1. INTRODUCCIÓN

Las **Cubiertas Modulares HunterDouglas®** son preferidas por arquitectos, diseñadores, constructores y propietarios de edificios gracias a que, la suavidad de sus líneas, la multiplicidad de sus colores, su gran durabilidad y su versatilidad, aumentan la vida y el valor de las construcciones.

Por sus características, las **Cubiertas Modulares HunterDouglas®** combinan bien con la mayoría de materiales y tratamientos en acabados de construcción. Su versatilidad permite usarlas en cualquier lugar exterior de las construcciones, asegurando la simplicidad en el diseño global.

La combinación de materias primas de larga vida con un moderno sistema de pintura de alto rendimiento, da como resultado un producto óptimo para la construcción, funcional, durable y atractivo a la vista.

2. MATERIALES

Los materiales utilizados para la fabricación de las **Cubiertas Modulares HunterDouglas®** son Aluminio, Aluzinc y Acero Galvanizado.

(Ver ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES, Pág. 29)





3.1. PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

Las materias primas utilizadas para la fabricación de las **Cubiertas Modulares HunterDouglas®** vienen en rollos o bobinas de diferentes anchos, los cuales en su primera etapa son cortados según el desarrollo de cada referencia (Tabla 1).

Referencia	Desarrollo teja	Desarrollo bandeja
250C	366 mm	305 mm
333C	450 mm	366 mm
350MV	450 mm	450 mm
500C	610 mm	536 mm
500MV	600 mm	600 mm
380C	497 mm	417 mm
525C	642 mm	571 mm

Tabla 1

Teniendo los rollos cortados, viene una segunda etapa que consiste en un proceso químico de desengrase y limpieza de la lámina que se inicia con un lavado del metal por aspersión, con jabones y/o algún tipo de soda, para eliminar grasas y aceites. En este paso se disuelven las grasas y se sedimentan, para evitar que se vuelvan a adherir.

El siguiente paso es un pretratamiento del metal con un sistema de bonderizado en el cual se ejerce una acción de ataque y sello a su superficie (oxidación acelerada), para crear una mejor superficie de adherencia. De acuerdo al metal se usan fosfatos o cromatos, químicos de acción muy rápida.

Posteriormente se realiza un proceso de neutralizado por inmersión, a una temperatura de 75°C aprox., utilizando un pasivador para eliminar cualquier impureza o resto de los anteriores pasos (residuos de aguas duras, productos químicos, etc.).

Todos los pasos mencionados van seguidos de un lavado con agua fría corriente para eliminar la acción ácida o básica del paso anterior.

Finalmente, el metal se pasa por un tren de rodillos accionados neumáticamente, para lograr la nivelación perfecta de la lámina antes de ingresar al sistema de pintura.



Este pretratamiento se realiza para promover la adherencia de la pintura a la superficie metálica.

3.2. PINTURA

A. Aplicación

En una línea ancha de pintura un ***wash primer*** de alto rendimiento se aplica a la superficie pretratada para

incrementar la resistencia a la corrosión y facilitar la adherencia de la capa final de pintura. Este ***primer*** epóxico posteriormente es horneado y luego entra a una etapa de enfriamiento.

Para finalizar el proceso, se aplica una capa de pintura horneable de alta durabilidad tipo ***poliéster***, siendo éste libre de aceite, de acabado brillante, con excelente adherencia, permanencia de color, retención de brillo, alta dureza y resistencia a la intemperie en diversos climas y ambientes. El espesor final de esta capa de pintura es de 24 micrones (Fig. 1).

(Ver ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES, Pág. MC29)

B. Calidad

Todo este proceso se realiza en una línea continua de velocidad controlada para rollos que cuidadosamente aplica y hornea el sistema de pintura de una manera uniforme.

El producto pintado se fabrica bajo estrictas especificaciones según normas técnicas de la European Coil Coating Association (E.C.C.A.) y American Society for Testing and Materials (A.S.T.M) y es sometido a pruebas de calidad para cumplir con los requisitos críticos de laboratorio (Pruebas T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9).

C. Características

Primer: Epóxico. Promueve la adhesión entre sustrato y capa de pintura poliuretano.

Pintura: Poliéster, espesor aproximado 24 micrones. Este tipo de acabado tiene excelentes propiedades mecánicas ya que alcanza una resistencia a la flexión de 1 a 2 T, impacto 100 lbs/plg mínimo, F de dureza mínima al lápiz y resistencia a solventes de 100 frotes, 700 hr mínimo en cámara salina.

3.3. FORMACIÓN

Las diferentes **Cubiertas Modulares HunterDouglas®** se figuran por medio de Rolado. Los equipos poseen una serie de diferentes rodillos, montados sobre ejes, que van dando forma progresivamente a la lámina enrollada, hasta convertirla en perfiles o paneles según cada referencia. Los remates y diferentes accesorios se forman a través de una prensa o dobladora.

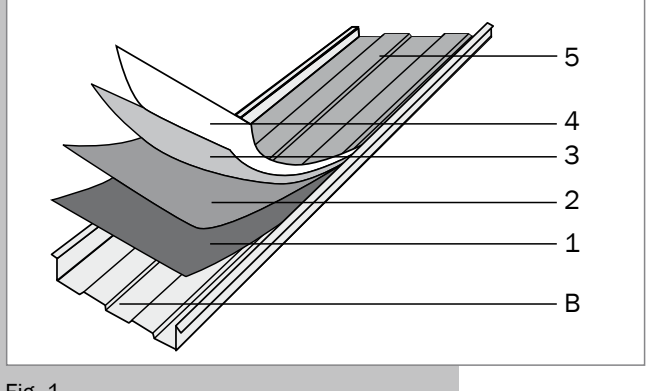


Fig. 1

B. Base Metálica

1. Desengrasante Activo

2. Película bonderizado

3 Primer Epóxico

4. Pintura Poliéster al Horno

5. Producto Acabado

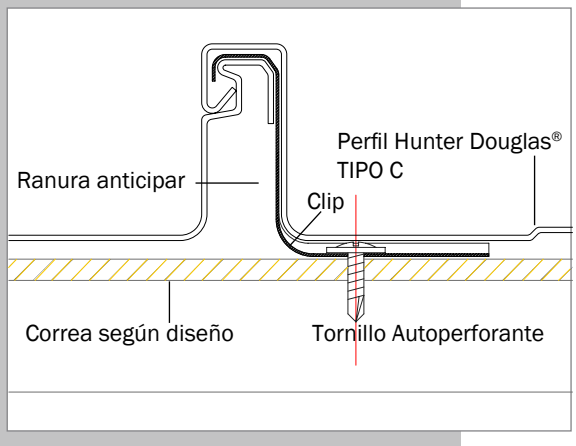


Fig. 2

3.4. CUBIERTA SENCILLA TIPO C

Sistema de traba mecánica lateral de los paneles. El perfil tiene los bordes laterales asimétricos: borde macho y borde hembra. Estos bordes se traban mecánicamente con los contiguos, dejando una ranura anticapilar (Fig. 2). Los módulos pueden ser de 250, 333, 380, 500, ó 525 mm de ancho (Fig. 3).

3.5. CUBIERTA SENCILLA TIPO MV

Sistema de panel Standing Seam fabricado con una Roladora extremadamente versátil que figura los paneles, formándoles pestañas laterales que son grafadas y selladas posteriormente con una máquina cosedora especial. Puede darse un sellado a las pestañas de 90° o de 180° (Fig. 4), con lo que se garantiza la cubierta contra humedad y goteras. Los módulos pueden ser de 350 mm y 500 mm de ancho (Fig. 5).

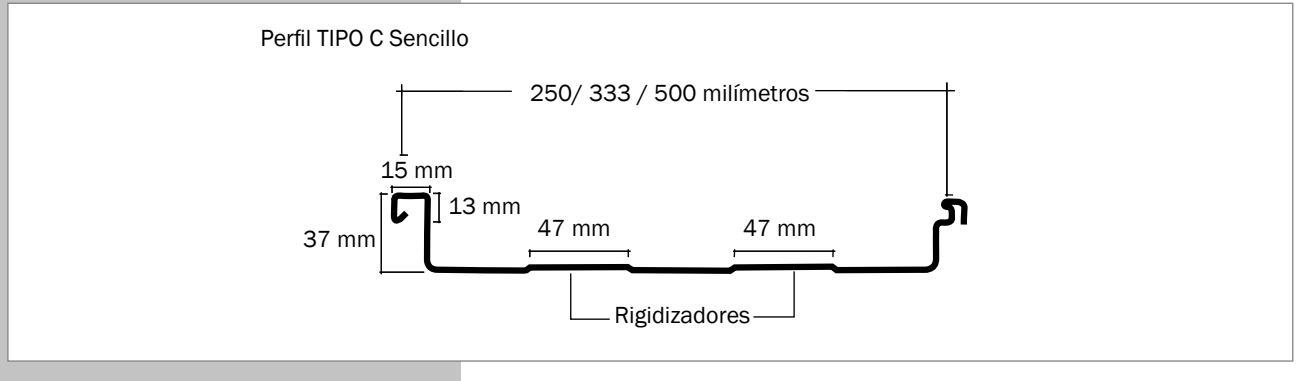


Fig. 3

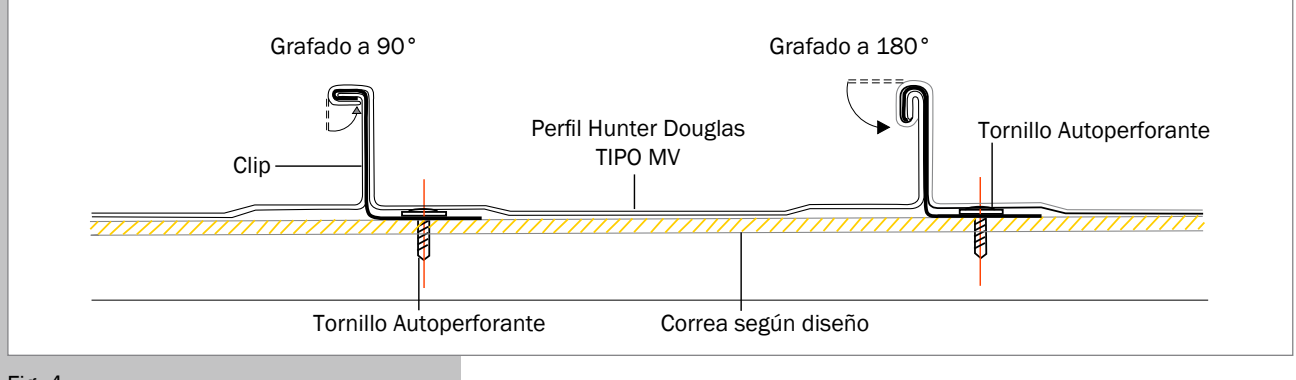


Fig. 4

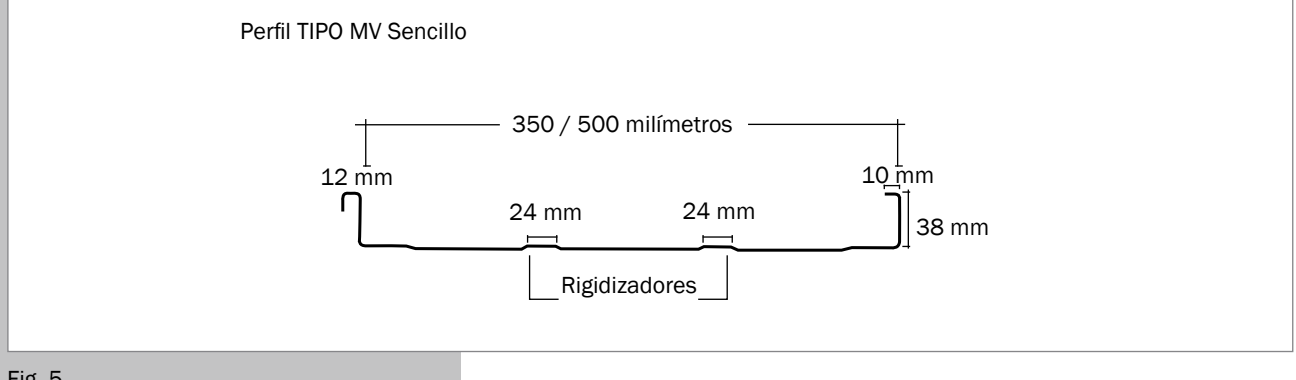


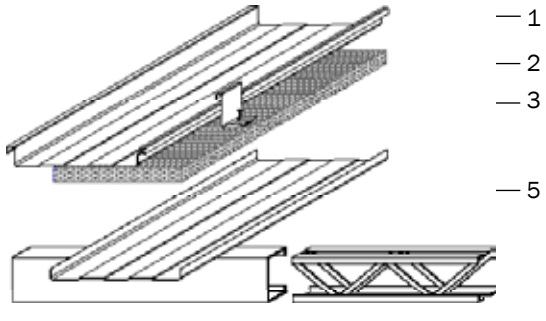
Fig. 5

4. CUBIERTAS HUNTERDOUGLAS® TIPO SANDWICH 250C / 333C / 380C / 525C Y 350MV / 500MV

En su permanente preocupación por satisfacer y atender las necesidades y requerimientos de los arquitectos y profesionales del medio, **HunterDouglas®** diseñó un nuevo producto para cubiertas y revestimientos llamado **Cubierta Modular Sandwich Deck**. Este producto es ideal para controlar térmica y acústicamente los recintos, manteniendo temperaturas agradables y reduciendo significativamente la pérdida de frío en espacios que manejan aire acondicionado.

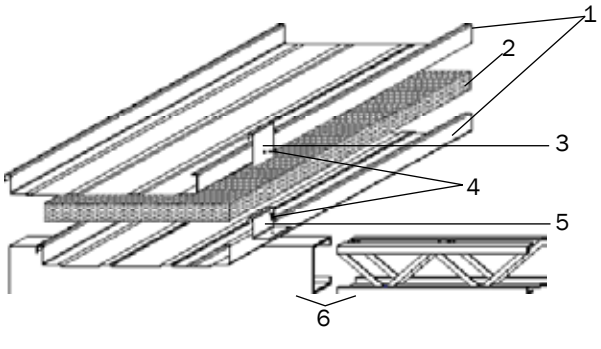
Se compone básicamente de dos perfiles metálicos: uno superior, equivalente a un módulo de Cubierta Sencilla HunterDouglas®, y uno inferior, o bandeja, que da el acabado interno. Estos perfiles los separa una lámina intermedia de material aislante termoacústico, ya sea Poliuretano, Poliestireno Expandido o Fibra de Vidrio (Fig. 6).

(Ver ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES, Pág. MC29)



CUBIERTA SANDWICH TIPO C

1. Perfil Tipo C
2. Lámina de material aislante termoacústico.
3. Clip
4. Tornillo autoperforante
5. Bandeja interna perforada (B.I.P.)
6. Estructura portante (perfil C, cercha, tubular, madera, etc.)



CUBIERTA SANDWICH TIPO MV

1. Perfil Tipo MV
2. Lámina de material aislante termoacústico.
3. Clip superior
4. Tornillo autoperforante
5. Clip inferior
6. Estructura portante (perfil C, cercha, tubular, madera, etc.)

Fig. 6

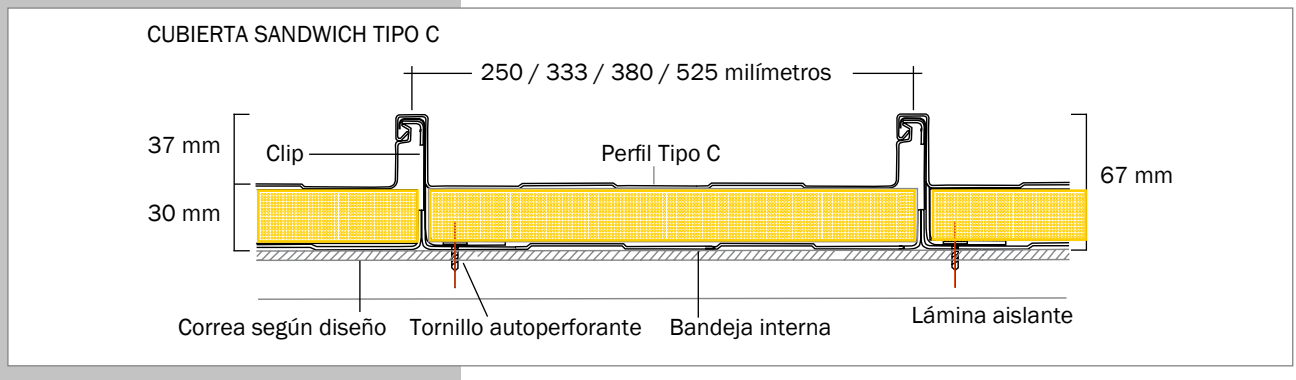


Fig. 7

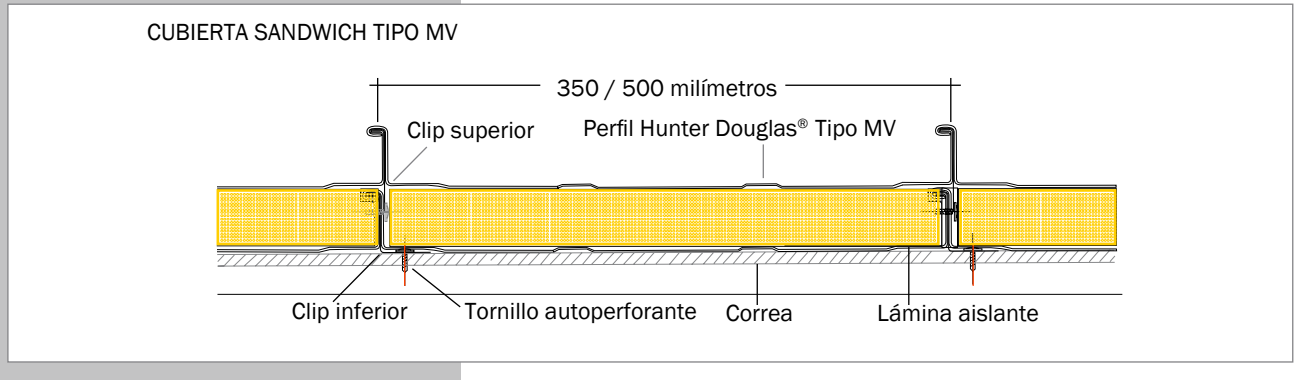


Fig. 8

Se encuentran disponibles las dos versiones de Cubierta en Sándwich: Tipo C (Fig. 7) y Tipo MV (Fig. 8).

