



# la envolvente metálica

de Jean Prouvé  
a la fachada perfecta

La creciente utilización de productos industrializados para la construcción de fachadas obliga a analizar las razones de su creciente uso, sus prestaciones de acuerdo a las más exigentes normativas y su composición estratificada.

De acuerdo al material empleado, su posición respecto al edificio, sus características técnicas, el sistema de fijación y el procedimiento de montaje, se clasifican las distintas soluciones que el mercado aporta y su concreción en fachada trasventilada y muro cortina, haciendo hincapié en los principales condicionantes de diseño de acuerdo a los requerimientos previstos.

La envolvente en un sentido amplio es una tensión de amplitud variable que posibilita el control o delimitación de los espacios, y constituye una de las herramientas generadoras de la forma.

La incesante evolución técnica y estética de la piel del edificio ha sido promovida, por un lado, por la búsqueda de singularidad expresiva, y por otro, por la necesidad de dar respuesta a requerimientos de índole funcional.

Durante los últimos años, ha sido rescatada la obra del herrero artístico, constructor e industrial francés Jean Prouvé. Éste visionario es hoy conceptuado como el pionero de las fachadas desmontables y de la arquitectura tecnológica.

En el entorno de la École de Nancy, un baluarte del Art Nouveau instala su propio taller, se transforma en especialista en el campo del trabajo con chapa de metal, colaborando con los arquitectos más innovadores de la época.

Después de haber conseguido entrar en el círculo más estrecho de la avantgarde de la arquitectura gracias a un encargo de Robert Mallet Stevens, construye, entre 1935 y 1939, con Eugène Beaudouin y Marcel Lods cerca de París sus primeras obras maestras funcionales y técnicas: el Club de Aviación Roland Garros en Buc y la Maison du Peuple en Clichy.

Los objetos creados individualmente con chapas ya reflejan el carácter de sus futuros trabajos: objetos técnicos para la producción mecánica que han sido pensados y fabricados con exactitud, sin ocultar nada y destacando por su propia construcción como elemento determinante de creación.

Con sus conocimientos técnicos de producción desarrolló construcciones ligeras desmontables -desde pequeñas barracas hasta grandes naves, sistemas

de fachadas multifuncionales o fachadas cortina, así como muebles extremadamente sólidos, regulables o desmontables.

Así, desde sus orígenes, el estudio de la fachada metálica como elemento fundamental del diseño arquitectónico trasciende la mera investigación del fabricante para aunar esfuerzos y plantear colaboraciones con arquitectos. Hoy en día, el resultado del trabajo conjunto son prototipos y propuestas de nuevas técnicas constructivas que permiten adecuar las edificaciones contemporáneas a las exigencias de vida actuales y a los principios de flexibilidad, eficiencia energética y sostenibilidad.

La fachada ligera ha superado el ámbito de la edificación singular para constituirse en cerramiento de edificios residenciales, permitiendo reducir espesores y admitiendo modificaciones en el tiempo en lo que se ha dado a llamar "Fachada Perfectible" (de Ignacio Paricio y Carlos Ferrater, desarrollada por Technal), presentada en Casa Barcelona 2005.

Este sistema permite realizar una fachada formada por capas superpuestas que se pueden añadir en cualquier momento, sin necesidad de demoler las estructuras preexistentes. El componente base del sistema es un premarco de aluminio autoportante que permite dividir el espacio entre forjados en particiones verticales y horizontales, y alojar así cualquier tipo de cerramiento transparente u opaco: ventanas, placas de cartón yeso prefabricado, paneles de madera, aluminio, piedra natural, elementos de aislamiento térmico y acústico, así como sistemas de protección solar.

También dentro del proyecto Casa Barcelona, donde Intemper desarrolla un estudio del arquitecto Felipe Pich Aguilera, Technal ha colaborado aportando las soluciones de carpintería de aluminio reinterpretando y extendiendo a la fachada el sistema de cubierta vegetal. La parte vegetal de la solución toma como punto de partida la investigación llevada a cabo por Jon Laurenz del programa de I+D de la Fundación Rafael Escolá.

La idea principal consiste en incorporar elementos vegetales en el propio cerramiento de manera que actúe como aislante térmico.

Este sistema conjunto tiene un comportamiento idóneo para el clima mediterráneo, donde la refrigeración y la gestión del agua son a menudo aspectos fundamentales en el acondicionamiento de los edificios.

La capa interior es la que confiere el aspecto funcional mediante una malla de aluminio donde se alojan unas losetas de sustrato vegetal y semilla. La humedad y el clima controlado de la cámara estimularán el crecimiento de las plantas y su floración.

La capa intermedia aporta un componente de inercia térmica al conjunto y también control solar. Está constituida por unos parámetros deslizantes, con estructura de aluminio y nylon, que son capaces de almacenar agua en su base induciendo el crecimiento de plantas trepadoras.

La capa externa es la que controla y modula las condiciones térmicas del invernadero, así como el flujo del aire y su humedad. La conforma un entramado simple de lamas basculantes de policarbonato en masa, sobre un bastidor de aluminio.

# ACH. Edificios seguros para siempre



OBRA: CENTRO COMERCIAL IKEA (Baracaldo, Vizcaya)



ACH Paneles, empresa dinámica y constantemente al día, pone en manos de los profesionales la única aplicación práctica que existe hoy en España de la euronorma sobre Resistencia al Fuego UNE-EN 13501-2. Una norma que será de obligado cumplimiento en un máximo de dos años y que constituye el paso previo para obtener el marcado CE. Con las soluciones de ACH sólo necesitará pensar una vez en el futuro y la seguridad de su actividad. Con cerramientos que cumplen los requisitos más exigentes: con el aval definitivo.

**ACH Paneles fue el primer fabricante nacional en obtener la clasificación E1-120 (1) según norma europea de Resistencia al Fuego.**

(1) Según UNE EN 13501-2:2004 y UNE EN 1364-1:2000.



Polígono Industrial Aida, Autovía Aragón, Km 43.  
19200 Azuqueca de Henares, Guadalajara  
Tf. 949 268 406 Fax. 949 268 415  
[www.achpaneles.com](http://www.achpaneles.com)  
La WEB más útil del sector de la construcción.

## Razones fundamentales para la creciente utilización de las fachadas metálicas

### • *Liviandad*

Que permite no sobrecargar a la estructura portante del edificio, colaborando así a reducir el peso propio del mismo.

### • *Concepto de envolvente global*

La posibilidad de curvado de piezas metálicas y la incorporación de elementos de cubierta y paños vidriados, permite lograr imágenes singulares. La fachada metálica industrializada permite innovar, en cuanto al diseño, por hacer innecesaria la clásica segregación de conceptos de fachada y cubierta.

### • *Rapidez y simplicidad en el montaje gracias a la modularidad y la manejabilidad de los componentes*

Modulación, prefabricación e industrialización son parámetros que van íntimamente ligados en estos sistemas. Las tolerancias de los componentes deben ser consideradas

para no incurrir en errores que encarecen la obra con paños de ajuste y soluciones especiales que además, en algunos casos, le restan valor estético al edificio.

**Otras ventajas** que influyen en la creciente utilización de la fachada metálica son: La ejecución en seco, que constituye una solución duradera, de fácil reemplazabilidad y de reducido mantenimiento, que produce un escaso impacto ambiental, que está compuesta por materiales reciclables de fácil desmontaje, que no producen escoria ni productos tóxicos ni en su fabricación ni en su instalación, que ofrece una elevada resistencia a agentes atmosféricos y químicos, que garantiza la impermeabilización de muros perimetrales y estructura y que dota a las edificaciones de una mayor protección térmica y acústica.

Como elemento constructivo de la piel del edificio, la fachada metálica debe garantizar una capacidad suficiente para actuar como barrera de protección de los espacios habitados.

## Fachada metálica industrializada

La fachada, como alzado, antes que la planta o la sección, ofrece la primera imagen del edificio, es su principal tarjeta de presentación, y quizá por ello es el componente que más ha interesado e interesa a arquitectos, fabricantes y usuarios, y es uno de los elementos de la edificación con el que estética, en términos cualitativos y técnicos, más se ha innovado.

Como elemento constructivo en contacto directo con el exterior, la fachada debe garantizar capacidad suficiente para actuar como barrera de protección de los

espacios habitados, de ahí que, dejando aparte consideraciones estéticas, se exija a esta piel un óptimo comportamiento de acuerdo a las cada vez más exigentes normativas.

