

# Soluciones de Sujeción

Para muros comerciales exteriores con aislante





Preparado por: **RDH BUILDING ENGINEERING LTD. Y  
RDH BUILDING SCIENCES INC.**

224 W 8th Avenue  
Vancouver, BC  
V5Y 1N5

Autor principal:  
Graham Finch, P.Eng., Dipl.T., MASc

Ilustraciones de RDH Building Engineering Ltd., y RDH Building Sciences Inc., a menos que se mencione lo contrario.

LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD: RDH Building Engineering Ltd., y RDH Building Sciences Inc., y ROCKWOOL, han tenido todo el cuidado para asegurar que los datos y la información contenida en el presente documento sean precisos. Sin embargo, este documento es exclusivamente para uso como referencia general. Las aplicaciones de uso final específicas varían enormemente en lo que se refiere al diseño, materiales y entornos. Por lo tanto, qué sea apropiado en una aplicación de uso final específica es una decisión que debe tomarse en forma independiente por un ingeniero experimentado y siguiendo su propio criterio profesional. RDH Building Engineering Ltd., RDH Building Sciences Inc., y ROCKWOOL no incurrirán en ninguna responsabilidad por ninguna parte del contenido en el presente ya sea que dicha responsabilidad esté basada en una premisa contractual, extracontractual, o de cualquier otra manera.

## Índice

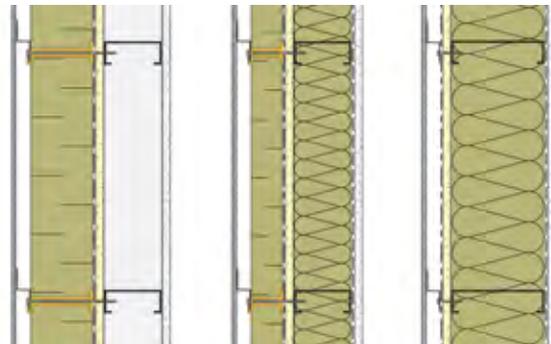
<b>SOLUCIONES DE SUJECIÓN DEL REVESTIMIENTO PARA MUROS COMERCIALES</b>	
<b>EXTERIORES CON AISLANTE .....</b>	<b>4</b>
<b>CÓDIGOS DE ENERGÍA Y AISLANTE EXTERIOR.....</b>	<b>5</b>
<b>REQUISITOS PARA SUJECIÓN DEL REVESTIMIENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>SISTEMAS DE SUJECIÓN DEL REVESTIMIENTO .....</b>	<b>6</b>
Marco continuo .....	6
Perfiles verticales en Z.....	6
Perfiles horizontales en Z.....	7
Perfiles transversales en Z .....	7
<b>SISTEMAS DE RIELES Y CLIPS.....</b>	<b>8</b>
Clips de acero galvanizado .....	8
Clips de acero inoxidable.....	9
Clips de aluminio en T.....	9
Clips galvanizados térmicamente aislados .....	10
Clips de fibra de vidrio.....	10
Tornillos largos a través del aislante .....	11
Amarres a mampostería .....	12
<b>ANCLAJES DE DISEÑO TÉCNICO ESPECÍFICO Y OTROS SISTEMAS .....</b>	<b>12</b>
<b>RESUMEN DE COMPARACIÓN TÉRMICA DE SISTEMAS .....</b>	<b>13</b>
<b>OTRAS CONSIDERACIONES .....</b>	<b>14</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>15</b>

# Soluciones de sujeción de revestimiento para muros comerciales exteriores con aislante

El uso de aislante exterior instalado en la parte externa del revestimiento del muro se está volviendo cada día más común en todo Norteamérica para satisfacer nuevos requerimientos de los códigos de energía. Comúnmente llamado aislante exterior, este aislante se instala en forma continua en la parte exterior de la estructura primaria y por lo general tiene una mayor eficiencia térmica que el aislante colocado entre postes o dentro del sistema estructural, siempre y cuando se utilicen elementos de sujeción del revestimiento con eficiencia energética. El aislante exterior también ofrece significativos beneficios en cuanto a su durabilidad y confort térmico. Como resultado, se está prestando mayor atención al diseño de sistemas de sujeción estructural térmicamente eficientes, y en años recientes se han introducido en el mercado diversos sistemas propietarios para satisfacer esta demanda. Las opciones de sujeción del revestimiento incluyen perfiles continuos, sistemas de rieles y clips intermitentes, tornillos largos, amarres a mampostería y otros soportes de diseño técnico específico.

El reto que enfrentan diseñadores y contratistas es seleccionar y evaluar una estrategia adecuada de sujeción del revestimiento para su proyecto, y entender las implicaciones que tienen estas decisiones en el desempeño térmico efectivo, en los métodos de instalación, en las secuencias y costos del sistema.

El presente folleto aclara y ofrece una guía respecto a los diferentes sistemas de sujeción del revestimiento a través de aislante exterior para aplicaciones de muros comerciales.



**Aislante exterior**

**Aislante dividido**

**Aislante interior**

Los enfoques estándar a ensambles de muro de marco de acero con aislante, se conocen como con aislante exterior, aislante dividido y aislante interior, dependiendo de la colocación del aislante.

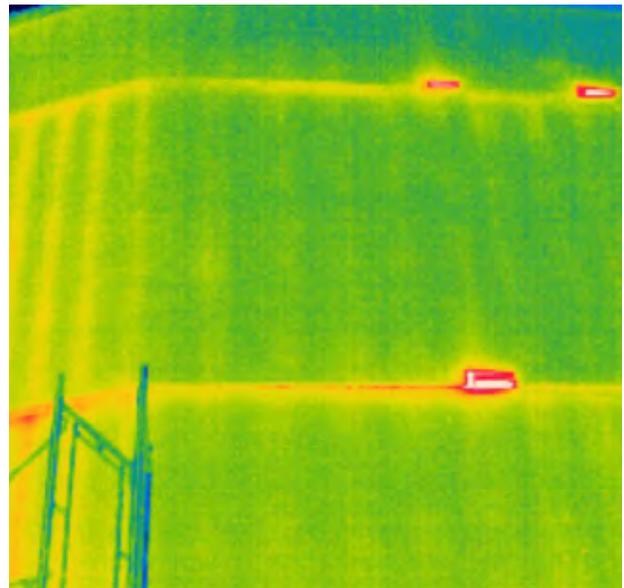


Imagen térmica de rayos infrarrojos que muestra un revestimiento con un sistema de soporte del revestimiento continuo térmicamente ineficiente con perfiles verticales en Z hacia el lado izquierdo de muro, y se compara con un sistema de soporte del revestimiento con rieles y clips de baja conductividad y térmicamente eficiente, en el lado derecho. El aislante dentro de los perfiles continuos tiene una efectividad menor a 25% (alrededor de R-4 para 4" de aislante de lana mineral), mientras que el aislante entre los clips intermitentes tiene una efectividad de más del 80% (alrededor de R-13 para 4" de aislante de lana mineral), mejorando significativamente el desempeño térmico del muro por el mismo costo de construcción.

