

VIDRIOS PARA TECHOS

Criterios de selección para controlar el ingreso de la luz, la radiación solar y las pérdidas de calor.

Un techo vidriado constituye uno de los recursos de diseño más empleados por los arquitectos en la actualidad. Entre otras funciones permite revitalizar un espacio interior oscuro brindándole luz natural, ventilación y contacto visual con el mundo exterior. Para lograr dicho objetivo simultáneamente con un adecuado nivel de confort térmico y visual debe seleccionarse con cuidado el tipo de vidrio a utilizar en cada caso. Con tal finalidad, es objetivo de este boletín poner en evidencia los aspectos que deben ser tenidos en cuenta al seleccionar el tipo de vidrio adecuado para un techo.

INTRODUCCIÓN

En primer lugar, a los efectos de este boletín, debemos diferenciar un techo vidriado de un jardín de invierno cuya finalidad primordial es la de captar y acumular calor solar con el propósito de conservar dicha energía para colaborar con un sistema de calefacción. En tal sentido definimos como techo vidriado a aquella estructura con un cerramiento de vidrio cuya finalidad primordial es la de permitir la mayor captación de calor radiante del sol posible.

En este boletín técnico nos referiremos al techo vidriado que busca vincular en forma cenital un espacio interior con el exterior y cuya finalidad principal es la de permitir el ingreso de luz natural a un espacio interior. Dicho espacio vidriado cenitalmente puede ser, entre otros destinos, el estar de una vivienda, la circulación de un centro comercial, el patio de una escuela o de un hospital, etc. Un techo vidriado además de satisfacer el objetivo primario de permitir el ingreso central de la luz natural y brindarnos visuales del espacio exterior deberá satisfacer tres aspectos básicos:

- Que la intensidad de la luz no sea excesiva para la actividad que se desarrollará debajo del techo vidriado.
- Que la radiación solar que ingresa no produzca el sobrecalentamiento no deseado del aire del local.
- Que brinde un adecuado nivel de aislación térmica para evitar pérdidas o ganancias excesivas de calor.

Adicionalmente también es sumamente importante evaluar otros aspectos tales como:

- Evitar la condensación superficial del vidrio.
- Garantizar la seguridad de sus ocupantes.
- Brindar un buen nivel de aislación acústica.

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Destino y características del espacio con techo vidriado

El destino del local define, en primera instancia, el nivel de confort visual requerido. La altura del techo vidriado respecto del plano de trabajo y/o de la cabeza de las personas junto con el volumen de aire del local son factores que inciden sobre el confort térmico, en particular cuando existe incidencia directa de los rayos del sol sobre el área de piso comprendida por el techo vidriado y cuando la distancia entre la superficie del vidrio y el piso es poco significativa –por ejemplo 3 a 4 metros–. El color del solado y de los muros son otros aspectos por considerar. Los colores claros reflejan la luz y dicha reflexión puede ser molesta. En cambio, los

colores oscuros tienden a absorber y acumular la energía solar pudiendo incidir en la falta de confort térmico por efecto de sobrecalentamiento.

Orientación solar

La forma de un techo vidriado tiene incidencia sobre la posibilidad de ingreso directo de la radiación solar. En la etapa de diseño puede llegar a controlarse la forma del techo a fin de evitar, en la medida de lo posible, la incidencia solar directa, la que puede llegar a producir molestias a ciertas actividades y/o producir el envejecimiento prematuro de ciertos materiales y colores. La radiación solar sobre el plano horizontal es la más importante, siendo para el área de Buenos Aires del orden de 1000 W/m² durante la época estival.

Región bioclimática

Las temperaturas medias de verano o invierno son otro factor por considerar junto con la orientación solar y las necesidades de calefacción o refrigeración. Cuando el clima predominante es cálido debe considerarse que una superficie vidriada horizontal es una muy importante fuente de ingreso de calor solar que puede producir situaciones extremas de falta de confort que sólo pueden optimizarse empleando cristales con un bajo coeficiente de Factor Solar, junto con un eficiente sistema de refrigeración. Cuando el clima predominante es frío, las ganancias de calor a través de un techo vidriado son en general bienvenidas, no obstante, debe verificarse que no se produzca condensación sobre los vidrios durante los días nublados o durante la noche. Tanto en climas cálidos como en climas fríos siempre es conveniente que exista la posibilidad de ventilar el local por la parte superior, con el objetivo de desalojar el aire caliente acumulado en los estratos más altos del local, en particular en el caso de locales de escaso volumen de aire y poca altura entre la superficie del techo vidriado y el piso.

Visuales

Estas son un aspecto importante para decidir la forma y la inclinación de un techo vidriado. Si las mejores visuales coinciden con la orientación solar más desfavorable, el diseñador deberá optar o sacrificar algún aspecto de ambas situaciones. Siempre debe recordarse que la trayectoria del sol varía significativamente en altura y recorrido entre el verano y el invierno, pudiendo estar en el análisis de dicho aspecto la solución al problema.

VIDRIOS PARA TECHOS

Criterios de selección para controlar el ingreso de la luz, la radiación solar y las pérdidas de calor.

