

PLASKOLITE

**TUFFAK® LÁMINA DE
POLICARBONATO**

GUÍA DE CONFECCIÓN



Índice

Página

Introducción	3
Propiedades típicas	4
Guía de selección de productos TUFFAK	5-6
Resistencia química/ambiental	7-13
Recomendaciones de limpieza	14-15
Fabricación/Mecanizado	16-21
Fabricación/Laminado y lámina de calibre grueso ..	22-25
Termoformado	26-31
Guía de resolución de problemas	32-40
Doblado con plegadora, formado en frío, recocido ..	41-42
Aplicaciones de unión	43-45
Fijación mecánica	46-49
Acabado	50-52
Pautas de vidriado	53-58



**Si tiene otras preguntas, comuníquese con el
Grupo de Servicio Técnico:
614.294.3281
plaskolite@plaskolite.com**

Propiedades típicas* de las láminas TUFFAK



Propiedades	Método de prueba	Unidades	Valores
FÍSICAS			
Gravedad específica	ASTM D 792	–	1,2
Índice de refracción	ASTM D 542	–	1,586
Transmisión de luz, transparente en 0,118"	ASTM D 1003	%	86
Transmisión de luz, I30 gris en 0,118"	ASTM D 1003	%	50
Transmisión de luz, K09 bronce en 0,118"	ASTM D 1003	%	50
Transmisión de luz, I35 gris oscuro en 0,118"	ASTM D 1003	%	18
Absorción de agua, 24 horas	ASTM D 570	%	0,15
Coefficiente de Poisson	ASTM E 132	–	0,38
MECÁNICAS			
Tensión de rotura, máxima	ASTM D 638	psi	9.500
Tensión de rotura, rendimiento	ASTM D 638	psi	9.000
Módulo elástico	ASTM D 638	psi	340.000
Alargamiento	ASTM D 638	%	110
Resistencia elástica	ASTM D 790	psi	13.500
Módulo elástico	ASTM D 790	psi	345.000
Resistencia a la compresión	ASTM D 695	psi	12.500
Módulo de compresión	ASTM D 695	psi	345.000
Resistencia al impacto Izod, con muesca en 0,125"	ASTM D 256	pie-libras/pulg	18
Resistencia al impacto Izod, sin muesca en 0,125"	ASTM D 256	pie-libras/pulg	60 (no se rompe)
Impacto instrumentado en 0,125"	ASTM D 3763	pie-libras	47
Resistencia al corte, máxima	ASTM D 732	psi	10.000
Resistencia al corte, rendimiento	ASTM D 732	psi	6.000
Módulo de corte	ASTM D 732	psi	114.000
Dureza Rockwell	ASTM D 785	–	M70 / R118
TÉRMICAS			
Coefficiente de dilatación térmica	ASTM D 696	pulg/pulg/°F	3,75 x 10 ⁻⁵
Coefficiente de conductividad térmica	ASTM C 177	BTU·pulg/hora·pie ² ·°F	1,35
Temperatura de deflexión térmica en 264 psi	ASTM D 648	°F	270
Temperatura de deflexión térmica en 66 psi	ASTM D 648	°F	280
Temperatura de fragilidad desde dúctil a frágil	ASTM D 746	°F	-40 - -200
Coefficiente de sombra, transparente en 0,236"	NFRC 100-2010	–	0,97
Coefficiente de sombra, gris o bronce en 0,236"	NFRC 100-2010	–	0,77
Factor U en 0,236" (verano, invierno)	NFRC 100-2010	BTU/hora·pie ² ·°F	0,85, 0,92
Factor U en 0,375" (verano, invierno)	NFRC 100-2010	BTU/hora·pie ² ·°F	0,78, 0,85
ELÉCTRICAS			
Constante dieléctrica en 10 Hz	ASTM D 150	–	2,96
Constante dieléctrica en 60 Hz	ASTM D 150	–	3,17
Resistividad de volumen	ASTM D 257	Ohm·cm	8,2 x 10 ¹⁶
Factor de disipación en 60 Hz	ASTM D 150	–	0,0009
Resistencia de arco			
Electrodo de banda de acero inoxidable	ASTM D 495	Segundos	10
Electrodos de tungsteno	ASTM D 495	Segundos	120
Rigidez dieléctrica, en aire en 0,125"	ASTM D 149	V/mil	380

4 *Las propiedades típicas no están pensadas para los objetivos de la especificación.

Clasificación de TUFFAK	Principales características del producto	Aplicaciones típicas
GP	Alto impacto; claridad; y resistente a la temperatura	Vidriado industrial, protecciones para maquinarias, piezas estructurales, componentes fabricados y termoformados
Patrones GP	Acabados de superficie en piedra, mate prismático	Vidriado industrial, vidriado de privacidad, letreros, pantallas, y cubiertas de iluminación
OP	Calidad óptica	Protectores faciales, laminados
FI	UL 94 V-0 y 5 VA; clasificación FAA; no estabilizado con relación a UV	Aparatos eléctricos, carcasas de equipos, cubiertas de paneles de conmutación y componentes internos de aeronaves
LF	UL 94 V-0; la clasificación FAA tiene estabilizador UV	Dispositivos eléctricos, carcasas de equipos, cubiertas de paneles de conmutación, accesorios de iluminación componentes de aeronaves
FD	Cumple con reglamentación de la FDA sobre contacto con alimentos	Protectores de máquinas, recipientes de alimentos a granel, moldes de dulces, protecciones antiestornudos, bandejas de hospitales, moisés, incubadoras y contenedores de almacenamiento de dispositivos médicos
SL	Rendimiento mejorado para exposición a la intemperie	Superficies de señalización con relieve y planas y letras de canal
SL Matte	Rendimiento mejorado para exposición a la intemperie con textura mate	Superficies de señalización con relieve y planas, letras de canal y pantallas digitales
LD	Difusión de luz LED; rendimiento mejorado para exposición a la intemperie	Superficies de señalización con relieve y planas y letras de canal con uso de luces LED
NR	No reflectivo; resistente a los rayos UV; superficie mate patentada; resistencia al impacto	Protección para exhibiciones y pantallas, letreros, lentes y paneles de menús
NR-C	No reflectivo; resistente a los rayos UV; un lado con revestimiento duro; superficie texturizada	Protección de exhibiciones y pantallas, sistemas de dispensación de combustible, letreros, lentes y paneles de menús con resistencia mejorada a los productos químicos
UV	Alta calidad óptica, rendimiento mejorado para exposición a la intemperie y se puede formar en frío en terreno	Pasillos peatonales cubiertos, toldos de entrada, marquesinas, tragaluces, bóvedas de cañón, arcos vidriados, y vidriados inclinados, verticales y curvos
SK	Diseñado como la luz interior de una claraboya con doble domo	Marquesinas, claraboyas, toldos de entrada, bóvedas de cañón, y vidriados curvos, verticales e inclinados
SK1	Suave y prismático optimizado para difuminar y distribuir la luz y permitir una alta distribución de la luz; resistente a los rayos UV	Marquesinas, claraboyas, toldos de entrada, bóvedas de cañón, y vidriados curvos, verticales e inclinados
multi UV	Peso ligero, alta resistencia estructural; múltiples geometrías para diferentes propiedades estructurales y aislantes	Invernaderos, solarios y atrios, pasillos cubiertos, vidriados aislantes de privacidad
AR	Resistencia química y a la abrasión de larga duración, y resistencia a la intemperie	Vidriado de reemplazo, protección industrial, componentes de seguridad
15	Resistencia química y a la abrasión de larga duración, y resistencia a la intemperie; garantía de producto limitada de quince (15) años	Vidriado arquitectónico para centros residenciales, comerciales, de transporte, psiquiátricos
FC	Formable en frío y en caída; cumple con ANSI Z26.1 AS-6	Parabrisas de motocicletas y vehículos recreativos, protectores faciales y aplicaciones formadas
CG375, CG500, CG750	Cumple con ASTM F 1915; ASTM F 1233; H.P. White TP 0500	Vidriado en cárceles, prisiones, centros de detención y de contención psiquiátrica
BR750	Cumple con UL 752	Vidriado resistente a las balas para instalaciones gubernamentales, institucionales y comerciales
BR1000	Cumple con UL 752 Nivel 2; ASTM F 1233; ASTM F 1915; H.P. White TP 0500	Vidriado resistente a las balas para instalaciones gubernamentales, institucionales, bancarias y comerciales

Clasificación de TUFFAK	Principales características del producto	Aplicaciones típicas
BR1250	Cumple con UL 752 Nivel 3; NIJ Nivel II; ASTM F 1233; ASTM F 1915; H.P. White TP 0500	Vidriado resistente a las balas para instalaciones gubernamentales, institucionales, bancarias y comerciales
MS1250	Cumple con 752 Nivel 6	Vidriado resistente a las balas para amenazas graves
Lumen XT	Difuminación superior de la luz convencional y LED; amplia gama de niveles de difuminación	Accesorios de iluminación convencionales y de LED de interiores
Lumen XT-V	Cumple con UL 94 V-0, 5VA	Accesorios de iluminación convencionales y de LED de interiores
DX-NR	Formulado específicamente para una difuminación superior de la luz LED con un mejor rendimiento ante la intemperie	Accesorios de iluminación convencionales y de LED de exteriores
IR	Cumple con los requisitos para sombras de soldadura 3 y 5; cumple con la norma ANSI Z87.1, EN 169: CSA Z94.3	Máscaras para soldadura y cortes de llama, protección de IR en general, cortina de soldadura
MG	0,750" -2,0" de espesor para trabajo mecanizado, superficie texturizada	Piezas mecanizadas tales como colectores, aisladores, diafragmas, aplicaciones eléctricas, de semiconductores, militares
WG	0,750" -2,0" de espesor, transparente	Mirillas para tanques/buques, ventanas de visualización piezas médicas, aplicaciones militares
AU	Resistente a los rayos UV y a la abrasión; ultraclaro; alta transmisión de luz visible	Laminados especiales
UC	Alta transmisión de luz y alta calidad óptica	Doseles de aviones militares, laminados especiales
SQ	Alta calidad óptica	Alta calidad óptica con especificaciones adaptadas a la aplicación de uso final
HV	Resistente a los rayos UV y a la abrasión; lámina de calibre grueso de alta calidad óptica; cumple con ANSI Z26.1 AS-4	Equipos forestales, vidriado para vehículos agrícolas e industriales
TX	Vidriado extendido resistente a los rayos UV y a la abrasión para ventanas; cumple con ANSI Z26.1 AS-4 y FMVSS 302	Ventanas traseras de camiones comerciales y de construcción y vehículos recreativos
BG	Resistente a los rayos UV y a la abrasión; el rendimiento óptico cumple con ANSI Z26.1 AS-4 y FMVSS 302	Vidriado para ventanas de autobuses
TG	Alto rendimiento óptico con resistencia mejorada ante rayos UV y a la abrasión; cumple con FRA 49 CFR 238 y 49 CFR 238 para inflamabilidad, humo, balas e impactos	Vidriado para vagones de ferrocarril de pasajeros
Marine 5	Alta claridad óptica; baja distorsión óptica; resistente a los rayos UV, a la abrasión y a los productos químicos	Armarios marinos flexibles, tiendas de campaña y cierres de marquesinas
VR	Alta calidad óptica; baja distorsión óptica; alta claridad	Armarios marinos flexibles, tiendas de campaña y cierres de marquesinas
Bayblend® MTR	Lámina opaca para los interiores de transporte masivo. Cumple con los estándares FRA 49 CFR 238 para fuego y humo; cumple con SMP-800C sobre generación de gases tóxicos	Piezas internas de trenes termoformadas, tales como componentes de asientos estructurales, revestimientos de paredes, exteriores de ventanas, paneles de techo
Bayblend® MTR AG	Lámina opaca con resistencia a los grafitis, las manchas y los arañazos; cumple con los estándares FRA 49 CFR 238 para fuego y humo; cumple con SMP-800C sobre generación de gases tóxicos	Piezas internas de trenes termoformadas, tales como componentes de asientos estructurales, revestimientos de paredes, exteriores de ventanas, paneles de techo
Bayblend® MTR AG Deco	Lámina opaca resistente a los grafitis, las manchas y los arañazos; impresión de primer servicio personalizable. Cumple con los estándares FRA 49 CFR 238 para fuego y humo; cumple con SMP-800C sobre generación de gases tóxicos	Piezas internas de trenes termoformadas, tales como componentes de asientos estructurales, revestimientos de paredes, exteriores de ventanas, paneles de techo
FP	Resistencia a la abrasión, a los productos químicos y a la intemperie de larga duración; fritado del borde personalizable	Vidriado de seguridad de cabinas de equipos pesados, vidrio para transporte marino y masivo
AL	Alta calidad óptica; resistente a la abrasión, a los productos químicos y a los rayos UV	Laminados para automóviles



RESISTENCIA QUÍMICA/ AMBIENTAL



Resistencia química/ambiental



La resistencia química y ambiental de TUFFAK depende de la combinación única de factores y variables durante la aplicación.

A continuación se presenta un resumen de los principales factores externos que afectan al producto y los tipos comunes de daños potenciales. También se proporciona un resumen de las pruebas de laboratorio diseñadas para cumplir con sus requisitos prácticos, así como su resistencia ante una amplia gama de productos químicos y sustancias.

Su representante de Plaskolite, con el apoyo de nuestro Grupo de Servicio Técnico, está disponible para colaborar con usted y evaluar su aplicación específica.

Parámetros de influencia

Los principales factores que ejercen influencia sobre las propiedades de TUFFAK son:

- La composición de los ingredientes químicos
- La temperatura
- La duración de la exposición
- El nivel de tensión y esfuerzo internos o aplicados

Tipos de daño

TUFFAK puede sufrir varios tipos distintos de daños, como dilatación, disolución, agrietamiento por tensión y degradación molecular. A continuación se detallan las circunstancias bajo las cuales pueden ocurrir estos posibles tipos de daños. Diferentes productos químicos pueden actuar simultáneamente sobre la lámina TUFFAK y causar uno o más tipos de daño.

Dilatación o disolución

Cuando pasan componentes de bajo peso molecular, aromáticos, halogenados y polares al policarbonato, el daño puede variar desde la creación de una superficie pegajosa hasta la dilatación o incluso la disolución total.

Agrietamiento por tensión

Incluso en pequeñas cantidades, diversos productos químicos pueden penetrar la superficie de TUFFAK. Esto puede provocar grietas por tensión que afectan la apariencia o las propiedades mecánicas de la pieza formada o fabricada.

Por lo general, las grietas por tensión son fáciles de detectar gracias a los grados de transparencia de TUFFAK. La detección podría complicarse en el caso de grados opacos. Las grietas por tensión pueden actuar a manera de muesca, lo que conduce a un deterioro significativo de varias propiedades mecánicas, en particular, el rendimiento de impacto, flexión y rotura. Es posible utilizar pruebas de laboratorio tales como impacto o resistencia a la flexión como indicadores de la degradación de las propiedades mecánicas.

La temperatura y la duración de la exposición son factores de influencia clave en el posible agrietamiento de TUFFAK. A medida que la temperatura aumenta, el tiempo que transcurre antes de que el daño ocurra se acorta. El tiempo de exposición requerido para el daño inicial varía de unos pocos segundos a más de 1000 horas dependiendo del producto químico involucrado, la temperatura y el nivel de tensión. Por ejemplo, cuando las piezas formadas o fabricadas con tensiones pronunciadas se sumergen en solventes agresivos, se producirán grietas por tensión en menos de un minuto.

Es posible que un componente dentro de un sólido se traslade al policarbonato a través del contacto a largo plazo y cause daños. Un ejemplo es el contacto entre policarbonato y PVC plastificado. Los plastificantes dentro del PVC, como los ftalatos, pueden provocar agrietamiento por tensión y dañar el policarbonato.

Degradación molecular

Muchas de las propiedades de TUFFAK están determinadas por el tamaño de sus moléculas. Si una sustancia química incompatible causa una reducción en el peso molecular, puede producirse una degradación de la propiedad mecánica. El peso molecular prácticamente no tiene influencia sobre las propiedades eléctricas y solo tiene una ligera influencia sobre las propiedades térmicas.

Las soluciones con un alto pH (bases) pueden actuar reduciendo el peso molecular del policarbonato. Las soluciones de pH bajo (ácidos) típicamente no degradan el peso molecular. El amoníaco y las aminas son agresivos con el policarbonato.

Los laboratorios de Plaskolite han probado una serie de productos químicos y comerciales para determinar su compatibilidad con el policarbonato. Los resultados de la resistencia de TUFFAK a las sustancias se incluyen en la siguiente tabla (páginas 10 a 13).

Las pruebas de laboratorio brindan información sobre la formulación evaluada. La composición de muchos productos comerciales puede cambiar con el paso del tiempo.

Daño oxidativo

TUFFAK es relativamente estable frente a los agentes oxidantes como el oxígeno, el ácido nítrico y el peróxido de hidrógeno.

Resistencia

La resistencia de TUFFAK a los productos químicos, limpiadores industriales comunes, productos farmacéuticos, domésticos y cosméticos, depende de los ingredientes del producto, así como de la temperatura y la duración de la exposición. La siguiente sección proporciona una descripción general de la resistencia a estos materiales de uso común. Si necesita información adicional, comuníquese con su representante de Plaskolite.

• Resistencia a los compuestos de sellado, adhesivos y plásticos

La resistencia de TUFFAK a los selladores, adhesivos y plásticos depende en gran medida de la presencia de componentes agresivos, tales como plastificantes (p. ej., ftalatos) o solventes, que pueden trasladarse al policarbonato.

• Resistencia a las pinturas

Los solventes en las pinturas pueden causar agrietamiento por tensión o dilatación dependiendo del solvente y de las condiciones de evaporación y secado. Es posible formular pinturas con solventes que no causen daños. En algunas aplicaciones, la pintura puede aumentar la resistencia química de la pieza terminada.

Las pinturas de dos componentes son resistentes si los componentes individuales no causan daño a TUFFAK en el corto período entre la aplicación y el curado. Se puede usar la FDS para identificar la composición química de la pintura.

• Resistencia a agentes de limpieza y lavado

TUFFAK es resistente a la mayoría de los jabones domésticos, pero no a los que contienen aminas, amoníaco e hidróxido de sodio.

• Resistencia a desinfectantes, medicamentos y cosméticos

TUFFAK puede dañarse con desinfectantes, medicamentos y cosméticos, los cuales contienen solventes o ingredientes activos que son incompatibles con el policarbonato. Por ejemplo, el esmalte de uñas y el quitaesmalte dañan el material.

Si se conocen los ingredientes del producto, es posible estimar la compatibilidad con TUFFAK. Sin embargo, se recomienda evaluar la parte terminada a través de una prueba práctica si no hay información disponible. Consulte la tabla de compatibilidad (páginas 10 a 13) para conocer los niveles de resistencia.

Resistencia química/ambiental



Pruebas para cumplir con los requisitos prácticos

La información de compatibilidad presentada en esta sección se debe usar como punto de partida para determinar la integridad y la durabilidad de su aplicación. Es esencial realizar pruebas si los componentes de TUFFAK terminados podrían enfrentarse a sustancias químicas agresivas durante el uso. La tensión interna y aplicada en una pieza formada o fabricada, así como la duración de la exposición química, puede producir resultados muy diferentes.

Métodos de evaluación de la compatibilidad

Los datos que se muestran en la tabla de compatibilidad (páginas 10 a 13) se generaron mediante DIN 53449-3. Este método usa piezas de prueba de una lámina TUFFAK de 80 x 10 x 4 mm sujeta a un accesorio curvo. El accesorio aplica una tensión graduada que varía de 0 a 2%.

Criterios de evaluación

La información en la tabla de compatibilidad se basa en la exposición a productos químicos a 23° C y un rango de 0 a 2% de tensión. Los componentes que conducen a daños con una tensión de $\epsilon < 1,0\%$ se clasifican como incompatibles.

Los resultados que se muestran en las siguientes tablas se basan en una prueba única. Cualquier cambio en la composición que realicen los productores de estas sustancias puede alterar los resultados.

Comuníquese con su representante de Plaskolite o con el Grupo de Servicio Técnico al 413.229.8711 si tiene alguna pregunta o si necesita información adicional.

