

Sistemas Solares. Fotovoltaica Integrada



Technal y la energía fotovoltaica

El Grupo Hydro es el mayor conglomerado industrial noruego y uno de los mayores productores de aluminio del mundo. En España cuenta con plantas de laminación, extrusión, lacado y reciclado. Con la marca Technal está presente en el mercado español desde hace más de 30 años.

Hydro Building Systems dispone de un equipo especializado en productos y sistemas para la integración solar en edificios. El departamento HBS Solar está ubicado en Paret del Vallès (Barcelona). Con esta iniciativa Technal se ha dotado del conocimiento técnico necesario para dar a los arquitectos el mejor soporte profesional en soluciones de integración solar en sus sistemas.





010

El Contexto

El incremento de la concentración de CO₂ y de otros gases invernaderos, debido al excesivo consumo de recursos fósiles, está contribuyendo al cambio climático.

Los informes del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio climático) y los indicadores como la huella ecológica ayudan a cuantificar la influencia negativa de las actividades humanas en la biosfera y el clima. La energía solar es uno de los principales recursos energéticos identificados por expertos internacionales para poder mantener la actividad humana sobre la tierra en el futuro.

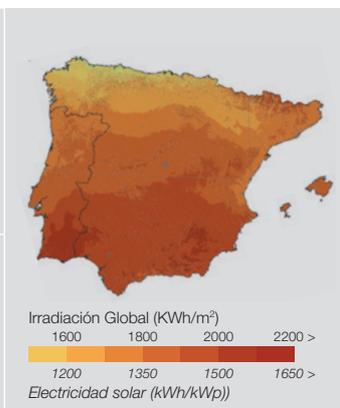
Los países participantes del tratado de Kioto 2 (2007) se comprometieron a reducir las emisiones de gases invernadero en un 20% y aumentar las energías renovables hasta el 20% de la producción mundial de energía.

El Gobierno español manifestó su compromiso en el plan nacional de asignaciones de CO₂, que regula las emisiones de CO₂ de los principales sectores económicos.

Al mismo tiempo, el nuevo código español de construcción (CTE) establece, entre otros requisitos, para HE (Ahorro de energía) que como mínimo deben instalarse sistemas solares fotovoltaicos en los edificios de nueva construcción.

En España, la suma anual de la radiación solar sobre una superficie horizontal se encuentra entre 1,200 a 1,800 kWh por metro cuadrado. Esto es aproximadamente un 60% más que en otros países europeos como Alemania o Austria.

Los elementos fotovoltaicos integrados se utilizan para reemplazar los materiales de construcción convencionales en partes de la envolvente del edificio, tales como el techo, las fachadas de sombra o sol.



Relación entre la radiación solar y la producción de electricidad fotovoltaica Fuente: PVGIS © Comunidades Europeas

Uso de la energía solar

La energía que se recibe en la tierra mediante radiación solar es aproximadamente 6.000 veces superior a la energía utilizada por el ser humano hoy en día.

La energía solar puede utilizarse de forma pasiva o de forma activa.

La forma pasiva:

La optimización de la protección solar en verano y el uso de radiación solar en invierno son ejemplos de estrategias tradicionales utilizadas a lo largo de la historia para mejorar el confort en el interior de los edificios.

La forma activa:

Se basa en dos principios: la solar térmica y la fotovoltaica. En el primer caso la radiación solar se utiliza para calentar el agua de uso sanitario y/o calefacción. En el segundo caso la radiación solar es convertida en electricidad, que puede ser destinada a consumo directo o vertida a la red general.

RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE

Dentro de un mismo país puede haber un amplio espectro de radiación solar.

En España, la suma anual de la radiación solar sobre una superficie horizontal se encuentra entre 1,200 a 1,800 kWh por metro cuadrado, que corresponde, por ejemplo, al 60% más que en otros países europeos como Alemania o Austria. Por ese motivo España es uno de los países más idóneos de Europa para las soluciones fotovoltaicas.

