VASA®
VIDRIERIA ARGENTINA S.A.

BOLETIN INFORMATIVO **BI 21**

FLOAT®
Prevención de fracturas por tensión térmica

La fractura de un paño de FLOAT producida por el efecto de una tensión térmica excesiva, es a menudo una fuente de inconvenientes y conflictos. Afortunadamente sus causas pueden ser minimizadas o totalmente neutralizadas mediante proyecciones apropiadas durante la etapa de diseño y especificación y/o durante el corte, manipuleo e instalación en obra.

Si bien en la mayoría de los Boletines anteriores se ha hecho referencia a la posible ocurrencia de este fenómeno de índole térmica y a la vez de cómo prevenirlo, es propósito de este informe profundizar acerca de sus causas y señalar las precauciones a tener en cuenta para prevenir la rotura de un vidrio sometido a tensiones de índole térmica.

CAUSAS DE LA TENSION TERMICA

El FLOAT es usualmente instalado en una abertura mediante la retención de sus bordes con contravidrios. Expuesto a la radiación solar, el área central absorbe calor, aumenta su temperatura y se dilata. Los bordes del paño, protegidos de la radiación por los contravidrios, permanecen fríos; la dilatación diferencial resultante entre el centro caliente y los bordes fríos, en el caso que lleguen a la tensión de rotura, pueden causar la fractura térmica del vidrio (ver figura 1).

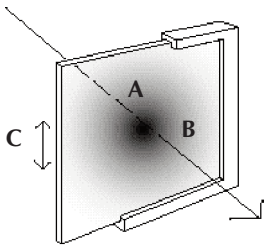


Figura 1: generación de tensión térmica
A: caliente, trata de expandirse
B: frío, resiste la expansión
C: tensión de tracción

El FLOAT de color y los cristales reflectantes instalados con su faz reflectiva mirando hacia el interior, por presentar una mayor absorción de calor, son más susceptibles a fracturarse por tensión térmica que un FLOAT incoloro.

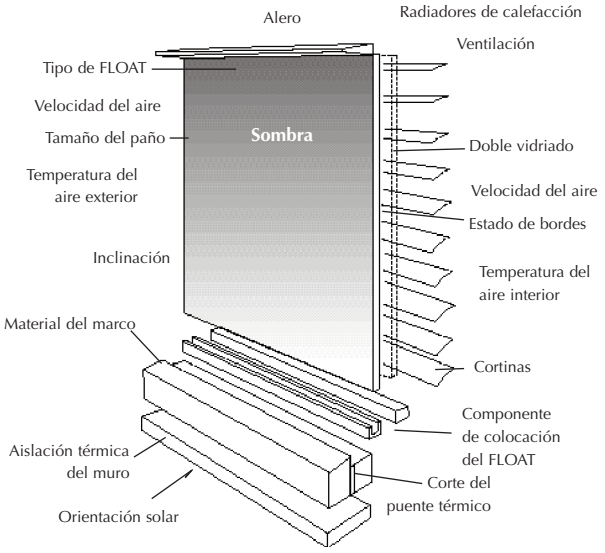
Asimismo una elevación rápida de la temperatura del aire en cualquiera de las caras del FLOAT puede tener consecuencias similares.

La magnitud de la tensión depende de la diferencia de temperaturas entre las zonas fría y caliente de la distribución del gradiente de calor sobre el paño.

Cualquier circunstancia o factor que incentiven la situación del centro caliente / bordes fríos, contribuirán a aumentar la magnitud de la tensión.

ABERTURAS Y TENSION TERMICA

En el siguiente esquema se señalan los principales aspectos que influyen en la generación de tensiones térmicas sobre el paño vidriado de una ventana. Para una mayor claridad en el dibujo se han omitido factores tales como la proyección de sombras exteriores.



FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SEGURIDAD TERMICA

Los siguientes factores tienden a aumentar la cantidad de calor absorbido por las áreas expuestas de un paño vidriado por la radiación solar u otras fuentes de calor:

- **Material del marco de la abertura**
- **Intensidad de la radiación solar**
- **Variación diurna de temperaturas**
- **Absortancia térmica del vidrio**
- **Vidriado múltiple o doble vidriado hermético**
- **Las láminas de control solar**
- **El sombreado externo**
- **El sombreado interno**
- **La cobertura del borde del paño**
- **El estado de los bordes del FLOAT**
- **El tamaño y el espesor del FLOAT**
- **El tipo de FLOAT o vidrio CATEDRAL**
- **Daños por manipuleo de estiba en obra**

MATERIAL DEL MARCO DE LA ABERTURA

Las diferencias de temperatura entre el centro y los bordes de un paño están influenciadas por el material del marco. Sus propiedades de conductividad térmica contribuyen a determinar la temperatura del borde oculto del paño. Si el marco presenta un buen contacto térmico con la estructura del muro, por ejemplo una pared gruesa de ladrillos, el vidrio perderá calor por conducción hacia la masa fría de la misma, contribuyendo a mantener baja la temperatura de los bordes. Si el marco está térmicamente aislado del muro, los bordes del vidrio tenderán a calentarse más rápidamente, contribuyendo a disminuir la tensión térmica.

Influencia del material del marco para reducir la tensión térmica por borde frío/centro caliente

Material del marco	Reducción
Hormigón y ladrillos	0%
Madera	10%
Metal de color claro	20%
Metal de color claro con corte de puente térmico	25%
Metal de color oscuro	25%
Metal de color oscuro con corte de puente térmico	30%
Material plástico o goma	50%
Doble vidriado hermético estructural	60%
Simple vidriado estructural	70%

EFECTO DE LA RADIACION SOLAR

La intensidad de la radiación solar sobre un paño vidriado está definida por:

- La ubicación geográfica del edificio (latitud).
- Orientación e inclinación del paño respecto de la vertical.
- Estación del año y la hora del día.
- Presencia de nubes y polución atmosférica.
- Reflectividad del terreno y de estructuras adyacentes al edificio.
- Debe advertirse que una fractura por tensión térmica puede producirse tanto en verano como en invierno y en algunos casos también durante la noche.

EFECTO DE LA VARIACION DIURNA DE TEMPERATURAS

La temperatura del aire exterior puede variar considerablemente desde un mínimo, antes del amanecer, hasta su nivel máximo entre las 14 y 15 hs. La temperatura de las áreas vidriadas expuestas tiende a seguir el aumento matinal de la marca termométrica, pero los bordes protegidos se calientan mucho más lentamente por efecto de la inercia térmica del muro oculto por el marco.

EFECTO DE LA ABSORTANCIA TERMICA

Los cristales de control solar como el FLOAT coloreado en su masa, también denominado absorbente de calor, y los FLOAT reflectivos con su masa de color, absorben más energía solar que un FLOAT incoloro.

EFECTO DEL VIDRIADO MULTIPLE

En las unidades de doble vidriado hermético compuesto por un FLOAT de control solar, la temperatura del mismo tiende a incrementarse.
Esto se debe al efecto aislante de la cámara de aire que impide la disipación del calor del paño exterior, de control solar, hacia el exterior, incentivando el proceso de tensión térmica.
En aberturas con paños corredizos vidriados con FLOAT de control solar, la eventual superposición de un paño sobre otro produce el efecto de un doble vidriado, incrementando el potencial de tensión térmica en los cristales.

EFECTO DE LAS LAMINAS DE CONTROL SOLAR

Cuando éstas se aplican en la cara interior de un FLOAT recocido de color, la reflectividad de dichos films de material plástico, puede producir el sobrecalentamiento del paño y ocasionar su fractura por tensión térmica.

