la instalación.*

Prácticas malas:

- ✗ *No intente convertir una pared de mampostería hueca en una pared de mampostería sólida vertiendo cemento u otro material en la cavidad.*
- ✗ *No construya paredes de mampostería hueca con losas de hormigón continuas.*
- ✗ *No conecte mecánicamente ambas hojas a un mismo elemento, o evítelo en medida de lo posible.*
- ✗ *Evite utilizar chalupas muy profundas y no las posicione de espaldas entre sí, a la misma altura en el muro.*

Finalmente, la separación entre hojas que conforma a la cavidad debe ser considerada como la mínima recomendada. Tenga en cuenta que los bloques aquí mostrados son sólidos, si utiliza bloques con huecos deberá consultar a su proveedor por las características de transmisión de ruido y densidad de dicho producto.

PARED TIPO 2.1

Compuesta por dos hojas de bloques de concreto denso con una cavidad mínima de 50 mm. La masa mínima por unidad de área es de 415 kg/m². Este muro puede ser logrado si se utilizan hojas compuestas por bloques de 100 mm cuya densidad sea 1990 kg/m³. Ambas hojas deberán ser enjarradas con una capa de 13 mm de yeso, asegurando un mínimo de masa por área equivalente a 10 kg/m²



Figura 9. Pared tipo 2.1.

PARED TIPO 2.2

Está integrada por dos hojas de bloques ligeros de concreto, la cavidad de aire entre las hojas debe ser de 75mm. La masa mínima por unidad de área es de 300 kg/m². Los bloques que integran ambas hojas deberán de ser de 100 mm y su densidad de 1990 kg/m³. Ambas hojas deberán ser enjarradas con una capa de 13 mm de yeso, asegurando un mínimo de masa por área equivalente a 10 kg/m².



Figura 10. Pared tipo 2.2.

Pared tipo 3. Mampostería sólida entre paneles independientes.

La resistencia al ruido aéreo de este tipo de muro depende del tipo y masa por unidad de área del núcleo sólido, así como del tipo y masa por unidad de área de los paneles independientes. Este tipo de construcción tiene una resistencia grande a la transmisión tanto de ruido aéreo como de ruido de impacto sobre la pared.

Existen 3 tipos de paredes con estas características, para todos ellos es importante tener en cuenta las siguientes observaciones:

Prácticas buenas.

- ✓ *Rellene todas las juntas o empalmes con cemento*
- ✓ *Mantenga la separación de las hojas incluso debajo del nivel de piso.*
- ✓ *Sólo fije los paneles independientes al techo y el piso.*
- ✓ *Selle con cinta y resanador todas las uniones entre paneles.*
- ✓ *Selle bien los interruptores o tomas de corriente para evitar en medida de lo posible el flujo de aire a través de la instalación.*

Prácticas malas:

- ✗ *No conecte mecánicamente los paneles a la pared de mampostería.*

En caso de requerir utilizar conexiones entre los paneles y las paredes, utilice conexiones tipo A (“Wall ties type A”). Es importante lograr un desacople mecánico entre el núcleo y los paneles exteriores. Las cavidades mencionadas en este apartado son los valores mínimos a considerar.

Cada panel independiente deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- Masa por unidad de área mínima: 20 kg/m².
- Los paneles están conformados por cualquiera de las siguientes configuraciones. Al menos 2 placas de yeso alternadas o escalonadas cuyas uniones deberán ser resanadas, o, un panel compuesto por dos hojas de yeso separadas por un núcleo “celular”.

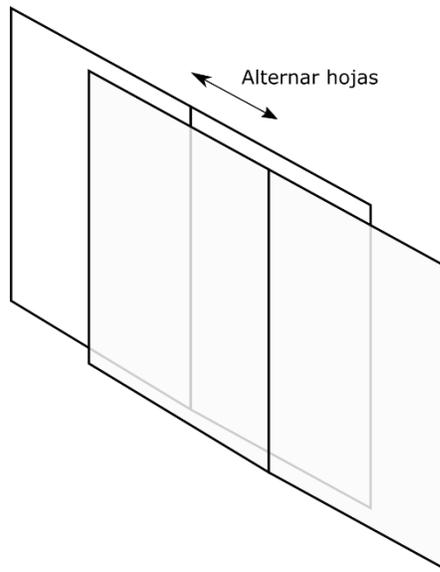


Figura 11. Observe que para utilizar paredes dobles de yeso es necesario intercalarlas en medida de lo posible a la mitad de cada una de ellas.

- Si los paneles no están soportados mediante un marco, deberán posicionarse a 35 mm del núcleo de mampostería, o, de estar soportados por un marco deberán estar separados del núcleo por un mínimo de 10 mm.

PARED TIPO 3.1

La pared central, o núcleo, es de mampostería sólida y está conformada por bloques de concreto densos. Se coloca un panel independiente en ambas caras del cuarto.