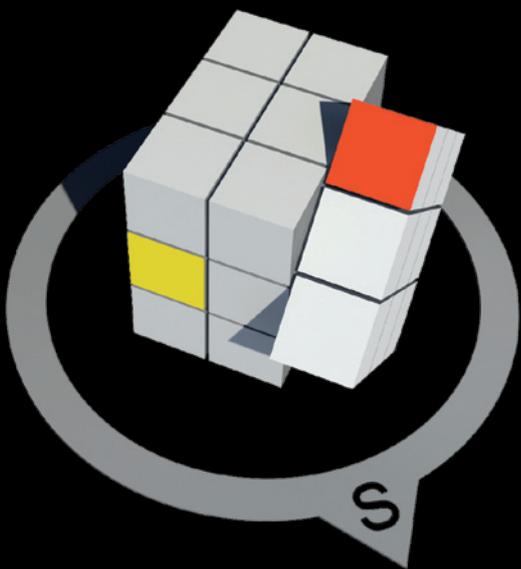
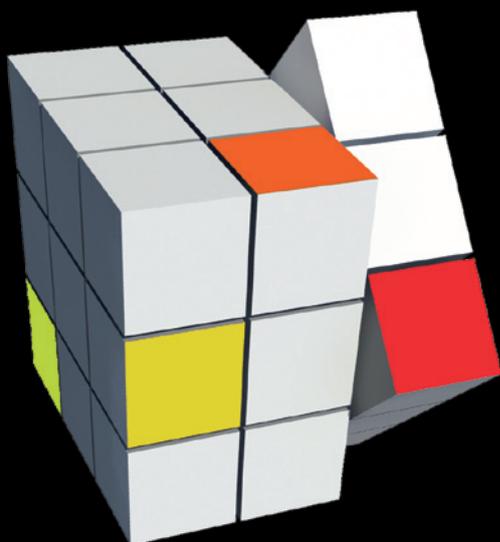
Introducción a la integración fotovoltaica

Con la integración fotovoltaica se pretenden lograr tres grandes objetivos, de cuyo balance depende la sostenibilidad de las soluciones propuestas:

- 1- Integración arquitectónica, desde el punto de vista estético y constructivo.
- 2- Mejora del comportamiento energético pasivo del edificio, a través del filtro de radiación solar que pueden proporcionar los módulos fotovoltaicos.
- 3- Producción de energía eléctrica.

Rendimiento (%)

50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100



Como parte integrante del edificio, los componentes fotovoltaicos cumplen con los requisitos especiales en cuanto a parámetros estéticos y funcionales (semi transparencia, la transmisión de la luz, el aspecto, color, textura, etc.), producción eléctrica (producción máxima energética y rendimiento térmico (U-valor, g-valor).

La optimización de la capacidad de producción eléctrica fotovoltaica está vinculada a varios factores.

ORIENTACIÓN

Las superficies de un edificio reciben diferente cantidad de radiación de acuerdo con su orientación y su inclinación, siendo esencial en la toma de decisiones durante el proceso de proyecto. Las orientaciones óptimas varían según las latitudes de cada zona. En la península Ibérica, una inclinación entre 35 ° a 40 ° permitiría maximizar la producción de electricidad solar FV.

Sin embargo otras orientaciones o inclinaciones pueden ser interesantes, desde el punto de vista estético y de integración arquitectónica, pudiendo, en algunos casos, substituir elementos constructivos y mejorar el diseño pasivo y las prestaciones térmicas del edificio.

Para cada proyecto es necesaria una evaluación exacta de los costes y beneficios para decidir acerca de la idoneidad de la instalación.

SOMBRAS, TEMPERATURA Y MANTENIMIENTO

La sombra proyectada sobre un campo fotovoltaico puede alterar sensiblemente su rendimiento.

Las decisiones de proyecto y el correcto diseño de la instalación pueden minimizar sus efectos.

