

## Directrices para la calidad de Rayado y Apertura de Corte vidrio

La calidad de corte de los bordes del vidrio es el factor más importante que afecta la resistencia del borde del vidrio. La mala calidad del borde de corte puede reducir la resistencia del borde del vidrio en un 50% o incluso más, dependiendo de la gravedad del daño del borde resultante de técnicas de corte deficientes.

La calidad del borde del vidrio y la resistencia resultante del borde del vidrio son fundamentales para el procesamiento posterior, como el tratamiento térmico en un horno de rodillos. Es más probable que el vidrio con una calidad de borde deficiente se rompa durante las funciones de manipulación y envío. La calidad del borde también puede afectar la fractura durante la instalación o años más tarde cuando el vidrio experimenta viento y/o carga térmica, y en aplicaciones donde uno o más bordes no son compatibles, como aplicaciones de sistemas de juntas a hueso.

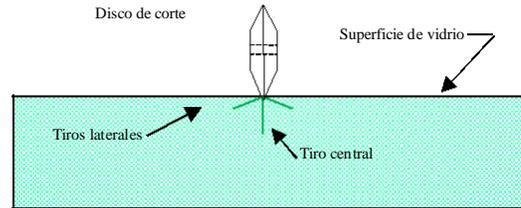
Vitro (anteriormente PPG Industries) se complace en ofrecer estas pautas y mejores prácticas de los fundamentos del rayado y apertura del corte del vidrio para lograr la calidad de borde de vidrio deseada. Las imágenes representativas que siguen se pueden utilizar con fines comparativos para proporcionar un juicio relativo de la calidad del borde de corte. La información que se presenta aquí es solo un punto de partida y es posible que no le brinde el resultado deseado para su situación específica de corte de vidrio. Para un análisis detallado de su equipo particular de corte de vidrio y sus necesidades de discos (ruedas cortadoras), le recomendamos que se comunique con el procesador del equipo y los distintos procesadores de discos de corte de vidrio.

### TERMINOLOGÍA

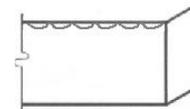
Aunque el término "corte" de vidrio se usa a menudo, el proceso en realidad implica el uso de un pequeño disco comúnmente hecha de carburo de tungsteno para "rayar" (marcar) la superficie cercana del vidrio para que el vidrio se abra de manera controlada. Aquí hay algunos términos adicionales para describir este proceso y la calidad del borde de vidrio resultante.

**Rayado (marcado):** Fracturas hechas en la superficie del vidrio por el

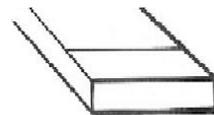
herramienta de corte de vidrio, la mayoría de las veces un disco de carburo biselado, que crea tiros centrales y laterales. La profundidad del tiro central en el cuerpo del vidrio se llama profundidad de la fisura.



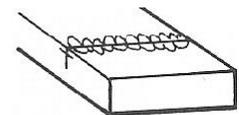
**Dentadura del disco de corte:** Hendiduras dejadas en el vidrio del disco de corte; Las marcas de dentaduras pesadas probablemente indiquen demasiada presión o problemas de alineación de los discos.



**Tiros de ala/Astilladuras:** Copos de vidrio originados en y a cada lado de la marca desde los tiros laterales que giran y llegan a la superficie. Estas hojuelas pueden salirse bajo una presión excesiva del disco de corte o una manipulación posterior.

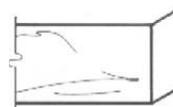


Marca limpia



Marca demasiado pesada con tiros de ala

**Circunvoluciones:** Superficies de rodadura suaves en el borde de vidrio - no es un factor de debilitamiento.

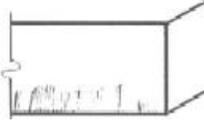


**Dientes de tiburón:** Imperfecciones como dagas adyacentes a la superficie del rayado realizado. La resistencia del borde y el potencial resultante de fractura del vidrio aumentan a medida que aumenta la profundidad, la rugosidad y el número de dientes de tiburón.

