

• Español

Portafolio de Productos

Acristalamiento resistente a huracanes

kuraray

Trosifol®

SentryGlas®

Sistema de clasificación de huracanes

Los fenómenos meteorológicos extremos, como huracanes, ciclones, tifones y tornados, pueden generar daños importantes debido a los escombros arrastrados por el viento.

Los escombros arrastrados por el viento pueden penetrar en los edificios y, una vez que la envolvente del edificio se ve comprometida, el nivel de daños aumenta considerablemente. El uso de ventanas resistentes al impacto de huracanes es un componente crítico, ya que contribuye a preservar la integridad de la envolvente y mejora significativamente la resiliencia del edificio frente a condiciones meteorológicas extremas.

La escala de huracanes Saffir-Simpson se utiliza para clasificar la intensidad de los huracanes, tomando como referencia principal la velocidad del viento.

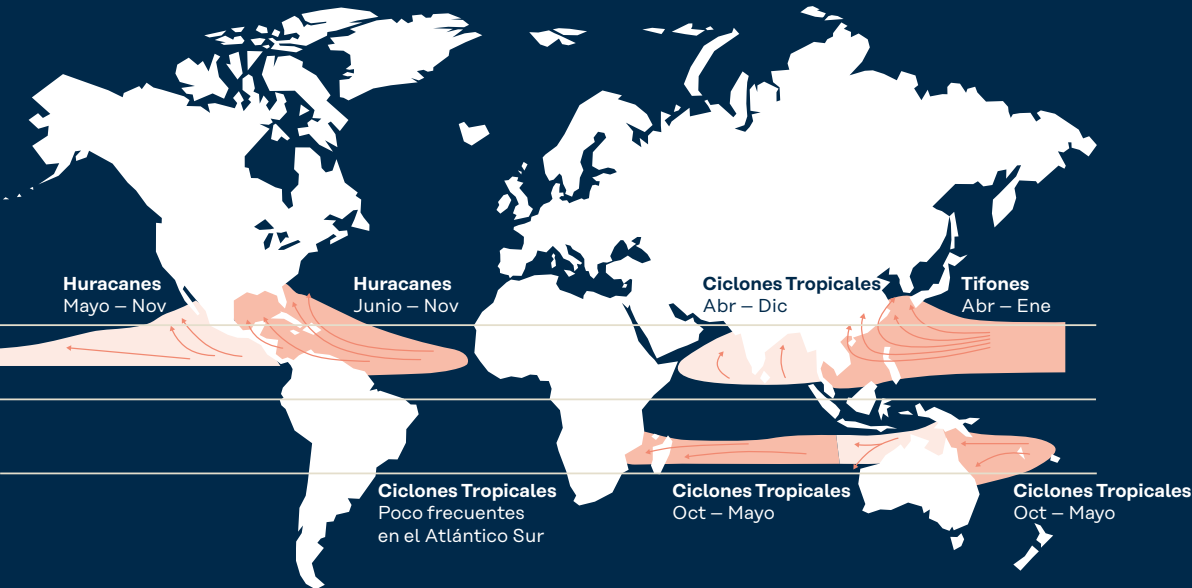
Escala de huracanes Saffir-Simpson

Clasificación	Velocidad del viento		Marea de tormenta		Nivel de daños
	[km/h]	[mph]	[m]	[ft]	
Depresión tropical	63	<39		N/A	Ninguna
Tormenta tropical	63-118	39-73	0,3-0,9	1-3	Mínimo
Categoría 1	119-153	74-95	1,2-1,5	4-5	Mínimo
Categoría 2	154-177	96-110	1,8-2,4	6-8	Moderado
Categoría 3	178-208	111-129	2,7-3,7	9-12	Severo
Categoría 4	209-251	130-156	4,0-5,5	13-18	Catastrófico
Categoría 5	>252	>157	>5,5	>18	Catastrófico