# Códigos de Energía y Aislante Exterior

Existen diversos códigos, normas y estándares de energía vigentes en todo Norteamérica para edificios comerciales. Los dos códigos de aplicación más difundida son el International Energy Conservation Code (IECC) en Estados Unidos, y el National Energy Code for Buildings (NECB) en Canadá. La norma que se utiliza como referencia más comúnmente es la Norma 90.1 de ASHRAE que se utiliza como referencia para los códigos de energía y construcción en la mayoría de los estados de los Estados Unidos y en las provincias de Canadá. Diferentes versiones y adaptaciones de estas normas y códigos se encuentran vigentes en las provincias y en los estados.

Aun cuando estén vigentes diferentes versiones y adaptaciones de estos reglamentos en diferentes jurisdicciones, cada una de ellas requiere considerar los puentes térmicos y la efectividad del aislante instalado. El aislante exterior presenta un método económico y eficiente de proporcionar un desempeño térmico mejorado y satisfacer los requerimientos de estos reglamentos; sin embargo, la efectividad de este enfoque se basa en la selección de una estrategia de sujeción del revestimiento que sea térmicamente eficiente. La sujeción del revestimiento puede ser un puente térmico significativo y reducir el desempeño del aislante exterior sólo entre 5 y 10% en los sistemas de alto desempeño, y hasta un 80% en sistemas deficientes.

## Requirements for Cladding Attachment

Existen diversas consideraciones que deben tomarse en cuenta al elegir un tipo de aislante exterior y la estrategia de sujeción del mismo en un edificio. Por lo general incluye, cuando menos, las siguientes:

- Peso del revestimiento y cargas de gravedad
- Cargas de viento
- Cargas sísmicas
- Construcción de la parte posterior del muro (madera, concreto, bloque de concreto o marco de acero, etc.)
- Punto de sujeción a la estructura (a través de postes, revestimiento o canto de la losa)
- Espesor del aislante exterior
- Uso de aislante rígido, semirrígido o aplicado en espuma
  - o Capacidad de sujetar los soportes del revestimiento directamente a través de la superficie de tableros de aislante rígidos
  - o Capacidad de ajustar bien el aislante semirrígido
  - o en espuma alrededor de soportes discretos y facilidad de instalación
- Meta de valor R efectivo y pérdida de eficiencia térmica tolerable de los soportes
- Orientación y localización requerida de la sujeción del sistema de revestimiento (panel, vertical, horizontal)
- Detalles de sujeción del revestimiento en las esquinas, vueltas y penetraciones

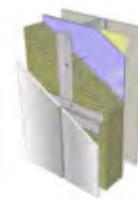
- Requisitos de combustibilidad
- Alojamiento de tolerancia dimensional
- Espesor de muro permisible

El diseño del sistema de sujeción del revestimiento por lo general lo realizará un ingeniero estructural o de fachadas para el arquitecto o fabricante del revestimiento. Muchos sistemas de soporte del revestimiento han sido prediseñados utilizando tablas de cargas desarrolladas por el fabricante.

Es importante que el diseñador del soporte del revestimiento entienda los requerimientos del proyecto incluidos los requerimientos térmicos, de tal forma que el sistema y el espaciamiento de los soportes puedan optimizarse para hacer el mejor uso del aislante exterior. Existen diversas opciones y se seleccionarán con base en muchos factores que se comentarán en el presente.



Soporte del revestimiento discreto tipo riel y clip con aislante semirrígido colocado entre los soportes de clip dentro del riel vertical continuo. Revestimiento sujeto a rieles verticales en la parte exterior del aislante.



Tornillos largos a través del aislante rígido utilizando amarres continuos verticales para crear un sistema de soporte reforzado del revestimiento. Revestimiento sujeto a la armadura en la parte exterior del aislante.



Amarres a mampostería con aislante semirrígido. Los soportes de amarre aquí ofrecen sólo un soporte de resistencia lateral, con carga de gravedad (con soporte en la base del enchapado).

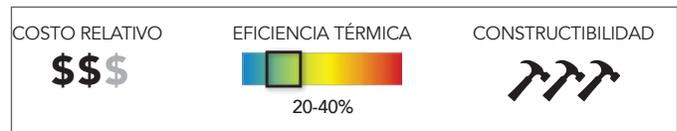
# Sistemas de sujeción del revestimiento

En la actualidad existen en el mercado numerosos sistemas propietarios de soporte de revestimiento diseñados para utilizarse con aislante exterior, y se utilizan muchos materiales diferentes para hacer estos sistemas que incluyen acero galvanizado, acero inoxidable, aluminio, fibra de vidrio y plástico. Aunque cada sistema es diferente, los enfoques pueden por lo general clasificarse como: marco continuo, riel y clips intermitentes, tornillos largos y otros sistemas de diseño específico y para mampostería. Estos sistemas están disponibles para un amplio rango de revestimientos para edificios de todas las alturas y de todo tipo de exposición. Por lo general, cuanto más pesado sea el revestimiento o cuando se tiene una carga extrema de viento, más corto será el espaciamiento de los soportes, poniendo en riesgo un desempeño térmico efectivo. El mejor sistema es un sistema optimizado tanto estructural como térmicamente para las necesidades de soporte del revestimiento de cada proyecto específico. A continuación se presenta una revisión general de diez diferentes sistemas de soporte de revestimiento. Para cada uno de los sistemas se da una calificación para el costo relativo (\$-\$\$\$), la eficiencia térmica (p.e., efectividad porcentual del aislante exterior), y la facilidad de instalación. Dentro de todos los sistemas, a menos que se mencione algún otro, por lo general el aislante semirrígido apropiado es CAVITYROCK® de ROCKWOOL. Cuando se requiera un aislante más rígido, como cuando se utiliza un sistema de soporte del revestimiento con tornillos, o en una aplicación donde se prefiera un tablero más rígido, se recomienda COMFORTBOARD™ de ROCKWOOL. Todos los sistemas de revestimiento pueden instalarse con muros de soporte de madera, postes de acero o concreto/ bloque de concreto, y la mayoría de estos sistemas son mejores para la construcción comercial que para las prácticas residenciales.

