

ALPOLIC®

Sección 4 Apéndices

Contenido

Apéndice 1:	Resumen de los datos de especificación - ALPOLIC/fr	66
Apéndice 2:	Revestimientos opcionales	72
Apéndice 3:	Panel perforado	74
Apéndice 4:	Prueba de impacto con plomada de hierro	77
Apéndice 5:	Resistencia del panel	78
Apéndice 6:	Resistencia del orificio de conexión	83
Apéndice 7:	Remache modificado no penetrante	84
Apéndice 8:	Ejemplos de paneles complejos	86
Apéndice 9:	Método de revestimiento de retoque	95
Apéndice 10:	Ejemplo del método práctico de limpieza	96

Apéndice 1: Resumen de los datos de especificación - ALPOLIC/fr

1. General

ALPOLIC®/fr es un material compuesto de aluminio (ACM) con un núcleo no combustible relleno de mineral que se utiliza en revestimiento de exteriores e interiores, cobertura de techos en nuevos edificios y reajuste de edificaciones. El material es fabricado por Mitsubishi Chemical Functional Products, Inc., y distribuido por concesionarios o distribuidores autorizados.

Nota: Este resumen de los datos de especificación se trata de ALPOLIC/fr. Si necesita las especificaciones de los paneles ALPOLIC con núcleo de polietileno que se utilizan principalmente en carteles, comuníquese con los distribuidores locales o con nuestra oficina.

2. Composición del producto

ALPOLIC/fr se compone de un núcleo relleno de mineral no combustible ubicado entre dos láminas de aleación de aluminio con un grosor de 0.5 mm (3105-H14):

Composición	Material de la lámina:	Aleación de aluminio de 0.5 mm (3105-H14)
	Material del núcleo:	Núcleo relleno de mineral no combustible

La superficie tiene un acabado estándar de fluorocarbono basado en Lumiflon de alto rendimiento y la parte posterior lleva un revestimiento de lavado o de servicio. ALPOLIC/fr se ofrece en cuatro acabados: Colores de un solo tono, colores metálicos, colores destellantes y la serie Piedra-Madera-Metal. En estos acabados, las pinturas de fluorocarbono basadas en Lumiflon se aplican a rollos continuos de aluminio en la fábrica.

La parte posterior de ALPOLIC/fr, que queda dispuesta hacia la pared estructural o el acero cuando se instala como panel de revestimiento, tiene una capa de lavado basada en poliéster o una capa de servicio que protege el panel contra posibles problemas de corrosión.

La superficie está protegida con una película protectora autoadhesiva que consiste de dos capas de polietileno blanco y negro. De acuerdo con pruebas de desgaste en condiciones climáticas normales, la película protectora soporta hasta seis meses de exposición en exteriores sin perder ninguna de sus características de separación originales ni causar manchas u otro tipo de daño.

3. Dimensión y tolerancia del producto

- (1) Grosor del panel: 3 mm, 4 mm y 6 mm
- (2) Tamaño del panel: Ancho = 965, 1270 y 1575 mm
Longitud = menos de 7200 mm

Nota: Los anchos a la medida son aceptables entre 914 mm y 1575 mm, sujetos a pedidos mínimos. Comuníquese con los distribuidores locales o con nuestra oficina.

(3) Tolerancia del producto

Ancho:	±2.0 mm
Longitud:	±4,0 mm

Tabla 4-1 Pruebas de fuego para materiales de revestimiento generales y de exteriores

País	Norma de prueba	ALPOLIC/fr - muestra	Resultados y clasificación
United Kingdom	BS476, Parte 7	4 mm, 6 mm	Clase 1
	BS476, Parte 6	4 mm, 6 mm	Clase 0
Alemania	DIN4102 Parte 1	4 mm, 6 mm	Clase B1
EE.UU.	NFPA 259-93, Unidad Térmica Británica	4mm	Pasó
	ASTM D1781-76, Prueba de adhesividad en rodillo ascendente	4 mm, 6 mm	Pasó
	ASTM E84, Prueba de túnel de Steiner	4 mm, 6 mm	Clase A / Clase 1
	ASTM E-108, Modificada	4mm	Pasó
	UBC 26-9 & NFPA 285, Prueba ISMA (siglas en inglés para el aparato multinivel a escala intermedia)	4 mm, 6 mm	Pasó
Canadá	CAN/ULC-S 134-92, Prueba de fuego en pared exterior a escala total	4mm	Pasó
China	GB8625, GB8626 y GB8627	4mm	Clase B1
Japón	Prueba de desprendimiento de calor para materiales no combustibles (ISO 5660-1)	4 mm, 6 mm	Pasó. Certificado No. NE-0001

Tabla 4-2 Pruebas de fuego para otras categorías

Categoría	País	Norma de prueba	ALPOLIC/fr - muestra	Resultados y clasificación
Pared con clasificación de resistencia al fuego	EE.UU.	ASTM E119, Clasificación de fuego a 1 hora y a 2 horas	4mm	Pasó
Material de tejados	EE.UU.	ASTM E108, Prueba de fuego para cubiertas de tejados	4mm	Pasó, Clase A
Material interior	EE.UU.	UBC 26-3, Prueba de rincón en habitación interior	4mm	Pasó
		Prueba de toxicidad en combustión, Código uniforme de edificios y prevención de incendios del Estado de Nueva York	4mm	Pasó
	Japón	Prueba de desprendimiento de calor para materiales no combustibles (ISO 5660-1) y Prueba de toxicidad de gas	3, 4 y 6mm	Pasó. Certificado No. NE-209

6. Acabado de pintura

(1) Sistema de revestimiento

La superficie tiene un acabado estándar de fluorocarbono basado en Lumiflon y la parte posterior lleva un revestimiento de lavado o de servicio. ALPOLIC/fr se ofrece en cuatro acabados: Colores de un solo tono, colores metálicos, colores destellantes y la serie Piedra-Madera-Metal. En estos acabados, las pinturas de fluorocarbono basadas en Lumiflon se aplican a rollos de aluminio en la fábrica. El sistema de revestimiento de cada acabado es como sigue:

A. Para los “colores de un solo tono” se usa un sistema de dos capas y dos horneados.

El grosor total de la película seca es de 25 micrones (0.98 miliradianes) como mínimo y consiste de una capa de conversión, una capa anticorrosiva de fondo y una capa de fluorocarbono basado en Lumiflon.

B. Para los “colores metálicos” y los “colores destellantes” se usa un sistema de tres capas y tres horneados. El grosor es de 32 micrones (1.26 miliradianes) como mínimo y consiste de una capa de conversión, una capa anticorrosiva de fondo, una capa metálica basada en Lumiflon y una capa transparente.

C. Los paneles de la serie “Piedra-Madera-Metal” se revisten mediante un proceso único de transferencia de imágenes. El grosor es de 45 micrones (1.77 miliradianes) como mínimo y consiste de una capa de conversión, una capa anticorrosiva de fondo y una capa de fluorocarbono basado en Lumiflon, incluida la capa de la transferencia de imagen.

Nota 1: Los revestimientos de fluorocarbono basados en Lumiflon tienen una garantía de revestimiento de 10 años.

Nota 2: ALPOLIC/fr tiene un acabado estándar de pintura de fluorocarbono basada en Lumiflon, pero también se ofrecen opciones de revestimiento de poliéster y otros materiales.

(2) Color y brillo

Los colores estándar se suministran en el diagrama de colores. Los colores personalizados están disponibles bajo pedido para todos los acabados, sujetos a cantidades mínimas. El brillo estándar es del 30% para los colores de un solo tono y metálicos, y del 15 al 80% para los colores destellantes y la serie Piedra-Madera-Metal. Los brillos personalizados se encuentran disponibles a entre 15 y 80% en todos los colores y bajo pedido, sujetos a pedidos mínimos. Comuníquese con los distribuidores locales o con nuestra oficina para hacer pedidos de colores personalizados.

(3) Desempeño del revestimiento

El revestimiento de fluorocarbono basado en Lumiflon cumple con los siguientes criterios:

Tabla 4-3 Propiedades generales

Propiedad de la película seca	Método de prueba	Criterios
Gloss (60°)	ASTM D523-89	15 a 80%
Formabilidad (pliegue en T)	NCCA 11-19 ASTM D1737-62	2T, sin grietas
Sombreado de impacto a la inversa	NCCA 11-5	Sin desviación
Prueba de dureza - lápiz	ASTM D3363-92a	H
Adhesión		
Seco	ASTM D3359, método 8	Sin desviación
Húmedo	37.8°C, 24 horas	Sin desviación
Agua hirviendo	100°C, 20 min.	Sin desviación
Resistencia abrasiva	ASTM D968-93 (Lluvia de arena)	40 litros/mil.
Resistencia a los químicos:		
Ácido muriático, 10% HCl, 72 horas	ASTM D1308-87	Sin cambios
Ácido sulfúrico, 20% H ₂ SO ₄ , 18 horas	ASTM D1308-87	Sin cambios
Hidróxido de sodio, 20% NaOH, 1 hora	ASTM D1308-87	Sin cambios
Mortero, prueba fotográfica de actividad, 24 horas	AAMA	Sin cambios
Detergente, 3% solución, 38 °C, 72 horas	ASTM D2248-93	Sin cambios

Tabla 4-4 Tolerancia al desgaste

Propiedad de la película seca	Método de prueba	Criterios
Prueba de desgaste Retención del color: Retención del brillo: Resistencia a la pulverización:	ASTM D2244-93 ASTM D523-89 ASTM D4214-89	5 unidades como máximo después de 4000 horas. 70% después de 4000 horas. 8 unidades como máximo después de 4000 horas.
Resistencia al rocío salino:	ASTM B117-90	Ampolla-10, Marca-8, después de 3000 horas, neblina salina a 35 °C
Humedad-térmica	ASTM D2246-87	Sin ampollas ni grietas Tras 15 ciclos a 38 °C, 100% de HR por 24 horas y -23 °C por 20 horas
Resistencia a la humedad:	ASTM D2247-94	Sin cambios Después de 3000 horas, 100% de HR, 35 °C

Apéndice 2: Revestimientos opcionales

ALPOLIC/fr y ALPOLIC tienen un acabado estándar de pintura de fluorocarbono basada en Lumiflon, pero se ofrece la opción de ALPOLIC/fr y ALPOLIC recubiertos con las siguientes pinturas distintivas:

Tabla 4-5 Opciones de pinturas

Tipo de revestimiento	Características	Uso adecuado
Revestimiento conductor de fluorocarbono	Electroconductora ($3 \times 10^{7-8}$ ohmios)	Paredes interiores y particiones de fábricas
Revestimiento de fluorocarbono basado en PVDF	Tolerancia superior al desgaste	Exteriores (revestimiento de paredes exteriores, cubiertas de techos)
Revestimiento de poliéster	Acabado mate	Interiores y usos ligeros en exteriores
Revestimiento de poliéster de enlace alto cruzado	Alta dureza (4H) Alta reflectancia (80%)	Revestimiento interior de túneles y pasos inferiores de vías

1. Revestimiento conductor de fluorocarbono

El panel ALPOLIC/fr revestido de pintura de fluorocarbono conductiva se utiliza en paredes interiores, particiones y cielo rasos de salones “clean room” y depósitos. Gracias a su superficie electroconductora, el panel cuenta también con una alto grado de rigidez y seguridad contra incendios. La pintura conductiva puede aplicarse en los dos lados del panel, si es necesario.

