



Manual técnico

makrolon®
multi UV



Covestro Deutschland AG

División de policarbonatos
51365 Leverkusen
Alemania

www.sheets.covestro.com
sales.sheetsEMEA@covestro.com

makrolon®
multi UV

Queda fuera de nuestro alcance controlar de qué manera y con qué propósito se aplicarán o utilizarán nuestros productos, asistencia técnica e información (ya sea oralmente, por escrito o mediante evaluaciones de producción), incluidas las recomendaciones y directrices propuestas. Por lo tanto, es responsabilidad del cliente comprobar si nuestros productos, asistencia técnica e información, así como directrices y recomendaciones, son realmente apropiados para los fines y usos previstos. Un estudio de la aplicación específica debe incluir, al menos, una comprobación de idoneidad en términos técnicos, así como en cuestiones de salud, seguridad y medio ambiente. Tales estudios no han sido realizados necesariamente por Covestro. Salvo acuerdo en contrario por escrito, la venta de todos los productos se realiza exclusivamente de conformidad con nuestras condiciones generales de venta, que le enviaremos gustosamente previa solicitud. Toda la información y asistencia técnica se proporcionan sin garantía (quedando reservado el derecho a efectuar modificaciones en cualquier momento). Se acuerda expresamente que el cliente asuma cualquier responsabilidad (responsabilidad culposa, responsabilidad contractual o de otro tipo) por las consecuencias derivadas del uso de nuestros productos, nuestra asistencia técnica y nuestra información, eximiéndonos de toda responsabilidad. Las declaraciones y recomendaciones no contenidas en el presente documento no están autorizadas y no nos comprometen de ningún modo. Ninguna declaración efectuada en el presente documento se debe interpretar como una recomendación para vulnerar las reivindicaciones de patente con respecto al material o su aplicación durante la utilización de un producto. No se concede ninguna licencia implícita o real en virtud de cualquier reivindicación de patente.



Las planchas de policarbonato alveolar Makrolon® multi UV de Covestro son versátiles y se utilizan en muchos proyectos de construcción en todo el mundo.

La gama de productos abarca desde la simple estructura de túnel hasta la compleja geometría de celosía. Las planchas alveolares Makrolon® multi UV son prácticamente irrompibles, tienen un peso muy reducido, son dúctiles y se pueden curvar. Dependiendo de la aplicación, se puede elegir entre diferentes tipos de geometría que ofrecen, por ejemplo, un alto aislamiento térmico, tanto para preservar como para evitar el calor. Las planchas alveolares son transparentes, incoloras, de color blanco ópalo o de colores. Gracias a su versatilidad, se pueden utilizar en diversas aplicaciones de acristalamiento, ya sea en edificios industriales, públicos o privados: desde en jardín cubierto para invierno y terrazas hasta en invernaderos, marquesinas, garajes, claraboyas, lucernarios, pabellones deportivos y estadios.

■ CONTENIDO

■ 1. LA PLANCHA DE POLICARBONATO ALVEOLAR 6

- 1.1 Síntesis de los datos técnicos 6
- 1.2 Propiedades 8
- 1.3 Garantía 14
- 1.4 Marcado CE 15

■ 2. GAMA DE PRODUCTOS ESTÁNDAR 18

■ 3. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES 21

■ 4. PROPIEDADES 25

- 4.1 Resistencia al impacto 25
- 4.2 Peso ligero 27
- 4.3 Resistencia a los agentes atmosféricos 27
- 4.4 Aislamiento térmico 28
- 4.5 Transmisión de la luz 28
- 4.6 Transmisión de la radiación solar 30
- 4.7 Comportamiento frente al fuego 34
- 4.8 Comportamiento frente al humo 35
- 4.9 Estabilidad térmica 37
- 4.10 Aislamiento acústico 37
- 4.11 Resistencia química 38

■ 5. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO 41

- 5.1 Transporte y manipulación 41
- 5.2 Almacenamiento 42

■ 6. INSTALACIÓN 45

- 6.1 Cuestiones sobre la instalación 45
- 6.2 Detalles de diseño 51
- 6.3 Preparación de la instalación 56
- 6.4 Notas importantes 61

■ 7. ESTÁTICA 67

- 7.1 Aplicaciones planas 69



■ 1. LA PLANCHA DE POLICARBONATO ALVEOLAR

1.1 Síntesis de los datos técnicos

Cada denominación de modelo proporciona información sobre el perfil, el color, la transmisión lumínica y las propiedades adicionales de la plancha alveolar Makrolon® multi UV.

Propiedades adicionales (opcional)

IQ-Relax

aislante del calor

CC clear

ClimateControl, aislante del calor

no drop

recubrimiento antigotas en una cara

ES

extra strong (extrafuerte)

BF

Butterfly

Ejemplo:

Makrolon® multi UV	5X/16-25	blanco	1146
--------------------	----------	--------	------

Nombre de la marca	Geometría	Color	Definición (4 cifras)
Makrolon® multi UV	1. Cifra: Capas 2: Plancha alveolar doble 3: Plancha alveolar triple 4: Plancha alveolar de cuatro capas 5: Plancha alveolar de cinco capas 7: Plancha alveolar de siete capas Opcional: Estructura X: Estructura-X M: Estructura-M	incoloro blanco bronce verde azul	1. Cifra: Propiedades 1: Una cara con protección UV 2: Dos caras con protección UV 4: Una cara UV, una cara no drop
	2. Cifra: Espesor p.ej. 16: 16 mm de espesor		2. Cifra: Color 0 incoloro 1 blanco 2 naranja 3 rojo 4 violeta 5 azul 6 verde 7 gris 8 marrón/color bronce 9 negro
	3. Cifra: Distancia entre alveolos p.ej. 25: 25 mm		3. & 4. Cifra: Transmisión lumínica aproximada Ejemplo: 1146 Una cara con protección UV, blanca LT ~ 45



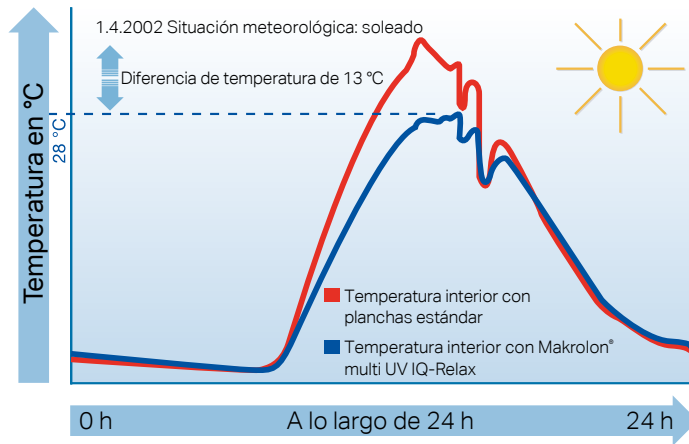
1.2 Propiedades

IQ-Relax – aislante del calor

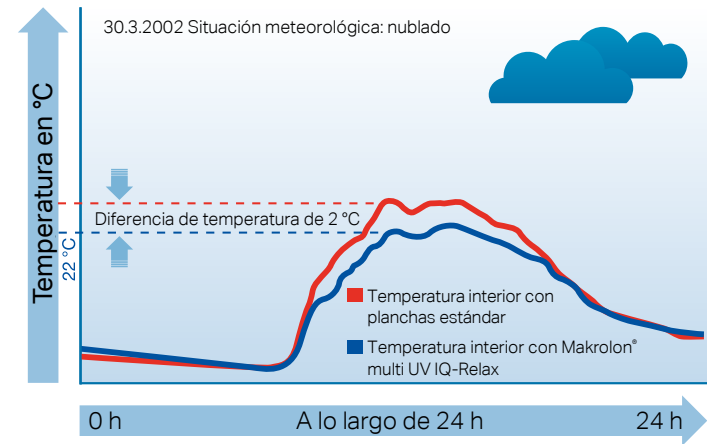
Makrolon® multi IQ-Relax se compone de planchas alveolares blanco mate, ideales para el acristalamiento de techos de edificios cerrados, como invernaderos, jardín cubierto para invierno, pérgolas o edificios industriales. Cuentan con un sistema «inteligente» que se adapta automáticamente a las condiciones climáticas. En comparación con las planchas alveolares blanco mate convencionales, las planchas Makrolon® multi IQ-Relax son más selectivas, ya que permiten que en el edificio entre más luz pero menos calor, lo cual supone una doble ventaja. Los rayos del sol se reflejan gracias a las propiedades del material y, de esta forma, se consigue tanto una alta transmisión lumínica como un buen aislamiento térmico.

Las pruebas en jardín cubierto para invierno no ventilados mostraron una notable reducción de la temperatura de hasta 13 °C en comparación con las planchas alveolares convencionales. De este modo se garantiza una temperatura ambiente agradable con independencia de las condiciones climáticas. El rendimiento lumínico excepcionalmente homogéneo proporciona un agradable «ambiente lumínico». Así se podrá disfrutar durante más tiempo del jardín para invierno o de la pérgola, durante todo el día y en cualquier época del año.

En edificios industriales se puede optimizar la gestión de la energía, ya que se necesita de una menor ventilación o climatización.



Evolución de la temperatura interior en un jardín de invierno sin ventilación y sin calefacción en un día soleado. La plancha alveolar refleja los rayos del sol y reduce la acumulación de calor en el recinto en más de un 46 %.



La plancha alveolar se adapta a las condiciones climáticas y las propiedades aislantes se activan por sí mismas, al tiempo que se limita a un mínimo la pérdida de transmisión de luz.



No drop

Algunos tipos de planchas alveolares están disponibles con un recubrimiento «antigotas». Estas planchas alveolares se deben montar con el recubrimiento hacia el interior.

El recubrimiento «no drop» de la plancha alveolar Makrolon® multi UV evita que se formen gotas de agua por la condensación de aire húmedo. Hace que la condensación se convierta en una película uniforme que tiene un efecto mínimo en la transmisión de luz de la plancha alveolar. La condensación se escurre de una manera controlada, con lo que se evita el goteo ocasional y el daño correspondiente, por ejemplo, en plantas de invernaderos. La plancha alveolar se seca rápidamente y no quedan marcas.

La capa funcional «no drop» está recubierta con una película protectora. Esta película se puede eliminar con agua limpia o desaparece por sí sola al cabo de un tiempo por la condensación en la plancha alveolar. La capa «no drop» no actuará totalmente hasta que la película de protección haya desaparecido por completo.

Este tipo de plancha alveolar es ideal para invernaderos y piscinas.

ES – Extra Strong

Este tipo de plancha alveolar tiene capas más gruesas con las que se mejora la capacidad de carga y se consigue una mayor estabilidad. Las planchas alveolares están disponibles bajo solicitud y se pueden adaptar a petición para proyectos a gran escala como, por ejemplo, estadios de fútbol.



Makrolon® multi UV clear 4099 no drop.





ClimateControl clear

Las planchas de policarbonato del tipo ClimateControl clear absorben por ambas caras una gran parte de la luz infrarroja. Reducen significativamente la entrada de calor y, sin embargo, tienen una alta transmisión lumínica.

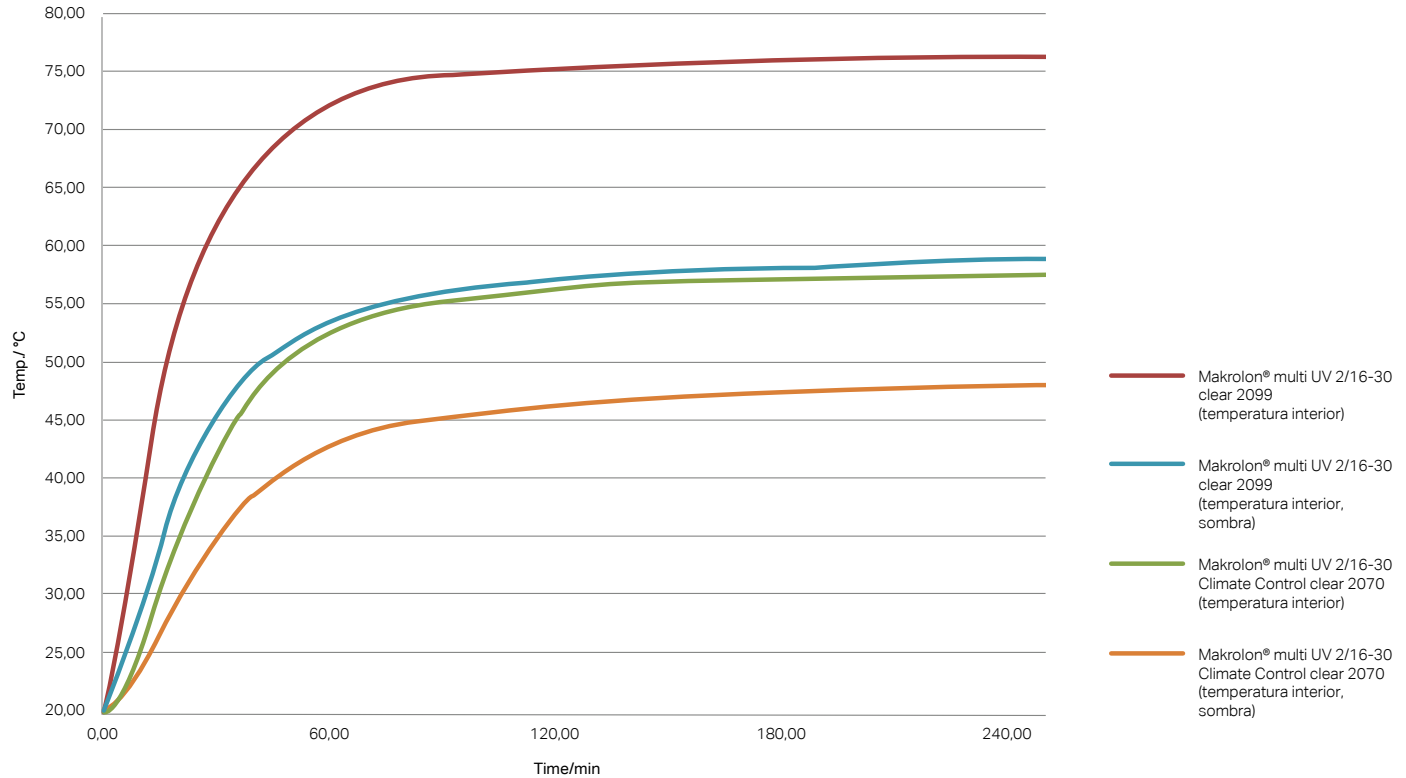
Las planchas son adecuadas para cualquier aplicación en la que se tenga que combinar un ambiente interior confortable con una fresca transparencia y luminosidad. En el diagrama inferior se muestra un ejemplo de la variación de la temperatura con una radiación de calor continua durante 240 min (4 horas). Se miden la evolución de la temperatura interior en general, así como la temperatura interior a la sombra.

Los resultados hablan por sí mismos:

bajo una radiación solar directa, la temperatura en el interior de un recinto cerrado es un 33% mayor con el uso de una plancha alveolar Makrolon® multi UV 2/16-30, clear 2099 que con el uso de la Makrolon® multi UV ClimateControl clear 2070. Esto corresponde a una reducción de temperatura de 20 °C aproximadamente.

Plancha alveolar

Evolución de la temperatura





1.3 Garantía

Makrolon® multi UV tiene una garantía de 20 años contra daños causados por granizo y otros agentes atmosféricos. Su durabilidad se debe a su capa protectora coextruida, a nuestro estricto control de calidad de las materias primas utilizadas y a la calidad del proceso de producción. Los ensayos de desgaste en condiciones de campo y de laboratorio han demostrado que las planchas alveolares proporcionan excelentes resultados incluso después de veinte años y bajo condiciones climáticas extremas.

Se puede obtener un certificado de garantía detallado en los puntos de venta o en nuestro sitio web www.sheets.covestro.com.

1.4 Marcado CE

El marcado CE es una marca de conformidad para determinados productos. Indica que un producto cumple una norma o una especificación técnica europea. Muchos fabricantes de sistemas de acristalamiento marcan sus productos, como mínimo, según una de las siguientes normas:

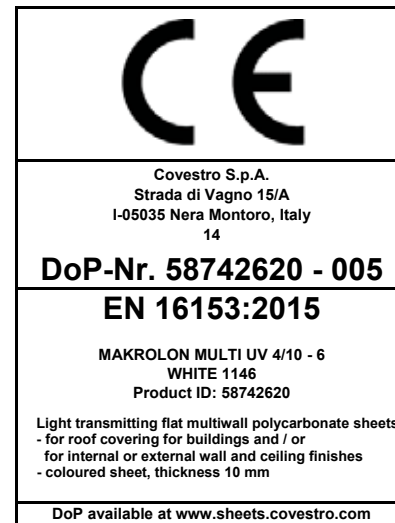
- EN 1873 Accesorios prefabricados para cubiertas. Lucernarios individuales en materiales plásticos. Especificaciones de producto y métodos de ensayo
- EN 14963 Cubiertas para tejados. Lucernarios continuos en materiales plásticos con o sin zócalo. Clasificación, requisitos y métodos de ensayo
- EN 12101 Sistemas para el control de humo y de calor

El fabricante deberá garantizar que todos los componentes de sus sistemas de acristalamiento cumplen los requisitos de las normas europeas pertinentes, incluso si estos componentes se obtienen de otros fabricantes.

Por ese motivo, nosotros marcamos nuestras planchas alveolares según una de las siguientes normas:

- EN 16153 Placas traslúcidas planas de varias capas de policarbonato (PC) para cubiertas interiores y exteriores, paredes y techos. Requisitos y métodos de ensayo

Si las planchas adquiridas llevan marcado CE, este se encuentra en la etiqueta de los palés. En la pegatina aparece la norma respectiva (aquí: EN16153:2015) y el denominado número DoP (aquí: 58742620-005).



Ejemplo.

Número DoP

«DoP» viene de «Declaration of Performance» (declaración de prestaciones). Incluye un resumen de las propiedades de una plancha específica (tipo, color, espesor, peso) de conformidad con EN 16153.

Cuando en lugar del número DoP aparece el mensaje «see inkjet on sheet», el número DoP es parte de la impresión de tinta directamente sobre las planchas. En caso de que no exista ningún número DoP, se especifica «NPD» (No Performance Determined).

Planchas sin marcado CE

Hay dos excepciones en las que el marcado CE no se encuentra en los palés:

En caso de especificaciones o requisitos especiales del cliente que no sean conformes con los requisitos establecidos en la norma EN 16153 (p.ej., ciertas tolerancias específicas en anchura o longitud de las planchas). En tales casos, no es admisible el marcado CE. Desde 2015, las planchas alveolares no se pueden entregar sin marcado CE.

Las planchas sueltas que se han realizado a medida en nuestro Cutting Center no se pueden identificar por medio de impresión de inyección de tinta. Esto también se aplica a la correspondiente etiqueta CE del marcado del palé.

Descarga del documento DoP

- Desde la página
<http://www.sheets.covestro.com/Products/Europe/DOP>.
- Inserte el número DoP en el campo de entrada de la página web para obtener un PDF del documento.

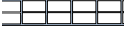
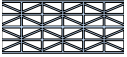
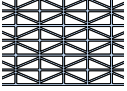


■ 2. GAMA DE PRODUCTOS ESTÁNDAR

Puesto que estamos comprometidos con la mejora continua de nuestros productos, siempre hay productos nuevos y en proceso de optimización.

Para aplicaciones especiales, como para proyectos especiales, se pueden encargar planchas alveolares con una mayor capacidad de carga o con una mayor resistencia a los agentes atmosféricos. Asimismo, se pueden encargar planchas alveolares de diferentes colores o con diferentes valores de permeabilidad.

Mediante los gráficos de la sección Estática (ver página 67) se puede determinar fácilmente qué tipo de plancha alveolar es la más adecuada para la aplicación específica.