Resistencia química/ambiental



Leyenda

Explicación de los símbolos:

- + Resistente
- O Parcialmente resistente
- No resistente

Productos químicos

Acetaldehído	-
Ácido acético, solución de hasta el 10%	+
Acetona	-
Acetileno	+
Acrilonitrilo	-
Alcohol alílico	O
Alumbre	+
Cloruro de aluminio, solución acuosa saturada	+
Oxalato de aluminio	+
Sulfato de aluminio, solución acuosa saturada	+
Amoníaco	-
Licor amoniacal	-
Cloruro de amonio, solución acuosa saturada	+
Nitrato de amonio, solución acuosa saturada	+
Sulfato de amonio, solución acuosa saturada	+
Sulfuro de amonio, solución acuosa saturada	-
Amilacetato	-
Anilina	-
Cloruro de antimonio, solución acuosa saturada	+
Ácido arsénico, solución al 20%	+
Benzaldehído	-
Benceno	-
Ácido benzoico	-
Alcohol bencílico	-
Bórax, solución acuosa saturada	+
Ácido bórico	+
Benceno brómico	-
Bromo	-
Butano (líquido o gaseoso)	+
Acetato de butilo	-
Butanol	+
Butilenglicol	+
Ácido butírico	-
Cloruro de calcio, solución acuosa saturada	+
Hipocloruro de calcio	+
Nitrato de calcio, solución acuosa saturada	+
Jabón de calcio, grasa y puro	+
Ácido de carbono, húmedo	+
Monóxido de carbono	+
Clorobenceno	-
Gas de cloro, seco	O
Gas de cloro, húmedo	-
Lechada de cal clorada	+

Cal clorada, 2 % en agua	+
Cloroformo	-
Alumbre de cromo, solución acuosa saturada	+
Ácido crómico, 20% en agua	+
Ácido cítrico	+
Sulfato de cobre, solución acuosa saturada	+
Cresol	-
Cloruro cúprico, solución acuosa saturada	+
Cloruro cuproso, solución acuosa saturada	+
Ciclohexano	-
Ciclohexanol	O
Ciclohexanona	-
Decalina	+
Diamilftalato	-
Dibutilftalato (plastificante)	-
Dietilenglicol	+
Éter etílico	-
Ácido diglicólico, solución acuosa saturada	+
Dimetilformamida	-
Ftalato de dinonilo (plastificante)	O
Ftalato de dioctilo (plastificante)	O
Dioxano	-
Difil 5, 3	O
Éter	-
Alcohol etílico, 96% puro	+
Etilamina	-
Bromuro de etilo	-
Clorohidrina etilénica	-
Cloruro de etileno	-
Etilenglicol	+
Tricloruro de hierro, solución acuosa saturada	+
Bisulfato de hierro	+
Formalina, 10% ig	+
Ácido fórmico, 30%	O
Gasolina	+
Glicerina	O
Glicol	+
Heptano	+
Hexano	+
Ácido clorhídrico, 20%	+
Ácido clorhídrico, conc.	-
Ácido fluorhídrico, 5%	+
Ácido fluorhídrico, conc.	-
Ácido hidrofúosilícico, 30%	+
Peróxido de hidrógeno, 30%	+
Yodo	-
Alcohol isoamílico	O
Alcohol isopropílico	+
Ácido láctico, 10% en agua	+
Tetraetilo de plomo, 10% en gasolina	O
Gas para encendedores	+

Ligroína (compuesto de hidrocarburo)	+	Ácido propiónico, conc.	-
Leche de cal, 30% en agua	O	Alcohol propílico	+
Cloruro de magnesio, solución acuosa saturada	+	Piridina	-
Sulfato de magnesio, solución acuosa saturada	+	Solución de aceite de resorcina, 1%	+
Sulfato manganésico, solución acuosa saturada	+	Disulfuro de carbono	-
Cloruro de mercurio, solución acuosa saturada	+	Sulfuro de hidrógeno	+
Mercurio	+	Bicarbonato	+
Ácido metacrílico-metilester (MMA)	-	Bicarbonato de sodio, solución acuosa saturada	+
Metano	+	Bisulfato de sodio, solución acuosa saturada	+
Metanol	-	Bisulfuro de sodio, solución acuosa saturada	+
Metilamina	-	Carbonato de sodio, solución acuosa saturada	+
Metiletilcetona (MEC)	-	Clorato de sodio, solución acuosa saturada	+
Cloruro de metileno	-	Cloruro de sodio, solución acuosa saturada	+
Ácido nítrico, 10%	+	Hidróxido de sodio	-
Ácido nítrico, 10-20%	O	Hipocloruro de sodio, 5% en agua	+
Ácido nítrico, 20%	-	Sulfato sódico, solución acuosa saturada	+
Gas nítrico, seco	-	Sulfuro de sodio, solución acuosa saturada	O
Nitrobenzeno	-	Estireno	-
Ácido oxálico, 10% en agua	+	Sublimado, solución acuosa saturada	+
Oxígeno	+	Azufre	+
Ozono	+	Dióxido de azufre	O
Pentano	+	Ácido sulfúrico, 50%	+
Ácido perclórico, 10% en agua	+	Ácido sulfúrico, 70%	O
Ácido perclórico, concentrado	O	Ácido sulfúrico, conc.	-
Percloroetileno	-	Ácido sulfuroso, 10%	-
Perhidrol, 30%	+	Cloruro de sulfurilo	-
Petróleo	O	Ácido tártrico, 10%	+
Éter de petróleo	O	Tetraclorocarbono	-
Alcoholes de petróleo	+	Tetracloroetano	-
Fenol	-	Tetrahidrofurano	-
Alcohol feniletílico	-	Tetralina	-
Tricloruro de fósforo	-	Tiofeno	-
Ácido fosfórico, conc.	+	Tolueno	-
Oxicloruro fosfórico	-	Ácido tricloroacético, 10%	O
Sulfato de aluminio y potasio, solución acuosa saturada	+	Tricloroetil amina	-
Bicromato de potasio, solución acuosa saturada	+	Fosfato de tricloroetil (plastificante)	O
Bromuro de potasio, solución acuosa saturada	+	Tricloroetileno	-
Carbonato de potasio, solución acuosa saturada	+	Fosfato de tricresilo (plastificante)	-
Cloruro de potasio, solución acuosa saturada	+	Urea, solución acuosa saturada	+
Cianuro de potasio	-	Agua	+
Hidróxido de potasio	-	Xileno	-
Metabisulfuro de potasio, 4% en agua	+	Cloruro de zinc, solución acuosa saturada	+
Nitrato de potasio, solución acuosa saturada	+	Óxido de zinc	+
Perclorato de potasio, 10% en agua	+	Sulfato de zinc, solución acuosa saturada	+
Permanganato de potasio, 10% en agua	+		
Persulfato de potasio, 10% en agua	+		
Rodanida de potasio, solución acuosa saturada	+		
Sulfato de potasio, solución acuosa saturada	+		
Gas propano	+		
Alcohol propargílico	+		
Ácido propiónico, 20%	+		

Resistencia química/ambiental



Desinfectantes

Accel TB	-
Baktol®, 5%	+
Ácido carbólico	-
Cloroamina	+
Clorox® Limpiador desinfectante cuaternario de AMPLIO ESPECTRO	-
Clorox® Desinfectante limpiador FUZION hospitalario	-
Clorox® Limpiador antiséptico con lejía hospitalario	-
Delegol®, 5%	+
Dimamin T, 5%	O
Peróxido de hidrógeno	+
Tintura de yodo	O
Lysoform, 2%	+
Lysol® Brand III, Desinfectante en aerosol (original)	-
Maktol®	+
Merfen®, 2%	+
Oktozon®, 1%	+
Toallitas desechables PDI® Super Sani-Cloth®	-
Perhidrol	+
Desinfectante esporicida PeridoxRTU®	-
Soluciones de resorcinol, 1%	+
Toallitas Safetec Surface Safe	-
Sagrotan®, 5%	O
Alcohol, puro	+
Steriplex® SD	-
Sublimado	+
TB-Lysoform	-
Trosilin G extra®, 1, 5%	+
ZEP® 40 Limpiador antirayones	-
ZEP® SPIRIT II	-
Zephirol®	O

Productos farmacéuticos y cosméticos

Plasma sanguíneo	+
Delial-Sunmilk®	+
Hidroplex Botanicare®	+
Tintura de yodo	O
Klosterbalsam	+
Lanolina	+
Mentol, 90% en alcohol	O
Esmalte de uñas	-
Quitaesmalte	-
Odol-mouthwash®	+
Periston blood substitute®	+
Vaselina	+
Vicks® VapoRub®	+

Nutrición

Pimienta de Jamaica	-
Jugo de manzana	+
Sebo de carne	+
Cerveza	+
Jarabe de remolacha	+
Brandy, 38%	+
Mantequilla	+
Chocolate	+
Canela	+
Clavo de olor	-
Aceite de hígado de bacalao	+
Café	+
Sal de mesa	+
Pescado	+
Jugo de fruta	+
Jarabe de fruta (frambuesa)	+
Pepinillos	+
Azúcar de uva	+
Jugo de pomelo	+
Baya de enebro	+
Manteca	O
Aceite de linaza	+
Licor	+
Margarina	+
Carne	+
Leche	+
Agua mineral	+
Mostaza	+
Nuez moscada	-
Cebolla	+
Jugo de naranja	+
Pimiento	+
Pimienta	+
Ron	+
Aceite para ensalada	+
Jarabe	+
Solución de azúcar, solución acuosa saturada	+
Té	+
Tabaco	+
Jugo de tomate	+
Puré de tomate	+
Vainilla	+
Jugo de vegetales	+
Aceites vegetales	+
Vinagre	+
Vodka	+
Agua	+
Vino	+
Salsa Worcestershire	+

Resistencia química/ambiental



Agentes de lavado y limpieza

Jabón doméstico	+
Top Job	+
Joy®	+
Palmolive Liquid®	+

Aceites y grasas técnicos

Aceite alcanforado	-
Aceite de ricino	+
Aceite de hígado de bacalao	+
Aceite de perforación	-
Aceite de pescado	+
Aceite combustible	O
Lubricante a base de parafina	+
Aceite lampante	+
Grasa de jabón de sodio	+

Misceláneos

Ácido de batería	+
Sangre	+
Aceite de ricino	+
Cemento	+
Freon® 113	+
Gasolina	O
Caucho natural	+
Ácido oleico, conc.	+
Cera pulidora	+
Polietileno	+
Cloruro de polivinilo, (con plastificante)	O
Agua de mar	+
Almidón	+
Ácido débil > 4,7 pH	+
Base débil < 9,5 pH	O
Ácido tánico	-



RECOMENDACIONES DE LIMPIEZA

Instrucciones de limpieza de TUFFAK

Se recomienda la limpieza periódica de TUFFAK para prolongar la vida útil del material. Para reducir al mínimo el riesgo de daños, use solo los limpiadores domésticos compatibles y los procedimientos de limpieza adecuados tal y como se describe a continuación.

El policarbonato TUFFAK GP se deteriora fácilmente al limpiarlo con un paño. Las láminas TUFFAK 15, TUFFAK AR y el laminado Hygard son productos de policarbonato con recubrimiento duro resistentes a la abrasión y al desgaste que ofrecen un alto grado de dureza superficial y resistencia a la abrasión. Estos productos proporcionan protección superior contra ataques químicos no intencionales. Sin embargo, se debe evitar el uso de limpiadores abrasivos o arenosos o implementos de limpieza agresivos (p. ej., cepillos duros, raspadores, escobillas de goma) a fin de eliminar la posibilidad de rayar el recubrimiento.

Limpiadores compatibles

Los siguientes agentes de limpieza son compatibles con los productos de lámina de policarbonato TUFFAK cuando se utilizan de acuerdo con las recomendaciones del fabricante:

- Top Job
- Joy®
- Palmolive Liquid®
- Windex® sin amoníaco

Top Job y Joy son marcas registradas de Procter & Gamble, Palmolive es una marca registrada de Colgate Palmolive, Windex es una marca registrada de Drackett Products.

Instrucciones generales de limpieza:

- Prelave muy bien con agua tibia para aflojar y enjuagar los residuos superficiales, arena y mugre.
- Use un paño suave de microfibra o una esponja húmeda no abrasiva y lave suavemente con jabón o detergente suave diluido.
- Enjuague bien con agua tibia y limpia. Para evitar manchas de agua, seque bien el vidriado con un paño suave y seco.

Eliminación de aceites pesados y alquitranes:

- Prelave muy bien con agua tibia para aflojar y enjuagar los residuos superficiales, arena y mugre.
- Con una mezcla 50/50 de alcohol isopropílico y agua, frote suavemente el área con un paño suave no abrasivo.
- Enjuague inmediata y profusamente con agua tibia y limpia. Para evitar manchas de agua, seque bien el vidriado con un paño seco y limpio.

Eliminación de graffiti, pintura, marcador, tintas y compuestos de vidriado:

- Prelave muy bien con agua tibia para aflojar y enjuagar los residuos superficiales, arena y mugre.
- Use éter de petróleo, alcohol isopropílico o Butyl Cellosolve™ y frote suavemente el área con un paño suave y no abrasivo. No aplique limpiadores solventes bajo la luz solar directa o a altas temperaturas.
- Enjuague inmediata y profusamente con agua tibia y limpia. Para evitar manchas de agua, seque bien el vidriado con un paño seco y limpio.

Eliminación de etiquetas adhesivas:

- El uso de alcohol isopropílico, éter de petróleo o queroseno facilita desprender las etiquetas y adhesivos.
- Enjuague inmediata y profusamente con agua tibia y limpia. Para evitar manchas de agua, seque bien el vidriado con un paño seco y limpio.

Recordatorios importantes

- No limpie TUFFAK con otros productos de limpieza que no sean los que figuran en la lista de productos aprobados y compatibles que se incluye en esta guía, o aquellos que hayan sido probados y resulten compatibles.
- No utilice limpiadores abrasivos.
- No use limpiadores muy alcalinos (pH alto o amoniaco).
- No deje reposar los limpiadores sobre TUFFAK; enjuague inmediatamente.
- No aplique limpiadores bajo la luz solar directa ni a temperaturas elevadas.
- No use raspadores, escobillas de goma, navajas u otras herramientas afiladas, ya que pueden rayar TUFFAK permanentemente.
- Evite fregar o limpiar el TUFFAK en seco, ya que las partículas de arena o polvo adheridas a la parte exterior del vidriado podrían rayar la superficie. Un ionizador de aire comprimido antiestático reduce la acumulación de carga electrostática en TUFFAK y disminuye la acumulación de polvo y suciedad que dificulta la limpieza.

Comuníquese con el Grupo de Servicio Técnico de Plaskolite al 413.229.8711 si tiene alguna pregunta.

Sugerencia técnica:

Los bordes de la lámina de policarbonato recubierto no están protegidos con un recubrimiento duro resistente a la abrasión y a los productos químicos. No permita que se acumulen soluciones de limpieza y solventes a lo largo de los bordes. Siempre enjuague bien los bordes con cantidades generosas de agua tibia y limpia.

Eliminación de rayones

No es posible reparar los rayones y perforaciones profundos hechos con objetos filosos como llaves, destornilladores y cuchillos. Los rayones finos pueden aminorarse u ocultarse por medios cosméticos con algún producto para pulir, como NOVUS® 2 Plastic Fine Scratch Remover, seguido de un agente de limpieza y pulido como NOVUS® 1. Sin embargo, en el caso de productos recubiertos resistentes a la abrasión, no se recomienda pulir la superficie. Pulir estos sitios rayados empeora el problema y daña aún más el recubrimiento. Ya no hay reparación posible una vez que se quita el recubrimiento y el pulido puede distorsionar visualmente la ventana.



CAUTION
DISCONNECT POWER
BEFORE REMOVING
THIS COVER/DOOR

DANGER
HANDS OUT

DANGER
Keep hands and
fingers away

FABRICACIÓN

Cortadoras

Las láminas TUFFAK se fabrican fácilmente con herramientas de corte estándar. Se recomienda usar cortadores con punta de carburo. Siempre utilice herramientas de corte afiladas y del tamaño adecuado.

Enfriamiento

Por lo general, no es necesario enfriar la lámina de TUFFAK durante la fabricación. En caso de sobrecalentamiento localizado durante la fabricación, solo use aire comprimido o rocío de agua. Evitar los líquidos de corte de cualquier tipo. Los aditivos de estos productos son en su mayor parte incompatibles y pueden causar fisuras químicas.

Sugerencia técnica:

Utilice gafas de protección y asegúrese de que el equipo cuente con guardas de seguridad. Las velocidades de alimentación de las partidas deben controlarse cuidadosamente, ya que una velocidad excesiva produce vibración y la pieza podría agrietarse.

Corte

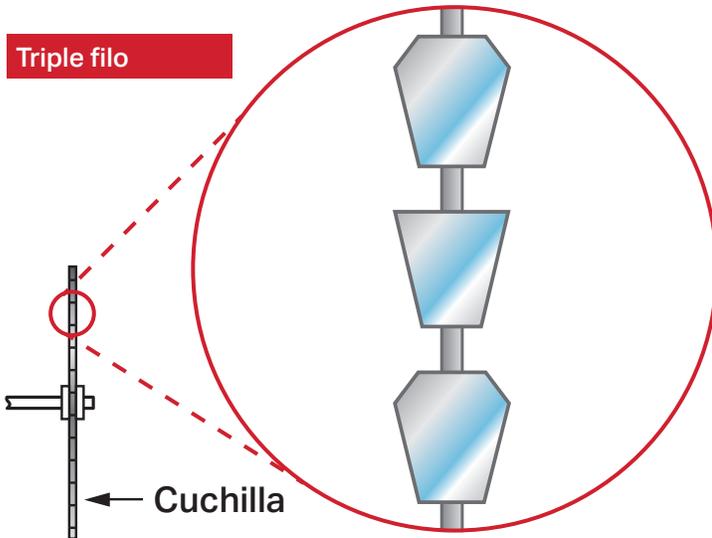
Sierra circular

Tal como se muestra en la ilustración, utilice una hoja de sierra circular con punta de carburo de triple filo, la cual permite cortar de tajo y tiene mayor duración que el acero de alta resistencia. La cuchilla es cóncava y ranurada para permitir expansión

Cuchilla de sierra circular y corte

Velocidad de corte (pies/min.)	5000 a 6000
Cuchilla de 4"	8 a 10 dientes/pulgada
Cuchillas de 8 a 10"	6 a 8 dientes/pulgada

Triple filo



Precisión dimensional

La velocidad a la que se expande la lámina TUFFAK es mayor que la de materiales como el vidrio y el metal. Tiene una velocidad de movimiento de 0,060" por cada 12 pulgadas lineales, en un cambio de temperatura de 70° F. En consecuencia, las dimensiones siempre deben verificarse a temperatura ambiente.

Enmascaramiento protector

La lámina TUFFAK viene con un enmascaramiento protector. Esta película protege contra daños en la superficie durante el envío o manejo, así como la fabricación. Este enmascaramiento debe dejarse colocado durante la fabricación.

El enmascaramiento no soporta la exposición directa al aire libre durante períodos prolongados y debe eliminarse poco después de la instalación. De lo contrario, la película se degradará con el tiempo y podría ser difícil o imposible de eliminar. Por lo tanto, no se recomienda almacenar la lámina al aire libre.

Quite el enmascaramiento antes de realizar cualquier tipo de proceso con calor. Si desea más información y orientación al respecto, comuníquese con el Grupo de Servicio Técnico de Plaskolite.

y enfriamiento. La velocidad de corte de la cuchilla debe ser de 5000 a 6000 pies/min., y el espacio de instalación para la sierra fija (entre la hoja de sierra y la plataforma) debe mantenerse al mínimo para lograr cortes bien definidos.

Solución de problemas de la sierra circular

PROBLEMA: Bordes engomados o fundidos

SOLUCIONES RECOMENDADAS:

1. Use dientes de cuchilla de mayor tamaño
2. Reduzca la velocidad de la sierra
3. Aumente la velocidad de alimentación
4. Aplique aire comprimido para enfriar la cuchilla
5. Inspeccione el filo de la cuchilla
6. Revise la alineación entre la cuchilla y la guía de corte
7. Reduzca el número de láminas en la pila

PROBLEMA: Resquebrajadura

SOLUCIONES RECOMENDADAS:

1. Use dientes de menor tamaño
2. Use una sierra más grande
3. Mejore la sujeción/soporte de la pila de láminas
4. Reduzca la velocidad de alimentación
5. Verifique que la cuchilla y el eje no se tambaleen
6. Inspeccione el filo de la cuchilla

Proveedores de cuchillas para sierra circular:

Dino Saw Company
340 Power Ave.
Hudson, NY 12534
518 828-9942
www.dinosaw.com

General Saw Corp.
2518 Andalusia Blvd.
Cape Coral, FL 33909
800 772-3691
www.generalsaw.com

FTM, Inc.
327 Industrial Drive
Placerville, CA 95667
530 626-1986
www.thefabricatorssource.com

Fabricación

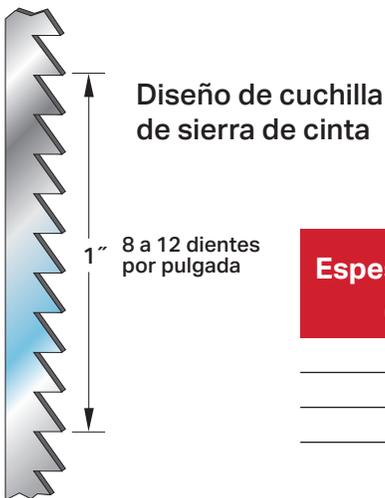


Sierra de cinta

Se recomienda usar sierras de cinta para cortar los contornos y las formas irregulares.

Pautas generales:

- Utilice cuchillas de precisión o estándar para trabajar las láminas y piezas hechas de calibre fino
- Use cuchillas tipo "buttress" o diente de salto (skip-tooth) para trabajar láminas con un grosor mayor de 1/8 de pulgada
- Elija cuchillas para sierra de cinta con un conjunto numeroso de dientes para reducir la fricción y la acumulación de calor
- Enfríe el empalme cortado con aire o rocío de agua
- Controle la velocidad de alimentación con cuidado para evitar uniones y engomado
- Use guías de sierra siempre que sea posible



Espesor de la pieza (pulgada)	Tipo de diente	Inclinación (dientes/pulgada)	Velocidad de la cinta (pies/min.)
< 1/8	Precisión o Estándar	8 a 12	2.000
1/8 a 1/4	Tipo Buttress o salto de diente	5 a 6	1.500
> 1/4	Tipo Buttress o salto de diente	3 a 4	1.000

Resolución de problemas para sierras de cinta

PROBLEMA: Bordes engomados o fundidos

SOLUCIONES RECOMENDADAS:

1. Use dientes de cuchilla de mayor tamaño
2. Reduzca la velocidad de la sierra
3. Aplique aire comprimido para enfriar la cuchilla
4. Revise el filo de la cuchilla

PROBLEMA: Resquebrajadura

SOLUCIONES RECOMENDADAS:

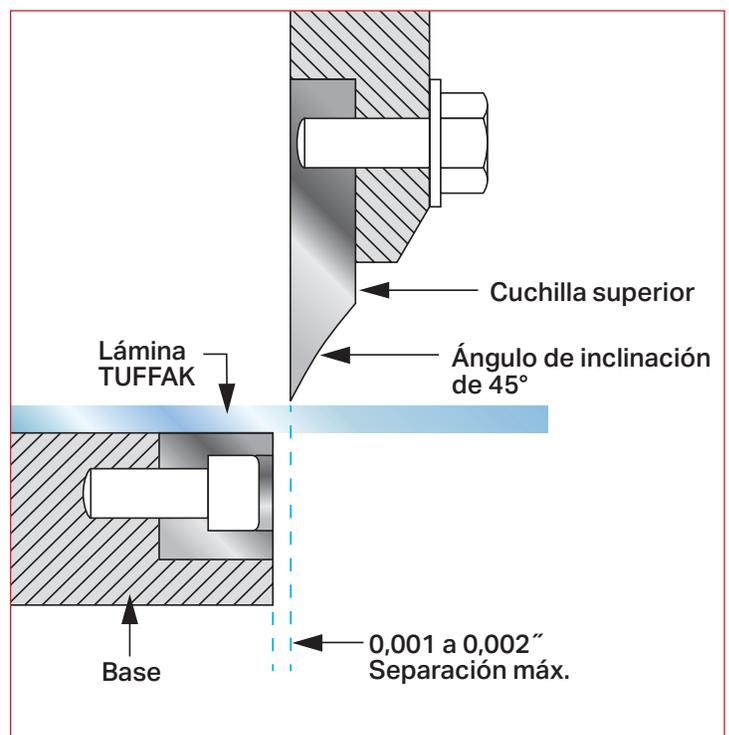
1. Use dientes de menor tamaño
2. Reduzca la velocidad de alimentación de la partida
3. Mejore la sujeción/soporte para eliminar la vibración
4. Revise el filo de la cuchilla

Cizallamiento

La lámina TUFFAK de hasta 1/4 de pulgada de espesor se puede cizallar. Los bordes cizallados tienen un corte con rebabas y enrollado sometido a mucho esfuerzo, por lo que debe recortarse con sierra para evitar la formación de grietas en el futuro.

