



# Ficha Técnica Cristal Templado

# FICHA TÉCNICA CRISTAL TEMPLADO

Este documento contiene especificaciones de producto que deben ser observadas por un profesional calificado, el cual, debe verificar la idoneidad para su uso en una aplicación en particular, así como la revisión de las especificaciones finales. Todas las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso.

## REFERENCIAS

### Estados Unidos

1. **ANSI Z26.1** Safety Code for Safety Glazing Materials for Glazing Motor Vehicles Operating on Land Highways
2. **ANSI Z97.1** - American National Standard for Glazing Materials Used in Buildings - Safety Performance Specifications and Methods of Test.
3. **ASTM C162** - Standard Terminology of Glass and Glass Products.
4. **ASTM C1036** - Standard Specification for Flat Glass.
5. **ASTM C1048** - Standard Specification for Heat-Treated Flat Glass -- Kind HS, Kind FT Coated and Uncoated Glass.
6. **CPSC 16 CFR 1201** - Safety Standard for Architectural Glazing Materials.

### México

1. **PROY-NOM-115-SCFI-2001** Vidrio flotado de seguridad para vehículos motorizados.

## PROPIEDADES DEL CRISTAL MONOLÍTICO REGULAR

El cristal monolítico regular también conocido como cristal recocido, es un material duro, frágil y transparente que se obtiene por fusión aproximadamente a los 1500 °C de arena de sílice (SiO<sub>2</sub>), carbonato sódico (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) y piedra caliza (CaCO<sub>3</sub>). Los productos de cristal tienen diversas propiedades que están en función tanto de la naturaleza de las materias primas que los componen como de los procesos a los que son sometidos.

### Propiedades Físicas

- **Densidad Relativa:** Aproximadamente 2.60.

- **Índice de refracción:** 1.52 (Es variable de acuerdo a la longitud de onda del rayo de luz incidente).
- **Masa (kg):** Área(m<sup>2</sup>) x Grosor (mm) x 2.6
- **Punto de ablandamiento del cristal:** Aproximadamente 730°C.
- **Constante dieléctrica:** 6mm a 21°C.
  - 1, 000, 000, 000 ciclos por segundo 6.0
  - 10, 000,000 ciclos por segundo 6.5
  - 1,000 ciclos por segundo 7.4
  - 10 ciclos por segundo 30.0
- **Resistencia a la compresión:** 248 MPa (248 x 10<sup>6</sup> Pa).
- **Resistencia a la tracción:** Para cargas sostenidas de 19.3 hasta 28.4 MPa.

## Propiedades Mecánicas

- **Coefficiente de Poisson "μ":** Es la relación entre la deformación lateral (contracción) y la longitud (alargamiento cuando se aplica al cristal un esfuerzo ó fuerza). Para el cristal μ=0.22
- **Densidad:** Es la magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo. La densidad del cristal es de 2.5g/cm<sup>3</sup> = (2600 kg/m<sup>3</sup>).
- **Dureza:** La dureza del cristal es de 4.5-6.0 en la escala de MOHS, lo que representa una dureza ligeramente inferior a la del cuarzo.
- **Módulo de elasticidad (E):** es el coeficiente que relaciona el alargamiento (ΔL) que experimenta una barra de cristal de longitud (L) y sección (S) sometida a una fuerza (F). Para el cristal E= 71.7 GPa

## Propiedades Térmicas

- **Calor específico "C":** Es la cantidad de calor necesaria para elevar a 1°C la temperatura de 1Kg de material. Como el calor específico varía con la temperatura del material, se suele dar su valor a 20°C.

$$C = 0.72 \times 10^3 \text{ J/(kg K)}$$

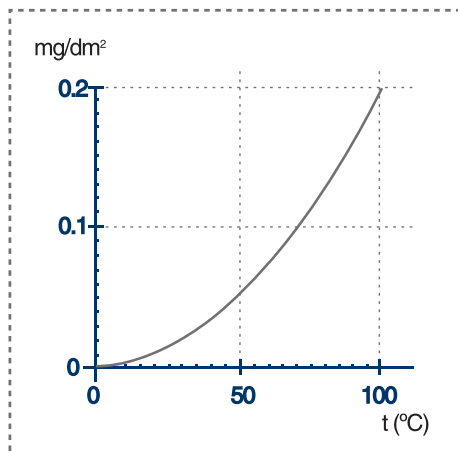
- **Coefficiente de dilatación lineal "α":** Es el alargamiento por unidad de longitud que experimenta un material cuando aumenta 1°C su temperatura.

