

LA ACÚSTICA DE LAS INSTALACIONES EN UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN

Higini Arau

Una problemática muy importante y complicada que se tiene que resolver es el tema del aislamiento acústico entre salas, debido a que muchas de ellas, algunas veces, están conectadas en sentido vertical y horizontal. El objetivo del aislamiento acústico es conseguir que en el interior de cada sala el ruido debido a agentes externos a cada una de las salas permita obtener en cada una de ellas un nivel de ruido que no supere los N dB(A), dependiente del grado de confort que se desee. A veces en este punto existe normativa que hay que cumplir, como NBE-CA-88, o bien Ordenanzas Municipales que establecen criterios más estrictos.

A la cuestión complicada y costosa del aislamiento acústico de paredes y techos debemos añadir la complejidad del aislamiento acústico de las instalaciones de climatización y otras, que circulan por un edificio enlazando salas y conectando paredes. Aquí el tema se ha de resolver, por un lado, colocando silenciadores en los lugares oportunos y, por otro, soportes antivibratorios adecuados, tanto para la maquinaria como también para las instalaciones anejas, cuidando que en todo momento se garantice el grado de flotabilidad exacto y de estanqueidad de todos los elementos de conexión. En lo que sigue, vamos a ir desarrollando este tema de manera minuciosa.

1. CRITERIO NC A CUMPLIR EN FUNCIÓN DEL USO DEL RECINTO Y CRITERIO DE VELOCIDADES DEL AIRE EN LOS CONDUCTOS EN FUNCIÓN DEL NC ELEGIDO

Cuando se realiza un proyecto de instalaciones de cualquier espacio, y especialmente de una obra singular, se deben tener en cuenta un conjunto de recomendaciones que establecen los criterios acústicos. En particular, lo primero que debe cuidarse es establecer los criterios de ruido de fondo deseables para cada sala del edificio. Para ello se aplican los criterios NC, o sus homólogos NR, emitidos por la normativa ASHRAE o bien los recomendados por el criterio acústico.

Para ello deberemos controlar el ruido y vibraciones producidas por las máquinas, y especialmente las velocidades de aire que circulan por los conductos con relación a sus posiciones terminales.

- Criterio de diseño NC de ruido de fondo con relación a las velocidades máximas admitidas por criterio acústico según la NC que se requiera cumplir. Asimismo, en el nivel de vibración produ-

cido por las instalaciones o cualquier agente exterior, la evolución temporal no debe ser superior a 0,008 m/s² rms en el rango de frecuencias entre 0 y 1000 Hz.

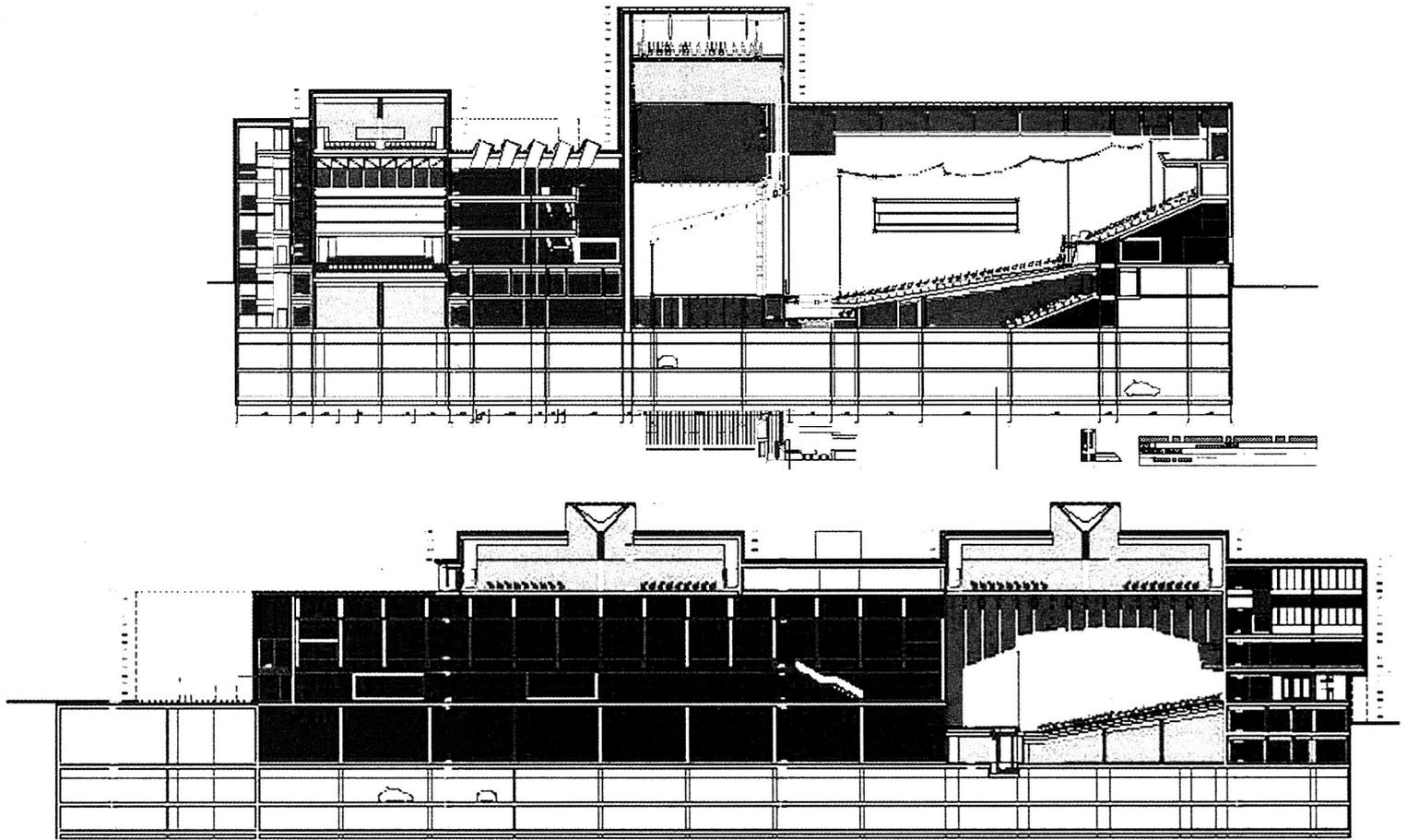
- Criterio para sistemas de distribución de aire en los conductos con relación a la NC a cumplir:

Nº Posición	Lugar*	NC**	dB(A)
1	Auditorio	15	27
2	Vestíbulos y halls	40	49
3	Pasillos	35-40	44-49
4	Recepción	30	400000
5	Salas de conferencias	25	35

* En las cabinas de traducción simultánea, de acuerdo con la norma ISO 2603:1996, la velocidad del aire en los difusores de impulsión y retorno no debe superar los 0,2 m/s.