Descripción	Geometría	Espesor en mm	Peso en kg/m²	Anchura en mm	Color	Valor U _g en W/m²K EN-ISO-10077-2		Modelos disponibles
						Vertical	Horizontal	
Makrolon® multi UV 2/4-8		4	0,80	2100	incoloro, blanco	4,0	4,3	
Makrolon® multi UV 2/6-8		6	1,30	2100	incoloro, blanco, bronce, azul, verde	3,5	3,8	2UV
Makrolon® multi UV 2/8-10,5		8	1,50	2100	incoloro, blanco, bronce, azul, verde	3,3	3,6	no drop, 2UV
Makrolon® multi UV 2/10-10,5		10	1,70	2100	incoloro, blanco, bronce, azul, verde	3,0	3,3	IQ Relax, no drop, 2UV, ES
Makrolon® multi UV 2/16-30		16	3,60	980, 1200	incoloro, blanco, bronce	2,8	3,0	no drop, 2UV, CC clear
Makrolon® multi UV 3/16-20		16	2,60	980, 1200, 2100	incoloro, blanco, bronce	2,2	2,4	no drop, 2UV, CC clear
Makrolon® multi UV 4/10-6		10	1,75	1200, 2100	incoloro, blanco	2,5	2,9	IQ Relax
Makrolon® multi UV 5X/16-25 BF		16	2,25	980, 1200, 2100	incoloro, blanco, bronce	2,0	2,1	IQ Relax, 2UV
Makrolon® multi UV 5X/16-25		16	2,40	980, 1200, 2100	incoloro, blanco, bronce	2,0	2,1	IQ Relax, 2UV
Makrolon® multi UV 5X/16-25 ES		16	2,70	980, 1200, 2100	incoloro, blanco, bronce	2,0	2,1	IQ Relax, 2UV
Makrolon® multi UV 5M/25-20		25	3,40	980, 1200, 1230	incoloro, blanco	1,4	1,4	IQ Relax, 2UV
Makrolon® multi UV 5M/32-20		32	3,70	980, 1200, 1230	incoloro, blanco	1,2	1,3	IQ Relax
Makrolon® multi UV 7/16-14		16	2,6	980, 1200, 2100	incoloro, blanco	1,8	1,9	IQ Relax
Makrolon® multi UV 7/20-14		20	2,85	980, 1200, 2100	incoloro, blanco	1,5	1,6	IQ Relax
Makrolon® multi UV 7M/16-28		16	2,6	980, 1200	blanco	1,72	1,81	IQ Relax
Makrolon® multi UV 7M/20-28		20	2,9	980, 1200	blanco	1,55	1,49	IQ Relax
Makrolon® multi UV 7M/25-28		25	3,3	980, 1200	blanco	1,28	1,33	IQ Relax
Makrolon® multi UV 7M/32-28		32	3,6	980, 1200	incoloro, blanco	1,09	1,13	IQ Relax
Makrolon® multi UV 7M/40-28		40	4,1	980, 1200	incoloro, blanco	0,95	0,98	IQ Relax
Makrolon® multi UV 7M/50-28		50	4,5	980, 1200	incoloro, blanco	0,84	0,86	IQ Relax



■ 3. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Makrolon® es sinónimo de planchas alveolares de alta calidad. Están compuestas de policarbonato y están disponibles como planchas alveolares compactas y como planchas alveolares de varias capas (GP o multi). Son tan polivalentes que se pueden emplear en muchos campos y resisten a las altas temperaturas.

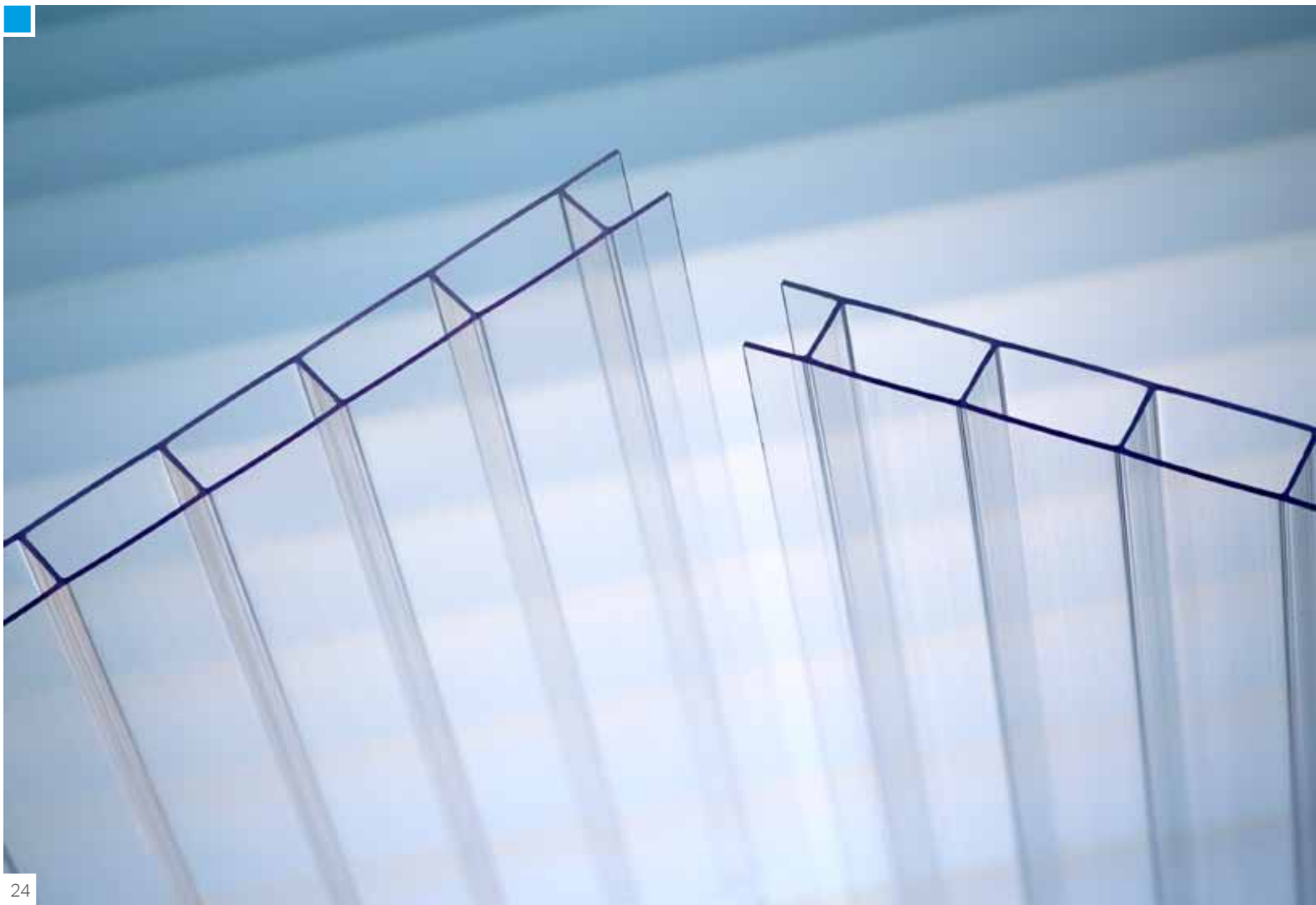
Las planchas alveolares Makrolon® son conocidas por su buena transparencia, su excepcional resistencia a la rotura y al impacto, su gran estabilidad dimensional y su buen aislamiento eléctrico. La resistencia al fuego también es muy alta (para obtener información más detallada, consulte la correspondiente hoja de especificaciones).

Gracias a la excelente experiencia en extrusión de Covestro, a nuestro completo sistema de gestión de calidad y a nuestro avanzado proceso de producción, la calidad permanente está certificada según la norma DIN ISO 9001/2.

	Condiciones de ensayo	Tipo. Valor	Unidad	Método de ensayo
Físico				
Peso		1,2	g/cm ³	ISO 1183-1
Absorción de humedad	después de un almacenamiento en ambiente estándar 24 h/23 °C/ 50% HR	0,15	%	ISO 62-4
Absorción de humedad	después de un almacenamiento en agua a 23 °C hasta la saturación	0,35	%	ISO 62-1
Índice de refracción	20 °C	1,586	-	ISO 489
Mecánica				
Límite de elasticidad		> 60	MPa	ISO 527-2/1B/50
Extensión en el límite de elasticidad		6	%	ISO 527-2/1B/50
Tensión de ruptura		> 60	MPa	ISO 527-2/1B/50
Extensión de ruptura		> 70	%	ISO 527-2/1B/50
Módulo de elasticidad		2400	MPa	ISO 527-2/1B/1
Esfuerzo de flexión límite		aprox. 90	MPa	ISO 178
Resistencia al impacto	Charpy, sin muesca	sin ruptura	kJ/m ²	ISO 179/1fU
	Charpy, con muesca	aprox. 11	kJ/m ²	ISO 179/1eA
	Izod, con muesca	aprox. 10	kJ/m ²	ISO 180/1A
	Izod, con muesca*	aprox. 70	kJ/m ²	ISO 180/4A
Térmica				
Temperatura de reblandecimiento Vicat	Método B50	148	°C	ISO 306
Conductividad térmica		0,2	W/mK	DIN 52612
Coef. dilatación term. lineal		0,065	mm/mK	DIN 53752-A
Resistencia térmica	Método A: 1,80 MPa	127	°C	ISO 75-2
	Método A: 0,45 MPa	139	°C	ISO 75-2

(*) Las propiedades mecánicas se midieron en una plancha compacta con un espesor de 4 mm o de 3 mm.





■ 4. PROPIEDADES

4.1 Resistencia al impacto

Impacto de granizo

Makrolon® es mucho mejor que la mayoría de materiales transparentes. La alta resistencia al impacto de las planchas Makrolon® multi UV garantiza una protección ideal contra el granizo. Por eso, todas las planchas de la gama Makrolon® multi UV se suministran con una garantía de veinte años contra daños causados por granizo y otros agentes atmosféricos.

Estas extraordinarias propiedades han quedado demostradas en muchos experimentos de simulación de granizo. En los experimentos, se dispararon a la superficie de una plancha expuesta a los agentes atmosféricos bolas de poliamida (poliamida 6.6), con un diámetro de 20 mm (peso aprox. 4,5 g), a una velocidad de 21 m/s, equivalente a una energía cinética de 1 julio, a temperatura ambiente.

Por lo general, en los círculos especializados se asume que una bola de granizo natural de 23 mm de diámetro tiene una velocidad media de impacto de 17 m/s y una energía cinética de 1 julio. Sin embargo, un estudio sobre granizo ha demostrado que la probabilidad de una tormenta de granizo con bolas de más de 10 mm de diámetro, por ejemplo en la región de Stuttgart, es solo del 2,9%, aproximadamente. Bolas de granizo de un diámetro aún mayor son incluso menos probables.

Se puede obtener información más detallada sobre nuestra garantía en el certificado de garantía, que está disponible en nuestros puntos de venta y en nuestro sitio web www.sheets.covestro.com.



4.2 Peso ligero

Con un gramaje de 0,8 a 4,5 kg/m², Makrolon® multi UV es especialmente ligero. Estas planchas alveolares están diseñadas para ofrecer una capacidad de carga óptima con un peso mínimo. En el acristalamiento de techos, por ejemplo, no se necesitarán grandes estructuras de apoyo, por lo que será posible realizar construcciones abiertas y ligeras.

Para aplicaciones especiales, como estadios, hay planchas con mayor capacidad de carga y mayor peso por m², disponibles bajo petición.

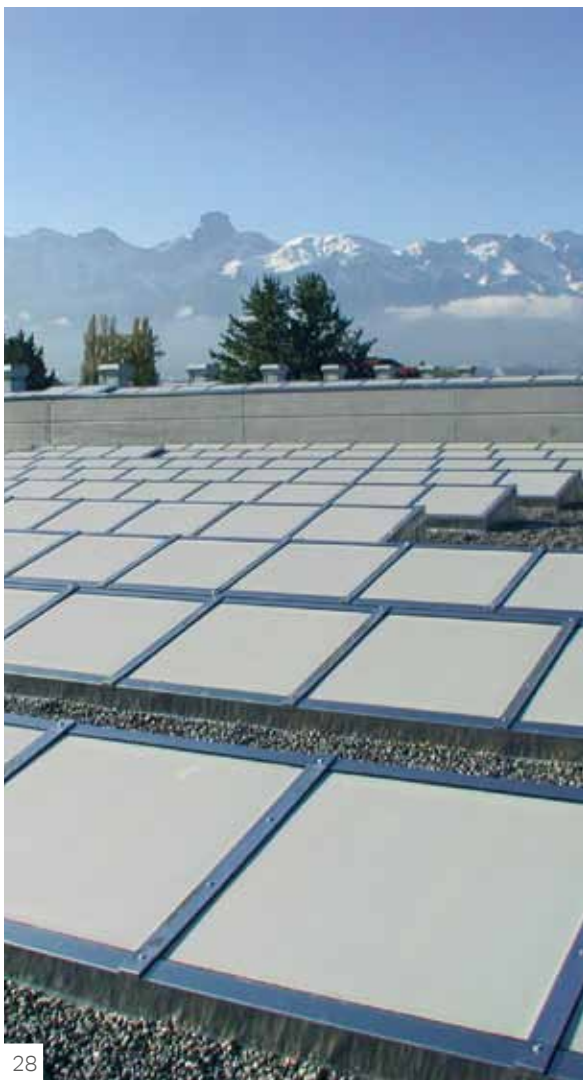
4.3 Resistencia a los agentes atmosféricos

Las planchas alveolares Makrolon® multi UV son extremadamente resistentes a los agentes atmosféricos, ya que están fabricadas con una capa de protección UV coextruida. El material de base de esta capa es el mismo que el de la plancha, al cual está unido de forma homogénea. Es imposible que se desprenda la capa, incluso si las planchas han estado expuestas a los agentes atmosféricos durante muchos años o se han doblado por el frío. Las planchas se deben instalar con la capa protectora UV hacia arriba o hacia afuera.

Este sistema se ha probado extensamente en ensayos ambientales tanto bajo condiciones de laboratorio extremas como bajo condiciones de campo. Makrolon® multi UV proporciona una protección muy eficaz contra la acción de los agentes atmosféricos, y esto con una garantía de veinte años.

La información detallada sobre nuestra garantía figura en el certificado de garantía. Este documento está disponible en nuestros puntos de venta y en nuestro sitio web www.sheets.covestro.com.





4.4 Aislamiento térmico

Makrolon® multi UV hace posible un aislamiento térmico mucho mejor que el del acristalamiento simple debido a la especial estructura alveolar de múltiple capa y a la baja conductividad térmica. Esto se describe mediante el valor U, que depende del número de cámaras y del espesor de las cámaras de aire: cuanto más cámaras haya y más gruesas sean las cámaras de aire, menor será el valor U. En los últimos años, Covestro ha seguido desarrollando planchas con un mejor aislamiento térmico. Con estas planchas se han reducido también las emisiones de CO₂ y se ha mejorado la protección climática. Nuestra nueva gama consta, entre otras, de planchas alveolares de cuatro y seis capas y de planchas alveolares 7M con un menor valor U que otras planchas del mismo espesor.

Se pueden encontrar más detalles en las hojas de especificaciones individuales o en la tabla de la sección 2 (véase la página 18).

4.5 Transmisión de la luz

Las planchas alveolares Makrolon® multi UV tienen una transmisión lumínica de hasta el 81 %, dependiendo de la estructura, el color y el espesor de las planchas (se pueden obtener más detalles en las hojas de especificaciones individuales). Las planchas de la gama Makrolon® multi están diseñadas de modo que la luz transmitida se distribuya de manera uniforme, con lo que se evitan zonas desagradables con demasiada luz o calor.

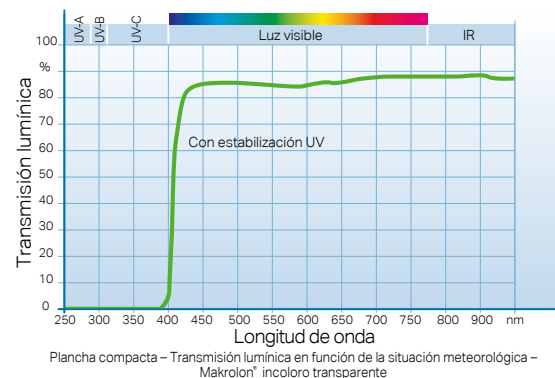
Las planchas de color y translúcidas reducen la intensidad de la luz y del calor, con lo que se consigue un ambiente interior confortable.

Nuestras planchas blanco mate (tipo 1146), recién desarrolladas, ofrecen una transmisión lumínica mejorada que tiene como resultado una mejor distribución de la luz, pero también una luz más clara. La solución ideal para cualquier entorno de trabajo.

Makrolon® multi IQ-Relax son planchas blanco mate que reducen la irradiación de calor solar y, al mismo tiempo, transmiten la luz visible. Las pruebas realizadas bajo condiciones reales en jardín cubierto para invierno no ventilados mostraron una notable reducción de la temperatura de hasta 13 °C en comparación con las planchas alveolares convencionales. De este modo se garantiza una temperatura ambiente agradable con independencia de las condiciones climáticas. ¡Más luz, menos calor!

Makrolon® multi UV ClimateControl clear son planchas alveolares transparentes que, aun con esta característica, reducen significativamente la irradiación de calor solar. Las pruebas mostraron una reducción de temperatura de cerca de 20 °C en comparación con una plancha alveolar estándar Makrolon® multi UV.

Makrolon® multi UV absorbe la radiación UV dañina (por debajo de 400 nm). Estas planchas son, por lo tanto, ideales para su uso como luminarias o en lugares donde se requiere un acristalamiento de protección para alojar material sensible a los rayos UV en edificios industriales, museos o centros comerciales. Sin embargo, el crecimiento de las plantas no se ve afectado negativamente por las planchas de la gama Makrolon® multi UV, ya que se transmite el espectro de luz requerido (PAR = radiación fotosintéticamente activa). Gracias a esta importante propiedad, las planchas son ideales para invernaderos o campos de fútbol.





4.6 Transmisión de la radiación solar

La luz solar está formada por luz visible, luz ultravioleta y luz infrarroja. La luz infrarroja invisible es responsable de la transferencia de calor de la luz solar. La transmisión de la radiación solar es la cantidad de calor transmitido a través de la plancha. Esta propiedad se representa mediante el valor del paso de energía total g . Cuanto menor sea el valor g , menos calor se transmitirá desde la plancha y menor será la acumulación de calor en el edificio.

Las planchas coloreadas tienen un menor valor g que, la mayoría de las veces, corresponde con su transmisión lumínica.

Makrolon® multi UV IQ-Relax tiene propiedades resistentes al calor: deja pasar toda la luz posible, pero a su vez reduce el valor g , lo cual tiene como resultado más luz y menos calor (véase también la página 12).