Desempeño del revestimiento principal:

- (1) Prueba de lápiz: 3H
- (2) Resistencia eléctrica de la superficie: $3 \times 10^{7-8}$ ohmios
- (3) Resistencia a los químicos:
 - Ácido sulfúrico, 5% H_2SO_4 : Sin cambios
 - Hidróxido de sodio, 1% NaOH: Sin cambios

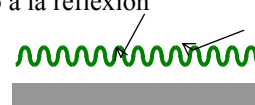
2. Revestimiento de fluorocarbono basado en PVDF

El revestimiento de fluorocarbono basado en PVDF tiene una tolerancia superior al desgaste. Este revestimiento resiste la exposición a largo plazo a las condiciones del exterior. Se ofrecen acabados en un solo tono (esmalte) y metálicos. En estos acabados, las pinturas se aplican a rollos continuos de ALPOLIC. Comuníquese con los distribuidores locales o con nuestra oficina para obtener detalles.

3. Revestimiento de poliéster

El acabado mate se ofrece con revestimientos de poliéster, aunque dichos revestimientos tiene una menor tolerancia que las capas de fluorocarbono. El acabado mate se produce mediante una nueva tecnología de revestimiento en la que se producen arrugas microscópicas por toda la superficie durante la etapa de horneado en la línea de revestimiento de los rollos. El acabado mate se ofrece en los productos de un solo tono (esmalte), metálico y con

Acabado mate: Debido a la diferencia en la velocidad de endurecimiento de las capas externa e interna de la pintura, se producen arrugas microscópicas por toda la superficie. La superficie arrugada produce un aspecto mate debido a la reflexión



patrones en madera.

4. Revestimiento de poliéster de enlace alto cruzado

Revestimiento de poliéster de enlace alto cruzado permite que la superficie tenga un alto grado de dureza de 4H, al igual que suficiente reflectancia del 80% en la superficie. Por lo tanto, es adecuado para las zonas en las que el panel pudiera sufrir rasguños durante el trabajo de mantenimiento, por ejemplo, en los revestimientos internos de túneles y vías peatonales cubiertas. Esta pintura se aplica en nuestra línea de revestimiento continuo de rollos, lo cual asegura que la calidad del revestimiento del producto sea uniforme.

Desempeño del revestimiento principal:

- (1) Sistema de revestimiento: Sistema de dos capas y dos horneados; el grosor total de la película seca es de 30 micrones como mínimo.
- (2) Prueba de lápiz: 4H bajo ASTM D522-88
- (3) Reflectancia de la superficie: 80% de reflexión difusa (color blanco)

Apéndice 3: Panel perforado

Los paneles perforados de ALPOLIC/fr y ALPOLIC tienen un patrón de orificios dispuestos a intervalos regulares. Esta característica ofrece ventilación y permite la visión a través del panel, lo cual hace posible su utilización en balcones, escaleras, particiones y cielo rasos.

1. Tamaño del panel

Ancho máximo: 1270mm (55")

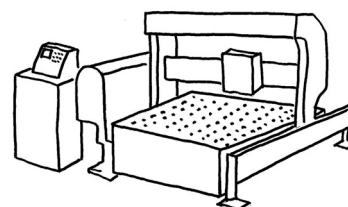
Longitud máxima: 3000 mm aproximadamente (118")

Ejemplos prácticos de tamaños: 1000×300mm, 1000×500mm, 1000×700mm, 1000×1000mm

2. Proceso de perforación

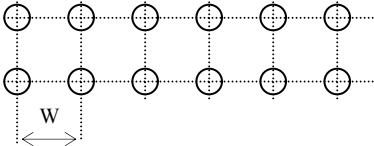
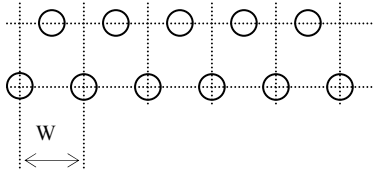
Tal como se presentó en la Sección 3, "3. Método de procesamiento", normalmente se utiliza una perforadora de torreta para perforar los paneles ALPOLIC/fr y ALPOLIC. El espacio adecuado entre la perforadora y el molde es de 0.1 mm o menos (grosor del material × 2%). En el borde perforado aparecerá un reborde pequeño.

Perforadora de torreta



3. Ejemplos de patrones de perforación

La disposición típica de los orificios circulares es la siguiente:

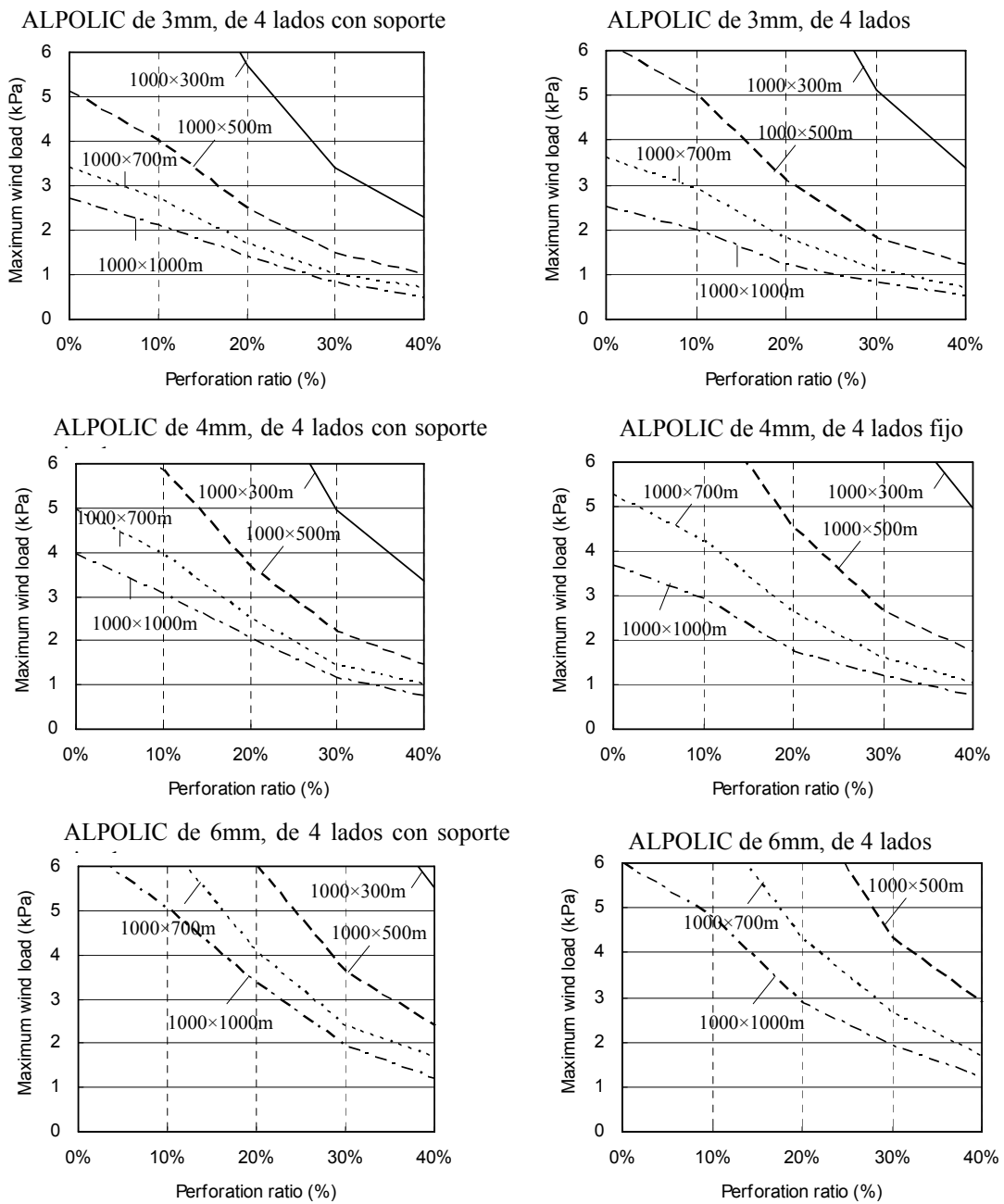
Sentido	Patrón	Diámetro del orificio	Intervalo (W)	Proporción de perforación, %
Cuadrado		20mm	40mm	19.6%
60°, zigzag		5mm	10mm	22.6%
		6mm	10mm	32.6%
		7mm	10mm	44.4%
		7mm	12mm	30.8%
		8mm	12mm	40.2%
		8mm	16mm	22.6%
		10mm	15mm	40.2%
		15mm	25mm	32.6%

Nota: La proporción de perforación equivale al % del área total perforada.

4. Resistencia del panel:

La resistencia del panel se reduce tras la perforación. Concretamente, la carga permisible de ALPOLIC se reduce dependiendo de la proporción de perforación (el área perforada por el área total). En los siguientes diagramas se muestra el límite máximo de la carga distribuida uniformemente, como una carga de viento, sin producir deformaciones permanentes. Como se muestra en el diagrama, el panel ALPOLIC perforado al 20% pierde la mitad de su resistencia original.

Fig. 4-1 Carga máxima de viento de los ALPOLIC perforados



Nota 1: Los diagramas anteriores son válidos para los productos ALPOLIC/fr y ALPOLIC.

Nota 2: La carga máxima anterior incluye el factor de seguridad de 1.25.