** NC: Nivel de ruido dB en bandas de octavas.

NC	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
15	47	36	29	22	17	14	12	11
20	51	40	33	26	22	19	17	16
25	54	44	37	31	27	24	22	21
30	57	48	41	35	31	29	28	27
35	60	52	45	40	36	34	33	32
40	64	57	50	45	41	39	38	37



Palacio de Congresos y Auditorio de Navarra: Definición del nivel de fondo, por omisión de ruido, basándose en el criterio NC

En un caso singular como el Auditorio Baluarte de Pamplona se establecieron unos criterios NC de ruido de fondo en función del espacio que se climatizaba.

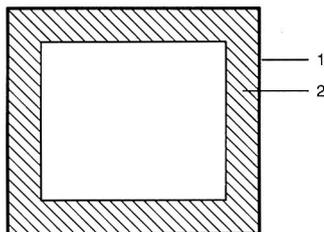
En este caso, los conductos de aire tienen que suspenderse con antivibratorios, tal y como se aprecia en la imagen.

2. RECOMENDACIONES ACÚSTICAS EN LA CLIMATIZACIÓN

2.1 Climatización. Tipo de conductos y criterios de utilización

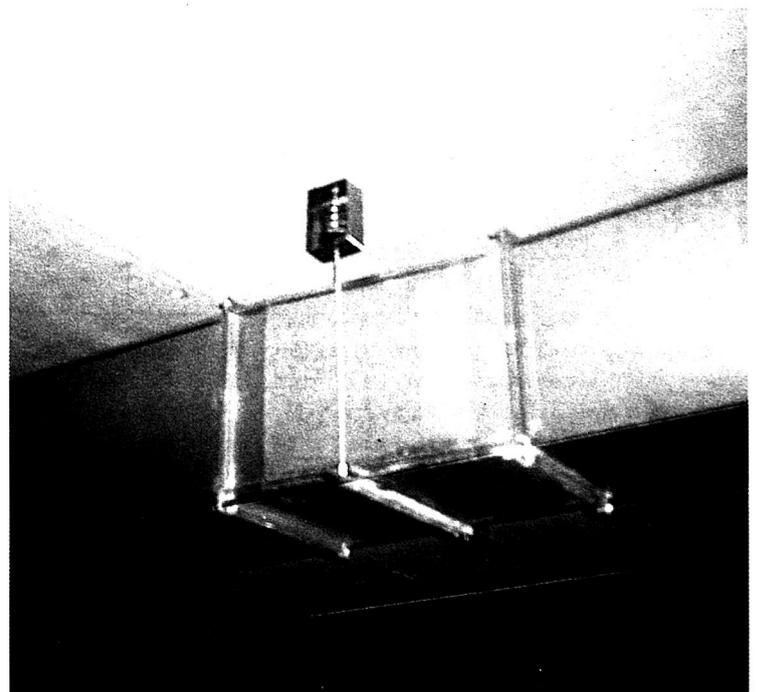
A continuación se indican los aspectos constructivos de la instalación que se recomienda seguir con máxima atención.

- Composición de la pared del conducto de chapa metálica en zonas normales del trazado. Esta solución debe aplicarse a todos aquellos conductos que relacionan áreas ruidosas con áreas que deben tener un NC-25 a NC-35.



1. Chapa de acero galvanizado de 0,8 mm mínimo de grueso. El grueso de esta capa es de mínimo 12 mm y preferible 25 mm.

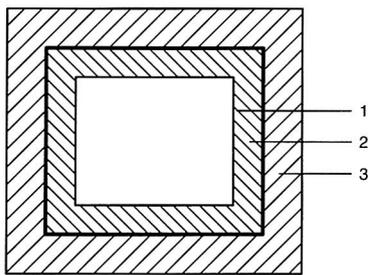
2. Material absorbente acústico y térmico de fibra de vidrio o lana de roca protegida por la cara interior para un velo de vidrio y una película plástica protectora



Antivibratorio para conducto

Velocidades de aire recomendadas (en m/s)				
	En el terminal	En los 3 m antes	De 3 a 6 m	De 3 a 6 m
NC 15 impulsión	1.27	1.27	1.27	1.27
NC 15 retorno	1.52	1.52	1.52	1.52
NC 20 impulsión	1.52	1.52	1.52	1.52
NC 20 retorno	1.78	1.78	1.78	1.78
NC 25 impulsión	1.78	2.16	2.79	3.55
NC 25 retorno	2.16	2.54	3.3	4.06
NC 30 impulsión	2.16	2.54	3.55	4.31
NC 30 retorno	2.54	3.05	4.06	4.82
NC 35 impulsión	2.54	3.05	4.05	5.08
NC 35 retorno	3.05	3.55	4.57	5.84
NC 40 impulsión	3.05	4.05	5.08	6.20
NC 40 retorno	3.55	4.57	5.84	7.10

- Composición de la pared del conducto de chapa metálica forrada con fibra en zonas especiales del trazado. Este tipo de conducto debe adoptarse en aquellas zonas que existe un ruido muy elevado y no sea deseable que éste penetre en el conducto y se transmita a través de él hacia una zona que debe ser especialmente tranquila. Esta solución, debe aplicarse a todos aquellos conductos que relacionen las salas de máquinas u otras áreas ruidosas, con espacios tranquilos de NC-15. En este caso no es preciso efectuar la suspensión del conducto con antivibratorios.

