

Makrolon® Placa compact de policarbonato

Conformado

1. Conformado en frío

Curvado en frío

Las placas de Makrolon® pueden curvarse en frío con un ángulo mínimo de 150 veces el grosor de la placa, excepto las de Makrolon® AR.

radio mínimo = 150 x espesores de la placa

Si el radio de curvatura tiene que ser menor, entonces se recomienda el termoconformado.

Biselado en frío

Las placas de Makrolon® pueden biselarse en frío. Para lograr buenos resultados no deben sobrepasarse los límites siguientes:

Grosor de de placa en mm	Radio de curvatura en mm	Ángulo máximo de biselado en grados
1 a 2,5	2	90
3 y 4	3	90
5 y 6	4	60

La relajación que sigue de inmediato al biselado en frío exige que la planta se someta a un curvado por exceso de 25°. Las tensiones internas y externas no se equilibran hasta pasados algunos días, solo entonces las piezas asumen su forma definitiva.

Ténga en cuenta que durante el biselado en frío se forman grandes tensiones en las zonas marginales del material. Hay que evitar el uso de productos químicos agresivos, en especial cuando las piezas se han biselado o curvado en frío. El biselado en frío solo es viable en placas delgadas de Makrolon®.

2. Termoconformado

Película de protección

Las placas Makrolon® se suministran con una película de protección para evitar que se estropee su superficie durante el transporte o la manipulación.

Durante la elaboración mecánica o plástica es aconsejable dejar la película de protección. Las radiaciones solares y los agentes atmosféricos pueden alterar las características de la película de protección, si las placas han permanecido durante mucho tiempo a la intemperie, puede resultar difícil eliminar la película de protección (pueden quedar restos de adhesivo).

La película de protección standard no es idónea a la exposición térmica. No es aconsejable exponer dichos productos a transformación térmica. Por lo tanto es imprescindible eliminar la película de protección antes de las operaciones de secado, limadura en caliente y/o transformación térmica.

Cuando las placas tengan que sufrir algún tipo de elaboración, tenemos a disposición placas con película de protección sin impresión (Producciones especiales).

Secado previo

Las placas de Makrolon® absorben solo pequeñas cantidades de humedad del ambiente. A pesar de ello se recomienda un secado de las planchas antes del conformado. Si el secado es insuficiente se forman burbujas durante el calentamiento, disminuyendo la calidad visual de la pieza acabada.

Makrolon®

Placa compact de policarbonato

Conformado

Para un secado a fondo a una temperatura de 120-125°C se recomiendan estufas de aire forzado. Los tiempos de secado varían en función del grosor de las placas Makrolon®.

Grosor de plancha(mm)	Tiempo de secado a 125 °C (h)
1	1,5
2	4
3	7
4	12
5	18
6	22
8	30

Una vez arrancada la lámina protectora, se cuelgan las piezas dentro de la estufa o se colocan en un bastidor o se colocan de pie. La distancia entre las placas debe ser de 20-30 mm, de modo que el aire pueda circular libremente.

Para ahorrar tiempo y energía en la máquina de termoconformar, las placas de Makrolon® deberían permanecer en la estufa de secado hasta el momento de su termoconformado. Las placas de Makrolon® enfriadas a temperatura ambiente después del secado deberán termoconformarse en un plazo no superior a 10 horas (en función de las condiciones ambientales).

Cuando se corten las placas para el termoconformado, téngase en cuenta que durante el primer calentamiento por encima de 145 °C (temperatura de transición vítrea) se produce una contracción.

Los valores de esta contracción única son del 6 % como máximo en planchas de 3 mm de grosor y del 3 % como máximo en planchas más gruesas.

Antes del termoconformado, las placas de Makrolon® se tienen que limpiar con un producto de limpieza antiestático o con aire comprimido ionizado. De este modo se evitan fallos superficiales, p.ej. partículas de polvo incrustadas en la superficie de la pieza acabada (ver parte "Limpieza").

Biselado en caliente

El biselado en caliente es un termoconformado relativamente fácil, para fabricar piezas conformadas con respecto a un eje. Basta con calentar localmente las placas de Makrolon® a 150-160 °C; por lo general se puede prescindir del secado previo.

Se calienta la placa de Makrolon® con rayos IR o alambres incandescentes a lo largo de una línea (ver figura 6). Una vez alcanzada la temperatura deseada se retira la plancha de la proximidad del elemento calefactor y se bisela, se coloca en el molde y se sujeta. Se fija en la forma deseada hasta que el material solidifica.