$\Delta L = \alpha \Delta t_1 l_0$  para el cristal, en el intervalo de 20 a 200°C, el coeficiente de dilatación lineal es de:  $\alpha = 9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

- **Conductividad térmica "L":** Cantidad de calor que atraviesa por  $m^2$  y hora, una pared de caras paralelas y de un metro de espesor cuando entre sus caras se establece una diferencia de temperatura de  $1^\circ C$ .  $L=1W/(m K)$

## Propiedades Químicas

- **Resistencia a los agentes atmosféricos:** El ataque del cristal por agentes atmosféricos puede ocasionar la aparición en su superficie de manchas y desescamaciones. El principal responsable de dicho ataque es el agua contenida en la atmósfera que se condensa frecuentemente sobre la superficie fría del cristal. Esta pequeña cantidad de agua superficial es más peligrosa que gran cantidad de agua fluyendo, ya que da lugar a una disolución concentrada de NaOH (hidróxido de sodio) que ataca al cristal.
- **Resistencia al agua:** El agua ataca al cristal disolviendo algunos componentes lo que se manifiesta por pequeñas pérdidas de masa. La intensidad del ataque depende de varios factores: la temperatura, el tiempo de contacto, la composición del cristal, la agitación y el estado de la superficie. A temperatura ambiente el ataque es insignificante, la pérdida de masa después de estar sumergido horas es prácticamente inapreciable. Al aumentar la temperatura, la intensidad del ataque crece exponencialmente.



## PROPIEDADES DEL CRISTAL MONOLÍTICO TEMPLADO

El cristal templado es más resistente física y térmicamente que el cristal monolítico regular del mismo espesor sometido a las mismas cargas de presión.

### Características Físicas

Compresión en la superficie del cristal  $\geq 69$  MPa. (10,000 psi)

Compresión en la orilla del cristal  $> 66.8$  Mpa (9700 psi)

## Resistencia Mecánica

Resistencia 4 a 5 veces más que un cristal regular y dos veces más que uno termo-endurecido del mismo espesor.

(Para cristal templado de 4mm a 19 mm su resistencia es por lo menos 120 Mpa (17,405 psi))

## Resistencia Térmica

Un cristal templado puede resistir un gradiente térmico de hasta 250°C (sin exposición directa a la llama) entre sus caras. (Nota: prueba hecha en una muestra de cristal de 30 x 30 cm de 6 mm de espesor)

## Resistencia a la Flexión

Resiste hasta 170 Kg. de carga concentrada, con una deflexión de 69 mm y con capacidad de regresar a su estado original al retirar la carga. (Nota: prueba hecha en una probeta de cristal de 30 x 30 cm de 6 mm de espesor)

## Resistencia al Impacto

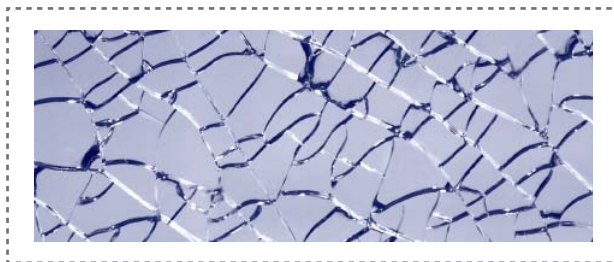
Resiste el impacto de una esfera de acero de 227 grs. Que se deja caer desde una altura de 3 metros. (Nota: prueba hecha en una probeta de cristal de 30 x 30 cm de 6 mm de espesor)

**Nota:** Una vez templado el cristal no se le puede efectuar ningún maquinado o manufactura (corte, barrenos, resagues, etc.)

# CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CRISTAL TEMPLADO

## CRISTAL DE SEGURIDAD

La seguridad es uno de los beneficios que ofrece un cristal templado, tanto para garantizar la integridad de los bienes materiales así como la de los seres humanos. Debido a la distribución de fuerzas (de compresión en la superficie del cristal y de tensión en el centro del mismo) una vez que se rompe el equilibrio entre éstas, la compresión de la superficie libera la tensión interna del cristal, provocando su destrucción en partículas pequeñas relativamente inofensivas comparado con las astillas cortantes resultantes de la rotura de un cristal ordinario. La rotura del cristal se produce a partir de la superficie, desde un arañón lo suficientemente profundo como para traspasar la capa de compresión, hasta un golpe o impacto fuerte con una superficie metálica.



**Patrón de fragmentación de cristal templado**

# EFECTOS ÓPTICOS

## A) Distorsión

El cristal templado puede presentar distorsión visual en las imágenes reflejadas a través del mismo, siendo más evidente cuando éste es curvo. Es por esta razón que en algunas aplicaciones el cristal templado curvado no se recomienda para visión en ciertas condiciones de iluminación.