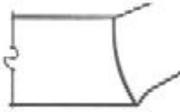


## Diretrizes para la calidad de fractura y estriación de vidrio

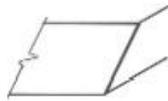
**Pluma y astillado (hackle & spall):** Imperfecciones en los bordes, generalmente perpendiculares a la superficie del vidrio, que ocurren en la superficie opuesta a la rayadura y, a veces, se rompen en trozos. La resistencia del borde y el potencial resultante de fractura del vidrio aumentan a medida que aumentan la densidad y la profundidad.



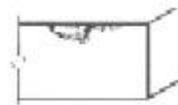
**Alabeo agudo:** Protuberancia aguda en la unión del borde y superficie de vidrio que pueden deberse a una profundidad de rayado poco profunda y/o una ruptura inferior a la ideal. Susceptible a mayores daños.



**Bisel:** Un borde que no es perpendicular a la Superficie de vidrio.



**Concha escamosa:** Virutas suaves y poco profundas.



**Astilladuras en V:** Virutas ásperas y penetrantes en forma de una "V"; Nunca se deben permitir en ningún lugar del borde.



**Los bordes limpios aceptables** pueden tener:

- ✓ Dentaduras normales de los discos; tiros de ala mínima
- ✓ Circunvoluciones
- ✓ Pluma y algunos dientes de tiburón, solo a 6" de las esquinas

- ✓ Alabeo agudo e o Bisel, si no es mayor que 1/32" en vidrio de 1/8" (3.2 mm) o más delgado y 1/16" en vidrio de 5/32" (4 mm) y más grueso. No se permite el alabeo agudo donde los bloques de fraguado entran en contacto con el vidrio (generalmente > 6" de las esquinas).
- ✓ Conchas escamosas, solo dentro de las 8 pulgadas de las esquinas y si no miden más de 1/4 de pulgada de ancho y no más de la mitad del espesor del vidrio.
- ✓ Líneas de ondulación, si son suaves y continuas.
- ✓ Escarcha/Escombros, efecto de grano fino en el borde cortado

**Bordes limítrofes,** pueden tener adicionales:

- ✓ Dientes de tiburón, si la penetración no excede la mitad del espesor del vidrio
- ✓ Borde dentado y pluma, si no es profundo o denso y si no hay astillado
- ✓ Concha escamosa, si no son más grandes de 1/4" de ancho y no más profundas que 1/2 del espesor del vidrio

### MEJORES PRÁCTICAS DE CORTE DE VIDRIO

- ✓ Buen orden y limpieza: mantenga el área, la mesa y el equipo limpios y libres de virutas de vidrio u otros escombros; el polvo y las partículas de vidrio pueden obstruir el disco y provocar que se arrastre o salte.
- ✓ Utilice el disco adecuado para el espesor del vidrio que se está cortando para lograr la profundidad de rayadura adecuada y una buena apertura controlada.
- ✓ Asegúrese de que se esté utilizando un disco sin usar de buena calidad para lograr rayados consistentes y abrir. Se recomienda cambiar el disco y el eje con frecuencia según el uso, que podría ser en cada turno (8 horas). Con un dedo, verifique que el disco gire libremente en el conjunto del cabezal de corte, pero sin una inclinación excesiva.
- ✓ Se debe usar líquido de corte para mantener el disco lubricado y ayudar con el proceso de cortado. Use líquidos de calidad en la cantidad adecuada (el líquido no debe correr por el vidrio cuando se coloca verticalmente).