EFECTO DEL SOMBREADO EXTERIOR

Las sombras producidas por aleros, columnas, árboles, arbustos y construcciones vecinas, pueden proyectar sombras con distintas formas sobre las áreas vidriadas. Estas pueden generar diversos grados de tensión térmica, dependiendo su intensidad de la combinación e influencia de todos los factores enumerados en este informe.
La máxima tensión térmica se produce cuando una superficie igual o menor al 25% de un paño, está afectada por una sombra estática o permanente y/o cuando el sector sombreado abarca más del 25% del perímetro del paño.
Una sombra es considerada permanente o estática cuando su duración es igual o mayor a 4 hs.; cuando su permanencia es menor a 4 hs. es considerada como una sombra móvil (ver BI 13).

EFECTO DEL SOMBREADO INTERNO

Las cortinas de tipo venecianas y otras formas de sombreado interior, pueden interferir en la ventilación y la libre circulación de aire sobre la cara interior del FLOAT. Asimismo pueden reflejar la radiación incidente reirradiándola a través del vidriado e incrementando, según sus características y el tipo de FLOAT, la temperatura del paño. Para considerar ventilado el espacio entre un paño vidriado y una persiana, su ancho será no menor a 50 mm y deberá permitir el paso del aire en sus partes inferior y superior.

COBERTURA DEL BORDE DEL PAÑO

La cobertura del borde será suficiente para retener con seguridad el paño de FLOAT en el marco de la abertura de acuerdo con el espesor del paño y las solicitaciones por carga de viento. En general no supera el equivalente al espesor del FLOAT más 2/3 mm.
A medida que aumenta la altura del contravidrio también aumenta la diferencia de temperatura entre el centro y el borde del paño. La distribución de temperatura sobre una hoja de FLOAT con los bordes sombreados, está ejemplificada en la figura 2, para diferentes tiempos de exposición. Puede notarse que el gradiente inicial entre el borde aislado y el centro expuesto al cabo de medio minuto, se convierte en un salto térmico importante después de varios minutos (ver figura 2).

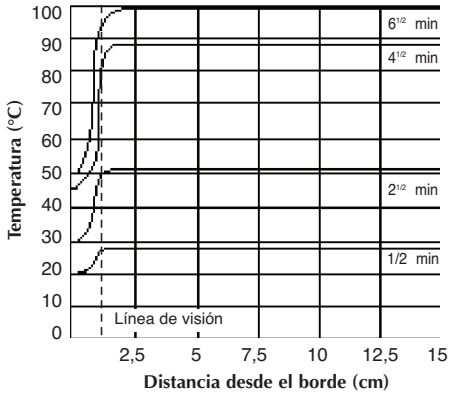


Figura 2:
Distribución de la temperatura sobre el FLOAT con sus bordes ocultos.

TAMAÑO Y ESPESOR DEL FLOAT

Las dimensiones y el espesor del paño influyen sobre la seguridad térmica de un FLOAT de control solar. La probabilidad de que una falla crítica esté presente en el borde, será menor cuanto menor sea la superficie del borde (producto del perímetro por el espesor). Cuanto más grande y más grueso sea el paño, más difícil es de cortar, manipular y colocar sin causar daños en los bordes, introduciendo así fuentes potenciales de fractura térmica.