Consideraciones importantes al cizallar:

- Una cuchilla de guillotina en una base fija corta un borde más limpio que una cizalla de dos cuchillas
- Se recomienda usar una cuchilla angular con una inclinación de 45 grados
- La separación entre la cuchilla y la base no debe ser mayor que 0,001 a 0,002 pulgadas
- Si se producen grietas al cortar, considere calentar primero el material; revise la cuchilla
- No se recomienda recortar productos ignífugos, ya que los aditivos en la lámina reducen la ductilidad. Calentar el material puede ayudar a prevenir el agrietamiento, pero no está garantizado



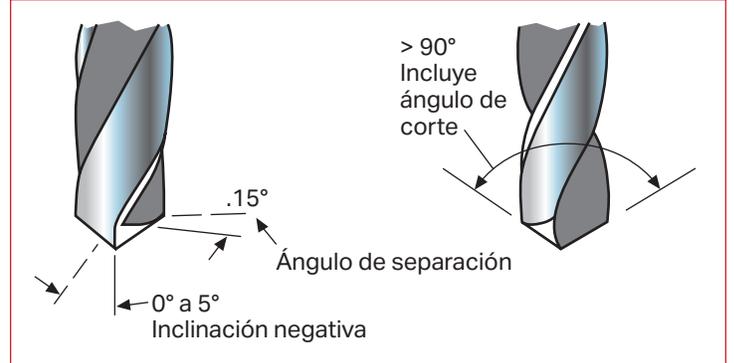
Taladros

Perforación

Si bien es posible usar taladros y brocas estándar con la lámina TUFFAK, las herramientas diseñadas específicamente para plásticos ofrecen la máxima precisión. Estas tienen estrías anchas y pulidas para reducir la fricción, así como diseños en espiral o hélice para eliminar virutas rápidamente.

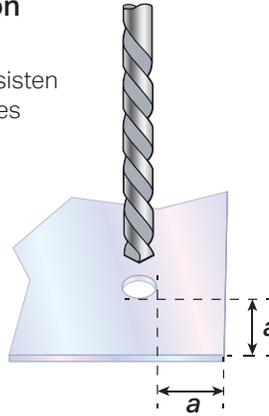
- Los ángulos de perforación generalmente varían entre 60 y 90 grados
 - Ángulos más pequeños para hacer orificios más pequeños y ángulos más grandes para hacer orificios más grandes
- Las velocidades de perforación oscilan entre 100 y 200 pies por minuto. Sin embargo, las velocidades de alimentación se pueden aumentar al contar con condiciones ideales de enfriamiento adecuado, brocas afiladas y extracción eficiente de virutas

Diseño de las brocas



Pautas generales para la perforación de la lámina TUFFAK:

- Use brocas con punta de carburo, ya que resisten el engomado y mantienen el filo de los bordes más tiempo que las brocas estándar
- Perfore orificios ligeramente más grandes que lo necesario
- Deje un espacio entre el borde de la lámina y el orificio perforado de al menos el doble del diámetro del orificio
- No use líquidos de corte; use aire forzado frío
- **No se recomienda avellanar, pero se acepta rectificar**



Broca (pulgada)	Alimentación (pulgada/rev)	Velocidad de perforación (RPM)
Hasta 1/8	0,001 - 0,002	1750
1/8 a 1/4	0,002 - 0,004	1750 a 1500
1/4 a 1/2	0,004 - 0,006	1500 a 500
1/2 a 1	0,006 - 0,008	500 a 350

a > dos veces el diámetro del orificio

Problemas y soluciones comunes de la perforación

Problema	Causa probable	Solución
Orificio demasiado grande	1. Ángulo desigual en la longitud del filo de corte 2. Rebabas en el taladro	1. Rectificar adecuadamente el taladro 2. Rectificar adecuadamente el taladro
Orificio áspero o con rebabas	1. Taladro sin filo 2. Taladro rectificado incorrectamente 3. Alimentación muy rápida	1. Rectificar adecuadamente 2. Rectificar adecuadamente 3. Reducir la alimentación
Ruptura de la broca	1. Alimentación demasiado rápida en relación con la velocidad del eje 2. Taladro sin filo, atascamiento 3. Limpieza inadecuada de las resquebrajaduras	1. Reducir la alimentación o aumentar la velocidad 2. Rectificar el taladro 3. Verificar la configuración de la aplicación
Resquebrajadura de la broca a alta velocidad	1. Tratamiento térmico inadecuado después del rectificado 2. Alimentación abrupta	1. Siga las recomendaciones de los fabricantes 2. Reducir la alimentación

Proveedores especialistas en brocas:

Onsrud Cutter
1081 S. Northpoint Blvd.
Waukegan, IL 60085
800 234.1560
www.onsrud.com

Craftics, Inc.
2804 Richmond Dr.
Albuquerque, NM 87107
505 338.0005
www.craftics.net

FTM, Inc.
327 Industrial Drive
Placerville, CA 95667
530 626-1986
www.thefabricatorssource.com

Fresado

El fresado se usa para eliminar grandes volúmenes de plástico con una exactitud y precisión relativamente altas. Una fresa de extremo montada en una taladradora puede aplicarse de manera repetida a una profundidad previamente establecida y producir piezas bien recortadas y al mismo nivel. Para lograr los mejores resultados, use fresas escañadoras de alta velocidad con cuatro ranuras de corte y un ángulo de inclinación de 15 grados. Siempre mantenga las fresadoras afiladas y bien pulidas para reducir la fricción.

Fresar la lámina TUFFAK generalmente da mejores resultados a velocidades de alimentación de 5 a 10 pulgadas/minuto y velocidades de corte de entre 100 y 200 pulgadas/minuto.

Los cortadores de carburo generalmente proporcionan acabados más lisos y permiten velocidades de alimentación más altas. Los cortadores especiales diseñados específicamente para plásticos producen los acabados más finos a las velocidades de alimentación más rápidas. Verifique con su proveedor de artículos de corte los diseños más recientes para policarbonato.

Considere lo siguiente al fresar la lámina TUFFAK:

- Las velocidades de alimentación excesivas pueden producir superficies ásperas
- Las velocidades de alimentación insuficientes producen calor excesivo y causan la fundición o distorsión de las piezas o superficies de baja calidad
- La corriente de aire comprimido o el rocío de agua permiten eliminar el calor y prevenir la acumulación
- El fresado incorrecto puede inducir altos niveles de fatiga, lo cual producirá problemas en el futuro

Sugerencia técnica:

Considere recocer las piezas fresadas en los casos en que se sabe que las tensiones de mecanizado son altas.



Fabricación

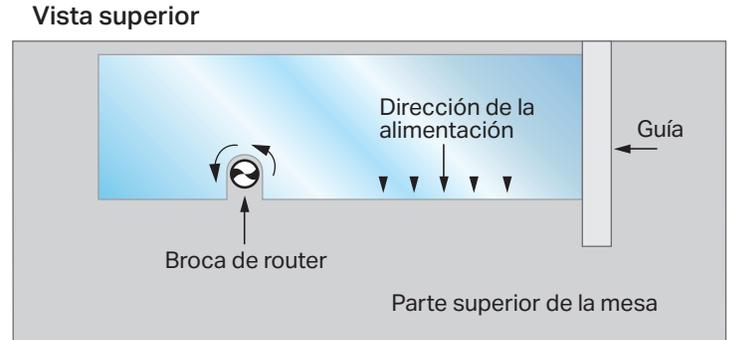
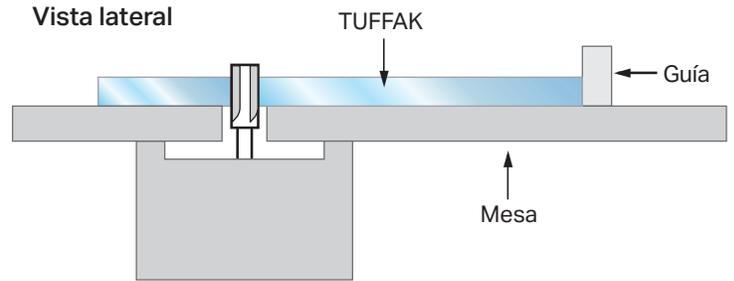
Corte con router

El corte con router produce un borde liso en la lámina TUFFAK y corta fácilmente formas curvas o irregulares. Utilice la velocidad de router recomendada de 20.000 a 25.000 rpm, con brocas rectas con punta de carburo o de alta velocidad de 2 o 3 ranuras y diámetros de 1/4 de a 1/2 pulgada.

Pautas generales para cortar la lámina TUFFAK con router:

Diseño de la broca del router

Ángulo de separación	5 a 10°
Ángulo de inclinación	0 a 10°
Velocidad de corte (rpm)	20.000 - 25.000



Importante: Alimente la lámina contra la rotación de la broca del router y use una guía para el dimensionamiento al hacer cortes rectos.

Proveedores especialistas en brocas de router:

Onsrud Cutter
1081 S. Northpoint Blvd.
Waukegan, IL 60085
800 234.1560
www.onsrud.com

Boshco, Inc.
2 Sterling Road
North Billerica, MA 01862
978 667.1911
www.boshco.com

Dino Saw Company
340 Power Ave.
Hudson, NY 12534
518 828-9942
www.dinosaw.com

Troquelado, perforado

Los tipos de troquel utilizados para cortar la lámina TUFFAK son regla de acero, punzón y clicker en calibres de hasta 0,080 pulgadas. Los troqueles de regla de acero recortan las piezas de calibre más delgado y los troqueles de clicker realizan cortes de calibre más grueso y cortes continuos en la lámina. Para obtener un corte limpio en la mayoría de las aplicaciones, mantenga un espacio libre entre el punzón y el troquel de aproximadamente 0,005 pulgadas.

Pautas generales para troquelar, perforar o cortar en tosco la lámina TUFFAK:

- Para obtener los mejores resultados, considere calentar la pieza primero antes de troquelar, perforar o cortar en tosco
- Mantenga bordes cortantes afilados para lograr un corte más limpio y evitar crear muescas y rayones que luego podrían actuar como puntos de tensión
- Evite ángulos afilados en las esquinas de los recortes no circulares
- No se recomienda el troquelado, perforación o corte en tosco de piezas hechas de láminas ignífugas

Utilice acero de 3 pt (0,042") de espesor para fabricar troqueles de regla de acero. Una regla de bisel amolado central o a ras proporciona un corte limpio. Se utiliza una regla de acero facetada amolada para cortar láminas TUFFAK > 0,060 pulgadas. La regla de bisel central es la más común y proporciona la máxima duración en términos de desgaste. Se pueden lograr cortes más limpios mediante el uso de una regla de bisel facetado. El bisel más largo reduce el desplazamiento de material, en especial con material

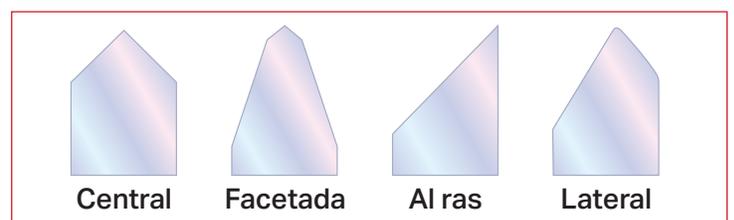
grosso, mientras que la punta ancha permanece afilada. La regla de bisel al ras también proporciona cortes limpios, pero tiene una punta débil que es susceptible a volcarse. Para aumentar al máximo la calidad del corte y la duración de la regla, se recomienda usar la regla de bisel lateral.

Láser

Cortar el TUFFAK con láser puede provocar una ligera decoloración en el borde cortado. Comuníquese con el fabricante del equipo láser para obtener asesoramiento adicional sobre la configuración del láser para cortar o marcar policarbonato. Siga los procedimientos de seguridad adecuados al cortar con láser. El trabajo debe realizarse en un área con campanas de extracción y buena ventilación.

Sugerencia técnica:

La lámina TUFFAK debe almacenarse en un área bien protegida y ventilada sin exposición directa a la luz del sol ni condiciones climáticas adversas. Si se almacenan al aire libre temporalmente, las láminas deben protegerse bajo cobertura termorreflejo opaca.





FABRICACIÓN LAMINADO Y LÁMINA DE CALIBRE GRUES

HYGARD CG .375

HYGARD CG .500

HYGARD CG .750

HYGARD BR 1.000

HYGARD BR 1.250

HYGARD

Fabricación – Laminado y lámina de calibre grueso



Los laminados Hygard® y las placas TUFFAK WG y MG están diseñados para la fabricación pesada.

Es posible fabricar piezas con diseño de estrecha tolerancia mediante herramientas de corte estándar. Use cortadores con punta de carburo para lograr una mayor durabilidad y obtener un borde con un corte más limpio. Deje el enmascaramiento sobre el producto mientras se fabrica para proteger la superficie contra daños. Quite el enmascaramiento poco después de la instalación, ya que la exposición prolongada al aire libre degrada la película, lo cual hace que sea difícil o imposible de quitar.

Las prácticas de fabricación adecuadas son especialmente importantes al cortar las piezas destinadas a aplicaciones de seguridad. Esto asegura la integridad del producto con respecto a las propiedades de resistencia y las clasificaciones de rendimiento. Las herramientas de corte afiladas son importantes, al igual que el control de la velocidad de alimentación. Para evitar el sobrecalentamiento del material, disminuya la velocidad de corte y la velocidad de alimentación.

Sierra circular

Use una cuchilla de sierra circular con punta de carburo con diseño de triple diente. Permite cortes más limpios y una mayor durabilidad que el acero de alta resistencia. La cuchilla tiene filo cóncavo y tiene ranuras para permitir la dilatación y el enfriamiento. La velocidad recomendada de corte de la cuchilla es de 5000 a 6000 pies/min.

Cuchilla de sierra circular y corte

Velocidad de corte (pies/min.)	5000 a 6000
Cuchilla	~3 dientes/pulgada

Solución de problemas de la sierra circular

PROBLEMA: Bordes engomados o fundidos

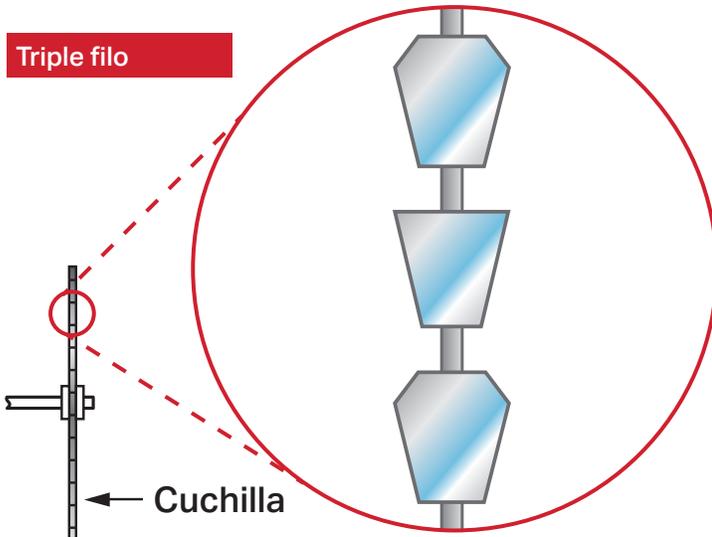
SOLUCIONES RECOMENDADAS:

1. Use dientes de cuchilla de mayor tamaño
2. Reduzca la velocidad de la sierra
3. Aumente la velocidad de alimentación
4. Aplique aire comprimido para enfriar la cuchilla
5. Inspeccione el filo de la cuchilla
6. Revise la alineación entre la cuchilla y la guía de corte
7. Reduzca el número de láminas en la pila

PROBLEMA: Resquebrajadura

SOLUCIONES RECOMENDADAS:

1. Use dientes de menor tamaño
2. Use una sierra más grande
3. Mejore la sujeción/soporte de la pila de láminas
4. Reduzca la velocidad de alimentación
5. Verifique que la cuchilla y el eje no se tambaleen
6. Inspeccione el filo de la cuchilla

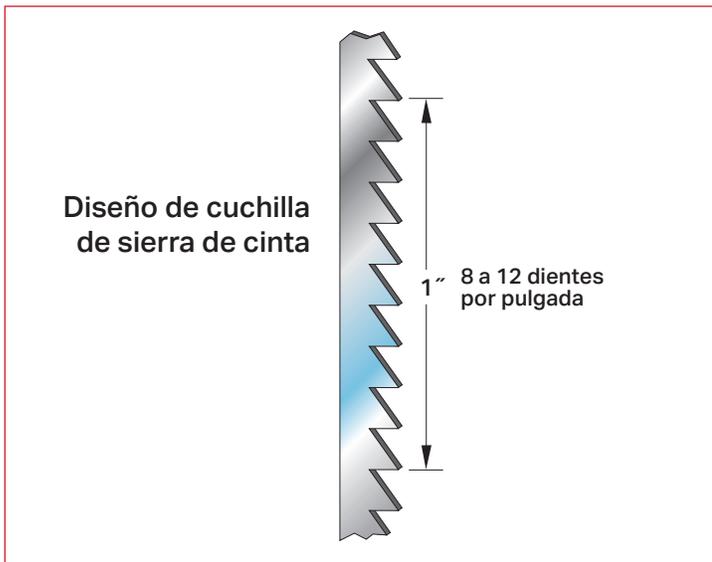




Sierra de cinta

Los laminados Hygard, productos TUFFAK WG y MG, pueden cortarse con sierras de cinta con cuchillas de 8 a 12 dientes por pulgada. Elija con cuidado las velocidades de alimentación y de la cuchilla para evitar el engomado o fusión del borde plástico.

Inclinación (dientes/pulgada)	Velocidad de la cinta (pies/min.)	Juego de cuchilla (pulgada)
8 a 12	2500 a 3000	0,020 a 0,030

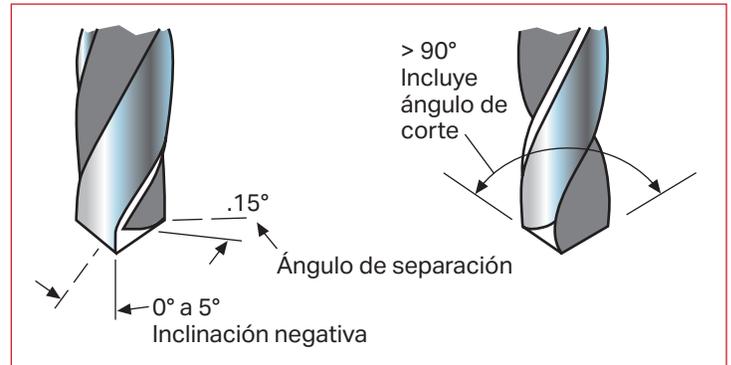


Perforación

Si bien es posible usar taladros y brocas estándar para fabricar laminados Hygard, productos TUFFAK WG y MG, aquellos diseñados específicamente para uso con plásticos funcionan con mayor precisión. Por lo general, las brocas para plástico tienen estrías anchas y pulidas para reducir la fricción, así como diseños en espiral o hélice para eliminar virutas rápidamente.

- Use ángulos de perforación mayores de 90 grados

Diseño de las brocas



Pautas generales para la perforación de laminados Hygard, TUFFAK WG y MG:

- Use brocas con punta de carburo, ya que resisten el engomado y mantienen el filo de los bordes más tiempo que las brocas estándar
- Evite usar líquidos de corte; la mayoría no son compatibles con policarbonato
- Enfríe el trabajo si es necesario mediante un chorro de aire forzado
- Evite perforar en el borde de las hojas laminadas debido a la posible pérdida de adhesión de la capa intermedia

Use brocas afiladas para un corte más limpio y quite las virutas del orificio con frecuencia. Evite el sobrecalentamiento, ya que la acumulación de tensión en el material puede tener un efecto adverso en las propiedades mecánicas y poner en riesgo el rendimiento y la confiabilidad del producto. Si taladra orificios, perfórelos a una distancia superior a 2 veces el diámetro del orificio desde el borde. Evite los orificios en las piezas destinadas para aplicaciones de clasificación balística.

Diámetro del orificio	Velocidad de perforación (rpm)
1/8"	1750
1/4"	1050 a 1500
1/2"	350 a 500

Sugerencia técnica:

No se recomienda pulir con solvente los bordes de una hoja laminada debido a la posibilidad de que la capa de unión de TPU absorba el solvente y de que haya dilatación, lo que daría como resultado la delaminación potencial del producto. También puede ocurrir micro agrietamiento a lo largo de los bordes pulidos con solvente.

Sugerencia técnica:

No se recomienda cortar por láser los laminados Hygard® debido a un mayor nivel de tensión y un mayor riesgo de que los bordes se decoloren. No se recomienda cortar con chorro de agua los laminados debido a la posibilidad de delaminación.

Recurso sobre perforación y corte con router:

<https://www.onsrud.com/plusdocs/Doc/list.html?pg=0&sf=code&sd=d&model.category=TECH>

Fresado/corte con router

Para cortar bordes limpios en laminados Hygard y TUFFAK WG y MG, use brocas rectas con 2 o 3 estrías y punta de carburo o de alta velocidad, así como velocidades de corte con router de entre 20.000 y 25.000 rpm. Alimente la lámina contra la rotación de la broca del router a una velocidad controlada para evitar el sobrecalentamiento, reducir al mínimo la vibración y producir un borde de liso. Utilice una guía para dimensionar al hacer cortes rectos.