## Directrices para la calidad de fractura y estriación de vidrio

- ✓ Utilice la presión de corte adecuada (carga del disco) para el tipo de disco y el espesor del vidrio que se procesa. Demasiada presión da como resultado astillas, dientes de tiburón y una mala calidad de los bordes, aunque el corte del vidrio puede mejorar.
- ✓ Mantenga el puente de corte correctamente alineado y la mesa correctamente nivelada. Revise el conjunto del disco de corte para ver si hay componentes sueltos y reemplácelo según sea necesario.
- ✓ Utilice los procedimientos adecuados de apertura (cortado). El uso de barras de apertura emergentes es el método preferido, ya que aplican una fuerza uniforme debajo de la ranura para dividir uniformemente el vidrio.
- ✓ Use la cantidad adecuada de recorte alrededor de la hoja de vidrio. La cantidad ideal de molduras es 8 veces el espesor del vidrio para obtener bordes de la mejor calidad. Sin embargo, esto podría no ser práctico para lograr rendimientos de diseño aceptables. Es ampliamente aceptado obtener un equilibrio entre el tamaño del recorte a partir de la medida que sale del horno y el rendimiento del lay-out utilizando 4 veces el espesor del vidrio para el tamaño de la medida cortada. Esto significa que para vidrio de 1/4", un recorte de 1" alrededor del perímetro debería ser aceptable. El uso de un borde inferior a 4 veces el espesor del vidrio generalmente dará como resultado características deficientes en los bordes, como alabeo agudo, pluma y astillas y dientes de tiburón.

### Póster de directrices

Se anima a los clientes de Vitro a solicitar un póster de las *Directrices para la calidad de los bordes cortados* (el tamaño es de 24" x 38" y está disponible en inglés y español) de su Gerente de Cuenta de Ventas. El póster está diseñado para exhibirse en el área de trabajo de corte como referencia visual.

## Guidelines for Cut Edge Quality

**Edge 1 — IDEAL**

**Edge 2 — ACCEPTABLE**

**Edge 3 — ACCEPTABLE**

**Edge 4 — ACCEPTABLE**

**Edge 5 — BORDERLINE**

**Edge 6 — BORDERLINE**

**Edge 7 — BORDERLINE**

**Edge 8 — UNACCEPTABLE**

**Edge 9 — UNACCEPTABLE**

**Edge 10 — UNACCEPTABLE**

**Acceptable Score**  
Score — A clean cut furrow made by the glass cutting tool.

**Unacceptable Score**  
Wings — Glass flakes originating on each side of the score. They may fly out under excessive cutting wheel pressure and/or improper wheel angle. Try reducing cutting pressure and/or cutting wheel angle.

**Ideal Clean Cut Edges**  
Exhibit no rolling but a fine, even score and provide the highest glass strength available.

**Acceptable Clean Cut Edges** may have the following acceptable blemishes:  

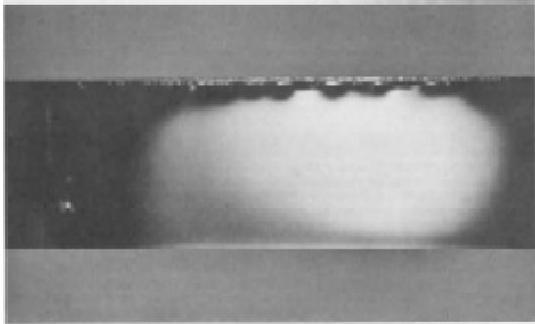
- Convulsions, Run Lines and Frost/Rubble.
- Serration Hackle, only within 6 inches of the corners.
- Flare or Bevel, if not more than 1/32-inch on 1/8-inch or thinner glass and 1/16-inch on thicker glass. Flare is not allowed where setting blocks contact the glass.
- Flare — Sharp protrusion at junction of the edge and glass surface. Susceptible to further damage.
- Bevel — An edge that is not perpendicular to the glass surfaces.
- Flake Chips, smooth shallow chips only within 6 inches of corners and if not longer than 1/4-inch across and not deeper than 1/2 the glass thickness.