La fachada en la historia ha evolucionado desde el concepto de muro con capacidad portante, más o menos horadado o cerramiento en el sentido menos transparente, al de envolvente con mayor o menor dependencia de la estructura (fachadas ligeras). El desarrollo de la envolvente con independencia de la estructura ha sido posible gracias a las cada vez más innovadoras propuestas de fachadas (ligeras y pesadas) más o menos industrializadas.

En la actualidad, el nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE), que fue aprobado el pasado 17 de marzo de 2006, en su Documento Básico HE Ahorro de energía exige una limitación de la demanda energética de los edificios, marca unas exigencias básicas de ahorro de energía, establece unas normas y fija unos procedimientos para cumplirlas. El nuevo CTE afecta a los edificios de nueva construcción y a modificaciones, reformas o rehabilitaciones de edificios existentes con una superficie útil superior a 1.000 m<sup>2</sup> donde se renueve más del 25% del total de sus cerramientos. Así, en los proyectos se comprobará la demanda energética de los edificios mediante la limitación de los parámetros de los cerramientos que

## Soluciones más utilizadas en la fabricación de fachadas metálicas

Los materiales más utilizados son: aluminio, cobre, zinc, latón, acero inoxidable y acero corten.

### Las soluciones industrializadas más utilizadas son:

**Chapas metálicas perfiladas** / Utilizadas principalmente para cubiertas y fachadas metálicas de edificios industriales, aunque los nuevos diseños y aplicaciones de pinturas permiten su utilización desde el cerramiento de obras, falsos techos, a recubrimientos de cualquier tipo de edificación. Los materiales más frecuentes son el acero galvanizado y prelacado, el aluminio, el cobre y el cinc.

**Chapas metálicas perfiladas precurvadas** / Chapas metálicas a la que después de su perfilación se les somete a un curvado. Empleadas en cubiertas y fachadas metálicas.

**Chapas metálicas perfiladas microperforadas** / Cualquier tipo de placa a la que antes de su perfilación se le ha sometido a un microperforado. Muy usadas para la formación de cubiertas y fachadas fonoabsorbentes, y para la creación de celosías en fachadas.

**Bandejas metálicas** / Creadas para la formación de fachadas y cubiertas sándwiches. Conformadas "in situ", permiten un ahorro

de correas y son muy utilizadas para la formación de falsos techos metálicos.

**Paneles sándwiches** / Paneles multicapa conformados mediante dos planchas de acero, aluminio, cobre o acero cortén, perfiladas o lisas, con un núcleo central aislante de espuma de poliuretano inyectado, lana de roca o poliestireno expandido.

Muy utilizados para el aislamiento térmico de cubiertas y fachadas metálicas de edificios industriales, deportivos o de servicios.

> **Paneles arquitectónicos**: Gama alta de los paneles sándwiches, con espesores superiores a 50 mm., utilizando planchas de un espesor mínimo de 0.8 mm, e inyecciones de espumas de poliuretano de alta densidad. Su extraordinario coeficiente de transmisión térmica y su diseño, los convierten en un producto altamente rentable, empleados en fachadas metálicas de edificios singulares, de alto nivel, destinados a ser un referente estético.

En el caso de acero cortén, el panel sándwich tiene un espesor de pared a partir 30 mm. y un acabado interior lacado en distintos colores.

> **Paneles sándwiches fonoabsorbentes**: conformados mediante un núcleo aislante y dos planchas, en el que una de las planchas se encuentra microperforada. Se emplean preferentemente en la industria pesada y en pabellones deportivos.

**Cassettes arquitectónicos** / Sistema metálico empleado para revestimientos. A partir de chapas de acero galvanizado y prelacado que son sometidas a una serie de plegados que facilitan el solape entre ellas. Sistema utilizado para fachadas singulares.

**Paneles composites** / Panel multicapas compuesto por dos chapas de aluminio, o aleación de éste, de 0,5 mm. de espesor en ambas caras, lacadas y pegadas a un alma aislante de polietileno o a un núcleo de resina termoplástica.

Se trata de paneles caracterizados por su gran planidad, que permiten el poder cubrir paños de grandes dimensiones (hasta 8.000 mm. de longitud por 1.500 mm. de anchura), así como por su capacidad de adaptación a las formas y despieces más diversos, gracias a la posibilidad del fresado por su cara posterior. Su estructura combina ligereza y alta resistencia a la rotura, lo que permite un fácil y rápido manipulado.

Su espesor total varía desde los 3 a 6 mm. La unión se consigue por la acción doble, química y mecánica, dando así al producto una extraordinaria resistencia a la deslaminación.

Conformados en bandejas, su aplicación más frecuente es la de revestir edificios mediante fachadas ventiladas.

El panel composite bicapa se fabrica a partir de dos láminas de aluminio, con núcleo interno de polietileno de alta densidad, estando la cara exterior lacada con pintura de alta resistencia, y con imprimación en la cara interior.

Existe la posibilidad de lacado a ambas caras. La versión tricapa se distingue por la aplicación de una tercera capa protectora del color, que previene de posibles agresiones.

Estos paneles pueden ser mecanizados mediante corte, guillotinado, silueteado, taladrado, atornillado, remachado, curvado, soldado, plegado, doblado y fresado.

Su aplicación más habitual viene siendo el cerramiento de fachadas, marquesinas, cornisas, etc.

Otras aplicaciones de los elementos metálicos en fachadas se obtienen mediante el uso de lamas parasoles en acero o aluminio, fijas o móviles, muy útiles para protección solar en fachadas, y el empleo de rejillas de acero o aluminio. Éstas son utilizadas tanto para la ventilación industrial como para el revestimiento u ocultación de máquinas (generadores, aires acondicionados...) tanto en fachadas como en cubiertas metálicas.



componen la envolvente y se hará por comparación con los valores límite. Uno de los parámetros que definen a la envolvente térmica es la llamada transmitancia térmica de los huecos (marco + vidrio) UH que se expresa en  $W/m^2K$ , y que cuantifica la cantidad de energía calorífica que fluye por unidad de superficie y por la diferencia de temperatura entre los dos ambientes que separa.

Por otra parte, con el fin de evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, se le exige al vidrio y al marco, por separado, unas transmitancias térmicas límite. Los valores dependen de la zona climática.

Del mismo modo, el Documento Básico de Seguridad de Utilización (DB SU) tiene como objetivo reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños durante el uso previsto de los edificios, como consecuencia de sus características de diseño, construcción y mantenimiento. Los riesgos contemplados son: caídas, impacto, atrapamiento, aprisionamiento, derivados de iluminación inadecuada, de altas ocupaciones, ahogamiento, por vehículos en movimiento o por acción del rayo.

El CTE, en su Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (DB SI) contempla una gran cantidad de medidas de prevención y protección en caso de incendio. Así se limitará el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el edificio considerado como a otros edificios. La propagación exterior se controlará aplicando ciertas medidas en la construcción de medianeras, fachadas y cubiertas, ya que son los elementos en contacto con el exterior.

Así, los edificios se proyectarán y construirán de modo que cumplan con las exigencias básicas establecidas y dispondrán de una envolvente que limite la demanda energética en función del clima de la localidad, reduciendo el riesgo de utilización a los usuarios, y ofreciendo un comportamiento seguro ante la posibilidad de incendios.

Como elemento constructivo de la piel del edificio, la fachada metálica debe garantizar una capacidad suficiente para actuar como barrera de protección de los espacios habitados.

Las prestaciones que debe aportar la fachada metálica se pueden localizar en diferentes zonas del cerramiento y requieren, por tanto, una estratificación de sus componentes.