ESTADO DE LOS BORDES DEL FLOAT

Una fractura térmica usualmente se produce por la acción de una tensión de tracción situada en el borde del paño y paralela al mismo. La posibilidad de que ocurra una rotura, depende, en buena medida, de la presencia y tamaño de las imperfecciones sobre sus bordes. Consecuentemente, la condición de los mismos es extremadamente importante, pues en casi todos los casos la rotura térmica se producirá por la ampliación de una falla en el borde del FLOAT. Cuando se emplea un FLOAT recocido, un corte neto y limpio, es el estado de bordes más satisfactorio para instalar un FLOAT de control solar.
En la práctica, es el borde más resistente el que puede obtenerse con rueda de carburo de tungsteno y es el que brinda menores posibilidades para que se produzca una fractura por tensión térmica (figura A).
Hasta cierto grado, las imperfecciones en forma de "plumas" también pueden considerarse aceptables (figura B).
La calidad de corte especificada en la figura C, es apenas aceptable. Si la cantidad de imperfecciones en forma de plumas supera las del ejemplo, el paño no debería ser instalado. Ningún FLOAT de control solar debe ser pinzado para llevarlo a la medida requerida, ni tampoco se admitirá la presencia de escallas. En ambos casos, dichos paños no deberán ser instalados en fachadas asoleadas en forma directa o por reflexión (figura D).

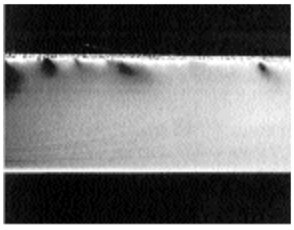


Figura A

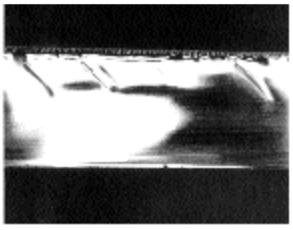


Figura B

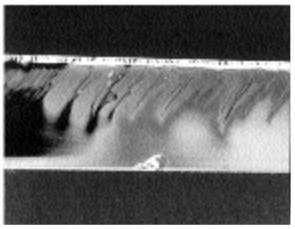


Figura C

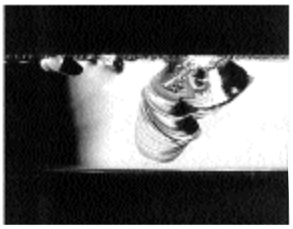


Figura D

ESTADO DE LOS BORDES DEL FLOAT LAMINADO CON PVB

Cuando se emplea FLOAT laminado con PVB, sus bordes deben ser pulidos o arenados. Bajo ninguna circunstancia debe instalarse en aberturas exteriores cuando sus bordes presentan escallas o pinzaduras.

TIPO DE FLOAT O VIDRIO IMPRESO

La resistencia de las tensiones térmicas depende básicamente del tipo de vidrio y del estado de sus bordes. **La siguiente nómina clasifica los diferentes tipos de FLOAT, básico y procesado y a los vidrios impresos Catedral, según su resistencia a las tensiones térmicas, comenzando por el más resistente:**

1. **FLOAT templado**
2. **FLOAT templado y laminado con PVB**
3. **FLOAT térmicamente endurecido**
4. **FLOAT térmicamente endurecido con PVB**
5. **FLOAT de pequeño espesor (hasta 3/4 mm)**
6. **FLOAT laminado de pequeño espesor**
7. **FLOAT de fuerte espesor (5 mm o >)**
8. **FLOAT laminado de fuerte espesor con PVB**
9. **Vidrios impresos CATEDRAL (no templado)**
10. **Vidrio armado con alambre (no apto para templar)**

La resistencia del FLOAT térmicamente endurecido, permite asegurar que es altamante improbable que sea afectado por tensiones térmicas excesivas.
El FLOAT templado nunca romperá por tensión térmica (excepto en caso de incendio).
El FLOAT recocido esmerilado u opacado, incoloro o de color, sometido a la acción de la radiación solar, implica un gran potencial de presentar fracturas por tensión térmica. Para evitarlas, debe emplearse FLOAT procesado por templado o endurecido.

MANIPULEO Y ALMACENAMIENTO DEL FLOAT

Deberá tenerse cuidado de no producir daños en los bordes del FLOAT. Deberá ser estibado sobre tacos de madera u otros materiales, adecuadamente protegido. Estibado en obra, no deberá estar expuesto a la radiación solar, de lo contrario, el paquete de vidrio puede almacenar calor y producir la rotura de uno o más paños por tensión térmica.

