

EXTRALUM

Información Técnica.

Rompimiento Espontáneo del Vidrio Templado.

Introducción.

Circunstancialmente se conocen casos en los que un vidrio templado “explotó sin ninguna intervención externa, sin motivo aparente” (ver [Imagen 1](#)) y aunque es poco usual, esto es posible y tiene razones científicas y técnicas claras y documentadas. El fenómeno es conocido como “Rompimiento o Estallido Espontáneo” (“*Spontaneous Breakage of Tempered Glass*” por su nombre en inglés).

El primer caso registrado y documentado se dio en el edificio “ICI House Melbourne”, en Australia, durante la década de 1950 ⁽¹⁾.



[Imagen 1](#). Patrón de rotura típica por rompimiento espontáneo.

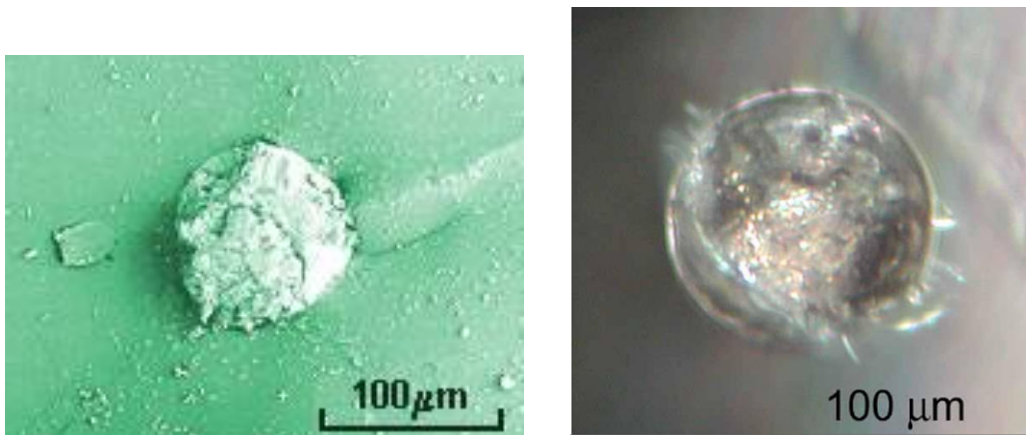
Descripción.

Todo vidrio flotado contiene algún nivel de defectos, incluyendo piedras y burbujas, los cuales son una parte inevitable del proceso de manufactura del vidrio. Un tipo de piedra (cristalina) es el sulfuro de níquel ("NiS"). El Níquel puede estar presente en cualquier lote de vidrio, derivado de los trazos de níquel presentes en la arena, el combustible e incluso de la maquinaria utilizada para mezclar la materia prima. El sulfuro puede venir del combustible o del sulfato de sodio, uno de los ingredientes en la fabricación del vidrio. Cuando el NiS está presente, la cantidad es extremadamente pequeña.

La mayoría de piedras de NiS son estables y no causan problemas. Sin embargo, hay una pequeña cantidad de piedras de NiS, que al enfriarse lentamente desde 400°C hasta temperatura ambiente, experimenta un cambio en su estructura cristalina (cambio de fase) que resulta en un aumento de volumen.

En el proceso de templado, el rápido enfriamiento (choque térmico) atrapa las inclusiones de NiS en su fase comprimida. Después de un periodo de tiempo, estas inclusiones pueden volver a su estado original (expandirse), en una transformación que puede incrementar su volumen hasta en un 4%. Cuando la inclusión está localizada en el área central de tensión del vidrio templado, este aumento en volumen podría causar un aumento de estrés (tensión) suficiente para quebrar el vidrio.

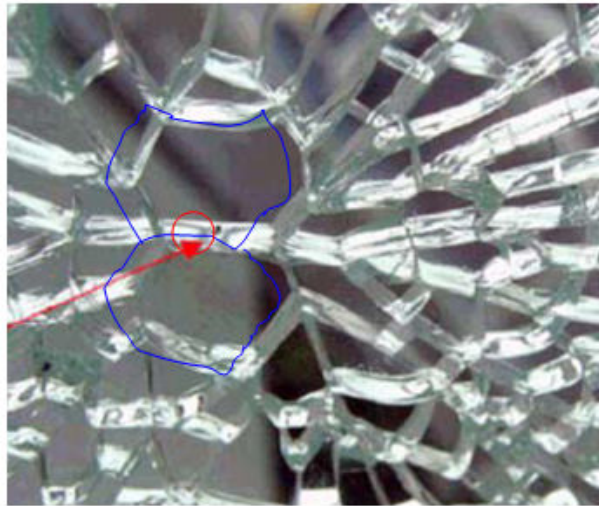
El rompimiento espontáneo en el vidrio templado puede suceder en cualquier momento, sin necesidad de aplicar una carga o tensión, en el corto plazo o aún cinco o diez años después de la fabricación. Estas inclusiones son tan pequeñas (alrededor de 0.03mm de diámetro, ver [Imagen 2](#)) que, en la práctica, son imposible localizarlas e identificarlas en el vidrio antes o después del proceso de templado.



[Imagen 2](#). Dos casos de inclusión de partículas NiS.