TAB 1 ●



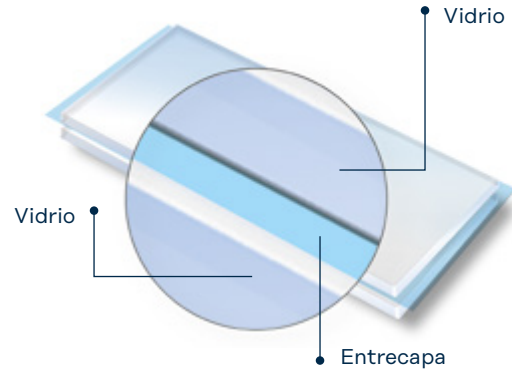
Ciclones · Huracanes · Tifones – fenómenos naturales



¿Qué es un sistema de acristalamiento resistente al impacto de huracanes?

Los sistemas de acristalamiento resistentes a huracanes combinan vidrio laminado resistente a impactos con un sistema de marcos con el objetivo principal de mantener la integridad de la envolvente del edificio resistiendo las fuerzas de los vientos fuertes y la lluvia, así como los impactos de escombros arrastrados por el viento. Adicionalmente, buscan mantener el vidrio en su sitio en caso de rotura, lo que contribuye a la seguridad y evita la generación de escombros adicionales durante condiciones de viento extremo.

La construcción típica del vidrio laminado consiste en dos o más láminas de vidrio templado, termo endurecido o recocido con una capa intermedia de Trosifol® PVB o SentryGlas® ionoplast.



VENTAJAS PRINCIPALES DEL VIDRIO LAMINADO EN VENTANAS RESISTENTES A HURACANES

- Incluso en caso de rotura, permanece una barrera frente a la intemperie, reduciendo la probabilidad de colapso total del edificio o de daños generalizados por infiltración de agua.
- La capa intermedia absorbe la energía del impacto y resiste la penetración.
- Previene lesiones causadas por fragmentos de vidrio proyectados y expuestos.
- Cuando se emite una alerta de huracán, no es necesario instalar paneles de protección sobre las ventanas ni utilizar contraventanas.

VENTAJAS ADICIONALES DE LAS VENTANAS RESISTENTES A HURACANES

- Protección contra los rayos UV
- Mejora acústica
- Seguridad/anti-intrusión, resistencia balística o a explosiones
- Mayor seguridad gracias a la retención del vidrio



• Porsche Design Tower, Miami, Florida, EE. UU.

Directrices para el diseño de sistemas de acristalamiento resistentes a huracanes

Las pruebas de resistencia a huracanes se realizan en todo el sistema, que debe superar tanto las pruebas de impacto como las pruebas de carga cíclica positiva y negativa.



FACTORES CLAVE PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA

- Comprender los requisitos de los códigos de construcción locales e internacionales para sistemas de acristalamiento resistentes a huracanes.
- Las normas de ensayo pertinentes para el acristalamiento resistente al impacto de huracanes.
- Establecer la zona de viento y el nivel de protección requerido de acuerdo con ASTM E1996 o TAS 201/203.
- Determinar si la ubicación y el tamaño del edificio requieren protección contra proyectiles pequeños, grandes o ambos.
- Tener en cuenta todo el sistema de ventanas, incluidos los marcos, los accesorios, los anclajes y el método de acristalamiento, no solo el vidrio.
- Tipo de sistema de acristalamiento: húmedo o seco.
- Ensayo del vidrio como parte del sistema completo.

CÓDIGOS Y NORMAS SOBRE HURACANES

- La sección 1609.2 del Código Internacional de Construcción hace referencia a la protección de aberturas en regiones propensas a desprendimientos arrastrados por el viento.
- FEMA 320 - *Refugiarse de la tormenta: construir una habitación segura para su hogar o pequeña empresa.*
- FEMA 361 - *Habitaciones seguras para tornados y huracanes.*
- ICC 500 - Norma para el diseño y la construcción de refugios contra tormentas.