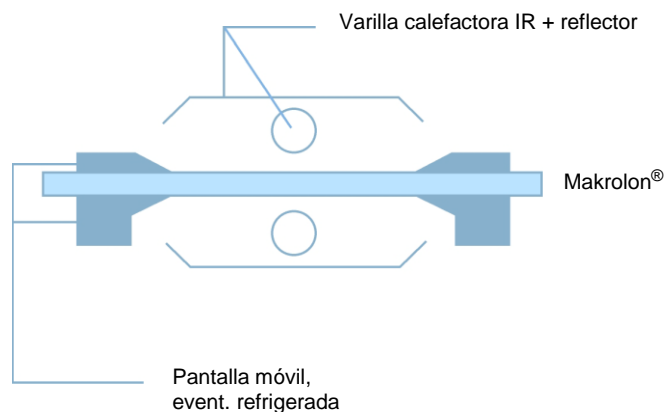


Figura 1: Biselado en caliente

Manuale tècnico, Enero 2005

Makrolon® Placa compact de policarbonato

Conformado

Si el calentamiento se realiza por una sola cara, entonces la placa de Makrolon® tendrá que volverse varias veces, con el fin de lograr que se caliente por igual en ambas caras. A partir de placas de 3 mm y cuando se tengan que producir muchas unidades, se recomienda calentar simultáneamente por ambas caras con calefactores tipo sandwich. Ajustando la anchura sometida al calentamiento mediante una pantalla móvil (ver figura 1) se pueden realizar diversos radios de curvatura, pero sin bajar de un radio de curvatura mínimo, que equivale a 3 veces el grosor de la plancha.

Debido al calentamiento local se forman tensiones en la pieza acabada. Tener mucho cuidado con poner las piezas biseladas en contacto con productos químicos.

Calentamiento de la placa de Makrolon®

Para obtener piezas moldeadas impecables se tienen que controlar las placas de Makrolon® y calentarlas de manera uniforme hasta una temperatura de 175-205 °C. La mejor exactitud de moldeo se logra cuando se alcanza el margen superior de la temperatura de conformado. La temperatura de moldeo es muy alta y las placas de Makrolon® se enfrían con rapidez, por lo tanto es mejor calentar directamente las placas en la máquina de termoconformar y no en una estufa aparte, como sucede p.ej. con otros termoplásticos.

Para calentar las placas de Makrolon® se recomienda utilizar un sistema infrarrojo de calentamiento relativamente rápido, a ser posible por ambas caras.

La ventaja del calentamiento por ambas caras consiste en que es más uniforme y rápido. De este modo, los ciclos son más cortos y la productividad es mayor. El tiempo de calentamiento aumenta de forma proporcional con el grosor de las placas de Makrolon®; deberá

determinarse mediante ensayos previos en la máquina de termoconformar.

Para evitar pérdidas caloríficas importantes en las planchas durante su calentamiento o un enfriamiento desigual, con las consiguientes tensiones internas y alabeos, se recomienda mantener a temperatura constante el dispositivo de sujeción. Para mejorar la distribución de grosores, las planchas pueden someterse a embutición profunda con un preestirado mecánico.

Enfriamiento de la pieza acabada

Las placas de Makrolon® se enfrían rápidamente, de modo que su moldeo debe realizarse con rapidez. Pero, gracias a la resistencia a la deformación por calor, se consiguen a la vez ciclos cortos de enfriamiento. Una vez la pieza moldeada sea estable (aprox. a 135 °C) se puede retirar ya del molde.

Moldeo de superposición

Las piezas moldeadas simples, curvadas con respecto a un eje, con un radio de curvatura grande, se pueden someter a estiramiento. Las placas de Makrolon® calentadas en una estufa de aire circulante hasta la temperatura correcta se transportan rápidamente a un molde calentado a 80 - 100 °C.

Basta el propio peso o una ligera presión aplicada con guantes o con un tejido para moldear la plancha sobre el molde positivo. A continuación tienen que enfriarse las planchas al aire libre. Atención a la corriente de aire que podría provocar deformaciones y tensiones en la pieza moldeada.

Se recomienda arrancar la lámina protectora antes de introducir la plancha en la estufa.

Manuale tècnico, Enero 2005

Makrolon® Placa compact de policarbonato

Conformado

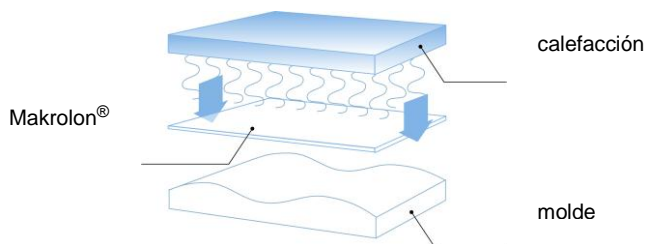


Figura 2: Termoconformado con molde positivo

Embutición profunda

Moldes

Para fabricar grandes series de unidades y/o lograr una calidad superficial óptima se deben emplear moldes de aluminio o acero de superficie mate sedosa, manteniéndolos a temperatura constante (120 - 130 °C). Una conicidad de molde de 4 - 6° facilita el desmoldeo.