La masa mínima por unidad de área del núcleo es de 300 kg/m^2 , el espesor mínimo del núcleo es dado en base a las características estructurales de la construcción. En orden de obtener la masa mínima por unidad de área del núcleo, es posible utilizar bloques de concreto de 140 mm con una densidad de 2200 kg/m^3 .

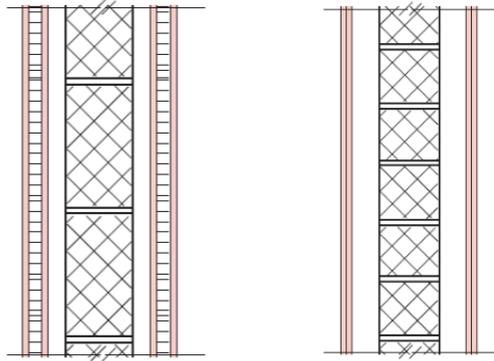


Figura 12. Pared tipo 3.1.

PARED TIPO 3.2

El núcleo es de mampostería sólida y está conformada por bloques ligeros de concreto. Se coloca un panel independiente en ambas caras del cuarto.

La masa mínima por unidad de área del núcleo es de 150 kg/m^2 , el espesor mínimo del núcleo es dado en base a las características estructurales de la construcción. En orden de obtener la masa mínima por unidad de área del núcleo, es posible utilizar bloques de concreto de 140 mm con una densidad de 1400 kg/m^3 .

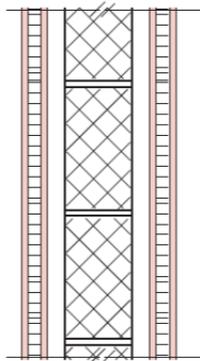


Figura 13. Pared tipo 3.2.

PARED TIPO 3.3.

La pared central es de mampostería hueca y está conformada por bloques de concreto densos o ladrillos. Deberá tener una cavidad de aire de 50 mm y un panel independiente en ambas caras del cuarto. La masa mínima por unidad de área del núcleo no tiene un valor fijo, el espesor total mínimo del núcleo es dado en base a las características estructurales de la construcción. Cada hoja que conforma el núcleo de mampostería hueca debe tener un espesor mínimo de 100 mm.

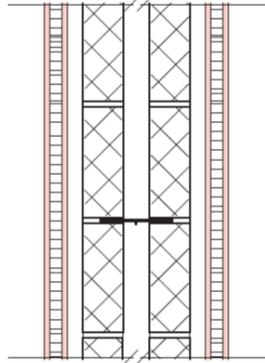


Figura 14. Pared tipo 3.3.

Pared tipo 4. Enmarcada, con material absorbente.

La resistencia al ruido aéreo depende de la masa por unidad de área de cada hoja, el aislamiento de los marcos internos, y el valor de absorción de la cavidad en conjunto con el material absorbente.

Este tipo de construcción de pared se compone de un marco o estructura de madera, con placas de yeso en cada superficie o cara del cuarto y material absorbente entre los marcos o estructuras. Los detalles de las uniones deben ser considerados para reducir al mínimo la transmisión por flanqueo. Para este tipo de construcción es importante tener en cuenta las siguientes observaciones:

Prácticas buenas.

- ✓ *Asegúrese de que el material aislante esté conectado mecánicamente sólo a un marco y no a ambos.*
- ✓ *Alterne la posición de los contactos eléctricos o apagadores, evite crear perforaciones que vayan de un lado al otro del muro.*
- ✓ *Selle bien los interruptores o tomas de corriente para evitar en medida de lo posible el flujo de aire a través de la instalación.*
- ✓ *Asegúrese que cada panel de yeso está conectado de forma individual a sólo un marco o estructura de la pared.*
- ✓ *Donde se requiera conectar ambas caras del muro por un tema estructural, utilice conectores especiales para minimizar la transmisión por flanqueo.*

Prácticas malas:

- ✗ Evite utilizar chalupas muy profundas y no las posicione de espaldas entre sí, a la misma altura en el muro.
- ✗ Donde se requiera conectar ambas caras del muro por un tema estructural, no utilice conectores con una sección transversal mayor a 40 mm x 3 mm y no los sitúe a menos de 1.2 m entre ellos.

Este tipo de pared debe tener un mínimo de espaciamiento entre las caras internas de yeso equivalente a 200 mm. Es posible utilizar hojas de triplay en la cavidad con objetivos estructurales. Para cada cara del muro se deben utilizar al menos 2 placas de yeso alternadas o escalonadas cuyas uniones deberán ser resanadas con una masa por unidad de área mínima de 10 kg/m². La densidad mínima del material aislante que se utilice al interior del muro deberá de ser de 10 kg/m³.

El espesor mínimo del material absorbente utilizado será de:

- 25 mm si es suspendido entre medio de ambas caras del muro.
- 50 mm si es fijado a uno de las caras internas del muro.
- 25 mm por hoja si cada superficie interna es fijada a una hoja de material absorbente.

