

# Cubierta Inclínada

## confort diagonal

“Vivir bajo un techo” es una expresión que evoca la necesidad ancestral del hogar como refugio contra el viento, la lluvia y las temperaturas extremas. La variedad de formas y materiales destinados a cubrir esta función primaria revelan que una cubierta puede aportar mucho más. El significado y la morfología del tejado dependen, de entre otros factores, del uso del edificio, de la cultura del país dónde se encuentra, de su zona climática, y del carácter escultórico que en el diseño formal del edificio pretenda confiarse a la misma. La cubierta constituye la frontera entre el interior y el exterior debiendo permitir el control de los flujos que tienden a alterar las condiciones de habitabilidad interiores. Radiación solar, pérdidas de calor, lluvias, impactos y todas aquellas acciones exteriores debidas a agentes atmosféricos, junto al tipo de actividad humana, configuran el marco que conforma “la sensación de confort térmico” de las estancias de nuestra edificación. Éstas encuentran en la cubierta, como envolvente versátil, un filtro que defiende a los espacios interiores de las agresiones, tomando del exterior lo que conviene a cada momento, preservando así el confort interior.

análisis / cubierta inclinada



**Fundamentos de la cubierta inclinada.  
Inclinación y solape de piezas como procedimientos para garantizar la estanquidad.  
El aislamiento de la cubierta inclinada.**

Es de todos sabido que la conformación de distintos planos de escorrentía por medio de inclinación de soportes y solape de piezas ha sido el recurso constructivo que la arquitectura tradicional ha utilizado con éxito para favorecer la evacuación del agua, mucho antes de que se comenzaran a utilizar sofisticados sistemas de impermeabilización. Por ello, nuestros pueblos y ciudades han utilizado la cubierta inclinada como el medio funcionalmente más lógico para proteger los edificios de las precipitaciones.

Así, ante una climatología lluviosa, los tejados se inclinan y las piezas de cobertura (tejas, pizarras, etc.) tienden a un mayor solape. Este recurso propio de la arquitectura tradicional ha tenido su traducción en los diferentes manuales técnicos que han elaborado asociaciones y fabricantes de materiales para la cubierta, indicándose en ellos relaciones entre pendientes de tejado y necesidades de solape de las piezas de cobertura, lo que influye directamente en el rendimiento  $m^2$  del material de cubierta. En muchos casos también se especifica

la pendiente mínima a partir de la cual se precisaría de impermeabilización adicional, o la máxima a partir de la cual se precisa, además de la fijación de piezas de líneas y puntos singulares, la de determinadas hiladas paralelas o, para casos de pendientes muy pronunciadas, la de todas las piezas del tejado.

Una creciente tendencia al uso de faldones inclinados, como sistema natural de evacuación del agua, ha devuelto el interés por el aprovechamiento de un espacio que, si bien antiguamente se empleaba como cámara o almacén, en la actualidad, con los nuevos programas de usos y el cambio en los modos de vida, ha revisado su utilidad: Es preciso entender que el bajo cubierta no es un espacio "tapón" o residual, sino uno de los más atractivos de la vivienda. Por otro lado, la necesidad de rentabilizar la superficie edificada, lleva a prescriptores y promotores a plantear este espacio como volumen habitable de extraordinario valor añadido.

Las viviendas en el ático de bloques nuevos o rehabilitados y las viviendas unifamiliares con bajo cubierta habitable son cada vez más demandadas por el usuario final.

La cubierta ideal será aquella que permitiendo en invierno fuertes aportes solares y bajas pérdidas de calorías, constituya una pantalla eficaz contra el exceso de calor solar en verano, ahorrando frigorías. Todo ello sin renunciar a la iluminación natural ni a las grandes superficies acristaladas, como recurso de la construcción contemporánea y posibilitando una arquitectura de espacios acristalados, visualmente más amplia, y con mayor iluminación natural, sin aumento de los consumos energéticos.

**Diseño de la cubierta y ahorro energético**

A menudo, en la arquitectura tradicional, la cubierta ha sido tratada como plano o conjunto de planos cuya orientación e inclinación ha respondido a consideraciones bioclimáticas de innegable arraigo en la sabiduría bioclimática local. Considerando toda actividad constructiva como una alteración del medioambiente, el diseño y la construcción de la cubierta debe adecuarse a producir el menor "impacto ambiental" posible. Hasta la aparición de los sistemas de impermeabilización, en climas con precipitaciones más o menos frecuentes, la cubierta inclinada supuso la forma más racional y económica de evacuar el agua de lluvia y de recibir o rechazar la radiación solar activa o pasiva. En la actualidad la cubierta inclinada más o menos horadada, permite además iluminar, ventilar y calefactar espacios, y proporcionar vistas sorprendentes en estancias antaño condenadas a ser lugares de almacenamiento.

El diseño de la cubierta en climas variables responderá a una estrategia de época fría distinta a la de época cálida, similar en

cuanto a aislamiento térmico y flexible en cuanto a protección o ganancia solar, ventilación y renovación de aire para las distintas necesidades.

En la consideración global de la cubierta como parte de la envolvente de la máquina térmica que es el edificio, son varios los aspectos a tener en cuenta:

**• El coeficiente de forma**

Para evitar al máximo pérdidas energéticas, se buscará obtener la menor superficie exterior posible para el máximo volumen encerrado en ella. Esto afecta claramente al diseño volumétrico del edificio en general, y de las cubiertas en particular, que debe evitar en lo posible salientes, vuelos, petos... y en general, que se dispongan elementos no integrados en los planos de la misma.

**• La orientación y disposición de vanos**

La orientación y disposición de los vanos en la cubierta determina, por un lado, la intensidad y mayor o menor homogeneidad de la luz que reciben las estancias según las horas del día (suponiendo un ahorro de luz eléctrica y un mayor confort), y por otro, permite utilizar el efecto de vientos y brisas dominantes para ventilar estancias y refrigerar paramentos sobrecalentados. Esto se aplica especialmente a los espacios interiores de áticos, en contacto directo con la radiación solar directa, en los que la disposición de un cerramiento transparente y practicable permite una correcta iluminación y una óptima regulación térmica.

En cuanto a la orientación de los vanos para proporcionar una iluminación continua y regular, los más adecuados son los dispuestos hacia los puntos en los que se capte exclusivamente radiación difusa; en general el Norte. Si penetra radiación directa en zonas donde se pretende aprovechar como iluminación natural, los efectos de deslumbramiento que conllevará serán muy negativos y no será posible su aprovechamiento, a menos que se dispongan elementos reguladores de la luz.

**• Inclinación del plano de cubierta respecto a la latitud**

A menudo, y a resultas de algunos postulados formales del Movimiento Moderno, se olvida la cubierta como conjunto de planos cuya orientación e inclinación responde a sabias consideraciones tradicionales de la arquitectura local. La inclinación del faldón en grados, cuando es similar a la latitud, permite una incidencia casi perpendicular de la radiación solar. Este

aspecto es especialmente útil cuando se diseña la cubierta para albergar captadores solares.

**• Ventilación cruzada**

El posible sobrecalentamiento del espacio bajo-cubierta, debido a la estratificación térmica, se evita, interiormente, mediante la ventilación. Existen innumerables ejemplos de cubierta inclinada en la arquitectura de climas cálidos como el caso de la arquitectura tradicional levantina que se materializó en las pronunciadas cubiertas de las barracas.

Para favorecer esta ventilación de manera forzada, se dispondrán los vanos enfrentados para así producir una aireación cruzada entre faldón cálido y frío. Un recurso cada vez más habitual es el uso de ventanas de cubierta tipo giratorio o proyectante, de apertura manual o eléctrica, conectadas o no a temporizadores, sensores de temperatura y de lluvia, o al sistema domótico del edificio. La disposición en faldones opuestos de ventanas practicables, con acristalamientos específicos según la orientación, permite obtener una ventilación higiénica y controlada, donde los intercambios corresponden exactamente a las necesidades de confort.

**• El efecto chimenea**

Se debe asimismo destacar la importancia de la sección como plano vertical que abarca todas las plantas del edificio. En ella, la escalera es el elemento de conexión que permite la refrigeración al facilitarse la evacuación del aire caliente mediante un tiro de aire que refresca todas las alturas.

Este efecto precisa de la disposición de un elemento de ventilación (e iluminación en muchos casos) y de fácil apertura (motorizado en casos de difícil acceso) en el extremo superior. Es deseable tanto desde el punto de vista estético, funcional (iluminación), como de ahorro energético, que este elemento comunique con el plano exterior de cubierta, que evite la entrada de agua cuando llueve (sensor de lluvia), que permita el paso de luz en todas sus posiciones, y que facilite la circulación vertical de aire cuando permanezca abierto.

Richard Rogers es uno de los arquitectos que han tratado de utilizar la ventilación natural y ventilación forzada de manera significativa en sus proyectos. Un ejemplo de ello es su edificio en Tokio "Torre Turbina". Pruebas en túnel de viento analizan las condiciones de los vientos urbanos locales. El edificio se



Foto: Velux

diseña para aprovechar la variabilidad de los vientos de la capital japonesa.

El concepto del edificio reproduce el sistema de los "malgafs" o torres eólicas del Medio Oriente. El edificio cuenta con captadores de viento, los cuales canalizan al aire a través de conductos subterráneos a un intercambiador de calor por medio de agua fría. Este aire acondicionado de manera natural, es inyectado a los distintos espacios y niveles del edificio. Posteriormente, el aire caliente, generado en las estancias, es succionado por una gran torre que aprovecha las diferencias térmicas por efecto Stack, las cuales son incrementadas por captadores solares situados en la parte superior. Además de su diseño aerodinámico, el edificio cuenta con una doble fachada ventilada que controla las posibles ganancias solares directas.

Otro ejemplo de este mismo autor es proyecto realizado para el concurso de la Sede del Edificio de Rentas Públicas del Interior en el Reino Unido. Este tiene forma aerodinámica con el fin de acelerar la circulación de los vientos dominantes. El edificio pretende captar los vientos de sotavento y extraer el aire caliente por la parte superior de la cubierta, ayudando así al enfriamiento natural del edificio.