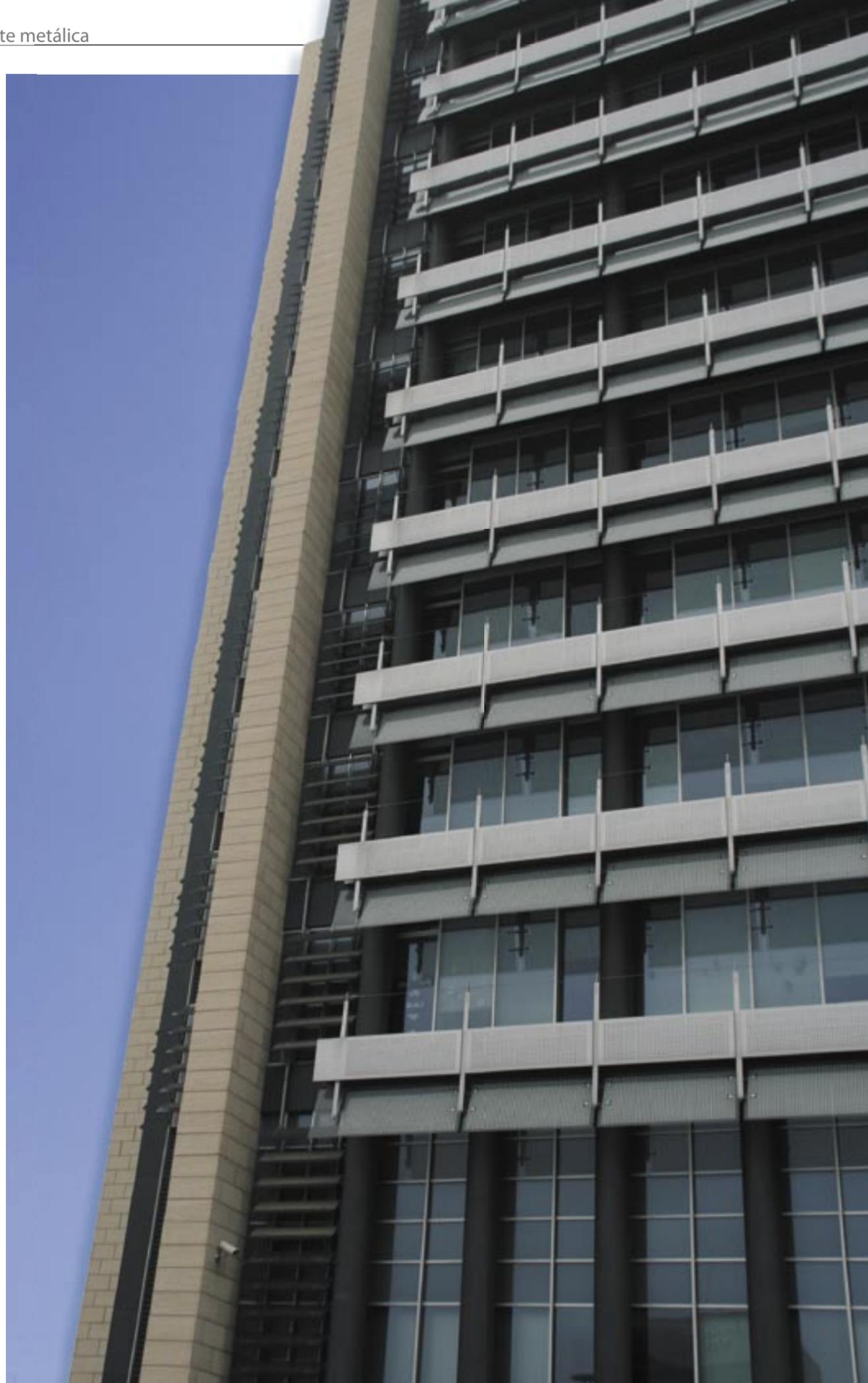
Corresponde al revestimiento exterior de la misma el ser reflectante y resistente al soleamiento y a la luz natural, estanco al agua y al viento, y el ser absorbente al ruido exterior.

La estructura interna del cerramiento, con posibilidad de diferentes estratos, podrá estar conformada por distintas capas con distintas funciones: Una capa aislante térmica, de baja densidad, una capa acumuladora térmica, de alta densidad y conductividad, una capa aislante acústica, estanca y de alta densidad, una cámara de aire, estanca o ventilada, y una capa que actúa como barrera de vapor, en la cara caliente.

El revestimiento interior permitirá a la fachada metálica el proporcionar: reflectancia a la luz natural y artificial, sensación térmica adecuada al tacto, tolerancia al agua, el ser higiénica y abiótica, y la adecuada absorción del sonido interior (reducción del ruido y tiempo de reverberación).

Y además, la fachada en su conjunto ha de ser estanca a la presión del viento (infiltración de aire), permeable al vapor de agua en la cara fría, y actuar como posible barrera de vapor en la cara caliente (evitar condensaciones intersticiales).

Algunas fachadas metálicas industrializadas proporcionan estas prestaciones haciendo uso de cerramientos unicapa a base de chapas



## Clasificación de las fachadas en función de su posición respecto al edificio

### FACHADAS VENTILADAS

Una fachada ventilada (o más exactamente trasventilada) es un sistema de cerramiento constituido por un elemento de aplacado o revestimiento exterior soportado por elementos portantes interiores, a través de una subestructura, mediante fijaciones y anclajes, quedando entre el aplacado y la estructura portante un espacio por el que puede discurrir una corriente de aire entre la parte inferior y la superior.

Esta ventilación permite mantener condiciones de baja humedad en el hueco, de forma que se preserven las condiciones idóneas del aislamiento térmico incorporado.

Respecto al control de la transferencia de energía en el cerramiento, la aportación básica es la de proveer al edificio de un primer "escudo" frente a la inclemencia exterior y de un substrato de aislamiento térmico. Con la fachada ventilada es posible realizar un aislamiento continuo por el exterior, evitando los puentes térmicos.

### MURO CORTINA

El muro cortina, comúnmente identificado con el concepto de fachada ligera, está compuesto por elementos de bajo peso y delgado espesor, lo que le confiere su capacidad autoportante, fijada a la estructura resistente sin ser parte constitutiva de la misma. El peso aproximado del muro cortina o fachada ligera está entre  $50$  y  $75$   $kg/m^2$ , y su espesor es de aproximadamente  $10$  cm.

El muro cortina está constituido por una combinación de elementos resistentes metálicos, una amplia variedad de elementos practicables o acristalamientos transparentes y zonas de relleno, generalmente opacas, realizadas con elementos que pueden ser de distintos materiales tales como placas o paneles fabricados con metales, maderas, vidrios, plásticos, etc. Además, como parte importante del sistema destacan variados sistemas de fijación.

Para elementos estructurales portantes y anclajes, se usan, habitualmente, perfiles laminados de acero. Para las partes opacas, aluminio lacado o anodizado y acero inoxidable; y distintos tipos de vidrio para un extenso tipo de ventanas: fijas, de movimiento simple, abatibles de eje vertical u horizontal y practicables al interior o al exterior, pivotantes de eje central o lateral, basculantes de eje superior, central o inferior, de lamas orientables (verticales u horizontales), deslizantes por traslación vertical (guillotina) u horizontal (corredera), ventanas de movimiento compuesto, plegables, etc.

Una de las clasificaciones más completas de fachada ligera es la realizada por la Unión Européenne pour l'Agrément Technique dans la Construction. Es la siguiente:

> De acuerdo a la mayor o menor continuidad de los paños y su encaje en la estructura del edificio: fachada cortina continua o semicontinua en todas sus dimensiones, encajada verticalmente, encajada entre forjados o encajada en los cuatro lados.

> De acuerdo a sus elementos: De antepecho o entrepaño cortina, semicortina o encajado.

> De acuerdo a su expresión plástica: Con estructura vista u oculta en las que puede haber líneas horizontales o verticales predominantes, disposición en enrejado, ninguna línea dominante, ningún elemento lineal, o fachada ciega.

metálicas –membrana o lámina–, como la protección de la luz y el sol, del viento o de la lluvia (estanquidad). Sin embargo, otras funciones del cerramiento requieren de elementos constructivos de determinado espesor (aislamiento térmico) o de cierta masa (aislamiento acústico o inercia térmica).

La menor o mayor estratificación de la envolvente se obtiene por el uso de materiales de soluciones multicapa de núcleo inerte o placas, y de soluciones multicapa de núcleo aislante, más conocidos como paneles, con capa aislante en la cara exterior continua que evita puentes térmicos, o bien mediante un revestimiento ligero exterior de protección mecánica y climática, preferiblemente trasventilada. Esta última solución puede ser pesada o ligera.

Existen varios criterios para la clasificación de las fachadas metálicas industrializadas.

» Por su mayor o menor independencia de la estructura portante, se clasifican en fachadas pesadas, cuando su estabilidad está determinada por el peso propio del conjunto, fachadas semipesadas, compuestas por placas delgadas de materiales pesados en las que la estabilidad depende, de un lado, del peso del conjunto, y de otro, de la acción del viento, y, finalmente, las llamadas fachadas ligeras, formadas por placas o paneles de resinas termoendurecibles, paneles sándwich metal/plástico/metal, etc., en las que la estabilidad dependerá, en su mayor parte, del correcto cálculo de la acción del viento.

» En función de la conformación del material metálico empleado, de acuerdo a sus características propias, la fachada metálica se configura utilizando chapas, paneles y cassettes arquitectónicos.

» En función de su posición respecto al edificio, la fachada metálica industrializada, formada por elementos de poco espesor que precisan de una estructura auxiliar que los sustente, puede resolverse mediante elementos que quedan encajados entre forjados de cada dos pisos y entre cada dos pilares (paneles), o elementos suspendidos inmediatamente delante del plano en el que están alineados los forjados y los pilares.