CONTROL DE LA LUZ NATURAL

Se define como lux o lumen/m² a la intensidad de iluminación definida por el flujo luminoso que llega perpendicularmente a una superficie. Los siguientes valores corresponden a la luminosidad del cielo para diferentes latitudes.

Latitud	Luminosidad del cielo Luz
0	17.000
10	15.000
20	13.000
30	7.000
40	6.000
50	5.000

Objetivos de la iluminación natural

Básicamente son tres: iluminación para trabajar, iluminación para ambientar e iluminación para ahorrar energía.

Luz natural para trabajar

Implica la provisión de una adecuada cantidad de luz para permitir la realización de una tarea. Por ejemplo, leer, escribir, realizar una operación de montaje, etc. Existen estándares establecidos por normas, que indican los niveles recomendados de iluminación para cada tarea. Una adecuada luz para trabajar no puede ser provista sólo por el de luz natural a lo largo de toda la jornada de trabajo, sino que debe ser complementada por una fuente de iluminación artificial. Cuanto más exigente es la tarea visual, mejor debe ser la calidad de iluminación.

Luz para ambientar

Es la concerniente con el aspecto de un espacio interior y su contenido. El nivel de iluminación es generalmente menor que el de la luz para trabajar.

Luz para ahorrar energía

El uso de la luz natural combinada con fuentes artificiales de iluminación constituye un medio efectivo para ahorrar energía y mantener un alto nivel de iluminación en un espacio interior.

Propiedades de los vidrios y su influencia en la calidad y cantidad de luz natural

La transmisión de luz visible es el coeficiente que define que porcentaje de luz natural atraviesa el vidrio. Mientras más alto es este coeficiente mayor cantidad de luz ingresará al ambiente. El coeficiente de TL del vidrio incoloro de 6mm de espesor es 0.87, es decir que el 87% de la luz que llega al vidrio ingresa al interior del ambiente.

Vidrio	Transmisión de luz
Incoloro 6 mm	0,87
De color:	
Gris 6 mm	0,39
Bronce 6 mm	0,46
Verde 6 mm	0,66
Reflective 6 mm	0,20

Resplandor

El resplandor es el resultado de un excesivo contraste de iluminación o es el producto de una iluminación excesiva. La reacción de las personas al resplandor es subjetiva, no obstante, puede ser percibido de dos maneras:

Resplandor muy molesto o discapacitante

Causado por la incidencia directa de la luz solar sobre el plano de visión, éste puede ser tan intenso que impide a una persona la realización de una tarea determinada como leer o escribir.

Resplandor poco confortable

La molestia que causa es menos severa que el resplandor discapacitante. Es causante de disconfort e irritación sin llegar a impedir la visión. Usualmente es causado por la presencia de objetos y superficies brillantes en el campo de visión, pero con una luminosidad menor que para el caso del resplandor discapacitante. Nubes blancas en un cielo celeste, la reflexión del sol sobre el terreno o sobre las superficies de un entorno reflejante pueden causar resplandor poco confortable.

Vidrio y resplandor discapacitante

Mediante la reducción de la transmisión de luz del 87% al 60% se obtiene una mejora perceptible para reducir el resplandor discapacitante causado por la incidencia directa del sol.

VIDRIOS PARA TECHOS

Criterios de selección para controlar el ingreso de la luz, la radiación solar y las pérdidas de calor.

Luminancia típica del cielo claro (cd/m²)

Posición del sol	Vidrio			
	Sin Vidrio	Incoloro	Color	Reflectivo
De frente al sol:				
Verano	7500	6673	5400	5250
Equinoccio	6000	5340	4320	4200
Invierno	4000	3560	2880	2800
De espaldas al sol:				
Verano	3500	3115	2520	2450
Equinoccio	2000	1780	1440	1400
Invierno	1000	890	890	700
90° respecto del sol				
Verano	3600	3115	2520	2450
Equinoccio	2500	2225	1800	1750
Invierno	2000	1780	1440	1400

Corrección del resplandor

En algunos casos, durante la etapa de diseño, puede solucionarse reorientando la posición del vidrio para evitar la entrada directa del sol. Eventualmente también puede reubicarse la disposición interior a fin de evitar las molestias causadas por un resplandor excesivo. Otro recurso es emplear dispositivos de sombreado exterior o interior (parasoles o cortinados) y/o disminuir el Factor Solar del vidrio mediante la aplicación de "serigrafía" con distintos porcentajes de cubrimiento. En general el resplandor puede ser evitado en un techo vidriado mediante la obtención de alguna forma de sombreado de modo tal que las áreas brillantes no puedan ser visualizadas directamente desde un ángulo de 35° o menor respecto de la horizontal.

CONTROL SOLAR

La ganancia de calor, fundamentalmente de calor solar, a través de un techo vidriado, puede contribuir al calefaccionado del edificio. Desde otro punto de vista puede causar discomfort térmico y/o aumentar la necesidad de refrigeración. El empleo de vidrio de control solar, coloreado en su masa o reflectivo, es empleado para reducir el ingreso de calor no deseado.