## B) Patrón de franjas y puntos

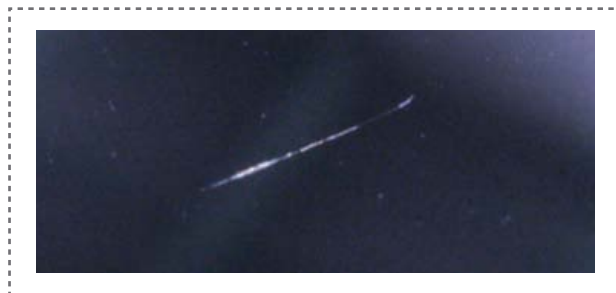
El patrón de estrés que se da como resultado del proceso de templado se puede observar por medio de colores iridiscentes en forma de rayas y puntos al ser observado con luz polarizada. Es recomendable aclarar que estas características descritas no son consideradas como defectos.

# CAUSAS DE ROTURA

Las roturas del cristal se pueden deber a factores externos e internos del mismo.

## A) Factor externo:

Clasificado como rotura provocada, se da mediante el incremento de estrés en el cristal por medio de fuerzas de compresión provenientes del exterior o al penetrar su capa compresiva. El cristal es más propenso a este tipo de roturas cuando este presenta erosiones en su superficie, rayas profundas, conchas etc.

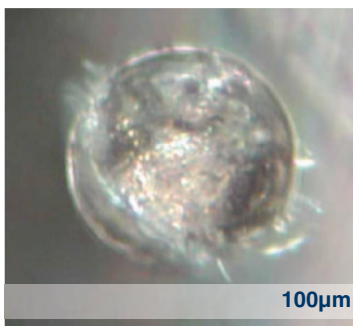


**Imagen de cristal con una raya profunda**

## B) Factor interno:

Clasificado como rotura espontánea, se da mediante un incremento de estrés en el cristal por medio de fuerzas de tensión provenientes de su interior amplificadas por factores térmicos externos. El cristal es propenso a este tipo de roturas cuando este cuenta con una inclusión de sulfuro de níquel (NiS). (Se puede dar el caso de que algún cristal contenga una partícula extraña, o piedras de sílice que también provoquen una rotura espontánea, sin embargo esto no es común debido a que en el proceso de flotado se verifica cada hoja de cristal por medio de un escáner electrónico que evita que el producto salga de la línea con estos defectos. Desgraciadamente las inclusiones de NiS no son detectadas por estos escáneres electrónicos).

El sulfuro de Níquel (NiS) es una sustancia que posee una fase Alfa y una Beta. Una vez que se somete al calor (como en el proceso de templado), esta fase cambia a la fase Beta más inestable. Dado que el proceso de enfriamiento al templar el cristal es muy rápido, la estructura de NiS no tiene tiempo para transformarse de regreso a la fase Alfa estable.



## FACTORES QUE DETERIORAN EL CRISTAL

### Erosión física:

La abrasión del cristal es directamente proporcional al tipo de material utilizado (densidad de su superficie), impacto gravitacional con respecto a su componente normal, la rotación con sus efectos tangenciales y centrifugos, así como los factores térmicos, especialmente en altas velocidades.

### Erosión química:

El cristal resiste a la mayoría de los ácidos; excepto al fluorhídrico y, en alta temperatura al fosfórico. Cuando el cristal queda expuesto a la intemperie diferentes sulfatos de lluvia y aceros se pueden depositar sobre el cristal, los cuales, serán difíciles de eliminar si no son retirados lo más pronto posible.

### Generación de manchas

La presencia de humedad entre las hojas de cristal estibadas durante un tiempo prolongado puede producir el "impresionado" (manchas blanquecinas provocadas por la alta porción de calcio en el agua) de sus superficies que, son muy difíciles de remover.



Calle 32 #2070 Zona Industrial  
Guadalajara, Jalisco. México  
Código Postal: 44940

Teléfono: +52 (33) 5000 4030  
Fax: +52 (33) 3145 1203

E-mail: [calidad@euroglas.net](mailto:calidad@euroglas.net)  
Dirección de internet: <http://www.euroglas.net>

### **Términos de uso:**

Se ha revisado el contenido de este documento y aunque la información del mismo se considera precisa y se elaboró en buena fe, puede contener imprecisiones técnicas o errores tipográficos. Se aconseja a los lectores verificar la información independientemente para efecto de encontrarse en condiciones de tomar una decisión basada en la misma. La información de este documento se cree ser reciente y estar actualizada en el tiempo de su publicación.

Se hará su mayor esfuerzo para actualizar el contenido de forma regular a partir de la fecha de su publicación. Ningún tipo de responsabilidad será asumida por parte de EUROGLAS S.A. de C.V. en caso de que surja un mal uso de la misma.

Cualquier aclaración o dudas con respecto al uso e información de este documento favor de hacerlo saber al departamento de control de calidad.