Otro edificio que aprovecha torres de extracción es el Centro de Rentas Públicas de Nottingham, de Michael Hopkins, en

Gran Bretaña. Este edificio hace un uso eficiente de la energía por medio de la amplia utilización de la iluminación y de sistemas de ventilación naturales. Su principio de ventilación se basa en crear corrientes de viento por medio de grandes torres de succión. Estos espacios son los utilizados para contener las escaleras del edificio.

### El diseño bioclimático de la cubierta

Algunos autores se refieren a la cubierta de los edificios, como parte de la «piel constructiva» ya que la construcción es, en cierta forma, una extensión de nosotros. La cubierta debe ser diseñada como un agente dinámico que interactúe favorablemente entre el exterior e interior y viceversa, es decir que debe actuar como un filtro selectivo térmico, acústico, lumínico, etc. capaz de modificar favorablemente la acción de los elementos naturales, admitiéndolos, rechazándolos y/o transformándolos cuando así se requiera. Entre los aspectos a tener en cuenta en cuanto al diseño bioclimático de la cubierta destacan:

- **Orientación para el control solar y la ventilación natural.**

El Parque de Ciencia y Tecnología de Gelsenkirchen en Alemania, fue diseñado por el grupo de arquitectos Klessler & Partner. Este es un buen

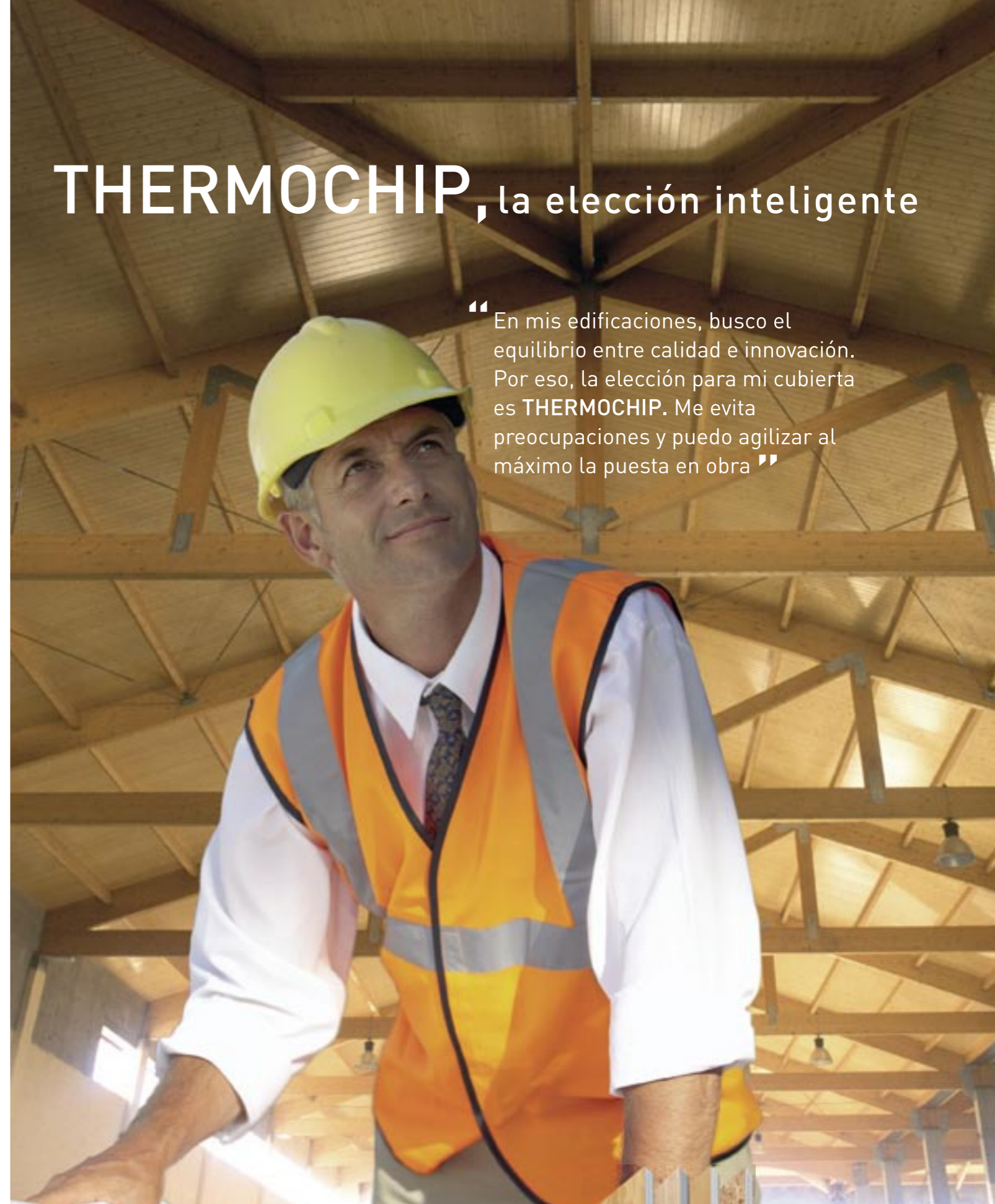
ejemplo para mostrar los conceptos de climatización natural en climas con inviernos fríos donde es necesario promover el calentamiento solar directo; y con veranos en donde es necesario promover el control solar y la ventilación para disipar las ganancias térmicas del edificio.

Se trata de un gran edificio de 300 m. de longitud orientado sobre el eje norte sur con nueve pabellones en forma de peine. La fachada-cubierta poniente es totalmente vidriada e inclinada, formando un espacio corrido de triple altura. Por ello se favorecerán ganancias solares directas, principalmente durante las tardes. El edificio funciona de distintas maneras dependiendo de las condiciones ambientales prevalecientes:

*La cubierta debe ser diseñada como un agente dinámico que interactúe favorablemente entre el exterior e interior y viceversa, es decir que debe actuar como un filtro selectivo térmico, acústico, lumínico, etc.*

# THERMOCHIP, la elección inteligente

“ En mis edificaciones, busco el equilibrio entre calidad e innovación. Por eso, la elección para mi cubierta es THERMOCHIP. Me evita preocupaciones y puedo agilizar al máximo la puesta en obra ”



THERMOCHIP es el primer panel sándwich de madera que posee el DIT (Documento de Idoneidad Técnica) avalado por el Instituto Torroja que garantiza la correcta certificación de su obra.

**900 351 713**  
(llamada gratuita)  
[www.thermochip.com](http://www.thermochip.com)

thermochip

cupa group

**En Invierno.**

Tanto la fachada Este como Oeste permiten la ganancia solar directa. El acristalamiento de la fachada poniente se encuentra cerrado por lo que la ganancia directa es conservada en el interior del edificio. El piso de la planta baja funciona como sistema de almacenamiento térmico. En la azotea del edificio se cuenta con colectores solares que proveen calentamiento adicional, en caso de ser necesario, por medio de radiadores dispuestos en los tres niveles del conjunto, cerca de la fachada Este.

**En Verano durante el día.**

El acristalamiento de la fachada Oeste se abre en la parte superior e inferior permitiendo una circulación constante de aire, aprovechando el cambio de densidad. El aire que se introduce por la parte inferior entra fresco y húmedo debido al lago que se encuentra colindante en el lado oeste del conjunto. El aire caliente del interior del edificio sale por la parte superior ayudando al flujo de circulación. El acristalamiento es cubierto con una superficie opaca que impide las ganancias solares directas.

La fachada Este cuenta con dispositivos de control solar que impiden el asoleamiento. En el interior las ventanas se abren para permitir la ventilación natural cruzada.

**En Verano durante la noche.**

El edificio se enfría por medio de ventilación natural cruzada y por efecto Stack. La cubierta opaca de la fachada Oeste es retirada para permitir el enfriamiento radiante.

**• Orientación de huecos para iluminación.**

El Museo de Arte Kimbell en Texas fue construido en 1966 por Louis Kahn. Es una obra maestra en el uso de la luz natural. Los reflectores ubicados debajo de las ranuras de las bóvedas son de gran importancia en el concepto de iluminación. Kahn dijo acerca de su diseño: "Estoy diseñando un museo de arte en Texas, donde la luz en las estancias tendrá la luminosidad de la plata". El museo está concebido como una sucesión de bóvedas cilíndricas, cada una formando una habitación con una pequeña ranura en el vértice, esto produce una sensación de gran confort "al permitir percibir el momento de día en que nos hallamos". La luz entra a través de esta ranura y es recibida por una malla de aluminio que la refleja en la superficie de hormigón pulido de la bóveda. Este sistema produce un excelente control lumínico, necesario para las obras de arte, y asegura el confort de los visitantes.

La idea de optimizar la relación entre la sombra y la luz conduce a estudiados recursos que se traducen en nuevas formas. Los grandes reflectores de hormigón prefabricados de Renzo Piano, desarrollados para la Colección de Menil, en Houston, muestran la belleza de las formas que pueden conseguirse. Se trata de un edificio con cubierta transparente y un sistema de dispositivos de control lumínico tipo persiana, que introducen la luz de manera uniforme dentro de los espacios, evitando el asoleamiento directo.

El diseño de Thomas Herzog en el Centro de Congresos y Exhibiciones en Linz, Austria, es un ejemplo del uso de la reflexión y de las neutralizaciones de sistemas de luz difusa. En realidad se trata de una recreación del concepto de persianas empleado por Piano, en la colección de Menil, pero llevado a una micro-escala. Los Micro Prismas, de uso horizontal o vertical sirven para reflejar o redireccionar la luz solar directa y permitir únicamente el paso de la luz difusa. El centro de Congresos de Linz es un edificio con cubierta curva totalmente acristalada que hace uso de placas microprismáticas, de tal forma que se cuenta con una total iluminación natural y un completo control solar al mismo tiempo.