Valores típicos de transmisión lumínica y solar se muestran en la siguiente tabla:

	Transmisión lumínica tauD65	Transmisión de energía total g	Coefficiente de sombra*
Makrolon® multi UV 2/4-8 clear 1099 white 1146	aprox. 82 % aprox. 80 %	— —	— —
Makrolon® multi UV 2/6-8 clear 1099 white 1146 bronze 1845	aprox. 82 % aprox. 80 % aprox. 51 %	— — —	— — —
Makrolon® multi UV 2/8-10,5 clear 1099 white 1146 bronze 1850	aprox. 81 % aprox. 78 % aprox. 48 %	— — aprox. 62 %	— — aprox. 71,3 %

(*) Coeficiente de sombra = transmisión de energía total / 0,87

	Transmisión luminica tauD65	Transmisión de energía total g	Coefficiente de sombra*
Makrolon® multi UV 2/10-10,5 clear 1099 white 1146 IQ-Relax 1140 bronze 1850	aprox. 80 % aprox. 70 % aprox. 70 % aprox. 41 %	aprox. 75 % aprox. 69 % aprox. 60 % aprox. 58 %	aprox. 86,2 % aprox. 79,3 % aprox. 69 % aprox. 66,7 %
Makrolon® multi UV 2/16-30 clear 1099 white 1146 bronze 1850 CC clear	aprox. 77 % aprox. 57 % aprox. 70 % aprox. 70 %	aprox. 74 % aprox. 60 % aprox. 54 % aprox. 54 %	aprox. 85,1 % aprox. 69 % aprox. 52,9 % aprox. 62 %
Makrolon® multi UV 3/16-20 clear 1099 white 1146 IQ-Relax 1140 bronze 1850	aprox. 74 % aprox. 62 % aprox. 47 % aprox. 30 %	aprox. 70 % aprox. 62 % aprox. 44 % aprox. 49 %	aprox. 80,5 % aprox. 71,3 % aprox. 50,6 % aprox. 56,3 %
Makrolon® multi UV 4/10-6 clear 1099 white 1146 IQ-Relax 1140 bronze 1850	aprox. 68 % aprox. 61 % aprox. 52 % aprox. 33 %	aprox. 65 % aprox. 61 % aprox. 49 % aprox. 48 %	aprox. 74,7 % aprox. 70,1 % aprox. 56,3 % aprox. 55,2 %
Makrolon® multi UV 5X/16-25 clear 1099 white 1146 IQ-Relax 1140 bronze 1850	aprox. 64 % aprox. 55 % aprox. 47 % aprox. 27 %	aprox. 61 % aprox. 54 % aprox. 45 % aprox. 45 %	aprox. 70,1 % aprox. 62,1 % aprox. 51,7 % aprox. 51,7 %





	Transmisión lumínica tauD65	Transmisión de energía total g	Coefficiente de sombra*
Makrolon® multi UV 5M/25-20 clear 1099 white 1146 IQ-Relax 1140 bronze 1850	aprox. 49 % aprox. 40 % aprox. 32 % aprox. 13 %	aprox. 48 % aprox. 42 % aprox. 34 % aprox. 32 %	aprox. 55,2 % aprox. 48,3 % aprox. 39,1 % aprox. 36,8 %
Makrolon® multi UV 5M/32-20 clear 1099 white 1146 IQ-Relax 1140 bronze 1850	aprox. 48 % aprox. 38 % aprox. 30 % aprox. 12 %	aprox. 47 % aprox. 41 % aprox. 32 % aprox. 31 %	aprox. 54,0 % aprox. 47,1 % aprox. 36,8 % aprox. 35,6 %
Makrolon® multi UV 7/16-14 clear 1099 white 1146 IQ-Relax 1140	aprox. 55 % aprox. 45 % aprox. 38 %	aprox. 53 % aprox. 46 % aprox. 38 %	aprox. 61 % aprox. 53 % aprox. 44 %
Makrolon® multi UV 7/20-14 clear 1099 white 1146 IQ-Relax 1140	aprox. 55 % aprox. 44 % aprox. 38 %	aprox. 52 % aprox. 45 % aprox. 38 %	aprox. 60 % aprox. 52 % aprox. 44 %

(*) Coeficiente de sombra = transmisión de energía total / 0,87

	Transmisión luminica tauD65	Transmisión de energía total g	Coefficiente de sombra*
Makrolon® multi UV 7M/16-28 white 1146 IQ-Relax 1151	aprox. 34 % aprox. 32 %	aprox. 35 % aprox. 31 %	aprox. 40 % aprox. 36 %
Makrolon® multi UV 7M/20-28 white 1146 IQ-Relax 1151	aprox. 32 % aprox. 30 %	aprox. 34 % aprox. 29 %	aprox. 39 % aprox. 33 %
Makrolon® multi UV 7M/25-28 white 1146 IQ-Relax 1151	aprox. 31 % aprox. 27 %	aprox. 33 % aprox. 27 %	aprox. 37 % aprox. 31 %
Makrolon® multi UV 7M/32-28 clear 1099 white 1146 IQ-Relax 1151	aprox. 39 % aprox. 30 % aprox. 26 %	aprox. 41 % aprox. 33 % aprox. 28 %	aprox. 47 % aprox. 37 % aprox. 32 %
Makrolon® multi UV 7M/40-28 clear 1099 white 1146 IQ-Relax 1151	aprox. 38 % aprox. 28 % aprox. 22 %	aprox. 41 % aprox. 33 % aprox. 25 %	aprox. 47 % aprox. 37 % aprox. 29 %
Makrolon® multi UV 7M/50-28 clear 1099 white 1146 IQ-Relax 1151	aprox. 38 % aprox. 28 % aprox. 23 %	aprox. 39 % aprox. 33 % aprox. 27 %	aprox. 47 % aprox. 37 % aprox. 31 %





4.7 Comportamiento frente al fuego

Makrolon® multi UV cumple las estrictas normas en materia de protección contra incendios de muchos países diferentes. Según ensayos sobre grandes incendios reales, las planchas alveolares Makrolon® multi UV se clasificaron como material de construcción retardante de llama. Esto significa que este material no causa ninguna propagación de las llamas, pero tampoco puede considerarse como ignífugo.

Gracias a las propiedades de autoextinción, al escaso peso superficial y a la estructura, la plancha se reblandece en caso de incendio. A continuación, se fisura y se encoge desde la fuente de calor, sin propagar el fuego. El humo y el calor desaparecen por la abertura que se forma haciendo que la temperatura de la habitación descienda drásticamente y, lo que es aún más importante, reduciendo la carga sobre los elementos de apoyo. El efecto se asimilaría al de una plancha que funcionara como extractor de calor. Los extractores de calor reducen la carga térmica de un edificio, a partir de temperaturas de 300 °C, en fuegos totalmente desarrollados o en desarrollo. El resultado de todo esto es una resistencia al fuego prolongada.

En la norma DIN 18230-1 «Protección estructural contra incendios en edificios industriales», parte 1, los componentes de techo y de pared de Makrolon® se consideran en el cálculo como extractores de calor adecuados. Mediante el empleo de Makrolon® se reduce la carga térmica del edificio y la resistencia al fuego requerida de los componentes. Esto se tiene que tener en cuenta en lo que concierne a los métodos técnicos de protección contra incendios en el marco de un plan director de protección contra incendios para cada edificio. Hay que comprobar también si el diseño propuesto cumple con las regulaciones locales.

Clasificación típica* de las planchas Makrolon® multi UV:

País	Norma	Clasificación típica
Europa	EN13501-1	B-s1 d0 o C-s2 d0
Alemania	DIN 4102	B1-B2
Francia	NF 92 501/505	M1-M2
Reino Unido	BS 476, Parte 7	Clase 1Y
Italia	CSE RF 2/75/A & 3/77	Clase 1

(*) Dependiendo del espesor, color y aplicación, las planchas Makrolon® cumplen los requisitos de muchas normas nacionales de protección contra incendios. La reacción al fuego de las planchas de policarbonato puede verse afectada por el envejecimiento y la exposición a los agentes atmosféricos. Para obtener más información, contacte con nuestro servicio técnico.

4.8 Comportamiento frente al humo

Los ensayos para la clasificación de los productos de construcción establecen principalmente las propiedades más importantes de reacción al fuego: inflamabilidad y propagación de las llamas. Pero en una evaluación del riesgo, el humo y sus efectos desempeñan también un papel importante.

Seguramente, el aspecto más importante en la evaluación del desarrollo del gas de combustión sea la fase del fuego y la situación de riesgo en las que se detecta el humo. Las condiciones ambientales cambian significativamente a medida que se desarrolla un incendio. Cuando hay personas en el interior de un recinto en llamas, la toxicidad de los gases que forman el humo solo es importante, por lo general, en la fase de desarrollo del incendio. Ya no es determinante en caso de un fuego completo, con temperaturas por encima de 500 °C.





Ensayos sistemáticos con un equipo de degradación según la norma DIN 53436 han demostrado que los productos de Covestro no tienen un riesgo de toxicidad mayor que el de los productos naturales. Los productos de combustión de Makrolon® no son más tóxicos que los que se liberan en la quema de madera o de papel. En caso de incendio, la plancha se reblandecerá, se fisurará y se encojerá desde la zona de la fuente de calor, creando una abertura a través del cual puede escapar el humo.

Siempre es difícil hacer afirmaciones sobre las distintas sustancias que se liberan en caso de incendio. Cada incendio es un caso particular y el desarrollo de los gases de combustión depende principalmente de las circunstancias.

En caso de incendio, los gases de combustión de Makrolon® se componen, en su mayor parte, de dióxido de carbono, monóxido de carbono y agua. En algunos casos se pueden liberar cantidades menores de componentes residuales: hidrocarburos alifáticos y aromáticos, aldehídos, ácidos y derivados de fenol. Sin embargo, en la combustión de Makrolon® NO se forman: ácido cianhídrico, fosgeno, acroleína, cloruro de hidrógeno o dióxido de azufre. Los productos de combustión son fundamentalmente resistentes a la corrosión.

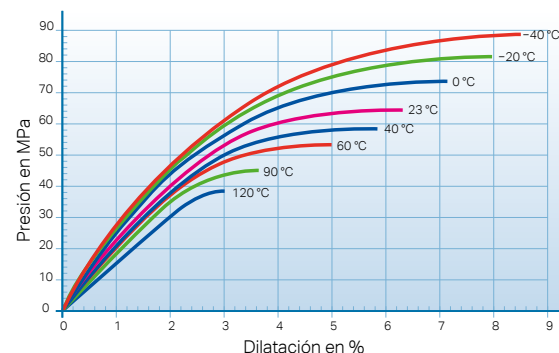
En suma, se puede decir que la toxicidad de estos gases de combustión es causada, en su mayor parte, por los efectos tóxicos del monóxido de carbono y que la proporción de otras sustancias es mucho más insignificante.

4.9 Estabilidad térmica

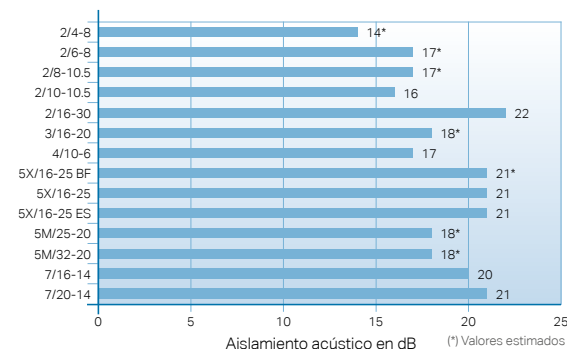
Makrolon® multi UV se puede utilizar a temperaturas entre $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+120\text{ }^{\circ}\text{C}$. La estabilidad de las planchas se mantiene muy alta en este intervalo de temperaturas. Por este motivo, las planchas se pueden usar allí donde otros plásticos fallan. En condiciones normales, las temperaturas a las que están expuestas las planchas se sitúan en el intervalo entre $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$, que se encuentra holgadamente dentro del margen de tolerancia del material.

4.10 Aislamiento acústico

Las planchas alveolares Makrolon® multi cuentan con útiles ventajas de insonorización. Debido a la rigidez de sus paneles, se deben considerar como elementos monocapa. Todos los productos de la gama Makrolon® multi son testados de conformidad con la norma ISO 40/3 y la ISO 717/1. Según el tipo de plancha, se pueden alcanzar valores de reducción de sonido de 10 a 21 dB. Los valores de insonorización calibrados figuran en las hojas de especificaciones de cada producto.



Tensión mecánica de Makrolon® en función de la temperatura.



(*) Valores estimados



4.11 Resistencia química

Makrolon® multi UV, al igual que otros plásticos, puede resultar dañado por determinadas sustancias. Para impedir la formación de fisuras, solo se deben utilizar regletas de sujeción, material de sellado y un detergente apropiados. Se debe evitar siempre el contacto con PVC plastificado, cemento, diluyentes, aerosoles insecticidas, agentes de impregnación, limpiadores industriales fuertes y otros disolventes cáusticos. Evite también material de sellado alcalino o que contenga amoníaco o ácido acético y, en su lugar, utilice productos neutros. Para más información sobre productos de sellado adecuados disponibles, diríjase al distribuidor de las planchas.

Debido al riesgo de agrietamiento por tensión, nunca deben penetrar vapores en las cavidades de las planchas.

Se deben observar siempre estas recomendaciones, ya que la mayoría de los problemas surgen por el uso de productos adicionales incorrectos o no recomendados.

Tampoco se debe olvidar nunca que el contacto con productos inadecuados no solo se puede producir con el material de instalación o durante la construcción de un edificio. El contacto es también posible a posteriori, cuando se liberan sustancias en los procesos de montaje o de producción que tienen lugar en los alrededores. En caso de duda, póngase en contacto con nuestro servicio técnico.

En términos generales, sobre la resistencia química de Makrolon® cabe decir lo siguiente:

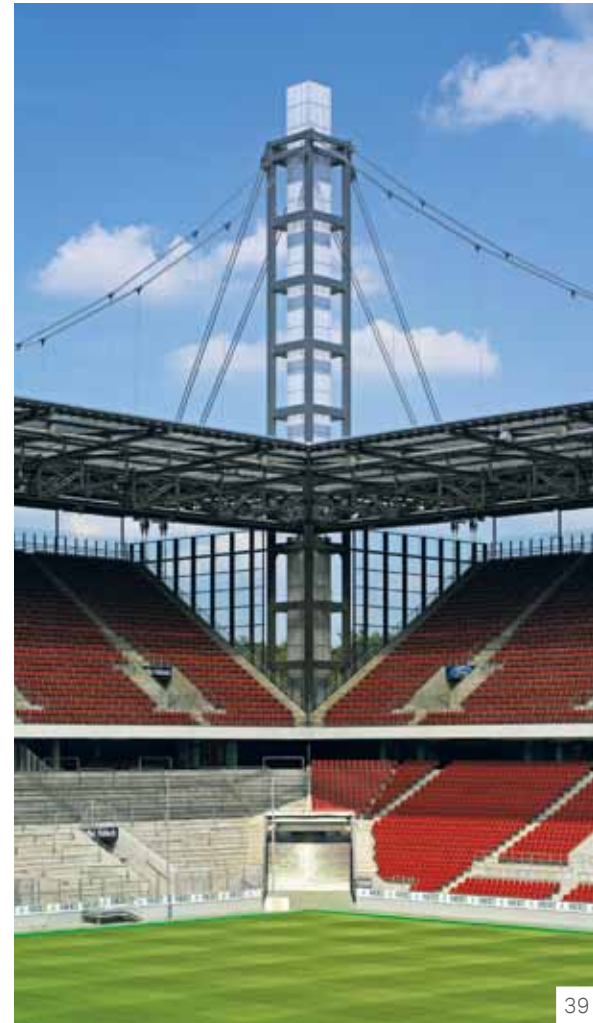
El policarbonato

resiste:

- ácidos minerales hasta altas concentraciones;
- soluciones salinas neutras y ácidas;
- agentes oxidantes y reductores;
- hidrocarburos alifáticos saturados y alcohol, excepto metanol (alcohol metílico);
- muchos aceites, grasas y ceras.

se daña con:

- álcalis;
- amoníaco y aminas, así como sus soluciones;
- disolventes aromáticos o halogenados;
- aldehídos, cetonas y ésteres;
- metilalcohol.





■ 5. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

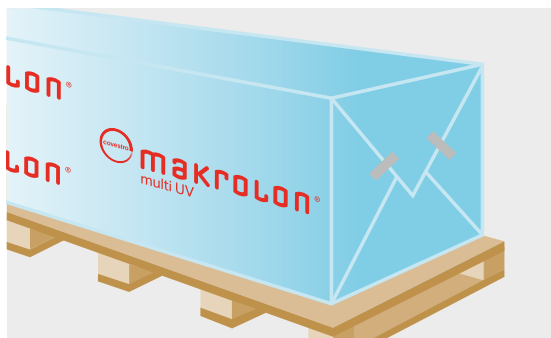
5.1 Transporte y manipulación

Las planchas de policarbonato alveolar Makrolon® multi UV son ligeras y, por lo tanto, fáciles y seguras de manejar en almacenes y en obras de construcción. Sin embargo, se deben seguir algunas reglas para evitar que se dañen y para garantizar una instalación correcta.

Para la manipulación de palés de formato estándar se recomiendan carretillas elevadoras que puedan transportar objetos de las dimensiones de los palés: una anchura máx. de 2100 mm y una longitud de 6 a 7 m. Para algunos proyectos se utilizan planchas de un mínimo de 12 m que, a menudo, son más largas que el palé en el que se transportan.

Recomendamos que se tomen las siguientes precauciones:

- Evitar que se doble el palé cuando se eleve con una grúa. Emplear las técnicas de elevación adecuadas para evitar que se rompa el palé y los posibles clavos que sobresalgan.
- Sujetar los cables de manera que no dañen el embalaje de los palés. Se debe montar previamente una palanca basculante superior apropiada, acoplada al gancho de carga.
- Colocar el paquete en el suelo de forma que los extremos de las planchas queden colgando. Estos deben estar provistos de soportes adecuados para evitar el contacto con el suelo.



Palés típicos de Makrolon® multi UV con embalaje de polietileno.



5.2 Almacenamiento

Lo mejor es almacenar las planchas en el edificio y en posición horizontal. Durante la producción, se pega cinta protectora en la parte frontal de las planchas para proteger las cavidades. Así no se puede depositar el polvo atraído por la carga electrostática de la plancha. La cinta protectora debe permanecer en la plancha durante el transporte y el almacenamiento, pero se debe retirar antes de la instalación y reemplazarse por un sistema de sellado adecuado.

En caso necesario, Makrolon® multi UV puede almacenarse en el exterior. Asegúrese de que las planchas sigan protegidas por el embalaje de polietileno, tal y como venían en la entrega. El embalaje debe estar intacto y bien sujeto, incluso si se ha usado alguna parte del contenido.

Sin embargo, es mejor limitar el tiempo de almacenamiento en el exterior ya que, aunque el embalaje protege las planchas de la lluvia, no es totalmente impermeable al vapor de agua. Bajo ciertas circunstancias (como un enfriamiento repentino después de una fase húmeda y calurosa), puede acumularse vapor de agua en las cavidades.

Antes del envío, todas las planchas están provistas de una lámina de protección. Un prolongado almacenamiento en el exterior a altas temperaturas o bajo la luz solar directa puede hacer que la lámina se pegue demasiado, de forma que será difícil o incluso imposible quitarla después del montaje.





■ 6. INSTALACIÓN

6.1 Cuestiones sobre la instalación

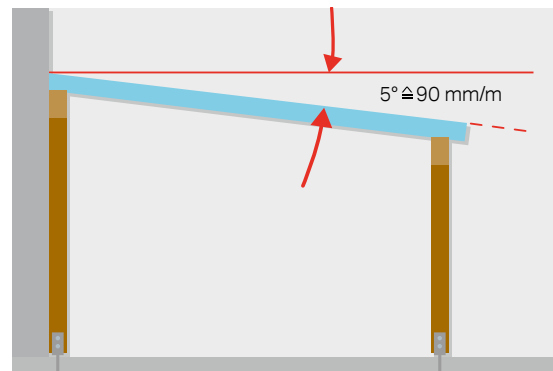
Acristalamiento plano

Si se utilizan planchas de la gama Makrolon® multi como elementos de techo o de pared, se recomienda montarlas de modo que las cámaras queden paralelas a la dirección del flujo de agua.

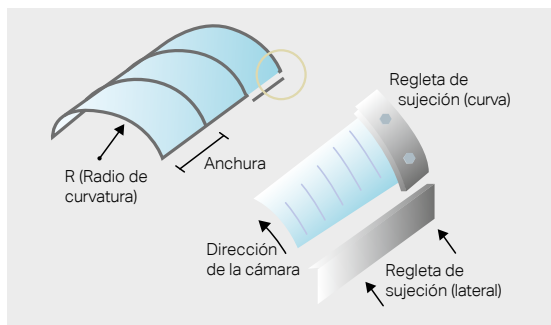
Casi siempre es posible la instalación de las planchas grandes sobre las estructuras longitudinales sin necesidad de juntas de conexión. Para techos de una longitud de hasta 6 m, la inclinación debe ser de 5° como mínimo. En la práctica, esto equivale a una inclinación de aproximadamente 90 mm por metro de longitud de la plancha. Esto asegurará que el agua de lluvia fluya adecuadamente y se aproveche bien el efecto de autolimpieza que proporciona la superficie lisa de la plancha Makrolon®. Es mejor que las cubiertas más grandes se instalen con un ángulo mayor (> 90 mm/m).

La posible longitud de la plancha (distancia entre soportes) depende de diversos factores, tales como la capacidad de soporte de carga de la plancha, la distancia entre las correas y la carga prevista de viento o nieve.

En la tabla se tienen en cuenta todos los parámetros. Se pueden utilizar como valores de partida para el diseño técnico.



Ángulo de inclinación recomendado para longitudes de plancha de hasta 6 m.



Acristalamiento curvo

Las planchas Makrolon® multi son ideales para estructuras curvas como, por ejemplo, bóvedas de cañón e invernaderos túnel. Las planchas se deben curvar en la dirección de la cámara, nunca en otra dirección. No precisan calentamiento (curvado en frío). Un curvado de las planchas intensifica su rigidez.

Recomendamos sujetar las planchas por los cuatro lados con el fin de lograr una capacidad de carga máxima.