El material aislante está disponible en diferentes opciones de espesor (30 mm, 38 mm, 50 mm, etc.) y densidad (30-40 Kg/m^3), según los requerimientos y especificaciones de confort al interior.

Si el recinto a cubrir requiere una óptima acusticidad, la cubierta también puede venir con la versión de la Bandeja Interna Perforada B.I.P., ya que al combinar material reflectivo (metal) y material absorbente (aislante), los efectos acústicos al interior mejoran notablemente.

(Ver ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES, Pág. MC29)

Al hacer un diseño integral desde el inicio del proyecto, trabajando con este producto como material aislante, se logra una considerable reducción de los costos de:

- Estructuras de cubierta: el peso de la cubierta es mínimo y deja de ser necesaria la utilización de un cielo raso falso.

- Cimentaciones: las cargas muertas del edificio se reducen, debido al bajo peso del material y sus soportes.

- Climatización y mantenimiento: se pueden utilizar sistemas de aire acondicionado o ventilación, de menor capacidad.

5. ACCESORIOS

5.1. CLIP DE FIJACIÓN

Fabricados en Aluzinc de 1.2 mm de espesor, tienen alta rigidez y llevan la perforación rehundida para nivelar con la cabeza del tornillo.

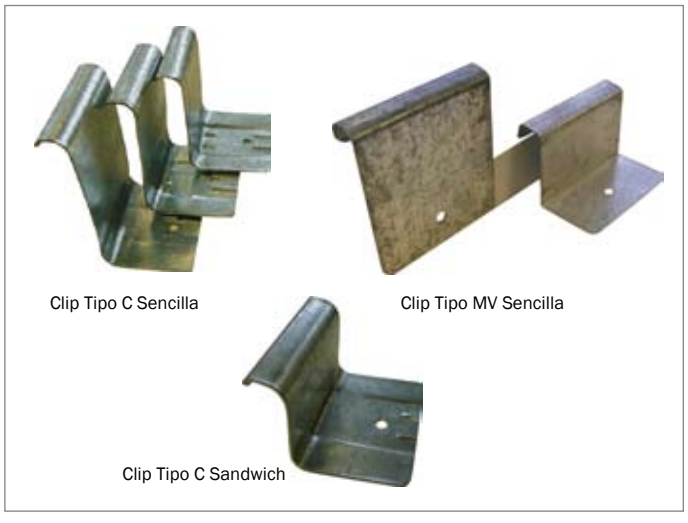


Fig. 9

5.2. TORNILLOS AUTOPERFORANTES

Para la fijación del clip sobre estructuras metálicas se utiliza un tornillo zincado de cabeza estrella o hexagonal de ¾" de largo. Para colocación sobre correas de madera se utiliza tornillo autorroscante para madera.



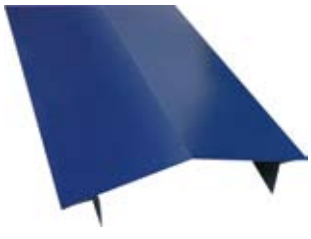
Fig. 10

5.3. REMATES ESTÁNDAR

Son los elementos de terminación más usados en la construcción de cubiertas y revestimientos, tales como limahoyas, limatesas, remates laterales y remates superiores, con dimensiones estandarizadas (Fig. 11). También se pueden fabricar según la medida y el diseño solicitado por el cliente o la necesidad de la obra, teniendo en cuenta los anchos de flejes disponibles (111 mm, 161 mm, 232 mm, 305 mm, 366 mm, 450 mm y 670 mm).

Estos elementos de remate se fabrican en el mismo material de las cubiertas y se entregan pintados al horno en el mismo color de los módulos.

La longitud máxima de los elementos de remate es de 4.00 ml.



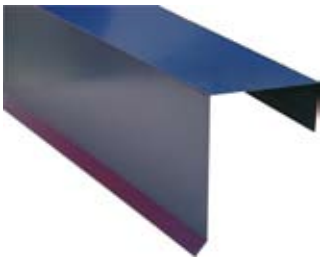
1. Cumbrera a 2 aguas



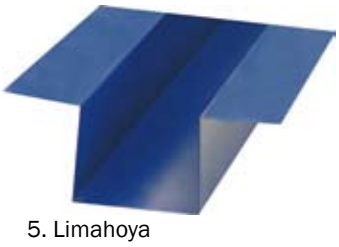
2. Cumbrera a 2 aguas troquelada (proceso en obra)



3. Remate lateral contra muro



4. Remate sobre muro



5. Limahoya



6. Remate inferior cubierta



7. Remate inferior fachada

Fig. 11

5.4. CUADRO DE REMATES

Ref.	Descripción	Desarrollos Flejes (mm)		
1	Cumbrera a 2 aguas	366	450	610
2	Cumbrera a 1 agua	366	450	610
3	Remate lateral sobre muro	366	450	610
4	Remate lateral contra muro	161	232	305
5	Remate lateral	161	232	305
6	Limahoya	366	450	610
7	Limateza	——	450	610
8	Remate inferior cubierta	161	——	——
9	Remate superior sobre muro	366	450	610
10	Remate superior contra muro	161	232	305

Tabla 2

5.5. CUADRO DE FLEJES DISPONIBLES

Espesor Calibre	Material	Ancho de los flejes (mm)					
0.5	Aluminio	111	191	232	366	450	610
0.6	Aluminio	—	191	232	366	450	—
28	Aluzinc	111	—	—	366	450	610
26	Aluzinc	161	191	232	366	450	610
24	Aluzinc	—	191	—	366	450	610

Tabla 3

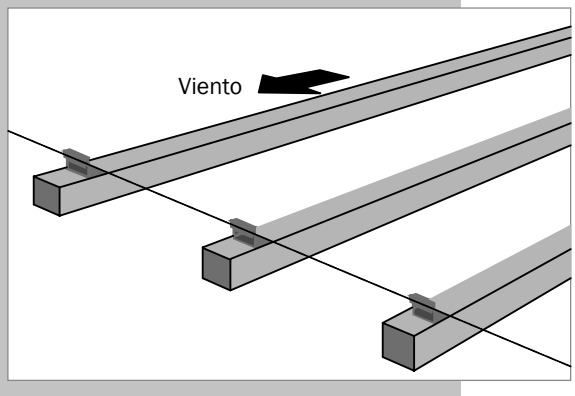


Fig. 12

a) La colocación de las teja se inicia en el lado opuesto al viento predominante de lluvia. Se colocan Clips en las primeras y últimas correas y luego, con ayuda de un hilo, se traza la posición de los restantes Clips. La distancia entre el extremo de la correa y el primer Clip, dependerá de la solución constructiva adoptada para terminación lateral (Fig. 12).

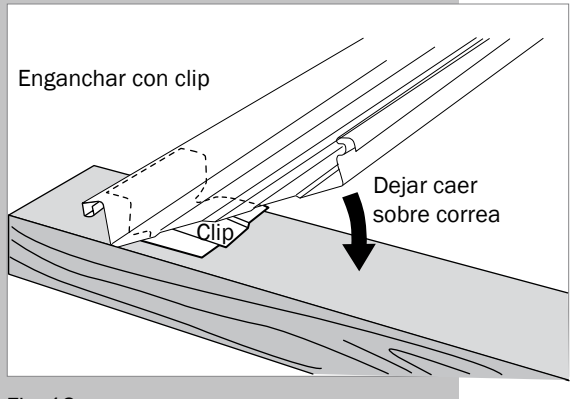


Fig. 13

b) Luego de atornillada la primera hilera de clips, se engancha el primer módulo y se deja caer sobre la correa (Fig. 13).

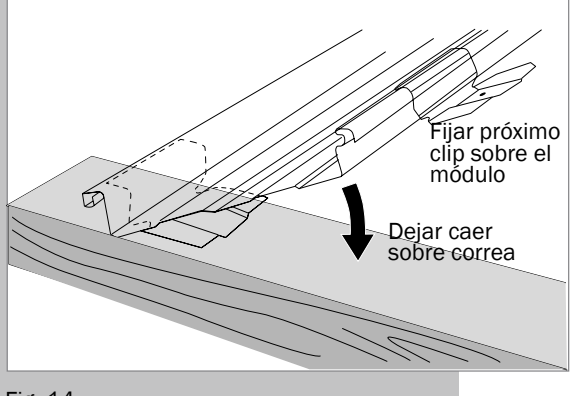


Fig. 14

c) La siguiente hilera de Clips se coloca montando éstos sobre el módulo anterior y atornillándolos a las correas. Luego enganche el siguiente módulo al anterior y déjelo caer sobre la correa. Es necesario rectificar periódicamente que las distancias entre Clips estén quedando iguales en todas las correas, puesto que una mala alineación produce deformación o abombamiento de los módulos (Fig. 14).

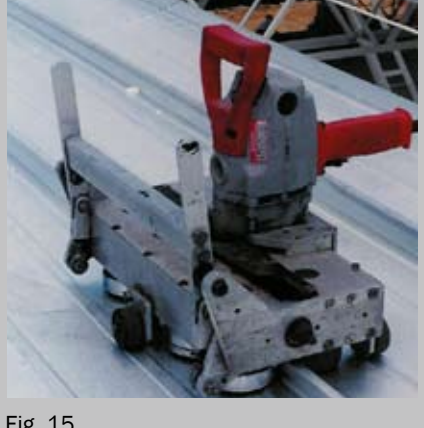


Fig. 15

d) Para las cubiertas referencia MV, el siguiente paso es sellar las crestas con la ayuda de la máquina cosedora, que puede dar un sellamiento a 90° o 180°, según el requerimiento (Fig. 15).

e) Gotera y cortagotera: Se usa una tenaza especial para hacer los dobleces superior (90°) e inferior (45°) de los módulos y así lograr evitar que el agua se devuelva y penetre en la parte superior de la cubierta. En la parte más baja de las tejas se forma una cortagotera que facilita el ingreso del agua en las canales (Fig. 16 y 17).

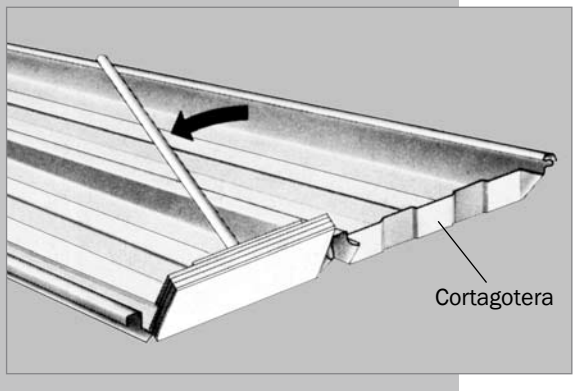


Fig. 16

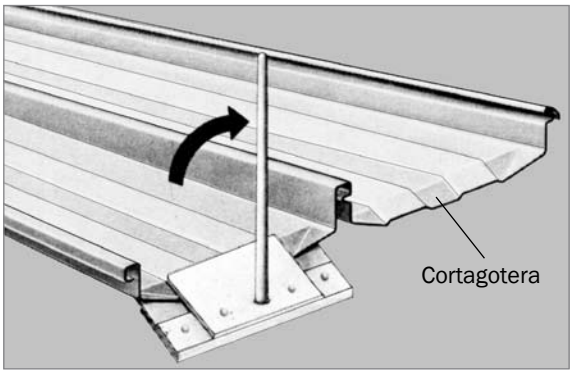


Fig. 17

Por el sistema de fabricación de las **Cubiertas Modulares HunterDouglas®** no hay lugar para traslapos, pero en el evento en que por alguna razón se llegaran a presentar traslapos de los módulos, se sugiere las siguientes alternativas:

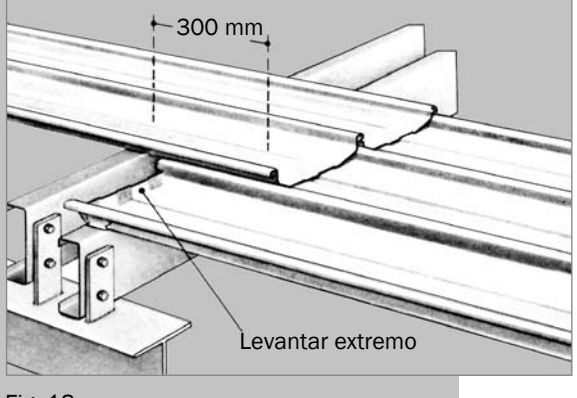


Fig. 18

f) Cubiertas montadas: Se realizan dando un ligero cambio de altura a las correas y montando mínimo 30 cm. la teja superior sobre la otra. Además este sistema permite una total protección del agua, leve ventilación al techo y libertad a la dilatación térmica (Fig. 18).

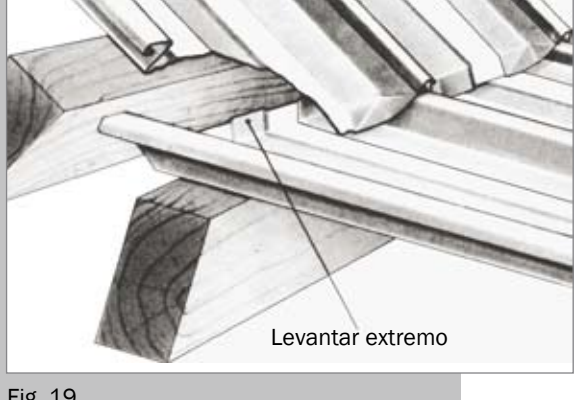


Fig. 19

g) Cambio de pendiente: Este método es el más usado en el caso de no poder utilizar las cubiertas en un solo tramo continuo. Es completamente hermético al agua. Se debe tener mucho cuidado de realizar todos los dobleces superiores e inferiores en los módulos.

6.1. DETALLES DE DIFERENTES REMATES TÍPICOS

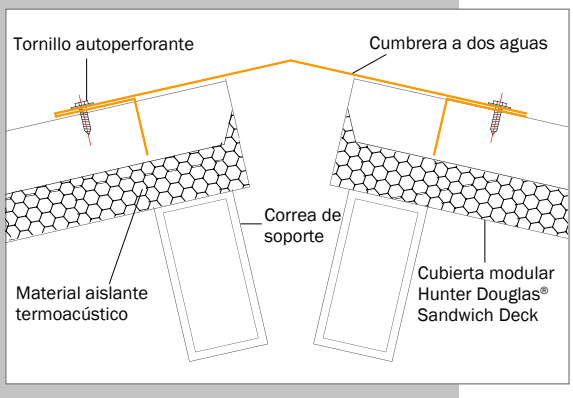


Fig 20

Cumbrera a dos aguas: Es un remate continuo con aletas terminales para ajustar en obra en las nervaduras de los módulos. La cumbrera se fija a las nervaduras con tornillo autorroscante con arandela de neopreno. Los módulos deben tener el respectivo doblez superior. Generalmente la cumbrera traslapa sobre el modulo 15 cm (Fig. 20).

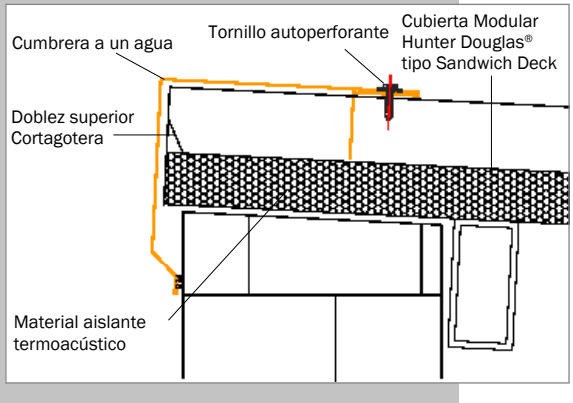


Fig. 21

Cumbrera a un agua: Cumbrera continua en forma de “L”, con aleta troquelada para calzar con la nervadura de los módulos. Se fija a las nervaduras con tornillo autoperforante con arandela de neopreno (Fig. 21).

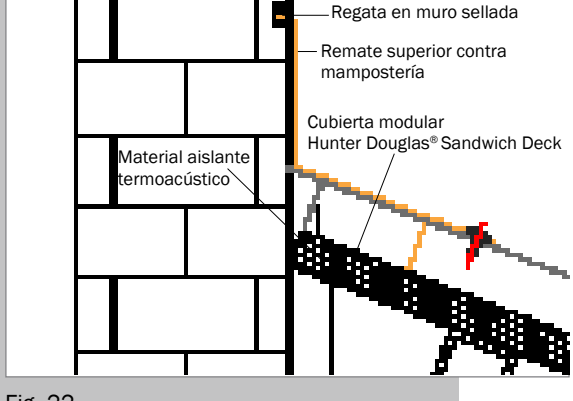


Fig. 22

Remate superior contra mampostería: Cumbrera en forma de “S”, con aleta inferior troquelada para calzar en los módulos. Se debe asegurar que los módulos tengan sus extremos levantados como protección extra contra el agua (Fig. 22).