El Reichstag berlinés de Sir Norman Foster está diseñado para la reutilización de un edificio existente. El edificio plantea un innovador concepto de utilización de la energía que culmina en un gran captador de luz natural en la parte más alta del edificio. Se trata de un enorme domo que conduce la luz natural al interior de la cámara del parlamento por medio de cientos de espejos que forman un cono invertido. En este gran domo lumínico se integran sistemas de ventilación natural y sistemas fotovoltaicos de generación eléctrica

El Banco de Hong Kong, de este mismo autor, muestra desde sus croquis iniciales, un atrio que conduce luz natural a los niveles más bajos del edificio. Esto se logra a través de direccionar la luz del sol por medio de dos enormes reflectores. Un captador solar externo formado por cientos de espejos que siguen el recorrido del sol por medio de ordenadores, refleja la luz natural hacia otro reflector cóncavo en la zona más alta del atrio, que conduce la luz dentro del espacio y a través del suelo vidriado.



Foto: Reichstag (Alemania). Foster &amp; Partners

**El diseño constructivo de la cubierta bioclimática****• Aislamiento térmico en paramentos inclinados**

Se trata de obtener un elevado aislamiento térmico exterior de todos los faldones, posibilitando una alta reflectancia solar de las cubiertas soleadas, y de conseguir una elevada inercia térmica interior para mantener una temperatura fresca constante en los locales de reposo (dormitorios y salón). En nuestras latitudes conviene reducir la inercia térmica de los faldones sur y oeste para permitir su rápido enfriamiento o calentamiento y de proporcionar una adecuada protección solar en todos los huecos de los mismos.

**• Comportamiento higrotérmico y protección ante condensaciones intersticiales**

La Normativa NBE-CT-79, relativa a las condiciones térmicas que deben satisfacer los edificios, establece que la resistencia térmica y la disposición constructiva de los elementos que integran el tejado han de ser tales que, en las condiciones ambientales establecidas en la citada norma, no presenten humedades de condensación en su superficie interior ni tampoco dentro de la masa de cerramiento, que degradan sus condiciones.

Las condensaciones intersticiales representan una pérdida evidente de la capacidad aislante de los materiales sobre los que se producen, que generalmente son los materiales aislantes; por ello es recomendable, para eliminar el riesgo de las mismas, emplear materiales aislantes equilibrados, colocarlos cerca de la cara fría y complementarlos con una barrera de vapor.

**• Transmisión térmica**

Los valores de los coeficientes útiles de transmisión térmica K de los tejados no serán superiores a los señalados por el Código Técnico en función de la zona climática donde esté ubicado el edificio, según un mapa de zonificación climática por temperaturas mínimas del mes de enero.

**• Comportamiento acústico**

Debe cumplirse la norma NBE-CA-88 que establece para cubiertas un aislamiento acústico al ruido aéreo R de 45 dbA.

**• Comportamiento al fuego**

La Norma NBE-CPI-96, que fija la reacción y resistencia al fuego de los materiales que forman la cubierta afirma que es conveniente que los materiales de la cubierta sean clase MO o M1.

Dado que los materiales de soporte y cobertura se pueden instalar sobre cualquier tipo de estructura (forjado, cerchas de madera, estructura metálica, enripiado de madera, correas sobre cítara, etc.), la resistencia al fuego vendrá determinada por el soporte sobre el que se apoye el tejado. En el caso de ser empleada como soporte la estructura

metálica ligera, la resistencia al fuego podrá alcanzar hasta 120 minutos en función del acabado interior empleado entre los recomendados por Uralita. No obstante, la resistencia al fuego se confía esencialmente al acabado interior ya que es el elemento que estaría en contacto con el hipotético fuego y debe proporcionarle la protección deseada.

**• Cerramientos acristalados**

Parte de la cubierta, entendida como piel de la edificación, la han constituido tradicionalmente la carpintería y el vidrio, éste último como material cuya transparencia le permite la doble función de transmitir luz, visión y ventilación, siendo, al mismo tiempo un material rígido de cerramiento y protección.

El protagonismo que el vidrio ha adquirido en las últimas décadas le ha llevado a tener que responder a las demandas de protección térmica, solar, resistencia a los impactos, etc. de forma exclusiva y como parte integrante de un cerramiento, por lo que los tradicionales vidrios de ventana utilizados en la arquitectura doméstica tradicional han quedado obsoletos en prestaciones técnicas, habiéndose planteado la necesidad a los fabricantes de vidrios y carpinterías de desarrollar nuevos productos que cubran las nuevas demandas.

Los cambios de costumbres, los avances técnicos en la composición de los vidrios y en las técnicas de producción de carpinterías, el mayor nivel de vida y las normativas también tienen mucho que ver en este tema.

Si bien el uso de superficies acristaladas ha sido habitual en la Arquitectura occidental desde hace más de seiscientos años, la dimensión de los huecos a cerrar ha sufrido una importante alteración en las últimas décadas.

La mejora en los procesos de fabricación junto con la aparición de nuevas necesidades abre grandes horizontes en el campo del acristalamiento en cubiertas entendido como cerramiento. Además, desde la introducción de conceptos higienistas por parte de los precursores del Movimiento Moderno, y según las condiciones mínimas de salubridad impuestas por nuestras ordenanzas, todos los edificios han de tener una iluminación y ventilación naturales mínimos en todos sus espacios.

Además de estos requerimientos deben ser resueltos aspectos tales como el aislamiento térmico, el aislamiento acústico y la protección ante la rotura y ante las radiaciones solares.

La ventana tradicional, que escasamente ocupaba un diez o quince por ciento del cerramiento total de la cubierta, ha aumentado su superficie llegando a sustituir, en muchos casos, al cerramiento opaco de la misma, con lo cuál la responsabilidad como escudo ante las acciones exteriores, que antes compartía con materiales como el hormigón, los diferentes aislamientos, la teja, etc., cada vez se confía más a ella.

La iluminación es uno de los más importantes requerimientos ambientales de los interiores, en tanto que la visibilidad en un espacio, es una condición esencial para la realización adecuada, segura y confortable de nuestras actividades cotidianas. Una buena iluminación requiere el control tanto de la cantidad como de la calidad de la luz.

El aislamiento acústico que el vidrio proporciona, en su estado monolítico tradicional, es discreto, pues al ser función directa de su sección está limitado de forma natural, por los espesores comerciales de fabricación. La aparición del doble acristalamiento aislante aumentó la protección térmica y la reducción acústica y solar de los acristalamientos.

El doble acristalamiento, tanto en invierno como en verano, cumple una "función térmica", ya que dificulta los intercambios de temperatura entre los dos ambientes que delimita, aislando tanto del frío como del calor. Esta reducción de los flujos de calor que proporciona respecto de un acristalamiento simple es debida, además de al espesor de dos o más vidrios, a la resistencia térmica del aire seco, o mejor aún, del gas encerrado en su cámara.

El calor siempre pasa a través del vidrio desde la zona caliente a la fría. Así en invierno, el calor producido por la calefacción tiende a escaparse al exterior, y exige una producción de calorías para mantener el confort, y en verano el calor que está en el ambiente exterior tiende a penetrar al interior del edificio; y para eliminarlo hay que producir frigorías. Por consiguiente, en ambos casos, un acristalamiento aislante proporciona unos interesantes ahorros, en consumo de energía y en el dimensionamiento de las instalaciones necesarias para preservar el confort térmico. Así en invierno: reduce hasta en un 70% las

*El doble acristalamiento, tanto en invierno como en verano, cumple una "función térmica", ya que dificulta los intercambios de temperatura entre los dos ambientes que delimita, aislando tanto del frío como del calor.*

pérdidas energéticas sufridas a través de los vidrios monolíticos manteniendo una alta transmisión luminosa, y en verano: permite un control solar muy eficaz, reduciendo hasta en más de un 40% las aportaciones energéticas necesarias en el caso de la utilización de un vidrio monolítico.

La necesidad que obliga a conseguir acristalamientos más seguros frente a los impactos, fortuitos o no, ha llevado a los fabricantes a incorporar desde hace tiempo vidrios laminados a su doble acristalamiento aislante. El material de unión entre ellos, tales como el poliisobutileno que, además de garantizar la estabilidad frente a la fractura, suma una ventaja que altera positivamente el comportamiento acústico del conjunto al añadir un efecto de amortiguación entre las láminas de vidrio.

Otro factor de gran importancia en paños acristalados es la protección ante rayos ultravioletas que puedan producir deterioros en las superficies, por ello, se debe exigir a los vidrios de estas carpinterías un coeficiente de transmisión de estas radiaciones lo más bajo posible.

#### • Eliminación de puentes térmicos.

Pero por muy buenas prestaciones que un vidrio proporcione, éstas no tendrán el efecto previsto si no forman parte de carpinterías adecuadas que hayan desarrollado unos impecables sistemas correctos de colocación, pues si bien, en aislamiento térmico, un puente rebaja considerablemente el rendimiento del conjunto, pero frente al ruido, un fallo en la colocación que ocasione un cortocircuito acústico, ocasiona la pérdida de prácticamente toda la reducción prevista.

## Estratificación de la cubierta inclinada. Cubierta ventilada y no ventilada

### • Cubierta inclinada invertida

La cubierta inclinada invertida parte del supuesto de la cubierta como estructura viva sometida a la degradación por acciones climatológicas y de uso que ocasionan la pérdida de habitabilidad o de uso en los espacios situados bajo la cubierta. Por ello propone el uso de las membranas asfálticas como aporte adicional y preventivo que incrementa la habitabilidad, salubridad y confort, proporcionando a las cubiertas una seguridad adicional a la estanquidad de su conjunto y a la de puntos y líneas singulares. El sistema de cubierta inclinada invertida comprende, de arriba a abajo:

- Un acabado a base de teja árabe, teja mixta o teja de cemento, placas o planchas de acabado hidrófugo, clavadas.

- Paneles de aislamiento térmico tales como los de poliestireno extruído tipo IV con acanaladuras en su cara superior, fijados mecánicamente al soporte.