Cuando se construya el molde de termoconformar deberá tenerse en cuenta un suplemento por contracción del 0,8 al 1 %. Se tienen que prever orificios de aireación en número suficiente y colocación correcta, cuyo diámetro no debe ser superior a 0,5 - 0,8 mm, para que no dejen huella sobre la pieza moldeada. Para mejorar la aireación se puede ampliar el taladro en su parte más alejada de la pieza (ver figura 3).

Existen materiales especiales que permiten fabricar moldes porosos de termoconformado que no requieren orificios de aireación.

Los radios tienen que dimensionarse con generosidad y equivaler por lo menos al grosor de pared de la placa de Makrolon® con el fin de garantizar una mayor rigidez y evitar que durante el moldeo se produzca un adelgazamiento o arrugado.

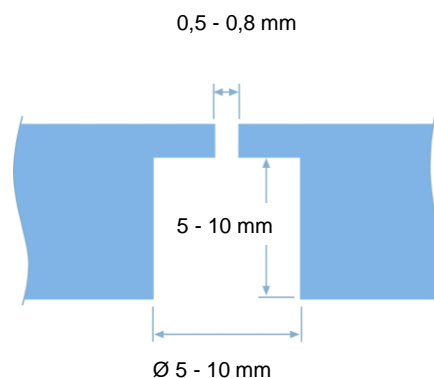


Figura 3: Esquema de taladros de aireación para el termoconformado

Moldes negativos y positivos

La elección de un molde positivo o negativo dependerá de cada aplicación. Para conservar la mejor calidad superficial de la cara externa de la pieza acabada deberían utilizarse moldes negativos. Estos reproducen más detalles (ver figura 4).

Manuale técnico, Enero 2005

Makrolon® Placa compact de policarbonato

Conformado

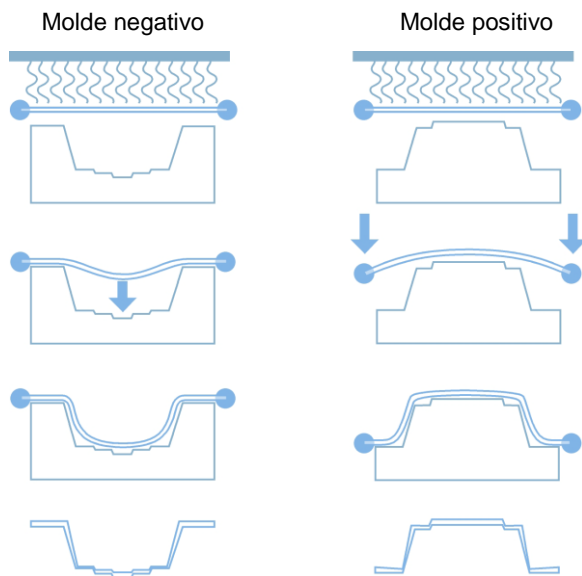


Figura 4

Soplado o embutido sin contramolde

Esta técnica se emplea para fabricar claraboyas semiesféricas. En caso de soplado sin contramolde se trabaja con aire comprimido; en caso de embutición sin contramolde se trabaja con vacío. Para lograr piezas moldeadas impecables, las planchas tienen que calentarse de modo homogéneo. Evitar corrientes de aire en la fábrica, que pueden provocar un calentamiento desigual. Una vez realizado el moldeo, cuando la pieza tiene una temperatura de 135 °C, puede procederse al desmoldeo.

Otros métodos

Otros métodos de termoconformado son combinaciones de los anteriores.

Moldeo a alta presión

En un molde cerrado se aumenta con aire comprimido la presión atmosférica, que extiende la placa reblandecida sobre el molde. Con ello se obtiene una reproducción exacta de los detalles y cantos vivos.

Moldeo simultáneo de dos planchas (twin sheet)

Se colocan dos planchas calientes entre dos moldes negativos. Con aire comprimido se fabrican cuerpos huecos de gran rigidez estructural y peso reducido. Este método permite moldear y soldar dos piezas a la vez.

Recocido

Las placas de Makrolon® debería procesarse siempre en condiciones óptimas. De este modo se evitará que surjan tensiones internas elevadas dentro de las planchas, que obligan a un tratamiento térmico posterior.

Recocido significa calentar las piezas, mantenerlas a una temperatura determinada y después enfriarlas lentamente.