**Borderline Edges** may have all of the defects acceptable for clean cut edges plus the following; however, corrective action needs to be taken as listed below:  

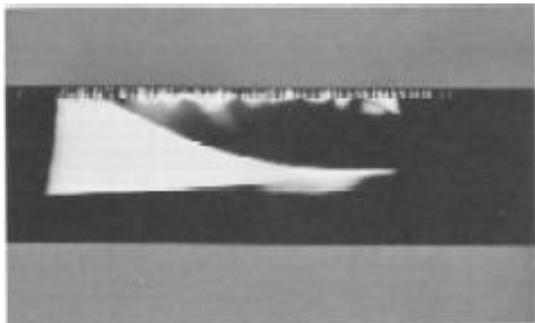
- Shark Teeth, if penetration does not exceed 1/2 the glass thickness. Influenced by breakout technique and forces. Try using symmetrical breakout forces.
- Serration Hackle, if not deep or dense and if spalling is not present. Influenced by violent and/or non-symmetrical breakout forces, cutting wheel angle and cutting pressure. Try using consistent and symmetrical breakout forces and/or increasing wheel angle or cutting pressure.
- Flake Chips, if not larger than 1/8-inch across and not deeper than 1/2 the glass thickness. Influenced by breakout and salvage/trim size. Try using symmetrical breakout forces and/or increasing salvage/trim size.