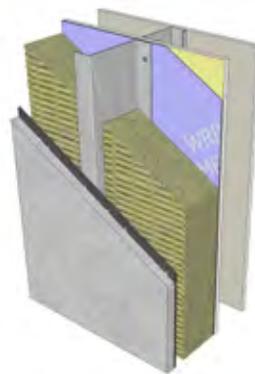
## Marco continuo

Los sistemas de soporte del revestimiento de perfiles continuos son los predecesores de los sistemas de rieles y clips térmicamente más eficientes que se han desarrollado en los últimos años. Aun cuando los sistemas en marco continuo no tienen un desempeño térmico tan bueno, siguen siendo utilizados en algunas aplicaciones.

## Perfiles verticales en Z



Este elemento de sujeción del revestimiento consta de miembros de marco de acero galvanizado continuo, por lo general perfiles acanalados en C o perfiles en Z calibre 18 a 20 sujetos en forma vertical al muro de soporte. Por lo general los perfiles están espaciados para alinearse con el marco de postes que está detrás (cada 16" a 24" o.c.). Los sistemas de soporte se fijan directamente al canto exterior de los perfiles en Z. Cuando se utilice revestimiento orientado verticalmente, pueden aplicarse subperfiles horizontales adicionales al exterior de los verticales. Los perfiles verticales en Z no son un sistema de revestimiento térmicamente eficiente y no se recomiendan en la mayoría de las aplicaciones debido a una cantidad excesiva de puentes térmicos. El aislante exterior instalado entre perfiles verticales en Z se degrada significativamente y en la mayoría de las aplicaciones sólo es efectivo en un 20 a 40%. Aun cuando las roturas de puentes térmicos a nivel del revestimiento pueden ser benéficas, el aislante sigue estando puentado, causando una mejora en su mayor parte a la temperatura de la superficie más que al valor U. En términos de los códigos obligatorios de cumplimiento, es muy difícil cumplir con este sistema los requerimientos de valor R efectivo.



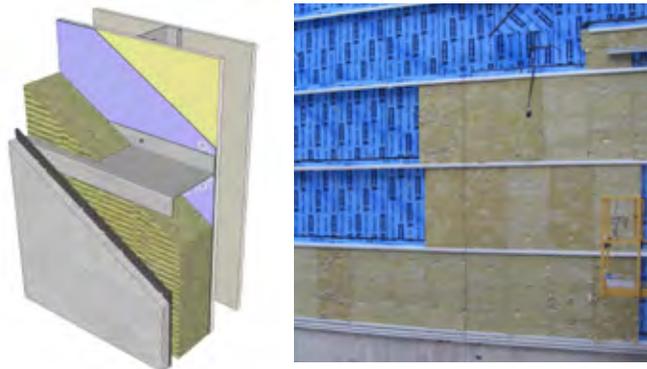
Perfil vertical en Z sobre un ensamble de muro de postes de acero. Los perfiles están sujetos a los postes que están atrás cada 16" o.c. dando como resultado un puentado térmico significativo a través del aislante exterior.

## Horizontal Z-Girts

COSTO RELATIVO	EFICIENCIA TÉRMICA	CONSTRUCTIBILIDAD
\$\$\$	30-50%	

Esta sujeción del revestimiento consiste en miembros continuos de marco de acero galvanizado, por lo general perfiles en Z calibre de 18 a 20 sujetos en forma horizontal a los postes de acero o a un muro de soporte de concreto. Por lo general y dependiendo de las cargas del revestimiento, los perfiles se sujetan al muro de soporte cada 24" a 48" o.c.. Los sistemas de revestimiento se sujetan directamente al canto exterior de los perfiles. Cuando se utiliza revestimiento orientado horizontalmente, pueden aplicarse subperfiles verticales adicionales al exterior de los horizontales.

Los perfiles horizontales en Z no son un sistema térmicamente eficiente para el revestimiento, y no se recomiendan en las aplicaciones en general debido a que tienen una cantidad excesiva de puenteo térmico. El aislante exterior instalado entre perfiles horizontales en Z se degrada significativamente y tiene una efectividad sólo de un 30 a un 50% en la mayoría de las aplicaciones de aislante exterior. Esto se ve sólo ligeramente mejorado con perfiles verticales en Z ya que menos acero puentea el aislante exterior (es decir, un espaciamiento de 24" o.c. en comparación con 16" o.c.).



Perfiles horizontales en Z sobre un ensamble de muro de postes de acero. Aquí los perfiles está sujetos cada 36" para reducir el puenteo térmico.

## Crossing Z-Girts

COSTO RELATIVO	EFICIENCIA TÉRMICA	CONSTRUCTIBILIDAD
\$\$\$	40-60%	

Este elemento de sujeción del revestimiento consta de dos miembros continuos de marco de acero galvanizado, por lo general perfiles en Z calibre 18 a 20 sujetos en un patrón cruzado a los postes de acero o a un muro de soporte de concreto. Por lo general, los perfiles van espaciados cada 16 a 24" o.c. dependiendo del marco de soporte y de las cargas del revestimiento. Los sistemas de revestimiento se sujetan directamente al canto exterior de los perfiles exteriores.

Los perfiles transversales en Z no forman un sistema de revestimiento térmicamente eficiente y no se recomiendan en la mayoría de las aplicaciones debido a que tienen una cantidad excesiva de puenteo térmico. El aislante exterior instalado entre perfiles transversales en Z se degrada significativamente aun cuando la sujeción se presenta en forma intermitente, y tiene una efectividad de sólo 40 a 60% en la mayoría de las aplicaciones de aislante exterior. Este sistema puede mejorarse ligeramente (menos del 5%) utilizando roturas/arandelas térmicas aislantes de baja conductividad entre el marco y el muro de soporte, o entre los perfiles transversales.



Ensamble de perfiles transversales en Z que consiste en perfiles verticales y horizontales en Z sujetos en los puntos de cruce.



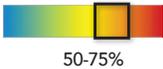
Sistema de soporte del revestimiento de perfiles transversales en Z con perfiles verticales en Z perforados a la medida, utilizados para retener el aislante CAVITYROCK® de ROCKWOOL.