5. Notas sobre los paneles perforados:

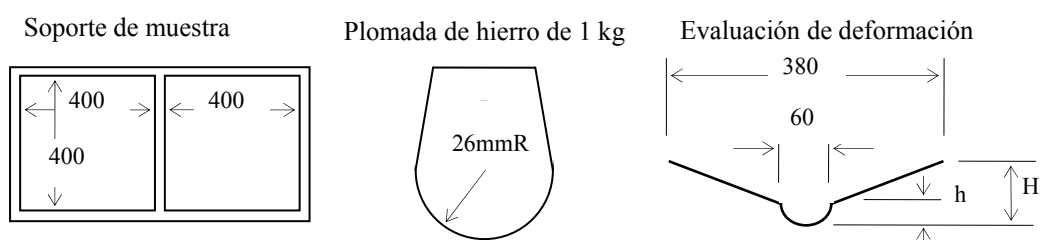
- (1) Las superficies están protegidas con películas protectoras. Retire la película protectora inmediatamente después de la instalación.
- (2) Alinee en el sentido del revestimiento para los paneles con acabado metálico, destellante o de la serie Piedra-Madera-Metal, para evitar diferencias en el color debidas al sentido del revestimiento.
- (3) Utilice remaches de aluminio o de acero inoxidable, o tornillos para unir los paneles. Si las láminas de aluminio entran en contacto con otros metales en un entorno húmedo, la corrosión de las mismas puede acelerarse por corrosión galvánica.
- (4) Al revestir de nuevo el panel perforado ALPOLIC, utilice pintura del tipo que se cura al aire y deje secar a 90°C o menos para evitar que el material del núcleo se recaliente.

Apéndice 4: Prueba de impacto con plomada de hierro

Esta prueba se ha realizado para comprobar la resistencia al impacto de ALPOLIC en comparación con otros materiales de construcción. Tal como lo indican los resultados de la prueba, los paneles ALPOLIC nunca se agrietan, ni se rompen o se fracturan ante el impacto de una plomada de hierro.

1. Método de prueba

- (1) Estándar de prueba: JIS A 5703, “Paneles laminados en plástico impresos para uso en interiores”
- (2) Muestra: 450×900 mm, colocada en un recipiente para muestras como el que se muestra a continuación.
- (3) Plomada de hierro: Con peso de 1 kg, como se muestra abajo
- (4) Procedimientos: Deje caer la plomada de hierro en una muestra desde una altura de 1 ó 2 metros.
- (5) Evaluación: Después de la prueba, la muestra se evalúa para detectar los siguientes elementos:
 - a. Rotura o fractura por impacto
 - b. Deformación del área entera (H)
 - c. Deformación del punto de impacto (h)



2. Resultado de la prueba

Material	Grosor (mm)	Peso (kg/m ²)	Fractura	Deformación H & h (mm)			
				1	2	3	4
ALPOLIC	3	4.6	No	○—△	○—△		
	4	5.5	No	○—△	○—△		
	6	7.4	No	○—△	○—△		
Lámina de aluminio	2	5.4	No	○—△	○—△	○—△	○—△
	3	8.1	No	○—△	○—△		
Lámina de acero	1.0	7.9	No	○—△	○—△		
Chapa de madera	15	7.5	No	○—△			
Lámina de yeso	12	8.9	Sí/Ambos (1m)	No disponible			
Panel de silicato de calcio	8	10.3	Sí/Ambos (2m)	○—△			
Lámina acrílica	3	3.6	Sí/Ambos (1m)	No disponible			

Altura de caída: ○ : 1m △ : 2m Deformación H: —○—△ h:○.....△

Nota: En la columna “Fractura” que se muestra en la tabla, “Ambos” indica que la fractura se identificó tanto en la parte delantera como en la posterior. “No disponible” significa que es imposible medir el valor de deformación debida a fracturas.

Apéndice 5: Resistencia del panel

1. Método general de cálculo

(1) Cálculo para verificar la posibilidad de deformación permanente

Para verificar que los paneles ALPOLIC soportan las condiciones de carga del viento, se calcula la tensión máxima que puedan sostener las láminas de aluminio de ALPOLIC con la carga de viento del diseño. Para este fin se utiliza la siguiente ecuación. En este cálculo se utilizan los mismos parámetros y ecuaciones tanto para ALPOLIC/fr como para ALPOLIC, ya que se ignora la función del núcleo.

$$\text{Tensión} = B \cdot w \cdot b^2 / t^2$$

Tensión: La tensión que pudiera sostener la lámina de aluminio, en MPa o N/mm²

b: Ancho o altura del panel, lo que sea menor, en mm

B: El coeficiente depende de la proporción a/b (ancho y altura del panel) y de la condición de soporte, tal como se indica en la Tabla 4-6.

w: Presión del viento, en MPa, 10⁻³kPa o N/mm²

t²: Cuadrado del grosor aparente de ALPOLIC, dado en la siguiente tabla:

Grosor de ALPOLIC	t ² (mm ²)	tensión de prueba al 0.2% (MPa o N/mm ²)
3mm	6.33	152
4mm	9.25	152
6mm	15.17	152

Si el valor de tensión calculado con la ecuación no es mayor que la tensión de prueba al 0.2% arriba indicada, las láminas de aluminio soportan la carga del viento y no se producirá una deformación permanente. Es necesario tener en cuenta un factor de seguridad adecuado.

(2) Desviación máxima

La desviación máxima del panel ALPOLIC puede calcularse mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Desviación} = A \cdot w \cdot b^4 / E_{AP} t_{AP}^3$$

Desviación: Desviación que pudiera aparecer en el panel ALPOLIC, en mm

b: Ancho o altura del panel, el lado que sea más pequeño

A: El coeficiente depende de la proporción a/b (ancho y altura del panel) y de la condición de soporte, tal como se indica en la Tabla 4-7.

w: Presión del viento en MPa, 10⁻³kPa o N/mm²

E_{AP}: Elasticidad de flexión de ALPOLIC, como se muestra debajo

t_{AP}: Grosor de ALPOLIC

Grosor de ALPOLIC	E_{AP} (N/mm ²)	$E_{AP}t_{AP}^3$ (N·mm)
3mm	49.0×10^3	1323×10^3
4mm	39.8×10^3	2546×10^3
6mm	29.1×10^3	6287×10^3

Tabla 4-6 Coeficiente B para calcular la tensión

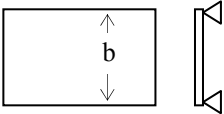
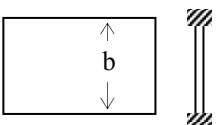
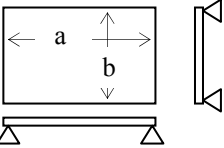
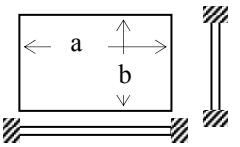
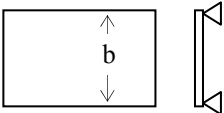
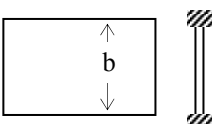
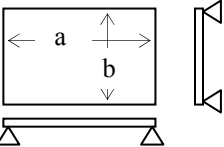
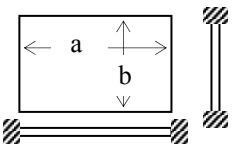
Condición de soporte		Ecuación y valor B	
De 2 lados con soporte simple y de 2 lados libre		Tensión = $0.75 \cdot w \cdot b^2 / t^2$	
De 2 lados fijo y de 2 lados libre		Tensión = $0.5 \cdot w \cdot b^2 / t^2$	
De 4 lados con soporte simple		Tensión = $B \cdot w \cdot b^2 / t^2$	
		a/b	1 1.2 1.4 1.6 1.8 2.0 3.0
		B	0.2874 0.3762 0.4530 0.5172 0.5688 0.6102 0.7134
De 4 lados, fijo		Tensión = $B \cdot w \cdot b^2 / t^2$	
		a/b	1 1.2 1.4 1.6 1.8 2.0 >2.0
		B	0.3078 0.3834 0.4356 0.4680 0.4872 0.4974 0.5000

Tabla 4-7 Coeficiente A para calcular la desviación

Condición de soporte		Ecuación y valor A	
De 2 lados con soporte simple y de 2 lados libre		Desviación = $0.156 \cdot w \cdot b^4 / (E_{AP} \cdot t_{AP}^3)$	
De 2 lados fijo y de 2 lados libre		Desviación = $0.0313 \cdot w \cdot b^4 / (E_{AP} \cdot t_{AP}^3)$	
De 4 lados con soporte simple		Desviación = $A \cdot w \cdot b^4 / (E_{AP} \cdot t_{AP}^3)$	
		a/b	1 1.2 1.4 1.6 1.8 2.0 3.0 >3.0
		A	0.044 0.062 0.077 0.0906 0.1017 0.1110 0.1335 0.1422
De 4 lados, fijo		Desviación = $A \cdot w \cdot b^4 / (E_{AP} \cdot t_{AP}^3)$	
		a/b	1 1.2 1.4 1.6 1.8 2.0 >2.0
		A	0.0138 0.0188 0.0226 0.0251 0.0267 0.0277 0.0284

2. Cálculo de los resultados de la tensión

En las siguientes tablas se muestran los resultados de la tensión en los siguientes casos.

Tabla 4-8 ALPOLIC de 3 mm, de 4 lados con soporte simple y de 4 lados fijo

Tabla 4-9 ALPOLIC de 4mm, de 4 lados con soporte simple y de 4 lados fijo

Tabla 4-10 ALPOLIC de 6mm, de 4 lados con soporte simple y de 4 lados fijo

Si necesita que los cálculos sean exactos, o cálculos que involucren un endurecedor o cálculos de desviación, comuníquese con los distribuidores locales o con nuestra oficina. Para el cálculo se requieren los siguientes parámetros: (A) Carga del viento, (B) grosor de ALPOLIC, (C) Condición de soporte, (D) tamaño del panel ALPOLIC.

Tabla 4-8 ALPOLIC de 3 mm

Condición de soporte : De 4 lados con soporte simple

Máxima tensión (N/mm²)

w, kPa (kg/m ²)	Ancho del panel (b) in mm	Longitud del panel (a) en mm								
		900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	>3000
1.0 (102)	600	28	35	38	41	43	43	43	43	43
	900	37	55	68	78	82	87	91	96	96
	1200	55	65	90	110	126	139	145	151	171 >
	1500	68	90	102	134	161 >	184 >	202 >	217 >	267 >
1.5 (153)	600	41	52	56	61	64	64	64	64	64
	900	55	82	103	117	124	130	137	144	144
	1200	82	98	135	166 >	190 >	208 >	217 >	226 >	256 >
	1500	103	135	153 >	201 >	242 >	276 >	303 >	325 >	400 >
2.0 (204)	600	55	69	75	81	85	85	85	85	85
	900	74	109	137	156 >	165 >	174 >	183 >	192 >	192 >
	1200	109	131	180 >	221 >	253 >	278 >	289 >	301 >	341 >
	1500	137	180 >	204 >	267 >	322 >	368 >	404 >	434 >	533 >

Condición de soporte : De 4 lados, fijo

Máxima tensión (N/mm²)

w, kPa (kg/m ²)	Ancho del panel (b) in mm	Longitud del panel (a) en mm								
		900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	>3000
1.0 (102)	600	26	28	28	28	28	28	28	28	28
	900	39	53	61	64	64	64	64	64	64
	1200	53	70	90	103	110	113	114	114	114
	1500	61	90	109	136	155 >	166 >	173 >	177 >	178 >
1.5 (153)	600	39	42	43	43	43	43	43	43	43
	900	59	80	91	95	96	96	96	96	96
	1200	80	105	135	154 >	165 >	170 >	171 >	171 >	171 >
	1500	91	135	164 >	204 >	232 >	250 >	260 >	265 >	267 >
2.0 (204)	600	51	57	57	57	57	57	57	57	57
	900	79	107	121	127	128	128	128	128	128
	1200	107	140	180 >	206 >	219 >	226 >	227 >	227 >	227 >
	1500	121	180 >	219 >	273 >	310 >	333 >	346 >	354 >	355 >

Cómo interpretar la tabla: “>” indica que la tensión máxima aumenta a más del 0.2% de la tensión de prueba de la lámina de aluminio (152 N/mm²). En este intervalo se requerirá el endurecedor. En otros intervalos en los que la tensión calculada es menor que 152 N/mm², el panel puede soportar las cargas sin endurecedor. Tenga en cuenta un factor de seguridad.