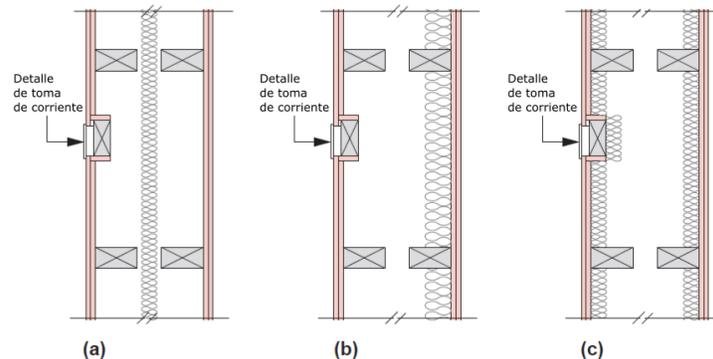


Figura 15. Configuraciones aceptables para el posicionamiento del material acústico y térmico. Tenga en cuenta que éste no debe de tocar ambas hojas del muro.

Se puede utilizar mampostería sólida entre medio de las hojas de yeso, para efectos estructurales de la construcción, sin embargo sólo una hoja de yeso puede estar fija al núcleo.

PISOS.

En este apartado trata de diferentes tipos de pisos los cuales, si son construidos correctamente, deberían tener las características acústicas necesarias mostradas en la Tabla 1. Es claro que existen otras formas de construcción de pisos, otros materiales o productos que podrían ayudar a alcanzar las características acústicas de la Tabla 1, de ser el caso es altamente recomendable tener contacto directo con los fabricantes o distribuidores de dichos productos con la finalidad de verificar que las características acústicas permitirán alcanzar el estándar de aislamiento acústico sugerido anteriormente.

Tipos de pisos.

Los pisos están agrupados en 3 tipos principalmente.

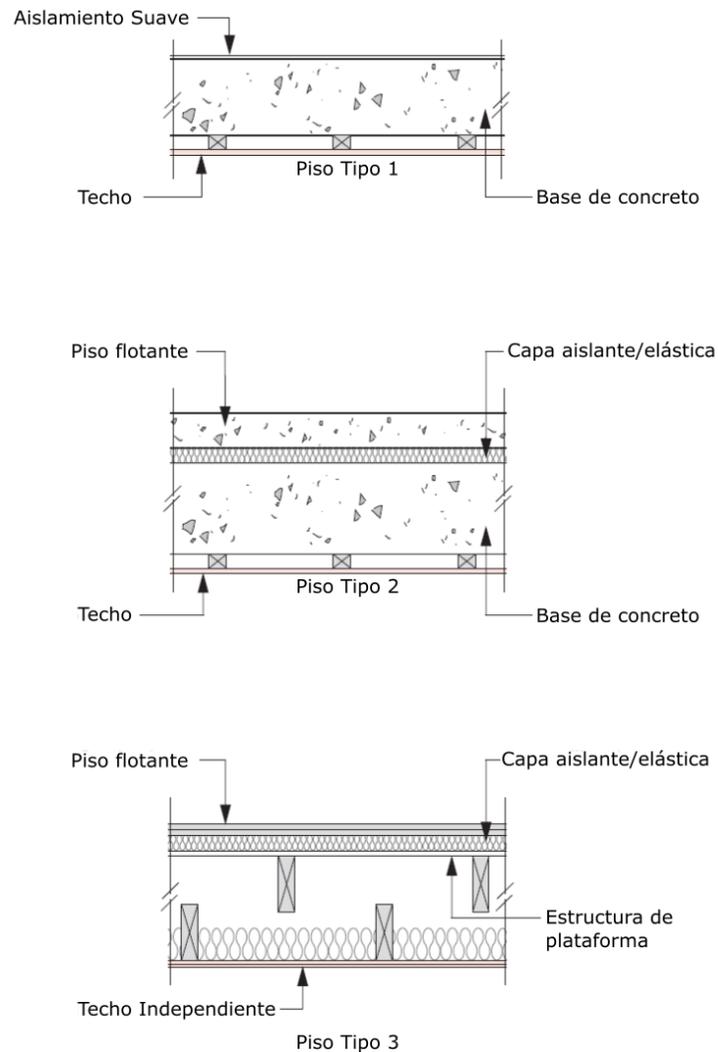


Figura 16. Tipos de pisos analizados en este documento.

El Piso tipo 1 consiste en una base de concreto, con techo y con aislamiento suave en el piso. La resistencia a la transmisión de ruido aéreo y por impacto depende principalmente de la masa por unidad de área de la base de concreto y, en menor porcentaje, a la masa por unidad de área del techo.

El aislamiento suave en el piso reduce el ruido por impacto en la fuente.

El Piso tipo 2 consiste en una base de concreto, con techo y piso flotante. La resistencia a la transmisión de ruido aéreo y por impacto depende principalmente de la masa por unidad de área de la base de concreto y, en menor porcentaje, a la masa por unidad de área y aislamiento del piso flotante. El aislamiento del piso flotante reduce el ruido por impacto en la fuente. En este documento se trabaja con 3 tipos de pisos flotantes, cada uno con su respectivo sufijo (a), (b) y (c).