En cuanto a los requerimientos de índole constructiva y funcional, fachadas ventiladas y muros cortina deben diseñarse y construirse para la más estricta observancia de los requerimientos técnicos y estéticos que se precisan y que se obtienen por el conocimiento del comportamiento higrotérmico y estructural de sus componentes.

En cuanto al procedimiento constructivo, la fachada industrializada ha sufrido un importante desarrollo tanto en distintos tipos de revestimientos, como de sistemas de anclaje. Aplacados de resinas termoendurecidas, bandejas metálicas, placas cerámicas y placas de piedra natural compiten en las propuestas arquitectónicas.

Ello ha llevado a la puesta en el mercado, y en las prescripciones técnicas, de sistemas de sostén de estos componentes que permitan la colocación o montaje de los mismos.

### Fachada ventilada

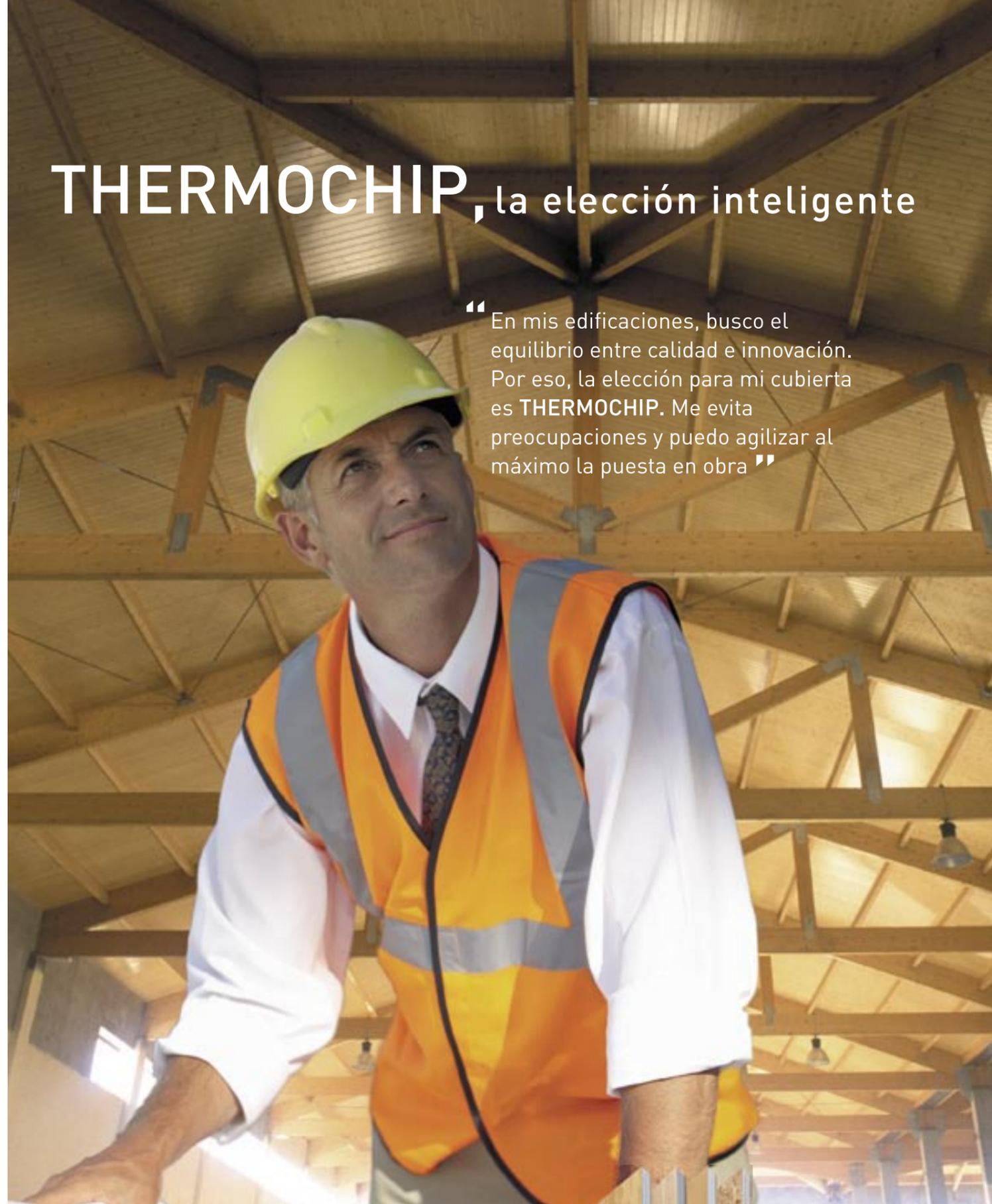
Como es sabido, esta fachada caracterizada por contar con un revestimiento flotante y dado que el revestimiento no se une mediante la técnica tradicional amortizada, solo cabe unirlo al soporte mediante anclajes que, salvando la cámara, e incluso el aislamiento térmico, en su caso, garantice la estabilidad del chapado, aplacado o panelado ante las acciones gravitatorias, de viento, sísmicas y de los posibles impactos. Los puntos de mayor relevancia para el buen comportamiento en servicio y a lo largo del tiempo de la fachada ventilada son:

» El soporte o elemento constructivo resistente situado detrás del revestimiento, que transmite los esfuerzos de éste a la estructura del edificio, o que forma parte de ella, y que debe presentar una deformabilidad acumulada compatible con la libre deformación de los componentes del revestimiento.

» Las juntas, especialmente de contorno o de borde, es decir las que separan un paño de revestimiento y cualquier otro componente constructivo, cornisas, techos en voladizo, etc. El revestimiento debe respetar un ancho de junta de al menos 10 mm. a los efectos de garantizar la independencia del revestimiento frente a las posibles deformaciones de origen mecánico o térmico. También hay que incidir en el respeto las juntas de dilatación y estructurales del edificio por parte del revestimiento, lo que obliga a duplicar los anclajes o emplear anclajes especiales que permitan la libre

# 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

deformación del sistema estructural sin lesionar al revestimiento.

► Los anclajes, puntuales o directos o con perfilería auxiliar, ocultos en el canto del revestimiento, ocultos en el reverso, pasantes a través del revestimiento, regulables o no, atornillados o soldados entre materiales compatibles.

► Mención especial merece el taco del anclaje. Debido a que la interacción anclaje-soporte se lleva a cabo a través del denominado taco, entendiendo por tal el material de mortero de alta resistencia base cemento o polimérico, nylon o elemento metálico de expansión de aluminio o acero, se establece de forma clara que el fabricante deberá especificar en su documentación las prestaciones exigibles a aquél, así como sus propiedades y requisitos para cada clase de soporte y carga.

En las fachadas ventiladas (trasventiladas) se pueden distinguir dos grupos: de aplacado opaco y transparente.

En el caso de aplacado opaco se pueden subdividir en fachadas pesadas de fábrica o de perpiños, en fachadas semipesadas, compuestas por placas delgadas de materiales pesados, cerámicas, etc. y en fachadas ligeras compuestas por placas de resinas termoendurecibles, paneles sándwich metal/plástico/metal, etc.

Algunas de estas fachadas pueden incorporar elementos de captación solar fotovoltaica.

En el caso de aplacado transparente, la finalidad es la de dotar al edificio de un sistema de captación pasiva de energía solar. El aislamiento térmico en este caso cede su función a los efectos de ganancia térmica, a través del cerramiento principal del edificio.

La idoneidad constructiva y funcional de una fachada ventilada se fundamenta en que esta fachada representa una segunda epidermis para el edificio y por tanto adelanta en el espacio el plano de incidencia de los efectos de la intemperie, lo que conlleva una mejora de las prestaciones referentes al ahorro energético, apantallando en verano la incidencia de la radiación solar y comportándose durante el invierno como un estrato de aislamiento térmico ventilado, que evita la infiltración de humedad en el material.



La torre Initiale, diseñada por Jean de Mailly y Jacques Depusse, contó con la participación de Jean Prouvé, que desarrolló la imponente estructura en acero para que su fachada pudiera albergar una piel acristalada, novedosa en Francia cuando se edificó la torre, en el año 1966.

Se debe tener en cuenta, a su vez, que en los puntos de encuentro de las fijaciones con el soporte cabe la posibilidad de que se formen condensaciones y puentes térmicos. La impermeabilidad y estanquidad del sistema debe de quedar garantizada haciendo hincapié en el diseño de remates con objeto de que las aristas de las placas en la parte superior de la fachada y en los elementos de carpintería exterior o fábrica queden protegidos por viseras que no impidan el tiro de ventilación.