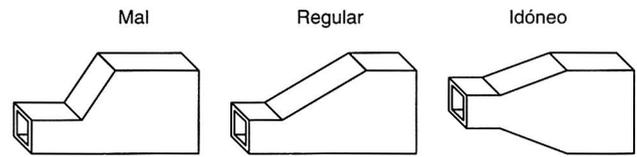


1. Chapa de acero galvanizado de 0,8 mm mínimo de grueso.
2. Material absorbente acústico y térmico de fibra de vidrio o lana de roca protegida por la cara interior para un velo de vidrio y una película elástica protectora. El grueso de esta capa es de mínimo 12 mm y preferible 25 mm.
3. Cubriendo el conducto de aire se colocará un panel de lana de roca donde su cara extrema está revestida por una lámina de aluminio reforzado y por su cara interna por un velo mineral. Grueso 25 mm.

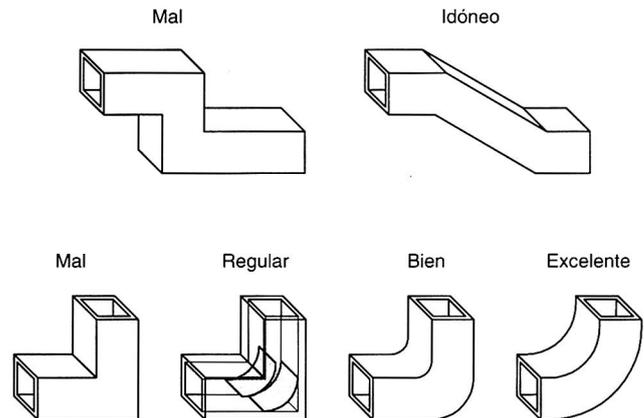
- Conductos de fibra de vidrio. Tipo Gasco Air, Fibrair, Climaver Plus, etc. Estos conductos se utilizarán en área donde el NC exigible sea superior a un NC-35, y bajo el supuesto que los conductos de esta zona se hallen relacionados con un espacio NC menor.

2.2. Trazados aerodinámicos conductos de aire

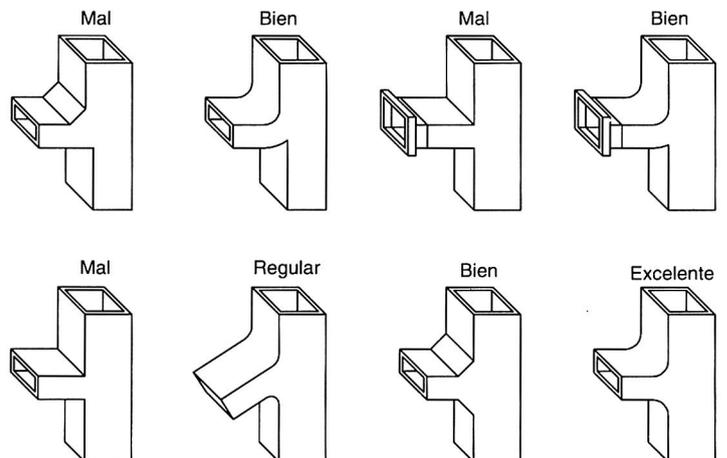
- Cambios de sección. Es necesario buscar perfiles de transición aerodinámica. Los cambios de sección del conducto de realizarán de manera que el ángulo de cualquier lado de la pieza de transición que forma respecto el eje del conducto no sea superior a 15°.



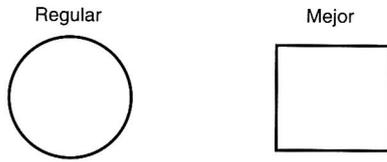
- Codos de conductos. Intentar evitar codos de 90° e intentar encontrar soluciones del trazado más aerodinámicas. Los conductos tendrán un radio de eje no inferior a 5.5 veces el ancho del conducto. Los alabes de dirección tendrán que tener un perfil aerodinámico y serán instalados de manera que sean silenciosos y no provoquen turbulencias ni vibraciones.



- Ramificaciones de conductos. Colocar conexiones entre conductos de perfil aerodinámico. Las uniones entre conductos y las ramificaciones, se sellarán con masilla especial.



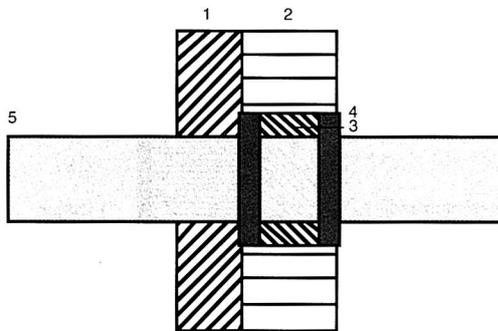
- Selección de la sección transversal idónea de los conductos. Ante la disyuntiva de la selección de la sección transversal de un conducto de aire, son preferibles las secciones rectangulares, o bien cuadradas, en comparación a las de tipo circular de la misma área de sección.



2.3. Conductos atravesando paredes

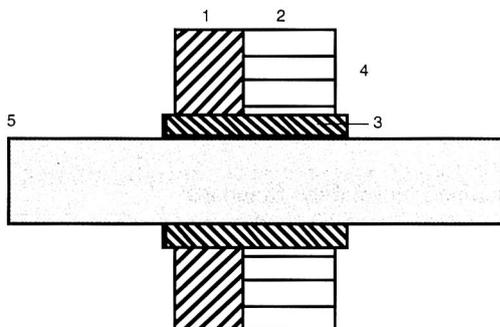
- Conductos, o tubos, donde su cara externa es metálica:

Solución 1. Caso en que exista ruido a un lado de pared y que al otro lado haya una sala que debe tener cierto grado de silencio.



