



## Información Técnica.

### Rompimiento Térmico del Vidrio.

#### Introducción

El rompimiento térmico es un fenómeno relativamente común en el vidrio, y puede ocurrir por varias razones. Generalmente el estrés térmico en el vidrio ocurre como resultado de la exposición del vidrio a los rayos solares directos.

Cuando la energía incide sobre el vidrio, una parte es transmitida directamente, otra parte es reflejada y el remanente es absorbido por la masa del vidrio. La energía absorbida calienta el vidrio, generando un estado de expansión de las moléculas (y por ende, de expansión del vidrio)

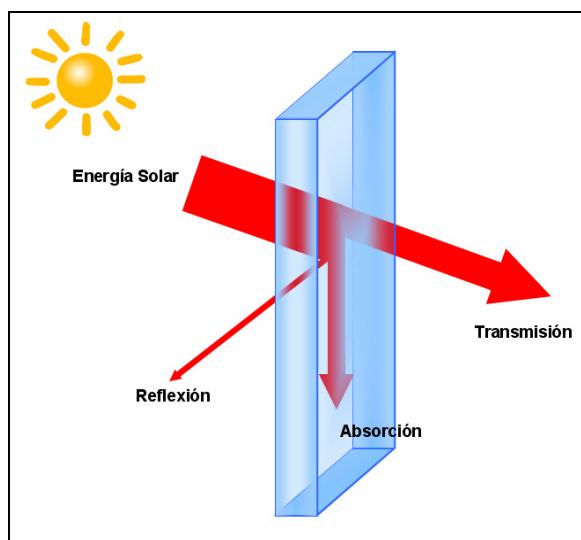


Figura 1. Comportamiento térmico del vidrio.

Si el vidrio se calienta uniformemente, el paño entero se expande. Si el vidrio se calienta de manera no uniforme (por ejemplo, parte central del vidrio caliente, y bordes fríos), se generan gradientes (diferencias) de temperatura en el área total del vidrio, creando estrés por tensión térmica. La cantidad de estrés térmico está en función de la diferencia de temperatura dentro del vidrio. El rompimiento térmico ocurre cuando el valor de la tensión provocado por el estrés térmico excede el valor de la resistencia del borde del vidrio.

Para evitar el rompimiento térmico, es muy importante determinar las variables que lo determinan:

## Tipo de vidrio

Ciertos tipos de vidrio de color y vidrios con recubrimiento reflectivo y/o bajo emisivo son inherentemente propensos a experimentar rompimiento térmico.

Algunos vidrios de color de alto desempeño y vidrios reflectivos tienen altos índices de absorción de energía solar, en el rango de 70 a 80 %. En la mayoría de los casos estos productos requieren que el vidrio sea tratado térmicamente (termo-endurecido o templado) para eliminar el riesgo de rompimiento térmico.

En algunos casos debe analizarse la necesidad del tratamiento térmico en vidrios de color, instalados en obras con condiciones marginales de sombra u orientación de la fachada.

Como norma general conforme aumenta la absorción de energía del vidrio, aumenta el riesgo de experimentar rompimiento térmico. La absorción de energía solar también esta influenciada por el espesor y configuración del vidrio. A mayor espesor, un vidrio de determinado color, tiene mayor porcentaje de absorción.

