

Control del Ruido

Desde el punto de vista de la aislación acústica de un muro exterior, la ventana es generalmente el punto más débil. Esto en gran medida se debe a que el vidrio de 3 ó 4 mm, habitualmente utilizado en la construcción, brinda una atenuación sonora relativamente insuficiente para aislar los elevados niveles de ruido presentes en la ciudad.

Adicionalmente, las aberturas no siempre presentan adecuadas condiciones de hermeticidad, con lo que el problema se agrava.

El objetivo de este informe es comentar los principales factores que inciden sobre el control del ruido a través de la ventana y brindar información acerca de las propiedades de aislación acústica de los distintos tipos de vidrio.

EL RUIDO

Un sonido se caracteriza por su intensidad o presión sonora y por el espectro de frecuencias que lo componen; cuando es desagradable o molesto lo denominamos ruido. Todos los sonidos que nos rodean, agradables o molestos, están compuestos por un amplio rango de frecuencias. El rango audible de frecuencias del oído humano varía entre 20 y 20.000 Hertz. En bajas frecuencias, hasta 500 Hertz, el sonido presenta tonos graves, y superando los 2.000 Hertz el tono es agudo. La presión sonora se expresa en decibeles (dB) y nos da una idea relativa de su intensidad. A diferencia de otras unidades de referencia como el metro, que nos brinda una noción lineal acerca de variación de una medida, el decibel es una magnitud que varía en forma logarítmica y representa la manera en que el oído responde a los estímulos sonoros.

En la siguiente tabla, se compara la intensidad del sonido, respecto de su presión sonora, de una serie de ruidos típicos:

Vidrio de seguridad	Presión sonora (dB)	Sonidos típicos
1.000.000.000.000	120	Umbral de dolor
100.000.000.000	110	Martillo neumático
10.000.000.000	100	Fábrica de calderas
1.000.000.000	90	Calle ruidosa
100.000.000	80	Oficina ruidosa
10.000.000	70	Tránsito en calle promedio
1.000.000	55	Oficina poco ruidosa
100.000	50	Conversación promedio
10.000	40	Oficina privada
1.000	30	Un auditorio promedio
100	20	Conversación susurrando
10	10	Local a prueba de ruidos
1	0	Umbral de audición

De la tabla surge que una presión sonora de 80 (dB) no representa el doble de 40 (dB) sino que su intensidad es 10.000 veces mayor. Las siguientes nociones brindan una guía práctica para comprender cómo se percibe un aumento o disminución de presión sonora:

- Usualmente el oído no puede detectar una variación de presión sonora de 1 ó 2 (dB).
- Un cambio de 3 (dB) no será apreciado si existe un lapso entre ambos sonidos.
- Un cambio de 5 (dB) puede ser fácilmente detectado si la presión sonora es alta.
- Un cambio de 7 (dB) siempre será apreciado por el oído, dado que prácticamente significa una duplicación, aproximada, de la presión sonora.

NIVELES RECOMENDADOS DE RUIDO INTERIOR

Los siguientes valores son los usualmente recomendados en materia de confort acústico interior, para una serie de locales o actividades típicas:

Destino/Actividad	Nivel máximo de ruido
Dormitorios	30 a 40 (dB)
Biblioteca silenciosa	35 a 40 (dB)
Salas de estar	40 a 45 (dB)
Oficinas privadas	40 a 45 (dB)
Aula de escuela	40 a 45 (dB)
Oficinas generales	45 a 50 (dB)

Control del Ruido

AISLACIÓN ACÚSTICA: Factores a tener en cuenta

De modo simplificado, para definir el tipo de vidrioado requerido por una ventana, es preciso conocer:

- 1) La intensidad y el espectro de frecuencias del ruido que se desea aislar.
- 2) El nivel de ruido interior, recomendado o requerido, para un determinado local en función de la actividad o destino del mismo.