Tabla 4-9 ALPOLIC de 4mm

Condición de soporte : De 4 lados con soporte simple

Máxima tensión (N/mm²)

w, kPa (kg/m ²)	Ancho del panel (b) in mm	Longitud del panel (a) en mm								
		900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	>3000
1.0 (102)	600	19	24	26	28	29	29	29	29	29
	900	25	37	47	53	56	59	62	66	66
	1200	37	45	62	76	87	95	99	103	117
	1500	47	62	70	92	110	126	138	148	182 >
1.5 (153)	600	28	36	39	42	44	44	44	44	44
	900	38	56	70	80	85	89	94	99	99
	1200	56	67	92	113	130	142	149	155 >	175 >
	1500	70	92	105	137	165 >	189 >	208 >	223 >	274 >
2.0 (204)	600	38	47	52	56	58	58	58	58	58
	900	50	75	94	107	113	119	125	131	131
	1200	75	89	123	151	173 >	190 >	198 >	206 >	234 >
	1500	94	123	140	183 >	220 >	252 >	277 >	297 >	365 >
2.5 (255)	600	47	59	64	69	73	73	73	73	73
	900	63	93	117	134	141	149	156 >	164 >	164 >
	1200	93	112	154 >	189 >	216 >	237 >	248 >	258 >	292 >
	1500	117	154 >	175 >	229 >	275 >	315 >	346 >	371 >	456 >
3.0 (306)	600	57	71	77	83	88	88	88	88	88
	900	76	112	141	160 >	169 >	178 >	187 >	197 >	197 >
	1200	112	134	185 >	227 >	260 >	285 >	297 >	309 >	350 >
	1500	141	185 >	210 >	275 >	331 >	377 >	415 >	445 >	547 >

Condición de soporte : De 4 lados, fijo

Máxima tensión (N/mm²)

w, kPa (kg/m ²)	Ancho del panel (b) in mm	Longitud del panel (a) en mm								
		900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	>3000
1.0 (102)	600	18	19	19	19	19	19	19	19	19
	900	27	37	42	44	44	44	44	44	44
	1200	37	48	62	70	75	77	78	78	78
	1500	42	62	75	93	106	114	119	121	122
1.5 (153)	600	26	29	29	29	29	29	29	29	29
	900	40	55	62	65	66	66	66	66	66
	1200	55	72	93	106	113	116	117	117	117
	1500	62	93	112	140	159 >	171 >	178 >	181 >	182 >
2.0 (204)	600	35	39	39	39	39	39	39	39	39
	900	54	73	83	87	88	88	88	88	88
	1200	73	96	123	141	150	155 >	156 >	156 >	156 >
	1500	83	123	150	187 >	212 >	228 >	237 >	242 >	243 >
2.5 (255)	600	44	48	49	49	49	49	49	49	49
	900	67	91	104	109	109	109	109	109	109
	1200	91	120	154 >	176 >	188 >	194 >	195 >	195 >	195 >
	1500	104	154 >	187 >	233 >	265 >	285 >	296 >	302 >	304 >
3.0 (306)	600	53	58	58	58	58	58	58	58	58
	900	81	110	125	131	131	131	131	131	131
	1200	110	144	185 >	211 >	225 >	232 >	234 >	234 >	234 >
	1500	125	185 >	225 >	280 >	318 >	342 >	356 >	363 >	365 >

Cómo interpretar la tabla: “>” indica que la tensión máxima aumenta a más del 0.2% de la tensión de prueba de la lámina de aluminio (152 N/mm²). En este intervalo se requerirá el endurecedor. En otros intervalos en los que la tensión calculada es menor que 152 N/mm², el panel puede soportar las cargas sin endurecedor. Tenga en cuenta un factor de seguridad.

Tabla 4-10 ALPOLIC de 6mm

Condición de soporte : De 4 lados con soporte simple

Máxima tensión (N/mm²)

w, kPa (kg/m ²)	Ancho del panel (b) in mm	Longitud del panel (a) en mm								
		900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	>3000
1.0 (102)	600	12	14	16	17	18	18	18	18	18
	900	15	23	29	33	34	36	38	40	40
	1200	23	27	38	46	53	58	60	63	71
	1500	29	38	43	56	67	77	84	91	111
1.5 (153)	600	17	22	24	25	27	27	27	27	27
	900	23	34	43	49	52	54	57	60	60
	1200	34	41	56	69	79	87	91	94	107
	1500	43	56	64	84	101	115	127	136	167 >
2.0 (204)	600	23	29	31	34	36	36	36	36	36
	900	31	46	57	65	69	73	76	80	80
	1200	46	55	75	92	106	116	121	126	142
	1500	57	75	85	112	134	153 >	169 >	181 >	222 >
2.5 (255)	600	29	36	39	42	44	44	44	44	44
	900	38	57	71	81	86	91	95	100	100
	1200	57	68	94	115	132	145	151	157 >	178 >
	1500	71	94	107	139	168 >	192 >	211 >	226 >	278 >
3.0 (306)	600	35	43	47	51	53	53	53	53	53
	900	46	68	86	98	103	109	114	120	120
	1200	68	82	113	138	158 >	174 >	181 >	188 >	214 >
	1500	86	113	128	167 >	202 >	230 >	253 >	272 >	334 >

Condición de soporte : De 4 lados, fijo

Máxima tensión (N/mm²)

w, kPa (kg/m ²)	Ancho del panel (b) in mm	Longitud del panel (a) en mm								
		900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	>3000
1.0 (102)	600	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	900	16	22	25	27	27	27	27	27	27
	1200	22	29	38	43	46	47	47	47	47
	1500	25	38	46	57	65	69	72	74	74
1.5 (153)	600	16	18	18	18	18	18	18	18	18
	900	25	33	38	40	40	40	40	40	40
	1200	33	44	56	64	69	71	71	71	71
	1500	38	56	68	85	97	104	108	111	111
2.0 (204)	600	21	24	24	24	24	24	24	24	24
	900	33	45	51	53	53	53	53	53	53
	1200	45	58	75	86	92	94	95	95	95
	1500	51	75	91	114	129	139	145	148	148
2.5 (255)	600	27	30	30	30	30	30	30	30	30
	900	41	56	63	66	67	67	67	67	67
	1200	56	73	94	107	114	118	119	119	119
	1500	63	94	114	142	162 >	174 >	181 >	184 >	185 >
3.0 (306)	600	32	35	36	36	36	36	36	36	36
	900	49	67	76	80	80	80	80	80	80
	1200	67	88	113	129	137	142	142	142	142
	1500	76	113	137	171 >	194 >	208 >	217 >	221 >	222 >

Cómo interpretar la tabla: “>” indica que la tensión máxima aumenta a más del 0.2% de la tensión de prueba de la lámina de aluminio (152 N/mm²). En este intervalo se requerirá el endurecedor. En otros intervalos en los que la tensión calculada es menor que 152 N/mm², el panel puede soportar las cargas sin endurecedor. Tenga en cuenta un factor de seguridad.

Sección 2 Características

1. General

Tal como se mencionó en la sección anterior, los productos ALPOLIC y ALPOLIC/fr son materiales compuestos de aluminio (ACM) con dos láminas de aluminio y un núcleo de polietileno o de material retardante de fuego. En esta sección hablaremos de las diversas propiedades de ALPOLIC y ALPOLIC/fr. Estas propiedades están resumidas en el “Apéndice 1: Resumen de los datos de especificación”, y en la Sección 4.

En este folleto, ALPOLIC y ALPOLIC/fr se mencionan simplemente como “los ALPOLIC” o “los productos ALPOLIC”, si el contexto es válido para ambos productos. Si es necesario distinguir entre uno y otro, los llamaremos por sus respectivos nombres, ALPOLIC o ALPOLIC/fr.

2. Composición de los materiales

Los ALPOLIC se componen de láminas de aluminio y un material de núcleo. Las composiciones del material de los productos estándar se enumeran en la Tabla 2-1. Este manual técnico se trata de los productos estándar de la Tabla 2-1.

Tabla 2-1 Composición del material

Producto	Grosor, mm	Grosor del componente, mm			Material de aluminio	Material del núcleo
		Aluminio	Núcleo	Aluminio		
ALPOLIC/fr	3	0.5	2.0	0.5	Aleación de aluminio 3105-H14	Núcleo relleno de mineral no combustible
	4	0.5	3.0	0.5		
	6	0.5	5.0	0.5		
ALPOLIC	3	0.5	2.0	0.5		Núcleo de polietileno de baja densidad
	4	0.5	3.0	0.5		
	6	0.5	5.0	0.5		

Nota 1 (grosor total): Los ALPOLIC de 8 mm de grosor están disponibles bajo pedido. Comuníquese con los distribuidores locales o con nuestra oficina para obtener detalles.

Nota 2 (grosor del aluminio): El ALPOLIC/fr que viene con láminas de aluminio de 0.3 mm de grosor es un producto estándar ofrecido como ALPOLIC/fr LT. Consulte el folleto de ALPOLIC/fr LT para obtener detalles. El ALPOLIC que viene con láminas de aluminio de 0.3 mm de grosor y núcleo de polietileno Se ofrece bajo pedido. Comuníquese con los distribuidores locales o con nuestra oficina para obtener detalles.

Nota 3 (material de las láminas): El ALPOLIC/fr que viene con láminas hechas de distintos metales se ofrece como TCM, SCM y ZCM. Consulte el folleto correspondiente (por separado) a cada producto.

Nota 4 (núcleo de polietileno celular): AL-LEADER está compuesto de un núcleo de polietileno celular para reducir su peso aún más. Consulte el folleto del producto para obtener detalles.