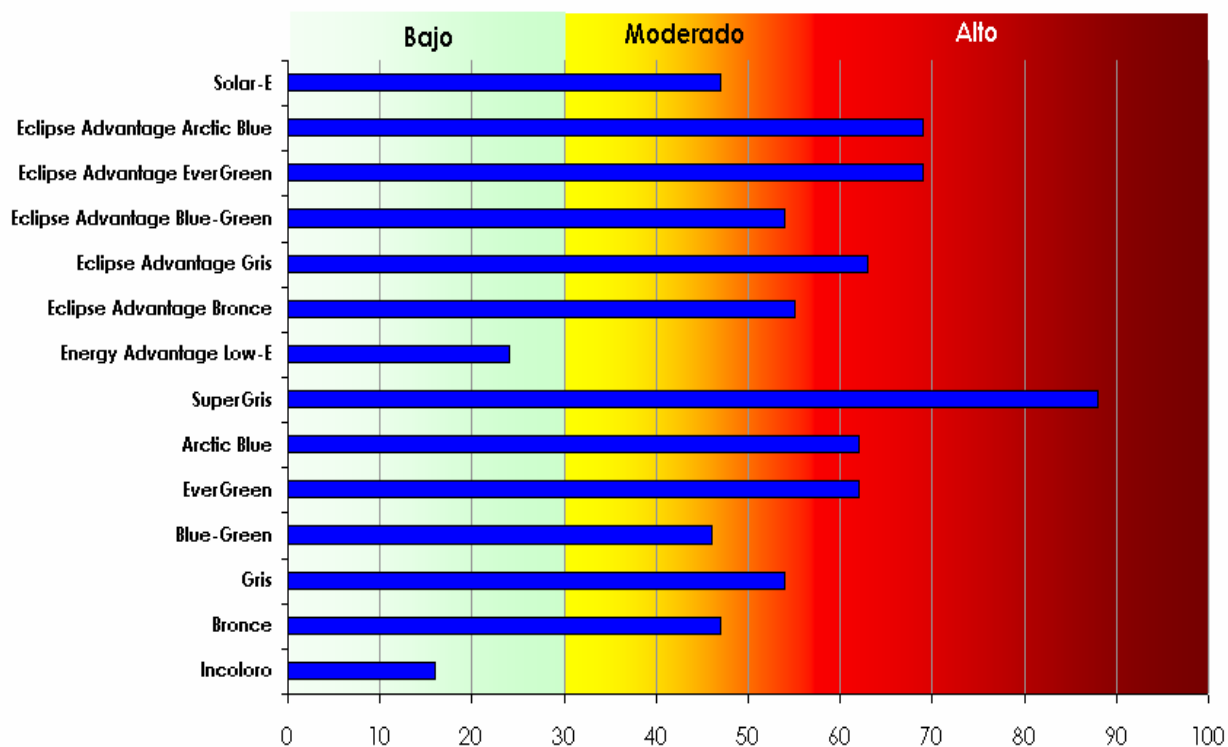
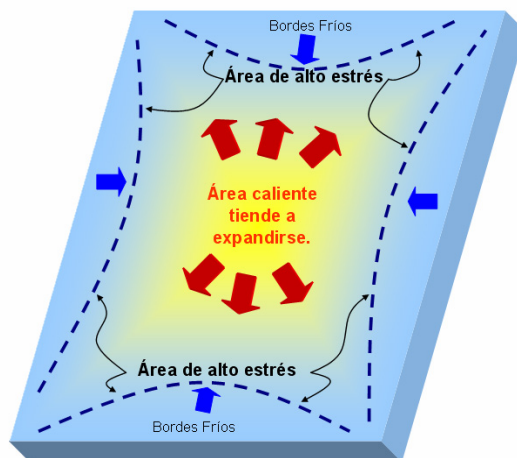


Figura 2. Porcentaje de absorción y riesgo de rompimiento para varios tipos de vidrios, en configuración monolítica.

## Calidad de los bordes

En aplicaciones convencionales de ventanería, los gradientes o diferencias de temperatura ocurren en una delgada zona entre los bordes cubiertos por los marcos y el área central del vidrio expuesta a los rayos del sol. Los bordes del vidrio están cubiertos por lo general más de 12 milímetros, lo que los aísla levemente de los rayos del sol. Como resultado de esto, la temperatura de los bordes del vidrio aumenta más lentamente que la del centro del vidrio cuando el sol calienta.

Cuando los bordes del vidrio están ocultos o sombreados, se genera un mayor estrés térmico porque la sombra no permite que la temperatura aumente de la misma forma que aumenta en el centro del vidrio (ver [Figura 3](#)). Como resultado de los bordes fríos o de la gran diferencia de temperatura entre el centro y los bordes del vidrio, ocurre una mayor tensión en el vidrio que busca puntos débiles en el borde (micro fisuras, golpes, chonelas) para liberarse y originar el rompimiento.