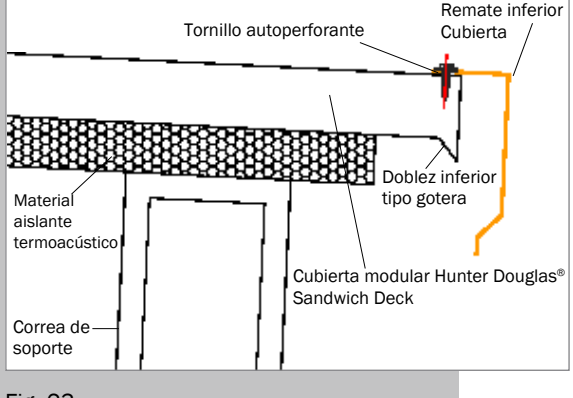


Fig. 23

Terminación de cortagotera: Cuando la cubierta no lleva canal, los módulos llevan un doblez o cortagotera en el extremo, el cual evita el retorno del agua. La cubierta debe sobresalir mínimo 50 mm y máximo 300 mm del nivel de la correa de borde inferior o superior (Fig. 23).

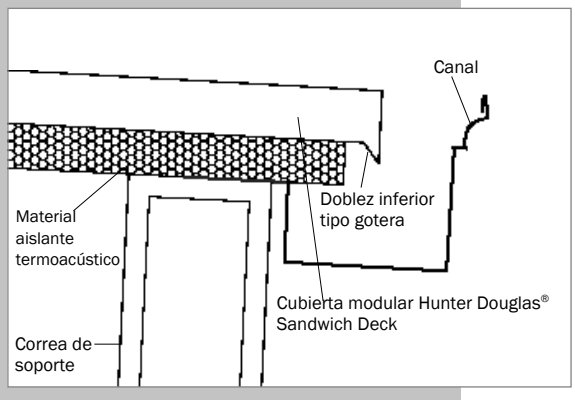


Fig. 24

Remate sobre canal: Al utilizar canal, se debe tener en cuenta que los perfiles vuelen 50 mm mínimo, si la canal tiene solapa ó 70 mm mínimo, en el caso de canal sin solapa. Deben doblarse hacia abajo los extremos de los módulos (Fig. 24).

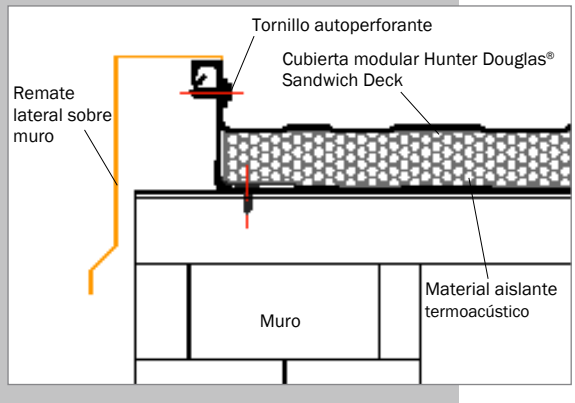


Fig. 25

Remates laterales: Los remates laterales deben adaptarse en obra según la resultante de instalación de la cubierta.

a. Encuentro lateral de cubierta sobre muro: El remate cubre y baja por el extremo del muro. Se fija atornillándolo a la nervadura y lateralmente al muro por medio de chazos (Fig. 25).

b. Encuentro en alero: El remate se fija con tornillos (para metal o madera según el caso) a la correa de borde. La medida lateral puede ser variable (Fig. 26 y 27).

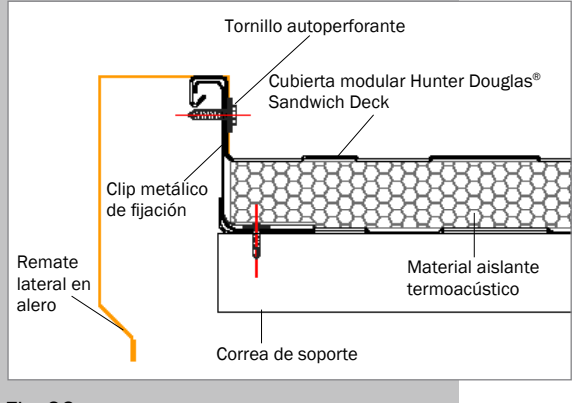


Fig. 26

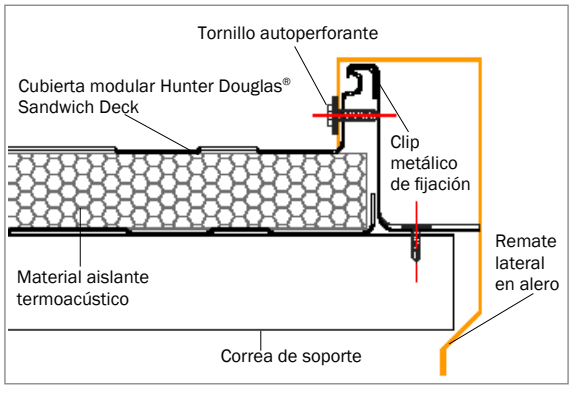


Fig. 27

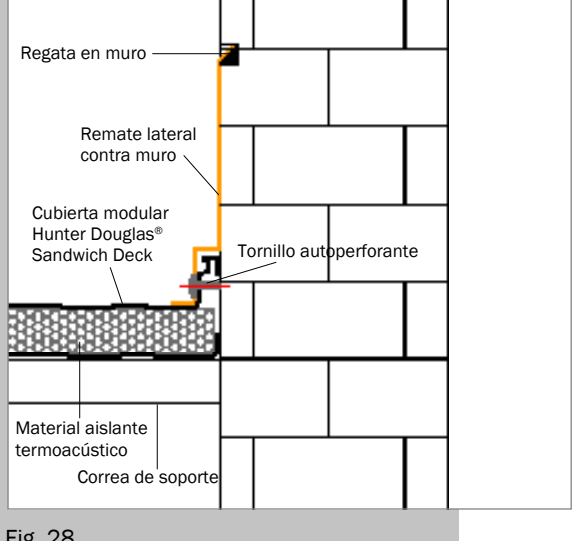


Fig. 28

c. Encuentro lateral contra muro: La terminación se resuelve con un remate que cubre la nervadura del módulo y sube libremente por el muro. Se fija a la nervadura con tornillo autorroscante. La aleta del remate se empotra en el muro (Fig. 28).

6.2. REMATES ESPECIALES



Fig. 29



Fig. 29

Chimeneas

El remate entre módulos y chimeneas sigue el patrón habitual para estos casos. Los módulos deben interrumpirse en el tramo de la chimenea. En la parte posterior de la chimenea debe colocarse un Flanche, el cual debe penetrar por debajo del módulo recibiendo el agua y desviándola por los lados de la chimenea. En la parte de abajo debe ir un remate cumbrera tipo “S” (ver detalles cumbreras), para que cubra las nervaduras de los módulos.

Ductos de Ventilación

Se puede hacer cualquier tipo de penetración en las tejas, si se toman las adecuadas prevenciones para evitar las filtraciones. En el caso de ventilaciones o desfogues, los buitrones deben llevar camisas o escudos metálicos asegurados a los módulos utilizando debajo un empaque de caucho (Fig. 29).

Para mayor seguridad se recomienda utilizar sellantes a base de poliuretano o silicona, perimetralmente.



Fig. 29



Fig. 30



Fig. 30



Fig. 31

6.3. DESMONTE DE MÓDULOS

Para retirar uno o varios módulos, deberá introducirse un atornillador en la ranura anticapilar para separar la traba mecánica entre módulos (Fig. 30). La traba se deformará levemente en la parte inicial y aplicando fuerza hacia arriba, se irá desconectando automáticamente a lo largo de la teja. La desconexión de la traba sufrirá interrupciones frente a los Clips de fijación de la cubierta. Allí se deberá desenganchar cuidadosamente la traba de los Clips con un mazo de caucho, para evitar rayaduras.

En el caso de la Cubierta MV, por ser un sistema de sellado con máquina, el desenganche de módulos debe hacerse con ayuda de atornillador o pinzas, a todo lo largo de la teja.

Luego de desconectar todo el largo de esta traba, se levanta el módulo para desconectar la traba del lado opuesto. Si se necesitan desmontar más módulos, simplemente se deben aflojar los tornillos del Clip y levantar los módulos necesarios. Para reinstalar los módulos se debe revertir todo el proceso descrito.

6.4. FABRICACIÓN DE CUBIERTAS EN OBRA

La formación de **Cubiertas Modulares HunterDouglas®** en obra es un innovador sistema que permite fabricar teja a la medida específica de la vertiente de cubierta, sin limitantes de longitud por problemas de transporte, evitando traslapos en el sentido longitudinal de los módulos y por consiguiente trabajar con pendientes mínimas del 5%. Este sistema permite la instalación de los módulos en forma simultánea a la fabricación, evitando así el almacenamiento y manipulación innecesarios que conllevan a maltrato y daños en las tejas.

Al evitar los traslapos se minimiza el riesgo de filtraciones de agua ya que con el tiempo en estos puntos se pueden producir goteras por deterioro del material o por una inadecuada realización del traslapo.

La fabricación en sitio puede llevarse a cabo de dos maneras: a nivel de piso o al mismo nivel de la estructura. Todo dependerá del largo de la cubierta y de la disponibilidad de la obra para armar andamios de carga, hacer una torre y montar allí la máquina roladora o utilizar una grúa P&H para izarla a la altura necesaria.

Los pasos a seguir para la fabricación en obra son:

• En nuestra planta son cuidadosamente empacados los rollos de material previamente tratado y pintado para ser enviados a la obra, operación que se realiza simultáneamente con el envío de la máquina roladora y los equipos complementarios.

• Debe haber un lugar limpio y plano para la ubicación y almacenamiento de los rollos y equipos. A este lugar sólo podrá tener acceso el personal capacitado para el manejo y la instalación de la cubierta. Este sitio debe estar completamente despejado y se deben colocar travesaños en



Fig. 32



Fig. 33

madera u otro material que no dañe el metal, para darle nivelación al piso y poder almacenar los rollos sin que se deterioren. No se almacenarán los rollos directamente sobre el piso en lugares donde permanezcan a la intemperie.

• Ubicamos en la obra el sitio mas adecuado para la instalación temporal de la máquina roladora, según lo anteriormente escrito.

• Para poder iniciar el proceso de instalación es necesario hacer una revisión de la alineación de todas las correas, vigas o elementos portantes de la cubierta y solicitar al constructor los ajustes correspondientes en caso que sea necesario.

• Si la canal tiene solapa, deberá estar instalada en el momento de revisión de los niveles de estructura puesto que ésta puede alterar o cambiar el hilo de nivelación.

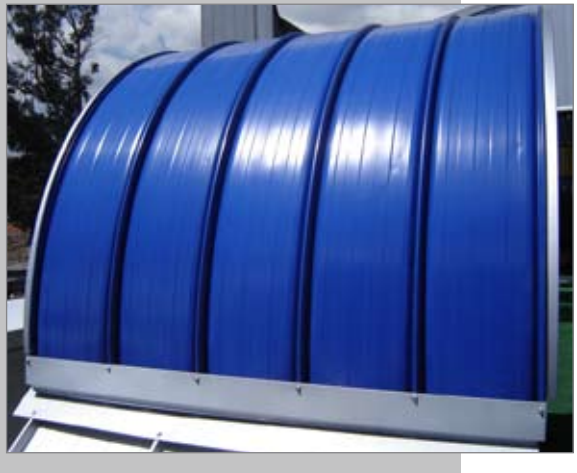
• Si se va a instalar sobre estructuras metálicas, todos los trabajos de soldadura deben estar terminados. Las chispas de soldadura pueden quemar la pintura de la lámina o causar perforaciones en las tejas.

• La pintura de la estructura debe estar completamente seca, ya que al formar las tejas directamente sobre ésta se pueden adherir a los perfiles y manchar su base.

• Las canales deben estar perfectamente instaladas, pintadas y rematadas.

• Una vez instalados los módulos, procedemos a la fijación de los remates y como último paso se realiza una limpieza completa de las cubiertas por la parte superior para eliminar cualquier desecho que pueda ocasionar daños posteriores.





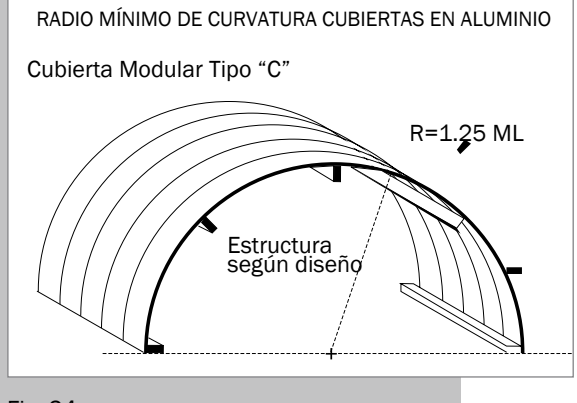


Fig. 34

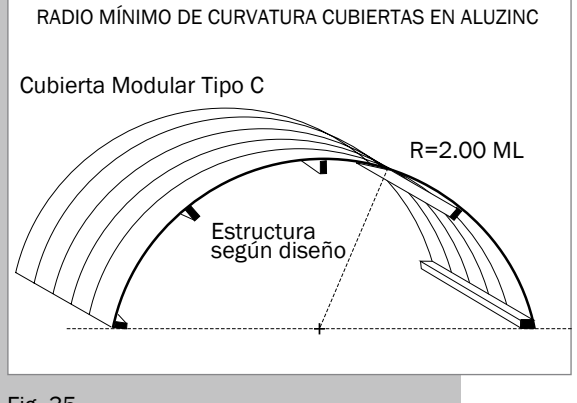


Fig. 35

7. CUBIERTAS CURVAS MODULARES HUNTERDOUGLAS®

HunterDouglas® a la vanguardia del diseño, ofrece las únicas Cubiertas Modulares con la curvatura exacta a la medida de su obra.

Es el único producto en el mercado de las cubiertas que puede adoptar formas curvas, manteniendo siempre un radio específico.

El mínimo radio de curvatura aceptado por las **Cubiertas Modulares HunterDouglas®** tipo C en Aluminio es de 1.25 ml. De aquí en adelante tenemos todo el extenso rango de medidas posibles para curvarla sin limitantes máximas de radio.

Para dar curvatura a las **Cubiertas Modulares Hunter Douglas®**, éstas son sometidas a un proceso de curvado pasando por una máquina con rodillos especiales, la cual tiene graduaciones según el radio a formar. Esta moderna máquina de fácil movilización, debe transportarse hasta el sitio mismo de la obra para realizar allí el proceso.

El material usado por excelencia para cubierta curva es el Aluminio, pues es un metal muy maleable y dócil de trabajar. El Aluzinc, debido a su base en acero, es más rígido y puede presentar leves deformaciones al pasarlo por la máquina de curvado y por esto sólo se recomienda utilizarlo en cubiertas tipo C en calibre 26 ó 24, con radios de curvatura de 2 ml. en adelante. Igualmente, en los paneles de cubierta se pueden realizar contracurvas con un radio mínimo de 8 ml.

Nota: Para radios de curvatura diferentes consultar disponibilidad al departamento técnico de **Productos Arquitectónicos HunterDouglas®**.

7.1. CONSIDERACIONES GENERALES PARA CUBIERTAS CURVAS

Se debe tener en cuenta varios factores que inciden en el diseño de una cubierta curva, para lograr un acabado final satisfactorio:

• Para cualquier tipo de arco siempre debe existir una correa en la parte media.

• Debe rectificarse muy bien la alineación y nivelación de las correas de estructura con ayuda de hilos para que no se presenten diferencias de nivel. De lo contrario, esto ocasionaría deformación en los módulos.

• La **Cubierta Curva HunterDouglas®** se forma con un radio de curvatura exacto y parejo a lo largo de la teja. Por esta razón es necesario que la estructura metálica también esté fabricada e instalada formando un radio constante. Si hay superficies elípticas, o las correas no coinciden con un mismo radio, la cubierta se deformará al instalarla.

8. CUBIERTAS TÉRMICAS LUXACUSTIC®
250C / 333C / 500C Y 350MV / 500MV

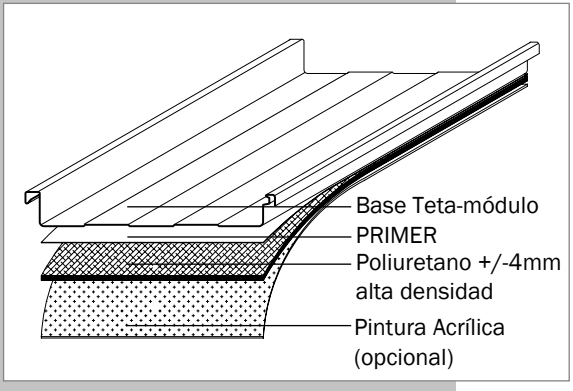


Fig. 36

HunterDouglas® siempre a la vanguardia en el diseño de productos innovadores, lanzó al mercado su nueva línea de Cubiertas llamada **Cubierta Térmica Luxacustic®**.

Es un producto metálico liviano con una capa de poliuretano aplicada en spray de +/- 4mm de espesor, ideal para controlar térmica y acústicamente los recintos. Sometido a las más estrictas pruebas internacionales, con el fin de garantizar su alta resistencia en construcciones que deban soportar las más severas condiciones climáticas (Fig. 36).