(4) Conductividad térmica

Los ALPOLIC tienen una conductividad térmica menor que la de los metales sólidos como el aluminio y el acero. No obstante, este factor no refleja por completo la mejor resistencia térmica de los ALPOLIC, ya que en un edificio real el calor se transmite no sólo mediante la conducción térmica sino también a través de radiación térmica y convección. En esta sección cubriremos el tema de la transmisión general de calor en “5 Propiedades aplicadas, (1) transmisión de calor”.

Tabla 2-5 Conductividad térmica

Material	Conductividad térmica W/(m·K)	Material	Conductividad térmica W/(m·K)
ALPOLIC/fr	0.41-0.50	Hormigón	1.6
ALPOLIC	0.41-0.50	Ladrillo	0.28
Aluminio	210	Vidrio	1
Acero	45	Lámina de yeso	0.13
Acero inoxidable (304)	17	Lana de piedra y lana de vidrio	0.04

(5) Temperatura de desviación

La temperatura de desviación de los ALPOLIC es de aproximadamente 110 °C y, por lo tanto, pueden resistir agua hirviendo durante corto tiempo si no hay carga alguna en los paneles. Sin embargo, si los ALPOLIC llegan realmente a calentarse, siga las pautas ofrecidas a continuación.

Si la duración del calentamiento es menor de 30 minutos, no permita que la temperatura sobrepase los 90 °C.

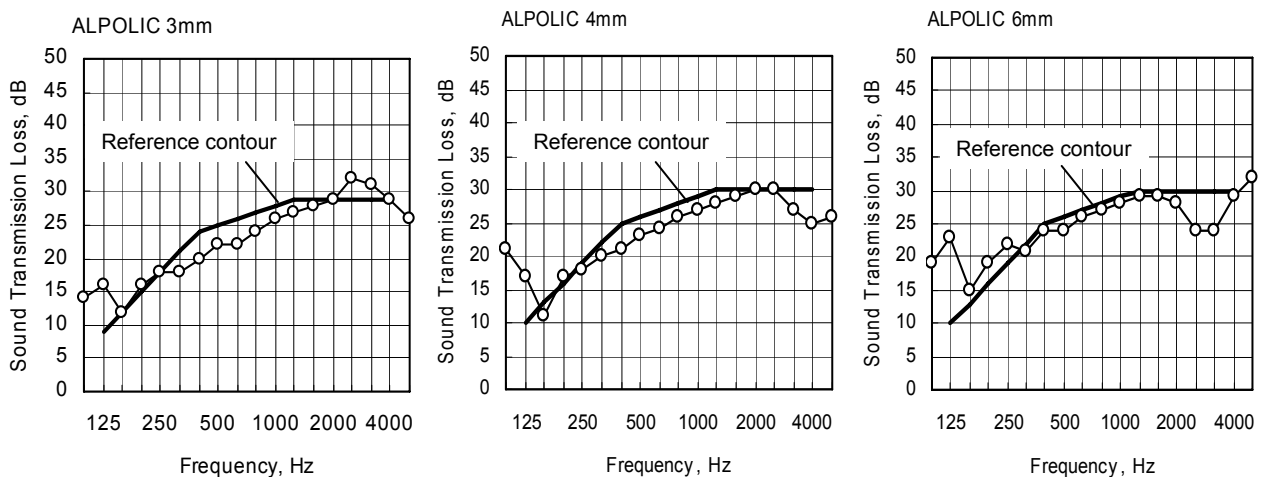
Si la duración del calentamiento es mayor de 30 minutos, no permita que la temperatura sobrepase los 70 °C.

(6) Pérdida de transmisión de sonido

Los ALPOLIC tienen un gran aislamiento de sonido por peso de unidad, en comparación con las láminas de acero, las de aluminio y las de madera contrachapada. En los siguientes cuadros se muestra la pérdida de transmisión aérea de sonido medida para los ALPOLIC. Según el método de clasificación indicado en la norma ASTM E413, STC (siglas en inglés para la clase de transmisión estándar) se expresa del modo siguiente:

ALPOLIC	3mm	4mm	6mm
STC	25	26	26

Fig. 2-1 Pérdida de transmisión de sonido



(7) Amortiguamiento de vibración

Los ALPOLIC tienen un efecto de amortiguamiento de la vibración que absorbe la energía de vibración convirtiéndola en energía térmica.

El cuadro muestra la propiedad de amortiguamiento de la vibración de ALPOLIC/fr en comparación con otros metales. Tal como se muestra en dicho cuadro, el ALPOLIC/fr tiene una mayor pérdida de vibración que los metales sólidos como el aluminio, el acero y el acero inoxidable.

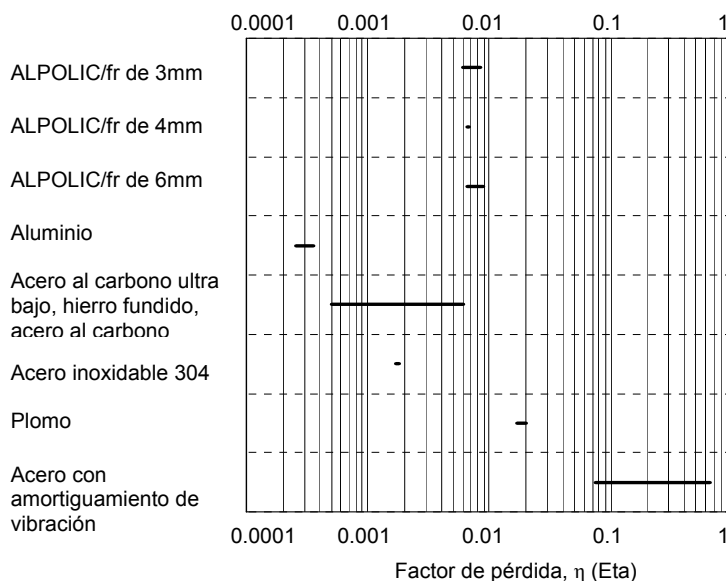


Fig. 2-2 Propiedad de amortiguamiento de la vibración

Nota 1: Método de prueba: JIS G 0602,

prueba estándar para la propiedad de amortiguamiento de la vibración en láminas de acero revestido, de tipo restringido y con capacidad de amortiguamiento.

Nota 2: En este cuadro, los datos para los ALPOLIC/fr son los valores medidos, y los demás valores se citan en *Nikkei Mechanical*, edición de agosto de 1986.

4. Propiedades mecánicas

(1) Propiedades mecánicas del ACM

Los ALPOLIC tienen las siguientes propiedades mecánicas como paneles compuestos.

Tabla 2-6 Propiedades mecánicas del panel compuesto

Propiedad mecánica	Método	Unidad	ALPOLIC/fr			ALPOLIC		
			3mm	4mm	6mm	3mm	4mm	6mm
Resistencia de tensión	ASTM E8	MPa o N/mm ²	61	49	29	61	48	34
0.2%, prueba de estrés	ASTM E8	MPa o N/mm ²	53	44	26	58	44	30
Elongación	ASTM E8	%	4	5	2	12	14	17
Elasticidad de flexión, E	ASTM C393	GPa o kN/mm ²	49.0	39.8	29.1	49.0	39.8	29.1
Rigidez de flexión, E×I	ASTM C393	kNmm ² /mm	72	137	347	72	137	347
Resistencia a cizalla de perforación	ASTM D732	N/mm ²	36	32	20	28	25	22

(2) Propiedades mecánicas de la lámina de aluminio: Aleación 3105-H14

En los ALPOLIC se utiliza la aleación de aluminio 3105-H14. Nuestra aleación de aluminio 3105-H14 tiene las siguientes propiedades mecánicas, las cuales se utilizan con frecuencia en el cálculo estructural de los paneles ALPOLIC. Consulte el apartado “7. Resistencia del panel” en esta sección.

Tabla 2-7 Propiedades mecánicas del panel de aluminio

Propiedad mecánica	Método	Unidad	Aluminio 3105-H14
0.2%, prueba de estrés	ASTM E8	MPa o N/mm ²	152
Elasticidad de flexión	ASTM E8	GPa o kN/mm ²	70

(3) Rigidez y peso del panel

Con base en las propiedades mecánicas arriba descritas, se puede calcular la rigidez de flexión (es decir, la resistencia al doblaje) de los ALPOLIC. En la siguiente tabla se muestra la rigidez de los ALPOLIC en comparación con metales sólidos de rigidez idéntica. Como puede verse en la tabla, los ALPOLIC tienen alta rigidez con poco peso.

Tabla 2-8 Comparación de rigidez y peso

ALPOLIC			Metales sólidos con rigidez equivalente					
ALPOLIC y ALPOLIC/fr Gravedad específica= 1.23 a 1.99 E= 29 a 49 GPa o kN/mm ²			Aluminio Gravedad específica= 2.71 E= 70 GPa o kN/mm ²			Acero inoxidable (304) Gravedad específica= 7.89 E= 190 GPa o kN/mm ²		
Productos	Grosor, mm	Peso kg/m ²	Grosor, mm	Peso kg/m ²	Proporción de peso, %	Grosor, mm	Peso kg/m ²	Proporción de peso, %
ALPOLIC/fr	3	6.0	2.7	7.3	82	1.9	15.0	40
	4	7.6	3.3	8.9	85	2.4	18.9	40
	6	10.9	4.5	12.2	89	3.2	25.2	43
ALPOLIC	3	4.6	2.7	7.3	63	1.9	15.0	31
	4	5.5	3.3	8.9	62	2.4	18.9	29
	6	7.4	4.5	12.2	61	3.2	25.2	29

Nota (Cómo interpretar la tabla de arriba): El ALPOLIC/fr de 3 mm equivale a una lámina de aluminio de 2.7 mm de grosor en cuanto a la rigidez. Por lo tanto, el porcentaje de peso de ALPOLIC a aluminio sólido es 82%.

(4) Resistencia al impacto

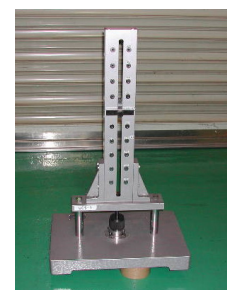
Los siguientes datos se obtuvieron mediante el método Du-pont, en el cual se deja caer una esfera de acero desde cierta altura sobre la muestra, y se mide la profundidad de la hendidura dejada por el impacto.