El Piso tipo 3 consta de una estructura base de madera, con techo y piso de plataforma. La resistencia a la transmisión de ruido aéreo y por impacto depende principalmente de la estructura base de madera y el aislamiento del piso de plataforma y del techo. El piso de plataforma reduce el ruido por impacto desde la fuente.

Tratamientos acústicos para techos.

Cada tipo de piso puede tener asociado un tratamiento acústico en el techo. Cada uno de estos tratamientos tiene un sufijo A, B o C.

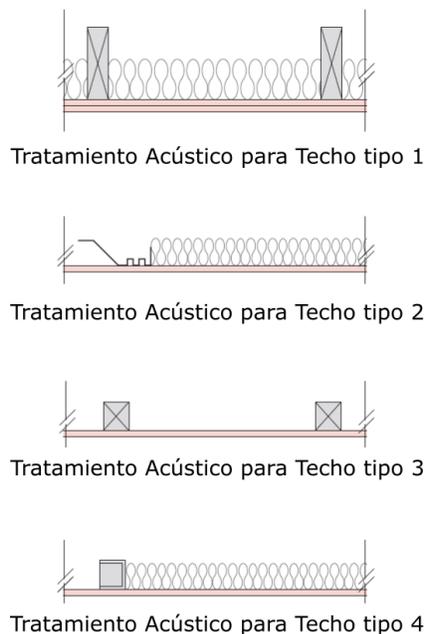


Figura 17. Tipos de tratamientos acústicos para techos.

Los tratamientos de techo anteriormente nombrados están ordenados en base al desempeño de aislamiento acústico, de A a C, siendo el primero el más efectivo para aislar ruido.

TRATAMIENTO A

Este tratamiento debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- Debe contener al menos dos placas de yeso y éstas deberán estar escalonadas.
- La masa por unidad de área debe ser de 20 kg/m^2 .
- Se deberá utilizar una capa de material absorbente en la cavidad formada por el techo con un espesor mínimo de 100 mm y una densidad mínima de 10 kg/m^3 .

El techo deberá estar soportado por uno de los siguientes métodos:

- Para pisos tipo 1, 2 o 3, use una viga sujeta a las paredes circundantes, deberá dejar un claro de 100 mm entre el piso superior y el techo.
- Para pisos tipo 3, de ser necesario mayor apoyo, utilice conectores silenciosos fijándolos directamente al piso.

Para este tipo de construcción es importante tener en cuenta las siguientes observaciones:

Prácticas buenas.

- ✓ *Selle el perímetro del techo con cinta o sellador.*

Prácticas malas:

- ✗ *No cree una conexión rígida o directa entre el techo y el piso superior.*
- ✗ *Evite la instalación de iluminación empotrada en tratamientos A, B y C a menos que pueda ser demostrado que al hacerlo no se reducirá la resistencia al ruido aéreo y por impacto.*

TRATAMIENTO B

Este tratamiento debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- Se compone por una placa de yeso cuya masa por unidad de área mínima debe ser de 10 kg/m².
- Debe estar soportado sobre barras de metal apropiadas para este tipo de techos. Sobre pisos de concreto, estas barras deberían estar sujetadas sobre vigas de madera en el perímetro del cuarto. Por último busque asesoría y consejo en el proveedor de estos materiales.
- Finalmente, se deberá utilizar una capa de material absorbente en la cavidad formada por el techo y el piso, con una densidad mínima de 10kg/m³.

TRATAMIENTO C

Este tratamiento debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- Se compone por una placa de yeso cuya masa por unidad de área mínima debe ser de 10 kg/m².
- Debe estar soportado sobre canaletas o postes metálicos ligeros apropiados para este tipo de techos, o sobre vigas de madera.
- Finalmente, si se han usado canaletas o postes metálicos ligeros, se deberá utilizar una capa de material absorbente en la cavidad formada por el techo y el piso, con una densidad mínima de 10kg/m³.

Nota: El cableado eléctrico tiende a entregar calor al ser usado, el riesgo incrementa cuando el cableado soporta cargas intensas como lo pueden ser las duchas eléctricas o calentadores. Si sobre el cableado se agrega material aislante, éste tendrá un efecto térmico aislante lo cual podría calentar de más la instalación eléctrica. Por favor tome las precauciones necesarias.

Piso tipo 1.

Base de concreto, con techo y con cobertura suave sobre el piso.

Existen 2 construcciones de piso tipo 1 (1.1C y 1.2B), los detalles de las uniones con otros elementos constructivos deben ser tomados en cuenta. Algunos puntos a tomar en consideración son los siguientes:

Prácticas buenas.