- Láminas de betún modificado que pueden ser autoadhesivas. La láminas irán soldadas o adheridas tras imprimación, si el soporte es un forjado de hormigón o un tablero cerámico con capa de regularización, o fijadas mecánicamente si se trata de una estructura discontinua como la de vigas y tableros. En cualquiera de los casos, además de adherirse, para pendientes mayores del 15%, las láminas se fijarán mecánicamente en los solapes transversales y, para pendientes mayores del 50%, se fijará mecánicamente en los solapes transversales y longitudinales.

- Forjado-Soporte

- Losas de hormigón
- Forjados tradicionales discontinuos de vigas, viguetas o semiviguetas de hormigón, y bovedillas cerámicas, de hormigón o de poliestireno expandido.
- Estructura de vigas y viguetas que soportan tableros cerámicos o de madera.

La clasificación de las cubiertas inclinadas invertidas se realiza en función del tipo de acabado que podrá ser a base de:

- Tejas o piezas pétreas: Se trata de tejas o piezas de pizarra fijadas mecánicamente a rastreles contrapeados para producir microventilación sin interrupción. Este sistema se ayuda de

## ACERO Y CONSTRUCCIÓN

### Soluciones que son mucho más que acero

Consiga sus entradas en [www.constructalia.com](http://www.constructalia.com) y visítenos en:

CONSTRUMAT 07  
MONTJUÏC 1  
PABELLÓN 6 STAND E27

CENTRO DE ARTES ESCÉNICAS EN NIJAR. ALMERÍA  
MGM MORALES, GILES, MARISCAL

Resistente, dinámico y duradero, el acero se asocia a todos los proyectos. 100% reciclable y 80% reciclado, el acero se integra perfectamente en el entorno. Arcelor Mittal, líder siderúrgico mundial, ofrece una completa gama de productos, soluciones en acero y servicios para el sector de la Construcción.

Building & Construction Support. c/ Albacete, 3 - 28.027 Madrid

[www.arcelor.com](http://www.arcelor.com)  
[bcs.spain@arcelor.com](mailto:bcs.spain@arcelor.com)  
[apoyo@constructalia.com](mailto:apoyo@constructalia.com)

arcelor MITTAL

piezas de ventilación (tejas "beatas") cada 8 m<sup>2</sup> aproximadamente. Se macizarán la teja en las cumbres, aleros y puntos singulares.

- Placas clavadas o Planchas de zinc o cobre: En este caso las placas de aislamiento térmico se sitúan entre rastreles anclados al soporte estructural mediante tornillos cincados situados aproximadamente cada 60 cm. Dichos rastreles de madera, compatibles con el metal, se colocarán dejando un espacio entre testas para permitir la evacuación de posibles condensaciones. En todos los casos, la disposición de los listones debe permitir el flujo de aire caliente hacia las ventilaciones superiores. Las entradas y salidas de aire deben protegerse contra la entrada de insectos y aves mediante piezas especiales como rejillas o "peines" de alero. Las placas o planchas irán ancladas al panel o tabla soporte por rastreles transversales y, para pendientes mayores del 50% se fijarán mecánicamente en los solapes transversales y longitudinales.

- Tejas amorteras sin ventilación: Se colocan sobre pelladas de mortero pobre (a modo de apoyo), macizándose hiladas longitudinales ("caída de las aguas"), aproximadamente cada cinco, y todas las líneas y puntos singulares tales como aleros, cumbres, limas o chimeneas.

### Estratificación de la cubierta inclinada

#### 1er NIVEL (Base estructural para formación de pendiente)

- Tabicón Palomero o "Conejero"

Tabique que se construye apoyando los ladrillos parcialmente sobre los inferiores, solamente por sus extremos, por lo que permite dejar huecos abiertos regularmente repartidos. El aparejo empleado es el llamado en "panderete", dejando huecos, cuyo espesor (el grueso de la pieza cerámica) no está preparado más que para absorber las cargas de su propio peso y el derivado del material de cobertura y de su soporte. Este tipo de estructura de formación de pendiente a menudo se cubre con tablero de rasillón cerámico o de hormigón prefabricado machihembrado, lámina asfáltica, capa de protección de mortero, aislamiento a base de poliuretano proyectado y terminación de teja árabe. Otras terminaciones posibles son a base de vigas metálicas, de madera u hormigón prefabricado sobre los tabicones, rastrelado superior y tejas.

- Forjado Tradicional

Realizado a base de vigas y viguetas de hormigón armado como parte estructural entre las que se sitúan

bovedillas cerámicas o de hormigón, o de poliestireno expandido para aligerar y colaborar con el aislamiento térmico, en el segundo caso. Sobre este nivel se dispone un nivel de aislamiento térmico a base de placas de poliestireno extruido o expandido, a veces ranuradas para facilitar el apoyo de tejas, o bien a base de espuma de poliuretano proyectada. En este caso, se precisa de un mortero de regularización sobre el que se disponen las tejas, bien amorteras, o bien sobre rastreles, fijándose hiladas y líneas o todas ellas, de acuerdo a las recordaciones del fabricante. Una variante de este sistema es el que se refuerza con impermeabilización asfáltica, en ocasiones autoprotégida, sobre la que se disponen las tejas.

- Estructura Ligera de Perfiles Simples de Acero Galvanizado

Apoyando en muros de carga las viguetas, o realizada íntegramente a base de cerchas triangulares soldadas o atornilladas, permiten una ejecución rápida y económica de cubiertas de viviendas en hilera. Las viguetas o las cerchas suelen disponerse cada metro. Como terminación superior, y en coherencia con la construcción "en seco", se completa la cubierta con



Foto: Museo de Arte Kimbell, Texas. Louis Kahn

# Las claves del nuevo C.T.E., conocerlas para cumplirlas.

Del nuevo Código Técnico de Edificación, destaca la obligatoriedad de impermeabilizar cubiertas por debajo de determinadas pendientes (DB-HS).

La aprobación del nuevo CTE representa una evolución en la construcción fomentando la innovación y el desarrollo tecnológico y fijando las obligaciones, responsabilidades y garantías de los agentes que intervienen en el proceso de edificación.

Un ejemplo de esa evolución es la impermeabilización en cubiertas. La definición del grado de impermeabilidad ahora es:

**"Para las cubiertas el grado de impermeabilidad exigido es único e independiente de factores climáticos".**

Esto es, da igual el clima o la ubicación geográfica, una cubierta estará impermeabilizada cuando cumpla una serie de importantes características.

La gran diferencia con el anterior CTE es cuando habla de la formación de pendientes en cubierta inclinada. Mientras en el anterior se hacía una "recomendación", en el nuevo:

Tabla Pendientes de cubiertas inclinadas		Pendiente mínima en %
Protección Teja	Teja curva	26
	Teja rizada y plana monocanal	30
	Teja plana muellefesa o alicantina	40
	Teja plana con encaje	50
Pizarra		60

**"El sistema de formación de pendientes en cubiertas inclinadas, cuando éstas no tengan capa de impermeabilización, debe tener una pendiente hacia los elementos de evacuación de agua mayor que la obtenida en la tabla superior en función del tipo de protección".**

La pendiente mínima para colocar una cobertura de tejas sin capa de impermeabilización es la de dicha tabla.

El Código Técnico también hace referencia acerca de la colocación de diferentes tipos de materiales para impermeabilizar:

**"Cuando la pendiente de la cubierta sea mayor de 15% deben utilizarse sistemas fijados mecánicamente".**

Otro punto que se destaca en el nuevo CTE es la ventilación:

**"Cuando se disponga una cámara de aire, ésta debe situarse en el lado exterior del aislante térmico y ventilarse mediante un conjunto de aberturas de tal forma que el cociente entre su área efectiva total, Ss, en cm<sup>2</sup>, y la superficie de la cubierta, Ac, en m<sup>2</sup> cumpla la siguiente condición:**

$$30 > \frac{Ss}{Ac} > 3$$

Marca unos valores de ventilación que eviten la formación de condensaciones en la cara inferior de las tejas.

Otro concepto que subraya el nuevo CTE es el de la resistencia al punzonamiento. Las cubiertas deben disponer:

**"una capa separadora entre la de protección y la capa de impermeabilización cuando....." la impermeabilización tenga una resistencia pequeña al punzonamiento estático".**

Se trata de evitar que la impermeabilización se agujere al pisar algún elemento suelto que haya en la cubierta durante su colocación (clavos, trozos de teja, ladrillos, etc).

Como se puede comprobar el nuevo CTE trae muchas claves a tener en cuenta.

¿Cuál es el sistema de impermeabilización que cumple con todos los requisitos del nuevo CTE?, la respuesta está, más que nunca, muy cerca de usted.

Incluso en esta misma página...