Tabla 2-9 Resistencia al impacto medida mediante la prueba de Du-pont

Peso de la esfera de acero, kg	Altura mm	Profundidad de la hendidura, mm					
		ALPOLIC/fr			ALPOLIC		
		3mm	4mm	6mm	3mm	4mm	6mm
0.3	300	0.8	0.5	0.4	1.7	0.6	0.4
0.5	500	1.6	1.3	1.0	1.6	1.4	0.8
1.0	300	1.8	1.4	1.2	2.0	1.7	1.0
1.0	500	3.1	1.9	1.6	2.6	2.3	1.5

Además de la prueba mencionada anteriormente, realizamos otra prueba de impacto utilizando una plomada de hierro de 1 kg de acuerdo con la prueba JIS A

Instrumento de pruebas de Du-pont



1 kg iron plummet



5703. En la prueba se incluyen otros materiales de lámina con fines comparativos. Consulte el resultado de la prueba adjunto en el “Apéndice 4: Prueba de impacto con plomada de hierro” en la Sección 4. Como se muestra en el Apéndice 4, los ALPOLIC nunca se agrietan, ni se rompen o se fracturan a causa del impacto de la plomada de hierro.

(5) Límite de plegado

Los ALPOLIC pueden doblarse utilizando un freno de prensa o un plegador de 3 rodillos. Al plegar con un freno de prensa, la capacidad de plegado depende del grosor de los ALPOLIC y el material del núcleo. ALPOLIC/fr tiene un mayor límite de plegado que ALPOLIC. El límite de plegado se define como el radio cuando aparecen las primeras arrugas en la lámina de aluminio. El radio de plegado más pequeño (el radio interno) es el siguiente.

Grosor	Radio de plegado más pequeño (el radio interno), en mm			
	ALPOLIC/fr		ALPOLIC	
	Transversal	Paralelo	Transversal	Paralelo
3mm	50	70	40	55
4mm	80	100	40	55
6mm	100	140	55	80

Tabla 2-10 Radio mínimo de plegado con freno de prensa

Nota: Los rótulos “Transversal” y “Paralela” indican la dirección de plegado hacia la dirección del enrollado.

En el plegador de 3 rodillos, el límite de plegado depende del diámetro del rodillo de plegado, la longitud del rodillo y el tipo de plegador, pero el límite de plegado de los ALPOLIC de 4 mm es de aproximadamente un radio de 300 mm la mayoría de los plegadores de 2500 mm de longitud.

5. Propiedades aplicadas

(1) Transmisión de calor

ALPOLIC ayuda a reducir el consumo de energía en edificios. Cuando se usan los ALPOLIC en el revestimiento de exteriores o interiores, el espacio de aire entre éstos y la pared en la cual se instalan forma una capa de aislamiento térmico y aumenta el desempeño en cuanto a conservación de energía del sistema de la pared.

En general, el calor se transmite a través de la pared de un edificio con los tres pasos R1 a R3 que se muestran en el diagrama.

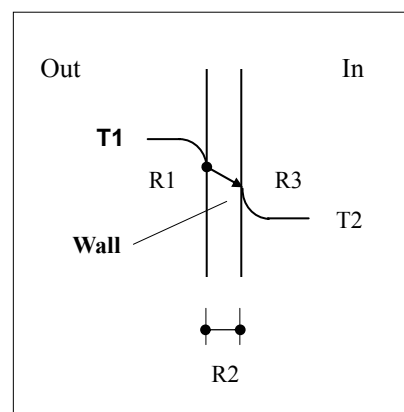
R1: Transmisión de calor de la interfaz entre el aire del exterior y la pared

R2: El calor fluye en el interior de la pared por medio de conductancia térmica

R3: Transmisión de calor de la interfaz entre el aire del interior y la pared

La transmisión general de calor es la suma de R1 a R3.

Fig 2-3 Transmisión de calor



Del mismo modo se puede calcular la transmisión de calor de sistemas reales de pared. En la Tabla 2-11 se muestra un ejemplo de este cálculo. El valor calculado se conoce como coeficiente de transmisión de calor, valor U ($W/m^2 \cdot K$) o valor K ($kcal/m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$). Si el valor U es menor, indica que el flujo de calor es menor o que la resistencia al calor es mayor. Como puede verse en la tabla, al cubrir la pared con el

3. Propiedades físicas

(1) Resumen

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las propiedades físicas de los ALPOLIC.

Tabla 2-2 Resumen de las propiedades físicas

Propiedades físicas	Método	Unidad	ALPOLIC/fr			ALPOLIC		
			3mm	4mm	6mm	3mm	4mm	6mm
Gravedad específica	-	-	1.99	1.90	1.81	1.52	1.38	1.23
Peso	-	kg/m ²	6.0	7.6	10.9	4.6	5.5	7.4
Coefficiente de expansión térmica lineal	ASTM D696	×10 ⁻⁶ /°C	24	24	24	24	24	24
Conductividad térmica	ASTM D976	W/(m·K)	0.50	0.45	0.41	0.50	0.45	0.41
Temperatura de desviación	ASTM D648	°C	115	116	109	115	115	115

(2) Gravedad específica

En la tabla siguiente se hace una comparación de la gravedad específica de los distintos materiales.

Tabla 2-3 Gravedad específica

Material	Gravedad específica	Material	Gravedad específica
ALPOLIC/fr	1.81-1.99	Granito	2.9
ALPOLIC	1.23-1.52	Vidrio	2.5
Lámina de aluminio	2.71	Lámina acrílica	1.2
Lámina de acero	7.9	Lámina de yeso	0.86
Acero inoxidable (304)	7.9	Madera contrachapada	0.7-1.0

(3) Expansión y contracción térmica

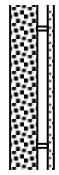
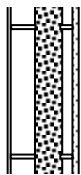
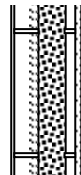
Los ALPOLIC tienen la misma tasa de expansión y contracción que el aluminio. En la tabla siguiente se enumeran las tasas de expansión y contracción de los distintos materiales de construcción.

Tabla 2-4 Expansión y contracción térmica

Material	Coefficiente de expansión térmica lineal, 1/°C	Expansión por 1 metro con un cambio de 50 °C, mm/m
ALPOLIC/fr	24×10 ⁻⁶	1.2 mm
ALPOLIC	24×10 ⁻⁶	1.2 mm
Aluminio	24×10 ⁻⁶	1.2 mm
Acero	12×10 ⁻⁶	0.6 mm
Acero inoxidable (304)	17×10 ⁻⁶	0.9 mm
Hormigón	12×10 ⁻⁶	0.6 mm
Vidrio	9×10 ⁻⁶	0.5 mm
Lámina acrílica	70×10 ⁻⁶	3.5 mm

revestimiento de ALPOLIC se mejora el efecto de aislamiento térmico en aproximadamente el 15%, y al instalar un material de aislamiento térmico detrás de los ALPOLIC se aumenta en más de dos veces el efecto de aislamiento.

Tabla 2-11 Transmisión de calor a través de la pared externa

Sistema de pared, componente de pared y grosor	Sólo la pared RC			Revestimiento de ALPOLIC			ALPOLIC + aislamiento de calor		
	Ext.	Int.		Ext.	Int.		Ext.	Int.	
			Pared RC (100) Espacio de aire (50) Lámina de yeso (12)			ALPOLIC (4) Espacio de aire (100) Pared RC (100) Espacio de aire (50) Lámina de yeso (12)			ALPOLIC (4) Espacio de aire (75) Lana de vidrio (25) Pared RC (100) Espacio de aire (50) Lámina de yeso (12)
Valor U calculado	2,5 W/m ² ·K			2,1 W/m ² ·K			0.92 W/m ² ·K		

Nota: El valor U puede convertirse en valor K mediante la siguiente ecuación.

$$\text{Valor K (kcal/m}^2\text{h }^\circ\text{C)} = 0.86 \times \text{Valor U (W/m}^2\text{·K)}$$

(2) Impermeabilidad

Los ALPOLIC son impermeables. En condiciones atmosféricas húmedas, los ALPOLIC no absorben ninguna humedad. Este es el resultado de la prueba de ciclo de congelamiento y descongelamiento, que confirma la impermeabilidad total de los ALPOLIC.

- Prueba de congelamiento y descongelamiento
- Ciclo de exposición: -20 °C×1.0 hora para el congelamiento y +10 °C×1.5 horas para el descongelamiento
- Resultado de la prueba:

Tras 300 ciclos, la muestra no presenta cambios en cuanto al peso, el grosor o la apariencia.

Nota: Si se utilizan los ALPOLIC en condiciones de humedad, por ejemplo en un baño, donde es posible que el borde del panel siempre esté húmedo, es importante diseñar los detalles de la fijación de modo que la humedad pueda drenarse a fin de mantener el borde seco. Comuníquese con los distribuidores locales o con nuestra oficina para informarse sobre los métodos de fijación adecuados.

(3) Desempeño en caso de incendio

ALPOLIC/fr es un material resistente al fuego que cumple los requisitos obligatorios para usos en exteriores e interiores en la mayoría de los países. Aunque el material del núcleo contiene una cantidad pequeña de polietileno combustible, el ingrediente mineral principal impide que las llamas se propaguen y restringe la producción de humo que perjudica las actividades de evacuación. ALPOLIC, por el contrario, se compone de 2 láminas de aluminio que retardan la propagación rápida del fuego, pero de manera menos eficaz que ALPOLIC/fr.

a. Resultado de la prueba de fuego de ALPOLIC/fr

ALPOLIC/fr se ha sometido a extensas pruebas de fuego de acuerdo con los requisitos de distintos países. ALPOLIC/fr ha pasado las siguientes pruebas de fuego.

Tabla 2-12 Pruebas de fuego para materiales de revestimiento generales y de exteriores

País	Norma de prueba	ALPOLIC/fr - muestra	Resultados y clasificación
United Kingdom	BS476, Parte 7	4 mm, 6 mm	Clase 1
	BS476, Parte 6	4 mm, 6 mm	Clase 0
Alemania	DIN4102 Parte 1	4 mm, 6 mm	Clase B1
EE.UU.	NFPA 259-93, Unidad Térmica Británica	4mm	Pasó
	ASTM D1781-76, Prueba de adhesividad en rodillo ascendente	4 mm, 6 mm	Pasó
	ASTM E84, Prueba de túnel de Steiner	4 mm, 6 mm	Clase A / Clase 1
	ASTM E-108, Modificada	4mm	Pasó
	UBC 26-9 & NFPA 285, Prueba ISMA (siglas en inglés para el aparato multinivel a escala intermedia)	4 mm, 6 mm	Pasó
Canadá	CAN/ULC-S 134-92, Prueba de fuego en pared exterior a escala total	4mm	Pasó
China	GB8625, GB8626 y GB8627	4mm	Clase B1
Japón	Prueba de desprendimiento de calor para materiales no combustibles (ISO 5660-1)	4 mm, 6 mm	Pasó. Certificado No. NE-0001

Tabla 2-13 Pruebas de fuego para otras categorías

Categoría	País	Norma de prueba	ALPOLIC/fr - muestra	Resultados y clasificación
Pared con clasificación de resistencia al fuego	EE.UU.	ASTM E119, Clasificación de fuego a 1 hora y a 2 horas	4mm	Pasó
Material de tejados	EE.UU.	ASTM E108, Prueba de fuego para cubiertas de tejados	4mm	Pasó, Clase A
Material interior	EE.UU.	UBC 26-3, Prueba de rincón en habitación interior	4mm	Pasó
		Prueba de toxicidad en combustión, Código uniforme de edificios y prevención de incendios del Estado de Nueva York	4mm	Pasó
	Japón	Prueba de desprendimiento de calor para materiales no combustibles (ISO 5660-1) y Prueba de toxicidad de gas	3, 4 y 6mm	Pasó. Certificado No. NE-209

b. Resultado de la prueba de fuego de ALPOLIC

ALPOLIC pasa las siguientes pruebas para materiales generales de construcción.