NORMAS DE ENSAYO A LAS QUE SE HACE REFERENCIA EN LOS CÓDIGOS DE CONSTRUCCIÓN LOCALES

- ASTM E1886 - *Método de ensayo estándar para determinar el desempeño de ventanas exteriores, muros cortina, puertas y sistemas de protección contra impactos, sometidos a proyectiles y expuestos a diferencias de presión cíclicas.*
- ASTM E1996 - *Especificación estándar para el rendimiento de ventanas exteriores, muros cortina, puertas y sistemas de protección contra impactos afectados por escombros arrastrados por el viento en huracanes.*
- ISO 16932 - *Vidrio en edificios - Acristalamientos de seguridad resistentes a tormentas destructivas - Ensayo y clasificación.*

CONDADOS DE MIAMI DADE Y BROWARD (ZONAS DE HURACANES DE ALTA VELOCIDAD)

- *Procedimientos de ensayo de impacto TAS 201.*
- TAS 203 - *Criterios de ensayo para productos sometidos a cargas cíclicas de presión del viento.*



Requisitos de carga cíclica

Presión interna

Rango	Número de ciclos*
0,2 P _{MAX} to 0,5 P _{MAX} ²	3,500
0,0 P _{MAX} to 0,6 P _{MAX}	300
0,5 P _{MAX} to 0,8 P _{MAX}	600
0,3 P _{MAX} to 1,0 P _{MAX}	100

TAB 2 • * ASTM E1996

Presión externa

Rango	Número de ciclos
0,3 P _{MAX} to 1,0 P _{MAX}	50
0,5 P _{MAX} to 0,8 P _{MAX}	1,050
0,0 P _{MAX} to 0,6 P _{MAX}	50
0,2 P _{MAX} to 0,5 P _{MAX}	3,350

Tras el impacto, todo el sistema está sujeto tanto a presión positiva como negativa, lo que simula la llegada y salida del huracán.

Velocidad del viento y presión

DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD Y PRESIÓN DEL VIENTO

LA VELOCIDAD DEL VIENTO VARÍA EN FUNCIÓN DE

- Categoría de riesgo del edificio
- Ubicación geográfica

LA PRESIÓN DEL VIENTO VARÍA EN FUNCIÓN DE

- La velocidad del viento
- Tipo de edificio o uso
- Altura
- Superficie del edificio
- El tamaño de las aberturas o paneles
- Zonas de esquina

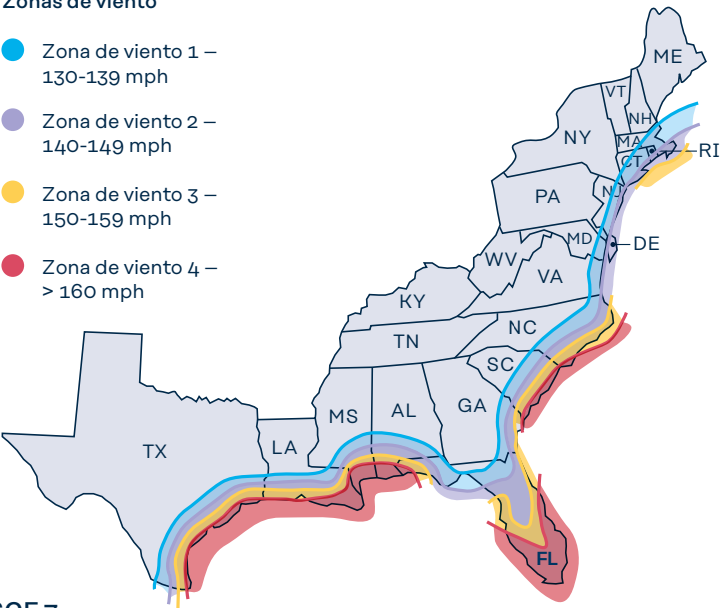
Consulte el mapa de velocidades del viento de ASCE 7