A partir de los datos mencionados, el valor de aislación promedio requerido por una abertura está dado por la diferencia entre el nivel de ruido exterior y el nivel de ruido máximo recomendado para un ambiente. Las tablas a continuación brindan los valores de aislación acústica en (dB) para distintos espesores de vidrio y BLINDEX Laminado, según se trate de un vidrioado simple o un doble vidrio aislante.

FRECUENCIA (Hz)	SIMPLE VIDRIADO AISLACIÓN ACÚSTICA EN (dB) SEGÚN ESPESOR DE FLOAT					
	4	6	10	19	7,5 (a) Float Laminado	7,5 (b) Float Laminado
100	17	18	24	25	22	26
125	23	22	26	29	23	28
160	22	22	28	31	28	32
200	21	22	26	31	25	31
250	21	26	28	32	27	33
315	24	26	29	35	29	34
400	26	29	32	36	31	37
500	29	31	34	38	33	39
630	30	33	36	36	35	41
800	32	34	37	35	37	42
1000	34	36	36	38	38	44
1250	34	36	33	40	39	45
1600	36	32	33	44	41	46
2000	36	26	38	47	42	44
2500	31	30	41	50	43	38
3150	25	34	43	52	41	42
4000	31	37	44	55	37	46
Aislac. promedio (dB)	27	29	33	37	33	38

FRECUENCIA (Hz)	DOBLE VIDRIADO HERMÉTICO - DVH AISLACIÓN ACÚSTICA EN (dB) - FLOAT / CÁMARA DE AIRE / FLOAT (MM)					
	4/12/4	6/12/6	10/12/4	10/12/6	10/12/4 Float Laminado	10/12/17,5 Float Laminado
100	25	17	23	27	27	26
125	24	26	28	27	28	32
160	23	22	26	24	26	29
200	21	18	19	24	26	29
250	21	18	23	29	30	35
315	19	24	26	31	32	35
400	22	27	31	33	34	40
500	25	29	33	34	36	45
630	30	33	36	37	40	47
800	33	37	39	39	41	47
1000	36	39	41	41	42	46
1250	38	39	41	41	41	45
1600	40	39	41	39	41	48
2000	41	34	45	37	42	49
2500	35	37	45	40	44	48
3150	31	42	42	43	49	52
4000	40	47	44	47	53	57
Aislac. promedio (dB)	29	30	34	34	36	41

Notas: (a) vidrio Laminado 3+3 / PVB 1,52 mm - (b) vidrio Laminado 10+6 / PVB 1,52 mm

Control del Ruido

EFECTO DE COINCIDENCIA

En la selección de la solución más adecuada, además del valor de **aislación promedio requerido**, debe tenerse en cuenta el efecto de **coincidencia y las frecuencias sonoras predominantes en la fuente de ruido**. El efecto de coincidencia es la denominación que se da al acoplamiento entre un panel de vidrio y el aire en cierta frecuencia. Dicha frecuencia se determina mediante la fórmula $F_c = 12.000 \text{ Hz/d}$, donde d es el espesor del vidrio en mm. En la frecuencia de coincidencia, para un determinado espesor de vidrio, se produce una merma en el valor de aislación acústica.

El empleo de vidrio laminado y/o unidades de doble vidriado con vidrio de diferente espesor, permite en la práctica minimizar las mermas de aislación por efecto de coincidencia.

SELECCION DEL SIMPLE O DOBLE VIDRIADO PARA EL CONTROL DEL RUIDO

Simple Vidriado

Para obtener una mejor aislación acústica en un vidriado simple, se debe considerar el empleo de **Blindex Laminado**. Idealmente, los espesores de cada hoja de vidrio interviniente en su composición deberían diferir entre sí al menos un 30% (por ejemplo 3 y 4 mm, 4 y 6 mm, etc.) para evitar el efecto **coincidencia mencionado precedentemente**. Paralelamente, el espesor de la lámina de PVB no debería ser inferior a 0,76 mm. Si se recurre al empleo de vidrio crudo, se deberán considerar espesores superiores a 10 mm a fin de lograr cierta mejora en el nivel de aislación (ver tabla anterior).