8.1. COMPOSICIÓN

Está conformada por cualquiera de los perfiles estándar de la **Cubierta Modular Sencilla** (250C, 333C, 500C, 350MV y 500MV), a los cuales se les aplica por sistema de Spray, en el momento de la formación, una base de Poliuretano.

Esta base de poliuretano de +/- 4 mm de espesor, opcionalmente se ofrece con un acabado en pintura acrílica de alta resistencia.

La lámina metálica, que lleva los mismos procesos de preparación de la superficie, puede venir en Aluminio o Aluzinc y junto con el elemento aislante conforman un perfil monolítico de alta resistencia y rigidez. Disponible en más de 20 alternativas de colores.

8.2. CARACTERÍSTICAS

A. Poliuretano

En la capa de Poliuretano aplicada, el polímero es un sólido rígido y las burbujas forman una estructura cerrada que contienen un gas Fluorocarbonado. Este gas, encerrado dentro de las celdas, tiene una conductividad térmica mucho menor que el aire u otros gases. Es en gran medida responsable de la baja capacidad de transmitir el calor de todo el material, lo que produce un aislante térmico más eficiente que otros con intersticios llenos de aire (Ver ESPECIFICACIONES Pág. 32). La densidad final del acabado es de 50 Kg/m^3 aproximadamente. Es muy flexible y con características de elasticidad y plasticidad inalterables a la humedad y variaciones climáticas.

B. Pintura acrílica para base de poliuretano en spray

Pintura acrílica diluible con agua, tipo 1, de acabado semimate (satinado), sin desgaste, resistente a la intemperie, rechaza la mugre, de fácil aplicación y rápido secamiento. Alta retención de color sin decolorar ni amarillear. Amplia y variada gama de colores.

Especificaciones de la pintura	
Acabado	**Semimate**
Peso neto por galón	**4,18 a 4,81 kilos según color**
Número de manos recomendadas	**2 a 3 manos**
Rendimientos prácticos aprox.:	
En obra nueva	**25 a 30 m^2 / galón a 3 manos**
En repinte sobre color diferente	**30 a 40 m^2 / galón a 3 manos**
En repinte sobre color similar	**40 a 50 m^2 / galón a 2 manos**
Método de aplicación	**Brocha, rodillo, pistola airless o convencional**
Ajustador para dilución y el lavado de equipos	**Agua potable**
Secamiento a 25°C y humedad relativa del 60%	
Entre manos	**2 horas**
Para lavar con agua y jabón de tocador	**20 a 30 días**

8.3. PESO POR M^2

La siguiente es la tabla de peso por metro cuadrado (m^2) de las **Cubiertas Luxacustic®** con aislamiento en poliuretano:

Referencia	Calibre	Material	Peso x Kg/M2
250C	0,5 mm	Aluminio	2,34
250C	28	Aluzinc	4,81
250C	26	Aluzinc	5,73
333C	0,5 mm	Aluminio	2,15
333C	28	Aluzinc	4,43
333C	26	Aluzinc	5,28
350MV	0,5 mm	Aluminio	2,06
350MV	28	Aluzinc	4,23
350MV	26	Aluzinc	5,04
500C	0,6 mm	Aluminio	2,30
500C	28	Aluzinc	3,86
500C	26	Aluzinc	4,84
500MV	0,6mm	Aluminio	2,23
500MV	28	Aluzinc	3,73
500MV	26	Aluzinc	4,68

8.4. RECOMENDACIONES PARA MANEJO DE LAS DE LAS TEJAS LUXACUSTIC® Y APLICACIÓN DEL RECUBRIMIENTO

El recubrimiento aplicado en espuma de poliuretano suministra a la cubierta sus propiedades aislantes, tanto en el aspecto térmico (equivale aprox. a 1 cm de fibra de vidrio) como en el acústico.

CARACTERÍSTICAS Y CUIDADOS DEL PRODUCTO

Este recubrimiento ha sido desarrollado para esta aplicación y presenta características particulares que requieren atención especial:

Flexibilidad:

El recubrimiento presenta cierto grado de flexibilidad para que pueda soportar la flexión debida a la manipulación apropiada a la teja o a los procedimientos de curva. Sin embargo, esta flexibilidad es limitada, lo cual implica que movimientos o posiciones que generen cambios fuertes de curvatura o golpes pueden determinar el agrietamiento de su superficie. En otras palabras, las tejas no se deben dejar caer y tampoco se debe caminar sobre ellas una vez instaladas.

Es un material blando:

Por ser un material expandido (espuma) y tener una baja densidad, el recubrimiento se puede definir como un material blando. Por tanto, el contacto directo con superficies duras o ásperas lo pueden arrancar, rasgar o deformar. Esto es importante durante su manipulación antes y durante la instalación.

Es un material degradable por los rayos UV:

Como todos los poliuretanos, la radiación UV de los rayos solares causa degradación progresiva del recubrimiento y un deterioro de sus propiedades (entre ellas su flexibilidad). La manifestación más temprana de esta degradación es el oscurecimiento progresivo de la superficie. Además de razones estéticas, por ese motivo se recomienda pintar el recubrimiento con una pintura igualmente semiflexible.

Es un material permeable:

Aunque a corto plazo se puede considerar que la piel del recubrimiento es impermeable, periodos prolongados en contacto con el agua permiten que la zona se moje o impregne de agua, lo cual causa porosidad de la superficie y dificultades para una pintura posterior.



Espesor del recubrimiento:

La aplicación puntual del disparo de material permite observar que presenta un contorno elíptico. Esta elipse es más redondeada al inicio de la producción, después de paradas prolongadas o cuando se trabaja en ambientes muy fríos. En estas condiciones el espesor del recubrimiento es apreciablemente más delgado en los bordes que hacia el centro de la teja. A medida que se establece la producción continua, la elipse se va aplanando de modo que la

diferencia de espesores entre borde y centro disminuye. Dado que el equipo suministra una descarga constante de material, el espesor de la película se mantiene constante a lo largo de toda la longitud gracias a un movimiento a velocidad constante de la cubierta durante la aplicación. Sin embargo, esta velocidad puede presentar variaciones puntuales por ondulaciones de la cubierta o irregularidades del piso sobre el cual se ha colocado el transportador, las cuales traducen variaciones en el espesor en sentido longitudinal.

Condiciones de operación:

El proceso se ejecuta al aire libre, con unas condiciones ambientales de temperatura entre 15 y 25°C y una humedad máxima de 50%. Condiciones que difieran considerablemente, se deben informar con anticipación para efectuar ajustes en la formulación. Sin embargo, bajo ningún motivo se puede trabajar cuando se presenta la más mínima llovizna.

Acabado superficial:

En producción continua y acorde con las condiciones anteriores, el acabado superficial es ligeramente ondulado. Cuando la temperatura ambiente es menor, y por tanto, la temperatura de la teja, la superficie es más lisa y el espesor es menor. Cuando la temperatura es mayor o las tejas están expuestas al sol, la superficie es más ondulada, inclusive rugosa y el espesor tiende a aumentar. Estas variaciones se pueden presentar a lo largo de un mismo día de trabajo y por lo tanto no se puede garantizar que el acabado superficial de todas las tejas sea exactamente el mismo.

Limpieza del recubrimiento:

En aquellos casos en que por circunstancias fortuitas se ensucien las cubiertas ya con el recubrimiento, antes o durante su instalación, se deben limpiar únicamente con agua o, de ser necesario, con jabón, retirándolo rápidamente. No se recomienda usar ningún tipo de solventes como alcohol o thinner, pues se puede afectar la superficie o tornarse quebradizo.



9. CUBIERTAS TRASLÚCIDAS (LUCARNAS)

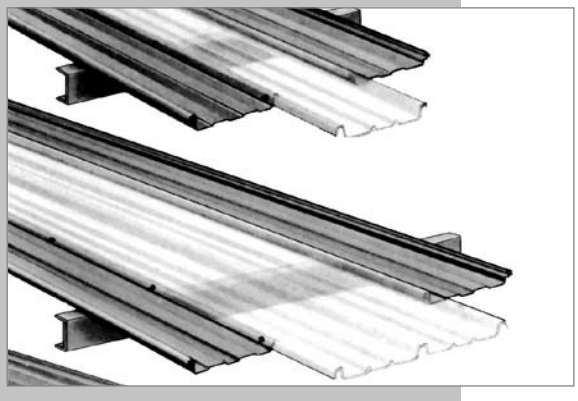


Fig. 37

Las lucarnas modulares están diseñadas para aprovechar la iluminación natural en interiores, reemplazando módulos de las **Cubiertas Modulares HunterDouglas®**. Estas van apoyadas sobre las mismas correas y sus bordes laterales se enganchan sobre las nervaduras de los módulos de la cubierta metálica (Fig. 37).

9.1. MATERIALES TRASLÚCIDOS

Las lucarnas se producen con un espesor que oscila entre 1.5 mm y 10 mm o más y en diferentes largos según el material sin uniones, evitando así los traslapos que acumulan polvo y producen pérdida de hermeticidad de la cubierta. Tienen sus propios sistemas de uniones a tope selladas o traslapos, para evitar filtraciones. La fijación a la cubierta metálica se hace a través de tornillos autoperforantes con empaque de neopreno (Fig. 38).

Algunos de los materiales más utilizados para cubiertas traslúcidas son: Acrílico, Plástico reforzado y Policarbonato. (Ver ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES, Pág. 29)

Se consiguen en el mercado variedad de diseños, formas, espesores y colores. Algunas tienen un terminado interior martillado que difunde el rayo directo de sol, ampliando el radio de iluminación y editando las marcas en el piso, los operarios y las mercancías.

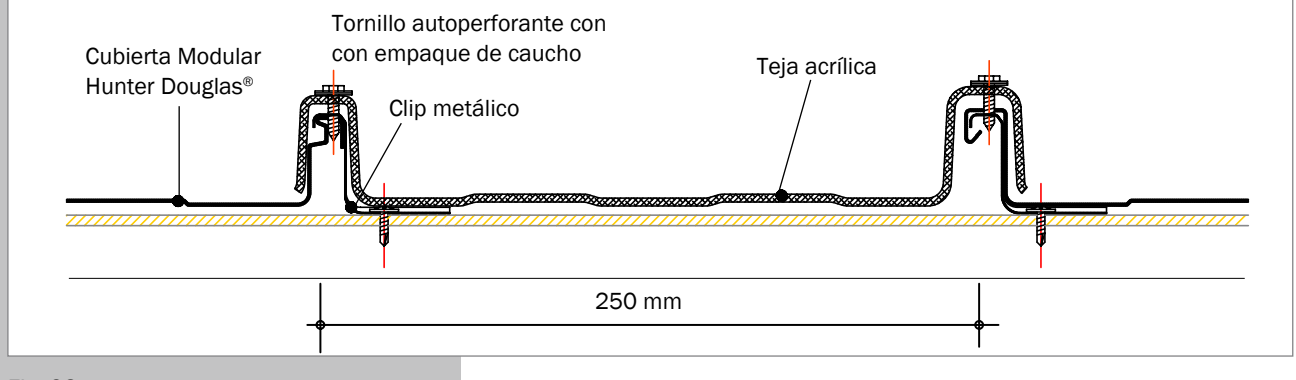


Fig. 38

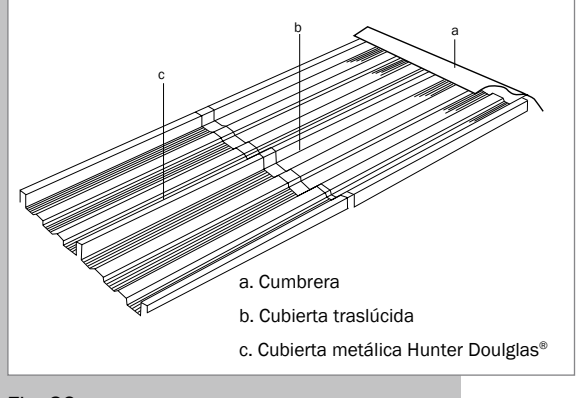


Fig. 39

9.2. TRASLAPOS

Puede haber traslapo entre un módulo traslúcido y uno metálico, en el sentido longitudinal que corre el agua. No es posible unir un módulo metálico con uno traslucido en este mismo sentido, por eso se recomienda siempre comenzar las lucarnas desde el remate superior, sea cual fuere hasta la canal inferior; o si es necesario (por modulación) rematar la parte final de la tira con modulo metálico (Fig. 39).

10. VENTAJAS DE LAS CUBIERTAS MODULARES HUNTERDOUGLAS®

- A diferencia de cualquier sistema convencional, la fijación de las **Cubiertas Modulares HunterDouglas®** se efectúa con el sistema de Clips Metálicos Ocultos, que se fijan directamente a las correas, evitando así tener que perforarlas. Al mantener intactas las características del metal, se alarga su vida útil.

- Con este sistema de fijación obtenemos un acabado muy limpio sin tornillos a la vista y una absoluta impermeabilidad.

- Los módulos son cortados a la medida requerida por cada obra. Para largos superiores a los 12 mt., ofrecemos nuestro avanzado sistema de fabricación de cubierta en obra, que nos permite fabricar paneles del largo necesario para evitar traslapos y por consiguiente se puede trabajar con una pendiente mínima del 5%.

- Contamos con maquinaria especializada que podemos desplazar con rapidez a cualquier lugar del país para realizar la fabricación de las cubiertas *in situ.*



- Al no tener traslapos a lo largo de las tejas se minimiza el riesgo de filtraciones de agua. El largo del módulo debe ser medido en el sitio, agregando mínimo 50 mm para la proyección, sobre una canal con solapa, o 70 mm para canal sin solapa.

- El sistema de Cubierta Sándwich permite ahorros en costos, ya que presenta cuatro soluciones en una: Cubierta, Aislante Térmico, Aislante Acústico y Cielo Raso.

- Opcionalmente podemos dar un acabado microperforado en la bandeja interna de la Cubierta Sándwich, lo que ofrece un comportamiento acústico excelente en el interior del recinto.



11. RECOMENDACIONES PARA UNA LARGA VIDA DE LAS CUBIERTAS MODULARES HUNTERDOUGLAS®



Fig. 40



Fig. 41

11.1. TRANSPORTE Y MOVILIZACIÓN

Se debe tener cuidado durante la descarga, almacenamiento e instalación de los paneles para evitar daños por dobleces, torceduras, marcas y corrosión. Las **Cubiertas Modulares HunterDouglas®** se deberán movilizar e izar en obra, cargándola en forma horizontal y manteniéndola de canto. Además deberá, de acuerdo con su longitud, ser cargada por varios hombres sin que la distancia entre ellos sobrepase los 3 metros lineales.

La Figura 40 muestra la manera correcta de movilizar la cubierta modular. El hacerlo de forma inadecuada trae como consecuencia deformación y daños irreparables en el producto.

11.2. ALMACENAMIENTO E INSTALACIÓN

El almacenamiento de las **Cubiertas Modulares Hunter Douglas®** debe hacerse como lo muestra la Figura 41 para evitar la deformación de paneles por sobrepeso o por una inadecuada ubicación.

Al finalizar las labores de montaje de las **Cubiertas Modulares HunterDouglas®** se debe realizar una revisión general del área instalada, pues nunca deben dejarse sobre la superficie de la cubierta las rebabas generadas al hacer orificios y cortes, ni otras piezas de metal; ni las espigas de remaches, ni los tornillos no utilizados. Cuando las rebabas están a la intemperie, con el tiempo podrían ocasionar manchas de óxido. Estas partículas deben eliminarse en los paneles tan pronto como se observen y barrerlas de las cubiertas cuando menos al final de cada día durante la instalación.

Tener en cuenta:

• Evitar caminar demasiado sobre los paneles para así no dañar la película de pintura o formar sumiduras.

• Una vez instaladas las **Cubiertas Modulares Hunter Douglas®**, éstas necesitan un mantenimiento mínimo: la cubierta debe inspeccionarse al menos dos veces por año; cualquier metal expuesto que se pueda oxidar o que se haya oxidado debe pintarse. Las hojas, ramas y basura deben quitarse de la superficie de la cubierta, así como de las canales, esquinas y caballetes.

• También deben observarse las descargas de las chimeneas industriales y desfogues que contengan partículas o gases químicos.

• Se deben revisar los drenajes y soportes de aire acondicionado y demás equipos que puedan llegar a tener contacto con la cubierta.

• Todo panel y/o cubierta debe almacenarse garantizando que no se humedezca o se someta a cambios de temperatura, así mismo no se deben almacenar por períodos mayores a 1 semana.

11.3. LIMPIEZA Y RETOQUES

La limpieza restaura la apariencia del edificio, haciendo innecesario el repintado; mantiene una apariencia atractiva y elimina las incrustaciones de materiales corrosivos. En muchos casos lavar la superficie con agua limpia con una manguera de jardín eliminaría la mayor parte de la suciedad y depósitos acumulados. Idealmente, el lavado debe hacerse cuando menos cada año y con más frecuencia en las regiones de la costa donde prevalece el rocío salino del mar o en zonas donde hay una alta contaminación industrial. En los casos donde el lavado por medio de aspersión no es efectivo en manchas difíciles, se puede utilizar un jabón que no contenga detergentes o shampoo especial para vehículos.