## Directrices para la calidad de fractura y estriación de vidrio

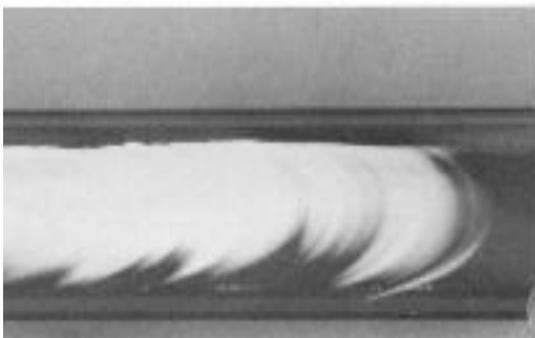
### BORDES DE CORTE LIMPIOS ACEPTABLES



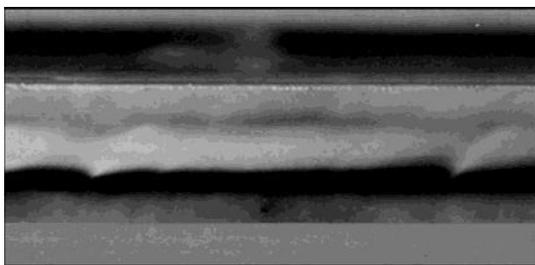
**IDEAL**



**ACEPTABLE - Circunvoluciones**

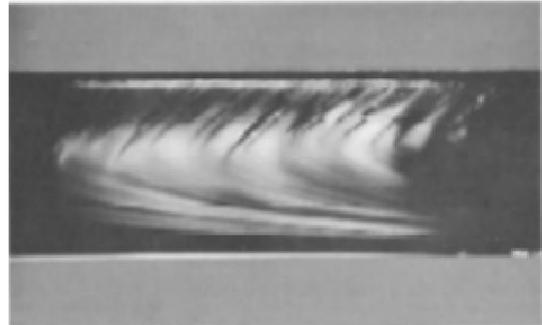


**ACEPTABLE - Líneas de ondulación**

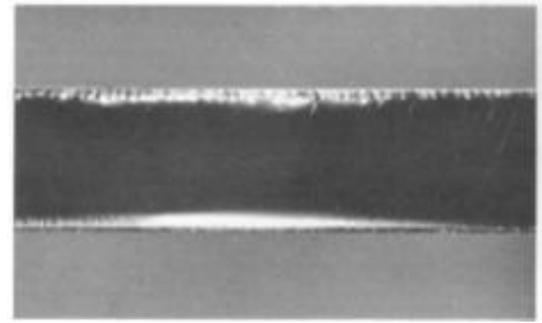


**ACEPTABLE - Escarcha/Escombros**

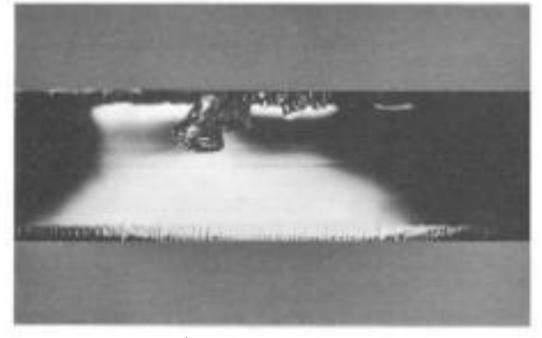
### BORDES LIMÍTROFES



**BORDES LIMÍTROFES - Dientes de tiburón**



**BORDES LIMÍTROFES - Dentado ligero, pluma**

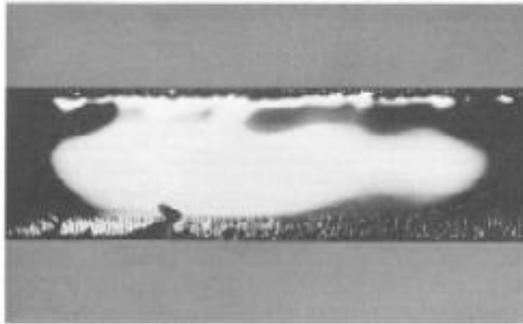


**BORDES LIMÍTROFES - Dentado ligero, pluma, astillas**

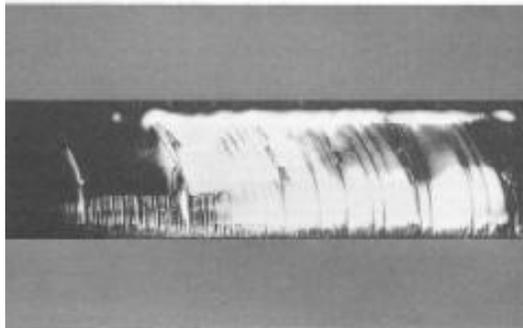
- ✓ Trabaje siempre para mejorar los bordes limítrofes ajustando el proceso de corte o reemplazando el disco o realizando el mantenimiento necesario para lograr el borde de corte limpio "ideal".

## Directrices para la calidad de fractura y estriación de vidrio

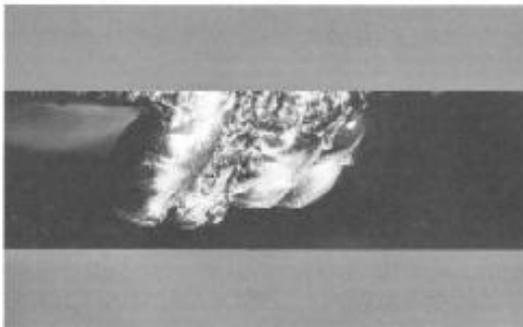
### BORDES INACEPTABLES



**INACEPTABLE - Pluma con marcas de dentaduras  
Y astillado (ver más abajo)**



**INACEPTABLE – Pluma con dentaduras profundo,  
Dientes de tiburón profundos**



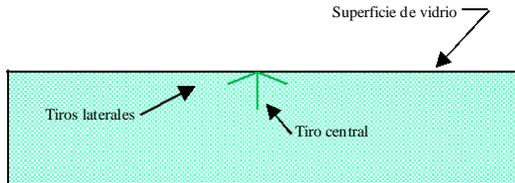
**INACEPTABLE - Daños por impacto**

- ✓ No se debe permitir que estos bordes de vidrio inaceptables continúen con actividades de procesamiento posteriores. Se debe ajustar el proceso de corte o reemplazar el disco o realizar el mantenimiento necesario para que la calidad del filo vuelva a ser aceptable.