## Sistemas de rieles y clips

Los sistemas de rieles y clips se están volviendo un enfoque muy popular para crear un sistema de soporte del revestimiento con mayor eficiencia térmica y pueden soportar todo tipo de revestimientos. Esto incluye revestimiento en tablero y en colcha que se instala utilizando sujetadores estándar clavos / tornillos, chapas pegadas con yeso, chapas de piedra, y una gran variedad de sistemas de revestimiento de metal, vidrio y compuestos, cada uno de ellos con condiciones de soporte únicas.

Los sistemas de rieles y clips constan de perfiles verticales u horizontales (rieles) sujetos a clips intermitentes que son sujetos a la estructura a través del aislante exterior. Por lo general sólo los clips penetran el aislante exterior; sin embargo, en algunos diseños, la red de rieles puede también atravesar parte del aislante. En este caso, la red degrada el desempeño térmico del sistema en forma muy parecida a los sistemas de perfiles verticales y horizontales continuos y debe evitarse siempre que sea posible. Casi siempre los rieles están hechos de perfil de acero galvanizado en Z o de secciones de canal omega o extrusiones de aluminio. Los clips se fabrican de una gran variedad de materiales que incluyen acero galvanizado, acero inoxidable, aluminio, fibra de vidrio, plástico o alguna combinación de estos materiales juntos. Cuanto menos conductor sea el material de los clips y los sujetadores que penetran el aislante, mayor eficiencia térmica tendrá el sistema. Es por esto que los sistemas de acero inoxidable o de fibra de vidrio tienen un mejor desempeño que los de acero galvanizado o aluminio, y por lo que los sujetadores de acero inoxidable pueden ser mejores comparados con los sujetadores de acero galvanizado. La estrategia con todos los sistemas de clips es maximizar el espaciado y utilizar el mínimo número de clips que sea posible a la vez que satisface los requerimientos estructurales. Este espaciado máximo de clips está regido por lo general por las cargas de viento sobre el revestimiento y la rigidez de la sección de rieles. Los clips de baja conductividad también ayudan, ya que inevitablemente se necesitan más clips en algunos lugares de la estructura. Aunque esto no necesariamente se toma en cuenta en los códigos de energía actuales, es muy probable que en el futuro se vuelva una consideración importante, ya que el puenteo térmico en esos lugares se convierte en una preocupación central.

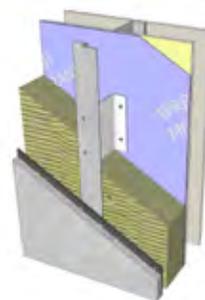
### Clips de acero galvanizado

COSTO RELATIVO	EFICIENCIA TÉRMICA	CONSTRUCTIBILIDAD
\$\$\$	 50-75%	

Este sistema de soporte de rieles y clips utiliza clips de metal genéricos intermitentes fabricados de acero galvanizado formado en frío. Por lo general los clips toman la forma de perfiles en Z calibre 16-20, perfiles acanalados en C, o ángulos en L en largos de 4 a 8" con profundidad adecuada al aislante y/o la cavidad de revestimiento. La ajustabilidad dimensional puede venir del uso de escuadras en L atornilladas una contra otra al instalarse, o el uso de laines o calzas de plástico o metal instaladas sobre el muro detrás de los clips. Los clips se sujetan a los rieles verticales u horizontales que son con más frecuencia perfiles en Z, perfiles acanalados omega o en C. El revestimiento se sujeta directamente a estos rieles con tornillos cortos. Las secciones de rieles de preferencia no debieran penetrar el aislante ya que esto degrada el desempeño térmico efectivo del sistema.

La eficiencia térmica de un sistema de rieles y clips con acero galvanizado se ve predominantemente afectado por el espaciamiento, calibre y largo de los clips. Por lo general los clips se espacian cada 16" horizontalmente y cada 24 a 48" verticalmente dependiendo de las cargas del revestimiento. Dadas las variables, la eficiencia térmica de los sistemas de rieles y clips de acero galvanizado puede variar considerablemente de menos del 50% hasta un 75%.

Además de las opciones genéricas disponibles, existen algunos fabricantes que fabrican ahora clips de acero galvanizado prefabricados con diseño técnico.

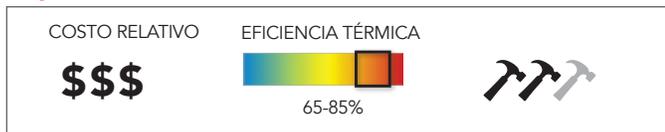


Clips de acero galvanizado intermitentes con perfiles verticales.



Clips de ángulo en L genéricos ajustables adosados uno contra otro.

### Clips de acero inoxidable



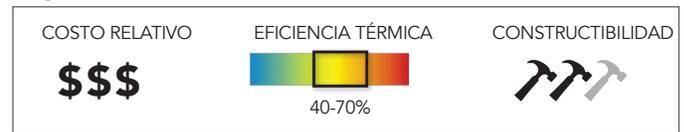
Este sistema de rieles y clips es muy similar a la opción de clip de acero galvanizado que se describió anteriormente, pero en lugar de clips está hecho de perfiles de acero inoxidable (los rieles siguen siendo de acero galvanizado). El acero inoxidable es más de cuatro veces menos conductor que el acero galvanizado, y por lo tanto tiene mayor eficiencia térmica. Debido a la menor conductividad de los clips, este sistema tiene un desempeño bastante bueno con eficiencias térmicas en el rango de 65 a 85%, dependiendo de las dimensiones de los clips y del espaciamiento.

En términos de instalación, la perforación previa de los componentes inoxidables puede ayudar a su colocación in situ. Además de las opciones genéricas disponibles, existen unos cuantos fabricantes que en la actualidad producen y venden clips de acero inoxidable que incluyen un ángulo en L adosado que permite su ajustabilidad in situ.



Clips de acero inoxidable intermitentes con perfiles verticales.

### Clips de aluminio en T



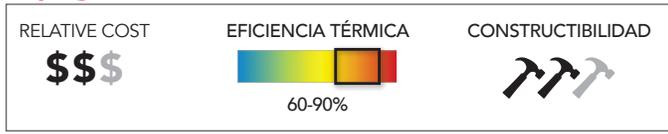
Este sistema de rieles y clips es similar a la opción de clip de acero galvanizado que se describe anteriormente, pero en lugar de acero galvanizado los clips están fabricados de una extrusión gruesa de aluminio en T con perfiles horizontales colocados encima de los clips. Los perfiles horizontales atraviesan la mayor parte del aislante exterior disminuyendo su desempeño, aunque pueden espaciarse más que los rieles / perfiles montados en el exterior del aislante. Cuando es necesario, se fijan rieles verticales sobre los perfiles horizontales.