En lo referente a la prevención frente al incendio, conviene tener presente que en el caso de placas ligeras de resinas, por la propia naturaleza de la placa y debido a la presencia de la materia polimérica de gluten, el comportamiento ante el fuego debe de ser conforme con la clasificación de carácter ignífugo.

Por otra parte conviene que el material de aislamiento térmico sea también ignífugo, debido a que éste conforma una

pared situada detrás del aplacado, en la que las láminas de corriente producidas por el efecto tiro, tal y como sucede en una chimenea, determinan condiciones de propagación de la llama.

En lo referente al comportamiento acústico del sistema, no cabe duda que esta segunda pantalla representa una contribución al aislamiento acústico del edificio respecto al ruido exterior, sin embargo no es un elemento de diseño esencial a estos efectos.

Por la configuración abierta de la fachada cabe la posibilidad de que entren insectos, por lo que se suelen interponer rejillas que, sin impedir la ventilación, dificultan el acceso de los mismos.

A efectos de estimación de la demanda energética del edificio, la fachada ventilada determina un sistema de aislamiento térmico por el exterior, desplazando el riesgo de condensaciones intersticiales desde el cerramiento soporte y atenuándolo en el estrato de aislamiento, por cuanto la corriente de aire que se establece entre la zona aplacada y el aislamiento propicia la ventilación de la superficie exterior de tal estrato.

El peso y el color del aplacado son factores de contribución a la inercia térmica de la parte correspondiente al aplacado exterior. El aplacado pesado determina una inercia térmica elevada en las transmisiones térmicas entre el ambiente exterior y la parte posterior correspondiente a la cámara de aire.

Todas estas consideraciones tienen que ver más que con la incidencia de estos factores de inercia en el interior del edificio (que difícilmente puede verse influido en este tipo de fachadas), con la propia durabilidad del sistema.

La transferencia térmica en el espacio comprendido entre la cara interior del aplacado y el cerramiento del edificio responde a la interacción de distintas variables, que precisan distintas metodologías de análisis según se trate de fachadas trasventiladas opacas o transparentes. En el caso de fachadas opacas el modelo se simplifica ya que el efecto convectivo predomina sobre el resto de fenómenos de transferencia. En latitudes cálidas las fachadas trasventiladas opacas constituyen un importante elemento de atenuación de la radiación solar.

## Muro cortina

► Fachada de “montantes y travesaños” de aspecto muy ligero y fino:

Los montantes quedan fijados a la estructura maestra del edificio por medio de anclajes que permiten el movimiento en los tres ejes cartesianos.

Acoplamientos especiales ayudan a anclar los montantes en la estructura de hormigón y, a su vez, hacen posible la unión de montante con montante, permitiendo la dilatación causada por el calor o por una plancha flexible.

Estos acoplamientos pueden alojar a dos montantes con distintos momentos de inercia, siempre que sean del mismo tamaño. Esto permite utilizar perfiles más ligeros cuando no es necesario un mayor momento de inercia. Así se ahorra peso sin que la resistencia estructural o el espacio ocupado se vean alterados.

Los travesaños ayudan a crear la trama estructural del muro y para ello basta con cortarlos a medida, sin que sea necesario el uso de otras herramientas para ajustar agujeros o ranuras.

Las filtraciones de agua, así como las condensaciones que puedan formarse, son evacuadas directamente por las ranuras de los presores y los tapones horizontales, o a través de los montantes, a los que son descargadas, ya que los travesaños acaban en el interior de éstos. Las juntas entre montante y montante o montante y travesaño quedan selladas por medio de tapones especiales.

Más aún, gracias a la considerable versatilidad del producto, se pueden utilizar perfiles y accesorios especiales suministrados por el fabricante para crear muros inclinados o verticales.

► Muro cortina de sistema de “travesaños telescópicos” que resulta muy elegante y de peso ligero.

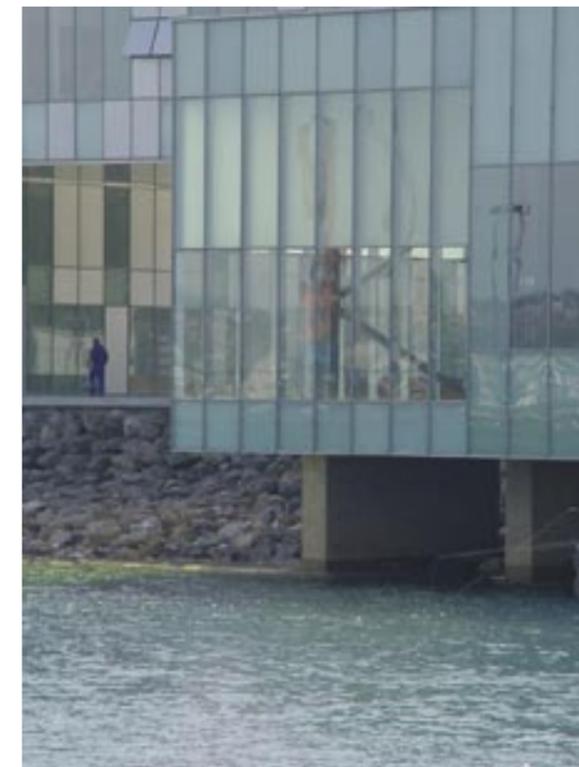
Los soportes son fijados a la estructura maestra del edificio por medio de anclajes que permiten su movimiento en los tres ejes cartesianos.

Unos acopladores especiales son utilizados para anclar los soportes a la estructura de hormigón, y al mismo tiempo sirven para las juntas entre soportes, permitiendo así cualquier dilatación producida por la deformación de una plancha o por causas térmicas.

Es posible insertar dos soportes con distintos momentos de inercia en los mismos acopladores, siempre que éstos sean del mismo tamaño. Esto permite usar perfiles de menor peso cuando no se requiere un mayor momento de inercia. De esta manera se puede ahorrar peso sin alterar la resistencia estructural y las dimensiones globales.

Más aún, el uso de maquinaria especial permite ajustar los acopladores a las partes terminales superior e inferior de los soportes sin que haya sujeciones visibles.

Una de las características principales de los travesaños utilizados en la trama estructural del muro cortina es que simplemente basta con cortarlos a la medida necesaria, sin ser necesario utilizar taladros más adelante para ajustar agujeros o ranuras.





En ambos casos, Las barras anodizadas pueden cortarse a medida en haces y ser transportadas a la obra directamente y sin necesidad de un nuevo embalaje. Todo esto permite ahorrar tiempo de trabajo. Los travesaños son fijados a los soportes utilizando pernos de acero inoxidable que se deslizan a través de los travesaños y penetran en el soporte evitando así que se salgan. Este sistema en el que no hay sistemas de unión fijos, tales como los tornillos, permite la dilatación térmica sin agrietamientos y una tolerancia de corte de  $\pm 2$  mm.

► Fachada piramidal del tipo “travesaños y montantes” que presenta un aspecto increíblemente ligero y esbelto, a pesar de sus perfiles estructurales de 13 mm. de grosor. Unos acoplamientos especiales permiten ensamblar la estructura y sirven para unir los montantes con los tapones de los caballetes y los aleros.

El resto de conexiones se realizan por medio de perfiles especialmente diseñados para tal efecto. Los travesaños, ranurados para permitir la dilatación térmica, van unidos a los montantes por

medio de tornillos de acero inoxidable. Los perfiles de los caballetes (montantes angulares situados entre dos máximos) se componen de montantes estructurales y perfiles de ajuste a presión de distinta inclinación.

Con los accesorios especiales suministrados, la cima de la pirámide obtiene así un acabado óptimo. En la terminación del cierre, se debe indicar el grosor del panel de taponamiento junto con la inclinación que se desea obtener. Se recomienda utilizar mosquiteras para

evitar que entren o que aniden insectos en el interior de la estructura. Los perfiles de rotura térmica nos permiten realizar aperturas proyectantes incluso en las zonas inclinadas de la estructura (solución “skylight”).

► Otras acciones a tener en cuenta en el diseño son: gravatorias, de viento, sísmicas, estructurales, dilataciones, impacto, fuego, hielo y corrosión.

► Incompatibilidades: Entre componentes del sistema y corrosión, especialmente la

corrosión galvánica (recuérdese que los anclajes una vez colocados difícilmente pueden ser inspeccionados) haciendo especial advertencia del riesgo de contacto entre el aluminio y el acero inoxidable bajo ciertas circunstancias, como en edificios cercanos al mar o en atmósferas industriales.