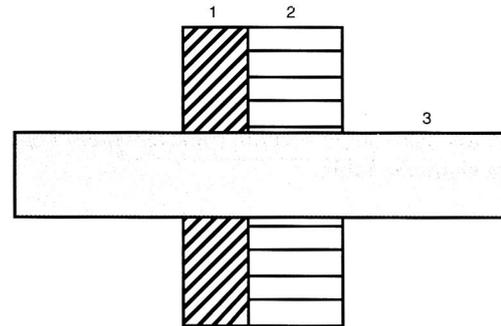
1. Diversas capas de aislamiento dependiendo de la zona que se trate.
2. Pared de obra propuesta.
3. Si el conducto es metálico, deberá forrarse de fibra de vidrio o lana de roca de densidad de mínimo 70 Kg/m³.
4. En los extremos perimetrales de ambas caras, se colocará junta elástica densa con un espesor mínimo 30 mm.
5. Conducto, o tubería metálica.

Solución 2. Caso en el que sólo conviene desolidarizar el contacto del tubo con la pared, pero que no preocupa que exista una transmisión de ruido aéreo entre salas.



1. Diversas capas de aislamiento dependiendo de la zona que se trate.
2. Pared de obra propuesta.
3. Caucho celular flexible, con espesor 15 mm, colocado dando la vuelta perimetral del conducto y siguiendo su sección transversal.
4. Lámina de acero galvanizado de 2 mm que se fijará al conducto de aire y, al mismo tiempo, se hará un tapajuntas con el mismo material bordeando el caucho de manera que no toque a la pared en ningún punto.

- Conductos de fibra de vidrio



1. Diversas capas de aislamiento dependiendo de la zona que se trate.
2. Pared de obra propuesta.
3. Conducto de fibra de vidrio.

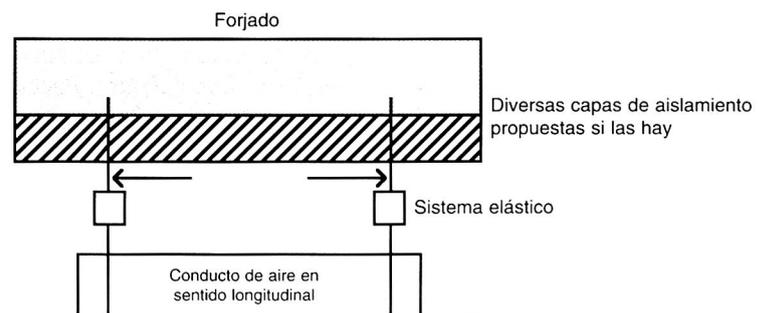
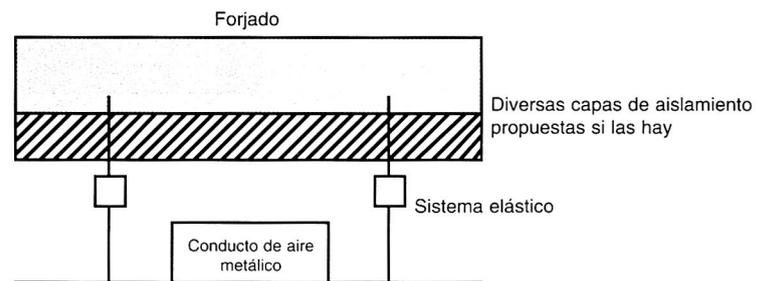
2.4. Suspensión conductos metálicos sin forro de fibra mineral

Cuando los conductos de aire no van forrados exteriormente con fibra mineral -caso no preferido-, deberá procederse a realizar la suspensión de los conductos como a continuación se indica: deberán suspenderse elásticamente todos conductos de aire, con antivibratorios de techo muelle-goma de modo que tengan una flecha similar a la de los muelles que soportan los climatizadores, a fin de asegurar el grado de aislamiento a las vibraciones que se indican en las recomendaciones a seguir.

Posiblemente las flechas de los citados climatizadores y las suspensiones elásticas de las tuberías deberán tener una flecha no inferior a 25 mm.

Los sistemas de fijación y distancias máximas entre suspensiones de los conductos de aire acondicionado dependen de:

- Si el conducto de aire no está forrado exteriormente:



- Si los conductos están forrados o bien fuesen de fibra, entonces no es preciso que se coloquen soportes antivibratorios.

- La distancia máxima entre soportes depende de la dimensión más grande de los lados de la sección transversal del conducto, de acuerdo con la siguiente tabla:

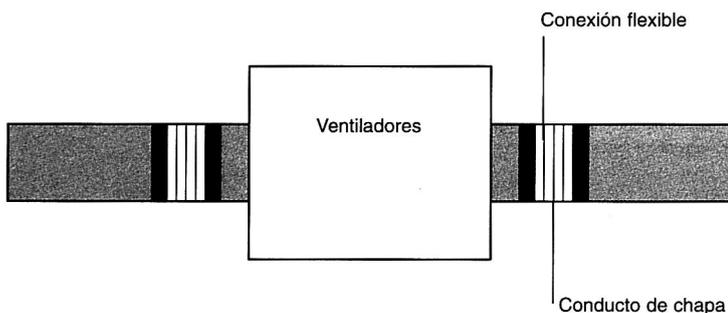
Dimensión más grande del lado (mm)	Distancia máxima entre soportes d (m)
< 900	2,4
900 a 1500	1,8

- Los conductos de chapa metálica se arriostrarán y reforzarán adecuadamente con angulares de acero galvanizado o cualquier otra medida que sirva para este propósito.

- Los conductos superiores a 40 cm llevarán refuerzos en la diagonal para evitar las pulsaciones

Cuando hablamos de distancia, ahora y en lo sucesivo, entre la fuente excitatriz y un área de recepción, la interpretamos siempre como la distancia existente entre dos puntos, sea cual sea la posición de ambos puntos en el espacio

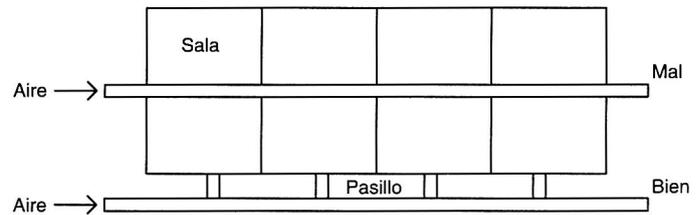
Las conexiones de los conductos a la entrada y la salida de aire de los ventiladores, se realizarán interponiendo un tramo de lona flexible de, al menos, 15 cm de longitud libre entre los marcos de angular que los fijan de manera permanente y estancada al paso del aire.