Ya que el aluminio es de tres a cuatro veces más conductor que el acero galvanizado, la clave con este sistema es minimizar el número de clips y maximizar la eficiencia estructural de los rieles exteriores. Actualmente existe un fabricante con este sistema propietario que también integra otros materiales de rotura de puente térmico en el clip. El desempeño de este sistema depende en gran medida del espaciamiento de los perfiles horizontales que penetran el aislante, y del espaciamiento de los clips intermitentes de aluminio. La eficiencia térmica del sistema va desde 40% hasta 70%.



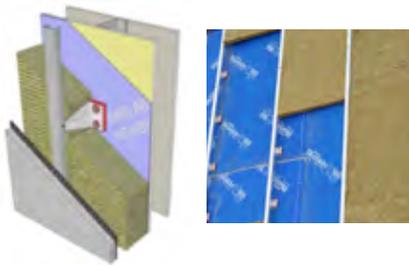
Clip de aluminio en T con perfiles horizontales en Z y perfiles omega verticales para sujetar el revestimiento.

## Clips galvanizados térmicamente aislados

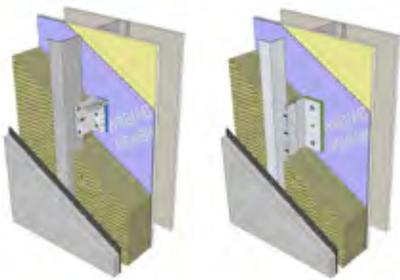


Este sistema de rieles y clips consta de clips propietarios de acero galvanizado de calibre más pesado con almohadillas / arandelas de plástico de 1/8" a 1/2" instaladas entre el clip y la estructura de soporte. Las arandelas de plástico pueden también utilizarse en los sujetadores para reducir la transferencia de calor. Los perfiles verticales u horizontales se fijan a los clips utilizando tornillos y el revestimiento se sujeta a estos perfiles. Existen en la actualidad múltiples fabricantes de productos similares en el mercado con diferente desempeño estructural y térmico.

En términos del desempeño térmico, los componentes plásticos reducen el flujo de calor a través del clip a niveles de desempeño similares a los sistemas de clips de acero inoxidable. Nuevamente, la clave para maximizar el desempeño térmico de este sistema es reducir el número de clips que se necesitan. El desempeño térmico de este sistema varía entre 60 y 90% dependiendo de los detalles de manufactura y espaciamiento.

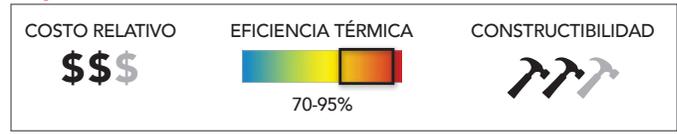


Clip de acero galvanizado térmicamente aislado fijado sobre el muro con tornillos a través de una almohadilla plástica aislante.



Ejemplos adicionales de clips de acero galvanizado térmicamente aislados donde se utilizan almohadillas de baja conductividad para reducir el flujo de calor a través de cada clip. Note que el mejor desempeño surge cuando los perfiles continuos fijados a los clips son totalmente exteriores al aislante y no lo atraviesan.

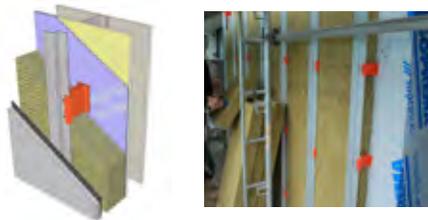
## Clips de fibra de vidrio



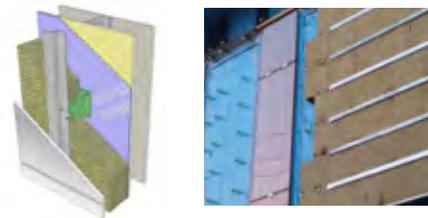
Este sistema de rieles y clips utiliza clips de fibra de vidrio de baja conductividad. La fibra de vidrio tiene casi 200 veces menor conductividad que el acero galvanizado y mejora significativamente el desempeño térmico. Uno o dos tornillos largos (galvanizados o de acero inoxidable) atraviesan cada clip para conectarlo al riel de acero galvanizado vertical u horizontal a través del clip del bloque de corte hacia la estructura.

Con este sistema, los perfiles en Z o canales omega se utilizan como los elementos de rieles horizontales o verticales enteramente sobre el exterior del aislante. Los clips de fibra de vidrio con frecuencia están previamente engrapados a los perfiles de metal y después son atornillados al muro como un solo elemento, acelerando así el tiempo de instalación.

Existen dos variantes del clip de fibra de vidrio en el mercado con diferentes características de desempeño estructural, térmico y contra incendio. El desempeño térmico de un sistema de rieles y clips de fibra de vidrio depende enormemente del espaciamiento de los clips y del tipo de sujetadores de tornillo utilizados (galvanizados vs. Inoxidables) y va desde 70% con los clips colocados muy juntos para revestimientos más pesados, hasta 90% con clips espaciados óptimamente para revestimientos más ligeros.



Clips de fibra de vidrio con perfiles verticales en Z con sujetadores de tornillo a través de los clips de fibra de vidrio hacia el muro de soporte.



Clips de fibra de vidrio (espaciadores) fijados al muro con tornillos, perfiles horizontales en Z fijados a los clips con tornillos.

## Tornillos largos a través del aislante

COSTO RELATIVO	EFICIENCIA TÉRMICA	CONSTRUCTIBILIDAD
\$\$\$	 75-95%	

Este sistema de sujeción del revestimiento utiliza tornillos largos que conectan los perfiles o armadura al exterior del aislante rígido (COMFORTBOARD™ de ROCKWOOL) directamente hacia la estructura. No se recomienda aislante semirrígido ya que es demasiado comprimible para esta aplicación.