Resumen sobre el corte:

- Use solo cortadores afilados
- Perfore orificios ligeramente más grandes que lo necesario
- Taladre orificios fuera del borde de la lámina a una distancia de al menos 2 veces el diámetro del orificio
- No se recomienda avellanar pero se permite contrataladrar en láminas de calibre grueso
- No se recomienda avellanar ni contrataladrar los laminados Hygard
- Dado que los medios refrigerantes usan aire forzado, no use líquidos de corte
- No permita que el material se sobrecaliente
- Los bordes cortados deben ser lisos; lije las superficies ásperas y las grietas
- Deje el enmascaramiento en el producto durante la fabricación, elimínelo poco después de la instalación
- Utilice limpiadores compatibles con policarbonato. Si no está seguro, consulte con el fabricante antes de usar

Diseño del marco

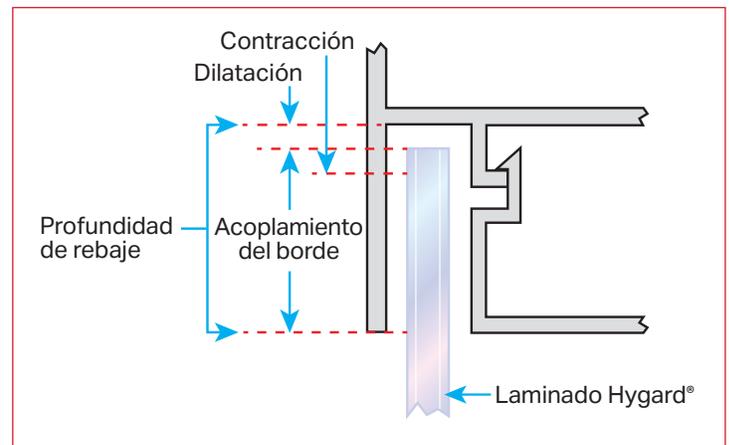
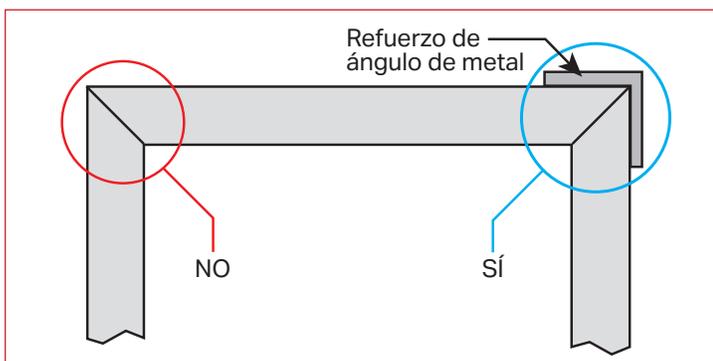
Seleccione un marco de metal que coincida con el mismo nivel de protección de seguridad que el laminado Hygard especificado.

El rendimiento del producto depende en gran medida del método de fijación, el ensamblado y el potencial de dilatación térmica.

Diseño de la esquina

Las esquinas en inglete requieren de refuerzo adicional. Coloque refuerzos de ángulo de metal en las esquinas para fortalecer el marco en general.

Para un diseño óptimo del marco, utilice extrusión continua de metal.



Recomendaciones para vidrioado

- El sistema de marco debe cumplir o superar la clasificación balística del laminado Hygard
 - Las dimensiones del laminado Hygard deben permitir un apoyo del borde de al menos 1 pulgada
 - Use solo juntas, cintas y selladores compatibles con policarbonato
 - Utilice tiras de bloque de ajuste de policarbonato, EPDM, neopreno o caucho sintético Santoprene®
 - Quite el enmascaramiento protector poco después de completar la instalación, ya que la exposición prolongada al aire libre degradará la película, lo que dificultará o impedirá su eliminación
- Santoprene® es una marca registrada de Exxon Mobil Corporation



TERMOFORMADO

Termoformado



El termoformado es un método de procesamiento rentable y práctico para producir formas tridimensionales a partir de una lámina termo-plástica plana mediante calor y presión. Las piezas termoformadas se pueden encontrar en los mercados de transporte, señalización, arquitectura, especialidad e industrial.

Popular gracias a su bajo costo de mecanizado y moderada inversión en equipo, el termoformado es más económico donde los volúmenes de producción son de un máximo de 10.000 piezas por año. Permite una gran flexibilidad de diseño y es un medio práctico para la creación de prototipos y ensayos de preproducción de aplicaciones moldeadas por inyección.

Guía del producto: Formabilidad

Producto TUFFAK	Formación al vacío	Formación en caída	Flexión de línea
GP	Q	Q	Q
DX-NR	Q	Q	Q
FC	-	Q	-
FI	Q	Q	Q
LF	Q	Q	Q
LD	Q	Q	Q
Lumen XT	Q	Q	Q
OP	Q	Q	Q
NR	Q	Q	Q
SL	Q	Q	Q
SK	Q	Q	Q
UV	Q	Q	Q

Presecado de la lámina TUFFAK

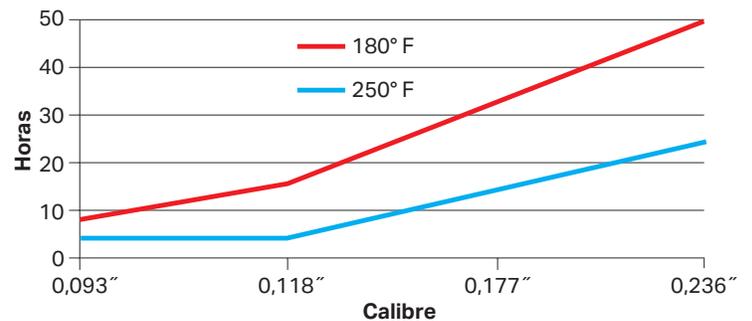
Antes del termoformado, la lámina TUFFAK debe someterse a presecado para evitar que sus propiedades físicas se vean afectadas. Sin el presecado, las altas temperaturas de procesamiento podrían evaporar la pequeña cantidad de humedad absorbida en el policarbonato y formar burbujas de aire o huecos en la parte termoformada.

Preseque el producto TUFFAK a 250° F en un horno con circulación de aire equipado con un respiradero para descargar adecuadamente la humedad eliminada de la lámina. Al aplicar temperaturas más bajas se requiere de más tiempo para secar la lámina por completo.

Retire el enmascaramiento protector de la lámina antes del presecado y cuelgue o coloque en el horno con una separación de 1 pulgada para permitir una exposición adecuada al aire. Nota: Las láminas apiladas sin espacio de aire no se secarán. Mientras que las láminas TUFFAK secadas apropiadamente permanecerán secas durante aproximadamente ocho horas (o menos en condiciones y climas húmedos), Plaskolite recomienda procesar tales láminas tan pronto como sea posible al retirarlas del horno.

Períodos/horas de secado

Calibre	250° F	180° F
0,093"	4	8
0,118"	4	14
0,177"	12	30
0,236"	24	50



Termoformado por distorsión o formado por registro

El formado por registro, también conocido como termoformado por distorsión, es el proceso de tomar una lámina de plástico impresa distorsionada y formar la imagen o estampa al vacío sobre el molde termoformado. Esto permite que la imagen distorsionada inicial aparezca en las áreas correspondientes del molde, dando como resultado una imagen tridimensional sin distorsiones.

Termoformado



Equipo de formado

Cuando instale el termoformador, asegúrese de que haya espacio suficiente entre el marco de sujeción y el molde para permitir el hundimiento profundo de la lámina. Optimice la velocidad de la platina y el marco de sujeción para aumentar al máximo la velocidad de procesamiento.

Los elementos calentadores recomendados incluyen cerámica, cuarzo y halógeno. También es posible utilizar elementos de calentamiento tipo tubo y de níquel-cromo, pero normalmente no resultan tan adecuados para el control de calentamiento. Las máquinas de termoformado más eficientes tienen bancos de calentamiento superior e inferior para calentar la lámina de policarbonato. El calentamiento por un solo lado limita las opciones del método de formado y tiende a sobrecalentar la superficie de la lámina y a alargar la duración de los ciclos. El calentamiento de zona permite que diferentes bancos de bobinas de calentamiento se controlen por separado para producir un calentamiento uniforme. El calentamiento descompensado puede dar lugar a un perfil de temperatura no uniforme en la lámina y es evidente por el pandeo irregular de la lámina.

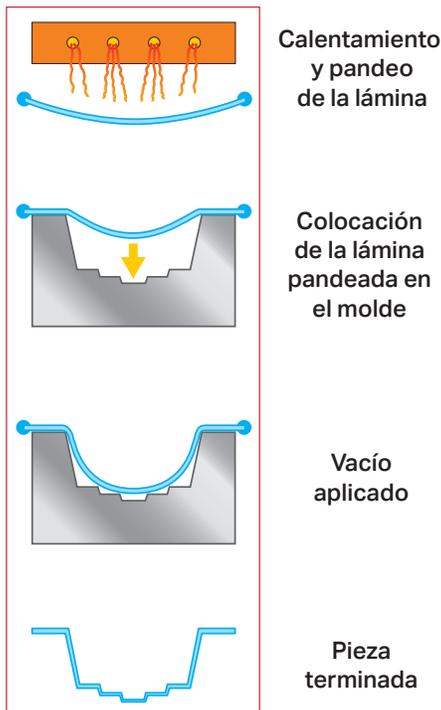
El tanque de vacío de reserva del termoformador debe tener un tamaño suficiente, con una bomba capaz de generar y mantener un vacío de presión de 20 pulgadas de mercurio durante todo el ciclo de termoformado.

Técnicas de formado

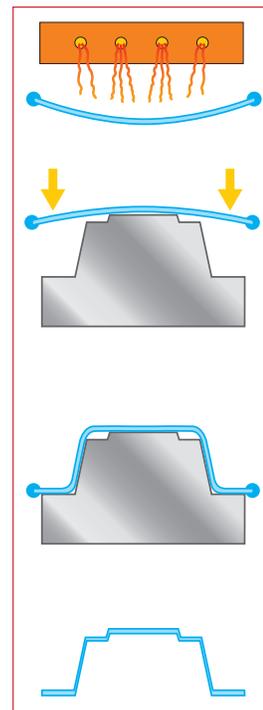
Formado al vacío

La selección de una herramienta hembra o una herramienta macho depende de la aplicación y generalmente dependerá de la apariencia de la pieza o la importancia de su ajuste o ensamblaje. Las herramientas hembra se usan cuando la geometría de la parte "exterior" es más importante que el acabado superficial. Las herramientas macho son útiles en aplicaciones que necesitan detalles en la geometría "interior" y una superficie sin manchas en la pieza. Tenga en cuenta que cualquier imperfección en la herramienta (macho o hembra) dará como resultado una imperfección en la pieza.

Herramienta hembra

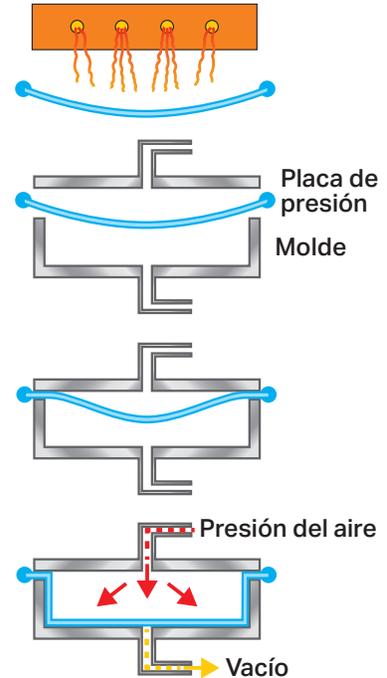


Herramienta macho



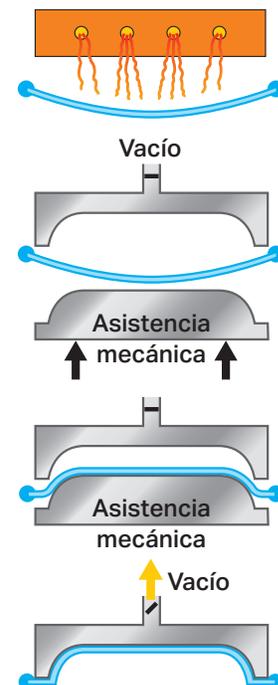
Formado a presión

Para el formado a presión se utiliza aire comprimido (hasta 100 psi) para forzar la lámina en el molde. Permite una mayor definición de la pieza y control de las dimensiones. También se logran más detalles en la superficie del molde que con otros métodos para aplicaciones que requieren de texturización o rotulación, etc.



Formado asistido mecánicamente

El formado asistido mecánicamente evita el adelgazamiento excesivo del material en las cavidades de molde profundo. Una pieza moldeada asistida mecánicamente tiene un grosor más uniforme en las paredes que una pieza producida mediante formado al vacío típico de una sola etapa.

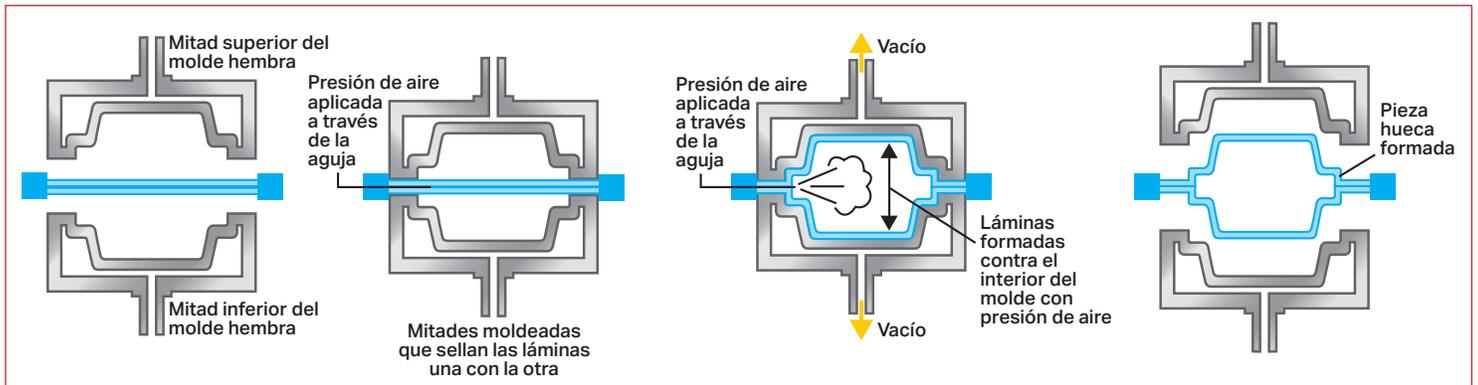


Termoformado



Formación de láminas dobles

Durante la formación de láminas dobles se utilizan dos láminas de plástico y dos moldes hembra en una sola configuración de marco de sujeción. Se inserta un perno de soplado entre las láminas y bombea aire caliente entre ellas para evitar que se peguen al ablandarse y pandearse. Este proceso requiere de un banco de calentadores bilateral. La formación de láminas dobles es ideal para piezas huecas con bordes sellados y piezas hechas de dos materiales diferentes.



Ciclo de calentamiento para formado al vacío

La temperatura objetivo de la lámina para formación al vacío del producto TUFFAK es de entre 340° F y 415° F, según el calibre. El perfil de temperatura de la lámina definirá el pandeo resultante en la misma. Mantener la profundidad y la forma del hundimiento proporciona un indicador visual para la consistencia del formado.

Sugerencia técnica:

Calentar desde arriba y abajo reduce el tiempo del ciclo.

Pautas de formado

Temperatura de la lámina	
Típica	340° F a 415° F
Óptima	350° F a 375° F
Temperatura de molde de metal	
	210° F a 250° F

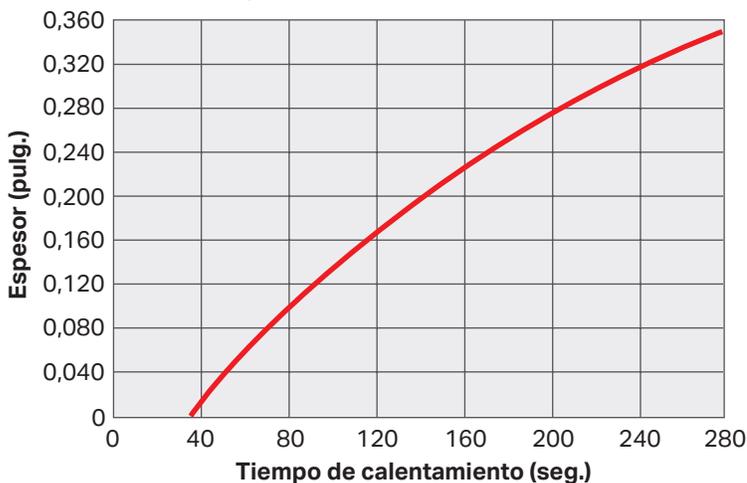
Características del policarbonato termoformado

Si bien las características de formado de las láminas TUFFAK son diferentes a las de otros materiales de láminas termoplásticas, son superiores en cuanto a eficiencia de producción gracias a sus cortos tiempos de calentamiento y ciclos rápidos de formado y enfriamiento.

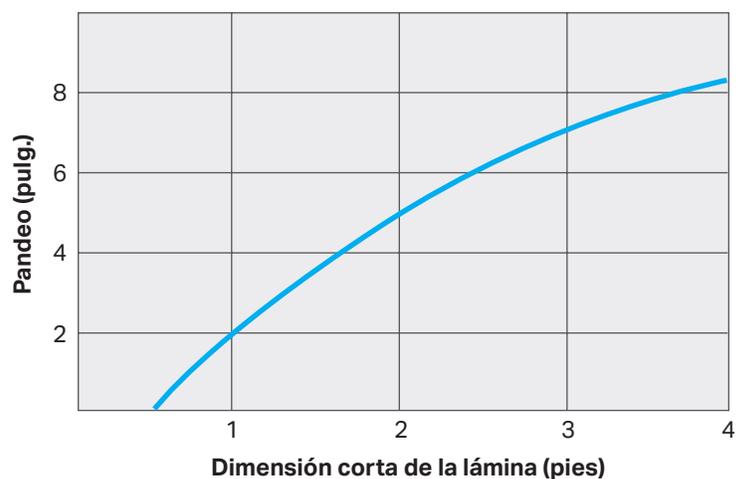
Recordatorios importantes al termoformar TUFFAK

- La temperatura de termoformado es relativamente ajustada: 340° F a 415° F
- El policarbonato tiene una temperatura de transición vítrea de 298° F. Por encima de 311° F comienza a ablandarse rápidamente.
- Si TUFFAK no se somete a presecado, la humedad evaporada que se absorbe en la lámina puede formar burbujas de aire
- El policarbonato se enfría rápidamente. El recorrido de la platina y el recorrido del marco de sujeción deben funcionar a la velocidad adecuada sin demora.

Tiempos de calentamiento típicos para la lámina de policarbonato TUFFAK



Pandeo de la lámina a la temperatura de formado



Termoformado



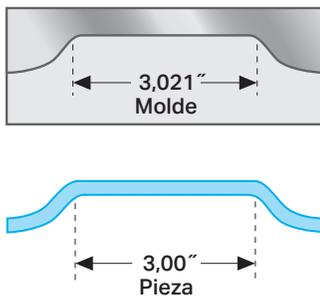
Moldes

Además de ser extremadamente duraderos y de mayor calidad que sus contrapartes de menor costo, los moldes de aluminio son ideales para grandes volúmenes y programas de producción recurrentes. Sin embargo, los moldes de materiales menos costosos como el epoxi, la fibra de vidrio y la madera pueden ser opciones más económicas para volúmenes de tiradas limitadas o pequeñas.

Nota: las herramientas de aluminio requieren de calentamiento interno para mantener una temperatura superficial de 210° F a 250° F.

Diseño de los moldes

Contracción del molde: Los moldes requieren de sobredimensionamiento en su diseño para compensar la contracción de la pieza debido al enfriamiento. La contracción de la lámina TUFFAK es de 0,005 a 0,007" por pulgada.



Ángulos de desmolde: Los ángulos de desmolde superiores a 5° facilitan el retiro de la pieza del molde.

Radios y filetes: Use radios generosos siempre que sea posible. El radio mínimo debe ser igual o mayor que el espesor inicial del material, ya que esto reduce al mínimo el adelgazamiento de la lámina, mejora la rigidez de la pieza y evita la creación de un punto de aumento de la tensión. En herramientas hembra, use filetes en las esquinas.

Orificios de vacío: Para formar la lámina rápidamente y permitir la rápida evacuación del aire, haga varios orificios con diámetros pequeños. Un orificio de 0,030 pulgadas de diámetro es generalmente lo bastante pequeño, a menos que el espesor de la pared de la pieza sea de menos de 0,030". En moldes hembra, use orificios de evacuación de aire en todas las áreas de extracción profunda, en especial alrededor del perímetro del molde donde la lámina se extraiga al final.

Consejos sobre los diseños de moldes

- Ya sea que use herramientas macho o hembra, mantenga el diámetro de los orificios taladrados no mayor que la sección más delgada de la pared para no marcar la lámina. Además, en herramientas hembra, diseñe ranuras largas y delgadas para permitir la evacuación del aire.
- Limpie las herramientas de metal por chorro de arena o chorro de vapor para dar un acabado superficial uniforme.
- No se recomienda una superficie del molde muy pulida, ya que causa bolsas de aire y adherencia.
- El radio mínimo debe ser igual al espesor original de la lámina para aliviar puntos generadores de tensión.
- Precaliente el molde. Los moldes en frío pueden causar defectos en la superficie, deformación y aumento de la tensión interna en las piezas.
- Si la temperatura del molde aumenta demasiado durante el termoformado, la lámina TUFFAK puede adherirse al molde. Controle la temperatura del molde a entre 210° F y 250° F.

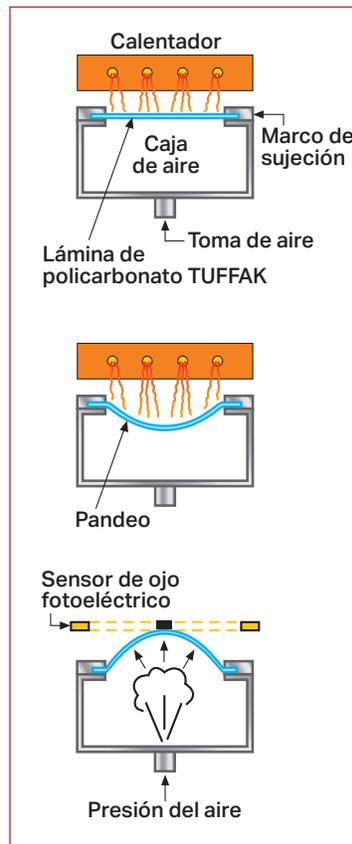
Formado libre

El formado libre con burbuja (como se muestra a continuación) es un proceso utilizado para hacer formas de domo. Con la excepción del molde, los procedimientos y el equipo son los mismos que los del formado al vacío. El formado con burbuja se puede hacer con aire comprimido o al vacío.