El sobrecalentamiento que puede afectar negativamente a la eficiencia del sistema fotovoltaico.

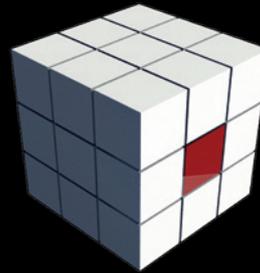
El rendimiento del sistema también se ve influido por aspectos como el polvo u otras impurezas en la superficie de los módulos que reducen la entrada de la luz solar. Por lo tanto es necesario un mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos: una inspección visual periódica y la limpieza de polvo acumulado.

Clasificación arquitectónica

Las aplicaciones solares se dividen en cuatro categorías de integración en fachadas más las posibles aplicaciones en cubiertas.

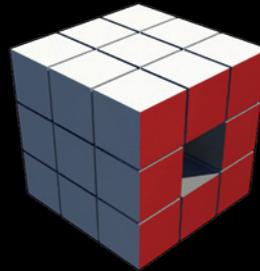
A

Sistemas de integración fotovoltaica en las ventanas y partes transparentes de la fachada.



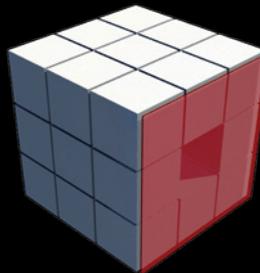
B

Sistemas de integración fotovoltaica en las partes opacas de la fachada alrededor de las ventanas y las partes transparentes.



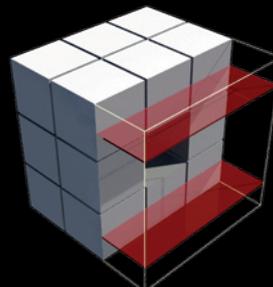
C

Sistemas de integración fotovoltaica creando una doble piel independiente, pasando por delante de la fachada interior, pudiendo ser opaca o translúcida.