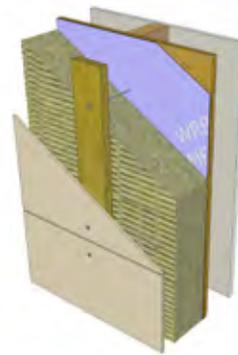
La combinación de los perfiles/flejes exteriores continuos, sujetadores largos y aislante rígido, crea un sistema reforzado para soportar sistemas de revestimiento de peso ligero y medio. La deflexión es limitada por la acción de celosía y puede limitarse aún más mediante la instalación de sujetadores atornillados hacia arriba en ángulo a través del aislante. Los únicos puentes térmicos a través del aislante exterior son los tornillos largos galvanizados o de acero inoxidable. Los revestimientos se sujetan directamente a los perfiles de acero o a la armadura de madera en la superficie exterior del aislante. Por lo general se utiliza armadura vertical ya que proporciona una cavidad vertical para drenado y ventilación detrás del revestimiento junto con una mayor capacidad de carga; sin embargo, para algunos revestimientos también puede utilizarse una armadura horizontal.

Por lo general se utilizan perfiles de canal omega calibre 18 a 20 para perfiles de acero galvanizado o como mínimo triplay o madera dimensional de 3/4" como armadura/perfiles exteriores. Casi siempre los sujetadores son tornillos de acero #10-#14 cada 12-16" o.c., en largos que conecten la armadura/perfil exterior a la estructura de soporte (postes, recubrimiento o concreto). Por lo general, el largo requerido de los tornillos puede calcularse dependiendo del grosor del aislante exterior más 1 1/2" ó 2".

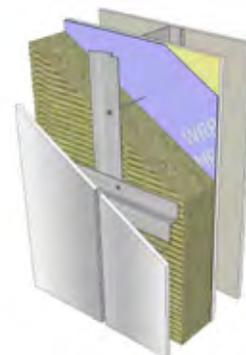
Un reto que enfrentan los instaladores con este sistema es la conexión positiva de los sujetadores de tornillo hacia la estructura. Con un marco de madera esto puede lograrse golpeando los postes o diseñando el triplay o recubrimiento OSB para que tenga la resistencia de adherencia necesaria. Con postes de acero esto requiere una alineación cuidadosa al golpear, pero no desforrar los postes. Con un soporte de bloque de concreto o concreto, esto requiere sujetadores especiales para concreto o mampostería. El desempeño térmico de este sistema depende del muro de soporte, del tipo de sujetador y su espaciado. En condiciones normales, la efectividad del aislante estará en el rango de 75 a 85% con tornillos galvanizados en soporte de acero/concreto, y hasta 90-95% con tornillos de acero inoxidable en soporte de marco de madera.

bloque de concreto o concreto, esto requiere sujetadores especiales para concreto o mampostería.

bloque de concreto o concreto, esto requiere sujetadores especiales para concreto o mampostería. El desempeño térmico de este sistema depende del muro de soporte, del tipo de sujetador y su espaciado. En condiciones normales, la efectividad del aislante estará en el rango de 75 a 85% con tornillos galvanizados en soporte de acero/concreto, y hasta 90-95% con tornillos de acero inoxidable en soporte de marco de madera.



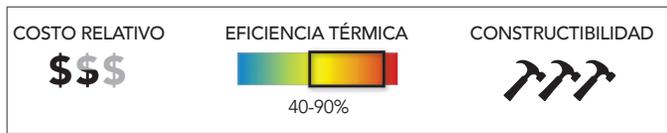
Tornillos largos a través de armadura vertical de madera y aislante rígido COMFORTBOARD™ de ROCKWOOL en un proyecto residencial multifamiliar.



Tornillos largos a través de rieles omega metálicos horizontales y aislante rígido COMFORTBOARD™ de ROCKWOOL en un proyecto de edificio comercial.

# Anclajes de diseño técnico específico y otros sistemas

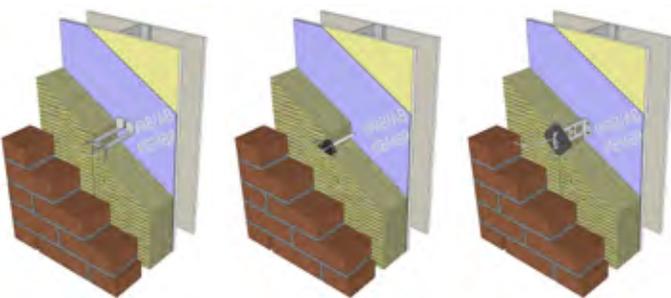
## Amarres a mampostería



Los sistemas de chapa de mampostería están soportados por soportes de apoyo de gravedad (angulares de asiento, ménsulas, etc.) y amarres intermitentes para soporte lateral y fuera de plano. Los amarres a mampostería puentean el aislante exterior de la misma manera que otros soportes del revestimiento, y por lo tanto son puentes térmicos. Hay una gran variedad de sistemas propietarios y genéricos de amarres a mampostería en el mercado, y la eficiencia térmica varía de buena a excelente (aproximadamente de 40 a 90%) dependiendo del número de amarres y el tipo de metal utilizado.



Ejemplos de amarres a mampostería instalados a través del aislante CAVITYROCK® de ROCKWOOL.

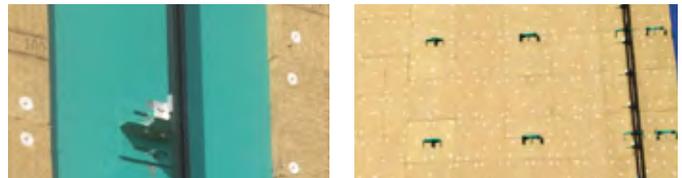


Ejemplos de amarres a mampostería alternados instalados a través del aislante CAVITYROCK® de ROCKWOOL.

Además de los diversos sistemas de sujeción del revestimiento presentados en el presente folleto, existen muchas oportunidades de tener enfoques de diseño técnico y adaptaciones de los sistemas existentes.

Los sistemas de chapa de piedra durante mucho tiempo han utilizado clips de diseño técnico específico de calibre pesado para soportar estructuralmente el revestimiento pesado, y han adaptado las dimensiones para soportar a través de unas pulgadas el aislante exterior. Muchos de estos anclajes de acero calibre más pesado serán grandes puentes térmicos, y se sugiere el modelado térmico para evaluar oportunidades para realizar mejoras, que incluyen optimización del espaciamiento o incorporación de materiales de rotura de puente térmico.

Un ejemplo de un sistema de soporte de anclaje del revestimiento de diseño técnico específico para trabajo pesado se muestra a continuación. En él grandes placas de acero se han fijado con espigas a la estructura de concreto con espaciamiento de 10 a 12'. Sobre la parte superior de las placas de acero se encuentra un sistema de rieles de aluminio para soportar el sistema de revestimiento en panel.