Si durante el manejo e instalación de las **Cubiertas Modulares HunterDouglas®** ocurren raspaduras, puede ser necesario utilizar pintura de retoque para reparar las imperfecciones. El mal uso o abuso puede afectar la apariencia global. Para las raspaduras en la superficie que no son muy obvias a una distancia de 2.50 m, generalmente lo mejor es no tocarlas dado que el intemperismo y las manchas normales de polvo las cubrirán. La pintura para retocar se debe usar lo mínimo posible y solamente para cubrir aquellas áreas donde se ha eliminado por completo la capa de pintura.

11.4. REPINTURA



Cuando no son seguidas las recomendaciones anteriores de mantenimiento, con el tiempo se debe pensar en la posibilidad de repintar el material en la obra. El procedimiento a seguir es el siguiente:

• Lavar muy bien la cubierta según las instrucciones antes anotadas.

• Una vez lavado el material se procede a limpiarlo con una estopa humedecida con solventes o adelgazadores de pintura suaves (varsol, thinner, etc.) cuyo secamiento sea rápido. Esto se hace para quitar la suciedad, grasa u otros contaminantes antes de aplicar la pintura a pistola.

• Se deben utilizar compresores con capacidad entre 40 y 50 libras y pistolas con abanicos que no sobrepasen los 300 mm de radio.

• El tipo de pintura recomendado para este proceso es pintura acrílica, no horneable, de excelente adherencia al metal, secado rápido, alta resistencia a los rayos UV, fabricada especialmente para usar en exteriores y resistir a la intemperie.

• Las proporciones recomendadas para la dilución de las lacas acrílicas son aproximadas. La experiencia del pintor es la mejor guía en estos casos. Se recomienda diluir lo menos posible para obtener el cubrimiento ideal. Cuando la temperatura ambiental sea mayor de 30°C, se debe agregar a 8 partes de laca acrílica (diluida según lo indicado) una parte por volumen de ajustador para obtener una buena nivelación de acabado.

12. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES

12.1. METALES

12.1.1. Aluzinc

A. Composición

Lámina de Acero recubierta con una aleación de Aluminio, Zinc y Silicio. El Aluzinc se produce en una línea continua a partir de bandas de acero laminadas en frío, que se revisten de una aleación ternaria de Aluminio, Zinc y Silicio. La preparación de la superficie, asegurada por un recocido minuciosamente controlado, garantiza una adherencia excelente del revestimiento. El espesor del revestimiento se regula en continuo.

B. Características

1. Composición: El porcentaje de la aleación aplicada tiene la siguiente proporción: 55.0% Aluminio / 43.5% Zinc / 1.5% Silicio.

2. Resistencia: El Aluzinc ha demostrado ser de 2 a 6 veces más duradero que los revestimientos galvanizados tradicionales en espesores equivalentes. Desde 1966 el 55% Al-Zn ha sido sometido a ensayos de corrosión en atmósferas rurales, marinas e industriales. Estos ensayos han demostrado una excelente resistencia a la corrosión del producto. Estas investigaciones incluyen también ensayos de niebla salina, dióxido sulfúrico e inmersión acuática. El material ha demostrado su superioridad incuestionable frente a cualquier otra técnica de revestimiento, después de más de 25 años de pruebas en diferentes ambientes atmosféricos.

3. Temperaturas de trabajo: El comportamiento del Aluzinc en altas temperaturas es excelente. A causa del alto contenido de Aluminio del revestimiento, resiste sin la menor degradación hasta 315°C; contrariamente al galvanizado que resiste hasta 250°C. Para temperaturas superiores y hasta aprox. 675°C la resistencia sigue siendo elevada pero puede depender de su entorno.

4. Transmisión de calor y reflectividad: En un edificio cubierto con Aluzinc y expuesto a una radiación solar de 850 W/m^2, el calor transmitido al interior fue de 65 W/m^2, lo que significa que el Aluzinc refleja un porcentaje elevado de calor y de la luz incidentes, y puede hacer así el papel de un verdadero escudo. El espesor de la lámina más utilizada para la fabricación de las Cubiertas 250C es de 0.39 mm y para las Cubiertas 333C, 380C, 350C y 500MV se utiliza espesor 0.46 mm y 0.6 mm.

Nota: Para espesores o calibres diferentes consultar disponibilidad al departamento técnico HunterDouglas®.

Tomado de manuales técnicos *TRADE ARBED S.A. y GALVALUME SHEET PRODUCERS OF NORTHAMERICA.*



12.1.2. Aluminio

Es el material de mayor consumo en el mundo y el más abundante en la corteza terrestre. Mineral no ferroso que se encuentra en forma de óxido en la bauxita. A través de dos procesos (químico y electrolítico) se extrae el aluminio primario del cual, posteriormente y en un proceso de laminación, se obtienen rollos o bobinas que son la materia prima para la fabricación de nuestros productos.

Gracias a su maleabilidad, bajo peso y excelente comportamiento a la intemperie, es el material más usado para acabados exteriores. El espesor de la lámina utilizada para la fabricación de las Cubiertas 250C, 333C y 350MV es de 0.49 mm. Para las Cubiertas 500C y 500MV se utiliza un espesor de 0.6 mm.

Nota: Para espesores o calibres diferentes consultar disponibilidad al departamento técnico HunterDouglas®.

Tomado de manual técnico *ALUMINIO EMMA.*

12.1.3. Acero Galvanizado

Lámina de Acero a la cual se aplica, en una línea de galvanización en continuo, por inmersión en caliente (***Hot-Dip***), un baño de metal fundido que contiene como mínimo un 99% de **zinc**. Para controlar la formación de aleaciones y promover la adhesión del recubrimiento de zinc sobre el metal base, el baño de zinc fundido contiene un porcentaje de aluminio usualmente en el rango del 0.05 a 0.25%. Inicialmente la superficie de la lámina es sumergida en una solución desengrasante para eliminar la suciedad y los aceites provenientes de la laminación y que dificultan la adherencia del zinc al metal base. Posteriormente, es sumergida en un baño con ácido clorhídrico (HCl) en un proceso denominado decapado y que tiene como finalidad eliminar vestigios de óxido sobre la superficie. La dureza superficial con que llega el material se reduce al pasar por las tres secciones que conforman el proceso de recocido: fuego directo, sección de tubos radiantes y sección de enfriamiento.



La lámina que sale del proceso de recocido se sumerge en la cuba de galvanización en la cual se encuentran 70 toneladas de zinc fundido con aluminio, a una temperatura de 450°C. Al salir de allí, la lámina pasa por entre dos cuchillas de aire a gran presión que son las encargadas de controlar el espesor del recubrimiento, mediante el barrido del exceso de zinc. Finalmente, una torre de aire y un enjuague final con agua enfrían la lámina ya galvanizada.

Se utilizan los mismos espesores que en Aluzinc, para la fabricación de las **Cubiertas Modulares HunterDouglas®**.

Tomado de información técnica A*CERÍAS DE COLOMBIA S.A.*

12.2. PINTURAS

La Tabla 4 muestra las especificaciones de la pintura de acabado utilizada según el fabricante.

Propiedades	Especificaciones
Acabado	Semi Brillante
Brillómetro Gardner 60°	25-50%
Viscosidad copa Ford N° 4 a 25°C	80 a 165 segundos
Método de aplicación	Máquina de rodillos
Adherencia cuadricula	4B% mínimo
Dureza lápiz Turquoise	H mínimo
Flexibilidad	2T máximo
Resistencia a la cámara húmeda	700 horas
Resistencia en cámara salina	700 horas
Resistencia a la metil-etil-cetona	60 frotes mínimo
Color	< 1, 5 Δ E
Espesor de capa	> 22 micras

Tabla 4

Las siguientes pruebas de laboratorio son realizadas en fábrica HunterDouglas® después de aplicada y horneada la pintura:

1. Dureza de película.

2. Brillo especular.

3. Atmósfera normalizada para ensayos de recubrimientos orgánicos, resistencia a la exposición exterior.

4. Espesor de película.

5. Determinación de adherencia para recubrimientos orgánicos.

6. Ensayo de envejecimiento acelerado (cámara salina).

7. Medida y diferencia de color.

8. Ensayo de plegado o resistencia al doblez.

9. Resistencia al impacto con mandril cilíndrico.

10. Estado de metamerismo de color a través de pruebas con diferentes luces.

11. Prueba de curado con 60 frotes de metil-etil-cetona.

12.3. MATERIALES DE AISLAMIENTO

12.3.1. Poliuretano

A. Composición química

Material que tiene su base en la reacción de una molécula de poliisocianato con una de poliol, en la cual se produce una molécula típica de uretano y aunque se usan relativamente pocos tipos de isocianato, el amplísimo rango de polioles de diferentes pesos moleculares y funcionalidades producen moléculas de uretano distintas, que conllevan al vasto espectro de los materiales llamados poliuretanos.

Adicionalmente se usan otras reacciones de los isocianatos para modificar o extender la variedad de estos materiales plásticos.

Los poliuretanos se pueden producir en un amplísimo rango de densidades, de 6 a 1.220 Kg /m^3, y en diferentes tipos de polímero, desde muy flexibles elastómeros hasta plástico duro y rígido.

Por si misma, la reacción de polimerización produce un poliuretano sólido. Las espumas se producen generando burbujas de gas en la mezcla reaccionante, de modo que en el momento de la gelación, la estructura final es celular. La espuma de poliuretano rígido es uno de los más efectivos materiales de aislamiento térmico, que se usa desde la construcción hasta el refrigerador casero.

B. Estructura

Las espumas rígidas de poliuretano son aquellas en las cuales el polímero es un sólido rígido y las burbujas forman una estructura cerrada (de forma que cada una tiene paredes cerradas que impiden el flujo de gas por su interior). Estas burbujas contienen un gas, que por lo general es fluorocarbonado.

Este gas, que está encerrado dentro de las celdas y tiene una conductividad térmica mucho menor que el aire u otros gases, es en gran medida responsable de la baja capacidad de transmitir el calor de todo el material, lo que produce un aislante térmico más eficiente que otros con intersticios llenos de aire.

Gracias a su baja conductividad, el uso principal de las espumas rígidas en el rango de baja densidad (20 a 50 Kg/m^3), es para el aislamiento térmico. Con densidades mayores a los 50 Kg/m^3, la conductividad comienza a aumentar.



C. Características

1. Resistencia a la compresión: La espuma de poliuretano tiene una alta resistencia a la compresión equivalente a 20 lbs/$pulg^2$ y a la flexión de 40 lbs/$pulg^2$.

2. Conductividad térmica: El poliuretano tiene un factor de conductividad térmica de 0.0145 Kcal /mHr°C, lo cual significa que posee una alta resistencia al flujo de calor.

3. Expansión térmica: Propiedades relativamente estables con los cambios de temperatura. A mayor densidad, menor coeficiente de expansión lineal (mejor estabilidad dimensional con los cambios de temperatura).

4. Temperatura de servicio: La espuma de poliuretano sufre deformación a una temperatura mayor a 110°C, por lo cual es un material que resiste altas temperaturas de servicio.

5. Absorción de agua: Al estar formado por burbujas llenas de gas que forman una estructura cerrada, el poliuretano tiene una impermeabilidad del 99%. No aumenta su volumen en el agua, ni es hidrosoluble.

6. Resistencia al envejecimiento: El poliuretano es un material de alta durabilidad y resistente al efecto de pudrición. No presenta ninguna degradación en ambientes de humedad relativa alta.

7. Resistencia al ataque biológico: No propicia el crecimiento de hongos o bacterias, ni es atacado o consumido por los animales.

8. Propiedades mecánicas: Buena absorción de energía como aislamiento acústico (hasta 45Db), o a la vibración.

Combinación de alta resistencia a la compresión, tensión y cizallamiento con bajo peso.

Excelente adhesión a otros substratos. Las propiedades de la espuma dependen de cambios en la formulación, de la temperatura de los componentes en el momento de la fabricación, de la maquinaria de mezclado, su ajuste y de las condiciones ambientales de proceso. Dentro de un mismo sistema de formulación (materias primas, equipo y condiciones de proceso), la mayoría de las propiedades cambia con la densidad. En general, aumentos de la densidad corresponden a mayores resistencias químicas, a la compresión, a la tensión, a la flexión y al impacto, además de mayor costo y menor coeficiente de expansión lineal (mejor estabilidad dimensional con los cambios de temperatura).

9. Retardo de la llama: El poliuretano posee una excelente resistencia a la propagación de la llama.

12.3.2. Poliestireno Expandido

A. Composición química y estructura

El poliestireno expandido (EPS, Expanded Polystyrene) es una espuma termoplástica rígida, formada por la fusión de numerosas perlas pequeñas. La fase continua de cada perla consiste en muchas moléculas de estireno unidas formando largas cadenas de poliestireno en las cuales hay distribuidas células microscópicas que contienen aire. Pueden elaborarse espumas con diferentes proporciones de aire y poliestireno a fin de obtenerse una amplia variedad de densidades. El poliestireno expandido utilizado para las Cubiertas Modulares HunterDouglas® se comporta excelentemente frente al fuego ya que contiene aditivos para garantizar su autoextinguibilidad, con propiedades muy similares al poliuretano.



B. Características

1. Resistencia a la compresión: La espuma de EPS alcanza su límite elástico a 2% de compresión. Hasta ese límite

las dimensiones y propiedades originales se restablecen una vez que se quite la carga. Los esfuerzos superiores a ese punto causan deformación permanente.

2. Conductividad térmica: La espuma de EPS tiene conductividad térmica muy baja (0.024 kcal/mHr0C), que se debe en parte al aire atrapado en las numerosas células cerradas. El rango óptimo de aislamiento se encuentra entre los 35 y 45 Kg/m^3. La rigidez dinámica es un parámetro de particular importancia para el aislamiento acústico del ruido de impacto, ya que cuanto menor sea el valor numérico de ésta, más efectivo será el aislamiento.

3. Expansión térmica: El coeficiente de expansión térmica de la espuma de EPS depende casi totalmente de la densidad. La expansión en respuesta a la mayor temperatura es relativamente pequeña y reversible con el enfriamiento.

4. Temperatura de servicio: La temperatura máxima permisible para la exposición durante algunos minutos es 9°C. Para la exposición constante, máximo de 80°C, si se quiere evitar la contracción y la deformación.

5. Difusión del vapor de agua y absorción de agua: El poliestireno no es hidrosoluble ni aumenta de volumen en el agua, ya que no la absorbe. El agua en fase de vapor puede entrar en la espuma de EPS; aunque si la densidad de la espuma es de 15 Kg/m^3 o más, la velocidad de este movimiento será inferior a 1% de la que se observa cuando pasa por una capa de aire estático de igual espesor. Naturalmente el vapor saldrá de la espuma a velocidad similar, sin que este fenómeno constituya problema alguno.

6. Resistencia al envejecimiento: La espuma de EPS es durable y resistente a la pudrición. A lo largo de mucho tiempo, la luz solar puede causar amarilleo superficial, aunque esto no originará problemas prácticos.

7. Resistencia a los productos químicos y otras substancias: La espuma de EPS es resistente a muchas substancias, incluso ácidos y álcalis diluidos, metanol e isopropanol, pinturas hidrosolubles, adhesivos hidrosolubles, el yeso, la cal, el cemento, los aceites de silicona y el asfalto sin disolventes. Las substancias tales como disolventes orgánicos, hidrocarburos, clorados, cetonas, esteres, ácido acético, ácido nítrico y ácido sulfúrico son perjudiciales para el EPS.

8. Resistencia al ataque biológico: La espuma de EPS no puede ser digerida por los animales y, por lo tanto, ellos no la usarán como fuente de alimento. Tampoco puede actuar como medio nutritivo para hongos y bacterias.



9. Retardo de la llama: Cuando se aplica una llama al EPS, este arde con llama luminosa y humo negro. A la espuma de EPS normal le corresponde la categoría B3, “arde fácilmente” de la norma DIN4102. Pero la incorporación de un aditivo retardante de la llama en la materia prima (STYROCELL F-243), transforma el EPS en un material de construcción que “no arde fácilmente”, o sea categoría B1. El uso de los grados de Styrocell F hará que quede más tiempo para la evacuación del edificio, en caso de incendio.

Tomado de STYROCELL TECHNICAL MANUAL de SHELL.

12.3.3. Fibra de vidrio

A. Descripción

Aislamiento térmoacústico en formas de láminas flexibles de fibras de vidrio, aglutinadas entre sí con una resina termoestable. Diseñado especialmente para el tratamiento térmico y acústico de cubiertas metálicas tipo Sandwich.

B. Usos

1. Control térmico: Se emplea como un sistema integral con la teja metálica, en instalaciones comerciales e industriales para:

- Mantener temperaturas internas confortables.
- Disminuir la gran radiación térmica que produce una teja metálica sin aislamiento, en las horas críticas de 12.00m. a 3.00p.m.

2. Control acústico: Una cubierta metálica con el aislamiento térmoacústico en fibra de vidrio, disminuye la transmisión de ruidos ocasionados sobre la teja. Los ruidos de la lluvia, el granizo, el paso de los aviones, etc. se reducen considerablemente. El aislamiento absorbe parte de estos ruidos y refleja una cantidad mínima al interior del espacio sobre el cual esté instalada la cubierta.

Absorción Acústica (NRC) = 0.75

C. Características

Por ser un aislamiento en fibra de vidrio posee las siguientes características:

- Aislante térmico y acústico.
- Inorgánico.
- Dimensionalmente estable.
- Biológicamente inerte.
- No absorbe humedad ni ayuda al desarrollo de hongos.
- Es resistente, no se parte.

D. Beneficios del aislamiento térmoacústico para cubiertas metálicas

1. A prueba de incendios: Es resistente al fuego, no propaga llama, está clasificado dentro de las características de quemado superficial como ASTM E84, AS/SD, 25/50.