Makrolon® multi UV	Espesor	Radio min de curvatura en frío* en mm
2/4-8	4	600
2/6-8	6	900
2/8-10.5	8	1200
2/10-10.5	10	1500
2/16-30	16	2400
3/16-20	16	2400
4/10-6	10	1500
5X/16-25 BF	16	2400**
5X/16-25	16	2400**
5X/16-25 ES	16	2400**
5M/25-20	25	no recomendado
5M/32-20	32	no recomendado
7/16-14	16	2400
7/20-14	20	3000
7M	todos los tipos	no recomendado

La distancia de los arcos depende de la capacidad de carga de las planchas, así como de la carga máxima prevista y del radio de curvatura seleccionado. Para el cálculo de las aplicaciones de acristalamiento curvado, póngase en contacto con nuestro servicio técnico.

La siguiente tabla muestra los radios mínimos de curvatura. Hay que tener en cuenta que se especifica el radio mínimo admitido para cada tipo de plancha. Para evitar una tensión demasiado grande de la plancha, no se deben utilizar valores inferiores.

(*) Radio de curvatura = espesor $\times$ 150 [mm]

(**) En este caso se puede producir una deformación óptica de las cámaras y los nervios interiores. Esto no tiene ningún efecto negativo sobre las propiedades mecánicas del producto si se siguen correctamente nuestras recomendaciones de instalación.

Dilatación térmica

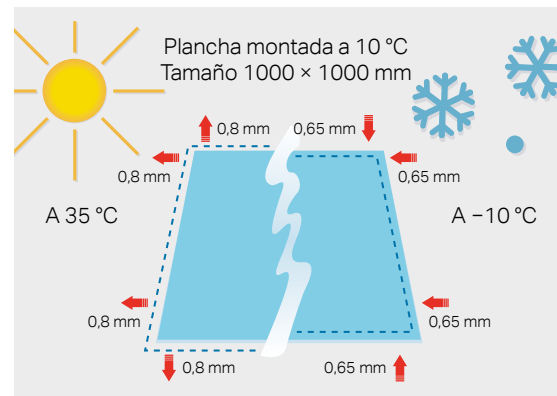
Las planchas alveolares Makrolon® multi UV se expanden con el calor y se contraen cuando se enfrían.

El coeficiente de dilatación térmica lineal del policarbonato es:

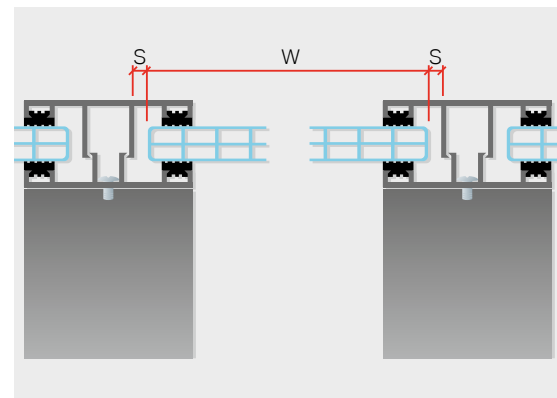
$$\alpha = 0,065 \text{ mm/mK} = 6,5 \times 10^{-2} \text{ mm/mK}$$

Como para la mayoría de polímeros, este coeficiente de dilatación térmica es mucho mayor que el de otros materiales (aproximadamente ocho veces mayor que el del vidrio, seis veces mayor que el del acero y cuatro veces mayor que el del aluminio). A veces, este movimiento de dilatación puede causar un chasquido, pero esto no afecta de ninguna manera a la eficacia funcional de la plancha. Por este motivo, todos los elementos de fijación y de sujeción deben estar colocados de modo que haya espacio suficiente para la expansión y la contracción.

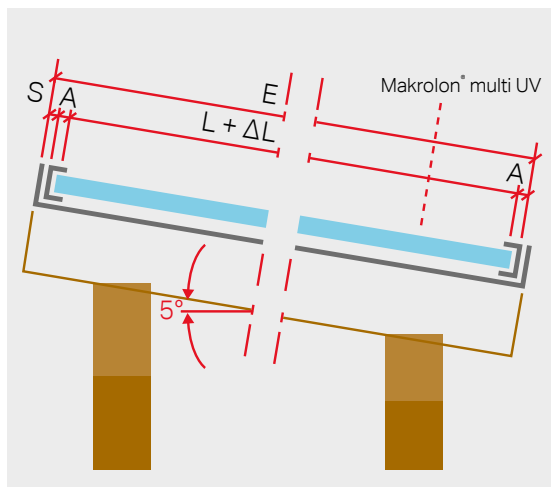
- Si el borde de la plancha está en contacto con la parte interior del perfil y la temperatura se eleva, la plancha no se puede expandir. La plancha se deformará o, en casos extremos, se dañará.
- Si el borde de la plancha se monta demasiado cerca del extremo exterior del perfil, la plancha se podría deslizar fuera de la estructura de soporte al contraerse en caso de un clima de invierno frío. Este efecto puede verse incrementado por otros factores como, por ejemplo, la carga de nieve.
- Las juntas de goma se deben seleccionar de manera que sea posible una expansión y una contracción importantes sin que se salgan las juntas ni se dañen las planchas.



Dilatación térmica



Dilatación en anchura tolerada.



Dilatación en longitud tolerada.

Ejemplo de cálculo:

Medidas de la plancha: 1000 × 3000 mm (1 × 3 m)

Máxima temperatura prevista: 35 °C

Mínima temperatura prevista: -10 °C

Diferencia de temperatura ΔT : 45 °C

Dilatación en anchura: $\alpha \cdot \Delta T \cdot B = 0,065 \text{ mm/mK} \cdot 45 \text{ °C} \cdot 1 \text{ m} = 2,92 \text{ mm}$

Dilatación en longitud: $\alpha \cdot \Delta T \cdot L = 0,065 \text{ mm/mK} \cdot 45 \text{ °C} \cdot 3 \text{ m} = 8,77 \text{ mm}$

Se recomienda contar con una dilatación de 3 mm/m.

E = distancia máxima en mm entre los extremos superior e inferior.

A = Longitud en mm que se debe añadir al borde inferior del elemento terminal (si se utiliza también en el extremo superior, entonces inclúyala en A)

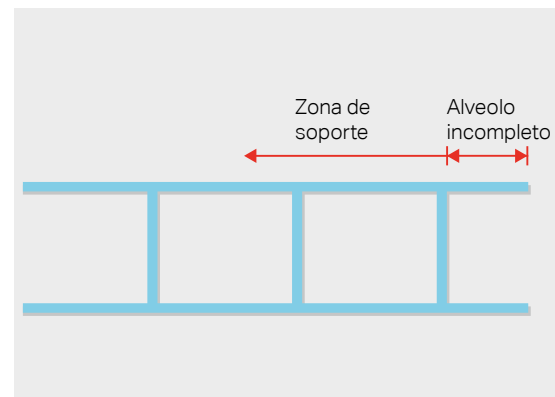
ΔL = Tolerancia en longitud según los datos de venta

S = dilatación admitida (3 mm/m para Makrolon® multi UV).

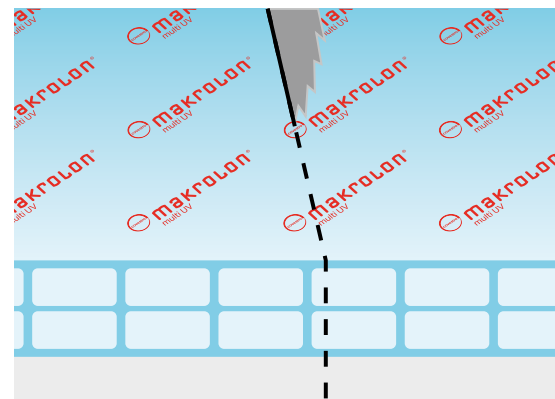
Profundidad de sujeción

Para una instalación apropiada de las planchas Makrolon® multi UV, los perfiles de apriete deben tener la profundidad de sujeción correcta. Se deben considerar varios aspectos:

- No se debe pasar por alto la diferente dilatación térmica de las planchas y los perfiles (véase la sección anterior).
- Como Makrolon® es un plástico, se curva fácilmente bajo el efecto de una fuerza externa. Aun cuando las planchas sean extremadamente rígidas, al curvarse, sus dimensiones se acortan. Se han realizado ensayos bajo condiciones reales de todas las planchas de la gama Makrolon® multi UV para comprobar su capacidad de carga (véase la sección 7, página 67). Si se calcula la profundidad de sujeción en ambos lados de las planchas en base a las variaciones de temperatura previstas (con al menos 20 mm) y se usan las tablas de la sección 7 para determinar el tamaño de la plancha, no será necesario realizar ningún cálculo adicional a los que ya hemos realizado para tener en cuenta la posible contracción de las planchas.
- Cuando las placas Makrolon® multi UV se cortan en dirección longitudinal (es decir, el corte es paralelo a la dirección de las cámaras), pueden quedar alveolos abiertos. Su profundidad de sujeción es de unos pocos mm, pero no afecta a la capacidad de carga de la plancha. Por motivos de seguridad, calcule siempre la profundidad de sujeción desde el primer alveolo cerrado.



Alveolo incompleto.



Trate de cortar cerca de las cámaras.



La impresión de tinta marca el lado de la plancha con protección UV.



Ubicación de las superficies

Una cara de las planchas Makrolon® multi UV está equipada con una capa de protección UV, que ha sido aplicada por coextrusión y está unida a la plancha de forma homogénea.

Importante: monte siempre las planchas con la cara UV hacia arriba o hacia afuera, es decir, en la dirección del sol. Estas caras UV vienen, de forma estándar, recubiertas con una lámina protectora transparente e impresa. La cara UV también se puede identificar mediante la impresión en el borde de la plancha realizada con impresora de tinta. Las planchas alveolares con protección UV en ambas caras se pueden instalar con independencia de la orientación de la cara.

Nuestro certificado de garantía solo es válido si las planchas se han montado correctamente.

Algunos tipos de planchas están disponibles con un recubrimiento «no drop» en la cara opuesta a la superficie con protección UV. Estas planchas alveolares se deben montar con el recubrimiento hacia el interior.

La capa funcional «no drop» está recubierta con una película protectora. Esta película se puede eliminar con agua limpia o desaparece por sí sola al cabo de un tiempo, por el efecto de la condensación en la plancha alveolar. La capa «no drop» no actuará totalmente hasta que la película de protección haya desaparecido por completo.

6.2 Detalles de diseño

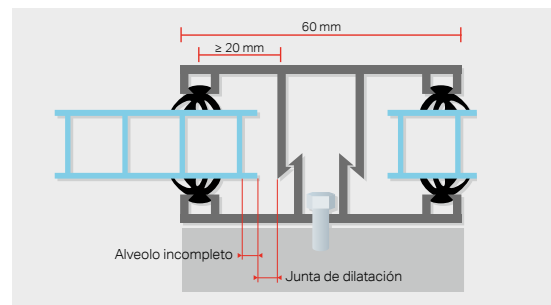
Perfiles

Existen muchos perfiles diferentes, desde perfiles individuales hasta completos sistemas de instalación modulares. Los perfiles de aluminio con caucho EPDM se utilizan, sobre todo, para las planchas multicapas. En la práctica, son posibles todos los diseños clásicos, siempre y cuando se tengan en cuenta las propiedades especiales del policarbonato.

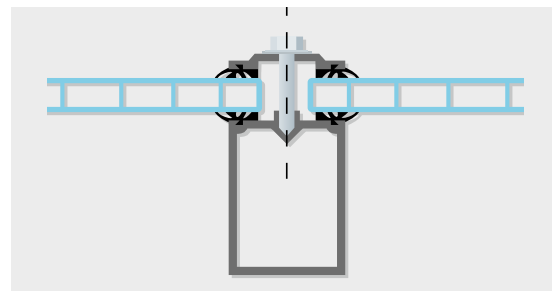
Para conseguir propiedades de carga óptimas, es importante que todos los bordes de las planchas estén suficientemente apretados con una profundidad de sujeción mínima de 20 mm.

Todas las juntas que vayan a utilizarse deben ser químicamente compatibles con el policarbonato (véase también la página 38), y se debe garantizar que no se aplique carga sobre las planchas durante la instalación. En todos los sistemas de instalación con Makrolon® multi UV se debe prestar atención a apretar suficientemente los perfiles. Esta presión se transmite a la plancha a través de la junta perfilada o de la junta de sellado. Se debe ajustar la presión de manera que se aplique uniformemente, para asegurar un sellado adecuado frente a los agentes atmosféricos. Demasiada presión afectará negativamente a la junta perfilada o a la junta de sellado. Puesto que la junta perfilada es la parte más blanda del sistema de montaje, una presión demasiado fuerte conducirá a un abombamiento o incluso a un desplazamiento del sistema, por lo que este dejará de ser estanco.

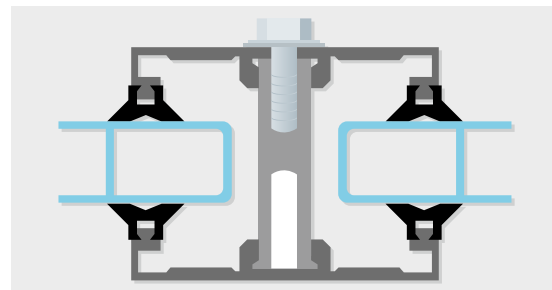
Se recomienda el uso de un anillo espaciador o de un sistema de perfiles cuya presión ya esté preestablecida.



Profundidad de sujeción.



Sistema de perfiles con una presión preestablecida.



Anillo espaciador.



Juntas/sellado

Para que las planchas Makrolon® multi UV se mantengan impermeables, el sellado utilizado en el sistema de acristalamiento debe ser elástico y permitir la expansión y la contracción previstas de la plancha. Para lograr la impermeabilidad, la junta de sellado debe tener la forma correcta y estar hecha del material adecuado.

El material con el que se haya fabricado la junta de sellado debe ser compatible con Makrolon®. Por lo general, los siguientes materiales son compatibles:

- EPDM;
- policloropreno;
- polietileno (PE);
- PTFE;
- neopreno;
- silicona;
- EPT.

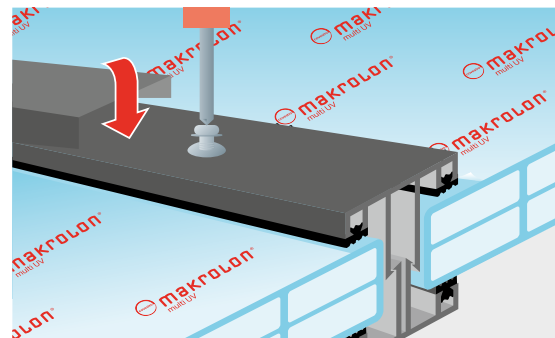
En la mayoría de los casos, los siguientes materiales no son compatibles:

- PVC;
- PVC/Nitrilo;
- poliuretano (PU).

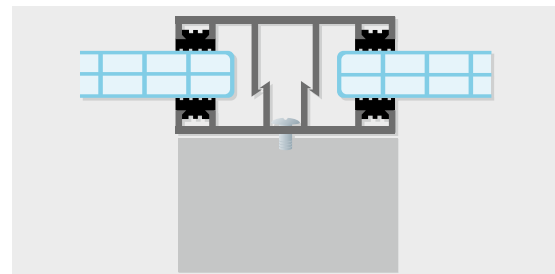
En general, se tiene que comprobar si las juntas son compatibles antes de utilizarlas en los sistemas de instalación de Makrolon®.

Debido al movimiento de expansión y contracción de la plancha, las juntas se tienen que unir mecánicamente al sistema de acristalamiento, puesto que en caso contrario se soltarían. La unión mediante pegado no es apropiada.

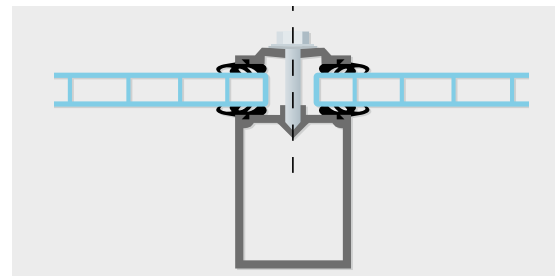
En todos los sistemas de acristalamiento de Makrolon® se debe prestar atención a apretar suficientemente los perfiles. Esta presión se transmite a la plancha a través de la junta perfilada o de la junta de sellado. Se debe ajustar de manera que se asegure un sellado adecuado frente a los agentes atmosféricos. Pero demasiada presión puede acortar la vida útil de la junta. Se recomienda el uso de un anillo espaciador o de un sistema de perfiles cuya presión ya esté preestablecida.



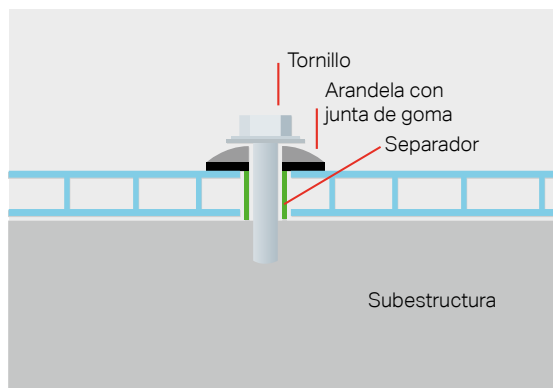
Adecuación de la presión de apriete a la plancha.



Sistemas usuales de perfiles y juntas.



Se debe evitar demasiada presión.



Tornillos de retención.

Sistemas de soporte adicionales

En algunas instalaciones, las planchas no están unidas a los bordes con grapas, sino que cuentan con un soporte adicional. Si, por ejemplo, se tiene que instalar un techo de 6 m y, según los cálculos, se requiere una distancia máxima entre soportes de 3 m, sería posible montar dos planchas de 3 m o una plancha de 6 m con una estructura de soporte adicional en el medio.

Hay que tener en cuenta que una carga de la plancha puede tener efectos en ambas direcciones. Una carga de nieve ejerce, normalmente, presión hacia abajo. El viento puede ejercer presión hacia abajo o hacia arriba, así como succión. Las estructuras de soporte adicionales deben ser eficaces en cualquier situación. Montar una correa adicional bajo la plancha no es suficiente.

Hay dos soluciones posibles:

1. Taladrar agujeros en la plancha y utilizar «tornillos» especiales para unir la plancha con la correa de debajo. Estos tornillos deben estar provistos de un sellado eficaz y tener una forma que evite el apriete excesivo para que la plancha no se deforme.

Hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Los tornillos de retención solo se pueden utilizar para las aplicaciones de acristalamiento; en otros casos no es posible un buen sellado.
- El orificio de la plancha debe estar sobredimensionado, de manera que permita una expansión de la plancha (3 mm/m longitud de la plancha).
- El orificio debe estar alejado del borde de la plancha 50 mm como mínimo.

- Al realizar los agujeros en el elemento de soporte de debajo de la plancha, se crean virutas que pueden quedarse en el interior de la plancha. Si estas virutas son de acero, se pueden oxidar y causar manchas de óxido en la plancha.

En general, solo se recomiendan tornillos de retención cuando no sea necesario un aspecto óptico perfecto.

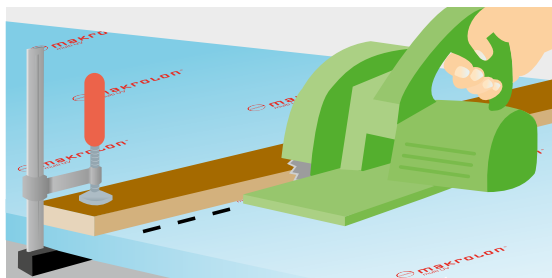
2. Utilizar las estructuras requeridas para apretar la plancha contra la estructura de soporte subyacente, estructuras que forman parte del armazón de soporte de carga y que deben ser diseñadas por un ingeniero estructural cualificado.

En este caso, las siguientes directrices podrían ser de interés para el ingeniero estructural:

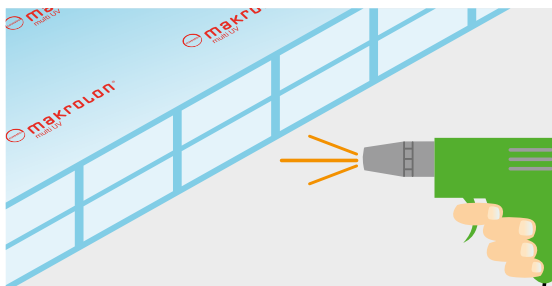
- Es importante insertar un material plástico adecuado entre la plancha y el elemento prensante para evitar el contacto directo entre el policarbonato y el acero.
- La forma y las dimensiones de estos elementos accesorios no deben impedir el drenaje del agua de lluvia.