## Diretrizes para la calidad de fractura y estriación de vidrio

### DISCOS PARA CORTE DE VIDRIO

Una rayadura es una fractura que se produce en el vidrio por la acción del disco de corte. Cuando un disco de corte marca el vidrio, en realidad se producen tres fracturas en el vidrio.



El tiro central penetra en el cuerpo de vidrio hasta una cierta profundidad, dependiendo del ángulo y la presión del disco. Siempre se crea un tiro lateral a cada lado del tiro central. Los tiros laterales entran en el vidrio aproximadamente en ángulos rectos con las caras angulares del borde del disco. Cuanto mayor sea el ángulo y la presión del disco, más profundamente se pueden introducir estos tiros laterales en el vidrio. Esto significa que los tiros laterales pueden penetrar mucho más profundamente en el cuerpo de vidrio con un disco de 148 ° que con un disco de 120 ° para el mismo espesor de vidrio. Por lo tanto, en general, cuanto más grueso es el vidrio, mayor debe ser el ángulo del disco. El aumento del diámetro del disco también hará que los tiros se adentren más en el vidrio. Pero como es el caso con ángulos de disco más grandes, también se necesita más presión con un diámetro de disco más grande para impulsar un rayado más profundo.

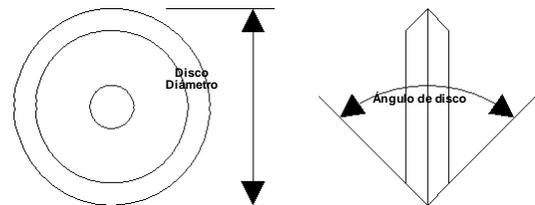
Por lo general, no se pueden ver los tiros laterales. Si son visibles, entonces la presión era demasiado alta en ese disco en particular. Con una presión excesiva en los discos, estos orificios laterales propagarán algo de profundidad en el vidrio y luego se curvarán hacia la superficie del vidrio, lo que dará como resultado en astilladuras llamadas tiros de ala a lo largo de la línea rayada. Una buena rayadura es una línea recta o curva a lo largo de la superficie superior del vidrio, sin saltos, y debe aparecer como una línea continua reflejada en la superficie inferior del vidrio. No se debe arar, cavar o aplastar el vidrio y debe contener un mínimo de tiros en las alas. Saltos en el reflejo de la línea de marcado

son un buen indicador visual de que los parámetros de rayado necesitan un ajuste o se debe reemplazar el disco.

El uso de fluido de corte a menudo enmascara una condición de sobrepresión, al ocultar pequeñas virutas que pueden salirse a lo largo de la línea de incisión cuando se aplica demasiada presión (carga) en el disco. El corte en seco hace que sea mucho más fácil reconocer rápidamente una condición de sobrepresión, lo que reduce la posibilidad de que se corte una gran cantidad de vidrio antes de darse cuenta de que tiene una calidad de borde deficiente debido a los tiros laterales excesivos y las virutas. Sin embargo, el corte en seco puede reducir la vida útil del disco, por lo que solo se realiza como una prueba de configuración del proceso. Además, se ha demostrado que el fluido de corte mejora la facilidad para cortar el vidrio marcado.

### Selección de discos

Los discos de corte de vidrio están disponibles en una variedad de combinaciones de diámetro de disco y ángulo de borde (ver más abajo).



Un ángulo de disco más grande significa que el disco tiene un borde menos filoso

Diferentes diámetros de disco y diferentes ángulos de borde producen resultados diferentes en relación con la calidad del corte del borde. Además, la carga del disco (fuerza del disco contra el vidrio) afectará la calidad del corte de borde. La Tabla-1 a continuación indica que hay cierta lógica en cómo se seleccionan estos parámetros. Aunque no es una receta exacta debido a otras posibles influencias, estos valores proporcionan un buen punto de partida y deberían ayudarlos a producir un tiro central o profundidades de fisura en el rango objetivo de 6% a 10% del espesor del vidrio (más cerca del 6% con  $\geq 12$  mm).