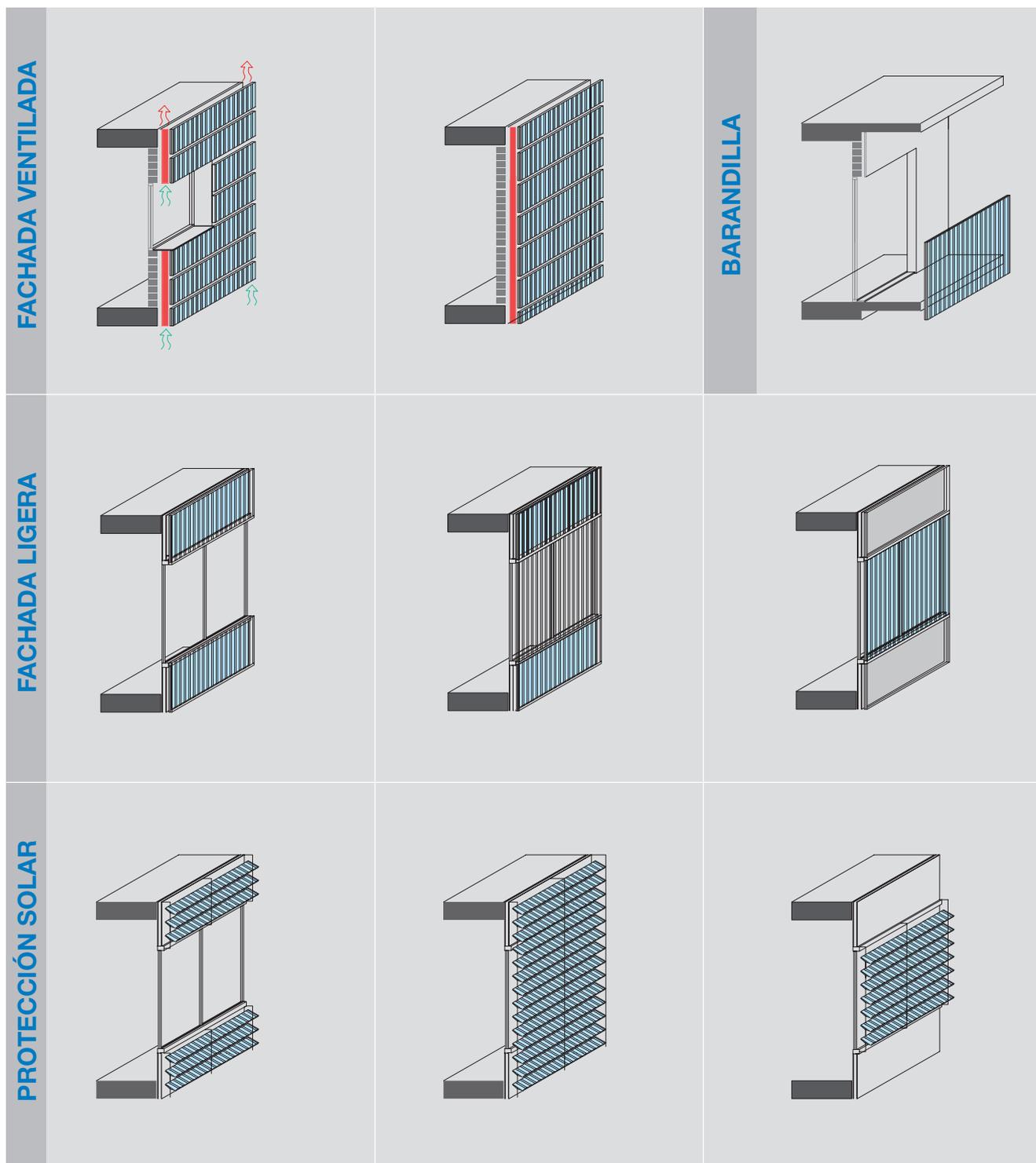
D

Sistemas de protección solar para ventanas, muros cortina, lucernarios, pudiendo ser opacos o translúcidos.



Introducción a la integración fotovoltaica

Los elementos fotovoltaicos integrados se utilizan para reemplazar los materiales de construcción convencionales en partes de la envoltura del edificio, tales como el techo y las fachadas. Entendiendo la integración solar como herramienta más de proyecto, presentamos sus múltiples opciones a través de una clasificación tipológica basada en el lenguaje arquitectónico y los sistemas constructivos.



Características del producto y prestaciones

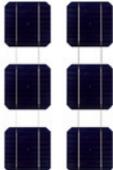
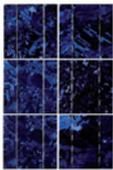
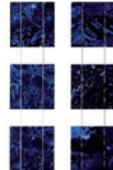
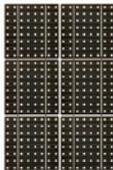
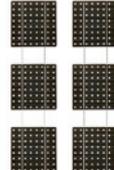
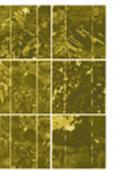
Los sistemas fotovoltaicos integrados se componen de varios subsistemas que, a su vez, están formados por distintos productos y componentes. A los sistemas de soporte de aluminio se integran y complementan los sistemas específicos de la instalación fotovoltaica.