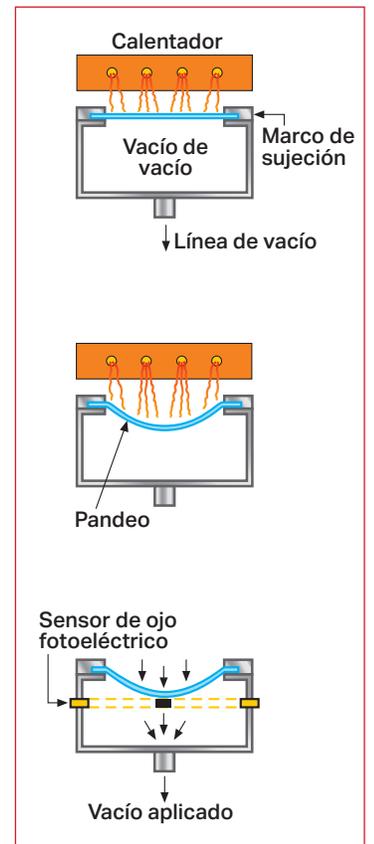
Procedimiento:

1. Presecar la lámina TUFFAK de acuerdo con las recomendaciones
2. Preclentar las abrazaderas y herramientas entre 240 y 250° F
3. Colocar la lámina en el marco de sujeción del termoformador
4. Calentar la lámina hasta que se forme un pandeo uniforme (340 a 375° F)
5. Quitar la fuente de calor
6. Bajar la caja de presión para sellar la presión del suministro de aire
7. Aplicar alta presión de aire inicialmente. A medida que el domo toma forma, reducir la presión del aire
8. Cuando se logra la altura total, mantener la presión de aire positiva hasta que se enfríe la pieza
9. Verificar que la fuente de aire se filtra bien y se dispersa constantemente para lograr la formación uniforme del domo
10. Utilizar diseños de ojo fotoeléctrico o micro interruptores para controlar la altura y consistencia
11. Quitar y recortar la pieza

Formado de domo por soplado



Formado de domo por extracción



Sugerencia técnica:

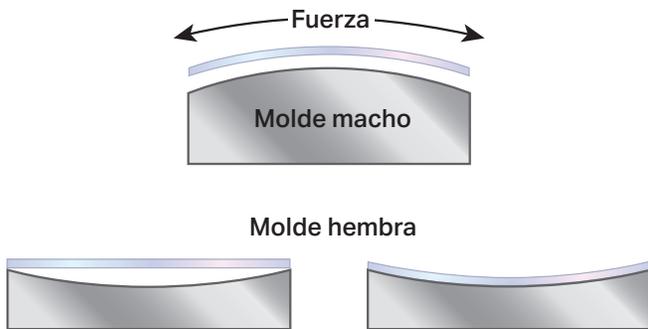
Utilice un ojo electrónico para controlar la uniformidad de la altura.

Formado en caída

El formado en caída requiere de una herramienta de madera cubierta con fieltro para formar un solo radio de piezas con curvatura o diseños con contornos leves. Algunos ejemplos de piezas fabricadas con este método son los protectores faciales y los parabrisas de vehículos recreativos. Por lo general, la lámina se calienta sobre una repisa de horno o con otros medios de soporte.

Procedimiento:

1. A menudo no se requiere presecar la lámina TUFFAK para el formado en caída.
2. Para lograr un formado de alta calidad y reproducible, se requiere de orientación constante en la manipulación y el corte (superior o inferior), así como en la dirección de extrusión. Evite voltear o rotar las láminas.
3. Caliente el horno entre 320° F y 325° F.
4. Ubique el estante del horno en el punto medio del horno para equilibrar lo mejor posible el calor aplicado. Coloque un trozo de madera laminada cubierta con fieltro u otra hoja plana, rígida y resistente al calor en la rejilla del horno o en una plataforma móvil portátil. Verifique que se use una cubierta de tela para proteger la lámina contra rayones.
5. Lleve la lámina TUFFAK a la temperatura de formado en el horno a entre 320 y 325° F. Esto puede tomar varios minutos con base en el calibre.
Por ejemplo, una lámina de 0,118" tarda de 3 a 5 minutos aproximadamente.
6. Retire manualmente la lámina calentada del horno y colóquela de inmediato sobre el molde cubierto de fieltro.
7. Aplique presión en los bordes de la lámina para que tome la forma del molde o use moldes coincidentes (moldes tipo "clamshell"). El enfriamiento toma alrededor de 30 a 60 segundos.
8. Siempre use guantes térmicos al manipular la lámina caliente y sostenga el material por los bordes.



Representación típica de la pieza termoformada



Flexión de línea o calentamiento de tira

La flexión de línea, también conocida como calentamiento de tira, es una técnica para producir curvas lineales. En general, no se requiere de presecado para realizar la flexión de línea en las láminas TUFFAK de hasta 0,177". En el caso de láminas más gruesas, se recomienda enrutamiento posterior o ranurado en V a lo largo de la línea de doblez.

Procedimiento:

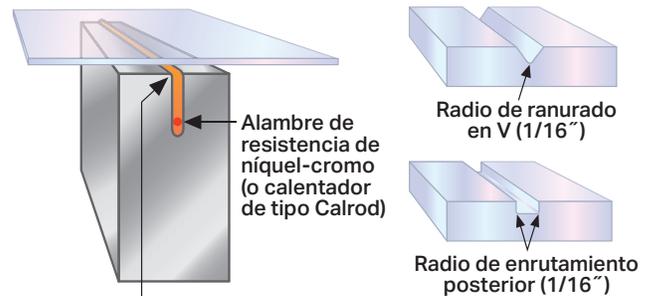
1. Retire el enmascaramiento protector en el área del doblez
2. Regule el elemento de calentamiento a entre 340° F y 365° F
3. Coloque la lámina sobre el elemento de calentamiento a la altura del área del doblado
4. Permita que el calor suavice el material. El tiempo requerido depende del calibre
5. Retire la lámina y haga el doblado deseado sobre un accesorio cubierto con fieltro
6. Doble de inmediato, ya que el policarbonato se enfría rápidamente
7. Permita que la pieza se enfríe sobre el accesorio hasta que se acondicione: aproximadamente 30 segundos

Nota: Algunas curvas pueden requerir de cierto grado de curvatura adicional para lograr el ángulo deseado.

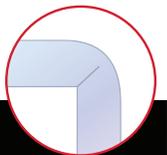
Sugerencias técnicas:

- La flexión de línea funciona mejor con longitudes de 24" o menores. En el caso de dimensiones mayores se requiere precalentar toda la pieza a 200° F para evitar la deformación.
- Para obtener mejores resultados con calibres de más de 0,177", use calefacción bilateral o gire la pieza con frecuencia al utilizar un calentador unilateral. Esto ayuda a la penetración uniforme del calor y evita la formación de burbujas por humedad.
- Además, para calibres mayores de 0,177", use enrutamiento posterior o ranura en V con un radio de 1/16 de pulgada para calentar la sección transversal. Nuevamente, esto ayudará a evitar la formación de burbujas por humedad a la vez que se forma un ángulo bien definido.

Dispositivo de flexión por calor

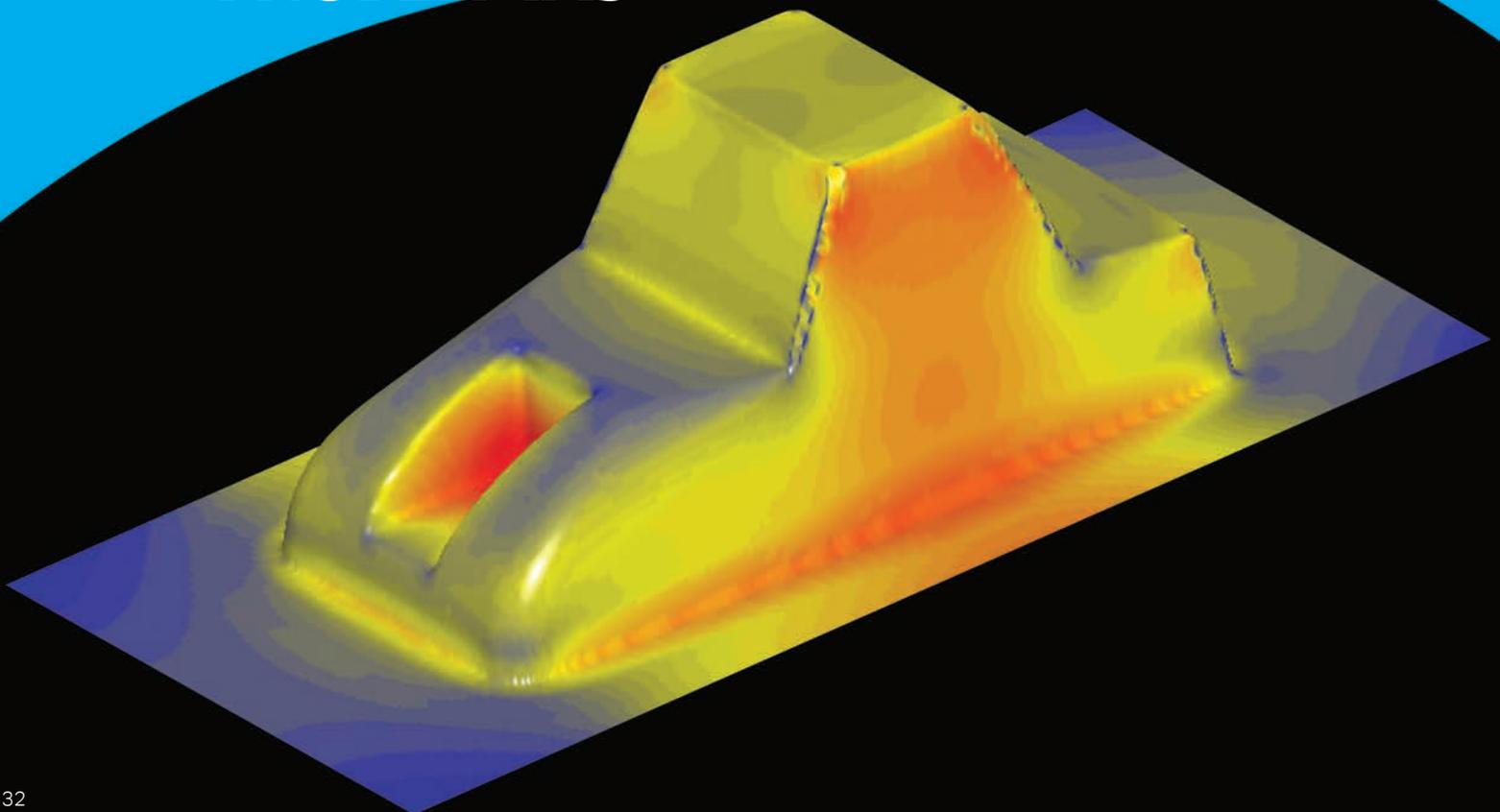


Ranura fresada para aceptar alambre de níquel-cromo (aproximadamente 1/16 a 1/8" debajo de la superficie de la lámina TUFFAK). No permita que el alambre entre en contacto directo con la lámina.





GUÍA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS



Guía de resolución de problemas



Sociedad de Ingenieros del Plástico

Descripción del problema	Causas posibles	Acción correctiva posible
Burbujas en las piezas formadas	<ul style="list-style-type: none"> Exceso de humedad 	<ul style="list-style-type: none"> Presecar la lámina como se recomienda Precalentar la lámina Calentar la lámina por ambos lados Proteger la lámina de la humedad hasta que esté lista para su uso
	<ul style="list-style-type: none"> Calentar la lámina demasiado rápido 	<ul style="list-style-type: none"> Disminuir la temperatura del calentador Aumentar la distancia entre los calentadores y la lámina Soplar aire a través de la superficie de la lámina durante el calentamiento
	<ul style="list-style-type: none"> Calentamiento desigual de la lámina 	<ul style="list-style-type: none"> Verificar la salida del calentador o el consumo de energía Usar calentamiento por patrones Blindar al colocar deflectores, máscaras, o pantallas
Piezas agrietadas o quebradizas	<ul style="list-style-type: none"> Molde demasiado frío 	<ul style="list-style-type: none"> Aumentar la temperatura del molde
	<ul style="list-style-type: none"> Lubricante de molde incompatible 	<ul style="list-style-type: none"> Cambiar el lubricante del molde
Partes deformadas	<ul style="list-style-type: none"> Molde demasiado frío 	<ul style="list-style-type: none"> Precalentar el molde
	<ul style="list-style-type: none"> Los marcos de las abrazaderas están demasiado fríos 	<ul style="list-style-type: none"> Precalentar los marcos de sujeción
	<ul style="list-style-type: none"> Se quita la pieza demasiado pronto 	<ul style="list-style-type: none"> Aumentar el tiempo del ciclo de enfriamiento
	<ul style="list-style-type: none"> Pieza sobrecalentada 	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar ventiladores para enfriar la pieza Disminuir la temperatura del molde
	<ul style="list-style-type: none"> Enfriamiento desigual de la pieza 	<ul style="list-style-type: none"> Agregar más canales o tubos refrigerantes al molde Verificar si el flujo de agua está obstruido
	<ul style="list-style-type: none"> Mala distribución del material 	<ul style="list-style-type: none"> Para la embutición, usar estiramiento previo o asistencia mecánica Verificar si hay calentamiento irregular de la lámina
	<ul style="list-style-type: none"> Diseño deficiente del molde 	<ul style="list-style-type: none"> Añadir orificios de vacío Añadir foso al molde en la línea de corte Buscar orificios de vacío obstruidos
	<ul style="list-style-type: none"> Diseño de piezas defectuoso 	<ul style="list-style-type: none"> Romper superficies planas grandes con varillaje cuando sea práctico Rediseñar con conicidad o filetes
Deslave de la textura y aumento del brillo	<ul style="list-style-type: none"> Temperatura de formado demasiado alta 	<ul style="list-style-type: none"> Disminuir la temperatura del calentador Disminuir el tiempo del ciclo del calentador
	<ul style="list-style-type: none"> Técnica de calentamiento inadecuada 	<ul style="list-style-type: none"> Calentar las láminas desde el lado liso; mantener el lado texturado fresco Recubrir previamente la textura con máscara desprendible



Descripción del problema	Causas posibles	Acción correctiva posible
Formado no uniforme	<ul style="list-style-type: none"> • Calentamiento desigual de la lámina 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la salida del calentador y ajustar • Usar protección selectiva o sombreado para controlar el calentamiento • Comprobar si hay corrientes de aire frío en la estación de calentamiento
Formado incompleto de la pieza, detalles deficientes	<ul style="list-style-type: none"> • Lámina demasiado fría 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar el tiempo de calentamiento • Aumentar la temperatura del calentador • Aumentar la densidad de vatios • Verificar la uniformidad del calentamiento
	<ul style="list-style-type: none"> • Marco de sujeción frío 	<ul style="list-style-type: none"> • Precalentar el marco de sujeción
	<ul style="list-style-type: none"> • Vacío insuficiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar si hay orificios de vacío obstruidos • Verificar la ubicación correcta de los orificios de vacío • Aumentar del número de orificios de vacío • Aumentar el tamaño de los orificios de vacío • Verificar la bomba de vacío • Verificar que no haya fugas en el sistema de vacío
	<ul style="list-style-type: none"> • El vacío no se extrae lo suficientemente rápido 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando sea posible, usar ranuras de vacío en lugar de orificios • Aumentar el tamaño de los orificios de vacío • Ajustar el aumento de vacío o la capacidad de la bomba • Aumentar el tamaño de las válvulas y la línea de vacío; evitar flexiones y acoplamientos en tes y codos
	<ul style="list-style-type: none"> • Relación de extracción de la pieza demasiado grande 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar si hay fugas en el sistema de vacío
	<ul style="list-style-type: none"> • Presión insuficiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la capacidad de vacío • Agregar asistencia mecánica, de presión o de marco • Aumentar la presión de aire en el lado de la pieza opuesto a la superficie del molde, si el molde puede resistir esta fuerza • Usar asistencia de marco • Utilizar asistencia mecánica, silicona, goma de losa u otra asistencia de presión • Aumentar la capacidad de la bomba
	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño deficiente del molde 	<ul style="list-style-type: none"> • Añadir orificios de vacío • Verificar el buen sellado entre el marco de la abrazadera y la caja de vacío
Lámina carbonizada	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie superior o inferior demasiado caliente 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminuir el tiempo de ciclo de calentamiento • Disminuir la temperatura del calentador

Descripción del problema	Causas posibles	Acción correctiva posible
Mal acabado superficial	<ul style="list-style-type: none"> • La superficie del molde es demasiado áspera 	<ul style="list-style-type: none"> • Realice un pulido por tracción o use un molde hecho de material más adecuado para los requisitos del servicio aplicable
	<ul style="list-style-type: none"> • Marcado del molde 	<ul style="list-style-type: none"> • Usar moderadamente lubricante en polvo para moldes
	<ul style="list-style-type: none"> • Ángulo de desmolde muy poco hondo 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar el ángulo de desmolde
	<ul style="list-style-type: none"> • Aire atrapado sobre la superficie lisa 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar con chorro de arena la superficie del molde • Añadir orificios de vacío en el área afectada
	<ul style="list-style-type: none"> • Vacío insuficiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Añadir orificios de vacío • Verificar la ubicación correcta de los orificios de vacío • Verificar que no haya fugas en el sistema de vacío • Buscar orificios de vacío obstruidos
	<ul style="list-style-type: none"> • Molde demasiado caliente 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminuir la temperatura del molde
	<ul style="list-style-type: none"> • Molde demasiado frío 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la temperatura del molde
	<ul style="list-style-type: none"> • Lámina sucia 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar la lámina con pistola de aire desionizante
	<ul style="list-style-type: none"> • Molde sucio 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar el molde con pistola de aire desionizante
	<ul style="list-style-type: none"> • Polvo en la atmósfera 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar el área de termoformado • Aislar el área de termoformado y filtrar el aire
Pérdida de color	<ul style="list-style-type: none"> • Lámina estirada en exceso (pieza muy delgada) 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar el calibre de la lámina • Aumentar la temperatura de la lámina • Usar pre-estirado • Utilizar asistencia mecánica para piezas de embutición



Descripción del problema	Causas posibles	Acción correctiva posible
<p>Marcas de enfriamiento o marcado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura del molde demasiado baja; el estiramiento se detiene • Ángulos de desmolde y radios insuficientes • La temperatura de la asistencia mecánica es demasiado baja • Lámina demasiado caliente 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la temperatura del molde cuando la lámina se encuentra con el molde frío o se atasca • Aumentar los ángulos de desmolde y los radios del molde • Aumentar la temperatura de la asistencia mecánica • Usar asistencia mecánica de madera • Cubrir la asistencia mecánica con franela de algodón o fieltro • Disminuir la temperatura del calentador • Calentar más lentamente • Usar ventiladores para reducir la superficie de la lámina caliente un poco antes de formar
<p>Protuberancias del lado del molde de la pieza formada</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Orificios de vacío demasiado grandes • Polvo en el molde o la lámina • Molde demasiado frío • Superficie del molde demasiado suave • Tasa de vacío demasiado alta • Lámina demasiado caliente 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminuir el tamaño del orificio • Limpiar el molde y la lámina con pistola de aire desionizante • Aumentar la temperatura del molde • Estirar y lijar la superficie del molde con papel de lija mediano • Colocar un orificio pequeño sobre el orificio de vacío principal • Reducir el tiempo de ciclo de calentamiento • Disminuir la temperatura del calentador
<p>Tejidos, puente o arrugas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lámina demasiado caliente en el centro • Lámina demasiado fría en el área de los tejidos • Molde demasiado frío • Tasa de vacío demasiado rápida • Vacío insuficiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Proteger el centro de la lámina para permitir que los bordes se calienten primero; utilizar una caja de vacío más alta para proporcionar más tirón en la zona • Reducir el tiempo de ciclo de calentamiento • Disminuir la temperatura del calentador • Usar calentamiento por patrón • Aumentar la altura de la oleada de burbuja • Aumentar la temperatura del molde • Reducir la tasa de vacío • Usar orificios de vacío más pequeños • Restringir la línea principal de vacío • Revisar el sistema de vacío para detectar fugas • Aumentar el número de orificios de vacío o ranuras • Verificar si hay orificios de vacío obstruidos • Verificar la ubicación correcta de los orificios de vacío • Aumentar el tamaño de los orificios de vacío

Descripción del problema	Causas posibles	Acción correctiva posible
<p>Tejidos, puentes o arrugas – Continuación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Proporción de moldeo demasiado grande en el área del molde, o diseño o trazado deficiente del molde • Los espacios en blanco son demasiado grandes para el molde • Enfriamiento desigual debido a la velocidad de formado lenta 	<ul style="list-style-type: none"> • Rediseñar el molde • Usar asistencia mecánica o de anillo • Usar un molde hembra en lugar de un molde macho • Agregar bloques de compensación para eliminar las arrugas • Aumentar el diseño y los radios siempre que sea posible • Aumentar el espacio entre múltiples artículos • Acelerar el recorrido del molde o la asistencia • Rediseñar la asistencia en cuadrícula, mecánica o de anillo • Dejar un mínimo de material alrededor del molde • Formar a mayor velocidad
<p>Trefilado insuficiente</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Calentamiento inadecuado de la lámina • Vacío insuficiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar el tiempo y la temperatura de calentamiento • Verificar si el sistema de vacío tiene fugas
<p>Mala distribución del grosor de la pared y adelgazamiento excesivo en algunas áreas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Calentamiento desigual • Técnica de formado incorrecta • Pandeo excesivo • Molde frío • La lámina se sale de los rieles 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la uniformidad de la salida del calentador • Usar protección o sombreado para controlar el calentamiento • Verificar si hay corrientes de aire en la estación de calentamiento • Usar el método de formado por burbuja o chasquido • Reducir el tiempo entre el preestiramiento y la extracción del molde • Controlar la altura • Reducir la temperatura de la lámina • Usar calentamiento por patrones • Aumentar la temperatura del molde • Verificar el calentamiento uniforme del molde • Verificar el sistema de control de temperatura para identificar la escala o taponamiento • Enfriar los rieles con aire antes del calentamiento • Mover los rieles hacia adentro para tomar más lámina • Usar bandas de arrastre en el borde del riel



Descripción del problema	Causas posibles	Acción correctiva posible
<p>Mala distribución del grosor de la pared y adelgazamiento excesivo en algunas áreas – Continuación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La lámina se desliza del marco 	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustar la alineación del marco • Aumentar la presión de la abrazadera del marco • Si se usan muelles de retención, cambiar a muelles de alta temperatura • Precalentar los marcos antes de insertar la lámina • Verificar los calentadores alrededor del área de la abrazadera para comprobar el funcionamiento correcto • Colocar una protección o sombra al centro de la lámina para permitir más calor en el perímetro
<p>Rayas brillantes en la pieza</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lámina demasiado caliente en ciertos puntos 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminuir la temperatura del calentador en el área sobrecalentada • Usar protección o sombreado para controlar el calentamiento • Reducir el tiempo de ciclo de calentamiento • Aumentar la distancia entre el calentador y la lámina
<p>Contracción excesiva o distorsión de la pieza después de quitarla del molde</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pieza no enfriada adecuadamente 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar el tiempo del ciclo de enfriamiento • Utilizar accesorios de enfriamiento • Aumentar la capacidad del sistema de enfriamiento • Usar una neblina de pulverización de vapor o ventilador para enfriar la pieza más rápido en el molde
<p>Esquinas demasiado finas en embutición profunda</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Molde demasiado caliente 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir la temperatura del molde • Aumentar la velocidad del flujo de refrigerante del molde
<p>Esquinas demasiado finas en embutición profunda</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Distribución no controlada de material • Lámina demasiado delgada • La temperatura de la lámina es demasiado alta en las esquinas • La temperatura del molde no es uniforme • Velocidad de formado demasiado rápida 	<ul style="list-style-type: none"> • Considerar otras técnicas como aplicación de burbuja, asistencia mecánica, etc. • Usar una lámina de calibre más grueso • Utilizar protección o sombreado para controlar el patrón de calentamiento • Ajustar la uniformidad del sistema de control de temperatura • Verificar la operación del sistema de calentamiento del molde • Reducir la velocidad de formado