Por otra parte, la distribución correcta del aire en locales debe respetarse, como norma general, en cualquier tipo de sala donde la privacidad sea especialmente importante.

Los conductos de aire, tuberías de agua, electricidad, etc. no deben atravesar paredes de salas adyacentes. El reparto, a ser posible, debe realizarse desde pasillos o espacios equivalentes. Puede ser, si las salas deben tener silencio, que sea preciso colocar silenciadores de absorción en la entrada del conducto de aire, tanto en impulsión como en el de retorno.

El objeto de este silenciador será aislar el ruido de una actividad con relación a otra. Esto sucede principalmente en salas de ensayo o bien en un espacio receptor que debe aislarse de un espacio fuente emisor.

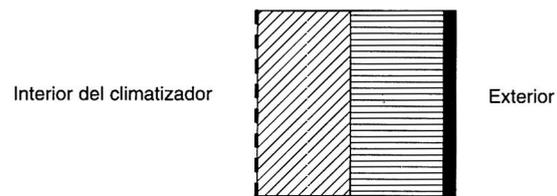


2.5. Encapsulado de climatizadores o bien de otras máquinas similares

Se recomienda muy encarecidamente que los climatizadores se hallen encapsulados con un panel que tenga un aislamiento acústico mínimo de 25 dB(A).

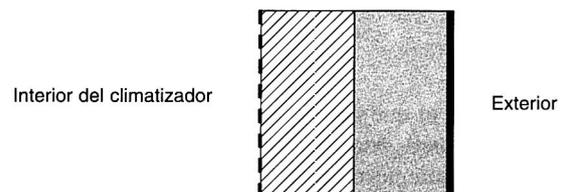
Los climatizadores se encapsularán por alguno de los tipos de encapsulados que a continuación se especifican:

- Encapsulado Panelmaster:



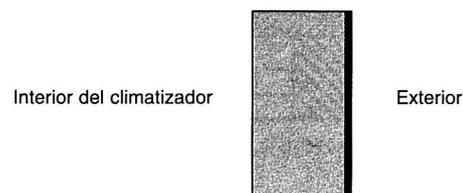
1. Chapa perforada de 0,8 mm con tasa de perforación superior al 20%.
2. Fibra de vidrio de 40 mm y densidad 35 Kg/m³.
3. Fibra de vidrio de 40 mm y densidad 40 Kg/m³.
4. Chapa de hierro de 1 mm.

- Encapsulado Normabloc o reforzado:



1. Chapa perforada de 0,8 mm con tasa de perforación superior al 20%.
2. Fibra de vidrio de 40 mm y densidad 36 Kg/m³.
3. Poliuretano rígido.
4. Chapa de hierro de 0,5 mm.

- Encapsulado Normabloc Standard:



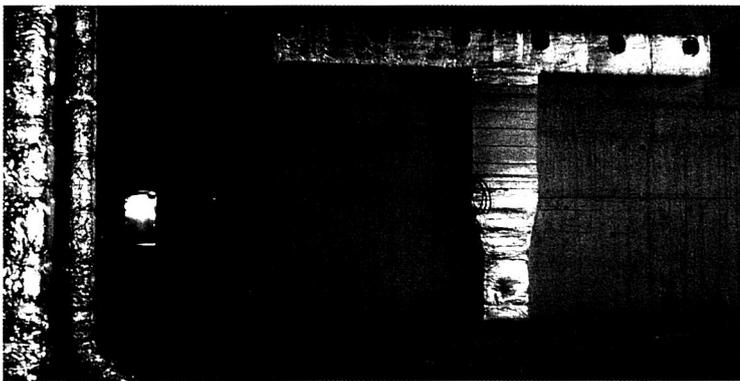
1. Chapa perforada de 0,8 mm con tasa de perforación superior al 20%.
2. Fibra de vidrio de 40 mm y densidad 36 Kg/m³.
3. Poliuretano rígido.
4. Chapa de hierro de 0,5 mm.

Tabla con los aislamientos que ofrece el encapsulado Panelmaster:

Frecuencia (Hz)	Aislamiento Acústico (dB)
63	9.70
125	13.00
250	17.10
500	21.80
1000	26.80
2000	32.00
4000	37.30
A	26.11

Tabla con los aislamientos que ofrece el encapsulado Normabloc:

Frecuencia (Hz)	Aislamiento Acústico (dB)
63	10.40
125	13.10
250	16.90
500	21.30
1000	21.30
2000	31.30
4000	36.60
A	25.76



Silenciador previo a elementos de difusión

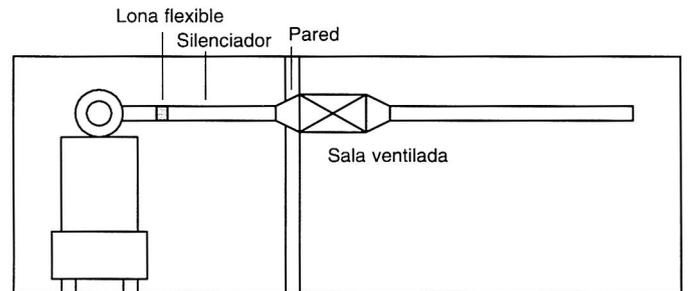
2.6. Climatización: criterios de instalación de silenciadores

Debido muchas veces a la proximidad de la sala de máquinas a las salas ventiladas deberán colocarse dos silenciadores uno a la salida y el otro a la entrada de cada climatizador. Cada uno de estos silenciadores, climatizador de impulsión y el otro de retorno, deberán tener normalmente un aislamiento acústico mínimo de 30 dB a 250 Hz, y la velocidad de salida del aire deberá controlarse de acuerdo a lo que se indica en las especificaciones del apartado 2.1.