## Directrices para la calidad de fractura y estriación de vidrio

**Tabla 1: Guía de selección de discos \***

Diámetro del disco (pulgadas)	Espesor de vidrio					
	2mm	3mm	4mm	5mm	6-8mm	10-12mm 15-25mm
.140	134 °	145 °	145 °	148 °	154 °	
.156, .175	128 °	140 °	140 °	145 °	152 °	
.196, .215, .219	124 °	134 °	134 °	138 °	145 °	155 ° - 160 °
.228, .230, .245	120 °	128 °	128 °	128 °	140 °	150 ° - 155 ° - 155 ° 160 °
Carga del disco (lbf) Nota: 1 bar = 14,5 psi; 1 libra = 4,45 toneladas nuevas	3 hasta 4	4 a 5	5 a 6	6 a 7	10 a 12	12 hasta 24 30 hasta 60

\* Los valores mostrados se basan en lograr una profundidad de rayadura adecuada de hasta un 10% del espesor del vidrio para cortes rectos en vidrio sin recubrimiento. Para cortes curvos, la profundidad de la fisura de la ranura debe ser del 15 al 20% del espesor del vidrio. Para vidrio recubierto, se debe usar un disco de 5 ° a 10 ° más afilada (ángulo inferior) para lograr la profundidad de fisura adecuada. Para vidrio con película protectora temporal (TPF), se debe usar un disco de 5 ° a 10 ° más afilada con presión adicional (5 a 10 lbf). Consulte TD-152 para obtener información específica relacionada con el corte a través de TPF.

La selección del disco correcto para un trabajo de corte determinado es de vital importancia. Aquí hay algunas pautas generales a seguir. Sin embargo, deberá experimentar con su equipo y entorno para optimizar el disco de corte correcta y otros ajustes del proceso de corte.

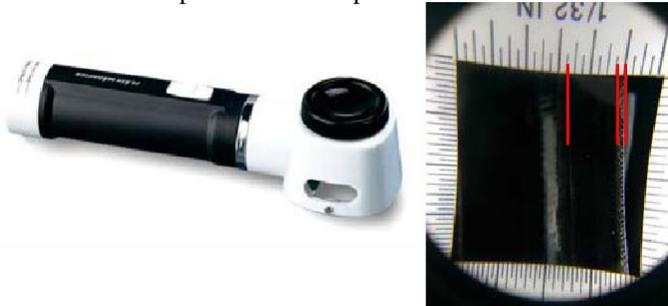
✓ Para vidrio sin recubrimiento de ¼" (6 mm), comience con un disco de 0.215" de diámetro con 145° ángulo. Si el sistema de montaje del disco de corte requiere un diámetro de 7/32" (0,228"), utilice un 140° disco de ángulo.

✓ Con un disco nuevo, comience con una presión de 10 - 12 lbf (~ 45N) o menos. A medida que el disco se desgasta, en realidad se aplana reduciendo efectivamente el ángulo. Después de un período de tiempo, el disco se vuelve desafilado y probablemente requiera más y más presión para lograr la apertura del vidrio. Entonces se alcanza un punto en el que la calidad deseada del marcado y la calidad del borde resultante ya no se pueden lograr. Se recomienda reemplazar el disco de corte antes de que esto suceda. No se recomienda utilizar estos discos usados "desafilados" para cortar otro vidrio más grueso ya que el disco se desgasta y por lo tanto el ángulo

## Directrices para la calidad de fractura y estriación de vidrio

puede no ser consistente, lo que resulta en una calidad inconsistente de cortado y de borde.