Tabla 2-14 Resultado de la prueba de fuego de ALPOLIC

País	Norma de prueba	Muestra de ALPOLIC	Resultados y clasificación
R.U.	BS476, Parte 6	3mm, 6 mm	Clase 0
	BS476, Parte 7		Clase 1
Alemania	DIN 4102, Parte 1	3mm, 6 mm	Clase B2
Australia	AS 1530, Parte 3	3mm, 6 mm	3 mm, 6 mm Inflamabilidad 0 0 Propagación de llamas 0 0 Evolución de calor 0 0 Producción de humo 1 0-1
EE.UU.	ASTM E84, Prueba de túnel	3mm, 6 mm	3 mm, 6 mm Propagación de llamas 5 0 Producción de humo 15 10
	ASTM E108, Modificada	6mm	Pasó

c. Comentarios sobre las pruebas de fuego de ALPOLIC/fr

(i) Revestimiento de exteriores

La prueba ISMA (siglas en inglés para el aparato multinivel a escala intermedia, UBC 26-9 y NFPA 285) es una prueba obligatoria para revestimientos de exteriores en los códigos de construcción de los EE.UU. Esta prueba es una simulación para comprobar la propagación del fuego utilizando un modelo de dos niveles instalado con la muestra del material de construcción.

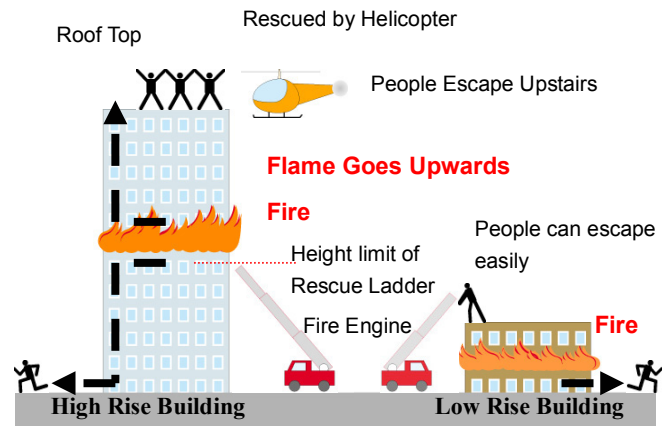
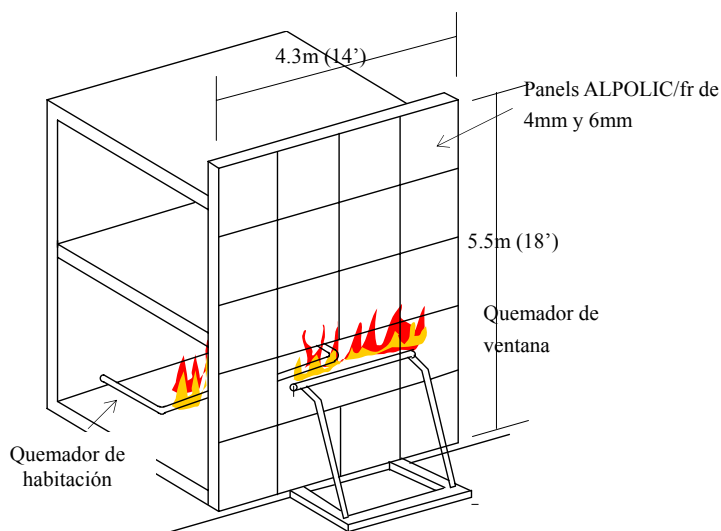


Fig. 2-4 Evacuación en caso de incendio

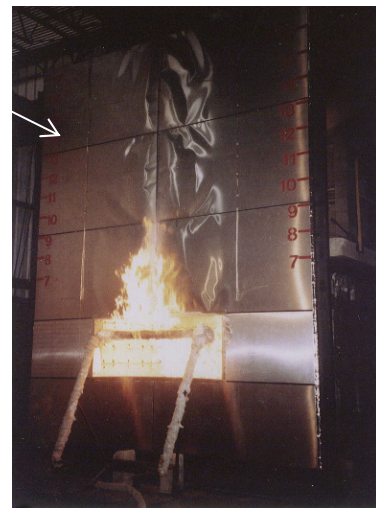
Una de las mayores preocupaciones en relación con el revestimiento de exteriores es la propagación ascendente de las llamas por la pared vertical exterior, como se muestra en la Fig. 2-4. Mediante la prueba ISMA, Fig. 2-5, se puede evaluar la propagación del fuego por el revestimiento exterior en un entorno controlado. ALPOLIC/fr pasa esta prueba y cuenta con aprobación para los revestimientos exteriores sin restricciones de altura.

Fig. 2-5 Aparato multiniveles de escala intermedia

Aparato de pruebas ISMA



25 minutos después de la ignición

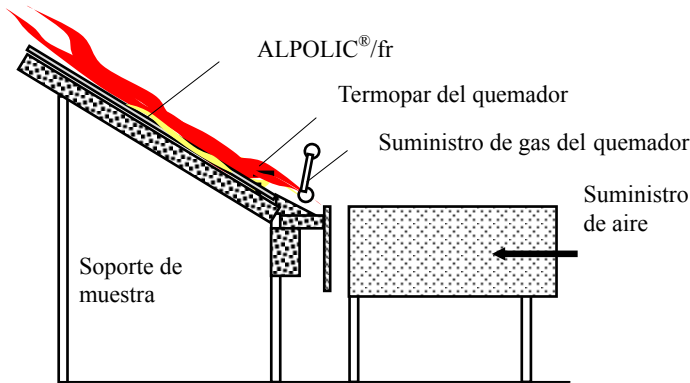


(ii) Material para cubrir techos

ALPOLIC/fr pasa las pruebas de fuego incluidas en la norma ASTM E108, en la cual se examina su desempeño con el fuego cuando se usa como material para cubrir techos. Son tres tipos de prueba: Una prueba con un trozo de madera en llamas, una con llama intermitente y una de propagación de llamas.

Fig. 2-6 Quemador de ventana

Prueba de llama intermitente y prueba de propagación de llamas



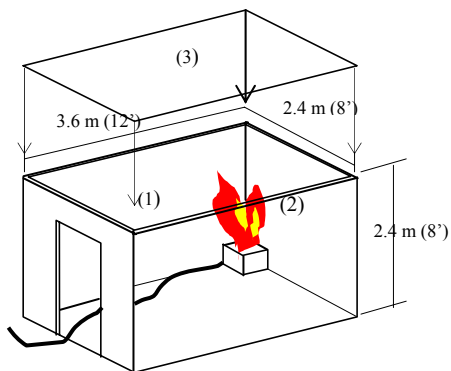
Prueba con un trozo de madera en llamas



(iii) Material de interiores

UBC26-3, la prueba de rincón en habitación interior, es una prueba de fuego en la que se verifica el desempeño de los materiales para acabado de interiores ante llamaradas peligrosas. Si un incendio empieza en un rincón de una habitación, la llama crece gradualmente hasta que alcanza un punto crítico denominado llamarada. Cuando el incendio alcanza el punto de llamarada, se expande repentinamente hacia la puerta abierta como en una explosión. Esta prueba es una simulación de este fenómeno y en ella se examina el desempeño de los materiales para acabado de interiores ante llamaradas.

Fig. 2-7 UBC26-3 Prueba de rincón en habitación interior



Condiciones de prueba:
Calentador: Quemador de gas o cajuela de madera de 30 lb.
Tiempo: 15 min.
El acabado del interior lleva el material de prueba
(1) Pared lateral, (2) Pared frontal, (3) Cielo raso: Opcional

Ejemplo de prueba de rincón para



(iv) Fuego aprobación en Japón

ALPOLIC/®fr pasa la prueba de calorímetro cónico de Japón ISO5660-1, una prueba estándar de fuego para clasificación de materiales de construcción. También pasa la prueba de toxicidad de gas de Japón y tiene aprobación como material no combustible para revestimiento de exteriores, cubiertas de techos y para interiores con los Certificados NE-0001 y NE-209.

Fig. 2-8 Prueba de fuego en Japón, ISO 5660-1



6. Desempeño del revestimiento

(1) Variación en el color

Los ALPOLIC tienen un acabado estándar revestido de pintura de fluorocarbono basada en Lumiflon. El revestimiento viene en cuatro tipos de colores: Colores de un solo tono (esmalte), colores metálicos, colores destellantes y la serie Piedra-Madera-Metal. Los colores estándar pueden verse en el cuadro de colores. Todos los tipos de colores se producen en nuestra línea de revestimiento continuo de rollos con pinturas de fluorocarbono basadas en Lumiflon. Además de los colores estándar del cuadro de colores, se ofrecen colores personalizados sujetos a cantidades mínimas y correspondencias de colores. Comuníquese con los distribuidores locales o con nuestra oficina para hacer un pedido de color personalizado.

Nota: Los ALPOLIC tienen un acabado estándar de pintura de fluorocarbono basada en Lumiflon, pero también se ofrecen opciones de revestimiento de poliéster y otros materiales. Consulte el “Apéndice 2: Revestimientos opcionales” en la Sección 4 para obtener detalles.

(2) Sistema de revestimiento

En el revestimiento de fluorocarbono basado en Lumiflon se emplean tres sistemas:

a. En los colores de un solo tono (esmalte) se usa un sistema de 2 capas y 2 horneados, y el grosor total de la película seca es de 25 micrones como mínimo.

b. En los colores metálicos y los brillantes se usa un sistema de 3 capas y 3 horneados, y el grosor total de la película seca es de 32 micrones como mínimo.

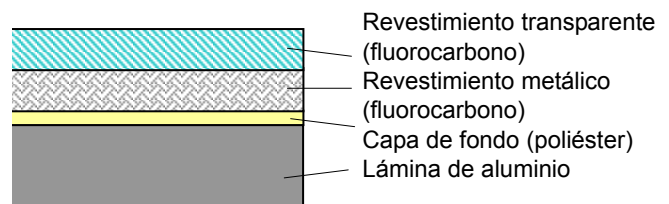
c. En la serie Piedra-Madera-Metal se utiliza un proceso exclusivo de transferencia de imágenes, y el grosor total de la película seca es de 45 micrones como mínimo.