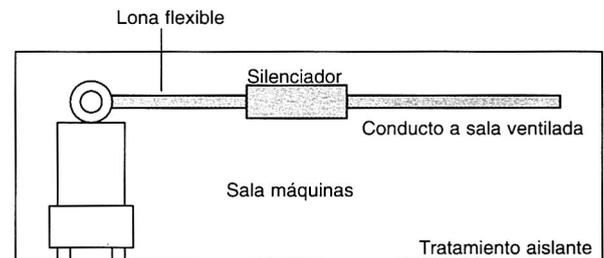
- Adaptadores a la entrada y la salida del silenciador. A fin de obtener un flujo laminar adecuado a la entrada y salida de los silenciadores, es conveniente colocar unos conductos de transformación de paso de aire, de perfil aerodinámico, entre los conductos y el silenciador.



- Colocación de los silenciadores con relación a las paredes. La mejor solución es la siguiente: Situar el silenciador a la sombra del ruido, detrás de una pared.



- En el caso desfavorable que las paredes estén lejos de los silenciadores, se tendrá en cuenta la siguiente solución constructiva:

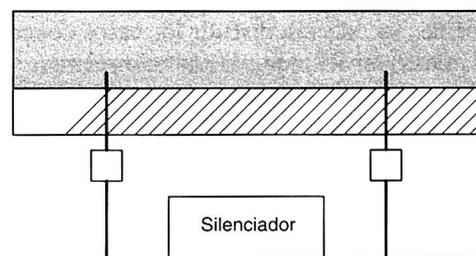


- Sistemas de fijación de los silenciadores. Si los silenciadores, no van forrados con fibra mineral, entonces será conveniente evitar el contacto metálico a estructura intercalando soportes antivibratorios.

- Criterios de velocidad del aire en la salida de los silenciadores

Los soportes antivibratorios tendrán un aislamiento del:

- 95% a distancias inferiores a 15 m de las zonas críticas.
- 90% a las distancias comprendidas entre 15 y 20 m.
- 85% a distancias mayores de los 20 m.



res. La velocidad del aire a la salida, o bien a la entrada, del silenciador dependerá, en gran medida, de la proximidad que haya a los puntos terminales; por lo que, será importante cumplir con los criterios de velocidad de aire emitidos en el apartado 2.1 de criterios NC constructivos de los conductos.

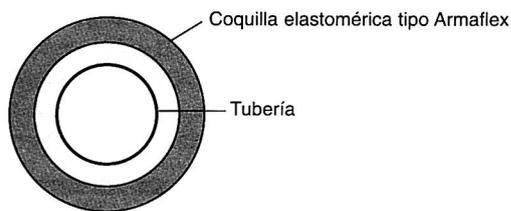
- Separación de aires de entrada y salida de los silenciadores. Es importante que los aires de impulsión y extracción no se mezclen.

3. FONTANERÍA: CRITERIOS CONSTRUCTIVOS DE LAS TUBERÍAS

- Tuberías de agua fría. Todas las tuberías de distribución de agua fría portarán coquillas aislantes anticondensación. Las fijaciones a las paredes se realizarán mediante mordazas de goma. Los grosores de las coquillas dependerán del diámetro de la tubería y del aislamiento térmico que se desee conseguir, y esto dependerá de las especificaciones emitidas por la Ingeniería.

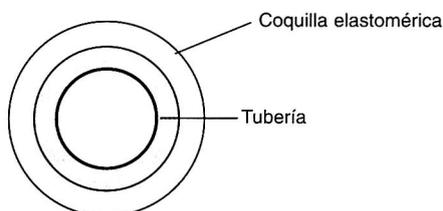
En ningún caso las tuberías se fijarán directamente a elementos vibrantes, como por ejemplo bombas de agua. En estos casos siempre se intercalará un mango elástico. Este sistema se expone en el apartado de aislamiento de las vibraciones.

- Tuberías de agua caliente. Todas las tuberías de agua caliente portarán coquillas aislantes de lana mineral. Las fijaciones a las



paredes se realizarán mediante mordazas de goma. El resto de criterios se corresponderán con los del agua fría.

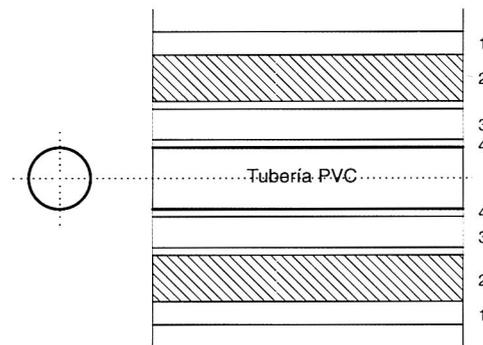
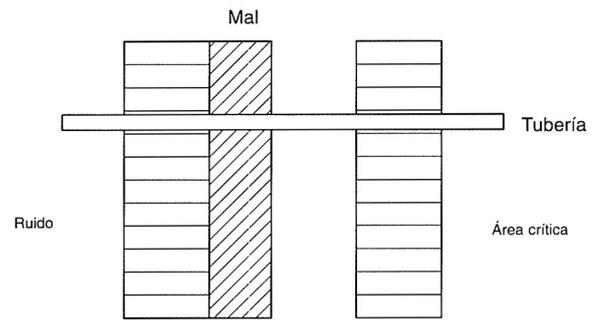
- Tuberías atravesando paredes o suelos de alto aislamiento acústico. Se evitará, en lo posible, que las tuberías atraviesen pare-



des o suelos donde el aislamiento acústico no sea crítico. Si tienen que pasar tuberías, se deberán discutir los casos concretos, o aplicar las reglas constructivas indicadas anteriormente.

Visto el aislamiento de las tuberías de agua fría y caliente, podemos observar que, atravesando paredes, tendremos siempre (entre pared y tubería) un material elástico interpuesto. No obstante, en situaciones críticas, puede ser mejor poner doble capa elástica.