Velocidades del viento en tormentas (categoría de riesgo 2)

Costa oriental del Golfo de México y sureste de EE. UU. afectada por huracanes

Zonas de viento

- Zona de viento 1 – 130-139 mph
- Zona de viento 2 – 140-149 mph
- Zona de viento 3 – 150-159 mph
- Zona de viento 4 – > 160 mph



Acristalamiento húmedo vs. acristalamiento en seco

ACRISTALAMIENTO EN HÚMEDO

Método tradicional utilizado durante más de 50 años en sistemas de acristalamiento resistentes a huracanes con PVB. Utiliza un sellador de silicona para unir el vidrio laminado a la estructura de soporte.

- Requiere un alto nivel de precisión y experiencia para instalar correctamente el sistema de acristalamiento resistente a huracanes.
- Se requieren materiales especiales.
- Proceso costoso, lento y con alta demanda de mano de obra.
- Si un panel se rompe, se requiere retirar el adhesivo existente, limpiar el marco y volver a aplicar sellador nuevo.
- Depende en gran medida de mano de obra especializada.

ACRISTALAMIENTO EN SECO

No utiliza sellador; se recomienda el uso de una capa intermedia estructural como SentryGlas®.

- El acristalamiento en seco se basa en capas intermedias estructurales como SentryGlas®
- Los laminados rígidos proporcionan resistencia post-rotura suficiente para evitar el desprendimiento durante las pruebas cíclicas.
- Instalación más sencilla: requiere menos mano de obra especializada.
- Reducción de costos de mano de obra.
- Las renovaciones y reparaciones son más sencillas.
- Los sistemas de acristalamiento en seco, correctamente diseñados, pueden proporcionar niveles extremadamente altos de protección.

➡ Casa aún en pie tras el huracán Michael de 2018, Mexico Beach, Florida



Proceso de aprobación de productos

Existen tres organismos principales de aprobación de productos en Norteamérica:

Programa de aprobación de productos de Florida

Notice of Acceptance (NOA) - HVHZ (condados de Miami-Dade y Broward)

TDI - Departamento de Seguros de Texas - Texas



PASOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE PRODUCTOS

1. SISTEMA DE DISEÑO

- Tipo de productos
- Perfiles y ensamblajes
- Mercado objetivo

2. PRUEBAS

- Pruebas de aire, agua y estructurales
- Pruebas de impacto
- Carga cíclica

3. CÁLCULOS

- Vidrio, anclajes, tensiones y deflexiones

4. DIBUJOS

- Tamaños, presiones, configuraciones

5. PRESENTAR SOLICITUD

Cortesía de Al Farooq Corporation

SUMINISTRO DE LAMINADORES A FABRICANTES DE VENTANAS RESISTENTES A HURACANES

- Los laminadores que deseen suministrar a fabricantes de ventanas con aprobación MDC deben figurar en la lista de laminadores aprobados por MDC.
- Las capas intermedias también deben tener una NOA para poder utilizarse en un producto con aprobación MDC.
- Todas las entrecapas de Kuraray tienen un MDC NOA.

Entrecapas AIS para protección contra huracanes

La división Advanced Interlayer Solutions (AIS) de Kuraray, con la gama más amplia de entrecapas, tiene una solución para cualquier requisito de diseño. Algunos de los factores que influyen en el proceso de selección son los siguientes:

FACTORES DE SELECCIÓN

- Tamaño de la ventana o puerta
- Tipo de acristalamiento: seco o húmedo
- Presión de diseño
- proyectiles grandes vs pequeños
- Sistema de marco y empotramiento del vidrio



Sean cuales sean sus criterios de diseño, AIS tiene una entrecapa para usted

TROSIFOL® CLEAR*

- Entrecapa de PVB
- Adhesión media a alta
- Disponible en rollos
- Espesor: 0,76, 1,14, 1,52 y 2,28 mm (30, 45, 60 y 90 mil)
- Ancho hasta 321 cm (126 pulgadas)