**Figura 3.** Generación de estrés térmico por calentamiento no uniforme del vidrio.

Es importante indicar que el canto cortado (filoso) puede resistir una tensión de aproximadamente 2400 psi (libras/pulgada<sup>2</sup>). Debido al coeficiente de expansión térmica del vidrio flotado, una diferencia de 1°C en el área del vidrio produce aproximadamente 100 psi de tensión. De esta forma en una ventana normal con bordes a 21°C y el centro del vidrio a 48°C por efecto de los rayos solares incidentes, se tiene una diferencial de 27°C. Como resultado la tensión será de 2500 psi (100 psi mayor que la resistencia), lo que es suficiente para causar el rompimiento térmico.

Una forma de mejorar la resistencia en los bordes es mediante el proceso de cantedado o pulido con brillo, el cual elimina un alto porcentaje de micro fisuras generadas durante el corte del vidrio.

## Patrones externos de sombra

Los patrones de sombra exterior pueden tener diferentes efectos en el vidrio. Bajo ciertas condiciones marginales incluso vidrios de color sin recubrimiento reflectivo deberían ser tratados térmicamente (ver [Figura 4](#)).

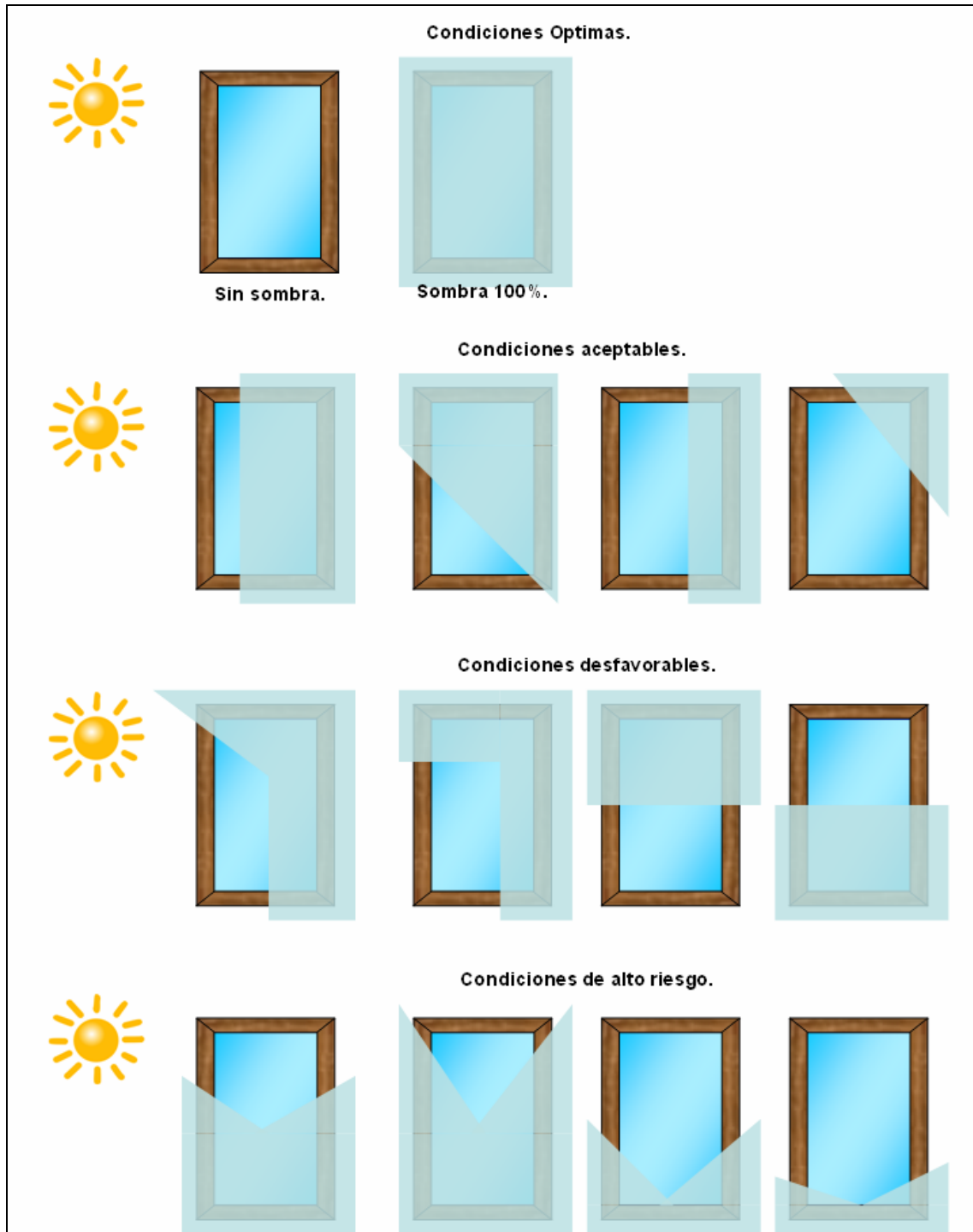


Figura 4. Condiciones de sombra.