- ✓ Sujete o use pegamento para sujetar la cobertura suave sobre el piso.
- ✓ Asegúrese que la cobertura es lo suficientemente resistente y tome nota de su durabilidad como un factor importante para su selección.
- ✓ Asegúrese de rellenar por completo las conexiones entre los componentes del piso para evitar bolsas de aire en el material.
- ✓ Preste especial atención al detallado del perímetro o a cualquier ducto o tubería que deba penetrar el piso para evitar bolsas o vías de transmisión aérea así como ruido por flaqueo.

Prácticas malas:

- ✗ Intente evitar acabados no silenciosos que estén conectados rígidamente a la base del piso.

Cobertura suave del piso.

La cobertura del piso debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Debe ser usado cualquier material elástico, resistente y/o flexible, o un material cuya base tenga estas propiedades. El espesor del material sin compresión deberá ser de 4.5 mm, o
- Cualquier cobertura para piso con una reducción ponderada de nivel de presión sonora por impacto (ΔL_w) no menor a 17dB cuando sea medido bajo las especificaciones de la norma BS EN ISO 140-8, y calculado en base a BS EN ISO 717-2.

PISO TIPO 1.1C

Loza de concreto sólido, vaciada in situ, cobertura suave de piso y tratamiento tipo C para techo. Debe tener una masa por unidad de área mínima de 365 kg/m². La cobertura del piso así como el tratamiento tipo C para el techo, deberán cumplir con las especificaciones comentadas en este documento.

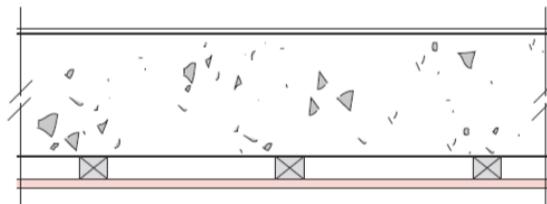


Figura 18. Pisto tipo 1.1C.

PISO TIPO 1.2B

Planchas de concreto sólidas o huecas, cobertura suave sobre el piso, tratamiento tipo B para el techo. Debe tener una masa por unidad de área mínima de 365 kg/m². De preferencia utilice un firme delgado autonivelable. Todas las conexiones entre las placas de concreto deberán estar lechadas adecuadamente para evitar la formación de vías de aire. La cobertura del piso así como el tratamiento tipo B para el techo, deberán cumplir con las especificaciones comentadas en este documento.

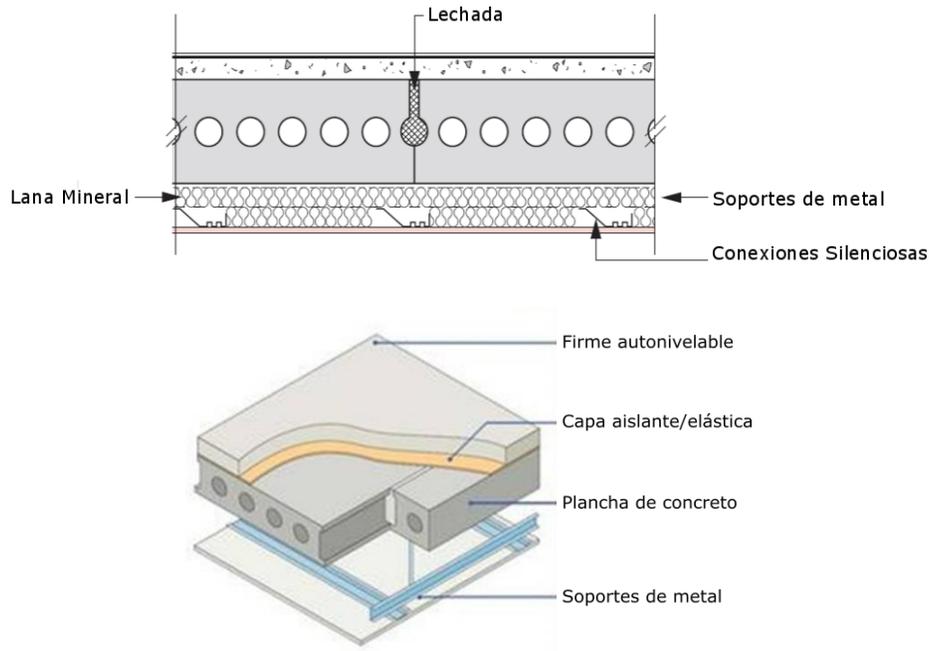


Figura 19. Piso tipo 1.2B.

Piso tipo 2.

Este tipo de construcción consiste en una base de concreto, un piso flotante y el techo.

Existen 2 construcciones de piso tipo 2 (2.1C y 2.2B), los cuales deberán ser combinados con uno de los tres tipos de pisos flotantes: (a), (b), o (c). Los detalles de las uniones con otros elementos constructivos deben ser tomados en cuenta.

Utilice este tipo de construcción sólo donde se requiera aislamiento a ruidos por vía aérea, tenga en cuenta que ante ruidos impulsivos no tendrá una mejor eficiencia que los pisos tipo 1.