MODIFICANDO EL DESEMPEÑO DEL VIDRIO DE CONTROL SOLAR

Aprovechando las diferentes propiedades de transmisión, reflexión y absorción, es posible especificar un vidrio o la combinación de vidrios con el nivel deseado de control solar. Dicho control puede ser obtenido empleando:

- Vidrios coloreados en la masa (con elevada absorción)
- Vidrios reflectantes (con reflectividad y absorción elevadas)

- Combinando vidrios coloreados en su masa con vidrios reflectivos en forma de vidrio laminado con PVB
- Combinando vidrio simple o unidades de doble vidriado hermético con parasoles o con persianas. Toda reducción en la energía solar total transmitida, generalmente también produce una disminución de la luz visible transmitida. Algunos vidrios coloreados en su masa y algunos revestimientos reflectivos tienen la capacidad de frenar la radiación no visible (calor radiante), dejando pasar una mayor proporción de luz visible, por ejemplo, el vidrio verde es uno de ellos.

VIDRIOS DE CONTROL SOLAR VALORES DE TRANSMISIÓN

Composición del vidriado	Transmisión de luz visible (TL)	Factor Solar (FS)
Vidrio incoloro 6 mm	87%	0.90
Blindex Solar Neutro 4+4	52%	0.53
Blindex Solar Verde 4+4	62%	0.51
Blindex Solar Gris 4+4	21%	0.30
Blindex Solar Azul 4+4	22%	0.33
DVH 6/12/Laminado 4+4 incoloro	77%	0.69
DVH Blindex Solar Neutro 4+4/12/Laminado 4+4 incoloro	46%	0.42
DVH Blindex Solar Verde 4+4 / 12/ Laminado 4+4 incoloro	55%	0.40
DVH Blindex Solar Gris 4+4 / 12/ Laminado 4+4 incoloro	18%	0.21
DVH Blindex Solar Azul 4+4 / 12/ Laminado 4+4 incoloro	19%	0.22

Cuanto menor es el valor del Factor Solar, mayor es la capacidad del vidrio para rechazar el ingreso de calor solar radiante.

AISLACIÓN TÉRMICA

Para mejorar la capacidad de aislación térmica de un vidriado el único recurso es interponer una cámara de aire estanca entre dos láminas de vidrio. Un simple vidriado tiene un coeficiente de transmitancia térmica $K = 5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Un doble vidriado tiene un coeficiente de transmitancia térmica $K = 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ o menos, dependiendo la configuración.

Este aumento en la resistencia térmica del vidrio permite disminuir los problemas de condensación de humedad durante los días fríos en ambientes con una elevada humedad y temperatura ambiente y disminuir en por lo menos un 50% las pérdidas de calor de calefacción. La decisión de emplear en un techo un simple vidriado o unidades de doble vidriado hermético, compuesto por uno o ambos vidrios de control solar, depende de los siguientes factores:

- El área relativa de la superficie vidriada del techo respecto de la superficie del local. A mayor superficie vidriada, mayor es el requerimiento de control solar y aislación térmica.

VIDRIOS PARA TECHOS

Criterios de selección para controlar el ingreso de la luz, la radiación solar y las pérdidas de calor.

- Grado de asoleamiento directo.
- Actividad y nivel de confort térmico requerido en un determinado ambiente.
- Altura del vidriado respecto del piso y volumen de aire encerrado por el techo vidriado. A menor altura y volumen de aire mayor es el requerimiento de control térmico.
- Locales con elevada temperatura y humedad ambiente requieren, para evitar los problemas de condensación, el empleo de unidades de doble vidriado hermético con vidrios de baja emisividad (LowE) y control solar.
- Para una mayor aislación acústica se requiere el empleo de unidades de doble vidriado hermético compuestas por vidrios laminados de fuerte espesor.

CONCLUSIONES PARA ESPECIFICAR VIDRIOS PARA TECHOS

- 1) Por razones de seguridad todo vidrio para techos debe ser del tipo BLINDEX Laminado con PVB. Cuando se trata de unidades de doble vidriado hermético el vidrio interior siempre debe ser del tipo laminado, pudiendo el vidrio exterior ser templado.
- 2) Sólo en raras ocasiones, cuando la orientación solar del techo no recibe asoleamiento directo y su superficie respecto a la del local es pequeña se recomienda el empleo de vidrio laminado incoloro.
- 3) En general siempre es deseable que el vidrio a emplear en un techo permita filtrar un porcentaje de la luz visible a fin de evitar las molestias causadas por un resplandor excesivo. Aun con vidrios de baja transmisión de luz visible, la luz que pasa es en general suficiente para la mayoría de las actividades. El exceso es más molesto que la falta de luz natural.
- 4) Cuando la superficie vidriada de un techo es de gran tamaño, tanto en climas fríos o cálidos, debe emplearse vidrio de control solar. El factor solar requerido depende del balance térmico del local y/o de la ventilación de los estratos superiores de la cubierta.
- 5) Para evitar los problemas de condensación superficial en locales con elevada humedad relativa ambiente, el empleo de DVH con vidrios de baja emisividad constituye la única solución de carácter pasivo eficaz, además de una ventilación adecuada. Para mayor información acerca del empleo de vidrio para techos consulte el BI 20.