## Tamaño del Paño y Espesor

El riesgo de rompimiento térmico aumenta conforme aumenta el área del vidrio y el espesor, debido a potenciales problemas en el corte, manipulación e instalación. Cualquier daño en los bordes del vidrio tendrá un impacto negativo en la seguridad térmica del mismo.

## Cobertura del Borde

El riesgo de rompimiento aumenta cuando el borde del vidrio está cubierto por más de 40 milímetros por el marco.

## Sombra Interna

Espacios cerrados pueden atrapar excesivo calor (ver Figura 5). Las persianas o cortinas claras reflejan el calor hacia el vidrio por lo que aumentan el factor de rompimiento. Las cortinas oscuras absorben el calor por lo que reducen el factor de rompimiento. Si existe un espacio de 50 mm o más alrededor del perímetro de la cortina o persiana, el vidrio estará considerablemente ventilado y por lo tanto el factor de rompimiento será menor.

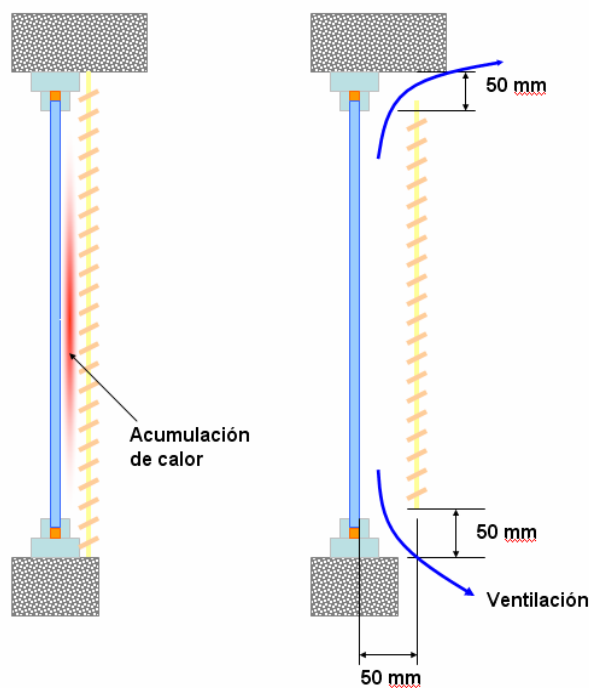


Figura 5. Dispositivos de sombra interna. A la izquierda forma no recomendada, a la derecha la forma óptima de ubicar el elemento interno (cortina o persiana).

## Fuentes de enfriamiento o calefacción

La corriente de aire frío o caliente directamente aplicadas a la superficie del vidrio pueden crear diferencias de temperatura excesivas las cuales resultan en rompimiento. Las corrientes de aire no deben dirigirse hacia el vidrio.