2. Absorción acústica: Disminuye sonidos indeseados del exterior al interior.



3. Estabilidad dimensional: mantiene su integridad estructural y su eficiencia con el paso del tiempo, su espesor se conserva uniforme.

4. No produce sonidos de dilatación y contracción: Por ser de lana de vidrio, un material de celda abierta, no produce sonidos por dilatación ni contracción.

5. Fabricado para cada necesidad: La variedad en densidades y acabados permite la selección del producto, que cumpla los requisitos de funcionamiento y economía.

6. Reduce el impacto del ruido ocasionado por la lluvia y/o el granizo en un alto porcentaje.

Tabla comparativa materiales aislantes

Características	Unidad	Tipo de material		
		Poliuretano	Poliestireno	Fibra de vidrio
Densidad	Kg/m^3	35	12	36
Aislamiento acústico	Db	Hasta 45	Hasta 40	Hasta 60
Conductividad térmica	Kcal/mHr°C	0.0145	0.024	0.024
Resistencia a la compresión	$lbs/Pulg^2$	20	10	5
Resistencia a la flexión	$lbs/Pulg^2$	40	25	10
Estructura de celdas		Cerrada	Cerrada	Abierta
Toxicidad		Ninguna	Ninguna	Ninguna
Combustibilidad		Autoextinguible	Autoextinguible	No inflamable
Temperatura de servicio	°C	110°	85°	252°
Capilaridad al agua		No	No	Si
Ataque Biológico		Ninguna	Ninguno	Ninguno
Bacterias		No propicia crecimiento	No propicia crecimiento	No propicia crecimiento
Ventajas		Buena resistencia a altas temperaturas, rigidez dinámica.	Precio, bajo peso.	Precio, No inflamable
Desventajas		Combustibilidad, precio.	Baja resistencia a altas temperaturas.	Rigidez, absorción de agua.

12.4. CUBIERTAS TRASLÚCIDAS

12.4.1. Acrílico

1. Propiedades térmicas: La temperatura máxima recomendada para exposición continua es de 80°C. A temperaturas superiores comienza a perder su forma inicial.

2. Propiedades mecánicas: Las láminas acrílicas muestran resistencia cuando se someten a esfuerzos de tracción, flexión y compresión, con valores de 10,500, 16,000 y 18,000 PSI respectivamente. Sin embargo nunca debe ser utilizado como material estructural.

3. Dilatación: El material acrílico reacciona con rangos considerablemente amplios a los cambios de temperatura, pudiendo decirse que por cada Ml. se dilata o contrae 0.24 mm.

4. Exposición a la intemperie: Las láminas acrílicas no se modifican ni pierden apreciablemente sus características iniciales, después de exponerse a la intemperie por periodos superiores a los 15 años; no se cuartean ni se comban, no se cristalizan ni se decoloran.

5. Resistencia química: Resiste la mayoría de productos para uso doméstico incluyendo los detergentes comunes, aún con amoniaco, ácido sulfúrico (dependiendo de su concentración) y en general los ácidos inorgánicos. Es atacado por el cloro, alcohol, thinner, acetona y el éter.

6. Transformación: El acrílico se puede cortar, pulir, perforar, tallar con las mismas herramientas con que se trabajan la madera y otros materiales blandos. No obstante existe equipo especial para su manejo.

7. Mantenimiento: La lámina acrílica tiene baja resistencia a la abrasión, por lo cual puede mostrar ralladuras en su superficie, las cuales son fácilmente removibles por medio de tratamiento con pastas brilla metales (Fig. 42).

8. Variedad: Se producen en gran variedad de dimensiones, espesores, texturas de superficie y colores. El acrílico se puede fabricar en bloques de hasta 100 mm de espesor en una sola pieza.

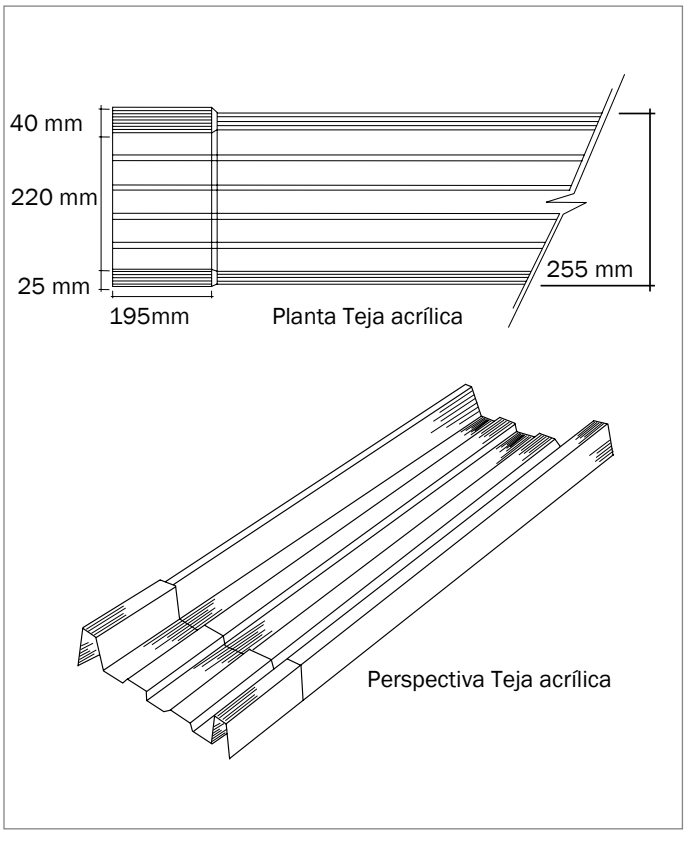


Fig. 42

12.4.2. Teja traslúcida en poliéster acrílica reforzada con fibra de vidrio

A. Características

1. Composición:

-70% Poliéster acrílico (resistencia química).

-30% Fibra de vidrio (resistencia mecánica y material incomburente).

- Gel coat protector (película protectora).

2. Resistencia al impacto: Tiene una resistencia de 9-8 lbs/pie/pulg^2.

3. Temperatura de trabajo: Tiene un rango de resistencia, sin deformación alguna entre -50°C a +80°C.

4. Retardo de la llama: El PRVF es un plástico termoestable, no se puede fundir y no vuelve a su estado líquido, por lo tanto cuando el producto sufre una combustión, no se presentan chorreos ni desprendimientos de gotas prendidas que puedan incendiar los materiales cubiertos con el producto.

Cumple con especificaciones según norma ASTM D-635, las tejas son autoextinguibles. Esto quiere decir que, una vez retirada la fuente de la llama, el producto se apaga en un tiempo moderado. La rata de quemado es menor de 25 mm por minuto (otros productos en plástico reforzado con fibra de vidrio tienen una rata de quemado entre 51 mm y 76mm por minuto). Los datos mencionados no son una indicación de cómo los productos retardantes al fuego se desempeñarán en una situación de riesgo de incendio o de que no arderá. Los métodos de prueba para resistir a la llama, sí dan una indicación de cómo un material se compara con otro cuando son probados usando los mismos procedimientos. En una situación de fuego intenso los paneles continuarán ardiendo a pesar de que sean retardantes al fuego.

5. Propiedades térmicas: Evitan los cambios bruscos de temperatura en el interior.

6. Propiedades mecánicas (Fibra de Vidrio): Alta resistencia al granizo, la intemperie, rayos UV y la corrosión. Buena estabilidad dimensional.

7. Resistencia dada por la película protectora (Gel coat isoftálico): Evita la pérdida de luz natural interna, evita la exposición de fibras a la superficie, mantiene una buena apariencia del producto, aumenta la resistencia a la intemperie y al rayado.

8. Resistencia al envejecimiento: No se modifican ni pierden apreciablemente sus características iniciales, después de exponerse a la intemperie por períodos superiores a los 15 años.

9. Difusión de la luz: Hasta en un 90%. Su terminado martillado interior difunde el rayo directo del sol, ampliando el radio de iluminación y evitando las marcas en el piso, sobre mercancías y operarios.

10. Menos uniones: Tiros de 7.00 ml. sin uniones, evitando los traslapos que acumulan polvo y facilitan pérdida de hermeticidad a la cubierta.

11. Variedad: Las referencias y colores disponibles son: Cristal, Escarcha, Sombra Blanca y Opal.

B. Cálculo técnico de iluminación natural con teja de plástico reforzado

El objetivo de la iluminación natural como su nombre lo indica, es iluminar naturalmente los espacios durante el día (6:00a.m. - 6:00p.m.), dejando pasar la cantidad adecuada de luz natural; que además de ser gratis, es saludable y no necesita mantenimiento.

Los factores que determinan el porcentaje de luminosidad necesaria en un espacio son:

a. Uso del espacio.

b. Altura y refracción.

c. Localización.

d. Porcentaje de transmisión de luz de la teja a utilizar.

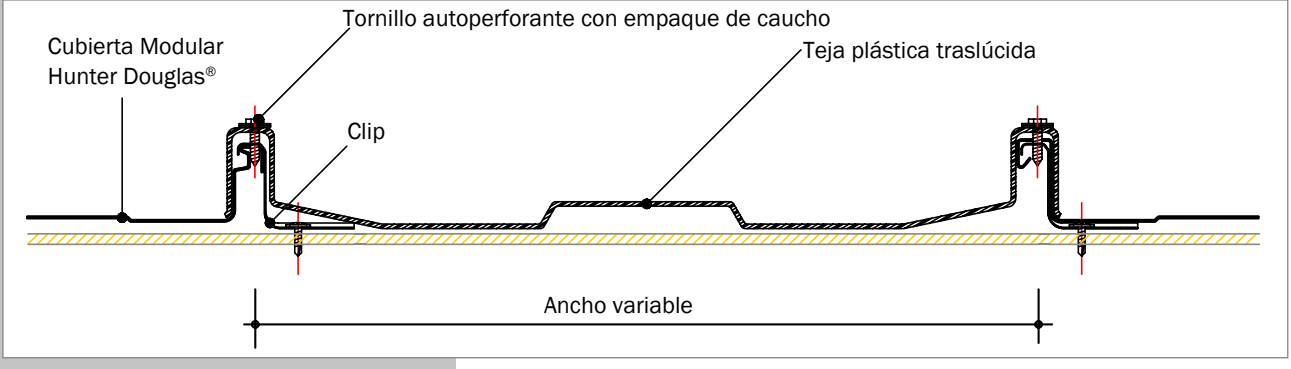


Fig. 43

FÓRMULA

Para hallar técnicamente la luz natural necesaria en un espacio, halle según su caso, los cuatro coeficientes que inciden y multiplíquelos; el número resultante es el porcentaje de teja translúcida necesaria.

Por ejemplo un local con:

- Uso = Trabajo de mediana precisión Coef. = 5

- Altura = 7 metros con mala refracción Coef.= 2.8

- Teja a utilizar = Escarcha Coef.= 1.21

- Coeficiente Fijo % de luz necesaria Coef.= 0.85

Se multiplican = 5 x 2.8 x 1.21 x 0.85 = 14

Este local necesita colocar un 14% de la cubierta en teja traslúcida tipo escarcha.

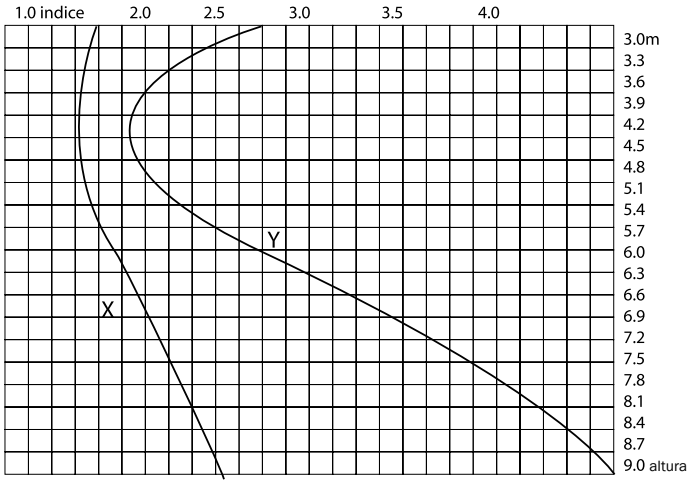
A continuación enumeramos los diferentes coeficientes.

Coeficiente N°1

Uso de espacio	Coef. Indíce	Lux. Min. Necesarios
Hangares, Bodegas de almacenamiento	2.5	100
Trabajos discontinuos	3.5	150
Trabajos de madiana precisión visual	5.0	250
Trabajos normales en oficinas y almacenes de cadena	10.0	500
Otros	15.0	750

Coeficiente N°2

En el punto de encuentro de la altura de su bodega o local con la abscisa “X”, si la refracción del local es buena (pisos y paredes blancos) o la abscisa “Y”, si la refracción del local no es buena (colores oscuros de acabados, humo, contaminación, etc.). Se determina el índice superior el segundo coeficiente o multiplicador.



Coeficiente N°3

De acuerdo al porcentaje de transmisión de luz de la teja escogida, multiplicar por el coeficiente correspondiente.

Referencias	%Trans. Luz	%Trans. Color	Coeficiente
Teja cristal	85%	84%	1.00
Teja escarcha	70%	80%	1.21
Teja sombra blanca	60%	55%	1.42
Teja opal	40%	61%	2.13

Coeficiente N°4

Por ser desarrolladas en Europa estas fórmulas, se deben multiplicar por el Factor de Corrección 0.85, para nuestro caso por efectos de ángulo de ubicación geográfica de Colombia con respecto al sol. Este es un factor fijo.

Tomado del manual técnico EXIPLAST LTDA.

12.4.3. Teja standing seam

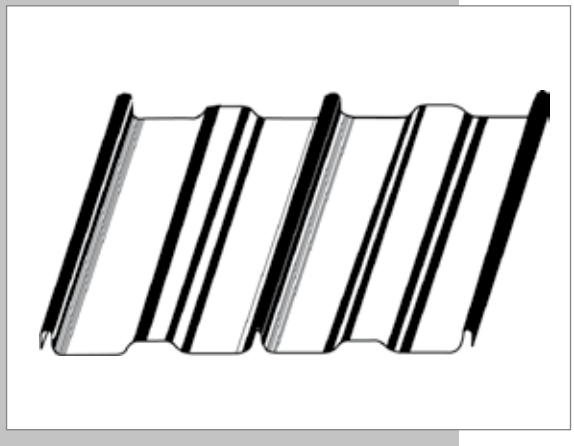
ESPECIFICACIONES

Material:

70% poliéster acrílico 30% fibra de vidrio.

Película protectora:

Gel - Coat liso.



Acabado interior:

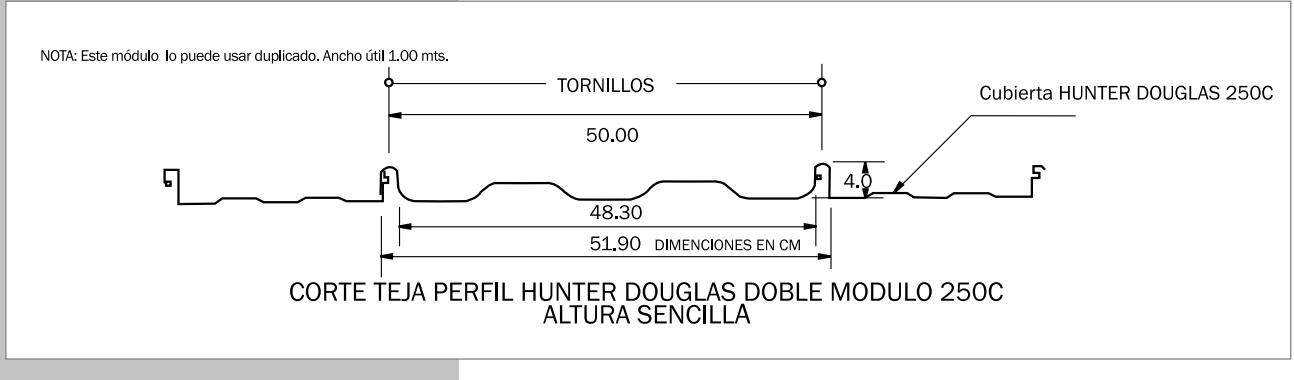
Escarcha difusora de luz

Color:

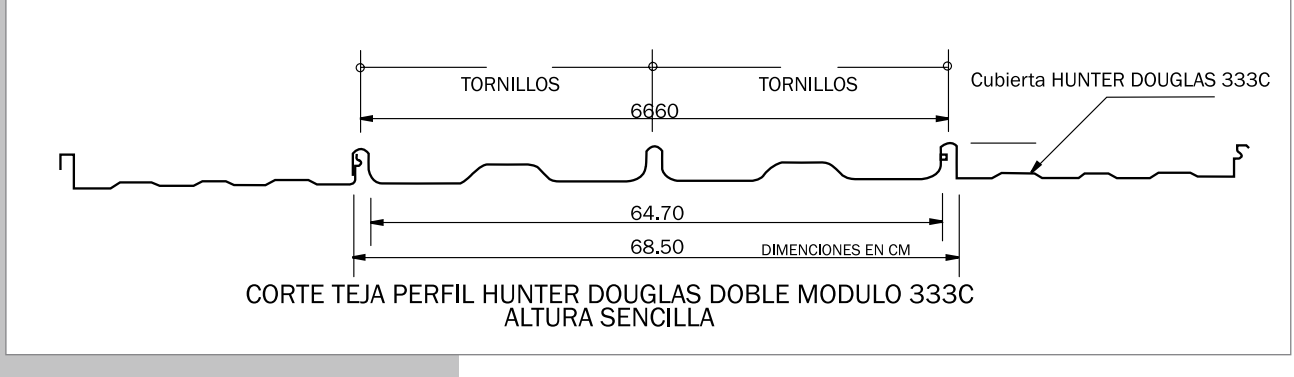
Cristal Escarcha
Sombra Blanca Escarcha
Opal Escarcha