**NUEVO Onduline BT BAJO TEJA**  
50 - 190 - 200 - 235

Impermeabilización  
33 años de garantía  
Ventilación  
Ligereza y Flexibilidad  
Cubierta en seco

**CTE**  
Código Técnico de la Edificación

**Onduline**  
Colaborando en tu proyecto

Visítenos en **CONSTRUMAT**  
del 14 al 19 de mayo.  
Recinto Montjuïc 1, Pab. 2,  
Nivel 0, stand A138

LÍNEA DIRECTA Dpto. TÉCNICO **ONDULINE**  
**946 361 865** INFÓRMESE

e-mail: comercial-onduline@onduline.es • www.onduline.es

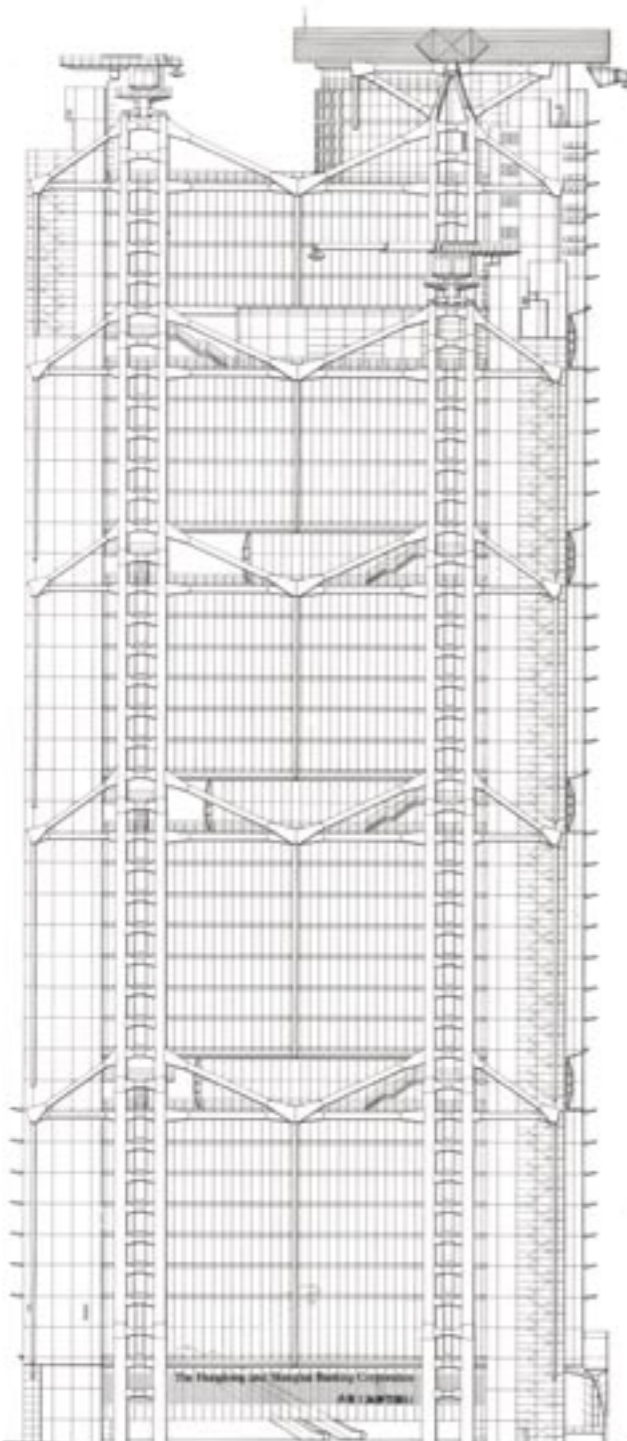


Foto: Banco de Hong Kong. Foster & Partners

paneles prefabricados metálicos o sándwiches "in situ" de perfil corrugado sobre cuyas nervaduras se apoyan transversalmente las "omegas" que soportan y fijan las tejas por procedimientos mecánicos.

**2º NIVEL (Apoyo de plano de formación de pendiente) \* a veces apoyo directo de tejas con proyectado inferior**

Este segundo nivel permite o evita la microventilación inferior del material de cobertura. Es opcional en el caso de tejas cerámicas o de hormigón y necesario en el caso de cubiertas de cinc o cobre (rastrel de madera). En el caso de pizarra, si bien casi siempre se fija sobre rastreles de madera, ofrece variedades locales en las que se clava sobre una capa de yeso.

**3º NIVEL (Plano de formación de pendiente)**

Para la conformación del plano de apoyo del material de cobertura, de forma continua, se emplean ramillones cerámicos o placas lisas o corrugadas de hormigón prefabricado (en ocasiones, con armado y provistas de aislamiento adicional inferior). También se usan frecuentemente placas onduladas de fibrocemento con celulosa o de tipo bituminoso. Este tipo de placas, en especial las de fibrocemento, permiten la incorporación superior o inferior de capa aislante de poliestireno expandido o extruido. Incorporando, asimismo, aislamiento, es frecuente el uso de paneles sándwich de acabado liso (metálico o de tablero hidrófugo) o corrugado (metálico). Estos últimos pueden constituirse en plano exterior de acabado de la cubierta, o formar parte de un sistema de doble cubierta, confiándose a ellos la estanquidad y dejando al acabado de teja, sobre rastrelado transversal, una función decorativa. Además de los sistemas industrializados, es frecuente el empleo de sistemas multicapa realizados "in situ", de acuerdo a las necesidades específicas de proyecto.

**4º NIVEL (Apoyo / Fijación de material de cobertura)**

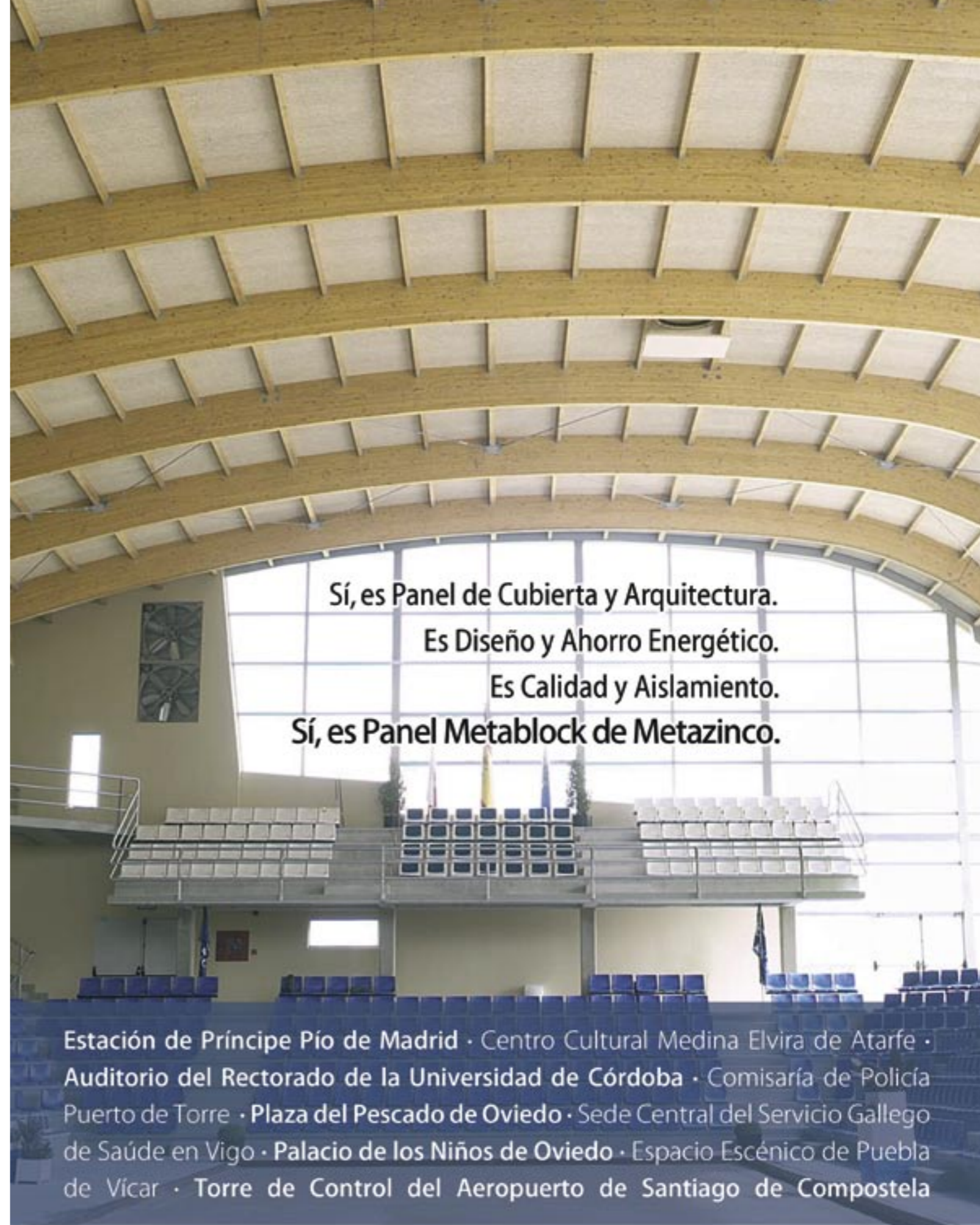
El material de cobertura puede disponerse apoyado sobre el soporte (continuo / rastrel o discontinuo), en el caso de pequeñas pendiente, pero siempre fijando hiladas y puntos y líneas singulares, o fijado a su plano. Un caso particular es el de los rastreles de mortero que actúan como apoyo de las tejas. Pero lo más habitual es emplear sistemas húmedos (mortero pobre, adhesivos o espumas -no siempre correctamente utilizadas-), o sistemas mecánicos tales como ganchos o clavos. Los sistemas mecánicos suelen hacer uso de rastreles metálicos (tejas) o de madera (pizarra).

**5º NIVEL (Material de cobertura)**

El material de cobertura constituye el acabado final visto de la cubierta. Frecuentemente se confía a él la estanquidad de su plano, si bien cada vez son más frecuentes los denominados "sistemas de doble cubierta", que dejan a la cobertura un papel de acabado decorativo, conviniendo aprovechar la doble piel para asegurar más la estanquidad. En este tipo de sistemas hay que prestar especial atención a resolver de forma doble la estanquidad de puntos singulares tales como ventanas de cubierta y chimeneas ya que plano de remate y plano de estanquidad no coinciden. La rotura de una pieza de la cobertura permitiría discurrir el agua por el plano de estanquidad de la cubierta y alcanzar los orificios no rematados.

Los acabados más frecuentes son las tejas cerámicas, las tejas de hormigón, piezas asfálticas o metálicas discontinuas, pizarras, y, como superficies continuas, membranas asfálticas autoprotegidas y chapas metálicas.

Un captador solar de espejo refleja la luz del sol en su interior, a través del atrio central, hasta el nivel del suelo que termina en una plaza pública. El edificio está basado en los principios estructurales del Feng Shui, consiguiendo una armonía entre los espacios y los elementos.