Algunos puntos a tomar en consideración son los siguientes:

Prácticas buenas.

- ✓ *Asegúrese de rellenar por completo las conexiones entre los componentes del piso para evitar bolsas de aire en el material.*
- ✓ *Preste especial atención al detallado del perímetro o a cualquier ducto o tubería que deba penetrar el piso para evitar bolsas o vías de transmisión aérea así como ruido por flanqueo.*

Prácticas malas:

- ✗ *Intente evitar acabados no silenciosos que estén conectados rígidamente a la base del piso.*

PISOS FLOTANTES.

Los pisos flotantes consisten en una capa flotante sobre una capa de material aislantes, comúnmente elásticos.

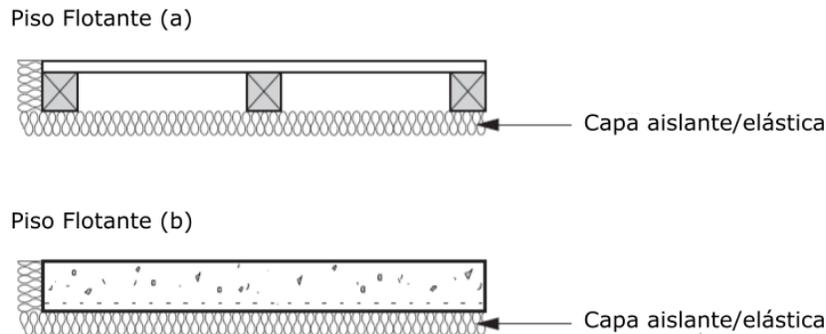


Figura 20. Pisos flotantes.

Algunos puntos a tomar en consideración son los siguientes:

Prácticas buenas.

- ✓ *Asegúrese de dejar, como seguramente el proveedor le recomendará, un claro entre el piso y las paredes del cuarto, posteriormente selle este claro con sellador elástico o flexible.*
- ✓ *Asegúrese de dejar un claro de 5 mm aproximadamente entre el piso y las cenefas, posteriormente selle este claro con sellador elástico o flexible.*
- ✓ *Utilice algún tipo de material en el perímetro y las coyunturas del piso flotante para evitar que entre humedad u residuos en el material aislante.*

Prácticas malas:

- ✗ *No sujete el piso flotante a ningún objeto o pared mediante una conexión mecánica rígida.*

Piso flotante tipo (a).

Este tipo de piso flotante se compone de una capa de madera, duela, y una capa de material aislante y debe de cumplir las siguientes especificaciones:

- El piso de madera o duela deberá tener uniones en los lados y una masa por unidad de área mínima de 12kg/m^2 , deberá estar sujeta a listones de madera de $45\text{ mm} \times 45\text{ mm}$.



Figura 21. Duela prefabricada, note las uniones entre elementos y de ser posible utilice este tipo de sistemas.

- La duela debe estar colocada sobre el material aislante, no debe estar fija de forma mecánica al material, los listones de madera deben estar colocados de forma transversal a la alineación de la duela y el material aislante.
- El material aislante deberá tener una densidad de 36 kg/m^3 y un espesor mínimo de 25 mm. Si el material aislante tiene recubrimiento en una de sus caras, ésta deberá posicionarse hacia abajo.

Piso flotante tipo (b).

Este tipo de piso flotante se compone de un revestimiento de cemento con arena flotante sobre una capa de aislante y debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- El espesor mínimo del revestimiento deberá ser de 65 mm. Es posible utilizar un revestimiento de cemento con arena o cualquier producto con una masa mínima por unidad de área de 80 kg/m^2 que sea apropiado para la construcción de pisos. Asegúrese que el material aislante está protegido mientras el piso es colado. Se recomienda utilizar una malla de alambre de 20-50 mm para este propósito.
- El material aislante puede ser cualquiera de las siguientes opciones:
 - Una capa de lana mineral con un espesor mínimo de 25 mm y una densidad de 36 kg/m^3 , con una capa de papel en su cara superior para evitar que el cemento penetre en la capa aislante.
 - Cualquier tipo de aislante cuya rigidez dinámica, medida en base a la norma BS EN 29052-1, sea de 15 MN/m^3 y tenga un espesor mínimo de 5 mm bajo la carga especificada en el procedimiento de medición de BS EN 29052-1, 1.8 kPa a 2.1 kPa.
- Se recomienda ampliamente contactar a proveedores o fabricantes de cemento o materiales afines al propósito de construcción de pisos con la finalidad de asegurar que el material utilizado cumpla con las especificaciones.
- Si desea obtener más información sobre este tipo de construcción, por favor consulte el paper *Dry systems for impact noise insulation of floors in laboratory* (6).