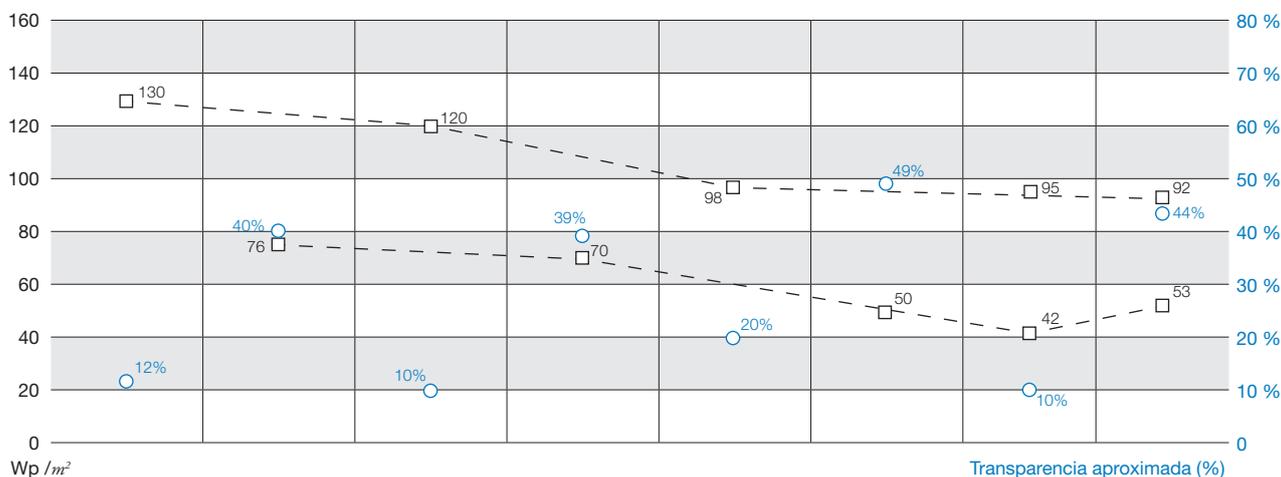
- Módulos fotovoltaicos / Células fotovoltaicas
- Sistema eléctrico

CÉLULAS: TIPOS Y POSIBILIDADES

Una célula fotovoltaica es un semiconductor que convierte la radiación solar directamente en electricidad. El 95% de la producción mundial se basa en células solares de silicio, cuya eficiencia es cercana al 20%.

Diferentes materiales, tamaños, colores y disposición, pueden dar una gran flexibilidad en la integración arquitectónica.

Tecnología de la célula	Célula de silicio monocristalina		Célula de silicio policristalina		Célula de silicio monocristalina perforada		Célula de silicio policristalina de color	
Tamaño células (mm.)	156 x 156		156 x 156		125 x 125		125 x 125	
Eficiencia (%)	16 - 17,5		14 - 16		12 - 14		10 - 13	
Distancias entre células	3 mm.	60 mm.	3 mm.	60 mm.	3 mm.	60 mm.	3 mm.	60 mm.
	 		 		 		 	





VIDURSOLAR S.L.

C/ del Gall, 46 - 48
 08950 Esplugues de Llobregat (BARCELONA)
 Tel. 93 371 04 50 - Fax. 93 371 74 27
 e-mail: vidursolar@vidursolar.es
 www.vidursolar.es

VIDURSOLAR es una marca comercial del Grupo de empresas VIDUR, líderes en vidrio templado y laminado desde 1962. VIDURSOLAR aprovecha la larga experiencia de VIDUR en el sector del vidrio en la construcción para fabricar un módulo fotovoltaico para integración arquitectónica que reúne propiedades superiores a los laminados tradicionales. El posicionamiento de la marca VIDUR en el sector del vidrio, ha permitido desarrollar un producto fotovoltaico aprovechando los procesos y materiales probados durante décadas obteniendo como resultado un producto de calidad inmejorable con el objetivo de garantizar la satisfacción máxima del cliente.

CRISTALES

Las células fotovoltaicas pueden laminarse e incorporarse en diversos tipos de cristal, dando respuesta a los más variados requisitos técnicos. Abajo se muestran las soluciones estándar, que pueden ser ampliadas en función de las necesidades de cada proyecto.