Dado que esta segunda solución es más difícil de realizar, solo se suele emplear en proyectos especiales.

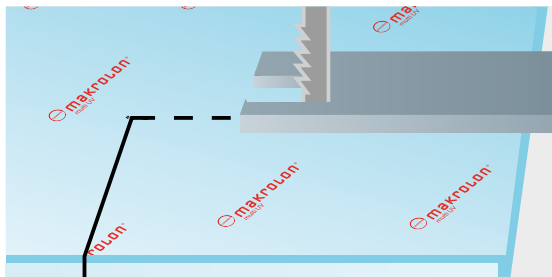




Al cortar, utilice siempre un carril de guía.



Quite las virutas después del corte.



Utilice una sierra de calar sin movimiento pendular para cortar curvas y huecos.

6.3 Preparación de la instalación

Corte

Las planchas Makrolon® multi UV se pueden cortar fácilmente con un cuchillo afilado.

Las planchas con una estructura compacta o con una capa externa gruesa se pueden cortar con sierras de mano de dientes finos, sierras circulares, sierras de cinta u otras sierras. Hay que asegurarse de que la sierra sea nueva y tenga la hoja afilada.

En particular, se deben seguir las siguientes recomendaciones:

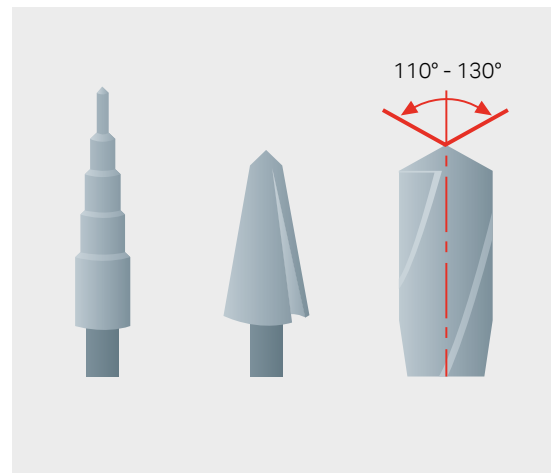
- no quitar la lámina protectora de la plancha durante el serrado, siempre que sea posible;
- marcar el corte deseado solo con un lápiz blando;
- trabajar con un tope o con un carril de guía;
- asegurarse de que la plancha se apoya con firmeza;
- trabajar a una velocidad de corte de 50 m/s con alimentación continua;
- utilizar sierras de calar sin movimiento pendular para cortar curvas y huecos;
- eliminar las virutas por aspiración o por soplado con aire comprimido libre de aceite;
- cumplir las normas de seguridad;
- utilizar hojas cortas y duras, cuando se realice el corte con un cuchillo.

Perforación

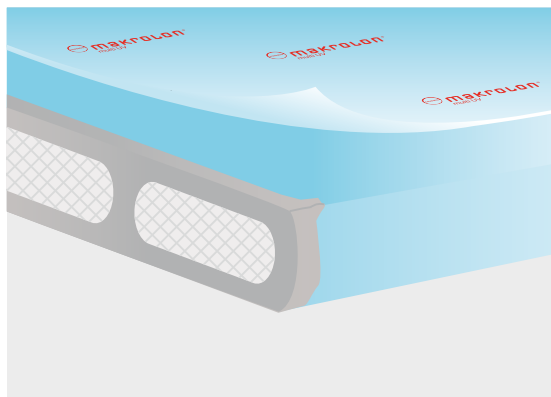
Para taladrar orificios en las planchas Makrolon® multi UV, se pueden utilizar brocas de metal.

Para un resultado óptimo, siga las recomendaciones a continuación:

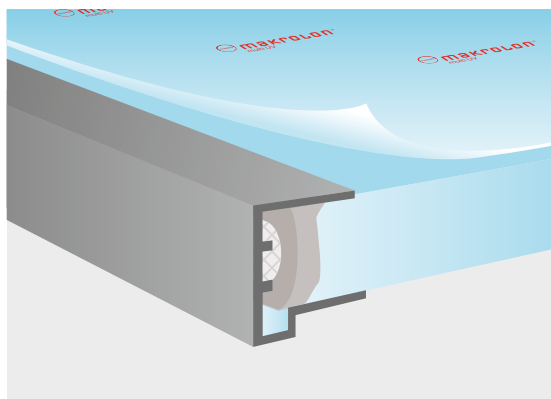
- utilizar brocas para chapa, como las que se utilizan para el trabajo con hojalata;
- asegurarse de que la plancha se apoya con firmeza;
- tratar de conseguir orificios con bordes limpios;
- trabajar con una presión moderada para evitar grietas al perforar la plancha;
- trabajar siempre con brocas afiladas.



Brocas usuales.



Sellado de la parte inferior con cinta porosa.



Perfil terminal de aluminio.

Sellado de los bordes abiertos de las planchas

Los bordes abiertos de las planchas alveolares multicapa Makrolon® multi UV salen de fábrica provistos de una cinta protectora para los fines de transporte y almacenamiento. Para la instalación permanente, se recomienda retirar esta cinta de transporte y sellar las planchas con una cinta resistente a los agentes atmosféricos, como por ejemplo, cinta de aluminio. Utilice solo productos adecuados.

Hay una regla simple, pero muy importante, para el sellado de los bordes abiertos de la plancha: lo más compacto posible por la parte superior y tan compacto como sea necesario por la parte inferior.

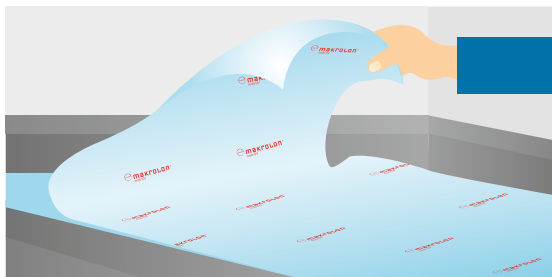
Con el fin de ventilar las cámaras y para mantener las esporas a distancia, se recomienda el uso de cinta de ventilación con aberturas de unas 50 μ en la parte inferior y cinta adhesiva (de aluminio) impermeable en la parte superior. Después del sellado, coloque un perfil de sujeción de aluminio en ambos bordes. De este modo, se evita la penetración de la mayor parte de la suciedad, los insectos y el agua, pero se mantiene el interior de la plancha ventilado para que el vapor de agua pueda evaporarse o escurrirse.

La cinta en sí debe tener una buena resistencia a los agentes atmosféricos y al desgarro y debe mantenerse bien pegada y no perder su resistencia mecánica, ni siquiera después de mucho tiempo. Para que no se dañe la cinta, antes de colocarla hay que asegurarse de que todos los bordes de las planchas están lisos y redondeados. Puede encontrar cintas adhesivas para las planchas Makrolon® multi UV en la mayoría de los comercios e instaladores especializados.

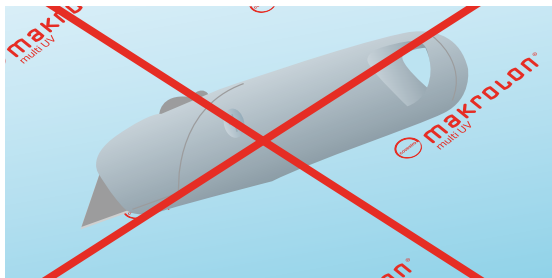
Dado que los plásticos son permeables al vapor de agua, también puede aparecer condensación en elementos instalados, como las planchas alveolares multicapa Makrolon®. Por lo tanto, es importante montar las planchas Makrolon® multi UV siempre con las cámaras en pendiente para que el agua de condensación pueda escurrirse.

Cuando las planchas se ensamblan en perfiles montados, es importante asegurarse de que la cinta no esté dañada y de que los perfiles cubran por completo la cinta. Reemplace la cinta dañada si es necesario.

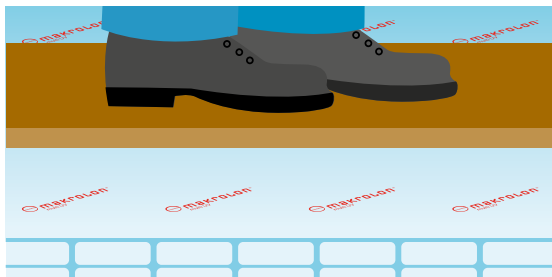




Retire la lámina protectora inmediatamente después del montaje.



No corte nunca la lámina protectora de la plancha con herramientas afiladas.



No transite nunca directamente sobre las planchas.

Retirada de la lámina protectora

Durante el transporte, el almacenamiento y el montaje, las superficies de las planchas Makrolon® multi UV están provistas de una lámina protectora autoadhesiva de polietileno. Esta lámina no llega a los bordes de la plancha. Por ello, es posible la instalación sin quitar la lámina protectora de la plancha. Después del montaje, se puede retirar la lámina.

En general, todas las láminas se deben quitar inmediatamente después del montaje, especialmente cuando las planchas están expuestas a los agentes atmosféricos; de lo contrario, se pueden volver frágiles o pegarse demasiado. Si esto sucede, ya no se podrá quitar la lámina correctamente y, entonces, no se descarta que puedan dañarse las planchas.

Seguridad

Con Makrolon® multi UV, las cubiertas de techo no son transitables.

En caso de tener que moverse sobre un tejado, camine solo sobre los elementos de apoyo. No camine nunca sobre estructuras construidas con planchas Makrolon® multi UV sin tales elementos de apoyo.

Consejo: utilice tabloncillos propios de seguridad, plataformas fijas o elementos similares cuando se coloque o se limpie un tejado, y observe las normas de seguridad pertinentes. Durante el trabajo, preste atención a no dañar las planchas ni su superficie.

6.4 Notas importantes

El efecto de la condensación

En la atmósfera que nos rodea siempre hay una humedad natural, conocida como humedad relativa (RH). Se define como el valor, expresado en un porcentaje, de la relación entre el contenido de vapor de agua en la atmósfera de un lugar específico y el contenido de vapor de agua máximo posible, sin condensación, de la atmósfera en ese mismo lugar.

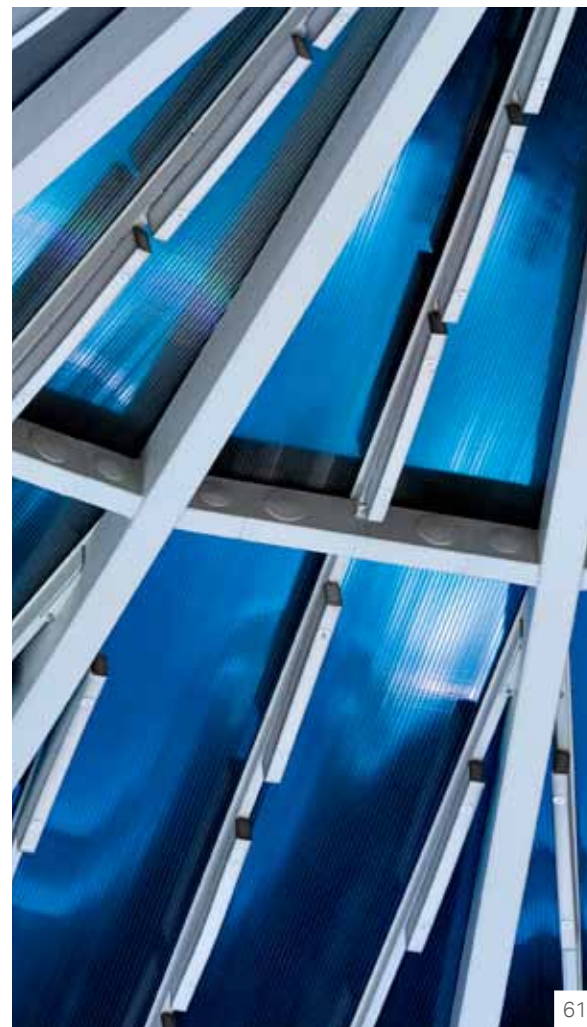
Cuando la temperatura desciende, el aire contiene menos vapor de agua; de ahí que el valor de la humedad relativa no solo dependa del contenido de vapor de agua, sino también de la temperatura.

Cuando el aire con vapor de agua se sobresatura (lo que también se conoce como punto de rocío), este vapor se condensa y se forman las gotas líquidas. Un ejemplo típico es el rocío que se forma en praderas y jardines en ciertas épocas del año, por la noche, cuando la temperatura desciende.

La condensación puede afectar de dos maneras a las planchas Makrolon® multi UV:

1. En las cámaras huecas.

El policarbonato tiene una cierta permeabilidad al vapor de agua y siempre hay aire húmedo con diferentes porcentajes de humedad relativa (RH) en las cámaras huecas. Siempre que la temperatura en las cámaras huecas desciende por debajo del punto de rocío, el aire húmedo se condensa y se forman gotas de agua. Este efecto debe tenerse en cuenta al elegir la dirección correcta de las cámaras y el método adecuado de sellado de los bordes de la plancha.





Una condensación excesiva es causada, en muchos casos, por la entrada de agua de lluvia o por la obstrucción de los canales de condensación en el terminal de la parte frontal. Para evitar esto, la instalación se debe llevar a cabo correctamente y de acuerdo con nuestras directrices. Se debe prestar una atención especial a la esmerada instalación de los terminales de la parte frontal.

2. En la superficie interior de la plancha.

Siempre que las condiciones microclimáticas de la superficie interior de la plancha (la temperatura local de la plancha y la humedad relativa del aire ambiente) llegan al punto de rocío, se produce la condensación en su superficie.

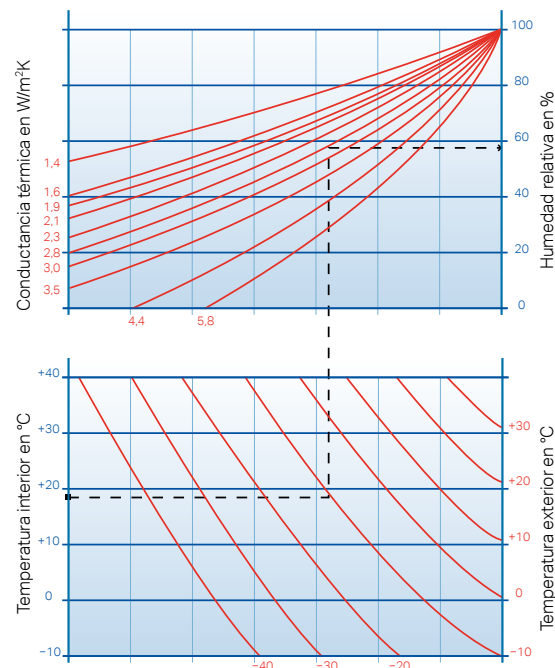
Las gotas de agua en la superficie interior de la plancha pueden tener diferentes consecuencias: reducir la transmisión de luz, daños en los cultivos por las gotas que caen, formación de charcos en el suelo, etc.

Estas cosas suceden típicamente en invernaderos o cubiertas de piscinas. Pero se pueden prever, tener en cuenta y evitar mediante un revestimiento «no drop».

Consultando el gráfico de la página siguiente se puede conocer, en función del valor U de la plancha, qué temperaturas (tanto en el interior como en el exterior del edificio) y qué humedad (en el interior del edificio) causan condensación. Las planchas con un aislamiento alto (valor U inferior) tienen una temperatura más elevada en su superficie interior y reaccionan de forma menos sensible a la humedad relativa sin el efecto de la condensación. Pero no siempre puede evitarse la condensación, sobre todo en los países más fríos.

Explicación del gráfico:

1. Localizar en el gráfico inferior el punto en el que se cruza la curva de la temperatura exterior con la línea horizontal de la temperatura interior (en este ejemplo: una temperatura interior de 18 °C y una temperatura exterior de -10 °C).
2. Trazar desde este punto una línea vertical hasta el gráfico superior.
3. Determinar el valor U del acristalamiento, en el gráfico antes citado (ejemplo: 2,8 W/m²K para Makrolon® multi UV 2/16-30).
4. A la derecha del punto en el que la línea vertical trazada se cruza con la línea para el valor U se muestra el punto de rocío (en este ejemplo: se formará condensación en el acristalamiento con una humedad relativa del 55 %).



Determinación del punto de rocío de una instalación.



Dirección de la cámara

Makrolon® es permeable al vapor de agua. Esto significa que una pequeña cantidad de agua puede penetrar en las cámaras huecas, a través de las superficies de la plancha. Este efecto puede conducir, a su vez, a la condensación en el interior de la plancha (véase la sección anterior).

Por lo tanto, se recomienda lo siguiente:

- No instalar nunca las planchas Makrolon® multi UV con las cavidades en posición plana. Las planchas deben tener una inclinación en la dirección de la cámara que permita la salida de la condensación que pudiera formarse. Se recomienda un ángulo mínimo de 5° (= 90 mm/m).
- Por el mismo motivo, en una instalación vertical se deben montar las planchas con las cámaras también en posición vertical.

El incumplimiento de estas recomendaciones podría dar lugar a una acumulación de vapor de agua en el interior de la plancha, dando lugar a la formación de musgo o moho.

Por supuesto, esto no sucede en las instalaciones interiores, en las que no hay diferencias de temperatura. En estos casos, las planchas Makrolon® multi UV se pueden montar con las cámaras en posición horizontal.

Limpieza

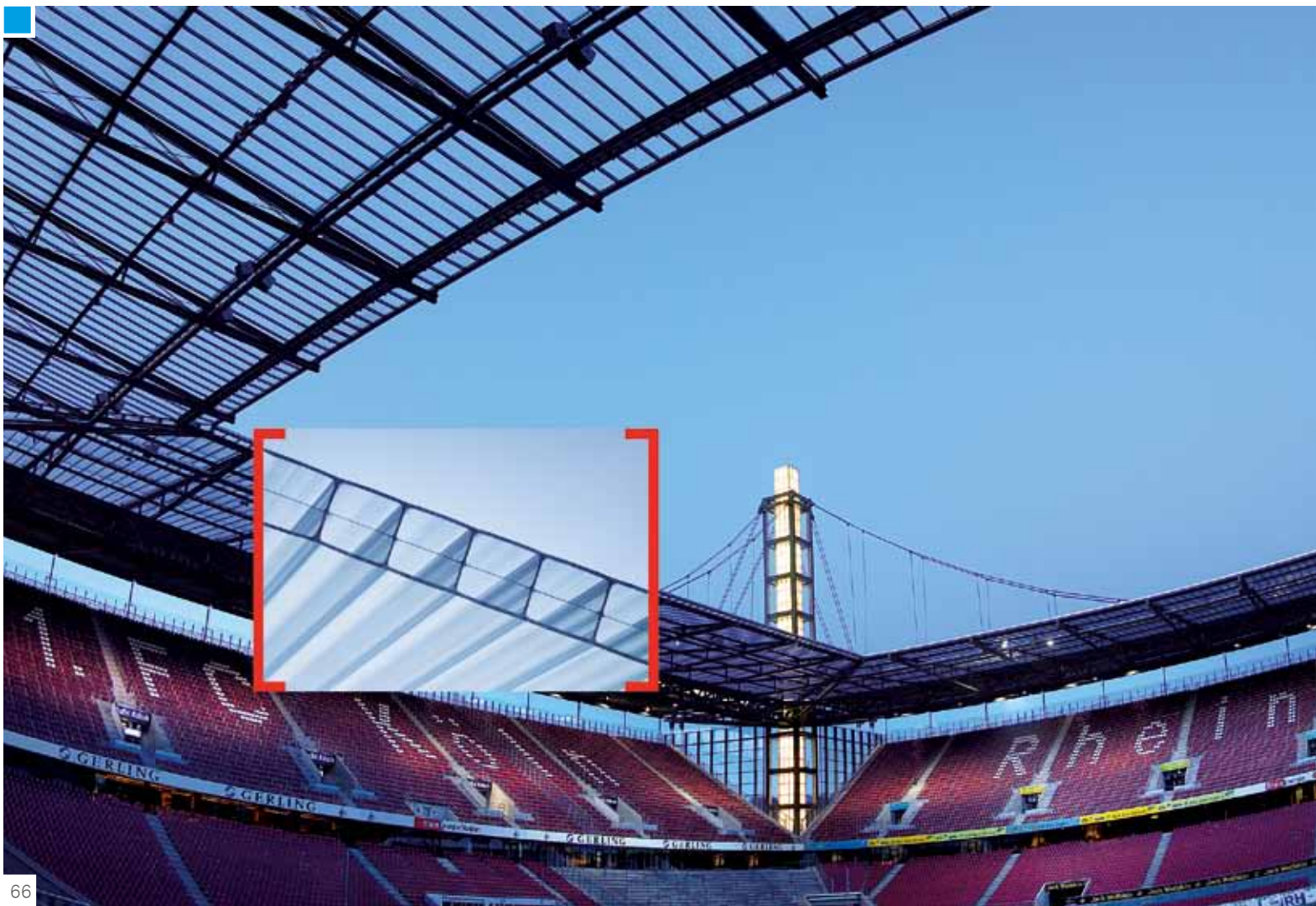
Las planchas Makrolon® se pueden limpiar con una esponja limpia y suave y agua tibia con un jabón suave o un detergente ligeramente ácido o neutro. Aclare después con abundante agua limpia y seque con una gamuza o con una esponja húmeda.