Descripción del problema	Causas posibles	Acción correctiva posible
Remoción difícil de la pieza	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura de la pieza o del molde hembra demasiado caliente • Molde macho demasiado frío, pieza adherida • Molde macho demasiado caliente, lo cual distorsiona la pieza • Estiramiento insuficiente del molde • Presión de expulsión demasiado baja • Recortes del molde • Molde de madera • Superficie áspera del molde 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar el tiempo del ciclo de enfriamiento • Disminuir la temperatura del molde • Aumentar la temperatura del molde • Reducir la temperatura del molde • Aumentar el cono/estiramiento • Usar un molde hembra • Quitar la pieza del molde tan pronto como sea posible • Agregar orificios de aire • Aumentar la presión de inyección • Utilizar liberación de molde en polvo • Usar marco de desforre • Aumentar la presión de aire de expulsión • Quitar la pieza del molde tan pronto como sea posible • Rociar la superficie del molde con un agente de liberación de molde compatible • Pulir las esquinas o toda la superficie del molde • Usar un agente de liberación de molde • Usar PTFE en aerosol
Pérdida del vacío del sello	<ul style="list-style-type: none"> • Marcos de sujeción fríos • Espaciado incorrecto entre los marcos de sujeción 	<ul style="list-style-type: none"> • Precaliente los marcos de sujeción • Ajustar el espacio entre las abrazaderas y la caja de vacío la caja de vacío a entre 0,50 y 0,750 pulgadas (13 y 19 mm)
La lámina se pega a la asistencia mecánica	<ul style="list-style-type: none"> • La temperatura de la asistencia mecánica es demasiado caliente • Asistencia mecánica de madera 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir la temperatura de la asistencia mecánica • Utilizar un agente de liberación de molde en la asistencia mecánica • Aplicar una capa de PTFE • Cubrir la asistencia mecánica con un paño de fieltro o una franela de algodón • Cubrir la asistencia mecánica con un paño de fieltro o franela de algodón • Utilizar un agente de liberación de molde en la asistencia mecánica • Aplicar una capa de PTFE permanente a la superficie de la asistencia mecánica
Desgarro de la lámina durante el formado	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño del molde • Lámina demasiado caliente 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar el radio de la esquina • Reducir el tiempo del ciclo de calentamiento • Disminuir la temperatura del calentador • Verificar el calentamiento uniforme de la lámina • Precalentar la lámina



Descripción del problema	Causas posibles	Acción correctiva posible
Desgarro de la lámina durante el formado – Continuación	<ul style="list-style-type: none"> Lámina demasiado fría (por lo general calibres más delgados) 	<ul style="list-style-type: none"> Aumentar el tiempo del ciclo de calentamiento Aumentar la temperatura del calentador Verificar el calentamiento uniforme de la lámina Precalentar la lámina
	<ul style="list-style-type: none"> Mala distribución del material 	<ul style="list-style-type: none"> Verificar si hay variaciones en el calibre de la lámina Verificar si hay calentamiento desigual en la lámina
	<ul style="list-style-type: none"> Pre-estiramiento muy extenso 	<ul style="list-style-type: none"> Reducir el tiempo de soplado de la burbuja Reducir la temperatura de la burbuja
Agrietamiento de la pieza durante el servicio	<ul style="list-style-type: none"> Concentración de la tensión 	<ul style="list-style-type: none"> Aumentar los filetes Aumentar la temperatura de la lámina Verificar que la pieza esté completamente formada antes de sacarla del molde Usar la temperatura de formado y la velocidad de enfriamiento adecuadas para piezas de embutición profunda Aumentar la temperatura del molde
	<ul style="list-style-type: none"> Mal diseño de piezas o moldes 	<ul style="list-style-type: none"> Volver a evaluar el diseño
	<ul style="list-style-type: none"> Calibre de la lámina demasiado delgado para estirar 	<ul style="list-style-type: none"> Aumentar el calibre de la lámina
	<ul style="list-style-type: none"> Temperatura de la lámina desigual 	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar protección o sombreado para controlar el patrón de calentamiento
Detalles de relieve deficientes	<ul style="list-style-type: none"> Profundidad del relieve demasiado superficial 	<ul style="list-style-type: none"> Aumentar la profundidad del patrón de relieve
	<ul style="list-style-type: none"> El dibujo no es uniforme 	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar protección o sombreado para controlar el patrón de calentamiento Usar asistencia mecánica o por burbuja para preestirar la lámina
Pandeo excesivo de la lámina	<ul style="list-style-type: none"> Lámina demasiado caliente 	<ul style="list-style-type: none"> Reducir el tiempo del ciclo de calentamiento Disminuir la temperatura del calentador
	<ul style="list-style-type: none"> El área de la lámina es demasiado grande 	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar protección o sombreado para controlar el calentamiento, especialmente en el centro de la lámina.
Variedad de niveles de pandeo entre las láminas	<ul style="list-style-type: none"> Variación de temperatura entre láminas 	<ul style="list-style-type: none"> Verificar si hay corrientes de aire frío en la estación de calentamiento
Burbuja no uniforme	<ul style="list-style-type: none"> Calentamiento no controlado de la lámina 	<ul style="list-style-type: none"> Verificar el correcto funcionamiento de los calentadores Usar protección o sombreado para controlar el calentamiento Comprobar si hay corrientes de aire frío en la estación de calentamiento
	<ul style="list-style-type: none"> La presión del troquel no es uniforme dentro de la burbuja 	<ul style="list-style-type: none"> Verificar si hay fugas en el sistema de presión de aire Verificar el sello entre la lámina y la caja de oleadas Redirigir el aire entrante a la caja de oleadas



DOBLADO CON PLEGADORA, FORMADO EN FRÍO, RECOCIDO

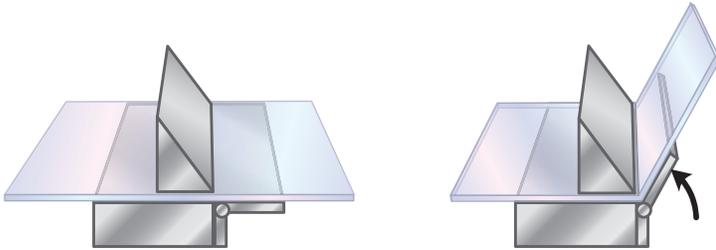
Doblado con plegadora

Doblado con plegadora

La lámina de policarbonato TUFFAK de hasta 0,177" de espesor puede doblarse con plegadora en ángulos de hasta 90°. Para calibres mayores que 0,177", se recomienda doblar con calentadores de tira para evitar posibles grietas o roturas. La flexión con calentador de tira también se debe utilizar para todos los grados de láminas resistentes al fuego.

Sugerencias técnicas:

- Realice la operación de doblado rápidamente
- Para obtener el ángulo deseado, se requiere de cierto grado de curvatura excesiva
- No doble con plegadora grados retardantes de fuego debido a la posibilidad de agrietamiento
- Para obtener mejores resultados con calibres de más de 0,177", use calefacción bilateral o gire la pieza con frecuencia al utilizar un calentador unilateral. Esto ayuda a la penetración uniforme del calor y evita la formación de burbujas por humedad.
- Además, para calibres mayores de 0,177", use enrutamiento posterior o ranura en V con un radio de 1/16 de pulgada para calentar la sección transversal. Nuevamente, esto ayudará a evitar la formación de burbujas por humedad a la vez que se forma un ángulo bien definido.



Recocido

Método de horno por lotes

El recocido es una forma de aliviar la tensión interna en las piezas termoplásticas debido a termoformado o fabricación. La lámina de policarbonato se acondiciona térmicamente a una temperatura elevada durante un período específico y luego se enfría poco a poco. A través del recocido, también se reduce la inestabilidad dimensional potencial de una pieza, como es la deformación.

Si bien el recocido es efectivo para reducir la tensión, lleva mucho tiempo y puede no ser económico o práctico en todos los casos. Además, los historiales de calor prolongados pueden afectar las propiedades físicas de los plásticos. Si tiene preguntas o inquietudes sobre el recocido, comuníquese con su representante de Plaskolite o con el Grupo de Servicio Técnico.

Formado en frío

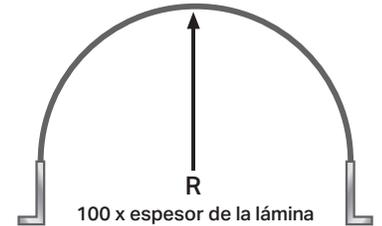


Formado en frío

La lámina TUFFAK puede formarse en frío, doblarse y colocarse sin calentamiento, a un radio según el espesor de la lámina. A manera de guía, el radio mínimo de formado en frío es igual a 100 veces el espesor: ($R = T \times 100$).

Guía de radio de formado en frío - pulgadas

Espesor de la lámina	Radio mínimo
0,118	12
0,177	18
0,236	24
0,370	37



Guía de producto TUFFAK para formado en frío

Para formado en frío	No compatible con formado en frío
GP	15
DX-NR	AR
FC	Hygard®
FI	NR-C
LF	
LD	
Lumen XT	
NR	
OP	
SL	
SK	
UV	



APLICACIONES DE UNIÓN



Unión con solventes

La unión con solvente une un plástico a sí mismo u otro tipo de plástico que se disuelve en el mismo solvente. Por lo general, este proceso consiste en tratar el área de unión con la cantidad *mínima* de solvente necesaria para ablandar las superficies y luego sujetar una pieza a la otra hasta que queden adheridas.

El cloruro de metileno o el dicloruro de etileno une la lámina TUFFAK a sí misma. La rápida tasa de evaporación del cloruro de metileno evita el atrapamiento de vapor del solvente en ensamblajes simples. En el caso de ensamblajes complejos que requieren de más tiempo de curado, se debe usar dicloruro de etileno. Al usar una mezcla 60/40 de cloruro de metileno y dicloruro de etileno se obtiene más tiempo para ensamblar las piezas que al emplear cloruro de metileno puro.

Observará fragilidad y menor resistencia al impacto en las uniones adheridas.

Nota: Use el equipo de protección adecuado al trabajar con productos químicos. La ventilación adecuada es imprescindible.

Revise la ficha de datos de seguridad del fabricante del producto y controle la exposición de acuerdo con las pautas de la OSHA.

Procedimiento de unión

1. Para lograr una unión óptima, confirme que las piezas coincidan al ras. Esto asegura la distribución uniforme de la presión en toda el área de unión.
2. Limpie las superficies de los empalmes con alcohol isopropílico.
3. Use solvente fresco.
4. Para obtener los mejores resultados, evite usar un exceso de solvente, ya que produce burbujas y se "chorrea", lo que disminuye la adherencia.
5. Aplique una gota delgada de solvente con un aplicador de aguja; la acción capilar llevará el disolvente a la interfaz del empalme.
6. Para piezas grandes, puede ser más fácil usar una bandeja poco profunda con suficiente solvente para cubrir el borde de la pieza que se unirá.
7. Sumerja la pieza en la bandeja y moje el borde.
8. Transfiera a la pieza que acoplará.
9. Aplique presión a las piezas que unirá.
10. Sujete el accesorio por un mínimo de 60 segundos.
11. Ya puede manipular la pieza unida con seguridad.

Sugerencias técnicas:

- Un empalme completamente curado requiere de 24 a 48 horas de tiempo de secado.
- Siempre cure las piezas en un área bien ventilada; nunca en un espacio cerrado. Los vapores de cloruro de metileno atrapados atacan químicamente al policarbonato y reducen sus propiedades físicas.
- Una solución al 5 o 10% de virutas de policarbonato disueltas en cloruro de metileno produce un empalme liso y lleno y mejora la resistencia. Para aplicaciones críticas que requieren de más durabilidad, considere un producto adhesivo.

Evitar el blanqueamiento de la unión

- Use solvente fresco siempre que sea posible. Luego de abrir el envase, el solvente puede absorber humedad del aire con el paso del tiempo. El solvente húmedo puede causar una unión turbia.
- Prepare en un área con clima controlado con baja humedad relativa.
- Agregue 10% de ácido acético glacial en un recipiente de solvente previamente abierto para reducir el blanqueamiento.
- Agregue de 5 a 10% de virutas de policarbonato al solvente para disminuir el tiempo de curado y reducir el blanqueamiento.

Unión adhesiva

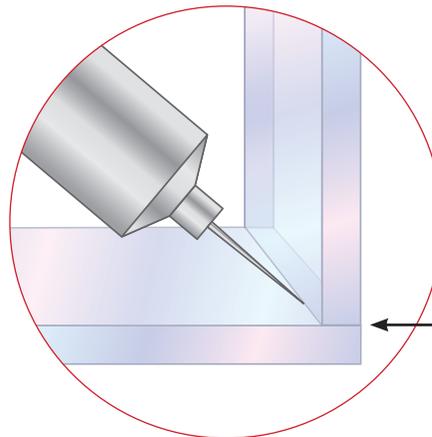
Los sistemas de unión adhesiva están entre los más robustos para unir piezas de plástico a piezas hechas del mismo plástico, de diferentes plásticos o de materiales no plásticos. Por lo general, los adhesivos producen resultados más consistentes y predecibles en empalmes que requieren resistencia y durabilidad que otros métodos de unión.

Considere lo siguiente al seleccionar un material de unión adhesivo:

- Compatibilidad química con la lámina TUFFAK
- Requisitos de flexibilidad o rigidez
- Fuerza de carga
- Condiciones ambientales y requisitos de temperatura
- Estética

Caracterizaciones generales de diferentes sistemas adhesivos:

- En general, los adhesivos de uretano y epoxi ofrecen excelente adherencia.
- Los adhesivos curados por UV, atractivos gracias al curado en segundos, brindan alta adherencia.
- Los adhesivos de silicona proporcionan adherencia flexible y resistente.
- Las cintas adhesivas de espuma son populares por su resistencia y funcionamiento durable.
- Los pegamentos termofusibles brindan tiempos de fraguado rápidos cuando no se requiere de alta adherencia.
- Tenga cuidado al elegir adhesivos, ya que algunos pueden ser agresivos para la lámina TUFFAK.



Diseño típico de empalme a tope en T

Aplicaciones de unión



Guía de selección de adhesión

Producto	Descripción	Tipo de unión
Cloruro de metileno	Solvente	Alta tensión de rotura, baja resistencia al impacto
Uretano	Base de polímero	Unión estructural, resistente a la fatiga, flexibilidad limitada y resistencia UV
Epoxi	Polímero; 1 y 2 componentes	Unión estructural, resistente al calor y a los productos químicos, flexibilidad limitada, absorbe la humedad
Silicona	Silicona	Flexible, unión fuerte, resistente al calor, los productos químicos y el medio ambiente
Cinta adhesiva	Adhesivo acrílico películas con dorso de espuma	Unión estructural y flexible para usos no estéticos
Pegamentos termofusibles	Polímero	Fraguado rápido, versátil, rango de adhesión

Enlaces web de productos seleccionados

Solventes, ferreterías, proveedores de productos químicos

Cemento solvente: http://es.ipscorp.com/pdf/assembly/AssemblyAdhesive_Product_Selection%20Guide_Jan08.pdf

Uretano: <http://es.ipscorp.com/assembly/polycarbonate>;

Epoxi: <http://www.masterbond.com/lp/performance-properties-and-common-applications>

Silicona: <http://www.tremcosealants.com/products/proglaze-ssg.aspx>

Cinta adhesiva: http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/Adhesives/Tapes/Brands/3M-VHB-Tape/

Pegamento termofusible: <http://www.bostik-us.com/our-brands/thermogrip>



SUJECIÓN MECÁNICA

Sujeción mecánica

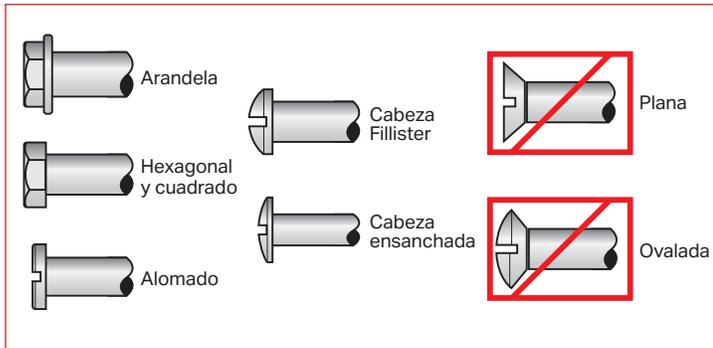


Medios de sujeción mecánica

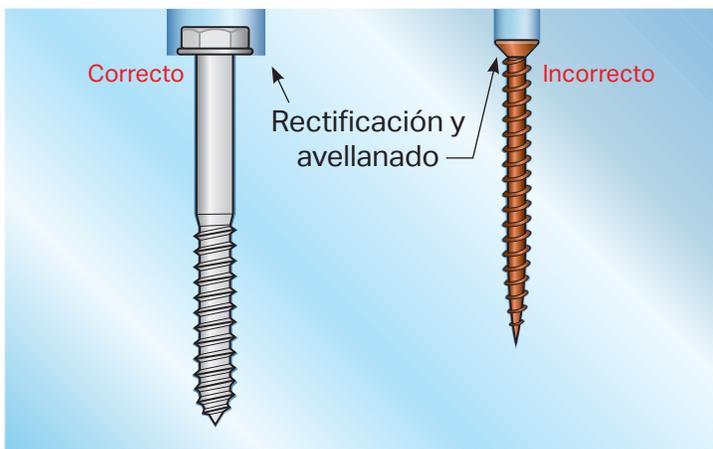
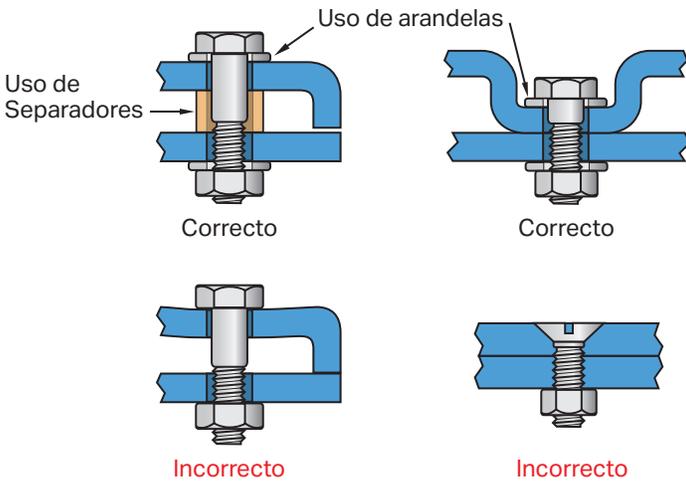
Debido a su bajo costo y confiabilidad, los tornillos, pernos y remaches son métodos de unión comunes. Las prácticas comunes y los criterios de selección se abordan en esta sección.

Estilos comunes de cabezas de tornillos y pernos

Preste especial atención a la cabeza del medio de sujeción. Use cabezas de pernos y tornillos con una superficie inferior plana, llamada cabeza "alomada" o "redonda". Este diseño de perno permite tensiones de compresión más bajas en el material. Las cabezas cónicas, llamadas cabezas planas u ovaladas, producen tensiones indeseadas de tracción y periféricas y deben evitarse.



Sujeción con pernos, tuercas y arandelas



Sujeción con tornillos autoperforantes

Utilice tornillos con rosca cortante, que cortan el material de un orificio pretaladrado para formar un hilo de acoplamiento y dan como resultado un mejor rendimiento a largo plazo. Tenga en cuenta que las tensiones radiales y circunferenciales impartidas a la pieza mediante los tornillos con rosca cortante son más bajas después de la instalación en comparación con los tornillos autorroscantes. Por lo general, los tornillos con rosca cortante se clasifican como ANSI BT (tipo 25), ANSI T (tipo 23). Los tornillos con rosca cortante pueden no ser apropiados en todos los entornos y aplicaciones. Es posible que se formen grietas alrededor del orificio del tornillo bajo condiciones en las que el policarbonato se expande y contrae debido a las variaciones de temperatura.

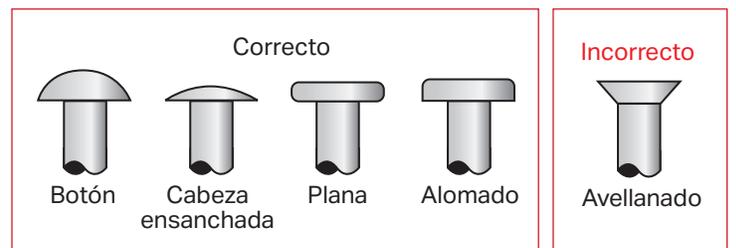


Hi-Lo es una marca registrada de ITW Shakeproof

Sujeción con remaches

Los remaches ofrecen una solución sencilla y de bajo costo para piezas estáticas. Los remaches de aluminio son preferibles a los materiales más duros. Seleccione remaches con cabezas planas grandes y tres veces el diámetro del vástago. El uso de arandelas en el extremo acampanado es útil para distribuir cargas, pero tenga cuidado de no apretar demasiado, ya que puede provocar tensión compresiva y daños en el plástico.

Cuatro cabezas de remaches estándar



Use arandelas planas de aluminio o de plástico duro debajo de las tuercas y los cabezales de los sujetadores para distribuir uniformemente la fuerza aplicada. Su capacidad para resistir la sobrecompresión ayuda a prevenir la tensión localizada de la pieza de unión. Asegúrese de que haya suficiente distancia entre el borde del orificio del sujetador y el borde de la pieza: como mínimo, dos veces el diámetro y el doble del grosor de la pieza. Nota: los orificios ranurados requieren de más espacio libre en los bordes.

Sugerencia técnica:

Evite los fijatornillos. Por lo general, son incompatibles con la lámina de policarbonato TUFFAK y producen agrietamiento y resquebrajamiento.