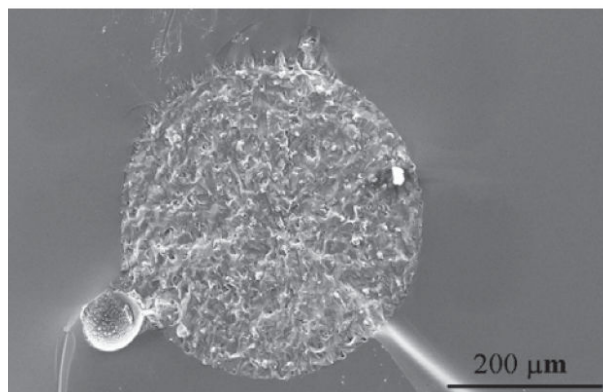
Muy recientemente, más precisamente en los últimos dos años, se ha cambiado la teoría "clásica" sobre el rompimiento espontáneo, al descubrirse un nuevo agente o motivo generador de la misma, denominado "Partícula Monolítica de Silicio".

El uso de tecnologías de punta como la visualización de los procesos espontáneos de rotura mediante microscopios electrónicos permitió descubrir de manera indirecta la presencia de estas partículas, exactamente en el centro de la fractura, con patrón típico con forma de "mariposa" (ver [Imagen 3](#)).



[Imagen 3](#). Patrón típico de rotura espontánea tipo "mariposa" y la partícula monolítica de silicio, generadora del estallido.

El coeficiente de expansión de las partículas monolíticas de silicio tiene una magnitud dos veces mayor a la de la matriz de vidrio templado, por lo que el fenómeno de expansión descrito anteriormente para las NiS se produce de manera equivalente. Tienen una dimensión promedio de 0.3mm y al microscopio electrónico se visualizan como en la [Imagen 4](#):



[Imagen 4](#). Partícula monolítica de Silicio.

La ausencia de NiS y de partículas monolíticas de silicio en el vidrio no puede ser garantizada por ningún fabricante, ya que su presencia es imperceptible e impredecible.

Un buen diseño debe reconocer este hecho y especificar el uso de vidrio templado en aplicaciones en las cuales el rompimiento espontáneo no cause mayores problemas de seguridad y de funcionalidad. Arquitectos e ingenieros pueden minimizar el riesgo de serios problemas debido al rompimiento espontáneo recomendando vidrio termo endurecido y vidrio laminado en aplicaciones críticas.

Cotización

Las cotizaciones de vidrio templado de Extralum S.A. indican claramente la (baja) probabilidad de rotura espontánea (Imagen 5). Es necesario crear la cultura en los clientes para que transmitan esta singularidad a diseñadores, constructores e incluso, al consumidor final.

Sr. Cliente, tenga en cuenta los siguientes conceptos:

- ✓ El vidrio templado puede (eventualmente) presentar suaves manchas coloreadas denominadas "fornasol", que son producto del mismo proceso térmico del templado; otro detalle que se presenta debido a la tecnología de templado en horno horizontal, es un patrón de marcas debido al tránsito por sobre los rodillos; ambos efectos pueden potenciarse o pasar desapercibidos, de acuerdo al color y posición del vidrio, a las condiciones de iluminación del sitio donde será instalado y en general, de acuerdo a las condiciones particulares de cada proyecto.
- ✓ La tolerancia de fabricación dimensional del vidrio templado es de 0 / - 3 mm.
- ✓ La tolerancia en deflexión para el vidrio templado es de 2,0 mm / metro lineal (ej.: vidrio de 2,00 metros de largo, deflexión máxima 4 mm).
- ✓ Todo vidrio templado llevará sin excepción el logotipo **FUERTEX®** de garantía.
- ✓ Todo vidrio templado está expuesto a un muy infrecuente fenómeno denominado rompimiento espontáneo, en cualquier momento de su vida útil, dado por la presencia de partículas inestables de Sulfuro de Níquel (NiS), las cuales no pueden ser eliminadas ni detectadas con antelación y se encuentran, por naturaleza, presentes en la materia prima con que se fabrica el vidrio.
- ✓ Todos nuestros productos en vidrio templado cumplen con la Norma Americana de Seguridad ANSI-Z97.
- ✓ Nuestra inspección de calidad para vidrio templado está basada en la norma Americana ASTM C 1048-04, la cual debe realizarse a 1m de distancia y en condiciones de luminosidad adecuadas. Para información completa sírvase consultar el siguiente link: www.extralum.com/images/v_inspect.htm.
- ✓ Todos los conceptos anteriormente descritos deben ser considerados previo al diseño de su aplicación para realizar la mejor escogencia de los productos de vidrio templado en su proyecto.
- ✓ Este documento no representa un contrato de fabricación del producto presupuestado. El mismo deberá ser sometido al estudio previo a su desarrollo para garantizar que el mismo se encuentre dentro de las especificaciones del Manual de Operaciones del horno de templado.

Imagen 5. Indicaciones en las cotizaciones

Referencias y Bibliografía.

(1) "Fracture of Toughened Glass Wall Cladding, ICI House Melbourne" - E.R.Ballantyn – Australian CSIRO Division of Building Research, Report No. 061-4, 1961.

"Another Cause for Spontaneous Breakage of tempered Glass – Silicon Particles in Tensile Zone" - Dr. BAO Yiwang, Mr. YANG Jianjun, Mr. SHI Xinyong – GLASS PERFORMANCE DAYS 2007.

"A Review of the Nickel Sulphide Induced Fracture in Tempered Glass" – Dr. Leon Jacob – Jacob & Associates Pty Ltd – Glass Processing Days, Poster 10 – 2001.

Ante cualquier duda consulte al Departamento de Ventas de Extralum, S.A.