Espesor:

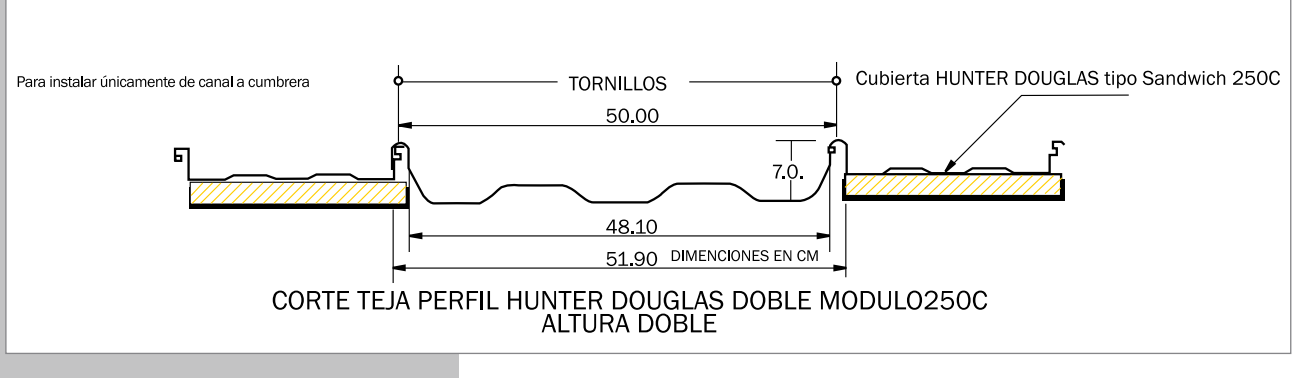
Clase	Espesor+-10%	Peso Kg/M2
7 mm	1.3 mm	2.15 mm



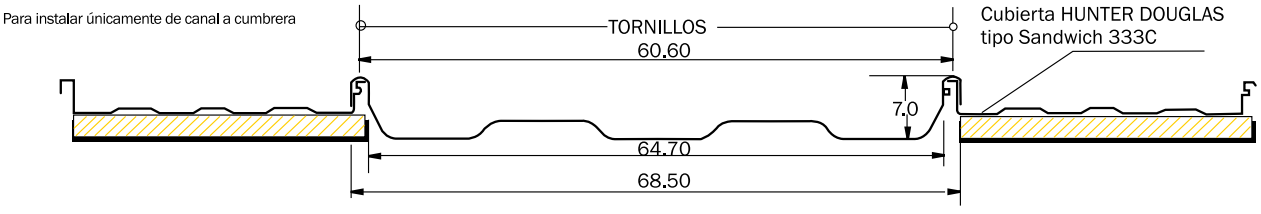
CORTE TEJA PERFIL HUNTER DOUGLAS DOBLE MODULO 250C
ALTURA SENCILLA



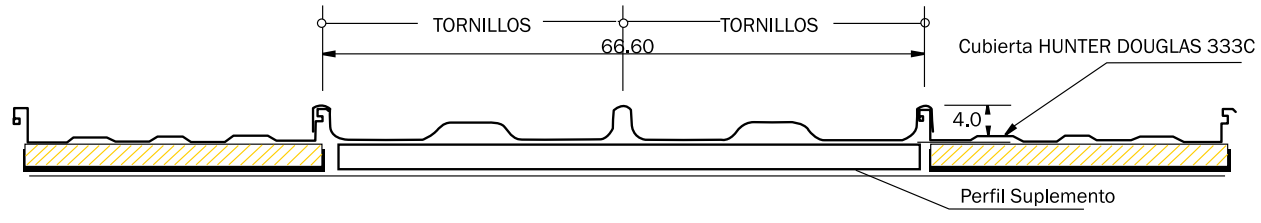
CORTE TEJA PERFIL HUNTER DOUGLAS DOBLE MODULO 333C
ALTURA SENCILLA



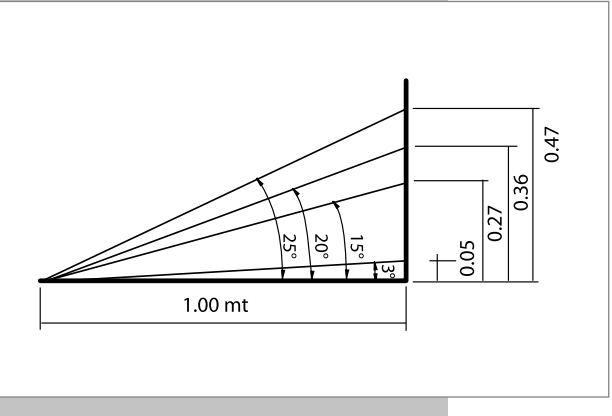
CORTE TEJA PERFIL HUNTER DOUGLAS DOBLE MODULO250C
ALTURA DOBLE

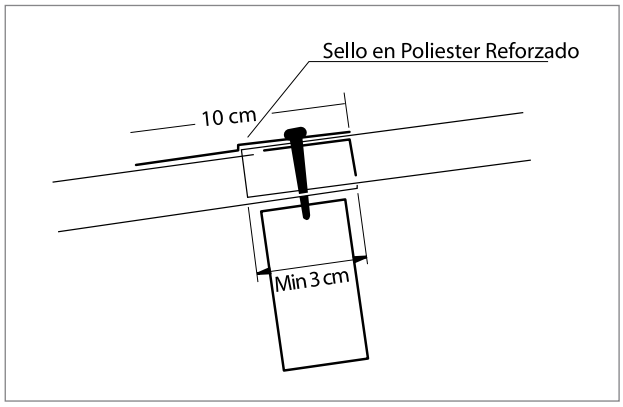


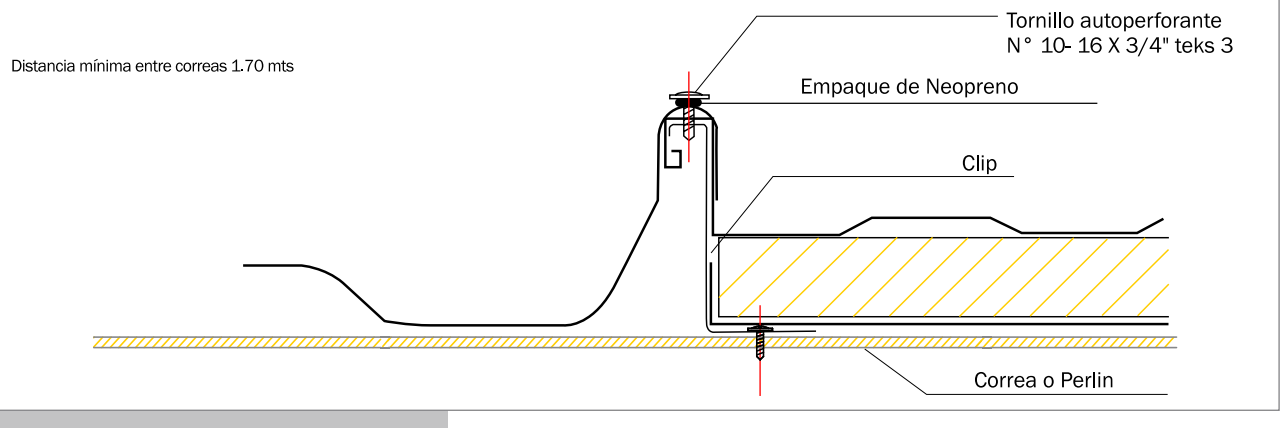
CORTE TEJA PERFIL HUNTER DOUGLAS DOBLE MODULO 333C
ALTURA DOBLE



DETALLE INSTALACION TEJA HUNTER DOUGLAS DOBLE MODULO 333C
ALTURA SENCILLA







12.4.4. Policarbonato

A. Composición y estructura

Policarbonato es la materia prima a partir de la cual se producen láminas autoportantes de estructura alveolar panal de abeja con diferentes espesores, que pueden tener diferentes configuraciones según las especificaciones técnicas requeridas. Pueden venir de 4 mm compacto, 6, 8, y 10 mm en doble pared y 16 mm en triple pared o multicelular.

Vienen en colores Clear, Bronce y Opal; es posible la fabricación en otros colores, pero estará sujeta a órdenes mínimas estipuladas.

Gran variedad de aplicaciones: cubiertas y acristalamientos horizontales, verticales e inclinados. Se curva fácilmente en arcos, no se raja o quiebra al ser cortado, aserrado o perforado, flexible y fácil de instalar.

B. Características

1. Protección UV: Resistencia a la Intemperie. Un agregado especial de material absorbente UV, aplicado por coextrusión sobre la faz externa de las placas, produce una firme capa de protección, asegurando la extrema duración de todas las propiedades mecánicas de las placas, su color original y excelente calidad de transmisión de luminosidad. La protección UV se encuentra en una de las caras de la placa, por lo que es necesario tenerlo en cuenta en el momento de su instalación, debiéndose colocar la cara protegida, hacia el exterior. Luego de 10 años de exposición al sol, la transmisión de luz no deberá disminuir en más de un 6% según ASTM D1003-77.

La estabilidad del color de los paneles externos no deberá cambiar más de 3 unidades Delta E según ASTM D2244, calculadas en por lo menos 2 muestras debido al desgaste o a los agentes atmosféricos. Luego de la exposición a 150°C de temperatura por 25 minutos, las caras interiores y exteriores no deberán oscurecerse mas de 0 unidades Delta según ASTM D2244, 0 unidades de amarilleo según ASTM D1925 y 0% de transmisión de luz según ASTM Dl 003.

2. Alta transmisión de la luz: La transmisión de la luz varía entre el 70% y el 82% en función del espesor. Ideal para aplicaciones donde se requiere transmisión máxima de la luz.

3. Retardo de la llama: Las láminas pueden ser extruidas opcionalmente con un tipo especial de policarbonato dotado de excelentes propiedades retardantes de combustión, especialmente cuando se le compara con otros materiales plásticos utilizados en acristalamientos diversos.

A temperatura muy alta el material se funde pero las llamas no se dispersan. Las placas se inflamarán a una temperatura superior a los 426°C. El material posee una temperatura de encendido espontáneo de 580°C según ASTM 1929-3, y tiene una clasificación de densidad de humo de 54 por ASTM D2843, estándar Francés clase M1, estándar Alemán DIN 4102 clase B1, B2.

4. Resistencia química: El policarbonato es resistente a diferentes productos químicos, incluyendo ácidos minerales de alta concentración, algunos ácidos orgánicos, agentes oxidantes y reductores, soluciones de sales neutras y ácidas, varias ceras, grasas y aceites, alifáticos y cicloalifáticos saturados y alcoholes, excepto el alcohol metílico.

El policarbonato se descompone químicamente en soluciones alcalinas acuosas o alcohólicas, gases de amoniaco o en sus soluciones y aminos.

5. Propiedades mecánicas: Las láminas de policarbonato instaladas exteriormente demuestran excelentes pro-





piedades mecánicas, manteniendo una alta resistencia y rigidez, pese a haber estado expuestas a elevadas temperaturas durante largos períodos. Módulo de Elasticidad = 24,000 Kg/cm DIN 53457.

Debido a la avanzada protección de su superficie, las propiedades ópticas y mecánicas de las placas, permanecerán prácticamente inalteradas durante toda su vida, incluso estando expuestas constantemente a los rayos solares u otras fuentes de radiación UV, independientemente de la temperatura (-40°C hasta + 120°C).

6. Propiedades térmicas: Es un excelente aislador comparado con otros materiales para acristalamiento del mismo espesor. La pérdida de calor del policarbonato es significativamente más baja y el aislamiento térmico es mejor, significando un considerable ahorro de energía y combustibles. El material ahorra hasta el 50% de los costos de climatización, en comparación con el vidriado simple.

7. Anticondensación: Las láminas de policarbonato pueden ser manufacturadas opcionalmente con una película anticondensante agregada.

Dicha protección está compuesta por una solución a base de silicona aplicada en fábrica, confiriendo a la placa propiedades anticondensantes de larga duración y gran estabilidad en ambientes químicos. Con este tratamiento las placas demuestran una resistencia superior a la abrasión, así como mayor facilidad de limpieza y de mantenimiento. Cuando se utilizan en la construcción de invernaderos, las placas alveolares incrementan la transmisión de luz, protegiendo así mismo a las plantas contra infecciones y enfermedades, al evitar el goteo del agua condensada en las paredes internas de las placas.

8. Expansión térmica: 2.5 mm/m en colores Transparente y Opal; 3.25 mm/m para color Bronce.

9. Resistencia al impacto: 200 veces mayor que el vidrio y 8 veces mayor que el acrílico, virtualmente irrompible. Los paneles deben ser capaces de resistir un impacto de alrededor de 200 ft.lbs por SPI. También resisten granizos de alrededor de 25 mm a velocidades de 75 Km/h sin penetrar, según ASTM E-822-81.

10. Infiltración de aire: La infiltración de aire debe ser de 0.042 SCFM/ft en uniones en seco con pruebas de presión de 15 Ps, según ASTM E-283.

11. Uniones impermeables: Sistema integrado de conectores y láminas en policarbonato. La penetración de agua en uniones en seco debe ser de 0 según ASTM E-331, bajo una prueba de presión de 15 psf.

12. Peso: Es ultraliviano: 1/6 del peso del vidrio y 1/3 del peso del acrílico.

4 mm Compacto	5.08 Kg/m^2
8 mm	1.80 Kg/m^2
10 mm Liviano	1.84 Kg/m^2
10 mm	2.50 Kg/m^2
16 mm	3.35 Kg/m^2

13. Modulación: Debido a las dimensiones de las láminas: 400 o 600 mm de ancho y 12.00 ml. de largo. Se pueden construir cubiertas sencillas o dobles de gran tamaño sin necesidad de traslapos.

14. Distancia máxima entre apoyos: El siguiente cuadro muestra la resistencia del material ante distintas cargas:

Carga (Kg./ M2)	75	105	120	150
Tipo de placa	**Distancia entre correas**			
4 mm compacto	160	100	80	N.R
8 mm	135	80	N.R	N.R
10 mm liviano	150	80	N.R	N.R
10 mm	230	145	90	70
16 mm	285	180	125	95

Notas:

- Pendiente mínima = 5%.

- Las distancias indicadas se refieren a pendientes mayores a 20%.

- Pendientes entre 15 y 20% las distancias serán disminuidas en un 10%.

- Pendientes entre 5 y 15% las distancias serán disminuidas en un 20%.

- Las distancias entre el último apoyo y el extremo de la lámina serán disminuidas un 75%.

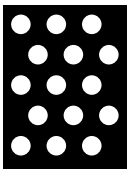
- N.R. = No Recomendado.

Tomado de manuales técnicos de DANPALON y POLYGAL, ficha técnica de EXIPLAST LTDA.

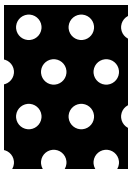
12.5. PATRÓN DE PERFORACIÓN B.I.P. CUBIERTAS TIPO C

Las referencias y los diámetros disponibles de las perforaciones de las bandejas metalicas para cubiertas son: No. 103 de 3.0 mm y No. 110 M1 de 4.0 mm. Patrón de perforación triangular de ↕5.50 mm - ↔6.35 mm y ↕8.25 mm - ↔9.53 mm de distancia entre centros respectivamente.

Las aperturas representan un 20% y un 21% del área total (Fig. 45)



No. 103
Ø 3,0 mm
20% abierto
↕ 5,50 mm
↔ 6,35 mm



No. 110-M1
Ø 4 mm
21% abierto
↕ 8,25 mm
↔ 9,53 mm

Fig..45





12.6. ESTUDIOS ACÚSTICOS CUBIERTAS SANDWICH DECK

12.6.1. Coeficiente de absorción NSR

A. Composición

Lámina exterior: Aluzinc 0.4 mm

Lámina interior: Aluminio 0.5 mm, perforada en un 15% del área total.

Lámina aislante: Poliestireno expandido, espesor = 30 mm.