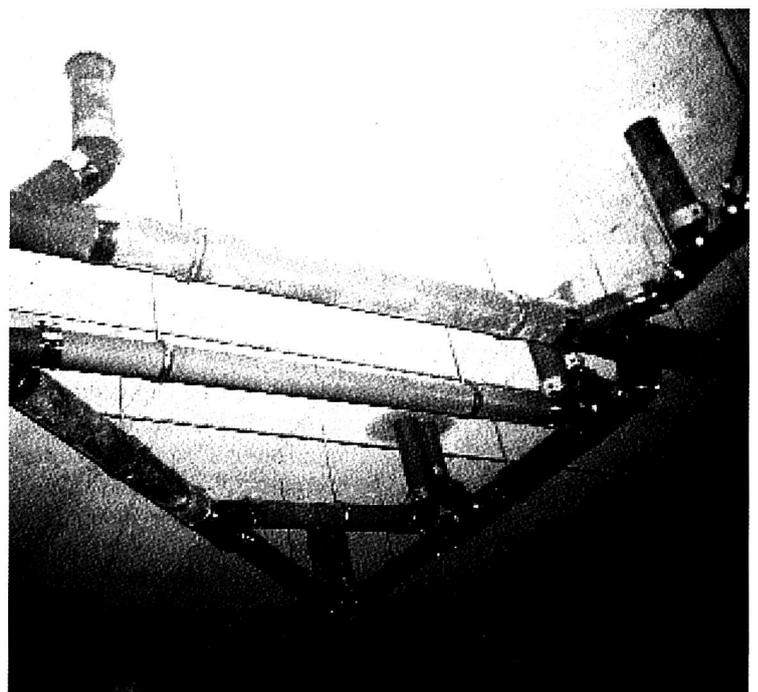
- Tuberías de plástico de PVC. Los residuos fecales, de aguas sucias, pluviales, mixtas, ventilación o tuberías de presión de agua



1. Cartón-yeso de 20 mm.
2. Lana de roca de 40 mm y densidad 40 Kg/m³.
3. Filtro de 25 mm + butilo de 6 mm.
4. Capa bituminosa de 4 a 5 mm.

limpia que utilicen tuberías de plástico cruzando áreas críticas y cercanas a las críticas, deberán cumplir las siguientes normas constructivas:

-La utilización de tuberías de fundición es siempre preferible. También cabe la posibilidad de analizar el uso de unas tuberías de plástico especial, tipo tricapa, especialmente diseñadas para este uso.



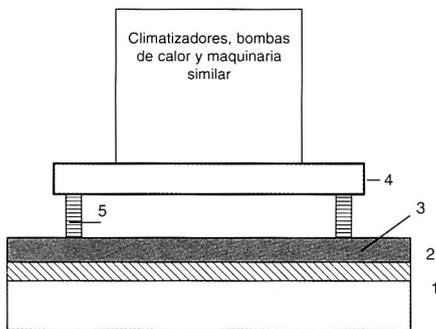
Tuberías de saneamiento de fundición

4. AISLAMIENTO Y VIBRACIONES DEL RUIDO INDUCIDO VIA ESTRUCTURAL

La mayoría de problemas de ruido que se producen en una edificación se deben a problemas de mala ejecución del tratamiento de las vibraciones. En esta sección abordaremos el tema indicando los aspectos más importante que deben tenerse en cuenta.

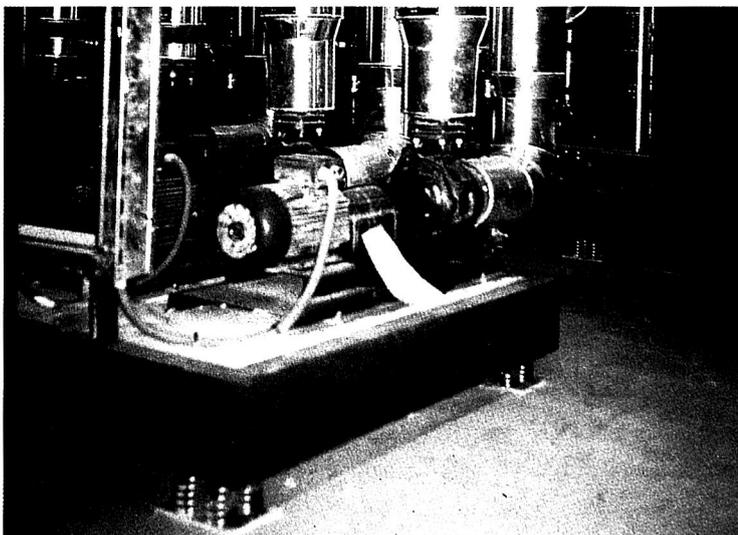
- Bancada de inercia. Sólo se utilizan para máquinas poco pesadas, como las bombas de agua. Las bombas de agua preferibles son las de tipo horizontal frente a las de tipo vertical. Las bombas de tipo horizontal se colocarán sobre una bancada de hormigón (bancada de inercia), y el conjunto bombas + bancada se flotará elásticamente con soportes tipo muelle goma en su parte inferior.

- Para todos los climatizadores y bombas de agua o maquinaria similar: La máquina se fijará solidariamente a la bancada de inercia que suministre el fabricante, o deberá construirse si no la hay.



1. Forjado.
2. Poliuretano aglomerado de 60 kg/m³ y 50 mm de espesor.
3. Losa acústica flotante de 100 mm a 120 mm.
4. Bancada de perfil metálico en U para climatizadores o maquinaria similar.
5. Soportes antivibratorios.

Los soportes antivibratorios tendrán el siguiente aislamiento:
 95% a distancias inferiores a 15 m de las zonas críticas.
 90% a distancias comprendidas entre 15 y 25 m.
 85% a distancias superiores a 25 m.