Sí, es Panel de Cubierta y Arquitectura.  
Es Diseño y Ahorro Energético.  
Es Calidad y Aislamiento.  
Sí, es Panel Metablock de Metazinco.

Estación de Príncipe Pío de Madrid · Centro Cultural Medina Elvira de Atarfe · Auditorio del Rectorado de la Universidad de Córdoba · Comisaría de Policía Puerto de Torre · Plaza del Pescado de Oviedo · Sede Central del Servicio Gallego de Saúde en Vigo · Palacio de los Niños de Oviedo · Espacio Escénico de Puebla de Vúcar · Torre de Control del Aeropuerto de Santiago de Compostela



Atención al cliente  
902 22 44 55  
www.metazinco.com



## Sistemas de doble cubierta

Se configuran en seco mediante capas de distintos materiales para construir una cubierta inclinada, ventilada y aislada, que admite cualquier acabado exterior, y que hace uso de piezas de remate específicas.

Estos sistemas se dividen en dos grandes grupos: Doble cubierta con bajocubierta habitable y no habitable, en función de la estructura portante. Éstos a su vez presentan diversas opciones según el aislamiento elegido y la mayor o menor superposición de capas. Existen múltiples acabados en función de la oferta de tejas del mercado

En el caso de dobles cubiertas, el tejado se estratifica en:  
Tejas + placa soporte + lana de vidrio + poliestireno extrusionado (XPS) o poliestireno expandido (EPS) opcionales + lana vidrio + estructura metálica ligera habitable o no habitable.

Las placas soporte suelen ser de un aglomerado de cemento con fibras de celulosa con sección ondulada o placas de acabado bituminoso. Este perfil ondulado posibilita la creación de una cámara ventilada, el albergar planchas de aislamiento, o bien, permitir la colocación de tejas sobre unas ondulaciones que reproducen la curvatura y el desarrollo de las tejas. Algunos sistemas emplean placas metálicas corrugadas sobre el aislamiento, o paneles sándwich con poliuretano proyectado, para definir la estanquidad de la cubierta y soportar, transversalmente, rastreles metálicos sobre los que se clavan las tejas que constituyen una piel decorativa perfectamente microventilada. Otros hacen uso de paneles sándwich de tableros, con poliestireno expandido o extruído, con distintos acabados interiores, pudiendo quedar o no vistos al interior. En este caso, la estructura puede ser de madera (o metálica revestida) y el rastrelado superior a base de listones de madera.

Los sistemas de doble cubierta se completan con bandas para cumbrera, soportes metálicos de caballete, bandas adhesivas impermeables, peines de alero, pletinas y omegas metálicas. Los pesos/m<sup>2</sup> del conjunto varían de 65 kg/m<sup>2</sup> a 92 kg/m<sup>2</sup>. En el caso de la estructura metálica ligera, se deben añadir: 15 kg/m<sup>2</sup> (estructura habitable) y 6 kg/m<sup>2</sup> (estructura no habitable). En cuanto al aislamiento térmico proporcionado (coeficiente K=kcal/h. m<sup>2</sup> °C) los valores fluctúan de 0,20 a 0,51, teniéndose en cuenta la aportación del acabado inferior en placa de yeso.

Ventajas:

**ALTA CALIDAD:** La garantía de los materiales de alta calidad se transmite al producto acabado y supone un ahorro de tiempo y ausencia de mantenimiento posterior a la obra.

**TOTAL ESTANQUIDAD:** Tejado diseñado para actuar como doble cubierta garantizando de este modo una completa estanquidad.

**VERSATILIDAD:** Gran variedad de opciones adaptadas a los requerimientos técnicos y estéticos que se deseen.

**AISLAMIENTO TÉRMICO Y ACÚSTICO:** Los diferentes modelos ofrecen un magnífico aislamiento térmico y acústico, superando ampliamente las normas NBE. Combinando adecuadamente la posición y los tipos de material aislante, se obtendrá el coeficiente de transmisión K deseado.

**BUEN COMPORTAMIENTO AL FUEGO:** Al estar todos los materiales empleados clasificados como M0 o M1, se garantiza el cumplimiento con la normativa vigente y se asegura el buen comportamiento al fuego.

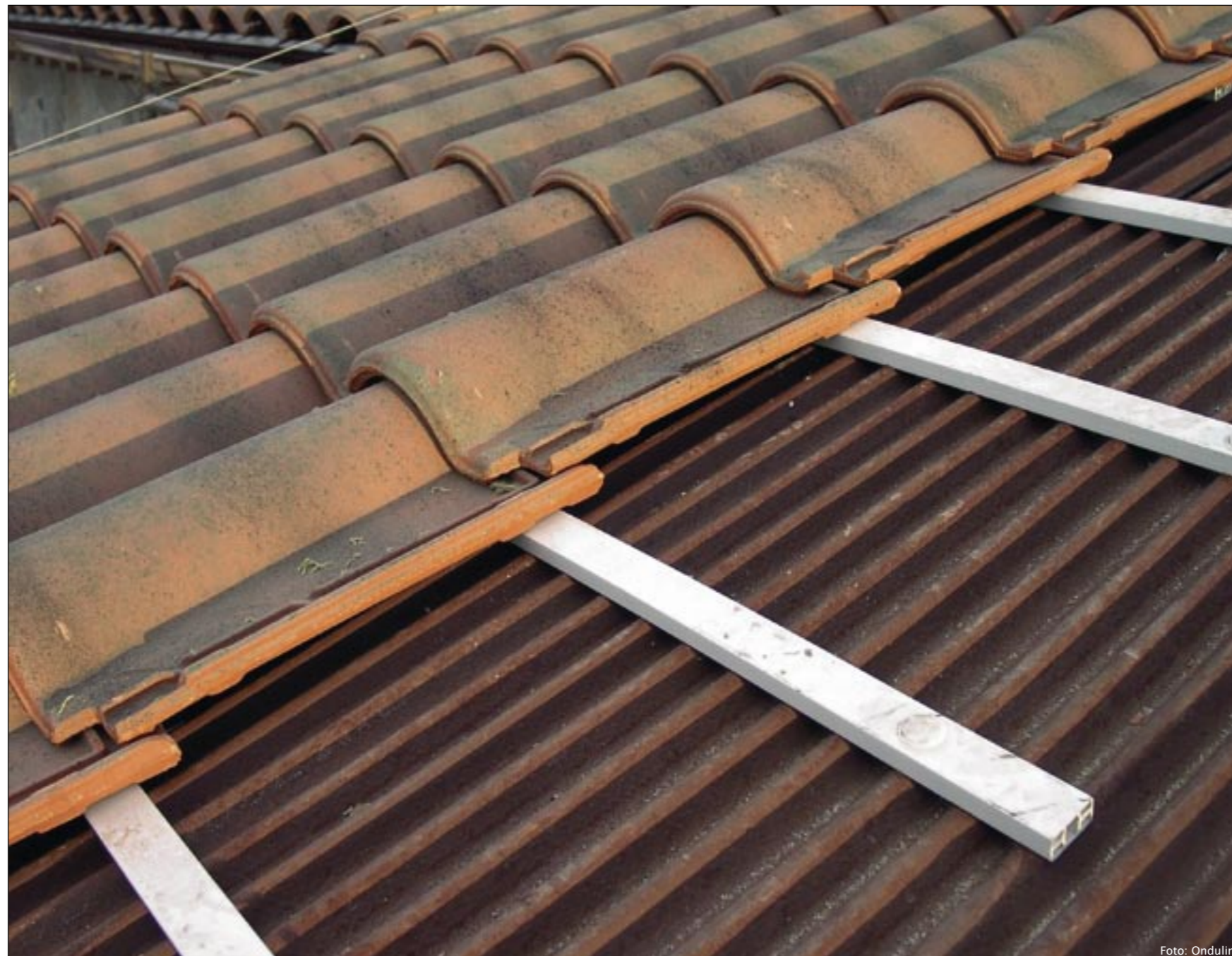


Foto: Onduline

**LIGEREZA:** La ligereza del conjunto requiere menores exigencias de estructura soporte con aprovechamiento del espacio bajo tejado (peso propio del tejado desde 65 a 100 kg/m<sup>2</sup>).

**RAPIDEZ DE EJECUCIÓN:** Opcionalmente puede emplearse como estructura portante una estructura ligera que ofrece mayor rapidez de ejecución y una competitiva relación calidad/precio.

**ACABADO INTERIOR:** Como material de acabado interior se recomiendan placas de yeso simples o trasdosadas para una mayor calidad de terminación y rapidez de ejecución.

**INSTALADORES ESPECIALIZADOS:** Los sistemas de doble cubierta se instalan por profesionales en la ejecución de tejados con formación acreditada.

**TEJADO ECOLÓGICO:** Por el bajo consumo energético en la fabricación del conjunto de elementos que lo integran y la menor producción de escombros en los procesos de instalación y demolición de cubiertas.

Todo este proceso de ensamblaje se realiza en obra. El buen acabado interior conseguido con esta solución puede hacer innecesaria la instalación de falsos techos. Las chapas se fijan al entramado de las correas mediante tornillos auto-roscantes y/o auto-taladrantes, con cabeza de nylon del color de la chapa. Los acabados habituales son:

- Galvanizado. Recubrimiento de Zinc sobre las dos caras de una bobina de acero. Adecuado para ambientes no especialmente corrosivos y sin exigencias estéticas.

- Prelacado. Partiendo de una bobina de acero galvanizado, en una primera fase se aplican por sus dos caras un recubrimiento a base de resinas epoxi. Posteriormente, sobre la cara expuesta se aplica un recubrimiento lacado a base de resinas de poliéster silicona. Adecuado para ambientes poco corrosivos y con exigencias estéticas.

Las ventajas que presenta este tipo de sistema son muchas. En primer lugar al tratarse de un sistema realizado "in situ" permite ofrecer precios más competitivos, trabajando con chapas y aislantes de calidad y espesores adecuados para garantizar la durabilidad de la obra.