Antes del secado, se pueden eliminar fácilmente las salpicaduras recientes de pintura, la grasa, los depósitos de suciedad en el acristalamiento, etc., con alcohol etílico o bencina y un paño suave. Luego, limpie a fondo con agua como se ha descrito anteriormente y enjuague.

Las superficies más grandes se pueden limpiar con una hidrolimpiadora de alta presión o con una limpiadora de vapor de alta presión (máx. 80 °C). Mueva el chorro de agua constantemente para evitar un impacto prolongado sobre el mismo punto de la superficie.

Observación: los detergentes y disolventes que se recomiendan generalmente para policarbonato no siempre son compatibles con la superficie de protección UV de las planchas Makrolon®.





■ 7. ESTÁTICA

Cuando se utiliza Makrolon® multi UV en techos o paredes, las fuerzas ocasionadas por el viento y la nieve se tendrán que compensar con una subestructura adecuada. Recomendamos obtener la distancia entre soportes en función la carga de los gráficos del apéndice.

Para aplicaciones planas y de bóveda de cañón, la resistencia (condición límite de la capacidad de carga) de nuestras planchas Makrolon® multi UV se ha determinado mediante ensayos prácticos de conformidad con la directiva ETAG 10 (guía para el documento de idoneidad técnica europeo sobre «sistemas de cubiertas translúcidas autoportantes», en vigor desde septiembre de 2002).



Todos los cálculos se basan en vastos ensayos en sistemas reales.



Las cargas se aplican como cargas lineales distribuidas uniformemente, es decir, los elementos de carga actúan verticalmente sobre la plancha, tanto como carga de presión como de tracción.

Estos valores son valores de orientación, que se determinaron en ensayos muy diversos con sistemas reales, llevados a cabo por un organismo reconocido de pruebas, inspección y certificación de la construcción. En relación con estos valores, se deben respetar valores de seguridad adecuados, que son evaluados en cada caso particular.

Los valores publicados se calcularon con un factor de seguridad adecuado. La información no pretende sustituir las certificaciones emitidas por el organismo de supervisión de la construcción del país específico.

Cada tipo de plancha ha sido ampliamente probado mediante ensayos reales para determinar la capacidad de carga. Los datos que publicamos se basan en estos ensayos y no solo en modelos de cálculo puramente matemáticos, como suele ser el caso de otros fabricantes.

7.1 Aplicaciones planas

Características de capacidad de carga

Los valores característicos de la resistencia de los componentes se determinaron en un sistema desfavorable, es decir, las planchas no estaban fijadas, sino que estaban sueltas en un ensayo real (giro libre). Las curvas muestran la capacidad de carga de las planchas Makrolon® multi UV (colocada en todos los lados, con una profundidad de sujeción de 20 mm) en función de la carga sobre la distancia entre soportes con la anchura de la plancha como parámetro.

La experiencia muestra que, en general, basta un factor de seguridad de 1,3 con respecto a los valores de resistencia medidos. Este factor de seguridad está incorporado en los gráficos.

Si la profundidad de sujeción es menor, las distancias entre soportes se deberían reducir de acuerdo con la respectiva carga.

Si se utilizan perfiles suficientemente estables, la carga admisible aumenta en un factor de 1,2.

Para cargas solo de viento (carga en un tiempo breve) se puede aumentar la carga en un factor de 1,1.





Explicación del gráfico:

1. Seleccionar el tipo de plancha.
2. Para una determinada carga, en la coordenada «x» figura la distancia entre soportes, dependiendo de la anchura de la plancha.
3. Si la distancia entre soportes es demasiado pequeña, en su lugar, utilice planchas con mayor capacidad de carga o con una anchura menor.

Ejemplo: (véase el gráfico en la página siguiente)

Tipo de plancha: Makrolon® multi UV 2/6-6 (plancha alveolar doble de 6 mm)

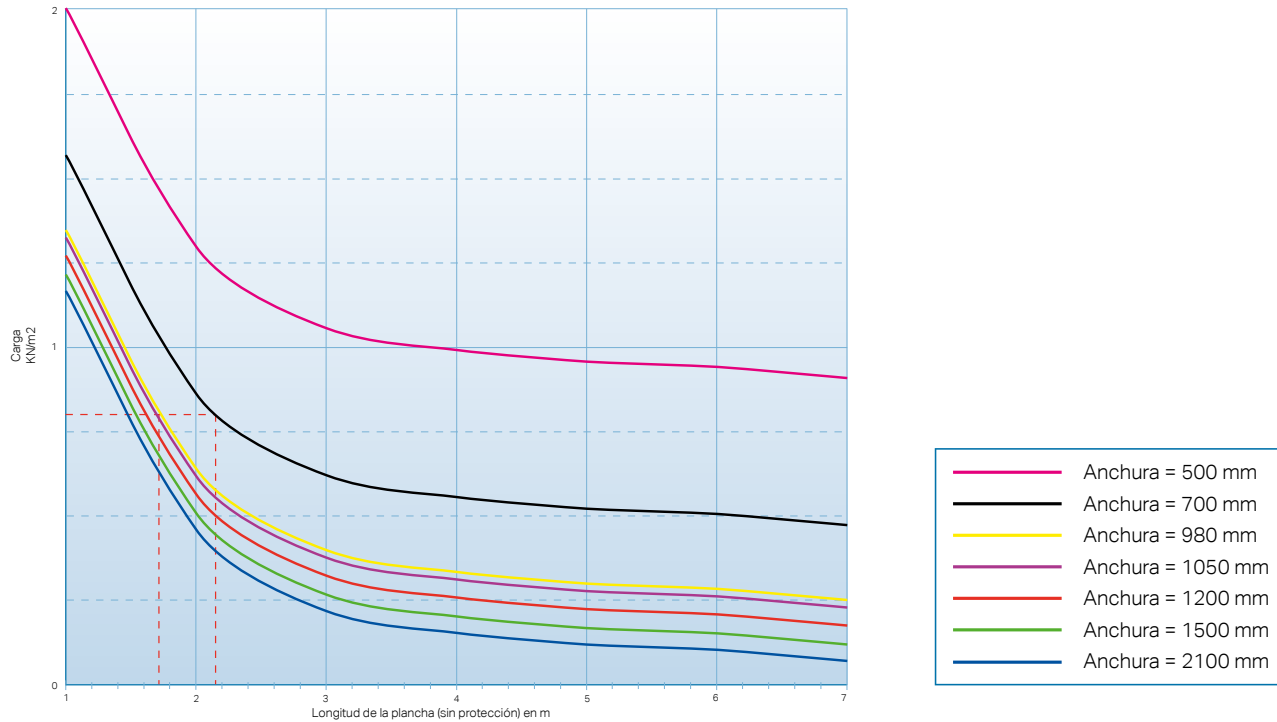
Carga de viento prevista: 800 N/m^2 ($= 0,8 \text{ kN/m}^2$)

Si se instala la plancha con una anchura de 700 mm, puede haber una distancia entre soportes (longitud) de 2150 mm.

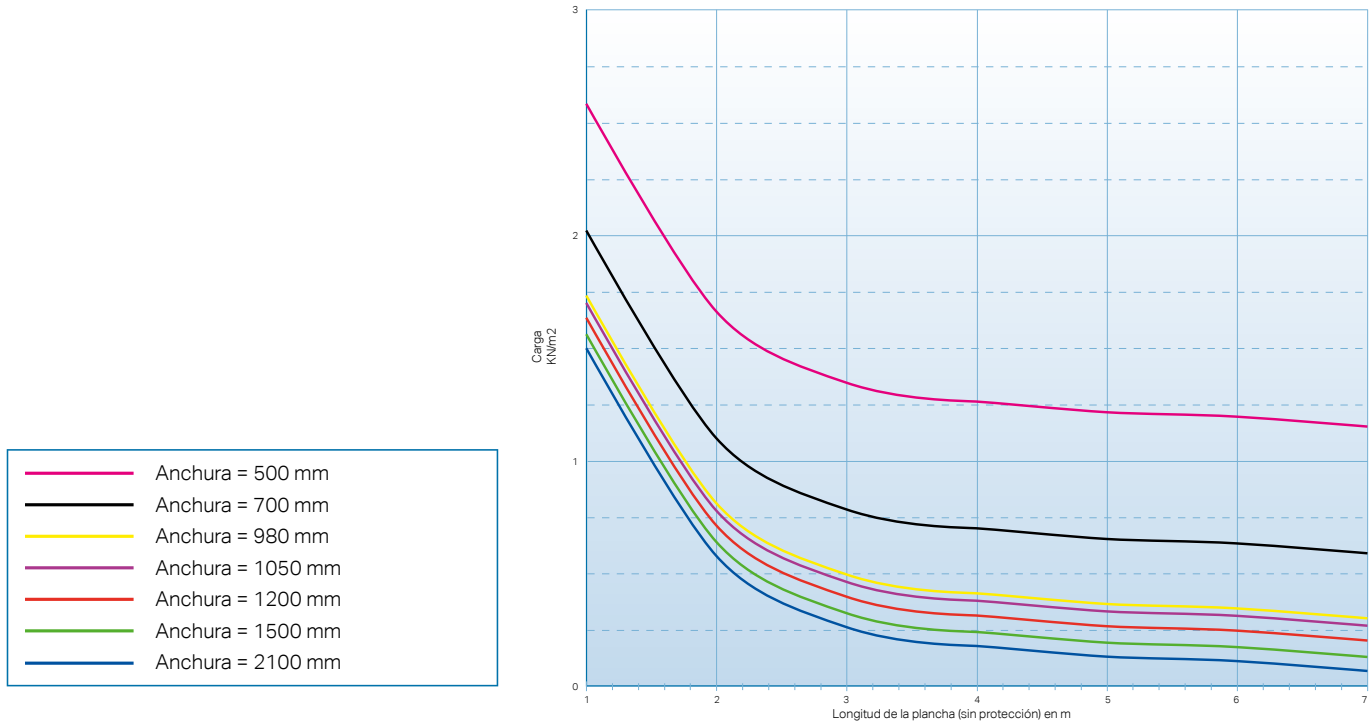
Si se instala la plancha con una anchura de 1050 mm, es posible una distancia entre soportes (longitud) de 1650 mm.

Para la realización de los cálculos de capacidad de carga de acristalamiento curvo póngase en contacto con nuestro servicio técnico.

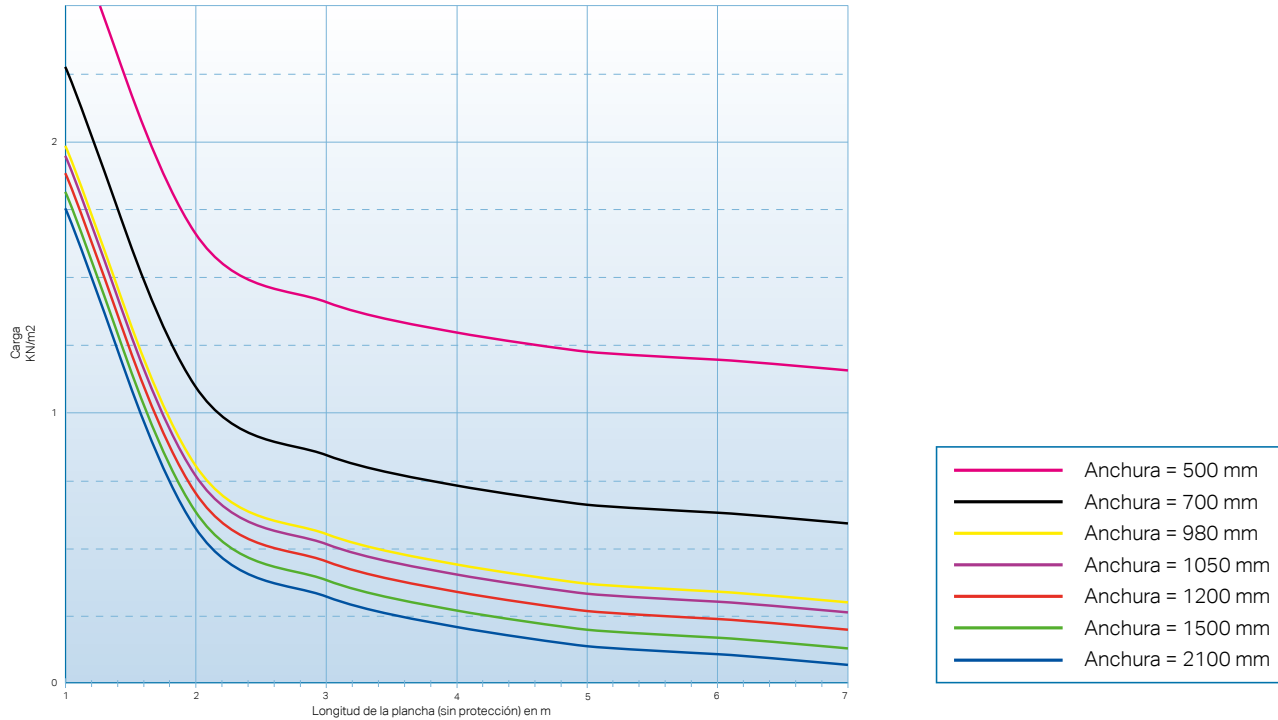
Variación de la capacidad de carga del acristalamiento plano Makrolon® multi UV 2/6-8



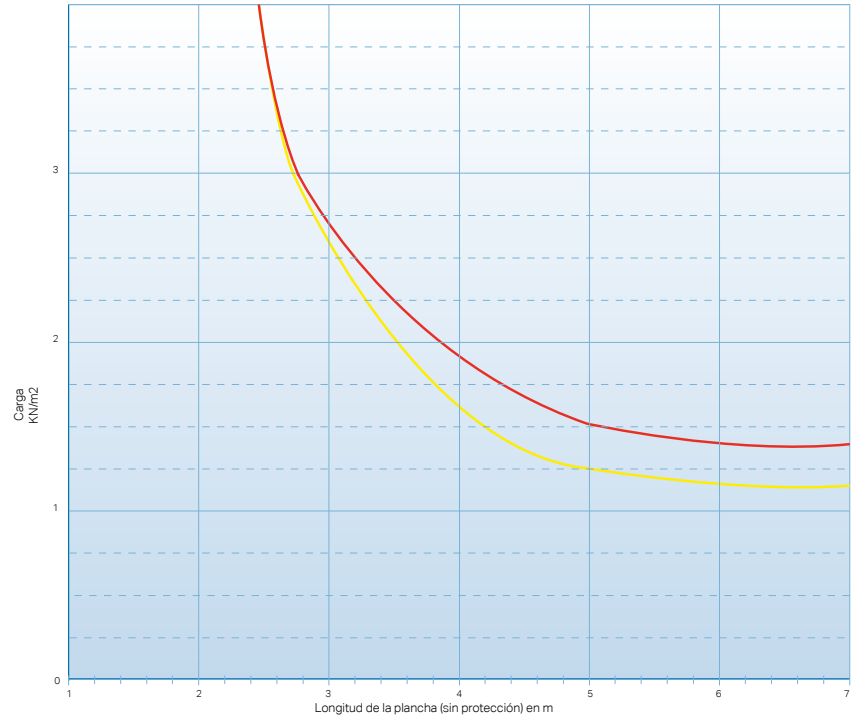
Variación de la capacidad de carga del acristalamiento plano Makrolon® multi UV 2/8 -10.5



Variación de la capacidad de carga del acristalamiento plano Makrolon® multi UV 2/10-10.5

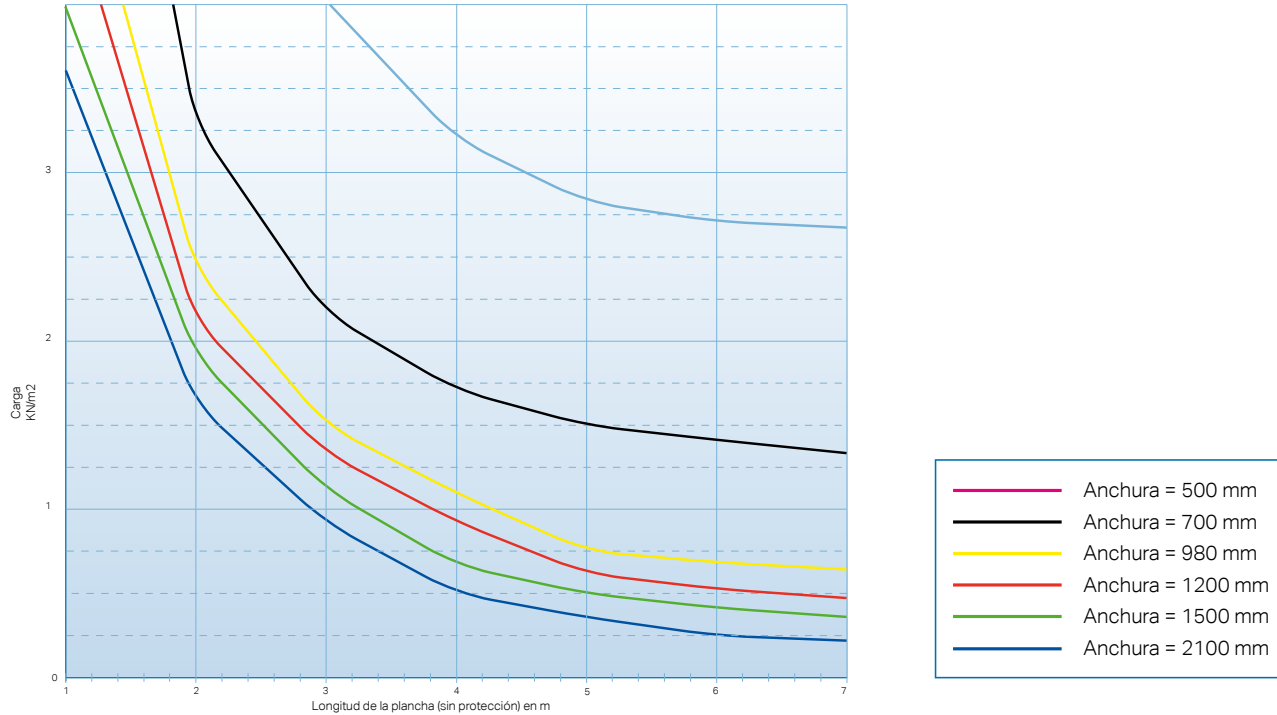


Variación de la capacidad de carga del acristalamiento plano Makrolon® multi UV 2/16-30