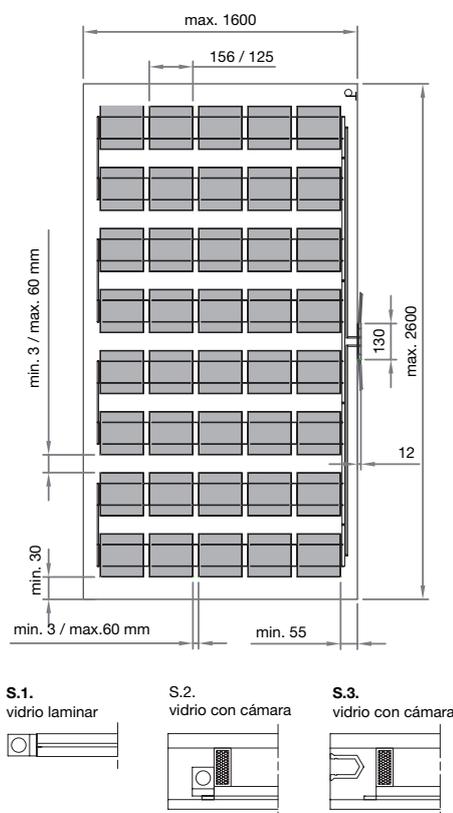
BUTIRAL DE COLOR (PVB) Y SERIGRAFIADO

La utilización de intercalarios de PVB de color y la incorporación de la serigrafías en la cara interior del cristal laminar dan múltiples opciones de diseño y tratamiento del filtro solar.



DIMENSIONES GENERALES

Las dimensiones de los módulos y la disposición de las células son variables dentro de los parámetros básicos de diseño. La posición lateral del conector da una gran versatilidad al módulo.



NORMATIVA Y CERTIFICADOS

- Cumplimiento con el reglamento eléctrico de baja tensión.
- Marcaje CE – productos de construcción. Nuestros módulos han pasado los ensayos correspondientes al cumplimiento con la norma EN 14449 y se pueden denominar “vidrio laminado de seguridad”.
- Cumplimiento con normas EN 12150, EN 12543, En 12600.
- Los módulos se diseñan y fabrican en base a la norma EN 61215 y IEC 61730 (certificados en proceso).
- Certificado y licencia para fabricar cristales con doble acristalamiento: procesos de producción y control de calidad homologados.
- Control de calidad de los procesos productivos controlados según la norma ISO 9001:2000.

Un sistema fotovoltaico está formado por diversos componentes: los paneles solares, sus conexiones mecánicas a los sistemas que los soportan e integran y sus conexiones eléctricas entre sí y al sistema eléctrico general al que pertenecen. La elección del sistema eléctrico depende de varios factores, pudiendo ser autónomo o conectado a la red general.

A continuación se describen los componentes básicos de un sistema conectado a la red.

ELECCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Dependiendo del tipo de aplicación, el sombreado y la capacidad de la instalación, se pueden diseñar dos tipos de sistema: Centralizado y Descentralizado.

El sistema centralizado es idóneo para instalaciones de cualquier tamaño con poca problemática de sombras y condiciones de orientación e inclinaciones similares.

Por otro lado el sistema descentralizado es la solución más adecuada a instalaciones con diversas condiciones de captación.

El tamaño y el tipo de subsistemas FV definen el número de inversores y el espacio adicional para la instalación.

INVERSOR

El inversor convierte la corriente continua (DC) en corriente alterna (AC), asegurando que los módulos fotovoltaicos trabajen a la máxima potencia y modulando el flujo emitido a la red general.

Para maximizar la eficiencia es importante ubicar el inversor correctamente, tratando de ventilarlo para mantener una temperatura y humedad adecuadas.

Dependiendo del tamaño del sistema y del número de inversores, se puede utilizar una habitación especial o un pequeño receptáculo.