Otra ventaja es el mantenimiento a largo plazo, ya que este sistema permite poder cambiar únicamente la chapa exterior, mientras que con otros materiales habría que sustituir todo el panel, incrementado por tanto los costes de la obra.

Respecto al tema del fuego, el sándwich formado por chapa-lana de vidrio-chapa constituye un buen aislante debido a que está formado por materiales incombustibles.

### Panel Sándwich "PREFABRICADO"

Es el conjunto formado por dos caras exteriores de chapa de acero prelacadas o galvanizadas de unos 0,5 mm., conformadas en frío y unidas entre sí por un núcleo central aislante, adherido durante el proceso de fabricación. Este tipo de panel es autoportante.

Los laterales de la cara superior se perfilan con unos nervios o entalladuras sobre los que se colocan unos cubrejuntas. Con el fin de romper el 'puente térmico', las chapas metálicas que conforman el panel quedan separadas por un perfil conformado o por una cinta lateral de barrera de vapor en panel aluminizado. Los paneles se fijan al entramado de las correas mediante tornillos auto-roscantes que quedan ocultos bajo el cubrejuntas.

### Cubiertas metálicas

La cubierta metálica doble o sándwich es aquella en la que, como el propio nombre indica, tiene dos chapas metálicas en la parte superior e inferior y en el interior el aislamiento, que puede ser un alma de poliuretano, poliestireno expandido o fibra de vidrio o lanas minerales. Este tipo de cubierta se puede montar tapando las correas con lo que la chapa inferior. En este caso, sólo en las metálicas, nos sirve de falso techo y con correas vistas. Frecuentemente se realizan en aluminio y acero, si bien, cada vez son más frecuentes cubiertas singulares realizadas con zinc y cobre.

### Panel Sándwich "IN SITU"

Consiste en la superposición de dos chapas de acero grecadas de unos 0,6 mm. de espesor, con acabados galvanizado o prelacado, entre las que se intercala un perfil (omega) separador galvanizado y una manta aislante de fibra de vidrio de unos 80 mm. de espesor.



Cuando la longitud de los faldones de la cubierta (más de 16 m.) obliga a afrontar la cobertura en más de un tramo, la estanqueidad de los solapes se resuelve con una junta de sellado especial. Los encuentros en cumbrera se resuelven con caballetes troquelados según el perfil de los paneles.

El espesor nominal varía generalmente entre los 30 y 80 mm. El núcleo central puede ser entre otros materiales, de espuma rígida de poliuretano expandido y de relleno de lana de roca.

Los acabados habituales son los siguientes:

- Galvanizado. Recubrimiento de Zinc sobre las dos caras de una bobina de acero. Adecuado para ambientes no especialmente corrosivos y sin exigencias estéticas.

- Prelacado. Partiendo de una bobina de acero galvanizado, en una primera fase se aplican por sus dos caras un

recubrimiento a base de resinas epoxi. Posteriormente, sobre la cara expuesta se aplica un recubrimiento lacado a base de resinas de poliéster silicón. Adecuado para ambientes poco corrosivos y con exigencias estéticas.

Con este tipo de paneles se puede conseguir un coeficiente de transmisión térmica de 0.52 W/m<sup>2</sup> K y un aislamiento acústico de 42 dB.

Con este sistema, otro campo de aplicación es el sándwich de bandeja en fachada o cubierta. Este sistema no necesita correas de sustentación puesto que la bandeja va apoyada de pilar a pilar o de pórtico a pórtico en caso de cubierta. Así se consigue un acabado interior plano y sin verse ningún tipo de soporte. Se coloca el aislante y finalmente la chapa exterior colocada vertical u horizontalmente. Para este tipo de sistema son recomendables las mantas de lana de vidrio que garantizan un excelente aislamiento térmico y acústico, buena clasificación al fuego, facilidad de

instalación y adaptación a los perfiles de chapa metálica. El montaje es muy rápido. Asimismo, la facilidad de desmontaje y aprovechamiento del material les hace idóneos para instalaciones susceptibles de ampliación.

#### Cubiertas de Zinc

El Zinc natural ofrece al inicio un aspecto metálico y ligeramente brillante. Toma su pátina gris clara semi-mate después de un período de entre 6 meses y dos años, según el medioambiente del entorno y su localización en el edificio. Los prepatinados presentan un aspecto satinado desde el momento de su instalación. Se presenta en varios acabados:

El zinc prepatinado de aspecto gris antracita. Se combina muy bien con la pizarra, a la cual se le asemeja.

El zinc prepatinado de color gris claro, que presenta desde el mismo momento de su fabricación un aspecto y una textura

muy próximos a la pátina del zinc natural después de algunos meses de exposición al medio ambiente.

Este material admite también la aplicación de pigmentos que dan un acabado rojizo, verdoso o azulado. El denominado zinc laminado añade un porcentaje mínimo de cobre, que aumenta su resistencia mecánica, y de titanio, que mejora la resistencia a fluencia, en particular bajo los efectos de esfuerzos térmicos alternados. Otros acabados requieren un proceso de bilacado por medio de una laca poliéster.

La libertad que permite el zinc en el diseño de cubiertas es posible gracias a que el material se adapta a todas las pendientes desde 5% y hasta un plano vertical, y a que adopta formas complejas, difíciles de realizar con otros materiales pudiéndose plegar en curvaturas mínimas gracias a su gran maleabilidad.

La durabilidad y la resistencia natural a la corrosión son otras cualidades

extraordinarias del zinc. Un producto en zinc laminado, correctamente instalado, puede tener una vida sin mantenimiento de entre 30 y 40 años en ámbito urbano o marítimo y de más de 100 años en ámbito rural.

La resistencia del zinc a la corrosión es debida a la formación espontánea de una capa auto-protectora llamada pátina. La formación de esta pátina de tono gris claro puede tardar entre 6 meses y 2 años según el clima, la exposición y la composición de la atmósfera. La presencia de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera natural renovada y en presencia de agua (H<sub>2</sub>O) provoca una reacción química en la superficie del metal que se traduce por la formación de una capa protectora.

#### - Tipos de cubiertas

##### Junta Alzada

El sistema en junta alzada se adapta a grandes superficies, de forma recta, curva, convexa, cóncava y cualquier tipo de geometría.

Este sistema ofrece una máxima estanqueidad, es idóneo para grandes planos y para las cubiertas situadas en zonas con clima riguroso, de nevadas continuas (montaña, clima continental), zonas muy expuestas al viento o a la lluvia.

El sistema consiste en solapar las bandejas perfiladas en toda su longitud con un doble pliegue de los relieves laterales, tras la interposición previa de las patas de fijación (fijas y correderas) clavadas o atornilladas en el soporte. Este sistema suprime los listones y los cubrejuntas.

##### Junta Listón

La junta de listón crea un fuerte relieve visible que da a la cubierta una imagen muy singular, produciendo atrevidos efectos de sombra.

Este sistema ofrece una gran flexibilidad de adaptación a las formas complejas y a las penetraciones (flexibilidad de montaje). Puede aplicarse fácilmente. Una plegadora de obra permite la aplicación de hojas de máximo 2 a 3 metros. Posibilita un desmontaje fácil si es necesaria alguna intervención.

Se clava o atornilla un listón de madera de forma trapezoidal o rectangular en el entarimado. Su altura es de 40 mm o 50 mm. Las bandejas son sostenidas con patas en zinc que mantienen los pliegues periféricos.

Los cubrejuntas, elementos de 1 metro de largo, juntados con recubrimiento, aseguran la estanqueidad del conjunto. Su fijación se realiza por soldadura o clavando una pata especial en cabeza, permitiendo el mantenimiento del cubrejuntas superior y controlando al mismo tiempo su libre dilatación.

Una membrana con burbujas en polietileno alta densidad interpuesta, entre el zinc y el material soporte, posibilita la utilización de este metal en rehabilitaciones y en los casos de incompatibilidad química con el material soporte. Se instala directamente sobre el soporte continuo.

Otra solución para soportes incompatibles es la instalación tradicional del zinc en bandejas con lana de roca de alta densidad que se instalan sobre la barrera de vapor dispuesta encima del soporte de acero, madera, hormigón o cualquier otro material.

Un sistema patentado para cubiertas y fachadas compuesto por elementos prefabricados dotados de una llave de sujeción exclusiva. Se presentan en placas en forma de rombos de 40 x 40 cm. y de un espesor de 0,65 mm. Estas placas están provistas en su cara inferior de una lámina de poliestireno resistente al fuego.

Para permitir la necesaria microventilación de estas cubiertas, se usan limas perfiladas y beatas.

*La libertad que permite el zinc en el diseño de cubiertas es posible gracias a que el material se adapta a todas las pendientes desde 5% y hasta un plano vertical, y a que adopta formas complejas, difíciles de realizar con otros materiales pudiéndose plegar en curvaturas mínimas gracias a su gran maleabilidad.*



#### Cubiertas de cobre

El cobre es un material noble que se viene empleando desde hace siglos en cubiertas para edificios. Ofrece, además de una gran duración, dureza y resistencia a la corrosión en cualquier atmósfera, el atractivo añadido de sus incomparables y variables características estéticas. El cobre es un material ecológico, totalmente reciclable y seguro que tiene, además, una relación calidad precio inmejorable.

Las láminas de cobre son ligeras, fáciles de manejar y unir, visualmente atractivas y extremadamente duraderas. Resisten los ataques del aire y de la humedad. Las aleaciones de cobre, como bronce y latones (el cobre aleado con estaño y zinc, respectivamente), también se utilizan en el diseño arquitectónico y ofrecen una gran variedad de colores y acabados, combinados con las características excepcionales del cobre.

El uso tradicional del metal para cubiertas y revestimientos en la construcción se acentúa con el renovado interés de la arquitectura moderna por el cobre y sus aleaciones debido a sus propiedades naturales y, quizá especialmente, por su excelente resistencia a la corrosión atmosférica. La pátina, siempre en evolución, es una característica integral del aspecto de los edificios. Al exponerse a la intemperie, el cobre original va cambiando progresivamente de color, desde los tonos marrones cálidos hasta el característico verde final.