Sujeción mecánica



Unión de materiales diferentes

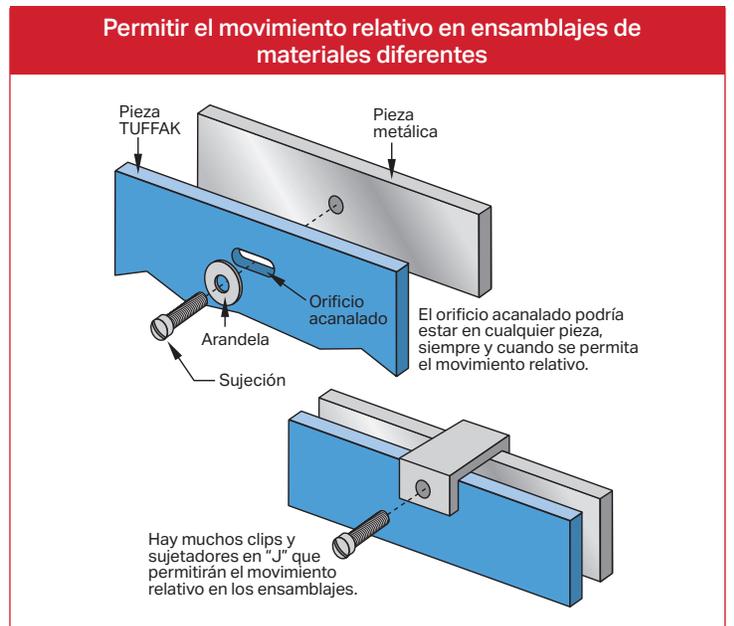
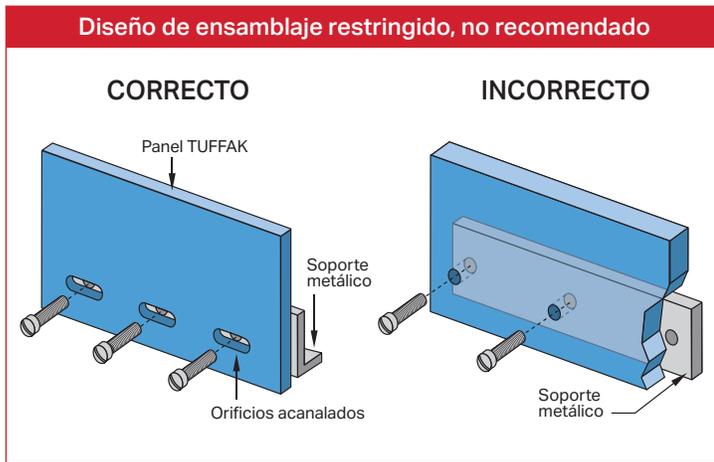
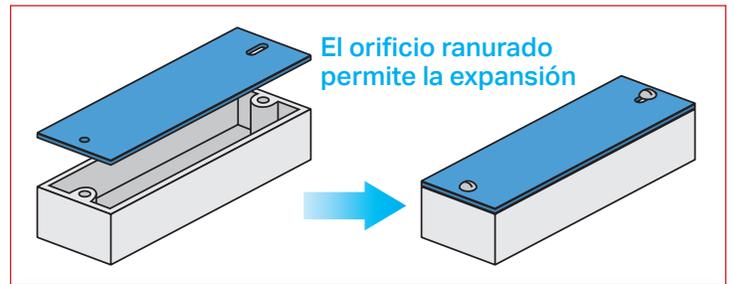
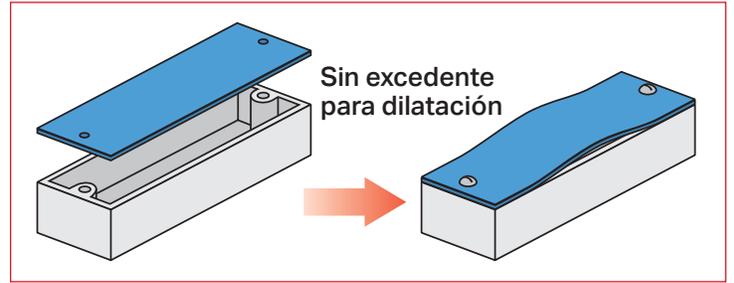
En el caso de ensamblajes hechos de una combinación de lámina de TUFFAK y metal (dos materiales diferentes), es importante que el diseño contemple el movimiento térmico. Cuando se calienta, el plástico se puede pandear debido a su mayor tasa de expansión térmica. Por el contrario, cuando se enfría, la mayor contracción térmica del plástico causará tensión inducida por el esfuerzo y podría exceder el límite de trabajo del plástico. Esto puede conducir al fallo de la pieza.

La figura a la derecha muestra una pieza de plástico sujeta a un componente de metal. Como la temperatura ambiente se eleva, el plástico se expandirá más que el metal porque el coeficiente de dilatación térmica lineal del plástico es cuatro veces mayor.

Para aplicaciones donde existen amplias variaciones de temperatura, use orificios para tornillos con ranuras en la pieza plástica. Al unir piezas de plástico y metal, no apriete los medios de sujeción hasta el punto en que la fricción del empalme y las cargas compresivas impidan el movimiento relativo. Si los medios de sujeción están demasiado apretados, se anula el efecto de los orificios ranurados.

Factores a considerar cuando se unen piezas de plástico y de metal:

- El tamaño de las piezas que se unirán
- La magnitud del rango de temperatura
- Los coeficientes relativos de expansión térmica de los materiales utilizados en la pieza



Valores de coeficiente de dilatación térmica lineal (CLTE) para los materiales

Material	CTLE (10 ⁵ pulg/pulg/°F)
TUFFAK	3,8
Aluminio	1,3

Ejemplo 1: Calcular el cambio en la longitud de una pieza de 96 pulgadas que se construye a 70° F, pero habrá temperaturas de operación de hasta 120° F.

$$\Delta L = (CLTE \text{ del plástico} - CLTE \text{ del metal}) * \text{cambio de temperatura} * \text{longitud de la pieza} \quad (0,000038 - 0,000013) * 50 * 96 \dots \Delta L = 0,120 \text{ pulgadas}$$

Por lo tanto, el diseño debe comprender un crecimiento de 0,12 pulgadas.

Ejemplo 2: Cuánta contracción tendrá la misma pieza a -20° F

$$\Delta L = (CLTE \text{ del plástico} - CLTE \text{ del metal}) * \text{cambio de temperatura} * \text{longitud de la pieza} \quad (0,000038 - 0,000013) * 90 * 96 \dots \Delta L = 0,216 \text{ pulgadas}$$

Por lo tanto, el diseño debe comprender una contracción de 0,216 pulgadas.

Soldadura ultrasónica

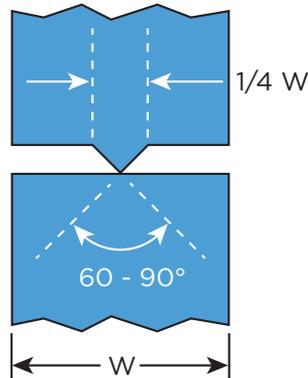
Un soldador ultrasónico tiene dos partes principales: un cuerno y un nido. El cuerno normalmente presiona hacia abajo sobre la pieza superior de plástico (de las dos que se van a soldar) y asegura las dos piezas una con la otra. El nido sostiene la pieza inferior de plástico para evitar que se mueva. El cuerno se vibra ultrasónicamente durante un tiempo preestablecido. La fricción a partir de las vibraciones mecánicas produce calentamiento localizado y da como resultado la fusión del plástico en la interfaz de las dos piezas. Luego, la presión se mantiene después de que las vibraciones se detienen hasta que el plástico derretido se enfría. Una vez que el plástico se ha solidificado, la presión de sujeción se retrae y las dos se piezas unidas se pueden quitar del accesorio del nido.

La característica más importante para un empalme limpio y soldado ultrasónicamente es que una de las piezas (que se soldarán) se diseñe con un director de energía triangular. Esto reduce al mínimo el contacto inicial entre las piezas. Durante la soldadura, la energía ultrasónica se concentra en la punta de dirección, lo cual la fusiona, y en última instancia une, la interfaz con resina fundida.

Diseñe directores de energía con un ángulo ápice de 60 a 90°. Por lo general, el ancho de base del director de energía no debe ser de más de 20 a 25% del espesor de pared que lo soporta.

Para lograr la soldadura óptima:

- El cuerno, el accesorio y las piezas deben estar alineados correctamente
- La pieza estacionaria debe quedar bien ajustada en el nido o accesorio
- La altura del director de energía debe ser de aproximadamente 0,020 pulgadas
- Una piezas hechas de la misma resina



Resolución de problemas

- Limpie las superficies de acoplamiento con alcohol isopropílico para eliminar el polvo, las huellas dactilares y la suciedad antes de soldar.
- Verifique si el cuerno hace contacto apropiado con la superficie de soldadura. El contacto no uniforme del cuerno produce líneas de soldadura no uniformes. El papel carbón es útil para confirmar el contacto uniforme.
- Confirme que se está suministrando suficiente energía a la soldadura.
- Aumente la presión/fuerza de sujeción en las piezas que se sueldan.
- Aumente el tiempo de soldadura.
- Aumente la amplitud al cuerno. Consulte a los proveedores del equipo para conocer la configuración de amplitud de soldadura recomendada para policarbonato.

En las máquinas de soldadura ultrasónica, el convertidor, el reforzador y un cuerno de soldadura correctamente mantenidos son factores clave para lograr una amplitud de soldadura que produce un empalme de soldadura repetible y robusto. Confirme que se realice mantenimiento de rutina, verificaciones diarias y programas de calibración. Establezca y documente la salida de energía mínima para la unidad que garantiza un empalme de soldadura reproducible.

Para obtener más información sobre las técnicas de unión ultrasónica, comuníquese con:

Branson

Ultrasonics Corp. <http://www.emersonindustrial.com/en-US/branson/Products/plastic-joining/Pages/default.aspx>

Dukane Corp. http://www.dukane.com/us/PPL_upa.htm

Forward Technology Industries, Inc. <http://www.forwardtech.com/plastic-assembly>

Herrmann Ultrasonics, Inc. <http://www.herrmannultrasonics.com/products-plastics.html>

Ultra Sonic Seal Co. http://www.ultrasonicseal.com/upa/upa_tooling.html



ACABADO

La estética o la funcionalidad de la lámina TUFFAK se puede mejorar mediante procesos de acabado o decoración de las superficies. La pintura y serigrafía son métodos típicos de decoración para mejorar el atractivo visual de una pieza.

La metalización es un ejemplo de un proceso que añade funcionalidad, como el blindaje electromagnético. Antes de decorar con cualquier material, comuníquese con el fabricante para confirmar su idoneidad para el uso y la compatibilidad con el policarbonato.

Guía del producto: método de decoración

Productos TUFFAK	Impresión digital	Impresión de serigrafía	Pintura	Vinil	Termodecoración
AR1 ⁴	Q	Q	Q	Q	Q
GP	Q	Q	Q	Q	Q
DX-NR ¹	Q	Q	Q	-	Q
FC ²	-	-	-	Q	-
FI	Q	Q	Q	Q	Q
LF	Q	Q	Q	Q	Q
LD	Q	Q	Q	Q	Q
Lumen XT ¹	Q	Q	Q	-	Q
NR ¹	Q	Q	Q	Q	Q
NR-C ⁴	Q	Q	Q	Q	Q
OP	Q	Q	Q	Q	Q
SL	Q	Q	Q	Q	Q
SK ³	-	-	Q	-	-
UV	Q	Q	Q	Q	Q

1. La superficie con textura puede interferir con los medios de decoración, requiere de prueba/verificación
2. La superficie del recubrimiento duro interfiere con la adhesión, requiere de prueba/verificación
3. Pintar la superficie prismática interferirá con las propiedades ópticas, requiere de prueba/verificación
4. AR1 y NR-C decoran el lado no recubierto de la lámina

Serigrafía

La lámina TUFFAK puede imprimirse con equipo estándar de serigrafía. Tenga en cuenta que la malla afecta tanto a la cantidad de tinta que se deposita, como a la resolución de la imagen impresa.

Tal como todos los termoplásticos, la lámina TUFFAK debe estar limpia y libre de contaminantes superficiales antes de la serigrafía. Muchos impresores de serigrafía usan una solución de lavado 50:50 de agua:alcohol isopropílico para limpiar la superficie antes de imprimir. Asegúrese de usar paños suaves no abrasivos al limpiar para evitar los rayones. Las pistolas de aire ionizado o antiestáticas también proporcionan un buen método para eliminar las hilachas y el polvo, así como la estática.

Después de la impresión, separe las láminas en una rejilla de secado hasta que la tinta se seque. NO empaque las láminas para envío hasta que las tintas estén completamente secas.

Impresión digital

Las tintas de curado UV se utilizan en la impresión digital debido a sus tiempos breves de curado. Históricamente, la fuente de luz utilizada han sido las lámparas de arco de mercurio UV, pero en la actualidad se prefieren las lámparas de curado de LED UV. Estas bombillas utilizan menos electricidad, producen menos calor, duran mucho más y no requieren de un período de calentamiento. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el mercado ha informado de problemas intermitentes de adhesión al imprimir en sustratos de plástico cuando se cura con sistemas de LED UV. Pretratar el sustrato plástico con corona eléctrica, llama, luz UV,

toallitas con solvente o promotores de adherencia ha demostrado su eficacia al solucionar problemas de adherencia.

Si desea asesoramiento sobre aplicaciones de tinta de curado de LED UV, comuníquese con el Grupo de Servicio Técnico al 413.229.8711.

Pintura

Hay muchas pinturas comerciales disponibles para la lámina TUFFAK. Asegúrese de usar solo pinturas que el proveedor haya probado para que sean compatibles con el policarbonato. Al igual que con la serigrafía, es importante que la superficie de la lámina TUFFAK esté limpia y libre de residuos superficiales antes de pintar. Muchos pintores usan un enjuague previo de 50:50 (agua:alcohol isopropílico) para limpiar la superficie. Asegúrese de secar completamente antes de pintar. Use una esponja o paño suave no abrasivo para evitar los rayones. Algunos métodos de aplicación comunes incluyen el aerosol convencional, aerosol con máscara, rodillo y cepillo.

Decoración con vinil

La aplicación de película de vinilo de colores es una técnica común de decoración para la lámina TUFFAK. Siga las instrucciones de uso del producto del fabricante de la película de vinil. Se ha demostrado que es útil secar la lámina TUFFAK por evaporación súbita durante al menos una hora a 250° F antes de la aplicación de la película para evitar la formación de burbujas o ampollas en la película con el paso del tiempo.

Estampado en caliente

La lámina TUFFAK se decora de manera sencilla con una imagen de un solo color mediante estampado en caliente, un proceso ampliamente utilizado por su comodidad, versatilidad y rendimiento. Un troquel caliente funde la impresión de la estampa para transferir color del soporte de la hoja al sustrato. Se ajusta la temperatura, presión y tiempo de permanencia en función del tipo de hoja y sustrato. Consulte a los fabricantes de los equipos y la hoja sobre las condiciones procesamiento y los productos para policarbonato.

Transferencia de calor

La decoración por transferencia de calor también utiliza una combinación de calor, presión y tiempo de permanencia para aplicar gráficos preimpresos en una pieza. A diferencia del estampado en caliente, los gráficos son imágenes preimpresas que pueden ser complejas y de muchos colores. La principal ventaja de la decoración por transferencia de calor sobre la impresión o la pintura es que es un proceso en seco, lo que lo hace más respetuoso con el medio ambiente. No hay olores penetrantes asociados con el proceso a partir de productos químicos volátiles.

Impresión y pintura de productos de láminas con recubrimiento duro

La adherencia de tinta y pintura a la superficie revestida resistente a la abrasión no es confiable y no se recomienda en TUFFAK 15, TUFFAK AR, TUFFAK NR-C y TUFFAK FC. TUFFAK AR1 es una lámina con recubrimiento duro de una cara que se puede imprimir en el lado opuesto al revestimiento, permitiendo así la decoración en combinación con revestimiento resistente a la abrasión y a la intemperie.

Fuentes

Tinta

ASPA: www.screenprinting-aspa.com/inks-for-screen-printing.html

Ink World: www.inkworldmagazine.com/trade-associations

NAPIM: www.napim.org/printing-inks

PNEAC: www.pneac.org

SGIA: www.sgia.org/printing-imaging

SignIndustry.com: www.signindustry.com/screen/

Impresión digital

EFI: <https://customer.efi.com/support/ccplIndex>

Radtech: www.radtech.org

ScreenWeb: www.screenweb.com/bg

SGIA: www.sgia.org/printing-imaging/digital-printing-and-imaging

Hoja

FSEA: www.fsea.com/quicklinks.asp?columnpick=hotstampingfoil

Pintura

ACA: <http://paintandcoatingsbuyersguide.com>

Akzo Nobel Coatings: www.akzonobel.com

Matthews Paints: www.ppg.com/coatings/matthewspaint/pages/default.aspx

Naz-Dar Corporation: www.nazdar.com

SignIndustry.com: www.signindustry.com/painted

Pulido con solvente

Para mejorar el aspecto de los bordes cortados con sierra, comience por lijar los bordes. Para obtener bordes más lisos y brillantes, considere pulir con solvente con diclorometano. Para evitar el rubor de humedad después del secado, puede ser necesario añadir una pequeña cantidad de ácido acético glacial. Tenga en cuenta que no se puede esperar que el pulido elimine por completo las marcas de lija del borde de la lámina. No se recomienda pulir con solvente en productos laminados y solo se debe usar en láminas de policarbonato monolítico.

Nota: tenga mucho cuidado al trabajar con solventes. La ventilación adecuada es imprescindible. Controle los niveles de exposición de acuerdo con las pautas de la OSHA. Solicite las fichas de datos de seguridad al fabricante del solvente.

Lijado

Los bordes de la lámina TUFFAK se pueden lijar mediante técnicas húmedas y secas. De ambas, el lijado en húmedo produce un acabado más liso y es menos probable que se acumule goma en el papel de lija. En ambos casos, la parte requerirá de más acabado como pulido con solvente para dar una apariencia muy brillante.

También es posible lustrar la lámina TUFFAK con un sistema de 2 ruedas. La primera rueda utiliza un compuesto de lustrado para quitar los rayones superficiales. La segunda rueda de lustrado se utiliza para restaurar el brillo.

Acabado con estación "jointer-planer"

Una estación "jointer-planer" estándar de carpintería puede utilizarse para terminar los bordes de la lámina TUFFAK. Las cuchillas deben ser de carburo o acero de alta velocidad. Evite eliminar mucho material en cada pasada, 1/64" o menos normalmente produce el borde más limpio. Intentar eliminar demasiado material en una sola pasada produce un borde áspero o agrietamiento de la lámina.

Si se requiere de bordes más suaves, se recomienda lijar en húmedo con papel de lija de grano fino.



PUATAS DE VIDRIADO

DAL GRAUER

SUBSTATION

Vidriado



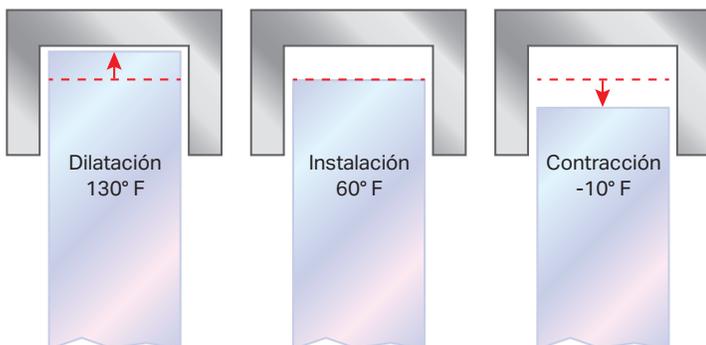
La lámina de policarbonato TUFFAK se puede instalar con sistemas de vidriado húmedos (sellador de tipo calafateo) o en seco (tipo junta). La lámina TUFFAK puede encrystalarse como una sola capa, como dos capas para agregar aislamiento térmico o sobre vidriarse para dar mayor seguridad a una ventana existente.

Recomendaciones generales

- Adapte la estructura de metal (generalmente de aluminio o acero) según los requisitos de aplicación, tales como la carga debida al viento o las necesidades balísticas
- Acople todos los bordes de la lámina en el marco
- Asegúrese de que la profundidad del rebaje sea suficiente para el acoplamiento del borde, así como para la dilatación o contracción térmica
- Utilice juntas, selladores y cintas compatibles con policarbonato que tengan la capacidad de elongación adecuada; comuníquese con el fabricante del producto si no está seguro
- Tenga en cuenta que la sujeción con pernos a través del vidriado solo debe usarse cuando sea inevitable; el diseño debe revisarse para asegurar que no se restrinja el movimiento térmico
- Tenga en cuenta que es improbable que una banda destinada al vidrio tenga suficiente profundidad de rebaje, en especial en ventanas de más de 36 pulgadas en una dimensión
- Use vidriado seco con juntas de EPDM o neopreno para ventanas grandes (más de 24 pulgadas); también pueden considerarse los selladores específicamente diseñados con alta elongación
- Retire el enmascaramiento solamente alrededor del perímetro de la lámina antes de la instalación para proteger contra daños. Retire el enmascaramiento restante una vez que se complete la instalación. No deje el enmascaramiento en la lámina por un período prolongado.
- Utilice alcohol isopropílico o nafta VM & P y un paño suave para limpiar durante la instalación
- Consulte la guía de limpieza de la lámina TUFFAK para conocer las prácticas y los productos recomendados

Tolerancia de dilatación térmica

El coeficiente de dilatación térmica lineal de la lámina TUFFAK es mucho mayor que el de los materiales estructurales, como el aluminio y el acero (consulte la tabla para realizar comparaciones). El diseño de la ventana debe adaptarse a la dilatación adecuada y permitir el libre movimiento de la lámina para evitar la inclinación antiestética y la distorsión óptica de la lámina. Una pauta general es permitir una dilatación/contracción de 1/16 de pulgada por pie de lámina en las direcciones de longitud y anchura.