Ejemplo de ancla de diseño técnico para trabajo pesado que consta de placas de acero grandes soldadas y sistema de rieles verticales.

Los fabricantes de revestimiento constantemente están desarrollando sistemas nuevos y mejorados de soporte de revestimiento. La lista de sistemas de soporte del revestimiento disponibles en el presente folleto continuará creciendo y será más común encontrar modificaciones a los sistemas actuales. Dichos ejemplos incluyen el uso de clips discretos de fibra de vidrio o clips de aluminio y plástico para soportar paneles metálicos compuestos (parte inferior).

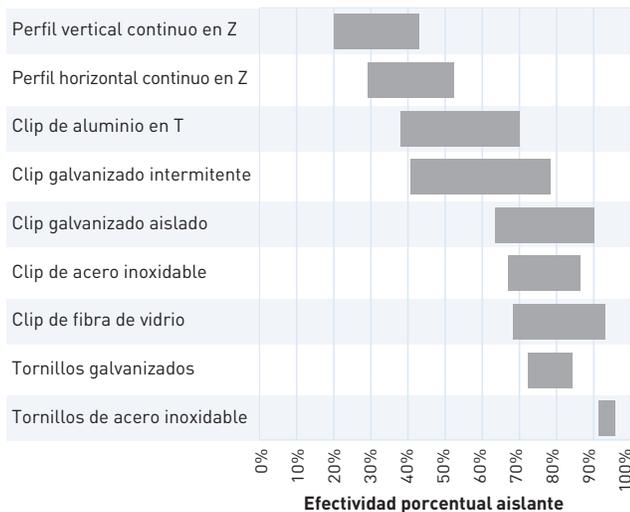


Ejemplos de soportes discretos mejorados de revestimiento para paneles metálicos compuestos.

# Resumen de comparación térmica de sistemas

Para resumir el desempeño térmico de las diversas estrategias presentadas de soporte del revestimiento, el rango de efectividad térmica del aislante exterior se muestra a continuación. Estos porcentajes pueden multiplicarse por el valor R del aislante exterior y agregarse al valor R del muro de soporte para determinar un valor R efectivo global aproximado para el ensamble de muro.

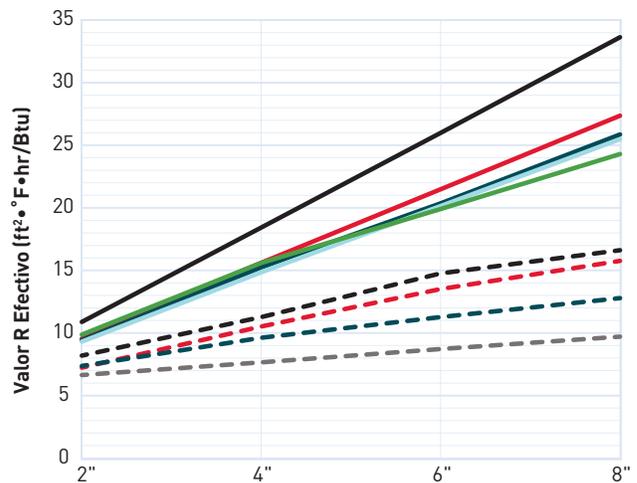
El rango en valores proporcionado comprende espaciamiento normal de la estructura de soporte al fijarlo a postes de acero, concreto y muros de soporte de madera para una variedad de los revestimientos típicos utilizados. La efectividad porcentual aislante también disminuye con cantidades más gruesas de aislante exterior. Los valores fueron determinados utilizando un software de modelado térmico tridimensional calibrado. Cada uno de los sistemas fue modelado utilizando el mismo conjunto de supuestos, condiciones límite, e información de propiedades del material. Los fabricantes también podrán proporcionar sus propios datos publicados.



Esta información puede también ser utilizada para ayudar a seleccionar el espesor apropiado del aislante CAVITYROCK® de ROCKWOOL en un muro de soporte de marco de postes de acero de 3 5/8" en la siguiente tabla. Por ejemplo, para tener un valor efectivo de R-20 con este muro de soporte, se necesita aislante CAVITYROCK® de 6" con diferentes sistemas de soporte del revestimiento.



Muro de postes de acero de 3 5/8" no aislado con aislante exterior y sistema de sujeción del revestimiento.



Espección del aislante CAVITYROCK® de ROCKWOOL Sobre muro de soporte de postes de acero de 3 5/8" vacío

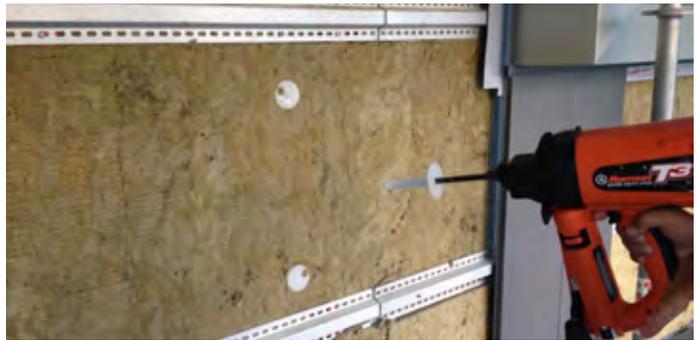
- Tornillos de acero inoxidable - 16" x 12"
- Tornillos galvanizados - 16" x 12"
- Clip de fibra de vidrio - 16" x 24"
- Clip de acero inoxidable - 16" x 24"
- Clip galvanizado aislado - 16" x 24"
- - - Clip galvanizado intermitente - 16" x 24"
- - - Clip de aluminio en T - 16" x 24"
- - - Perfil horizontal en Z continuo - 24" OC
- - - Perfil vertical en Z continuo - 16" OC

## Otras consideraciones

Además de los soportes del revestimiento, los elementos de sujeción mecánicos son necesarios también para soportar y mantener el aislante exterior en su lugar cuando no los proporciona el sistema de soporte del revestimiento. Estos sujetadores del aislante tienen el propósito de mantener el aislante pegado al muro de soporte y a los soportes del revestimiento, ya que los espacios entre los tableros del aislante o atrás del aislante degradarán el desempeño térmico, especialmente si el aislante en servicio no se mantiene en su lugar detrás del revestimiento. Estos sujetadores se utilizan en toda el área del muro, y en particular alrededor de los detalles donde se cortan y colocan piezas más pequeñas del aislante. Sujetadores aceptables pueden ser tornillos y arandelas, sujetadores propietarios del aislante, pasadores para aislante, y clavos con cabeza plástica. Muchos de los sistemas de revestimiento presentados en este folleto están también diseñados para retener el aislante durante el proceso de instalación. Los sujetadores metálicos de aislante crearán puentes térmicos adicionales a través el aislante exterior, por lo que deben utilizarse los menos posibles. Los sujetadores por lo general reducen la efectividad térmica del aislante exterior desde <1% para los sujetadores plásticos hasta 10% para los tornillos largos, además de las pérdidas debidas al sistema de soporte del revestimiento.