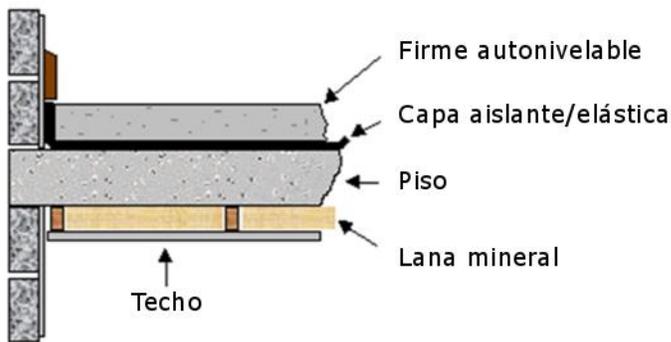


Figura 22. Piso flotante tipo b.

Piso flotante tipo (c).

Piso flotante basado en aproximación de características de transmisión sonora cuyas especificaciones cumplan las siguientes características:

- Hoja de material rígido sobre capa(s) de material absorbente y/o amortiguador cuya reducción ponderada al niveles de presión sonora por impacto (ΔL_w) sea no menor a 29 dB cuando sea medida en base a la norma BS EN ISO 140-8 y esté relacionada a la norma BS EN ISO 717.2 (vea el apéndice B).
- El desempeño (ΔL_w) debe lograrse tanto cuando el piso flotante está sometido a una carga, como cuando no lo está, como se describe en la norma BS EN ISO 140-8 para sistemas de categoría II.

Para detalles de desempeño, instalación y características del material del piso flotante, busque consejo en el distribuidor y/o fabricante.

PISO TIPO 2.1C

Losa de hormigón, colada en el sitio, piso flotante y tratamiento de techo tipo C.

Esta construcción debe tener una masa por unidad de área mínima de 300kg/m², incluyendo el encofrado de ser el caso. Puede ser utilizado cemento autonivelable, debe utilizarse piso flotante tipo (a), (b) o (c) y tratamiento para techo tipo C.

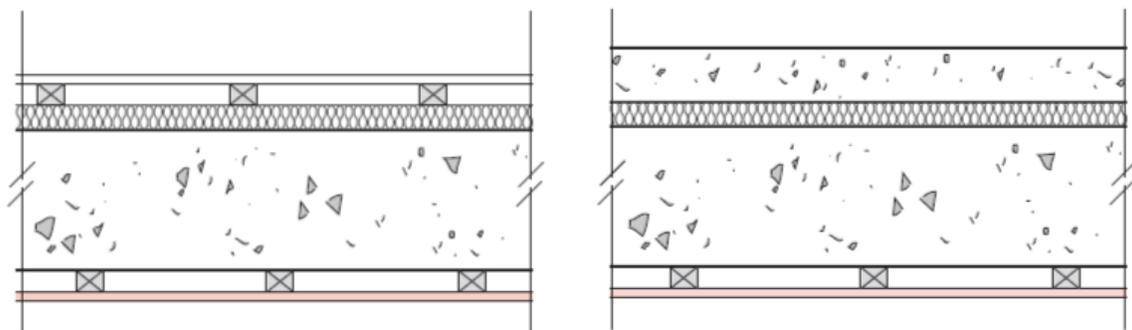


Figura 23. Piso flotante tipo 2.1C (a) y 2.1C(b).

PISO TIPO 2.2B

Planchas de concreto sólidas o huecas, piso flotante, tratamiento tipo B para el techo.

Esta construcción debe tener una masa por unidad de área mínima de 300 kg/m². De preferencia utilice un firme delgado autonivelable. Todas las conexiones entre las placas de concreto deberán estar lechadas adecuadamente para evitar la formación de vías de aire. La cobertura del piso así como el tratamiento tipo B para el techo, deberán cumplir con las especificaciones comentadas en este documento.

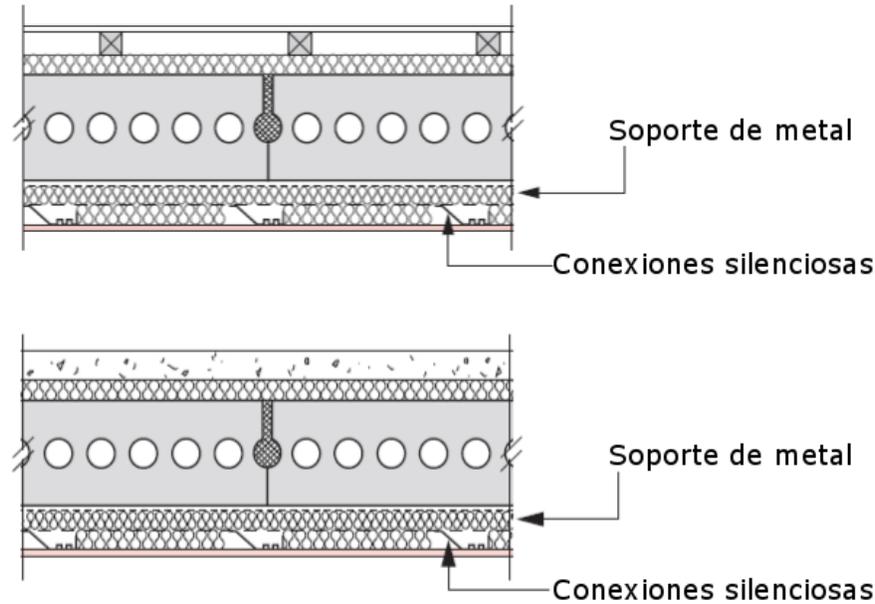


Figura 24. Piso flotante tipo 2.2B (a) y 2.2B(b).