Doble Vidrio Aislante (DVH)

Este tipo de vidriado tiene como función principal el control **térmico**. Debido al pequeño espesor de la cámara de aire de una unidad de DVH, del orden de 6, 9 ó 12 mm, dicha masa de aire no influye significativamente en la capacidad de atenuación de ruido. No obstante, **mediante la adecuada selección de los vidrios que componen una unidad de DVH, es posible alcanzar, junto con una excelente aislación térmica, un nivel de aislación acústica moderadamente alto**. Para ello es aconsejable utilizar en uno de los paños del DVH, **Blindex Laminado**. Otra de las recomendaciones a tener en cuenta es asegurar que los espesores de los vidrios difieran entre sí en no menos del 30% para compensar el efecto coincidencia.

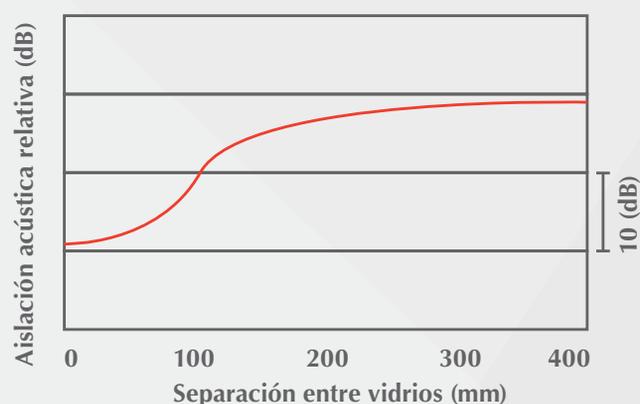
Doble Vidriado, separado por cámaras de aire de fuerte espesor

Cuando se trata de casos particulares, donde se deba alcanzar niveles de aislación acústica superiores a 40 (dB), **lo indicado es que exista una separación entre paños (cámara de aire) de 100 a 200 mm**. Se recomienda el empleo de vidrios de diferente espesor para evitar el efecto coincidencia, siendo preferible que uno de ellos tenga un espesor mínimo de 6 a 10 mm.

Es importante destacar que la capacidad de aislación acústica de una unidad asimétrica de DVH, compuesta por vidrios de diferente espesor, es independiente de la posición del paño de mayor o menor espesor respecto de la fuente de ruido.

IMPORTANCIA DEL ANCHO DE LA CÁMARA DE AIRE

En el siguiente gráfico se ilustra la influencia que tiene el espesor de la cámara de aire sobre la aislación acústica de un sistema de vidriado doble. **Nótese que una cámara de entre 100 y 200 mm de espesor, permite obtener una mejora de hasta 15 (dB)**. Si el espesor es mayor, el crecimiento en la capacidad de aislación es poco significativo.



FRECUENCIA (Hz)	DOBLE VIDRIO (MARCOS INDEPENDIENTES) AISLACIÓN ACÚSTICA EN (dB) FLOAT/CÁMARA DE AIRE/FLOAT (MM)		
	6/100/4	6/150/4	12/200/6
100	25	27	32
125	27	30	37
160	27	30	39
200	33	34	45
250	33	34	46
315	37	39	46
400	41	42	47
500	46	46	45
630	50	50	45
800	54	54	44
1000	57	57	45
1250	59	58	50
1600	58	58	53
2000	52	52	58
2500	51	49	58
3150	48	47	64
4000	57	52	64
Aisl. prom. (dB)	44	44	47

Para obtener resultados satisfactorios con soluciones a base de doble vidrio, separados por una cámara de aire ancha, es importante que los marcos que alojan los paños vidriados estén mecánicamente desvinculados entre sí.