## Polarizado o laminas reflectivas

La aplicación de laminas reflectivas, papel, pintura o polarizado aumentan la posibilidad de rompimiento térmico. Extralum S.A. no recomienda la aplicación de láminas de ningún tipo en la superficie interior del vidrio.

## Patrón de rompimiento

El patrón típico de rompimiento térmico se caracteriza por iniciar en un borde y con un ángulo cercano a los 90°. Fracturas térmicas por condiciones de bajo estrés pueden ser resultado de daños en los bordes del vidrio durante la fabricación, manipulación o instalación. Ver Figuras 6 y 7.

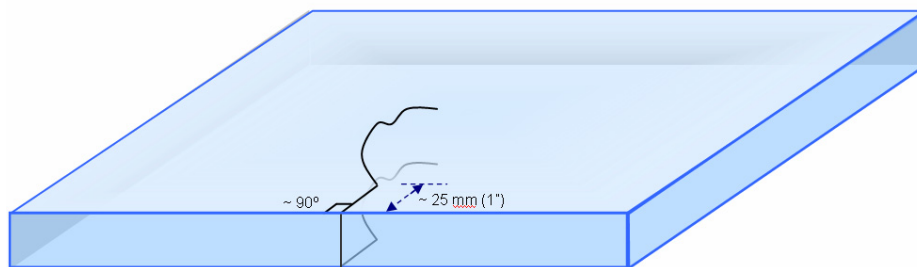


Figura 6. Patrón de rompimiento térmico de bajo estrés (< 1500 psi). El rompimiento inicia perpendicular a un borde (90°) y continua así por al menos 25 mm (1 pulgada) pero no finaliza en otro borde.

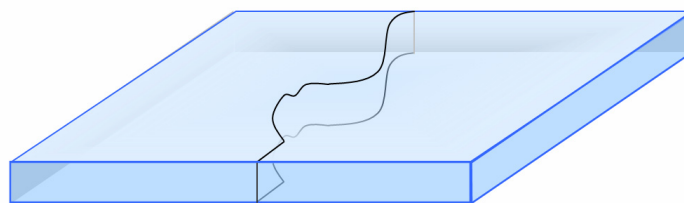
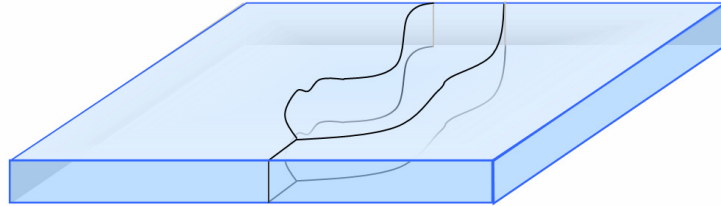


Figura 7. Patrón de rompimiento de bajo estrés (~ 1500 psi). El rompimiento inicia perpendicular al borde y finaliza en otro.

Rompimientos por alto estrés son indicadores de que el vidrio es incapaz de soportar el estrés térmico del ambiente o instalación. Para minimizar el riesgo, será requerido un vidrio tratado térmicamente. Ver [Figura 8](#).



[Figura 8](#). Patrón de rompimiento térmico de alto estrés (~ 3500 psi). El rompimiento inicia perpendicular al borde y se ramifica en dos o más direcciones.

**El riesgo de rompimiento térmico debe ser determinado durante la fase de diseño del proyecto. Al igual que para rompimiento espontáneo de vidrio templado, Extralum S.A. no extiende ninguna garantía, ni reconocimiento ante reclamo por rompimiento de vidrio por cualquier causa o teoría posible.**

Ante cualquier duda consulte al Departamento de Ingeniería de Extralum S.A.

DEPARTAMENTO INGENIERIA  
EXTRALUM S.A.  
+506 2277 1900  
[www.extralum.com](http://www.extralum.com)  
[dptoingenieria@extralum.co.cr](mailto:dptoingenieria@extralum.co.cr)