Piso tipo 3.

Esta construcción se compone de una estructura base de madera, con tratamiento para techo tipo A y piso de plataforma.

Existe 1 construcción de piso tipo 3 (3.1A). Los detalles de las uniones con otros elementos constructivos deben ser tomados en cuenta.

Utilice este tipo de construcción sólo donde se requiera aislamiento a ruidos por vía aérea, tenga en cuenta que ante ruidos impulsivos no tendrá una mejor eficiencia que con pisos tipo 1.

Algunos puntos a tomar en consideración son los siguientes:

Prácticas buenas.

- ✓ Preste especial atención al detallado del perímetro o a cualquier ducto o tubería que deba penetrar el piso para evitar bolsas o vías de transmisión aérea así como ruido por flanqueo.

Piso de plataforma.

- ✓ Use la densidad de material aislante adecuada y asegúrese que ésta puede soportar las cargas a las que se someterá el piso.
- ✓ Utilice tiras de poliestireno expandido o extruido, o algún material aislante/elástico similar, alrededor del perímetro que es aproximadamente 4 mm más alto que la cara superior de la capa flotante, para asegurar que durante la construcción se mantenga un claro entre las paredes y la capa flotante. Este claro podrá ser relleno con resanador flexible.

Prácticas malas:

- ✗ No sujete el piso flotante a ningún objeto o pared mediante una conexión mecánica rígida.

PISO TIPO 3.1A

Esta construcción se compone de una estructura de listones de madera con tratamiento de techo tipo A y piso de plataforma.

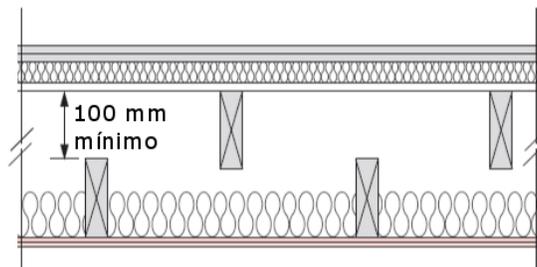


Figura 25. Piso tipo 3.1A.

La estructura deberá tener una serie de vigas de madera transversales.

La estructura deberá ser de cualquier material adecuado para ese fin con una masa por unidad de área de 20 kg/m²

Es esencial que la plataforma tenga material absorbente/elástico bajo ella.

El tratamiento para el techo deberá ser de tipo A.

Plataforma.

Se debe utilizar al menos dos capas para construir la plataforma, deberán estar escalonadas y sus uniones correctamente selladas.

Deberán tener una masa por unidad de área mínima de 25 kg/m².

Cada capa deberá tener un mínimo espesor de 8 mm

Deberá estar sujeta con adhesivos elásticos o pegada y atornillada con un adhesivo adecuado.

La capa flotante debe estar suelta sobre el material aislante y evitar el contacto rígido mecánico entre el piso y el techo.

La capa de material aislante puede ser lana mineral con un espesor mínimo de 25 mm y una densidad de 60 a 100 kg/m³.

El material aislante puede tener una cara cubierta pero esta deberá situarse hacia abajo.

Nota. A menor densidad de la capa aislante se incrementa la resistencia al ruido por impacto, sin embargo se tiene un piso más suave. En dado caso es posible agregar soporte adicional en el perímetro del piso usando listones de madera con una capa de espuma o algún material aislante/elástico situado entre el marco perimetral y la plataforma.

En orden de que la construcción de un piso sea eficiente, se deben tomar en cuenta los detalles de conexión entre el tipo de piso y otro elemento estructural, como muros externos, muros internos, y desniveles. Las siguientes notas y diagramas explican los detalles de cada unión para cada uno de los pisos mencionados anteriormente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía. Ruido y Salud. [Online]. [cited 2017 Septiembre]. Available from: https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfdded&groupId=7294824.
2. Reza, Abraham. Ruido es la tercera causa de quejas en la CDMX. [Online]. [cited 2017 Septiembre]. Available from: http://www.milenio.com/df/quejas_por_ruido_CdMx-contaminacion_auditiva-decibeles_aceptables_0_818318172.html.
3. London: The Stationery Office. Acoustic Design of Schools. In Hopkins C, Hall R, James A, Orłowski R, Canning D.. London: The Stationary Office.
4. Department of Finance and Personnel. Building Regulations (North Ireland). In Technical Booklet G. Resistance to the passage of sound. Ireland; October 2012.
5. Scottish Health Technical Memorandum, 2045. Design considerations. Acoustics. In. NHSScotland; 2001.