Control del Ruido

HERMETICIDAD DE LA ABERTURA

Los valores de aislación acústica indicados en las tablas son válidos para aberturas con paños fijos. Por ello, para alcanzar la performance de aislación esperada, es imprescindible que la abertura presente un cierre hermético. Un ajuste defectuoso entre la hoja y el marco puede producir una disminución de la aislación de hasta 10 (dB) o aún mayor. **Cuando se requiere una abertura con gran capacidad de atenuación al paso del ruido, los mejores resultados sólo se obtienen con aberturas de doble vidriado fijo, separados por una cámara de aire muy ancha.** Las ventanas de abrir con paños batientes y/o con hojas proyectantes o basculantes, que incluyan un cierre de doble contacto con burletes a presión, son alternativas muy adecuadas para obtener buenos resultados de aislación acústica, del orden de 35 (dB). Las ventanas a base de paños corredizos son las que presentan menos posibilidades de obtener un cierre hermético, no siendo aconsejable su empleo cuando el objetivo de diseño es lograr una buena eficiencia de aislación acústica en una fachada.

INFLUENCIA DEL MATERIAL EN LA ABERTURA

Se ha comprobado que para niveles de aislación de hasta 35 (dB), el material constitutivo de la abertura (madera, hierro o aluminio) no presenta limitaciones para alcanzar dicha performance. Por encima de niveles promedio de 35 (dB) es prudente evaluar la prestación del marco, pudiendo ser necesario emplear secciones de mayor envergadura en un sistema de aislación de alta performance.

MONTAJE DEL FLOAT

Este es otro aspecto de gran importancia para asegurar un buen control del ruido en una ventana. **El sistema más aconsejado para el montaje de los paños vidriados es el empleo de burletes de goma en todo el perímetro del paño, pues contribuyen a amortiguar las vibraciones.** Cuando se recurre a la instalación convencional, es preciso prever la colocación de tacos de asentamiento y separación de una dureza no mayor que 80 Shore (similar a la de una goma de borrar tinta) y sellar el paño, a ambos lados de la abertura, con sellador de siliconas.

EFFECTO DEL TAMAÑO DE LA ABERTURA

Si bien a mayor tamaño de la abertura, mayor es la posibilidad de transmisión sonora, está demostrado que duplicar o disminuir a la mitad el área vidriada sólo producirá, respectivamente, un aumento o una reducción de 3 (dB), lo cual constituye una variación de presión sonora apenas perceptible por el oído humano.

EFFECTO DE LA DISTANCIA Y LA ALTURA DEL EDIFICIO

En términos generales puede considerarse que cada vez que se duplica la distancia, respecto de una fuente sonora, se produce una reducción de 6 (dB) en la presión sonora. Sin embargo, por las características de fuentes puntuales de ruido como las autopistas o el ferrocarril, ésta no decae tan rápidamente, siendo 3 (dB) la disminución típica cada vez que la distancia se duplica. En el caso de edificios altos, si bien es esperable una disminución de la presión sonora con el aumento de la altura, ésta en la práctica no se produce en las zonas densamente edificadas, debido a las reflexiones de sonido entre los edificios que tienden a mantener la intensidad en altura del campo sonoro.

AISLAMIENTO ACÚSTICO DE VENTANAS EXISTENTES

Con frecuencia se presenta la necesidad de mejorar la aislación acústica de ventanas existentes. Para ello, además de reemplazar los vidrios de poco espesor por otros paños con una mayor capacidad de atenuación acústica, **es imprescindible asegurar un cierre hermético de la abertura eliminando toda fisura que permita el paso del aire entre el marco y la hoja de la ventana.** En los casos de aberturas con cortinas de enrollar, la caja que las aloja suele ser una vía de transmisión de ruido. La misma puede ser optimizada mediante la hermetización de la tapa de inspección y colocando materiales fono-absorbentes en su interior, para evitar la reverberación.

Para que un usuario perciba claramente una mejora en la aislación acústica de una ventana existente, la misma no deberá ser inferior a 5 (dB) respecto de la situación anterior.

En aquellos casos en los que la abertura existente no permita alojar un Doble Vidrio Aislante para mejorar la aislación acústica es recomendable realizar una renovación integral de la ventana, existiendo hoy sistema de recambio en seco sin obra gruesa, es decir, dejando el marco existente por debajo del nuevo marco.