Ejemplo de aislante sostenido por pasadores para aislante fijados mecánicamente entre el marco de madera vertical (los pasadores adhesivos no se consideran una estrategia de soporte a largo plazo).



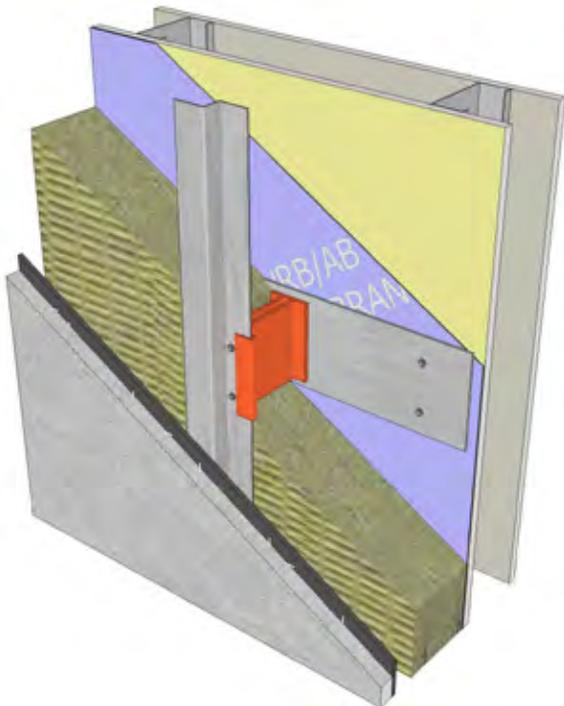
Ejemplo de sujetadores de aislante activados con celda de combustible plástico instalados después del aislante, y el sistema de perfiles se instala para sostener el aislante.



Ejemplo de aislante sostenido por clips intermitentes de soporte del revestimiento detrás de paneles de metal. Aquí la estructura de soporte de panel metálico en la parte superior también sostiene el aislante en el ensamble.

## Resumen

Cada uno de los sistemas de revestimiento presentados en este folleto requiere soportes fijados sobre la estructura. Es relativamente sencillo hacerlo con concreto, bloque de concreto y muros de madera en masa. En los edificios de madera, los soportes del revestimiento pueden diseñarse para ser soportados por postes, o por el triplay o recubrimiento OSB, dependiendo de los requerimientos de fuerza de adherencia del sujetador. En los edificios con postes de acero y recubrimiento de yeso, los soportes del revestimiento deben fijarse sobre los postes de acero. Esto significa que un poste de acero necesita estar colocado detrás de cada clip o perfil. Tal vez esto no sea siempre posible, en especial en situaciones de remodelación. En estos escenarios pueden utilizarse bandas de hoja de acero galvanizado calibre de 16 a 20 entre los postes, siendo entonces el lugar donde deben colocarse los sujetadores del perfil o clip de soporte del revestimiento. Estas bandas se requerirán alrededor de las penetraciones, ventanas, esquinas, y en otros lugares donde los postes de acero no puedan instalarse desde el interior.



Ejemplo del uso de bandas de hoja de acero galvanizado para proporcionar un soporte estructural para los clips del revestimiento, lejos de los postes.

Existen muchos sistemas de soporte de revestimiento disponibles en la industria que pueden ser utilizados para soportar revestimientos de todos los tipos a través del aislante exterior que incluyen CAVITYROCK® y COMFORTBOARD™ de ROCKWOOL. Los códigos de energía que incluyen la Norma 90.1 de ASHRAE y NECB consideran los puentes térmicos y la efectividad del aislante, por lo que una estrategia eficiente de sujeción del revestimiento es un componente importante del diseño de envoltorio. Los atributos claves que deben buscarse son sistemas que proporcionen el soporte estructural necesario, minimicen los puentes térmicos, sean fáciles de instalar, y tengan efectividad de costos. Al ser ésta una industria emergente, los sistemas de soporte del revestimiento están desarrollándose y evolucionando constantemente.

### Otras fuentes de información

- Guía de Instalación de CAVITYROCK® de ROCKWOOL
- Videos de CAVITYROCK® de ROCKWOOL
- Guía de Instalación de COMFORTBOARD™ de ROCKWOOL
- Lineamientos sobre sujetadores de ROCKWOOL

En el Grupo ROCKWOOL, estamos comprometidos a enriquecer la vida de todos los que entran en contacto con nuestras soluciones. Tenemos la experiencia idónea para afrontar muchos de los desafíos de desarrollo y sustentabilidad más importantes de la actualidad, desde el consumo energético y la contaminación sonora hasta la resistencia a los incendios, la escasez de agua y las inundaciones. Nuestra gama de productos refleja la diversidad de las necesidades del mundo y respalda a la vez a nuestros clientes a fin de reducir su propio impacto ambiental.

La lana de roca es un material versátil que constituye la base de todas nuestras actividades comerciales. Con más de 11,000 empleados en 39 países, somos el líder mundial en soluciones de lana de roca, desde aislamientos para edificios, techos acústicos, sistemas de revestimientos exteriores y soluciones hortícolas hasta fibras diseñadas para usos industriales, aislamientos para la industria de procesamiento y soluciones marinas y oceánicas.

ROXUL®, AFB®, CAVITYROCK®, COMFORTBATT®, CONROCK®, CURTAINROCK®, ROCKBOARD®, TOPROCK®, MONOBOARD® y ROXUL® son marcas registradas del Grupo ROCKWOOL en EE. UU. y ROXUL Inc. en Canadá.

ROCKWOOL™, COMFORTBOARD™, ABROCK™, ROXUL SAFE™, ROCKWOOL PLUS™ y AFB evo™ son marcas comerciales del Grupo ROCKWOOL en EE. UU. y ROXUL Inc. en Canadá.

SAFE'n'SOUND® es una marca registrada utilizada bajo licencia por Masonite Inc.



**ROCKWOOL**  
8024 Esquesing Line  
Milton, ON L9T 6W3  
Tel: 1 800 265 6878  
rockwool.com