Nota: Los revestimientos de fluorocarbono basados en Lumiflon tienen una garantía de revestimiento de 10 años.

(3) Desempeño del revestimiento

La pintura de fluorocarbono basada en Lumiflon se conoce por su tolerancia al desgaste. Esta pintura se aplica en nuestra línea de revestimiento continuo de rollos para todo tipo de acabados, lo cual asegura que la calidad del revestimiento sea uniforme. El revestimiento de fluorocarbono basado en Lumiflon

Fig. 2-9 Sistema de 3 capas y 3 horneados para colores metálicos



cumple con los siguientes criterios:

Tabla 2-15 Desempeño del revestimiento

A. Propiedades generales

Propiedad de la película seca	Método de prueba	Criterios
Brillo (60°)	ASTM D523-89	15 a 80%
Formabilidad (pliegue en T)	NCCA 11-19 ASTM D1737-62	2T, sin grietas
Sombreado de impacto a la inversa	NCCA 11-5	Sin desviación
Prueba de dureza - lápiz	ASTM D3363-92a	H
Adhesión		
Seco	ASTM D3359, método 8	Sin desviación
Húmedo	37.8°C, 24 horas	Sin desviación
Agua hirviendo	100°C, 20 min.	Sin desviación
Resistencia abrasiva	ASTM D968-93 (Lluvia de arena)	40 litros/mil.
Resistencia a los químicos:		
Ácido muriático, 10% HCl, 72 horas	ASTM D1308-87	Sin cambios
Ácido sulfúrico, 20% H ₂ SO ₄ , 18 horas	ASTM D1308-87	Sin cambios
Hidróxido de sodio, 20% NaOH, 1 hora	ASTM D1308-87	Sin cambios
Mortero, prueba fotográfica de actividad, 24 horas	AAMA	Sin cambios
Detergente, 3% solución, 38 °C, 72 horas	ASTM D2248-93	Sin cambios

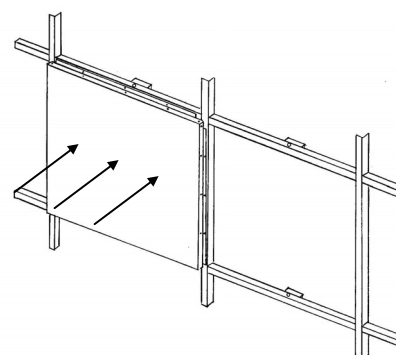
B. Tolerancia al desgaste

Propiedad de la película seca	Método de prueba	Criterios
Prueba de desgaste		
Retención del color:	ASTM D2244-93	5 unidades como máximo después de 4000 horas.
Retención del brillo:	ASTM D523-89	70% después de 4000 horas.
Resistencia a la pulverización:	ASTM D4214-89	8 unidades como máximo después de 4000 horas.
Resistencia al rocío salino:	ASTM B117-90	Ampolla-10, Marca-8, después de 3000 horas, neblina salina a 35 °C
Humedad-térmica	ASTM D2246-87	Sin ampollas ni grietas Tras 15 ciclos a 38 °C, 100% de HR por 24 horas y -23 °C por 20 horas
Resistencia a la humedad:	ASTM D2247-94	Sin cambios Después de 3000 horas, 100% de HR, 35 °C

7. Resistencia del panel

Cuando se usan los paneles ALPOLIC en exteriores, deben poder soportar la fuerza del viento. Cuando el viento sopla hacia los paneles, ejerce presión positiva en ellos. Por otra parte, una carga negativa de viento provoca la succión en los paneles. Hasta cierto punto, estas cargas de viento causan la desviación de los paneles, y si la desviación es lo suficientemente pequeña, los paneles regresan a la posición original cuando no hay carga del viento. Normalmente, lo adecuado de la resistencia del panel se confirma al calcular la resistencia en condiciones específicas.

Fig. 2-10 Carga de viento en los paneles ALPOLIC



(1) Cálculo de deformación permanente

Al efectuar los cálculos asumimos que la resistencia de los paneles ALPOLIC reside en las láminas de aluminio. Es decir, si el estrés al que se someten las láminas de aluminio es menor que el valor permitido, no se presentarán deformaciones permanentes. En este cálculo, el valor permisible se da como una tensión de prueba del 0.2% (o límite de elasticidad) de la lámina de aluminio dividido por un factor de seguridad. La tensión de prueba del 0.2% depende de la aleación de aluminio y la condición de endurecimiento. La siguiente aleación de aluminio se utiliza en los ALPOLIC:

Tabla 2-16 Valor de tensión de prueba del 0.2% para el cálculo de la deformación permanente

ALPOLIC/fr y ALPOLIC	Aleación de aluminio y condición de dureza	0.2%, prueba de estrés
3 mm, 4 mm y 6 mm	3105-H14	152 MPa o N/mm ²

Nota: En este cálculo se utilizan los mismos parámetros y ecuaciones tanto para ALPOLIC/fr como para ALPOLIC, ya que se ignora la función del núcleo en nuestro cálculo. En consecuencia, se obtiene el mismo resultado del cálculo para ALPOLIC/fr y para ALPOLIC.

Si la tensión calculada es mayor que el límite permitido, es necesario realizar más estudios para reducir la tensión. Una de las soluciones consiste en reforzar el panel con endurecedor. En general, la resistencia del panel depende de los siguientes factores ambientales y geométricos, además de la tensión de prueba del 0.2% de la lámina de aluminio:

- A. Carga del viento
- B. Grosor total de ALPOLIC
- C. Condición de soporte
- D. Tamaño del panel ALPOLIC

El método de cálculo se explica en el “Apéndice 5: Resistencia del panel” en la Sección 4. Si necesita un cálculo estructural, comuníquese con los distribuidores locales o con nuestra oficina.

(2) Cálculo de desviación del panel

La deformación permanente es una condición completamente indeseable. Por otra parte, la desviación del panel depende de los requisitos del proyecto. Si la desviación máxima se especifica en el proyecto, tenemos que estudiar si la desviación esperada corresponde a las especificaciones del proyecto o no. En este cálculo se utiliza la siguiente elasticidad de flexión como panel compuesto.

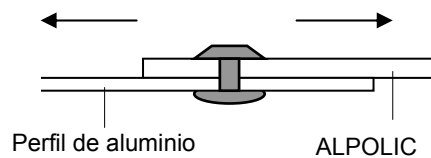
Tabla 2-17 Elasticidad de flexión (E) para el cálculo de desviación

ALPOLIC/fr y ALPOLIC	Elasticidad de flexión, E GPa o kN/mm ²
3mm	49.0
4mm	39.8
6mm	29.1

El método de cálculo de la desviación del panel se explica en el “Apéndice 5: Resistencia del panel” en la Sección 4. Si necesita un cálculo de desviación, comuníquese con los distribuidores locales o con nuestra oficina.

(3) Resistencia de los orificios de conexión

Cuando se ejerce presión de succión en los paneles de ALPOLIC, el orificio de conexión del remache o del tornillo debe soportar la tensión. De lo contrario, el orificio de conexión se rasgará y el panel se separará de la estructura.



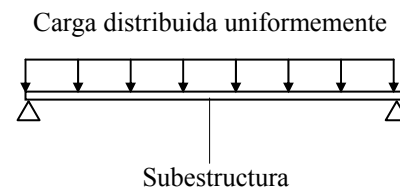
En el trabajo de instalación, la posición del orificio de conexión es importante. Cuando el orificio está situado cerca del borde del panel, su resistencia se reducirá y es posible que no sea satisfactoria. Normalmente, la distancia desde el orificio central al borde del panel (e) debe ser mayor que el doble del diámetro del orificio (D). Es decir, $e > 2 \times D$. Consulte el “Apéndice 6: Resistencia del orificio de conexión” en la Sección 4.

Nota: Para evitar la corrosión galvánica de ALPOLIC, utilice remaches, tornillos o tornillos y tuercas hechos de aluminio o de acero inoxidable en las conexiones. Si ALPOLIC está conectado con metales distintos como el acero, aplique una película de revestimiento de 25 micrones (1 mil.) o más en el metal.

(4) Resistencia de la subestructura

Normalmente, los paneles de ALPOLIC se instalan en una subestructura hecha de acero o aluminio. La subestructura debe soportar la carga del viento al igual que la soportan los paneles de ALPOLIC. La resistencia de la subestructura depende de los siguientes factores:

- A. La rigidez de la subestructura (material y sección)
- B. Intervalo de soporte (anclaje) de la subestructura
- C. Carga de presión del viento en la subestructura



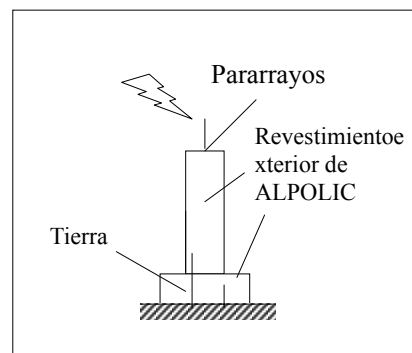
Ya que la subestructura normalmente se caracteriza como parte de una estructura, la desviación máxima debe cumplir la norma $L/200$: La desviación máxima debe ser menor que el intervalo de soporte dividido por 200 (o 0.5% del intervalo de soporte).

8. Rayo y sismo

(1) Rayo

En caso de que un rayo caiga sobre un panel ALPOLIC instalado en un edificio, ¿qué le ocurrirá al panel y al edificio? De acuerdo con nuestro estudio, si la lámina de aluminio se conecta a tierra a través del sistema de la subestructura, la electricidad se descargará al polo a tierra. La conducción eléctrica del sistema de la subestructura es lo suficientemente grande para descargar la energía del rayo y, en consecuencia,

Fig. 2-11 Relámpagos y revestimiento externo



no ocurrirán daños considerables en la mayoría de los paneles ALPOLIC del edificio. Sin embargo, el impacto del rayo es tan intenso, que el panel mismo en el que ha caído el rayo se dañará por completo.

(2) Sismo

En las áreas en las que se presentan sismos, los paneles exteriores deben soportar la fuerza tangencial paralela a la superficie del panel. De acuerdo con nuestra prueba y conforme con JIS A1414, "Prueba deformante del panel de paredes que no sean de soporte debido a fuerza tangencial paralela a la superficie", el desplazamiento se absorbe en la desviación de ALPOLIC y los paneles de ALPOLIC se restauran por completo a la posición original cuando el desplazamiento se elimina. La prueba ha demostrado que los paneles de ALPOLIC soportan las fuerzas tangenciales con un intervalo de desplazamiento entre 1/400 y 1/50.

Fig. 2-12 Prueba de fuerza tangencial por terremotos