TROSIFOL® XT ULTRACLEAR

- Entrecapa de PVB
- Adhesión media
- Disponible en rollos
- Espesor: 2,28 mm (90 mil)
- Ancho de hasta 321 cm (126 pulgadas)

SENTRYGLAS®**

- Entrecapa Ionoplástica
- 100 veces más rígido y 5 veces más resistente al desgarro que el PVB
- Disponible en hojas y rollos
- Calibre: 0,76; 0,89; 1,52; 2,28 y 2,53 mm (30, 35, 60, 90, 100 y 120 mil)
- Anchos de hasta 330 cm (130 pulgadas)

SENTRYGLAS XTRA®

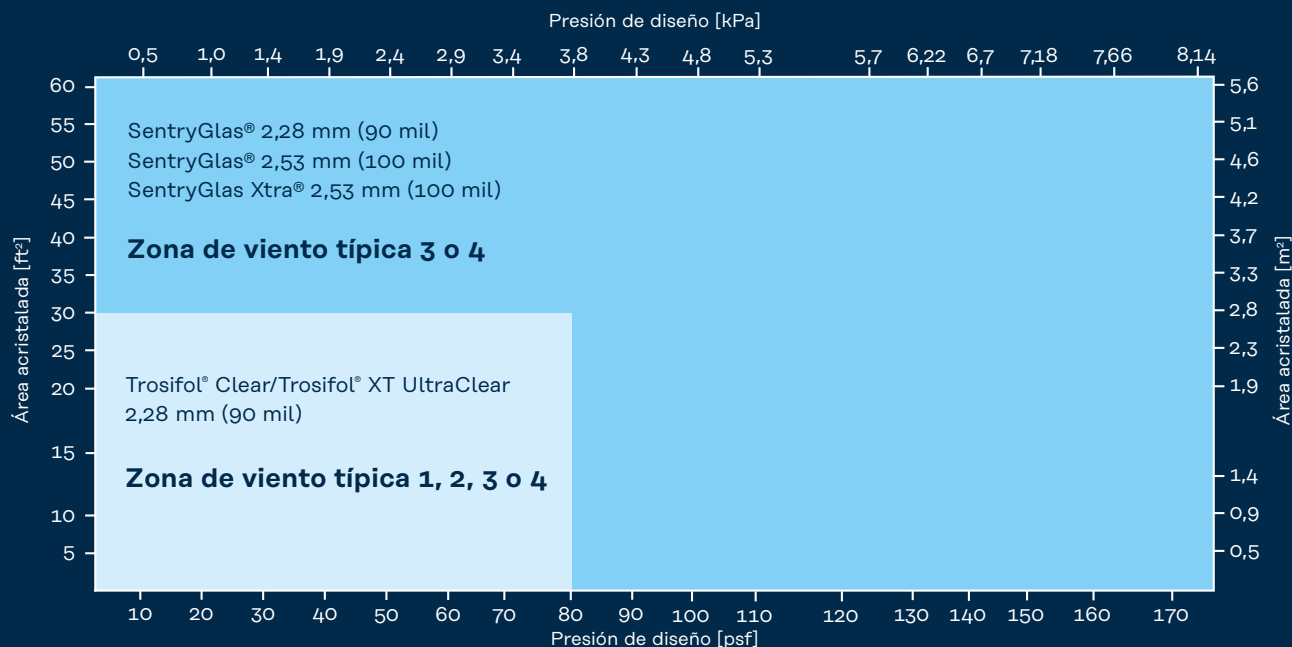
- Última generación de entrecapa ionoplástica
- Excelente adhesión al lado aire del vidrio sin necesidad de imprimación
- Menor sensibilidad a la formación de haze durante el enfriamiento en autoclave
- Calibre: 0,89, 1,52, 2,28 y 2,53 mm (35, 60, 90 y 100 mil)
- Anchos de hasta 330 cm (130 pulgadas)

Todas las entrecapas de Kuraray cuentan con aprobación MDC NOA.