En la actualidad puede lograrse cualquier diseño mediante los tratamientos con los que se consiguen superficies del color del óxido desde el mismo día de la instalación. Algunos de los más prestigiosos arquitectos del mundo utilizan el cobre por su genial combinación de propiedades técnicas y estéticas. El Museo Metropolitano de Ciencias de Ámsterdam, diseñado por Renzo Piano, está revestido de cobre prepatinado verde. En Estocolmo, la cubierta de cobre del museo diseñado por Marianne Dahlbäck y Göran Månsson, ganadores de un concurso de arquitectura entre otros 384 concursantes, alberga el Vasa, único barco del siglo diecisiete intacto del mundo.

En general, las cubiertas o revestimientos verticales, los embalietados tradicionales de junta alzada o con listón, han probado ser la forma más práctica de realizar una cubierta de cobre. Sin embargo, existe también la posibilidad de realizar tejuelas rómbicas y tejuelas planas, las que se fabrican en base a láminas de cobre. La superficie sobre la cual se coloca el cobre será preferentemente una base plana sin resaltes, de manera tal que las láminas de cobre queden uniformemente repartidas descansando en forma plana.

Las láminas de cobre son delgadas (0'4, 0'5 ó 0'6 mm. de espesor); por lo tanto, es necesario considerar una base sobre la cual montar y fijar estas láminas. Esta base es por lo general una superficie de terciado de 12 a 19 mm., resistente a la intemperie (fenólico). Sobre esta base se

colocan láminas o ganchos de fijación construidos con la misma lámina de cobre y clavada a la base de terciado también mediante clavos de cobre terrano de 1".

Actualmente, se encuentran disponibles un gran número de fórmulas químicas para obtener un prepatinado verde o café-mate; sin embargo, éstas no están recomendadas para grandes superficies de cubiertas. La coloración química en grandes áreas no logrará un tono perfectamente uniforme. Estas pátinas pueden ser utilizadas cuando se requiere de cobre nuevo para igualar un techo patinado previamente.

Existe un cobre oxidado oscuro que se suministra en cintas y laminados. La pátina oscura de óxido es equivalente a la oxidación natural que aparece después de cierto tiempo en el cobre natural al estar expuesto al ambiente exterior. Este acabado superficial, obtenido utilizando tratamientos térmicos y químicos, otorga resistencia, reduciendo la formación de rayaduras o defectos superficiales que se pueden producir durante la elaboración, transporte y colocación. Posibles variaciones menores en el color entre las bobinas producidas en periodos diferentes desaparecen rápidamente tras la exposición a la atmósfera. Las aplicaciones típicas son el campo de las fachadas y cubiertas metálicas.

También se usa un activador químico para la formación del óxido de cobre. La superficie clara y brillante, típica del cobre recién colocado, no dura mucho tiempo

Nuevo techo  
**gyptoneSIXTO**

## Cambia tu punto de vista

Sixto ha sido creado por arquitectos para arquitectos. Las nuevas placas para techos están diseñadas con un gran número de perforaciones hexagonales que dan una sensación visual de profundidad y un armonioso reflejo de la luz. Acústicamente ha sido sometido a examen, ofreciendo altos niveles de absorción. Desde sus orígenes, la gama Gyptone ha sido diseñada para servir de inspiración a las ideas creativas de los arquitectos. Con Sixto añadimos a la gama un nuevo producto que como todos los de BPB Iberplaco son garantía de calidad. Techos sin límites, con infinidad de posibilidades, ... cambia tu punto de vista...

Una propuesta única en techos: diseño y confort acústico

**BPB Iberplaco**  
Construye tu mundo



Si quieres conocer las posibilidades que el techo Gyptone Sixto te ofrece, solicita ya nuestro catálogo de producto.

Atención al cliente:  
902 253 550 - 902 296 226  
www.iberplaco.es

si está expuesta al ambiente. En general se considera que, por distintas razones, es una desventaja tener que esperar la formación de la pátina natural. Por lo tanto, se ha desarrollado un método para la formación y el tratamiento de la pátina de color aceitunado. Ésta está disponible en bobinas prepatinadas. Con el método de prepatinado se pueden obtener varios acabados: el verde 'tradicional' y las superficies 'living'.

La capa de superficie prepatinada se puede distribuir al exterior o al interior de la bobina según las necesidades. Las bobinas prepatinadas se pueden fácilmente cortar a las longitudes deseadas o en distintas extensiones de anchos. Las bobinas se pueden reducir en piezas adecuadas a la fabricación de accesorios. Es importante resaltar la incompatibilidad existente entre este metal y otros habitualmente utilizados en construcción tales como el aluminio. Cualquier remate accesorio, tornillo, gancho, etc., y en especial, elementos tales como ventanas de cubierta, deben hacer uso del cobre en todos y cada uno de sus elementos metálicos. El mero contacto con agua que lleve iones de aluminio, puede producir en el cobre un devastador efecto de corrosión.

#### La cubierta horadada

La cubierta como frontera entre el interior y el exterior encuentra en la carpintería y en el vidrio, la piel material cuya transparencia le permite la doble función de transmitir luz y visión siendo, al mismo tiempo, un material rígido de cerramiento.

El aislamiento acústico que el vidrio proporciona, en su estado monolítico tradicional, es discreto, pues al ser función directa de su espesor está limitado de forma natural, por los espesores comerciales de fabricación. La aparición del doble acristalamiento aislante aumentó la protección térmica y la reducción acústica y solar de los acristalamientos. Este doble acristalamiento, tanto en invierno como en verano, cumple una "función térmica", ya que dificulta los intercambios de temperatura entre los dos ambientes que delimita, aislando tanto del frío como del calor. Esta reducción de los flujos de calor que proporciona respecto de un acristalamiento simple es debida, además de al espesor de dos o más vidrios, a la resistencia térmica del aire seco o del gas, encerrado en su cámara.

La apertura de grandes huecos en la cubierta, exige la seguridad de tener resuelto un sistema de estanquidad en la superficie más expuesta de la edificación. Lo habitual es confiar la estanquidad de la carpintería de cubierta a sistemas de tipo mecánico, que hacen uso del solape de piezas y que no precisan de sellados químicos. Así, para mejorar la estanquidad en la parte lateral, además de canalones de drenaje, en el caso de cercos para material ondulado, se añaden unas bandas en la parte superior y en los laterales, de goma espuma a base de poliuretano flexible, de estructura celular muy fina, que obtura la entrada de agua permitiendo, sin embargo, la necesaria microventilación de la cara inferior del material de cobertura.

La necesidad de conseguir acristalamientos más seguros frente a los impactos ha llevado a los fabricantes de carpintería de cubierta a incorporar vidrios laminados a su doble acristalamiento aislante. El material de unión entre ellos, además de garantizar la estabilidad frente a la fractura, añade como ventaja el alterar positivamente el comportamiento acústico del conjunto, al producir un efecto de amortiguación entre las láminas de vidrio.

El ruido aéreo y el procedente de impactos, puede ocasionar importantes molestias si la protección acústica ante ambos no es la adecuada. Por ello, y en cumplimiento de la más estricta normativa al efecto, se fabrican ventanas y lucernarios con diferentes tipos de acristalamientos que permiten adaptarse a las condiciones requeridas de aislamiento acústico.

Pero por muy buenas prestaciones que un vidrio proporcione, éstas no tendrán el efecto previsto si no forman parte de carpinterías adecuadas que hayan desarrollado unos impecables sistemas de instalación ya que en aislamiento térmico, un puente rebaja proporcionalmente el rendimiento del conjunto, y frente al ruido, un fallo en la colocación que ocasione un cortocircuito acústico, ocasiona la pérdida de, prácticamente, toda la reducción prevista.

Otro factor de gran importancia es la protección ante rayos ultravioletas que puedan producir deterioros en las superficies, por ello, se debe exigir a los vidrios de estas carpinterías un coeficiente de transmisión de estas radiaciones lo más bajo posible, adaptándose a distintas orientaciones y latitudes.

#### La integración de elementos e instalaciones en la cubierta inclinada

Una vez conseguida una correcta implantación, elegidos los materiales idóneos, aceptados los postulados del diseño bioclimático y controlado el uso energético por el empleo de la llamada "inteligencia artificial" más o menos apoyada en la domótica, queda por añadir el uso de las energías renovables para lograr la máxima reducción del gasto energético.

En nuestras latitudes, y más aún en el caso de viviendas, parece obvio que es la energía solar la más adecuada para dar cobertura a las necesidades energéticas, y en especial, a la destinada a la producción de agua caliente sanitaria, por su carácter de energía limpia, renovable, abundante y de reducido coste rápidamente amortizable.

La creciente utilización de esta energía ha dado como resultado instalaciones añadidas a realizaciones existentes o nuevos proyectos. Si bien es encomiable este esfuerzo, resulta un error de concepto considerar una instalación como un elemento "adosado" a un edificio para

dar respuesta a unos requerimientos energéticos, cuando el ahorro energético debe considerarse en el diseño global.

Así, el Código Técnico de la Edificación plantea distintos grados de libertad en cuanto al diseño de la cubierta, y por tanto, del edificio, al permitir menores o mayores desviaciones de las condiciones óptimas de orientación de los captadores solares (y por tanto una disminución del rendimiento de la instalación solar), según si su disposición en la cubierta es exenta o añadida mediante soportes a la misma -mínimo grado de libertad- paralela a su plano o integrada en el plano de cubierta como un elemento constructivo más -máximo grado de libertad en orientación e inclinación- aunque se reduzca la rentabilidad.

Puede considerarse, por tanto, que el espíritu del Código Técnico de la Edificación, y de las ordenanzas locales que le precedieron o le completan en materia de energía solar, pretende conciliar el máximo ahorro energético con el diseño de edificios que integren las instalaciones solares sin producir alteraciones del perfil de nuestros pueblos y ciudades.

Foto: Cubierta del Aeropuerto de Manises