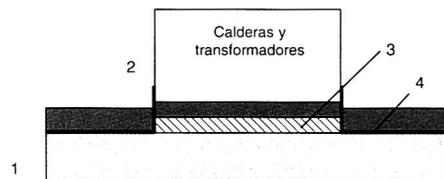


Bombas de agua sobre bancada de hormigón con soportes tipo muelle

El número de soportes se determinará en función de la suma del peso de la bancada y el de la máquina, las características técnicas de carga y la flecha de los soportes industriales escogidos dependerá de la frecuencia de giro más baja de los elementos excitatrices de cada máquina, normalmente los ventiladores.

Los climatizadores han de estar encapsulados. Los armarios de los dichos climatizadores se fijarán a una bancada de perfiles en U o en J que suministra el fabricante bajo pedido, o en todo caso se construirá expresamente.

- Para máquinas como calderas y transformadores:



1. Forjado estructural.
2. Hormigón armado de 100 mm.
3. Alfombrillas de caucho ranurado de espesor mínimo 15 mm.
4. Polietileno reticulado.

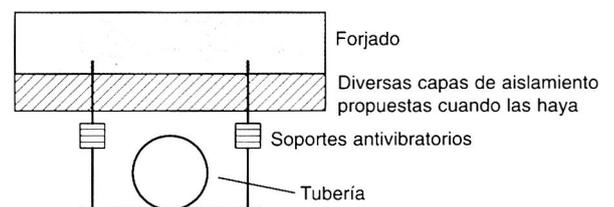
Entre máquinas, como por ejemplo climatizadores o bombas de agua, y conducto (que no sea de aire), se colocará una junta elástica de neopreno de doble esfera. En los casos más críticos posiblemente sea preciso colocar dos juntas en serie.

- Suspensión elástica de las tuberías. En la instalación deberán suspenderse elásticamente todas las tuberías con antivibratorios de techo muelle-goma de modo que tengan una flecha similar a la de los muelles que soportan los climatizadores, a fin de asegurar el grado de aislamiento a las vibraciones que se indican en las recomendaciones a seguir. Posiblemente las flechas de los citados climatizadores y las suspensiones elásticas de las tuberías deberán tener una flecha no inferior a 25 mm.

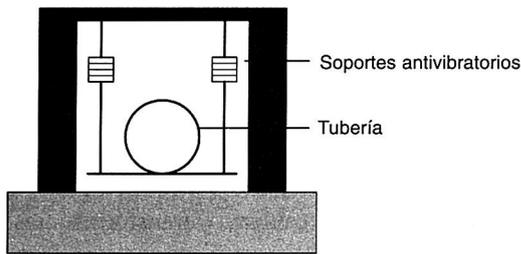
Los tubos de enlaces entre enfriadoras y climatizadores, o bombas de agua, y cualquier elemento susceptible de vibración, deberán descansar sobre elementos elásticos de tipo muelle-goma de manera que aseguren un aislamiento de la vibración del 90% a la frecuencia de excitación más baja.

Los conductos y tubos, o cualquier otro elemento capaz de transmitir vibración hacia los elementos estructurales del edificio se aislará como se indica en las siguientes figuras o mediante procedimientos similares. Este apartado afecta a las tuberías de los climatizadores, bombas de calor, enfriadoras y bombas de agua. En este caso, se deberá tener especial cuidado en que las tuberías de las máquinas no toquen, en ningún punto, elementos estructurales. Por eso, recomendamos una suspensión elástica del siguiente tipo:

- Flotado desde el techo:



- Flotado desde el suelo:

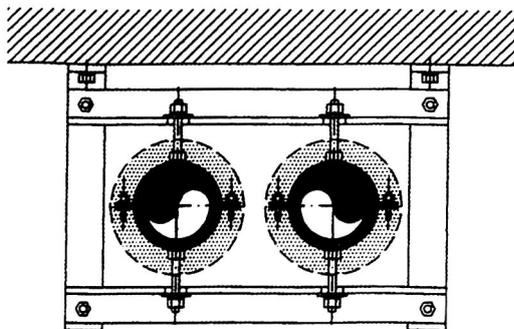
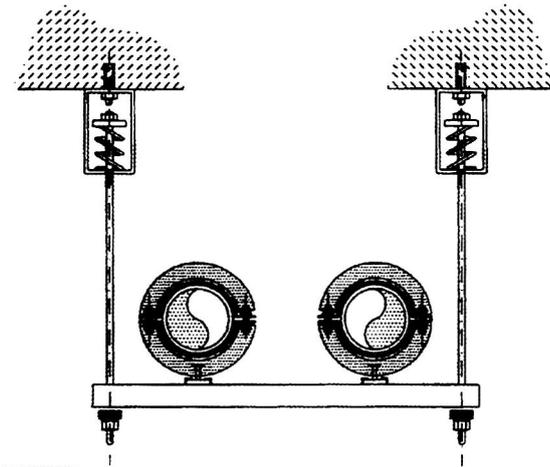


- En ambos casos los soportes antivibratorios tendrán aislamiento del:

95% a distancias inferiores a 15 m de las zonas críticas.

90% a las distancias comprendidas entre 15 y 25 m.

85% a distancias mayores de los 25 m.



5. CONCLUSIONES

Toda obra, por pequeña que sea, es importante y los aspectos de confort deben cuidarse en lo posible.

Este es un aspecto técnico que pasa inadvertido cuando todo va bien, pero cuando hay problemas de mala inteligibilidad a causa de un exceso de nivel de ruido de fondo entonces el problema es acuciante.

En nuestra sociedad del bienestar, en la que todos contribuimos para conseguir un alto estadio de calidad de vida, y por tanto un clima apropiado de confort, donde el medio ambiente exterior e interior son cuestiones muy importantes, y la sostenibilidad de las instalaciones, y del propio edificio en su conjunto global debe perseguir su más alto grado de exigencia, será cada día más importante tener en cuenta contar con la acústica en apoyo de todos los aspectos constructivos de un edificio.

Hoy me honra haber realizado un pequeño paso en este sentido, para que todos los profesionales y estudiantes del sector tengan un conocimiento mínimo de este aspecto.