### Diseño y cálculo de fachadas industrializadas

#### ► Fachadas ventiladas – Proyecto

A la hora de proyectar un edificio nuevo hay que considerar que la pared ventilada es una solución constructiva completa concebida según criterios de diseño industrial: todo ha de ser examinado y definido antes, para evitar así modificaciones sustanciales e improvisaciones durante las fases de realización.

Para desarrollar un proyecto se puede empezar tomando en cuenta un módulo especial de fachada sumando la dimensión real de la losa y de la junta, del que nacerá un revestimiento formado sólo por elementos enteros. En caso de prever componentes de fachada como aberturas, franjas marcapisos u otros elementos no modulares, así como en caso de una remodelación, podrá optimizarse el número de cortes en las placas para administrar correctamente el juego de los formatos y evitar que la estructura resulte antieconómica.

La realización de un proyecto para fachada ventilada sigue un proceso que, de manera preliminar, podría esquematizarse del siguiente modo:

- Visualización de los proyectos y/o de la idea arquitectónica de la envoltura del edificio.
- Estudio de factibilidad.
- Identificación de los materiales que componen el paramento mural a revestir.
- Identificación de un esquema de la estructura y relativos cálculos aproximativos.
- Realización de los proyectos gráficos ejecutivos.

Una de las elecciones proyectuales más relevantes para el resultado final del diseño de fachada está en la posibilidad de utilizar elementos de fijación de las placas visibles o invisibles. La elección de una de las dos opciones implica fundamentalmente dos consideraciones: a) Aspecto estético de la fachada a poca distancia; b) Aspecto económico, que

deberá ser valorado también en función de la modularidad de la losa previamente seleccionada.

En la preparación de un edificio para la utilización de una fachada ventilada, habrá que considerar el peso de por metro cuadrado de los sistemas de fachada y un espesor del “paquete ventilado” que puede variar entre 110 y 150 mm.

#### ► Fachada ventilada multicapa

La fachada ventilada es un sistema articulado, por lo que, a la hora de elegir su utilización, deberán conocerse las características de las distintas capas funcionales que la componen, analizando aspectos y requisitos de Revestimiento o paramento exterior, estructura de fijación, espacio intermedio de aire, capa aislante, muro perimetral y elementos de fijación.

De algunos elementos habrá que analizar con detenimiento sus ventajas y prestaciones, mientras que de otros, lo que no significa que sean de menor importancia, bastará con tener una breve descripción.

El revestimiento exterior tiene como funciones primordiales caracterizar la estética del edificio y proteger su estructura de los agentes atmosféricos-contaminantes. Así las características técnicas que deben tener los materiales aplicados al revestimiento exterior de una fachada ventilada son: elevada resistencia mecánica, elevada resistencia al choque térmico, reducida o nula absorción de agua, incombustibilidad, estabilidad de los colores a la luz solar, resistencia a los ataques químicos y a la contaminación, ser ligeros y fáciles de utilizar y precisar de un reducido mantenimiento.

El principio proyectual de la fachada ventilada radica en la autonomía estática de cada una de las placas o paneles del paramento y de la eliminación del mortero de fijación.

Al no quedar directamente adherida al soporte estructural, la placa o panel de revestimiento puede dilatarse libremente según su coeficiente de dilatación, independientemente de los movimientos del soporte estructural, y absorber, además, los asentamientos y las oscilaciones del edificio gracias al grado de elasticidad de las fijaciones.

La absorción de los movimientos requiere que las juntas sean de dimensiones correctas y consientan desplazamientos y dilataciones sin que las losas interfieran entre sí.

El ancho de la junta variará en función de la dimensión de las placas o paneles, de la altura del piso del edificio y de la estructura utilizada.

#### ► Fachadas ventiladas – Accesorios

Para el correcto remate y acabado de la fachada ventilada se precisan una serie de accesorios fundamentales: capas de revestimiento perfiladas de aluminio colocadas en la parte superior de la estructura para impedir la entrada en su interior de cuerpos extraños (nieve, agua, etc), intradoses para ventanas y puertas con placas o paneles, perfiles de esquinas para proteger los cantos, rejillas de ventilación situadas en la base de la estructura para impedir la entrada de pequeños animales u otros elementos molestos.

Los sistemas de fachada ventilada pueden dividirse en dos grupos según el tipo de fijación a utilizar: sistemas puntuales o sistemas con perfilera.

Sistemas con perfilera son aquellos en los que las placas o paneles van montadas sobre una estructura de perfiles anclada a los forjados.

La alineación de estos perfiles es la verdadera clave del sistema, porque permite realizar una pared recta y de perfecta planitud. La fachada suele presentar una "textura" con junta vertical continua, aunque también es posible la disposición en bandas con juntas verticales escalonadas, como en el caso de la clásica colocación con juntas a traba.

La estructura horizontal cruzada con los montantes verticales, presente en el caso del sistema con enganche invisible, permite realizar "texturas" con juntas verticales escalonadas, facilitando, gracias a los travesaños continuos, la disposición de la losa en horizontal.

#### ► Muro cortina

Práctico, liviano y rápido de instalar. Con estas ventajas, el muro cortina se presenta como una solución simple y efectiva para el recubrimiento de edificios. Sin embargo, los diseños son múltiples y los desafíos que plantea su instalación varían desde los más sencillos hasta los más complejos. El muro cortina tradicional se forma por una zona de antepecho, donde se ubican las losas, y un área de visión donde, si el diseño lo dispone, se ubicará el vidrio.

Este último resulta aconsejable para optimizar los requerimientos de aislamiento térmico, y proporcionar una mayor luminosidad en el interior del edificio.

#### ► Muro cortina-Proyecto

Lo más importante antes de diseñar un muro cortina es conocer las tolerancias de fabricación y los posibles movimientos que presentará la obra, información que aportará por un lado el fabricante, y por otro el estructurista. Es decir, que para elegir el sistema a utilizar se requiere



conocer las posibles dilataciones y movimientos que sufrirá la estructura y que deberán ser absorbidas por el muro cortina, permitiendo además que se produzcan las dilataciones típicas de los metales, evitando así ruidos y cortes de pernos ocasionados por los cambios de temperaturas.

Dependiendo de las características del diseño del muro cortina, se decidirá el método de instalación de los paneles. En caso de que el edificio sea de gran altura no se podrán usar andamios y se necesitarán equipos apropiados para la instalación.

Como recomendaciones generales en diseño, será conveniente el análisis de:

►\_Las solicitaciones que el muro va a soportar, lo que determinará, por un lado, la distancia entre mullions y travesaños, y por otro, la medida del paño.

►\_Consideraciones para el cálculo estructural, tales como: Ubicación y forma del edificio, clima, presión y succión del viento, peso propio del sistema de fachada, uniones entre placas o paneles y juntas de dilatación.

►\_Consideraciones del sellado, definidas por especificaciones técnicas del fabricante y con aportación de ensayos de laboratorio que avalen la adhesión y la compatibilidad.

►\_Diseño y definición de la solución y del sistema. Elección de la modulación.

►\_Interrelación y compatibilidad con otros sistemas constructivos, flexibilidad y especificidad del sistema. Interrelación con estructuras de hormigón y obra húmeda. Interrelación con sistemas. Diseño de elementos que permitan ajuste espacial. Holguras del sistema. Elección del sistema de fijación. Pernos de expansión. Anclajes químicos.

►\_Estanquidad. Fijación a estructuras de acero y/u hormigón. Dilataciones, juntas y holguras de diseño. Sellado contra obra gruesa. Barreras primarias y secundarias.

►\_Replanteo previo a montaje: Trazado. Ejes principales. Tolerancias. Secuencias y montaje del sistema. Ensayos. Inspección y controles. Ensayos de infiltración de agua y viento.

►\_Previsión de sistema de limpieza y mantenimiento; inspecciones. Reparaciones. Facilidad de reposición.

►\_Prevención de la patología: Corrosión filiforme. Par galvánico. Envejecimiento acelerado de selladores y adhesivos. Infiltración de agua y viento. Puentes térmicos. Condensaciones. Comportamiento ante el fuego.

► La instalación del muro cortina se hace, comúnmente, mediante dos sistemas que pueden combinarse en una obra: el stick y el unitizado o frame. La diferencia entre las dos modalidades reside en el trabajo en terreno: mientras el sistema stick requiere de mayor manipulación en obra, el frame dispone de más elementos previamente fabricados en planta.

Más allá de la alternativa que se prefiera, no debe olvidarse que el muro cortina es un sistema que se entretreje en la superficie del edificio, por lo que su elaboración requiere de una ardua planificación, un estricto control y abundancia de información sobre los diversos procesos de construcción aplicados en el proyecto.