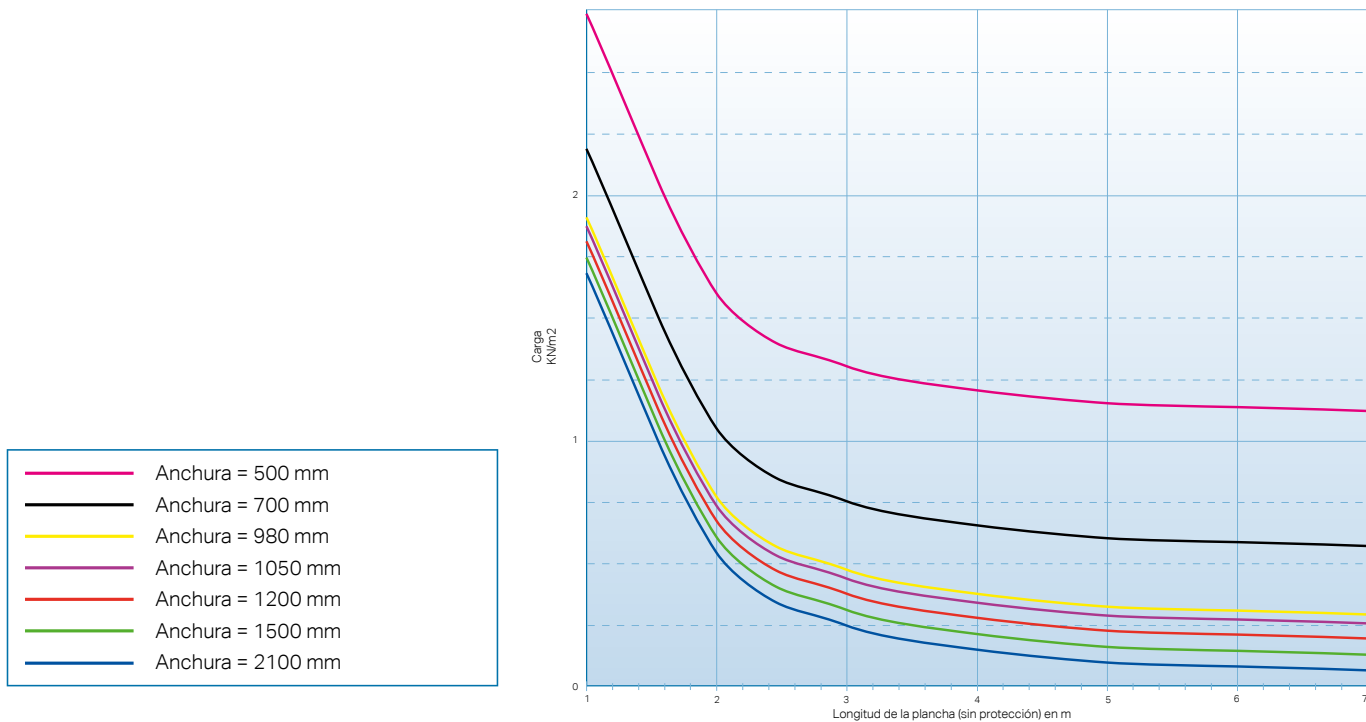


— Anchura = 980 mm
— Anchura = 1200 mm

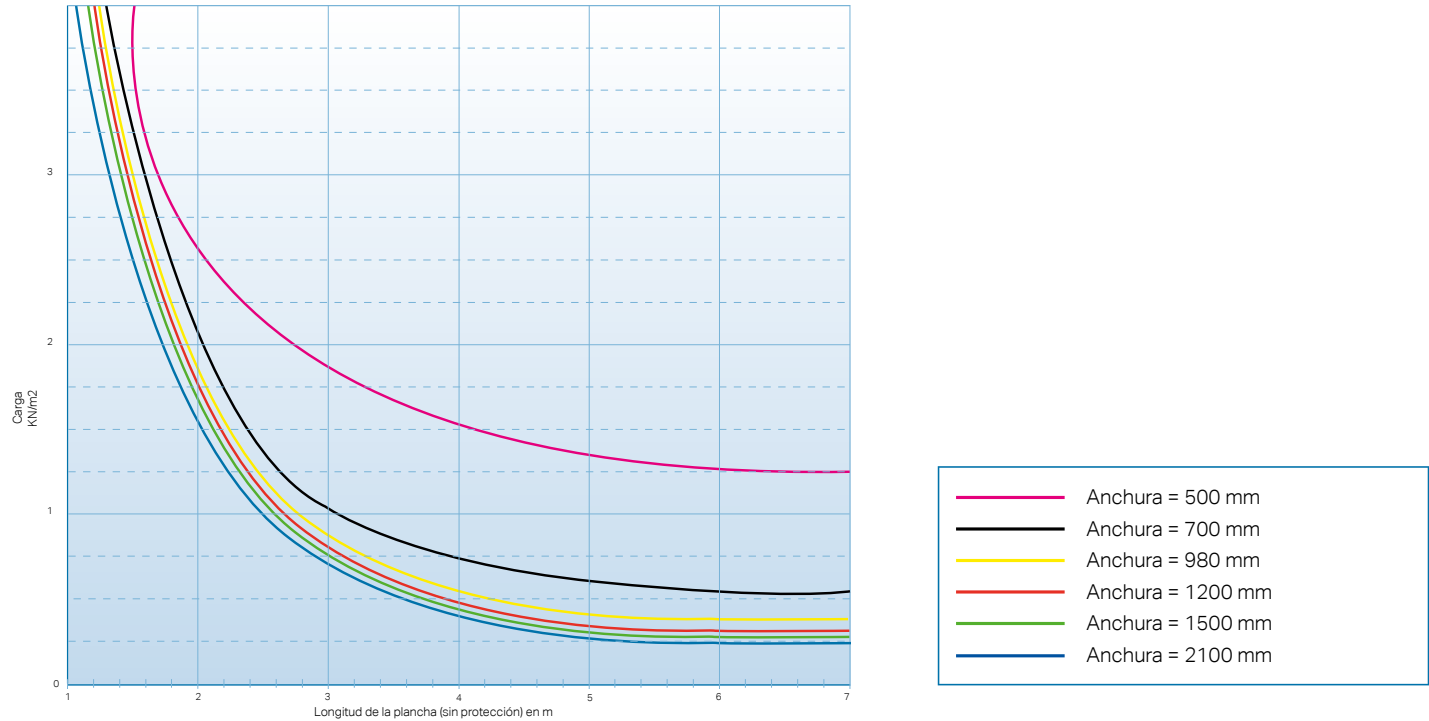
Variación de la capacidad de carga del acristalamiento plano Makrolon® multi UV 3/16-20



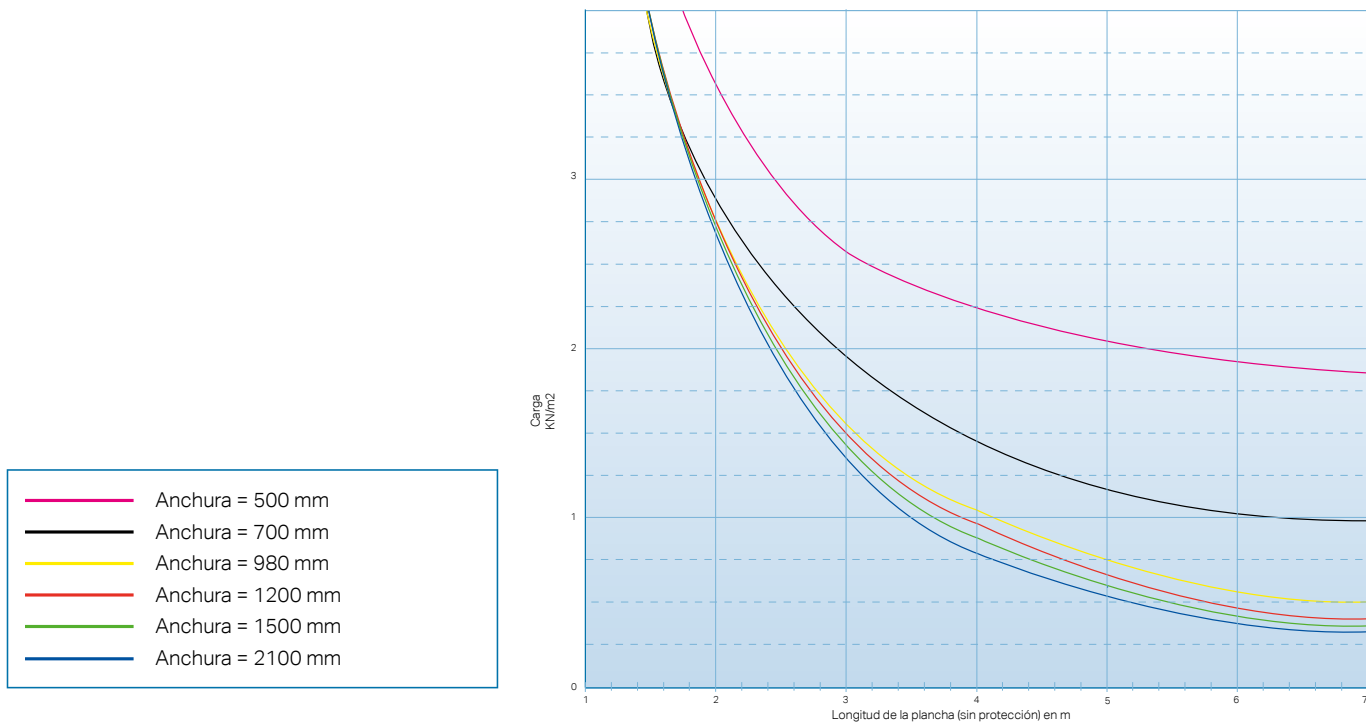
Variación de la capacidad de carga del acristalamiento plano Makrolon® multi UV 4/10-6



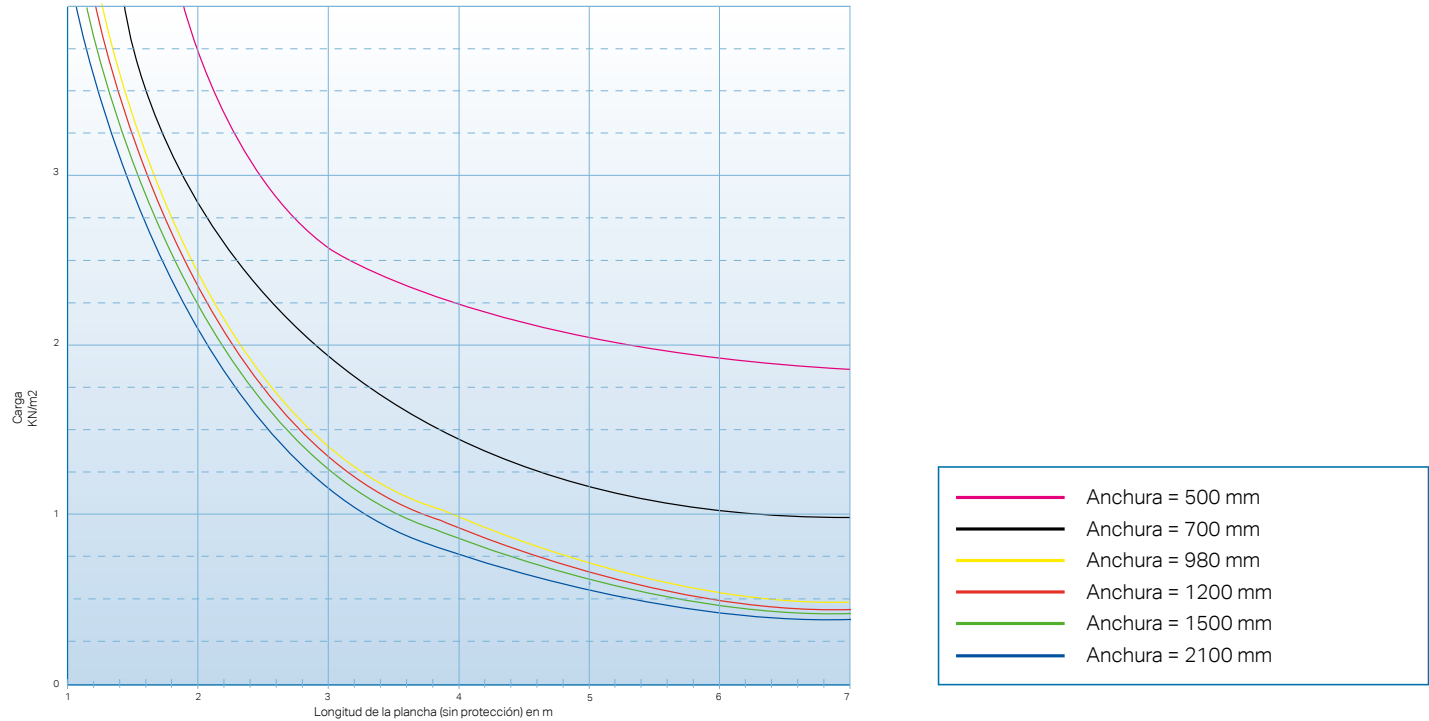
Variación de la capacidad de carga del acristalamiento plano Makrolon® multi UV 5X/16-25 BF



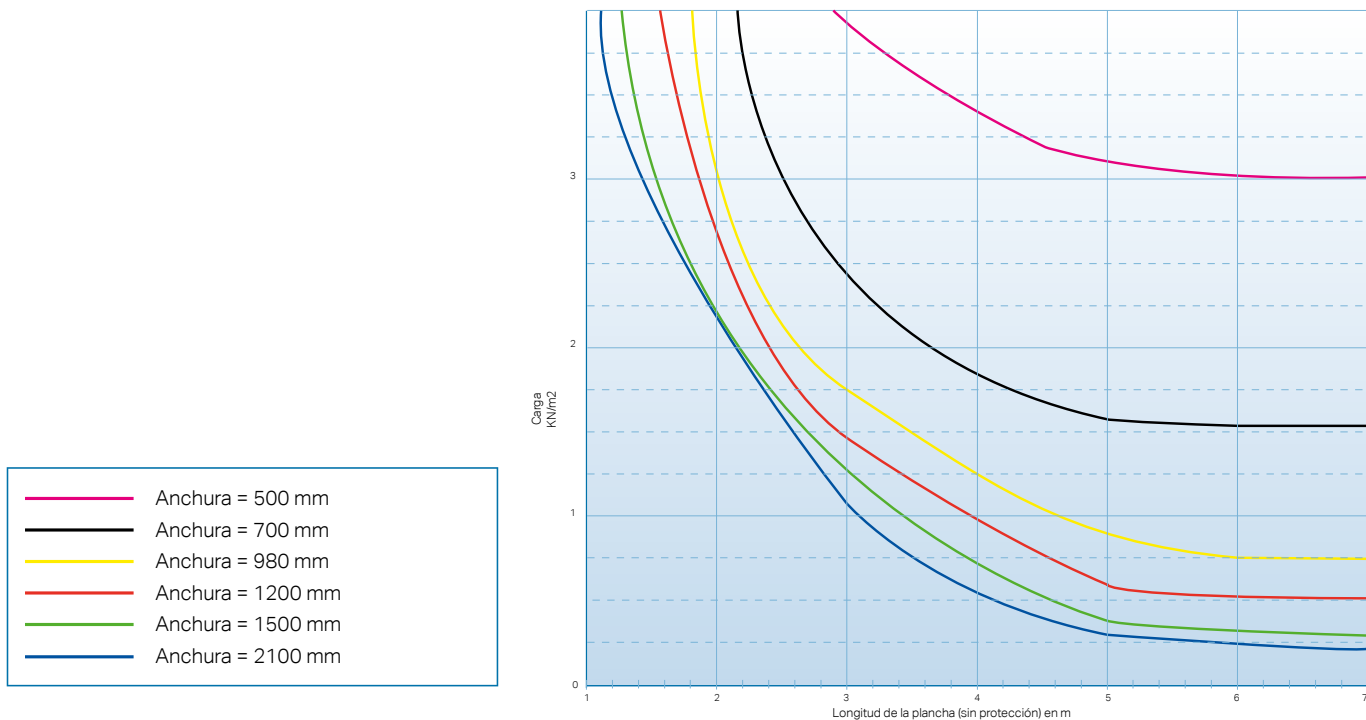
Variación de la capacidad de carga del acristalamiento plano Makrolon® multi UV 5X/16-25



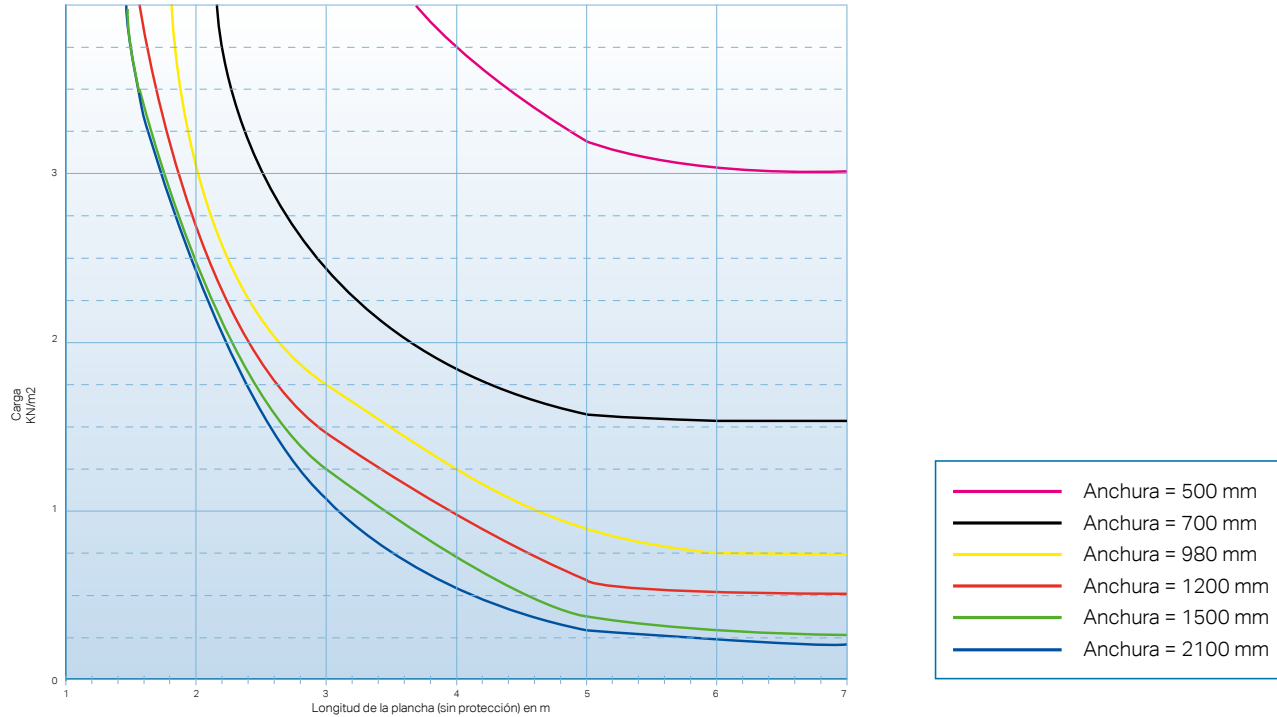
Variación de la capacidad de carga del acristalamiento plano Makrolon® multi UV 5X/16-25 ES



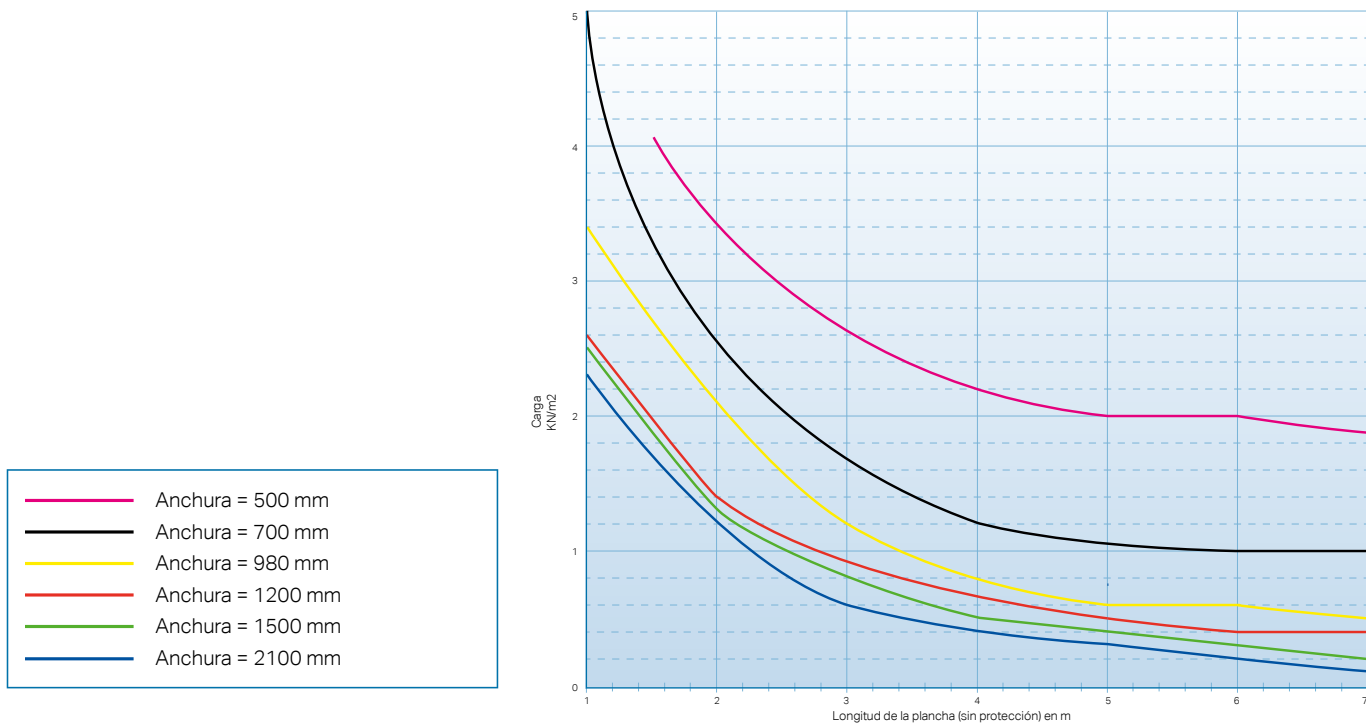
Variación de la capacidad de carga del acristalamiento plano Makrolon® multi UV 5M/25-20