* Disponible también en colores y tintes

** También disponible en color blanco translúcido

Cómo elegir la entrecapa según el tamaño de la ventana y la presión de diseño



Nivel de proyectil grande D con ¼" HS - 0.090" entrecapa - ¼" HS (6 mm HS - 2,28 mm (90 mil) entrecapa - 6 mm)

Presiones de diseño para sistemas resistentes a huracanes*

La presión máxima de diseño para SentryGlas® es de 8,14 kPa (170 psf).
La presión máxima de diseño para PVB es de 3,83 kPa (80 psf).

Solo SentryGlas® se recomienda para sistemas de acristalamiento en seco debido a su rigidez superior.

SentryGlas® acristalamiento en seco

Dimensión corta [m] [pulgadas]	GB 0,5" [kPa] [psf]	GB 0,625" [kPa] [psf]	GB 0,75" [kPa] [psf]	GB 0,875" [kPa] [psf]	GB 1" [kPa] [psf]
0,91 36	4,55 95	5,75 120	6,94 145	7,18 150	7,18 150
1,07 42	3,83 80	4,79 100	5,99 125	6,94 145	7,18 150
1,22 48	3,35 70	4,31 90	5,27 110	5,99 125	6,94 145
1,37 54	3,11 65	3,83 80	4,55 95	5,27 110	6,22 130
1,52 60	2,63 55	3,35 70	4,07 85	4,79 100	5,51 115
1,68 66	2,39 50	3,11 65	3,83 80	4,31 90	5,03 105
1,82 72	2,15 45	2,87 60	3,35 70	4,07 85	4,55 95

SentryGlas® acristalamiento en húmedo

Dimensión corta [m] [pulgadas]	GB 0,5" [kPa] [psf]	GB 0,625" [kPa] [psf]	GB 0,75" [kPa] [psf]	GB 0,875" [kPa] [psf]	GB 1" [kPa] [psf]
0,91 36	5,27 110	6,46 135	7,66 160	8,14 170	8,14 170
1,07 42	4,55 95	5,75 120	6,70 140	7,66 160	8,14 170
1,22 48	3,83 80	5,03 105	5,99 125	6,94 145	7,66 160
1,37 54	3,59 75	4,31 90	5,27 110	5,99 125	6,94 145
1,52 60	3,11 65	3,83 80	4,79 100	5,51 115	6,22 130
1,68 66	2,87 60	3,59 75	4,31 90	5,03 105	5,75 120
1,82 72	2,63 55	3,11 65	3,83 80	4,55 95	5,27 110

Trosifol® PVB acristalamiento en húmedo

Dimensión corta [m] [pulgadas]	GB 0,5" [kPa] [psf]	GB 0,625" [kPa] [psf]	GB 0,75" [kPa] [psf]	GB 0,875" [kPa] [psf]	GB 1" [kPa] [psf]
0,91 36	3,83 80	3,83 80	3,83 80	3,83 80	3,83 80
1,07 42	3,26 68	3,83 80	3,83 80	3,83 80	3,83 80
1,22 48	2,87 60	3,59 75	3,83 80	3,83 80	3,83 80
1,37 54					
1,52 60					
1,68 66					
1,82 72					

TAB 3 • * Nivel de proyectil grande D con ½" HS - 0.090" entrecapa - ¼" HS (6 mm HS - 2,28 mm (90 mil) entrecapa - 6 mm)
GB = "Glass Bite", profundidad de empotramiento del vidrio en el marco.