- ✓ Use la cantidad adecuada de líquido de corte para mantener el disco lubricado y ayudar con el proceso de apertura del vidrio. Una pauta es usar solo lo suficiente para mantener la rayadura húmeda hasta que termine la apertura del vidrio. El fluido de corte no debe correr por el vidrio cuando el vidrio se coloca verticalmente después del corte o acumularse excesivamente cuando el vidrio está sentado en la mesa de corte o en los transportadores posteriores. Al cortar Sungate® o Solarban® Vidrio de baja emisividad, utilice únicamente fluidos de corte aprobados (consulte TD-149).
- ✓ Examine los bordes cortados en ambas direcciones. Preste especial atención a los recortes en bordes y a los bordes donde el cabezal de corte comienza y se detiene (es decir, hacia las esquinas). Utilice una herramienta como una linterna de aumento (Donegan Optical V-980-10-65693) para ver la sección transversal del vidrio. Compare la calidad real del borde de corte con las secciones transversales típicas que se muestran en las páginas 4-5 o con el póster ilustrado en la página 3. Utilice esta misma herramienta para medir la profundidad real de la fisura del rayado. Recuerde que la profundidad de la fisura debe ser aproximadamente el 10% del espesor del vidrio para cortes rectos.



- ✓ Tenga en cuenta la facilidad (o dificultad) para abrir el corte del vidrio en las líneas de marcado. Tenga en cuenta que una apertura buena (fácil) no siempre significa una buena calidad de borde. No reaccione y ajuste el proceso de corte demasiado rápido. La planitud del vidrio y el estado de recocido pueden afectar

láminas de vidrio individuales. Continúe controlando la calidad del borde, el marcado y la profundidad de la fisura.

- ✓ Deje que el vidrio frío se iguale a la temperatura ambiente. En términos generales, el vidrio frío reacciona de manera diferente que el vidrio a temperatura ambiente (~ 70° F) siendo los resultados menos predecibles a la hora de abrir el corte.
- ✓ La velocidad del disco de corte a través de la superficie del vidrio generalmente no es una variable que se ajuste. Sin embargo, es importante darse cuenta del efecto que tiene la velocidad en el proceso de corte de vidrio. Básicamente, la velocidad actúa junto con la presión o fuerza del disco. Si solo aumenta la velocidad del disco de corte, todos los demás factores permanecen constantes, la profundidad de la fisura también aumentará. Un efecto secundario no deseado podría ser un aumento de conchas escamosas o los tiros laterales a ambos lados de la rayadura. Esto es particularmente cierto con cortes curvos o estampados donde la velocidad puede variar dentro y fuera del radio. Si no se puede lograr un borde de corte de buena calidad ajustando otros parámetros del proceso, entonces se puede considerar ajustar la velocidad del disco de corte.
- ✓ Consulte con los procesadores de equipos de corte y los proveedores de discos de corte para obtener más información y los procedimientos recomendados. Aquí se muestran algunos de los proveedores de discos de corte.

El Fletcher-Terry Co.

<http://www.fletcher-terry.com/>

Herramienta MacInnes

<http://www.macto.com/>

Bohle America, Inc.

<http://www.bohle-america.com/>

---

**Directrices para la calidad de fractura y estriación de vidrio**

---

TABLA HISTÓRICA		
ARTICULO	FECHA	DESCRIPCIÓN
Publicación original	10/1982	TSR-130
Revisión # 1	1/4/2002	Extractos de TSR-130 a TD-119
Revisión # 2	4/10/2016	Actualizado al formato y logotipo de Vitro
Revisión # 3	12/10/2018	Combinar TD 117 y 119 y revisado para ser actual y coherente con las mejores prácticas.

Este documento tiene como objetivo informar y ayudar al lector en la aplicación, uso y mantenimiento de los productos Vitro Vidrio Arquitectónico. El rendimiento y los resultados reales pueden variar según las circunstancias. **Vitro no ofrece garantía alguna en cuanto a los resultados que se obtendrán del uso de la totalidad o parte de la información proporcionada aquí, y por la presente renuncia a cualquier responsabilidad por lesiones personales, daños a la propiedad, insuficiencia del producto o cualquier otro daño de cualquier tipo o naturaleza que surja del uso por parte del lector de la información aquí contenida.**