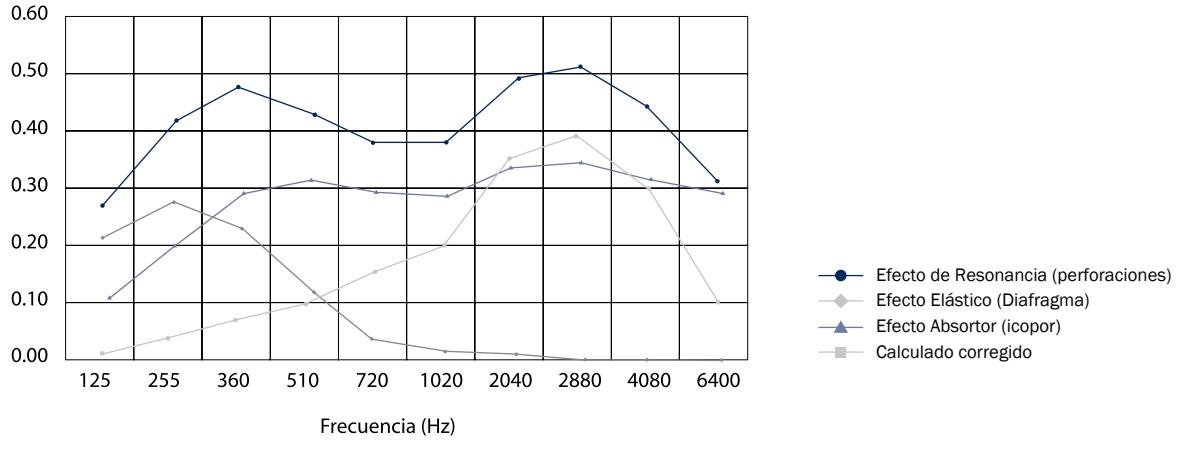
Frecuencia (Hz)	E. Resonancia	E. Elástico	E. Absortor	E. Calculado	C. Corregido
125	0.01	0.22	0.10	0.33	0.28
255	0.04	0.28	0.20	0.50	0.43
360	0.06	0.23	0.28	0.56	0.48
510	0.10	0.12	0.32	0.51	0.43
720	0.15	0.05	0.30	0.46	0.39
1020	0.20	0.02	0.29	0.45	0.39
2040	0.35	0.01	0.33	0.58	0.49
2880	0.40	0.00	0.35	0.61	0.52
4080	0.30	0.00	0.32	0.53	0.45
6400	0.10	0.00	0.30	0.37	0.31

Frecuencia = medida del sonido dada en Hertz

E. resonancia = Efecto de resonancia

E. Elástico = Efecto elástico

E. Absortor = Efecto absortor

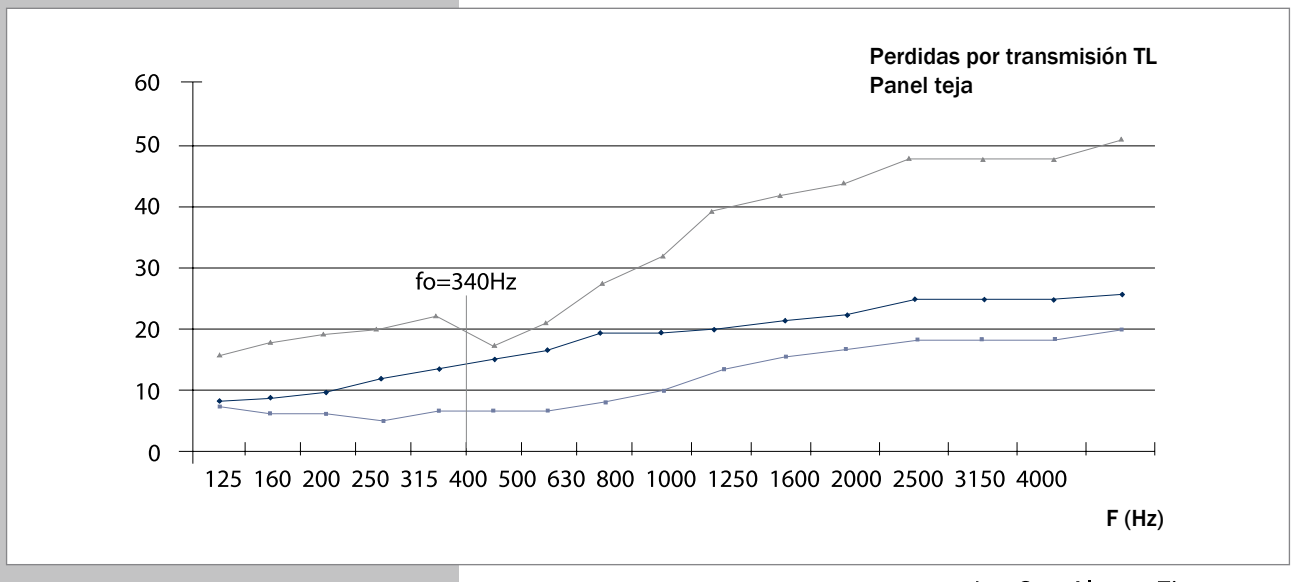


Frecuencia (Hz)	Coef. Absorción
250	0.43
500	0.43
1000	0.39
2000	0.49

Coeficiente de absorción (Noise coefficient reduction)	
NCR	0.43

12.6.2. Pérdidas de transmisión (TL = Transmission Lost)

A. Resultados experimentales (Pérdidas de descibeles)



Frecuencia (Hz) probeta	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
Lámina superior Aluminio + Zin	8	8	9	12	13	15	16	19	19	20	21	22	24	24	24	25
Lámina inferior perforada P= 1.5	7	6	6	5	6	6	6	8	10	14	15	17	18	18	18	20
P. compuesto 2 láminas + icopor	16	18	19	20	22	18	21	28	32	39	42	43	48	48	48	51

B. Clase de transmisión de sonido trial STC y deficiencias (para el panel)

Frecuencia (Hz)	TL	Ajuste	TL Ajustado	27	26	26
125	16	16	32	-	-	-
160	18	13	31	-	-	-
200	19	10	29	-	-	-
250	20	74	27	-	-	-
315	22	1	26	1	-	-
400	18	0	19	8	-	-
500	21	-1	21	6	-	-
630	28	-2	27	-	-	-
800	32	-3	30	-	-	-
1000	39	-4	36	-	-	-
1250	42	-4	38	-	-	-
1600	43	-4	39	-	-	-
2000	48	-4	44	-	-	-
2500	48	-4	44	-	-	-
3150	48	-4	44	-	-	-
4000	51		47	-	-	-
				<32	-	-

C. Espectro sonoro (ruidos típicos)

Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Avión reactor (a motores) a 400 m	102	105	106	102	99	95
Ferrocarril eléctrico	84	81	80	78	72	65
Máquina de escribir mecánica	40	44	52	57	62	67
Grito	60	64	67	68	63	65
Prensa 600 Ton.	102	100	101	98	97	93
Planta eléctrica	83	77	78	81	82	79

12.6.3. Determinación de comportamiento bajo la lluvia

A. Tipo cubierta

Lámina exterior: Aluzinc 0.4 mm

Lámina interior: Aluminio 0.5 mm, perforada en un 15% del área total.

Lámina aislante: Poliestireno Expandido, espesor= 30mm.

B. Variables de medición

1. Ruido ambiental: 50 dB (A)

2. Tipos de lluvia considerados:

Llovizna

Lluvia mediana

Aguacero

3. Altura relativa entre la teja y el sonómetro: 7ml.

4. Condición acústica del local en medición: reverberante, tiempo de reverberación: 1.5 a 2.0 seg.

C. Resultados

Los resultados se expresan debidamente depurados, mediante la aplicación de protocolos y correcciones acústicas con el fin de que sean confiables y útiles.

El ruido producido por la lluvia se califica en tres rangos de frecuencia: bajas, medias y altas.

Frecuencia (Hz)	Bajas (65-800Hz)	Medias (800-1500Hz)	Altas (1500-8000Hz)
LLovizna	62dB	50dB	50dB
LLuvia media	72dB	64dB	64dB
Aguacero	78dB	70dB	68dB

NOTA: es necesario aclarar que el comportamiento de los materiales a ruido de impacto no está relacionado con el comportamiento de ruido aéreo; un buen aislante de ruido aéreo puede ser pésimo a impacto viceversa.

Estudios acústicos realizados por INSAV INGENIEROS LTDA.

13. CUADROS DE CARGAS ADMISIBLES Y PESOS POR M²

Cubierta Modular Sencilla 250-C

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m²
Cubiertas HunterDouglas
250 C - Sencilla
Material: Aluminio (0.5 mm)
Peso x m²: 2.14 k/m²

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	115	118	121
1.25	107	110	113
1.50	100	102	105
1.75	79	81	84
2.00	57	59	62

Cubierta Modular Sencilla 250-C

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m²
Cubiertas HunterDouglas
250 C - Sencilla
Material: Aluzinc Calibre 26 (0.46 mm)
Peso x m²: 5.53 k/m²

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	183	198	208
1.25	171	185	195
1.50	157	157	168
1.75	145	151	156
2.00	140	146	147
2.25	114	127	137
2.50	87	113	120

Cubierta Modular Sencilla 250-C

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m²
Cubiertas HunterDouglas
250 C - Sencilla
Material: Aluzinc Calibre 28 (0.39 mm)
Peso x m²: 4.61 k/m²

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	120	128	130
1.25	115	118	125
1.50	110	110	115
1.75	105	107	110
2.00	92	92	97
2.25	85	87	89

Cubierta Modular Sencilla 333-C

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m2
Cubiertas HunterDouglas
333 C - Sencilla
Material: Aluminio (0.5 mm)
Peso x m²: 1.95 k/m²

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	104	107	110
1.25	96	99	102
1.50	90	92	94
1.75	72	73	76
2.00	51	53	55

Cubierta Modular Sencilla 333-C

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m²
Cubiertas HunterDouglas
333 C - Sencilla
Material: Aluzinc Calibre 26 (0.46 mm)
Peso x m²: 5.08 k/m²

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	169	178	190
1.25	162	176	185
1.50	149	149	160
1.75	137	143	148
2.00	133	139	140
2.25	108	121	130
2.50	83	107	114

Cubierta Modular Sencilla 333-C

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m²
Cubiertas HunterDouglas
333 C - Sencilla
Material: Aluzinc Calibre 28 (0.39 mm)
Peso x m²: 4.24 k/m²

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	89	93	97
1.25	85	88	93
1.50	82	82	86
1.75	78	80	82
2.00	68	69	72
2.25	63	65	66

Cubierta Modular Sencilla 350-MV

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m²
Cubiertas HunterDouglas
350 MV - Sencilla
Material: Aluminio (0.5 mm)
Peso x m²: 1.86 k/m²

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	101	104	106
1.25	94	97	99
1.50	88	90	92
1.75	69	71	74
2.00	49	51	54

Cubierta Modular Sencilla 350-MV

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m2
Cubiertas HunterDouglas
350 MV - Sencilla
Material: Aluzinc Calibre 26 (0.46 mm)
Peso x m²: 4.84 k/m²

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	166	180	189
1.25	154	167	175
1.50	141	141	151
1.75	130	136	140
2.00	126	131	132
2.25	102	114	123

Cubierta Modular Sencilla 500-MV

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m²
Cubiertas HunterDouglas
500 MV - Sencilla
Material: Aluminio (0.6 mm)
Peso x m²: 2.03 k/m²

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	75	77	79
1.25	70	71	73
1.50	65	66	68

Cubierta Modular Sencilla 500-MV

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m²
Cubiertas HunterDouglas
500 MV - Sencilla
Material: Aluzinc Calibre 26 (0.46)
Peso x m²: 4.48 k/m²

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	98	107	112
1.25	94	102	107
1.50	77	80	88

Cubierta Modular Sencilla 500-C

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m²
Cubiertas HunterDouglas
500 C - Sencilla
Material: Aluzinc Calibre 24 (0.60 mm)
Peso x m2: 6.40 k/m²

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	122	130	138
1.20	108	115	122
1.50	96	102	108
1.70	90	107	115

Cubierta Modular Sencilla 500-C

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m²
Cubiertas HunterDouglas
500 C - Sencilla
Material: Aluzinc Calibre 26 (0.46 mm)
Peso x m²: 5.10 k/m²

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	98	107	112
1.20	94	102	107
1.50	77	80	88
1.70	72	77	82

Cubierta Modular Sandwich Deck 250-C

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m²
Cubiertas HunterDouglas
250 C – Sandwich Deck
Material: Aluminio (0.5 mm)
Peso x m²: 4.36 k/m²

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	161	165	169
1.25	150	154	158
1.50	140	143	147
1.75	111	113	117
2.00	80	83	87
2.25	63	65	68
2.50	50	52	54

Cubierta Modular Sandwich Deck 250-C

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m²
Cubiertas HunterDouglas
250 C – Sandwich Deck
Material: Aluzinc Calibre 26 (0.46 mm)
Peso x m²: 8.77 k/m²

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	247	267	281
1.25	231	250	263
1.50	212	212	227
1.75	196	204	211
2.00	189	197	198
2.25	154	171	185
2.50	117	153	162
2.75	92	119	125
3.00	68	88	92

Cubierta Modular Sandwich Deck 250-C

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m²
Cubiertas HunterDouglas
250 C – Sandwich Deck
Material: Aluzinc Calibre 28 (0.39 mm)
Peso x m²: 8.77 k/m²

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	168	175	182
1.25	161	165	175
1.50	154	154	161
1.75	147	150	154
2.00	129	129	136
2.25	112	114	119
2.50	96	97	104
2.75	80	85	93

Cubierta Modular Sandwich Deck 333-C

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m²
Cubiertas HunterDouglas
333 C – Sandwich Deck
Material: Aluminio (0.5 mm)
Peso x m²: 4.10 k/m²

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	140	144	149
1.25	130	134	138
1.50	122	124	127
1.75	97	99	103
2.00	69	72	74

Cubierta Modular Sandwich Deck 333-C

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m²
Cubiertas HunterDouglas
333 C – Sandwich Deck
Material: Aluzinc Calibre 26 (0.46 mm)
Peso x m²: 9.80 k/m²

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	228	240	257
1.25	219	238	250
1.50	201	201	216
1.75	185	193	200
2.00	180	188	189
2.25	146	163	176

Cubierta Modular Sandwich Deck 333-C

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m²
Cubiertas HunterDouglas
333 C – Sandwich Deck
Material: Aluzinc Calibre 28 (0.39 mm)
Peso x m²: 9.80 k/m²

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	120	126	130
1.25	115	119	125
1.50	110	111	115
1.75	105	108	110
2.00	92	93	97
2.25	85	87	89

Cubierta Modular Sandwich Deck 380-C

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m²
Cubiertas HunterDouglas
380 C – Sandwich Deck
Material: Aluzinc Calibre 26 (0.46 mm)
Peso x m²: 10.25 k/m²

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	217	229	245
1.20	208	226	238
1.50	190	198	204
1.70	173	180	188

Cubierta Modular Sandwich Deck 380-C

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m²
Cubiertas HunterDouglas
380 C – Sandwich Deck
Material: Aluzinc calibre 28 (0.39 mm)
Peso x m²: 9.10 k/m²

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	204	215	229
1.20	187	206	219
1.50	161	170	176
1.70	143	160	158

Cubierta Modular Sandwich Deck 350-MV

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m2
Cubiertas HunterDouglas
350 MV – Sandwich Deck
Material: Aluminio (0.5 mm)
Peso x m2: 4.48 k/m2

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	167	172	175
1.25	155	160	163
1.50	145	149	152
1.75	114	117	122
2.00	81	84	89

Cubierta Modular Sandwich Deck 350-MV

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m²
Cubiertas HunterDouglas
350 MV – Sandwich Deck
Material: Aluzinc Calibre 26 (0.46 mm)
Peso x m²: 10.43 k/m²

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	274	297	312
1.25	254	276	289
1.50	233	233	249
1.75	215	224	231
2.00	208	216	218
2.25	168	188	203

Cubierta Modular Sandwich Deck 500-MV

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m²
Cubiertas HunterDouglas
350 MV – Sandwich Deck
Material: Aluzinc Calibre 26 (0.46 mm)
Peso x m²: 9.72 k/m²

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	162	177	185
1.25	155	168	177
1.50	127	132	145
1.75	95	99	109

Cubierta Modular Sandwich Deck 525-C

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m²
Cubiertas HunterDouglas
525 C – Sandwich Deck
Material: Aluzinc Calibre 24 (0.60 mm)
Peso x m²: 12.50 k/m²

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	182	195	213
1.20	165	180	197
1.50	151	167	182
1.70	137	152	168

Cubierta Modular Sandwich Deck 525-C

Cuadro de Cargas Admisibles kg/m²
Cubiertas HunterDouglas
525 C – Sandwich Deck
Material: Aluzinc Calibre 26 (0.46 mm)
Peso x m²: 9.72 k/m²

Distancia entre correas	2 correas	3 correas	4 correas
1.00	162	177	185
1.20	155	168	177
1.50	127	132	145
1.70	95	99	109

- Valores en quilogramos por m².
- Distancia entre correas en metros lineales.
- Cálculo para cargas uniformemente repartidas, no puntuales.
- Cubierta Sandwich Deck con componentes sin pegar.
- Las tolerancias de cargas pueden incrementarse 33% por cargas de viento.
- Se recomienda no superar las distancias que aparecen relacionadas.

CAMINADEROS EN ALUMINIO HUNTERDOUGLAS®





Hunter Douglas de Colombia ha desarrollado un novedoso sistema: CAMINADEROS HunterDouglas®, diseñados para suplir las necesidades de diferentes profesionales de la construcción y el diseño, preocupados por conservar en perfecto estado las Cubierta Modulares HunterDouglas® instaladas o diseñadas en sus obras y proyectos; sin tener que someterlas a los riesgos de daños y sumiduras ocasionados por el trafico sin control sobre ellas.

Consiste en un sistema de rieles sobre los cuales se apoyan pasos de aluminio, y permiten el libre desplazamiento en cualquier sentido sobre la cubierta metálica.

El sistema de CAMINADEROS HunterDouglas® se adhiere a la cubierta a través de Fijadores que se sujetan a presión en las nervaduras de los paneles de cubierta, sin realizar perforaciones en el metal y conservando la hermeticidad de los diferentes sistemas de Cubiertas Modulares HunterDouglas®.

Útiles para cubiertas que requieran un tráfico especial sobre ellas (Mantenimiento de equipos, limpieza de fachadas, revisión de ventiladores, desplazamientos de vigilancia, etc.), o simplemente para protección de la cubierta en los días de mantenimiento y lavado de la misma.

Los CAMINADEROS HunterDouglas® pueden instalarse de manera longitudinal, transversal o diagonal al sentido de los paneles metálicos de cubierta. Además, si el diseño es curvo, los CAMINADEROS HunterDouglas® tienen la versatilidad de ajustarse a los mismos radios de curvatura de la cubierta.