Tasas comparativas de expansión

Material	Pulgada/Pulgada/°F
TUFFAK	0,0000375
Vidrio	0,0000050
Aluminio	0,0000129
Acero	0,0000063

Ejemplo de cálculo de la profundidad de rebaje para una longitud de lámina de 48 pulgadas y un cambio de temperatura de 70°

Cálculo de dilatación/contracción

$0,0000375 \times$ dimensión de la lámina en pulgadas \times cambio de temperatura

Dilatación de 48": $0,0000375 \times 48 \times 70$ grados = 0,13"

Contracción de 48": $0,0000375 \times 48 \times 70$ grados = 0,13"

Profundidad de rebaja:

Acoplamiento del borde + Dilatación + Contracción $0,56 + 0,26 = 0,82$ "

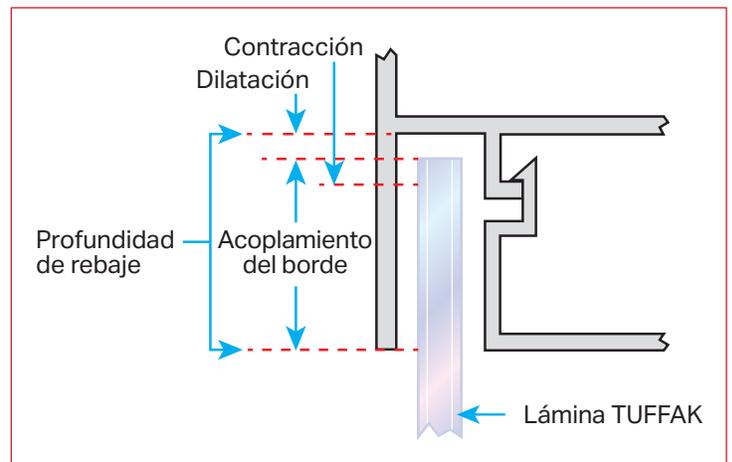


Tabla de acoplamiento del borde de la lámina, expansión térmica y profundidad de rebaje

Tamaño de la lámina	24"	36"	48"	60"
Dilatación + contracción	1/8"	3/16"	1/4"	5/16"
+ Acoplamiento del borde	3/8"	1/2"	9/16"	3/4"
= Profundidad del rebaje	1/2"	11/16"	13/16"	1-1/16"

Vidriado



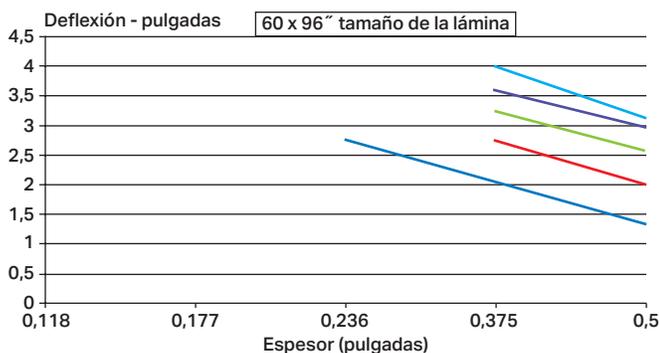
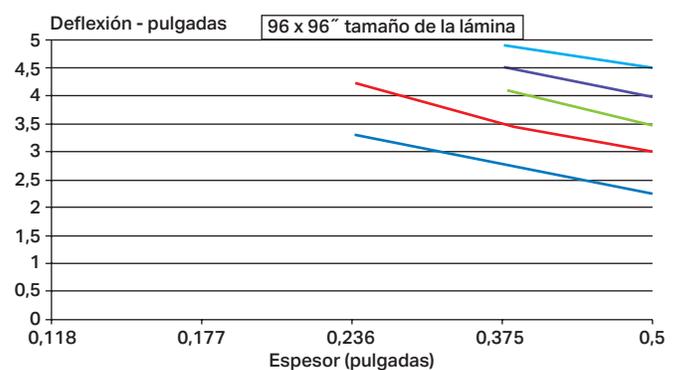
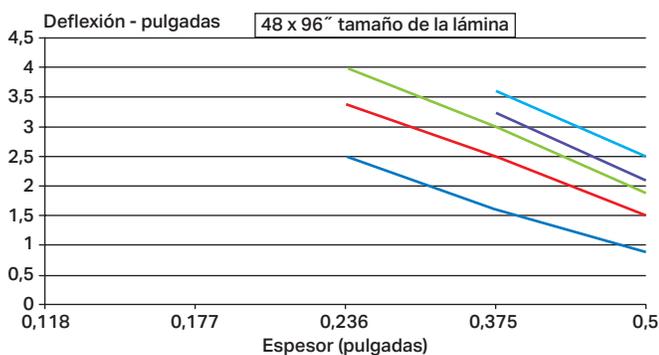
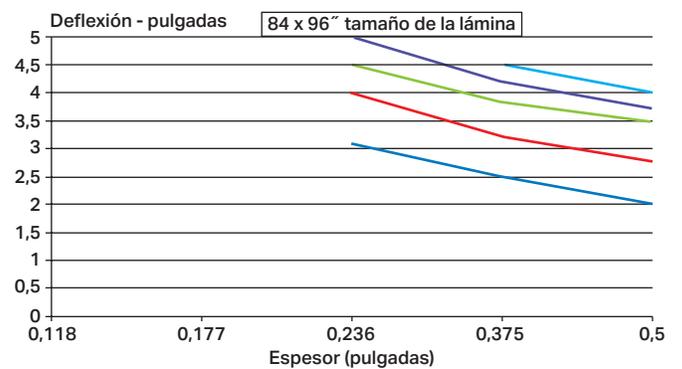
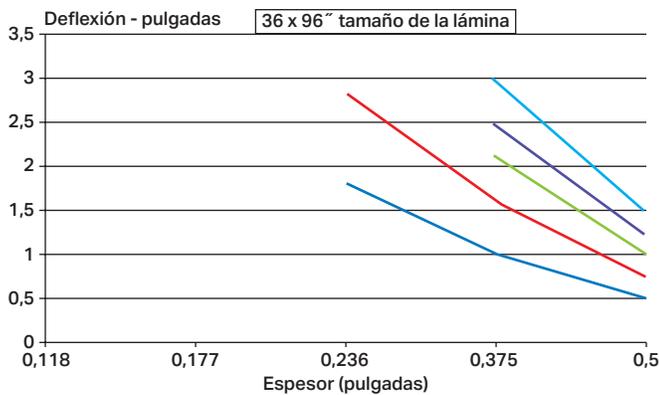
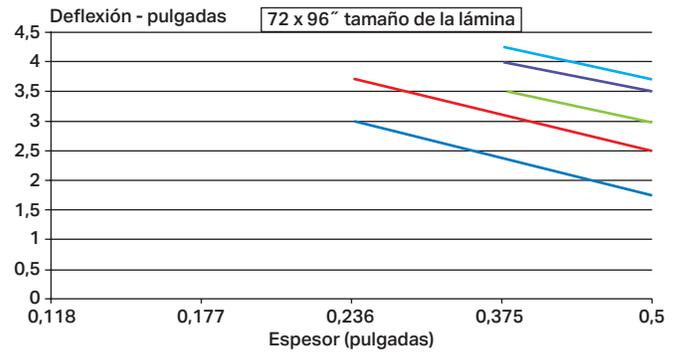
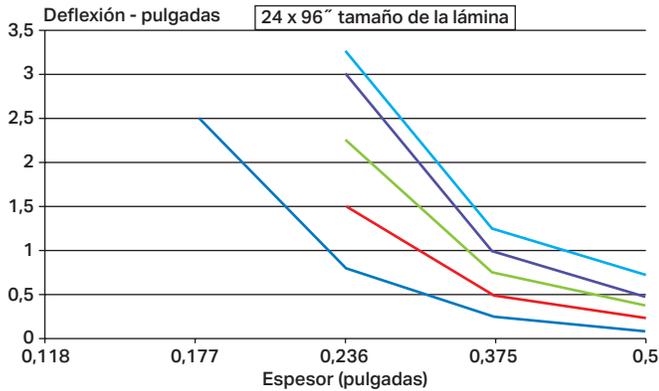
Carga debida al viento

Las gráficas de carga debida al viento cubren una gama de tamaños de lámina y relaciones de aspecto; consulte el tamaño más cercano al diseño de interés. Dentro de cada gráfica, el grosor de la lámina se representa en el eje horizontal, y cada línea de color representa una carga de viento diferente. La deflexión prevista es para una ventana de tamaño, espesor de lámina y carga de viento dados, represen-

tados en el eje vertical. Si una deflexión supera las 2,5 pulgadas, considere una lámina más gruesa para la aplicación.

Supuestos para cálculo de deflexión de carga debida al viento:

- Todos los bordes de la lámina están acoplados al marco
- Vidriado seco con 15% de fuerza de sujeción de compresión de junta, lo cual permite la retención del desplazamiento



Presión del diseño	Categoría de huracán	MPH
10 PSF	63 MPH	-
20	88	1
30	108	2
40	125	3
50	140	4

Vidriado



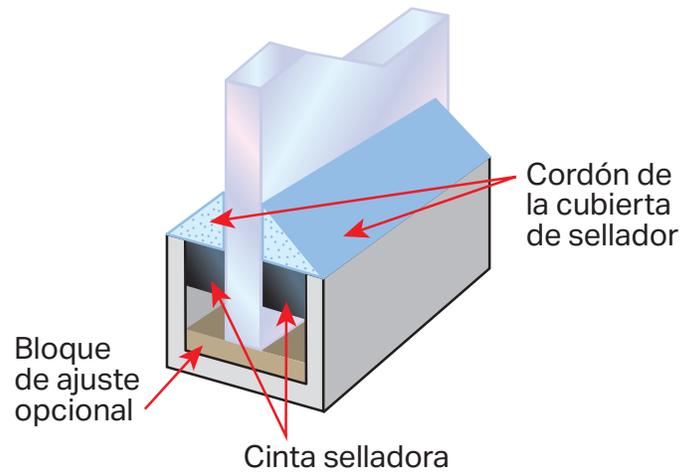
Métodos básicos de vidriado

Los siguientes requisitos se aplican tanto al vidriado húmedo como al seco:

- Medir la profundidad del rebaje del marco
- Considerar la carga debida al viento del diseño
- Confirmar el acoplamiento del borde
- Abordar la posible dilatación y contracción de la dimensión vidriada
- Verificar la compatibilidad y adhesión de la junta, el sellador o la cinta

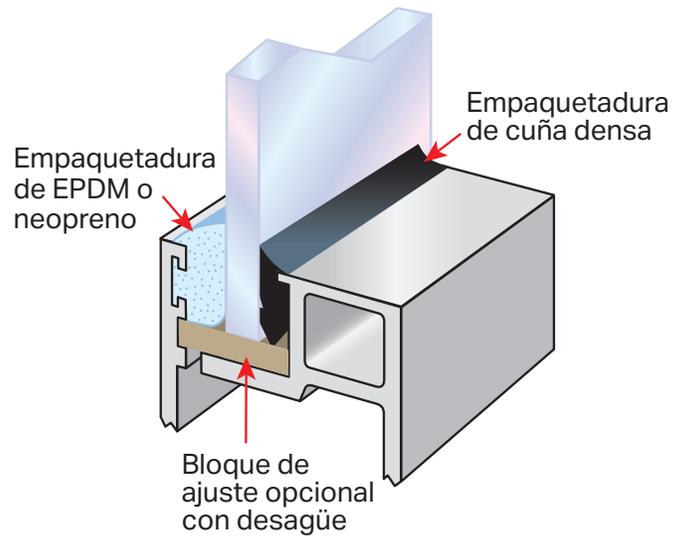
Vidriado húmedo

El vidriado húmedo normalmente está limitado a una ventana de 36 x 36 pulgadas. Se usa cinta selladora para respaldar el cordón de la cubierta de sellador, como se muestra en la imagen.



Vidriado en seco

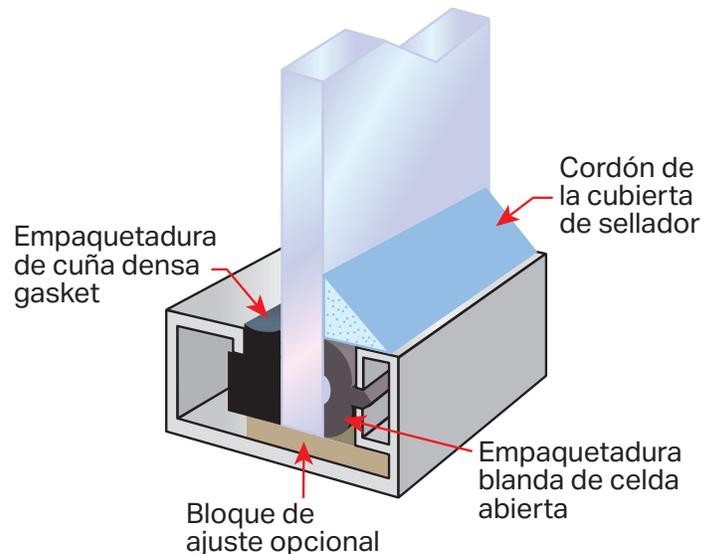
Para el vidriado en seco, elija la geometría de la junta de goma extruida que evitará que se salga debido al movimiento térmico de la lámina y la deflexión. Las juntas de EPDM y neopreno son productos comunes para el lado del vidriado interior de esta aplicación. Los bloques de ajuste facilitan el drenaje a través de hendiduras de desagüe y también protegen el borde de la lámina del contacto con otros líquidos que podrían acumularse en el alféizar.



Vidriado húmedo/en seco

La combinación de vidriado húmedo/en seco utiliza goma extruida y un producto sellador. Un tipo de junta blanda de célula abierta que respira permite el curado del cordón de la tapa de sellador.

El vidriado básico se muestra en la ilustración. Comuníquese con el fabricante de la junta para obtener instrucciones específicas de uso, así como los productos de sellador y cinta recomendados.

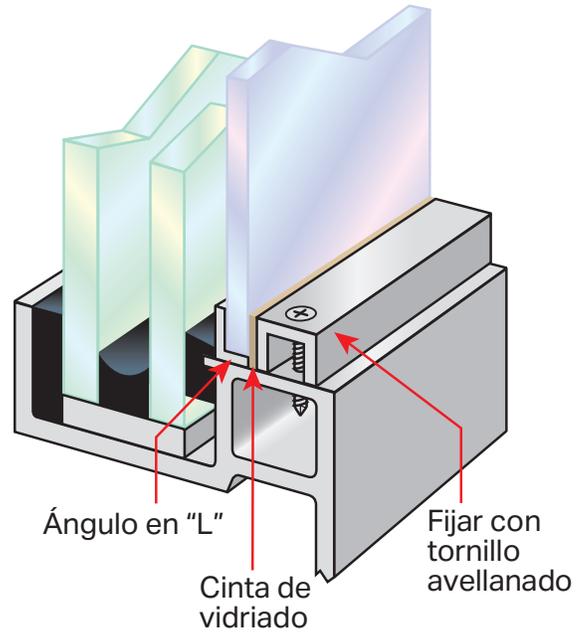


Sobre vidriado

El sobre vidriado ofrece mejoras de rendimiento, como eficiencia energética y aislamiento acústico. También ofrece una solución de diseño donde el vidrio por sí solo no cumple con los requisitos de seguridad personal o los niveles de amenaza específicos en ubicaciones de alto riesgo.

Consideraciones de instalación

- Diseñe un intervalo de aire lo bastante grande entre el vidrio y la lámina TUFFAK para tomar en cuenta la deflexión de la lámina causada por la carga del viento o de ataque.
- La carga del viento no es un problema para el sobre vidriado interior, por lo que una lámina más delgada podría ser una opción.
- La estructura debe estar diseñada para que coincida con el rendimiento del vidriado y sea apropiada según el nivel de riesgo de la aplicación
- Limpie la banda para asegurarse de que está libre de contaminantes de fabricación, como aceite de corte
- Asegúrese de que la banda sea lisa y esté libre de rebabas
- Confirme el tamaño de la abertura de la banda y verifique que el acoplamiento del borde del diseño sea el adecuado, así como las tolerancias de dilatación/contracción
- Limpie e inspeccione los bordes de las láminas para ver si están dañados después de cortarlos al tamaño requerido
- Use la junta de vidriado, cinta o sellador que se recomiendan para policarbonato con una adecuada elongación



Sugerencia técnica:

Para asegurar un sello de ventana adecuado, siga las recomendaciones del fabricante para la compresión del sello. Como regla general, una impresión de 15% a 40% es adecuada para la mayoría de las aplicaciones. Comprimir la junta excesivamente aplica tensión innecesaria al policarbonato y puede conducir a la falla del producto.

Para obtener información detallada, visite:

www.sheets.Plaskolite.com/Technologies/Americas/Tech-Brief.aspx

Juntas, productos de silicona y cinta seleccionados

Junta

Tremco – EPDM/ Neopreno:

http://www.tremcosealants.com/category_detail/glazing-solutions/glazing-restoration/design-engineering-group.aspx

Silicona

Dow-Corning – 795/995

<http://www.dowcorning.com/applications/search/default.aspx?R=501EN>

Momentive – SCS 2700, SCS1200, SCS 1700, SCS 1800, SCS 2000, SCS 2350, SCS 2800

<http://www.siliconeforbuilding.com>

Cinta

Saint-Gobain – V2100

<http://www.foams.saint-gobain.com/BondingTape/StructuralGlazing/ThermalBond.aspx>

Tremco – Polyshim

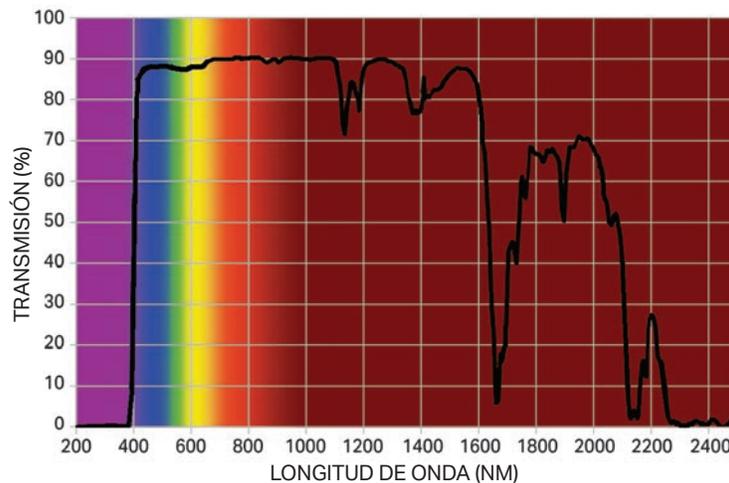
<http://www.tremcosealants.com/products/polyshim-ii-tape.aspx>

Lámina TUFFAK y productos laminados Hygard®

Espesor (pulgadas)	Transmisión de luz, % típico	Coeficiente de sombreado de calor solar	Coeficiente de ganancia solar	Solar total	% Absorción solar	% Reflectancia solar	Factor U	
							Verano	Invierno
0,118	86	0,99	0,87	83	11	6	0,91	1,00
0,177	85	0,99	0,86	82	12	6	0,88	0,96
0,236	84	0,97	0,85	80	14	6	0,85	0,92
0,370	80	0,95	0,83	77	17	6	0,78	0,85
0,480	77	0,93	0,81	75	16	9	0,73	0,79
Tinte	70	0,86	0,75	66	27	7	Q	Q
Tinte	50	0,77	0,67	55	38	7	Q	Q
Tinte	18	0,62	0,54	34	60	6	Q	Q
BR750	89	0,95	0,83	75	19	6	0,64	0,68
BR1000	66	0,88	0,76	65	30	5	0,56	0,60
BR1250	72	0,91	0,79	68	27	5	0,51	0,54
CG375	82	0,94	0,82	76	18	6	0,77	0,84
CG500	79	0,93	0,81	73	21	6	0,72	0,78
CG750	72	0,90	0,79	69	25	6	0,63	0,68
WG 0,75**	71	0,89	0,78	69	23	8	0,62	0,67
WG 1,0**	64	0,86	0,75	64	29	7	0,56	0,60
WG 1,25**	59	0,85	0,74	61	32	7	0,50	0,53
WG 2,0**	48	0,82	0,71	55	39	6	0,39	0,41

* Depende del espesor

** Los productos WG tienen propiedades de resistencia a la intemperie limitadas. Para obtener más información, comuníquese con su representante de Plaskolite o con el Grupo de Servicios Técnicos para Láminas.



Curva de transmisión de luz de la lámina TUFFAK

Reducción del sonido*

Las tablas a continuación muestran los niveles de reducción de sonido, en decibeles, para los sistemas encristalados simples y dobles de la lámina TUFFAK.

Vidriado simple

Grosor TUFFAK (pulgadas)	Rw (dB)	STC (dB)	OITC (dB)
0,118	24	24	19
0,177	27	27	22
0,236	29	29	24
0,375	33	33	27
0,500	35	34	30

Vidriado doble

Grosor lámina (pulgadas)	Espacio de aire (pulgadas)	Grosor TUFFAK (pulgadas)	STC (dB)	OITC (dB)
0,236 PC	0,5	0,236	28	23
0,250 Vidrio	0,5	0,5	31	26
0,250 Vidrio laminado	0,5	0,5	36	28

PLASKOLITE

UN LÍDER GLOBAL EN LA PRODUCCIÓN DE LÁMINAS TERMOPLÁSTICAS

FUNDADO EN 1950

Nuestra misión: entregar láminas, revestimientos y polímeros termoplásticos de calidad superior al mundo, a través de relaciones duraderas con nuestros clientes y un servicio de atención al cliente práctico.

UBICACIONES DE FABRICACIÓN



Desde nuestra fundación, PLASKOLITE se esfuerza por tratar a nuestros empleados, a nuestros clientes, a comunidad y al mundo con amabilidad, dignidad y respeto. Esto impulsa nuestro esfuerzo continuo por crear productos sustentables de manera sostenible, para las generaciones futuras. Este compromiso continuo se expresa en el

Ecosistema Sustentable de PLASKOLITE:

DATOS DE INTERÉS

ESTADO: Empresa privada

CASA MATRIZ GLOBAL: Columbus, OH

EMPLEADOS: 1900 en todo el mundo

MERCADOS A LOS QUE SERVIMOS: Señaleticas, iluminación, exhibidores minoristas, construcción, transporte, seguridad, gimnasio y spa, industrial arquitectura, invernaderos

CADA UNO CONTRIBUYE A HACER DEL MUNDO UN LUGAR MEJOR



LO QUE HACEMOS Versátil, de alta calidad, duradero materiales termoplásticos...no de un solo uso plástica

CÓMO LO HACEMOS Cómo hacemos nuestros productos reflejan nuestra filosofía general de continuo mejoramiento Ambiental

CÓMO SE UTILIZA Nuestros termoplásticos juegan un papel importante en el avance del bienestar humano, conservación de energía y calidad de vida

Estas sugerencias y datos se basan en información que creemos de confianza. Se ofrecen de buena fe, pero sin garantía, ya que las condiciones y los métodos de uso están fuera de nuestro control. Recomendamos que el posible usuario determine la idoneidad de nuestros materiales y sugerencias antes de adoptarlos a escala comercial.

© 2023 PLASKOLITE, LLC 062023
TUFFAK® y HYGARD® son marcas registradas de Plaskolite LLC

PLASKOLITE

400 W Nationwide Blvd, Suite 400
Columbus, OH 43215
413.229.8711 • 413.229.8717
plaskolite@plaskolite.com
www.plaskolite.com