Configuraciones típicas de vidrio laminado

Nivel de proyectil	Proyectil	Velocidad del proyectil [m/s] [ft/s]	Trosifol® PVB	SentryGlas®	SentryGlas Xtra®
A	2 g (31 granos), bola de acero	39,62 130	6 mm HS 1,52 mm (60 mil) Trosifol® PVB 6 mm HS	6 mm HS 0,89 mm (35 mil) SentryGlas® 6 mm HS	
B	910 g (2 lb) 2 x 4 pulgadas 52,5 cm (1 pie y 9 pulgadas) madera	15,25 50	6 mm HS 1,52 mm (60 mil) Trosifol® PVB 6 mm HS	6 mm HS 0,89 mm (35 mil) SentryGlas® 6 mm HS	
C	2050 g (4.5 lb) 2 x 4 pulgadas Madera de 1,2 m (4 pies)	12,19 40	6 mm HS 1,52 mm (60 mil) Trosifol® PVB 6 mm HS	6 mm HS 0,89 mm (35 mil) SentryGlas® 6 mm HS	
D	4100 g (9 lb) 2 x 4 pulgadas Madera de 2,4 m (8 pies)	15,25 50	6 mm HS 2,28 mm (90 mil) Trosifol® PVB 6 mm HS	6 mm HS 2,28 mm (90 mil) SentryGlas® 6 mm HS	6 mm HS 2,53 mm (100 mil) SentryGlas Xtra® 6 mm HS
E	4101 g (9 lb) 2 x 4 pulgadas 2,4 m (8 pies) de madera	24,38 80	N/A	6 mm HS 4,56 mm (180 mil) SentryGlas® 6 mm HS"	

TAB 4 • HS = vidrio semitemplado (Heat-Strengthened Glass)

Proyectos resistentes a huracanes con entrecapas AIS



Foto: © YKK AP

• Hospital Jennie Sealy, Galveston / Texas, EE. UU.

- Proyectil nivel E – Instalaciones esenciales del Jennie Sealy Hospital
- Más de 20 años de durabilidad: Centro de Artes Escénicas del Condado de Broward
- Proyectos internacionales: Secrets The Vine, Cancún
- Edificio que sobrevivió a un huracán de gran intensidad: condominios Gulfstream en North Padre Island
- Huracán y explosión de bomba – Tribunal Federal de Miami
- Huracán y vidrio estructural – Museo Dalí

Aquí puede encontrar proyectos detallados relacionados con huracanes:

www.trosifol.com

Contacto



PARA MAYOR INFORMACIÓN

de productos de Kuraray, favor de visitar: www.kuraray.com

Puedes encontrar más información de Trosifol® y SentryGlas® en www.trosifol.com

Kuraray America, Inc.

Advanced Interlayer Solutions Division
3700 Bay Area Boulevard
Suite 680
Houston, TX 77058, USA
P +1 800 635 3182

Kuraray Europe GmbH

Advanced Interlayer Solutions Division
Kronenstr. 55
53840 Troisdorf
Germany
P +49 2241 2555 226

Kuraray Co., Ltd

Advanced Interlayer Solutions Division
Tokiwabashi Tower
2-6-4 Otemachi, Chiyoda-ku
Tokyo 100-0004, Japan
P +813 6701 1508

trosifol@kuraray.com

7/2026

Copyright © 2026 Kuraray. Todos los derechos reservados.

Trosifol, SentryGlas, SG, SentryGlas Xtra, SGX, BirdSecure, CamViera, SkyViera y Spallshield son marcas comerciales o marcas comerciales registradas de Kuraray Co., Ltd. o sus afiliados. Es posible que las marcas registradas no se apliquen a registros en todos los países. La información, recomendaciones y detalles aportados en este documento han sido recopilados con cuidado y de acuerdo con nuestros mejores conocimientos y creencias. No implican una garantía respecto de las propiedades arriba mencionadas y más allá de las especificaciones del producto. La determinación final de la idoneidad de cualquier material o proceso y de si existe alguna infracción de patentes es responsabilidad exclusiva del usuario.

MUNDO DE ENTRECAPAS

Un nuevo mundo
de posibilidades en el
acristalamiento.



trosifol@kuraray.com
www.trosifol.com