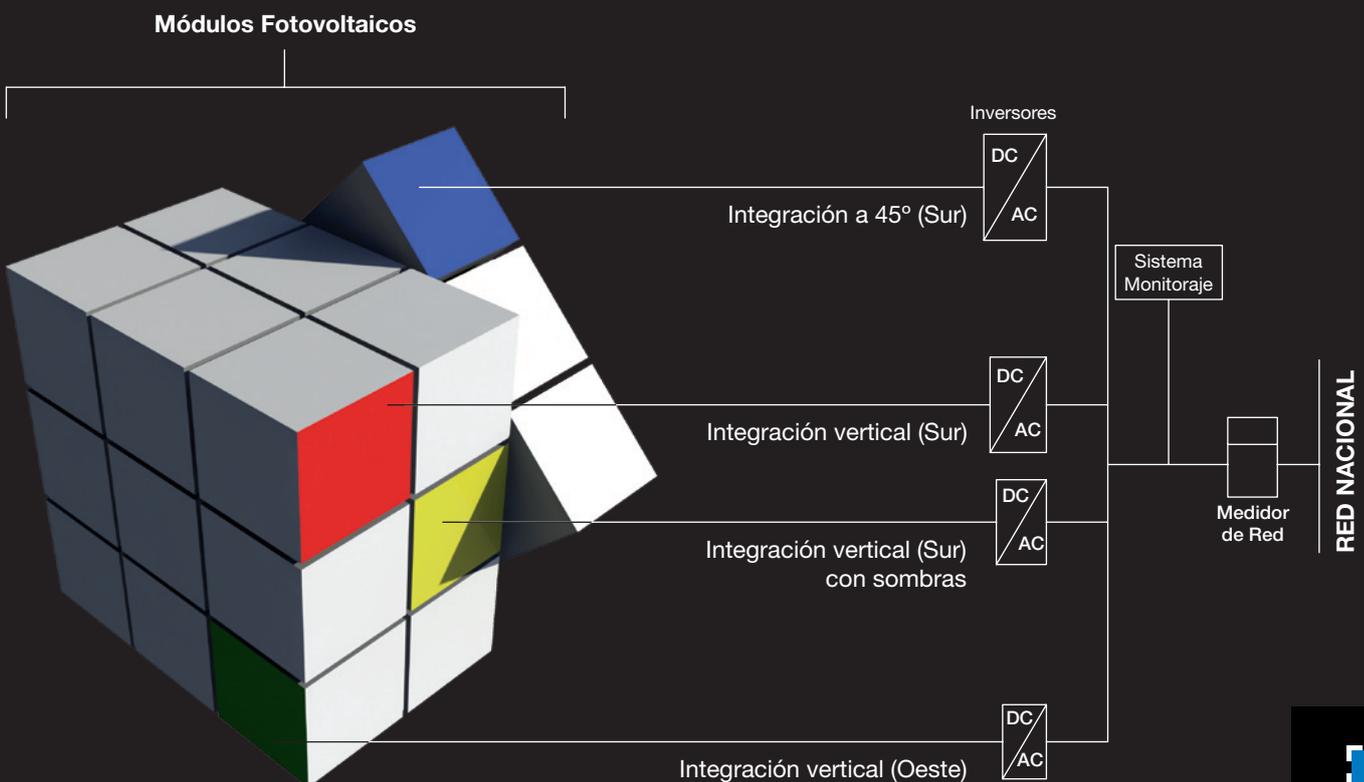
Se reducen las pérdidas cuanto más cercano sea el inversor a la red y a los módulos captadores.

MEDIDOR DE RED

Se requiere para contabilizar la energía (kwh) inyectada a la red. Debe ubicarse en un lugar visible para la compañía.

SISTEMA DE MONITORAJE

Sistema opcional que sirve para comprobar las prestaciones del sistema fotovoltaico. Hace una medición constante de la corriente continua y alterna, y de la electricidad almacenada. Las incidencias del sistema pueden de ser visualizadas remotamente a través de Internet.



Consideraciones económicas

Diferentes países europeos han establecido una serie de incentivos, en forma de tarifas reguladas, para la producción de energía eléctrica por medio de sistemas fotovoltaicos.

Los estados garantizan estas tarifas durante períodos que van desde los 10 hasta los 25 años.

PAY BACK

Se denomina PAY BACK al tiempo mínimo necesario para recuperar la inversión económica de la instalación fotovoltaica.