A pesar de ser más lento, el sistema stick es el más utilizado. El montaje comienza con el revestimiento exterior del edificio a

## barandillas de aluminio

## horizAL



Hace más de 35 años que las barandillas de aluminio HORIZAL se venden con éxito en numerosos países del mundo, y hasta las instalaciones más antiguas siguen manteniendo inalterable su calidad.

Los sistemas HORIZAL permiten numerosas configuraciones de balcones tanto sobre forjado como sobre muro, con geometrías rectas o curvas, y rellenos con paneles de resina, chapa perforada, vidrio laminado, o con los clásicos barrotes de aluminio.

Las barandillas HORIZAL han sido sometidas a pruebas de verificación y debidamente certificadas por un Instituto de control, incluyendo la prueba de carga para los formatos de relleno.

El montaje rápido en obra es una realidad incluso sobre superficies irregulares, gracias a las tolerancias de ajuste tanto de los soportes patentados con reglaje tridimensional como de las bridas de fijación del pasamanos.

**COALSA**  
comercial del aluminio s.a.

Bernat Metge, 63 - 08205 SABADELL - Tel.: 93 720 79 00  
Fax: 93 711 96 28 - www.coalsa.es - coalsa@coalsa.es



través de los mullion o montantes –perfiles verticales ensamblables, generalmente de aluminio y fabricados por extrusión– soportados por los anclajes, elementos que sujetan el muro cortina. Una vez instalados los mullion verticales, se ajustan los travesaños horizontales, determinando el área de visión y la zona de antepecho del muro cortina.

El sistema stick, debido a que traslada el trabajo casi completamente a terreno, requiere de una alta supervisión y mano de obra especializada para evitar problemas como la confusión en la selección y ubicación de las piezas.

El sistema stick presenta las mayores exigencias de coordinación. «En este montaje intervienen numerosas herramientas y elementos de fijación, por lo que se requiere de mayor coordinación, respetando la precisión del sistema. Entre las ventajas de este sistema se encuentra el montaje pieza por pieza y cristal por cristal, y no necesitar sofisticados equipos de izamiento».

En el sistema frame el muro cortina se compone de paneles de aluminio y cristal, previamente armados en el taller, revisados y clasificados según su ubicación en la obra. Su principal ventaja es la rapidez en el armado y montaje, aunque requiere de anclajes especiales que deben ser ajustados para corregir las posibles diferencias de nivel («plomo») en la superficie de la construcción.

Tanto el sistema stick como el frame están presentes en las obras, sin embargo, es este último el que consigue los mejores resultados en términos de calidad debido a que la fabricación es ejecutada en procesos mejor controlados.

Antes del montaje y para instalar los anclajes en el sistema frame, se debe realizar el levantamiento topográfico de la fachada del edificio, para luego controlar que los anclajes queden ubicados en los lugares y distancias adecuadas.

Los anclajes se instalan contra las losas mediante pernos de expansión, pernos químicos o por medio de soldadura a los insertos colocados en el momento de hormigonar las losas.

► Control de la manipulación de los materiales

Ya en terreno y dependiendo del sistema elegido, se trasladan los módulos fabricados (frame) o los perfiles y cristales (stick) para comenzar a instalar el muro cortina. En todo el proceso y especialmente durante el izamiento y la manipulación de cristales, se deben tomar las medidas de seguridad necesarias para el personal en obra como cinturones y arneses.

Este control se realizará especialmente en el sistema frame, durante el izamiento de los paneles para evitar golpes, rayaduras, trizaduras o el rompimiento de los cristales por choques contra las losas o, en el peor de los casos, golpes contra los cristales ya instalados.

► Remates

La instalación no termina con el ajuste de los cristales. Se aconseja posteriormente hacer un buen remate interior del muro cortina con la obra, es decir, colocar tapas de madera, perfiles u otros elementos en los bordes superiores e inferiores de las losas para sellar espacios intermedios y evitar el paso de un piso a otro de ruidos y demás elementos.

Especial cuidado se debe tener en la instalación de las planchas ensambladas en la parte superior, inferior y lateral del muro cortina: azotea, laterales y entradas del edificio. Los forros pueden ser de aluminio, planchas de zinc o paneles de aluminio compuesto.

No debe olvidarse el remate exterior de la obra a través del sellado de los soportes externos, que dependiendo del sistema, se hace con silicona, tapas o narices decorativas de aluminio clipeadas contra los cristales.

En caso de que el sistema dependa del sellado para la unión de los paneles, resulta indispensable aplicar en la parte exterior una silicona compatible con los elementos a unir para impedir que el adhesivo pierda sus características y se generen filtraciones.

Algunos consejos para mantener el muro cortina son la inspección de los anclajes, revisión de los paneles y evaluación general de la instalación como mínimo cada dos años.

► Requisitos para una correcta elección del sistema de anclaje

►\_Resistencia: Soportar tanto el peso de los paneles como las cargas de vientos y sismos.

►\_Movilidad: Los anclajes permitirán, cuando sea necesario, desplazamientos de la estructura secundaria por dilatación térmica o movimientos sísmicos.

►\_Ajustabilidad: Ser ajustables en tres sentidos (arriba abajo, adelante atrás, derecha izquierda).

►\_Facilidad de montaje: Permitir la instalación rápida desde el interior del edificio.

►\_Facilidad de reposición: Simplificar el desmontaje de cualquier panel.

►\_Resistencia a la corrosión: Los anclajes de acero deben resistir la corrosión, por eso se realiza un tratamiento galvanizado. De lo contrario, deberán ser fabricados de acero inoxidable o aluminio.



### El aluminio en la fachada industrializada

► Ventajas de su utilización

► El aluminio es el elemento metálico más abundante en la corteza terrestre, y uno de los más difíciles de extraer.

► Se encuentra siempre en combinación con otros elementos como oxígeno o azufre, como parte de varios minerales que contienen aluminio –especialmente en la bauxita–.

► El aluminio es ligero de peso (aproximadamente la tercera parte de peso que el cobre o el acero).

► Resistente y puede hacerse todavía más resistente añadiendo pequeñas cantidades de otros metales en aleaciones.

► Excelente conductor del calor y la electricidad.

► Excelente reflector del calor y de la luz.

► No magnético, propiedad muy valiosa alrededor de brújulas o elementos electrónicos sensibles.

► Muy resistente a la corrosión.

► No tóxico y por ello se elige a menudo para envasar alimentos, bebidas y medicinas.

► Excelente en cuanto a sus propiedades criogénicas ya que es resistente y no se vuelve quebradizo a muy bajas temperaturas.

► Muy maleable, capaz de adoptar formas mediante todos los procesos de trabajo del metal conocidos.

► Naturalmente de buen aspecto.

► Eminentemente reciclable. El aluminio resulta muy económico a través del reciclado. Fabricar aluminio a partir de chatarra reciclada solamente requiere el

5% de la energía necesaria para fabricar metal nuevo a partir del mineral.

► Acabados

► Lacados

Las normas de Calidad QUALICOAT fijan una serie de exigencias técnicas mínimas para que el proceso del lacado del aluminio se efectúe con toda garantía. Estas prescripciones se reflejan a continuación.

– Pretratamiento o preparación de la superficie a pintar que se realiza en un túnel de aspersión mediante boquillas preparadas al efecto o por inmersión en baños. El ciclo de tratamiento consta de las siguientes fases: fase de desengrase, de enjuague, de decapado, 2º enjuague, de cromatizado y de lavado con agua desionizada

– Aplicación del recubrimiento que se realiza en una cabina equipada con pistolas electrostáticas posicionadas sobre robots.

— Polimerizado, que se realiza en un horno de convención de aire para conseguir una capa de polímero orgánico con un espesor mínimo de 60 micras perfectamente adherido a la pieza.

#### ► Anodizados

La anodización es un proceso electrolítico gracias al cual es posible transformar la superficie del aluminio en óxido de aluminio. Este óxido altamente decorativo, constituye una excelente protección. Ofrece una buena resistencia a la abrasión, posee una gran resistencia química y una excelente adherencia.

El óxido formado presenta un carácter poroso, lo que permite a la capa anódica absorber partículas colorantes. Durante la fase final del proceso, estos poros se sellan cuidadosamente con objeto de conferir la máxima durabilidad a la capa anódica.

El revestimiento resultante ofrece una muy alta resistencia a la corrosión cualquiera que sea el ambiente al que se exponga, incluidas zonas litorales o industriales. Para garantizar una máxima protección, el espesor de la capa puede alcanzar las 25 micras.