Con el recocido de las placas de Makrolon® en una estufa pueden prácticamente eliminarse sus tensiones internas. Para ello se calientan las piezas de modo uniforme a 120 - 130 °C y se mantienen a esta temperatura durante un período de una hora por cada 3 mm de grosor del material. Es muy importante que las piezas se enfríen sin variaciones fuertes de la temperatura, con preferencia dentro de la misma estufa.

Cláusula de responsabilidad por el producto:

Las presentes informaciones y nuestro asesoramiento técnico en las aplicaciones – ya sea verbal, por escrito o a base de ensayos – se realizan de buena fe y sin compromiso, siendo aplicable lo dicho también a los derechos de propiedad de terceros que se pudieran ver afectados. El asesoramiento no les eximirá a Vds. de su obligación de comprobar la información recibida por nosotros sobre todo la contenida en las hojas de datos de seguridad e informaciones técnicas y de ensayar nuestros productos en cuanto a su aptitud para los procedimientos y fines previstos. La aplicación, utilización y transformación de nuestros productos y de los fabricados por Vds. a base de nuestro asesoramiento técnico de aplicación, están fuera de nuestras posibilidades de control y caen, por tanto, exclusivamente bajo su propia responsabilidad. La venta de nuestros productos se efectúa según nuestras Condiciones Generales de Venta y Suministro en la versión vigente en la fecha respectiva.

MF 0138 s



makrolon®

Makrolon®
Placa compact de policarbonato

Conformado

Consejos para el termoconformado

Problema	Posible causa	Solución	Curvado en caliente	Moldeo con estirado	Embutición profunda	Soplado/ embutición sin contra-molde
Burbujas en la placa	humedad	secado previo	•	•	•	•
	calentamiento excesivo	reducir calefacción	•		•	•
Piezas mal moldeadas	placa demasiado caliente	reducir calefacción			•	•
	molde demasiado frío	aumentar temperatura molde			•	
	pieza desmoldeada tarde	reducir ciclo enfriamiento			•	
	vacío demasiado rápido	restringir vacío			•	
	cantos vivos	redondear cantos			•	
	superficie pequeña de plancha	usar planchas mayores			•	
Ondulación	calentamiento no uniforme	controlar zonas calientes y sombras			•	
	distancia pequeña entre moldes	distancia mín. = 2 x profundidad			•	
	vacío demasiado rápido	restringir vacío			•	
	superficie pequeña de plancha	distancia bastidor-molde < 50 mm			•	
Detalles reducidos o incompletos	vacío insuficiente	controlar falta de estanqueidad etc.			•	
		añadir orificios de aireación			•	
	temperatura baja de plancha	aumentar calefacción			•	
La pieza se pega al molde	molde demasiado caliente	bajar temperatura molde			•	
	pieza desmoldeada tarde	desmoldear con mayor rapidez			•	
	conicidad de desmoldeo insuficiente	conicidad de desmoldeo > 4° - 6°			•	
Huellas	superficie de molde demasiado lisa	matear un poco el molde			•	
	temperatura excesiva de placa	reducir tiempo de calentamiento	•	•		
	orificios aireación mal colocados	recolocar orificios de aireación			•	
Fallos superficiales	polvo sobre la plancha o el molde	limpiar con aire comprimido ionizado		•	•	
	orificios aireación mal colocados	recolocar orificios de aireación			•	
Piezas acabadas desiguales	molde / bastidor tensor demasiado fríos	subir calentamiento previo			•	
	calentamiento / enfriamiento	control corrientes aire y calefacción	•	•	•	•
	desmoldeo demasiado tarde	desmoldear con mayor rapidez			•	

Cláusula de responsabilidad por el producto:

Las presentes informaciones y nuestro asesoramiento técnico en las aplicaciones – ya sea verbal, por escrito o a base de ensayos – se realizan de buena fe y sin compromiso, siendo aplicable lo dicho también a los derechos de propiedad de terceros que se pudieran ver afectados. El asesoramiento no les eximirá a Vds. de su obligación de comprobar la información recibida por nosotros sobre todo la contenida en las hojas de datos de seguridad e informaciones técnicas y de ensayar nuestros productos en cuanto a su aptitud para los procedimientos y fines previstos. La aplicación, utilización y transformación de nuestros productos y de los fabricados por Vds. a base de nuestro asesoramiento técnico de aplicación, están fuera de nuestras posibilidades de control y caen, por tanto, exclusivamente bajo su propia responsabilidad. La venta de nuestros productos se efectúa según nuestras Condiciones Generales de Venta y Suministro en la versión vigente en la fecha respectiva.

MF 0138 s



makrolon®