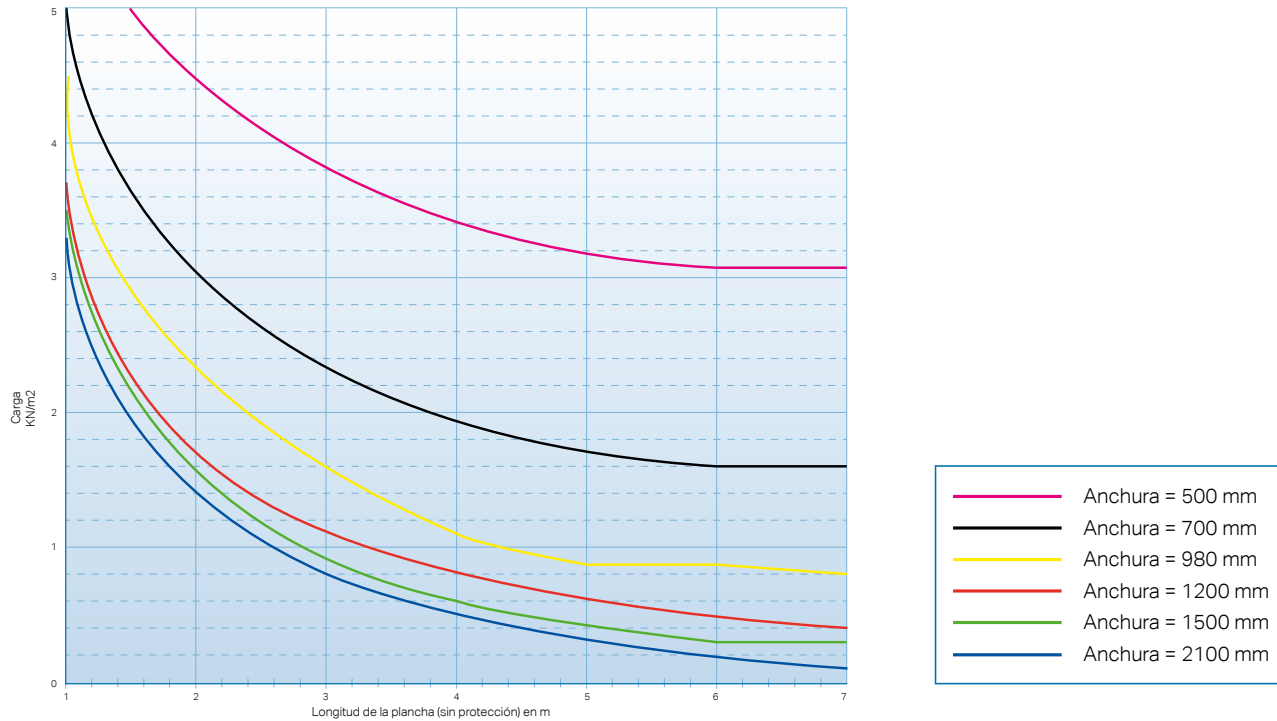
Variación de la capacidad de carga del acristalamiento plano Makrolon® multi UV 5M/32-20



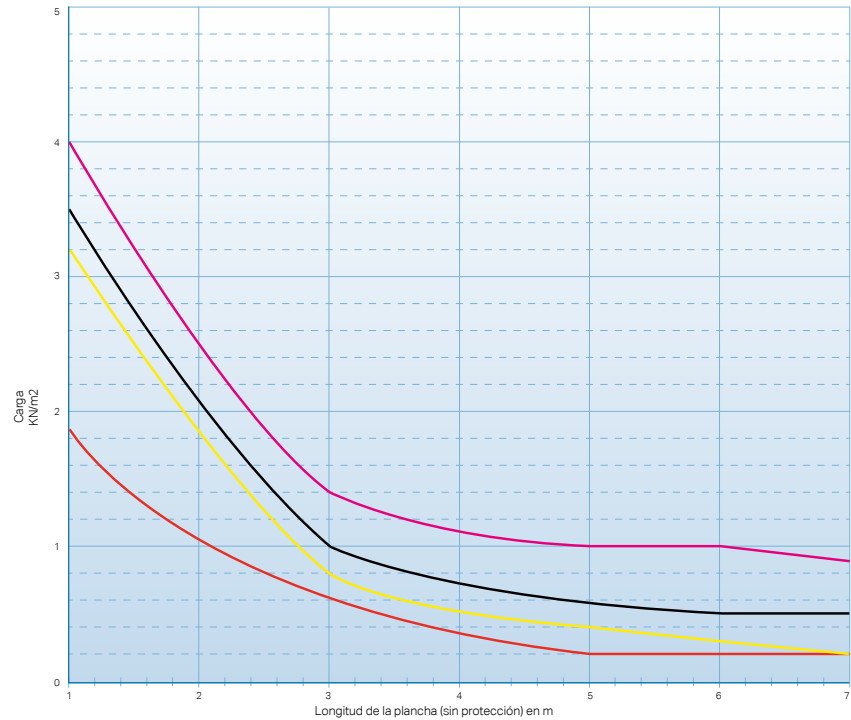
Variación de la capacidad de carga del acristalamiento plano Makrolon® multi UV 7/16-14



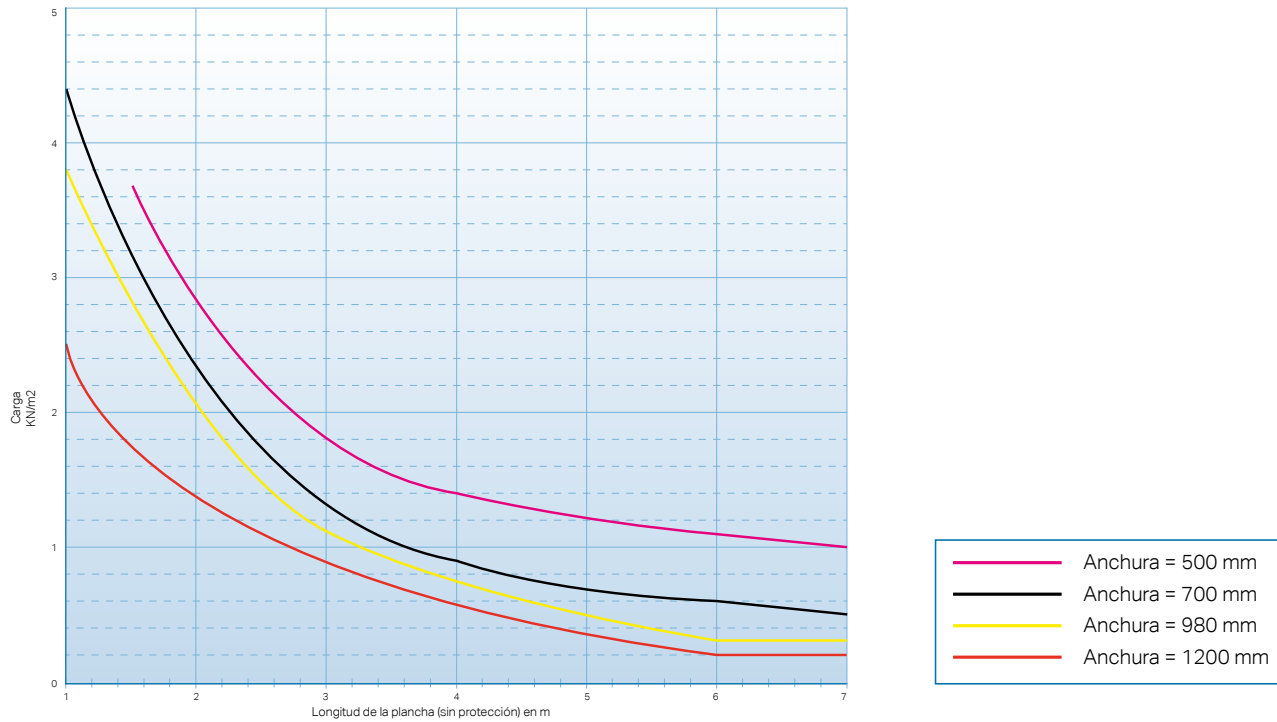
Variación de la capacidad de carga del acristalamiento plano Makrolon® multi UV 7/20-14



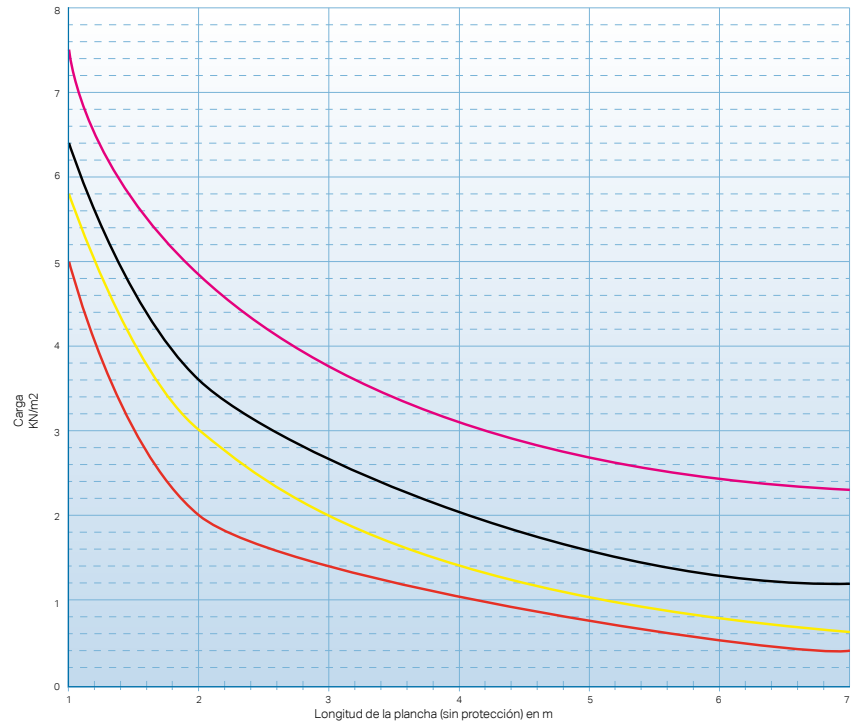
Variación de la capacidad de carga del acristalamiento plano Makrolon® multi UV 7M/16-28



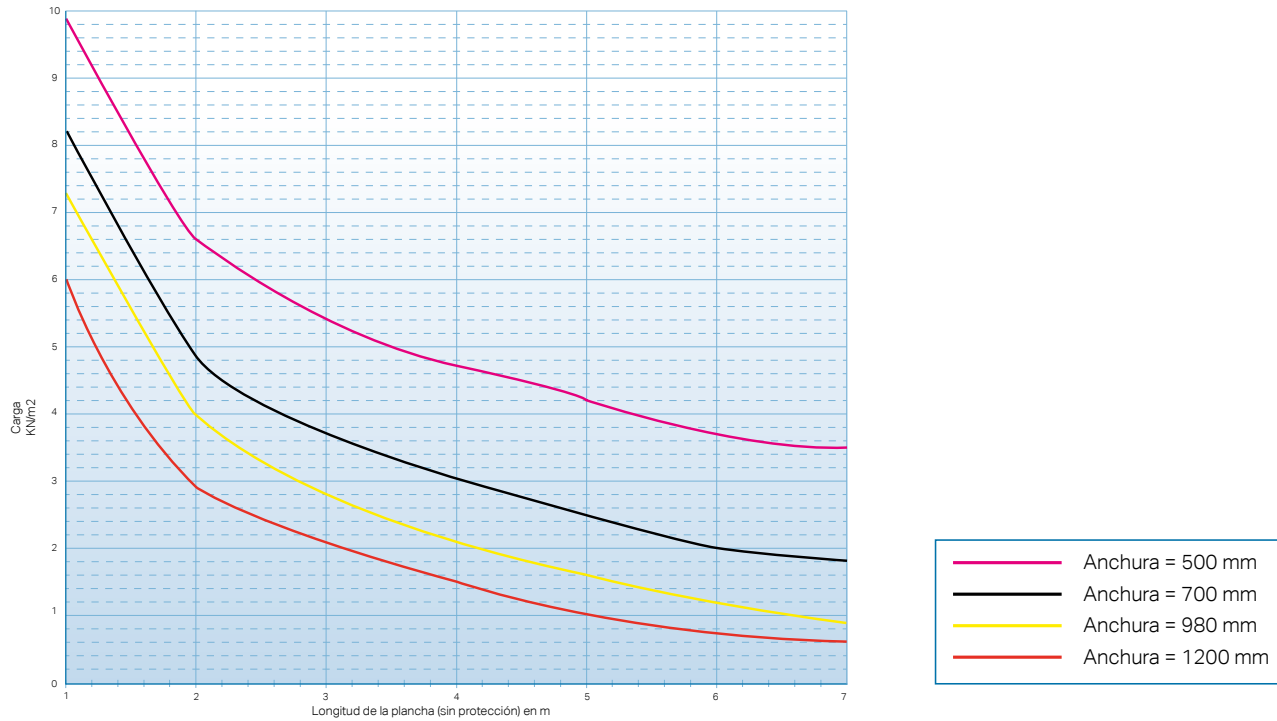
Variación de la capacidad de carga del acristalamiento plano Makrolon® multi UV 7M/20-28



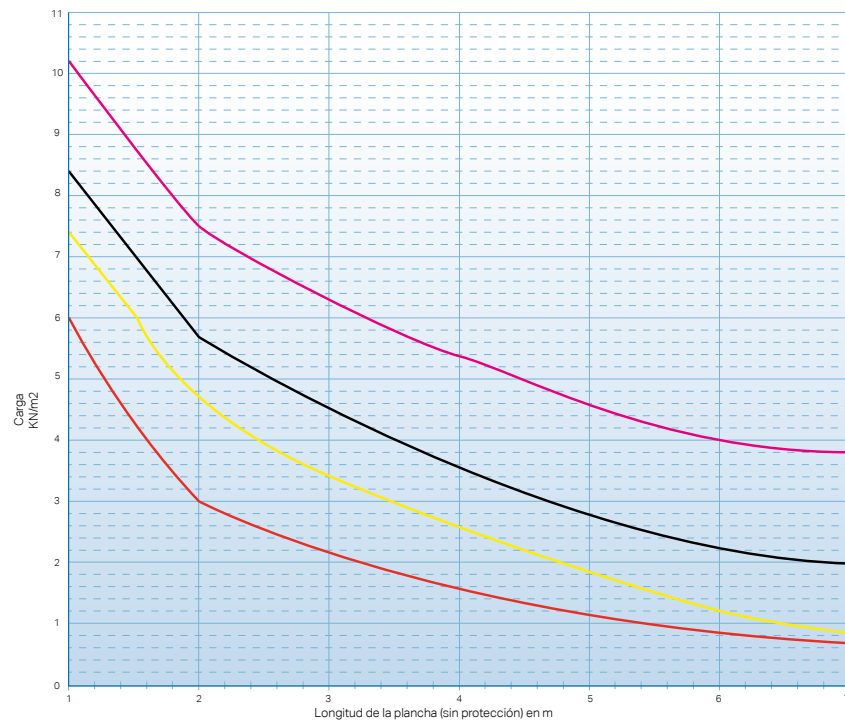
Variación de la capacidad de carga del acristalamiento plano Makrolon® multi UV 7M/25-28



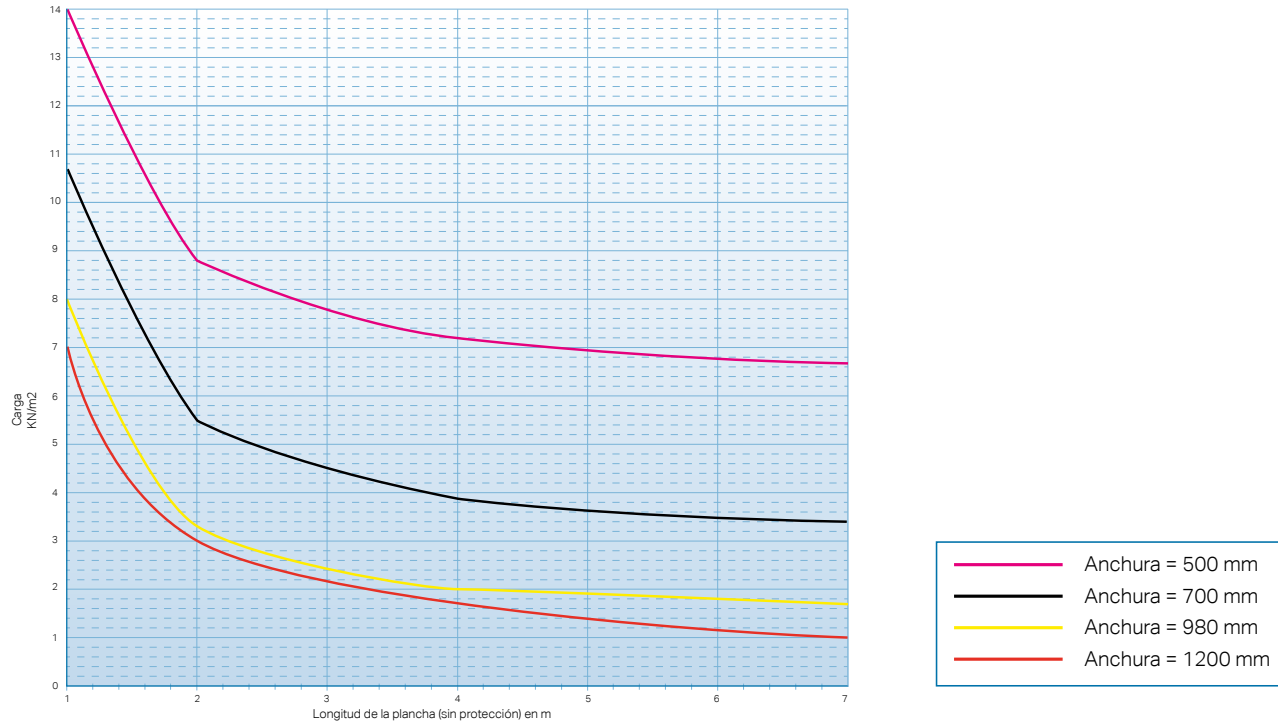
Variación de la capacidad de carga del acristalamiento plano Makrolon® multi UV 7M/32-28



Variación de la capacidad de carga del acristalamiento plano Makrolon® multi UV 7M/40-28



Variación de la capacidad de carga del acristalamiento plano Makrolon® multi UV 7M/50-28



Covestro Deutschland AG

División de policarbonatos
51365 Leverkusen
Alemania

Teléfono +49 214 6009 5555
Correo electrónico sales.sheetsEMEA@covestro.com
Sitio web www.sheets.covestro.com

Makrolon®, Vivak®, Axpert®,
Bayloy® und Bayblend® son
marcas registradas de Covestro AG