Las exigencias de calidad para el aluminio anodizado destinado a la arquitectura son bien conocidas y están definidas

en normas nacionales e internacionales tales como la Marca de Calidad EWAA/EURAS (QUALANOD).

► Recomendaciones en el uso de aluminio en fachadas

► Contacto con otros materiales:

Tan sólo materiales sintéticos, acero fino, aluminio y cinc se pueden unir directamente con productos de aluminio.

En el resto de los casos, la superficie de contacto debe protegerse mediante un revestimiento libre de poros como cadmio, cinc, aluminio, cromo o barniz orgánico.

El contacto directo de las láminas de aluminio de las placas de fachada con metales pesados (cobre, latón, bronce, hierro...) produce un gran peligro de corrosión. Para que estos materiales se puedan utilizar juntos, deben estar revestidos o deben separarse de las placas mediante piezas aisladas eléctricamente (por ejemplo zócalos o contraplacas de plástico).

► Indicaciones de fijación para sistemas de remache:

Para el uso en exteriores se debe prever una holgura funcional de al menos

2 milímetros entre el diámetro de remachado y el diámetro de taladrado de las placas para tener en cuenta los coeficientes lineales de dilatación por calor.

En la sujeción se debe fijar un punto concreto, lo ideal es el centro de la placa. El resto de fijaciones son puntos de dilatación con suficiente holgura en el orificio.

El punto fijo en el centro permite la expansión libre de la placa en ambas direcciones.

Es absolutamente necesario utilizar un taladro de etapas para lograr un taladro coaxial perfecto de la placa y del material de base y para que el orificio de la placa sea mayor que el de la base.

En todos los casos se recomienda seguir las prescripciones del proveedor y realizar pruebas previas.

La cabeza de remache o el cabezal del tornillo deben ser suficientemente grandes para tapar el orificio del taladrado en la placa. Entre la placa y el cabezal del remache o del tornillo debe haber algo de holgura.

Los remaches lacados son especialmente apropiados para las aplicaciones en las que los remaches permanecen visibles.

Empresa	Teléfono	Web
ACH SOLUCIONES EN CERRAMIENTO	949268414	www.achpaneles.com
ACIEROID, S.A.	936802725	www.acieroid.es
ALCAN ALUMINIO ESPAÑA, S.A.	932616300	www.alcan.com
ALCOA TRANSFORMACIÓN DE PRODUCTOS, S.L.	925140000	www.alcoa.com
ALCOTAN - UNISECO, S.A.	917823610	www.alcotan.net
ALUACOIL, S.A.	947333320	www.alucoil.es
ALUCON-96, S.A.	918742242	www.alucon96.es
ALUMAFEL, S.A.	945184903	www.alumafel.es
ALUMINIOS TORRALBA, S.A.	968889900	www.aluminiostorralba.com
ALUMINIOS MARTÍNEZ ASO (ALUMARTE)	976464499	www.alumarte.com
BELLAPART, S.A.U.	972225179	www.bellapart.com
CARPINTERÍA METÁLICA ALUMÁN, S.L.	981602711	www.ctv.es/~aluman
CARPINTERÍAS LOGROÑESAS DEL ALUMINIO, S.A. (CARLASA)	941257399	www.carlasa.es
CENTRO ALUM, S.A.	937122911	www.centroalum.com
CERRAMIENTOS DEL SURESTE, S.L. (CESUR)	965716645	www.cesur.es
COMERCIAL DEL ALUMINIO, S.A. (COALSA)	937207900	www.coalsa.es
CONSTRUCCIONES Y ESTRUCTURAS METÁLICAS, S.A. (CEMESA)	973790200	www.cemesa.es
CORUS METAL IBÉRICA, S.A.	914252910	www.corusgroup.com
DISTRIBUCION DE SISTEMAS DE ALUMINIO, S.A.	918183293	www.distal.com
ESPAI SISTEMAS, S.L.	964737016	www.alured.es
ESPALU, S.A.	913735909	www.espalu.es
EUROPERFIL, S.A.	932616333	www.europerfil.es
EUROSCA, S.A.	974230223	www.euroscala.com
EXTRUSIÓN Y LACADOS BENAVENTE, S.A. (EXLABESA)	981803094	www.exlabesa.com
EXTRUSISTEMAS, S.L.	968897061	www.extrusistemas-shuvent.com
EYMO, S.A.	968387002	www.eymo.es
FRECHEL, CARPINTERÍA DE PVC Y ALUMINIO, S.L.	916421092	
GRUPO AYUSO	914852750	www.grupoayuso.org
GRUPO DE EMPRESAS EMILIANO MADRID	916186050	www.estrumaher.com
GRUPO FOLCRÁ EDIFICACIÓN, S.A.	937766036	www.folcra.com
HOGAL FACHADAS Y CERRAMIENTOS, S.A.	918018290	www.hogal.es
HYDRO BUILDING SYSTEM, S.L.	935622250	www.technal.es
INASUS, S.L.	986787525	www.inasus.es
INCOFLUID, S.A.	935754070	www.incofluid.com
INDUSTRIA DEL ALUMINIO REYNALCO, S.L.	961705127	www.reynalco.com
INDUSTRIAS GONZÁLEZ, S.L.	986787070	www.industriasgonzalez.es
INDUSTRIAS IBERIA, S.A.	912279770	www.hiberlux.com
INDUSTRIAS REHAU, S.A.	936353514	www.rehau.es
INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN DE ALUMINIO, S.A. (INCONAL)	941437055	www.inconal.es
JANSEN-METALCO S.A.	932630378	www.jansen.es
KAWNEER ALCOA ARQUITECTURA, S.L.	902347366	www.kawneer-espana.com
KL CATALANA DE PERFILES DE ALUMINIO, S.A.	935742844	www.sistemaskl.com
LAMINEX GRANADA, S.A.	958420570	www.grupolaminex.com
LAMINEX MADRID, S.A.	916653430	www.laminex.es
LUCERNARIOS LASTANAO, S.L.	918478872	www.lucernarioslastanao.com
MEDINA METAL, S.A.	913111569	www.metazinco.com
MONTAJES Y RECUBRIMIENTOS, S.A. (MYRSA)	955600025	www.myrsa.com
PERMASTEELISA, S.A.	917000494	www.permasteelisa.com
PRADO TRANSFORMADOS METÁLICOS, S.A.	946749090	www.pradotm.com
REGICARP, S.L.	966544310	www.regicarp.com
REYNAERS - ALUMINIOS DEL VALLÉS, S.A.	937219559	www.reynaers.es
SCHÜCO INTERNATIONAL KG	918084020	www.shueco.es
SYSTEM COVERT, S.L.	938784046	
TECALUM SISTEMES, S.L.	972871560	www.tecalum.com
TECHNOFORM BAUTEC IBÉRICA, S.L.	932386438	www.technoform.es
TECNISPAI, S.A.	977860823	
UMARAN SOC. COORP.	944368100	www.umaran.com
UMICORE BUILDING PRODUCTS IBÉRICA, S.L.	932988880	www.vnzinc.com

Fuente: Promateriales

## Más información sobre el metal en la fachada

### ASEFAVE

Asociación Española de Fabricantes de Fachadas Ligeras y Ventanas.

ASEFAVE busca elevar el nivel de la calidad del material y de su uso, reivindicando la necesidad de un comprometido y válido plan de seguimiento de calidad y control.

www.asefave.org / tel: 91 561 45 47

### VETECO

Salón Internacional de la Ventana y el Cerramiento Acristalado

Realizada cada dos años por ASEFAVE, en la Feria de Madrid (su próxima edición es en 2008), recoge en su exposición a las más importantes empresas de puertas, ventanas y cerramientos. Entre ellos se encuentran también los relacionados con el sector de fachadas ligeras y muros cortina, por lo que la feria supone un buen escaparate para conocer las ventajas que aporta el metal como elemento visto en la edificación.

www.veteco.ifema.es / tel. 902 22 15 15

### CONFEMETAL

Confederación Española de Organizaciones Empresariales del Metal

Confemetal es la organización patronal del Sector del Metal en España, formada por asociaciones representativas del sector a nivel provincial y por las asociaciones nacionales representativas de las diversas ramas de actividad.

www.confemetal.es / tel: 91 562 55 90

### FAECF

Federación Europea de Asociaciones de Fabricantes de Fachadas Ligeras y Ventanas

Reúne asociaciones del metal en la construcción de quince países europeos. El objetivo principal de FAECF es fortalecer y extender la posición de la industria de ventanas y fachadas en el mercado, contribuyendo a la armonización europea y sirviendo como centro informativo de cara al público. Para la Federación, la colaboración europea debe crear un mercado único.

www.faecf.com