DIAGNOSTICO DE FALLAS POR TENSION TERMICA

Con frecuencia es necesario diagnosticar la causa de rotura de un vidriado por tensión térmica.
Las roturas por tensión térmica tienen características definidas que son muy útiles para el diagnóstico. El origen de una fractura por tensión térmica está en borde de paño o muy cerca de él y se inicia en forma perpendicular al mismo.
Si la fractura es de baja tensión, se propaga generalmente de una manera poco manifiesta y a baja velocidad.
La velocidad de propagación puede ser tan baja que la fractura se extiende de a poco durante cada ciclo de aplicación de tensiones (figura 3).
Si la fractura es de alta tensión (figura 4), hay tanta energía almacenada para ser disipada que aquella se divide en dos o más ramas y se propaga a altas velocidades.
El valor de estas observaciones radica en que usualmente es más fácil decidir si una rotura térmica es debida a baja o alta tensión. Si la tensión es baja, la rotura se inició a partir de una seria falla en el borde del vidrio, como por ejemplo un borde severamente pinzado o escallado.
Si la tensión se origina por una excesiva diferencia de temperatura entre los bordes y el centro, debido a que las fallas de los bordes eran tan pequeñas y por lo tanto alta la energía necesaria para vencer esa resistencia, la tensión de rotura es alta.

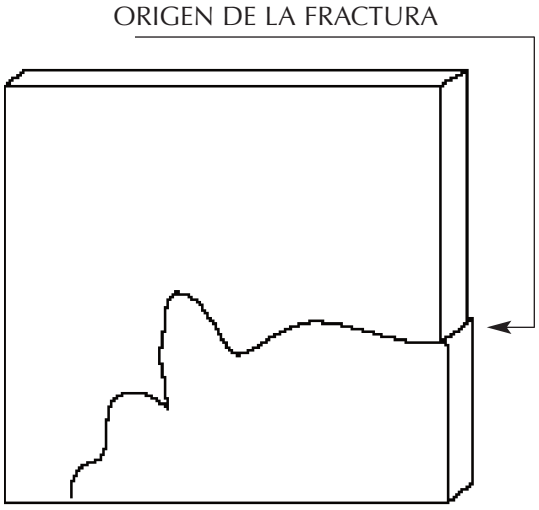


Figura 3: fractura de baja tensión

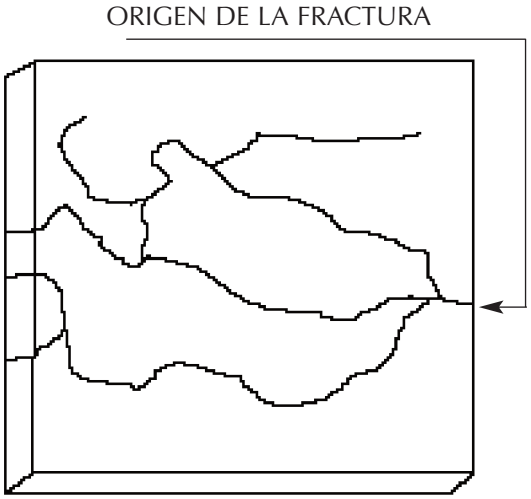


Figura 4: fractura de alta tensión

VASA - Vidriería Argentina S.A.

Las características, propiedades e información sobre los productos se indican de buena fe y como un servicio al mercado. **VASA**, no asume responsabilidad por errores y omisiones que surjan de su lectura o interpretación, ni como consecuencia de su uso.

VASA se reserva el derecho de modificar, sin previo aviso, las características de sus productos.

Para mayor información:
Servicio de Asistencia técnica:
Av. Antártida Argentina y Vías del T. M. Roca
B1836AON - Llavallol - Argentina
Tel.: 54-11 4239-5000 - Fax: 54-11 4239-5105
vasamloc@vasa.com.ar