Es conveniente contextualizar este balance en el conjunto del proceso constructivo y la vida útil de un edificio:

El coste inicial de un sistema fotovoltaico integrado (BIPV), en comparación al de otros sistemas tradicionales, es superior. No obstante, una comparación a largo plazo muestra que la capacidad de producción eléctrica del BIPV permite amortizar la inversión y generar beneficios, como se muestra en el siguiente gráfico.

TIPOLOGÍA DE LAS INSTALACIONES

TIPO I Instalaciones dedicadas a usos residencial, de servicios, comercial o industrial. Instalaciones ubicadas sobre estructuras fijas de soporte: cubiertas de aparcamiento o nombramiento.

TIPO I.1 < 20kW

TIPO I.2 > 20kW

TIPO II Instalaciones sobre suelos y superiores a 10 MW.

La tarifa regulada que le sea de aplicación a una instalación, de acuerdo con el REAL DECRETO 1578/2008 se mantendrá durante un plazo de 25 AÑOS a contar desde la fecha de inscripción en el registro de preasignación o a la puesta en marcha de la instalación.

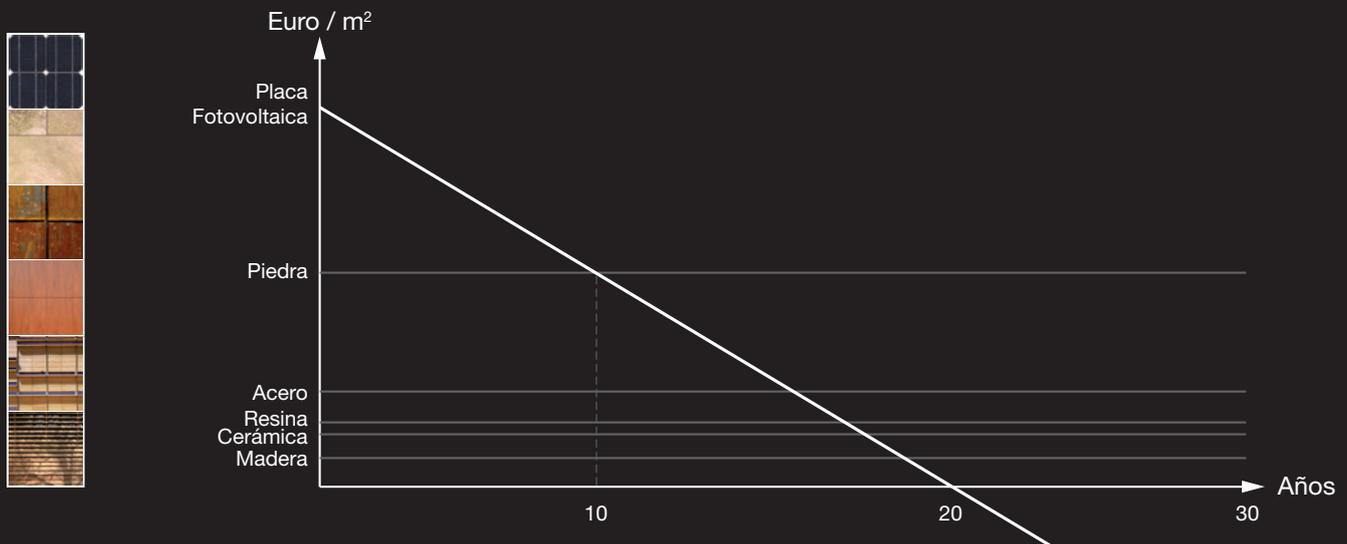
TARIFAS

Las nuevas retribuciones de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica vienen definidas en el RD 1578/2008, de 26 de Septiembre.

Este decreto contempla que la tarifa regulada de aplicación a una instalación se mantendrá durante un plazo de 25 AÑOS.

Tarifas en España (26 septiembre 2008)

TIPO I	TIPO I.1.	0,34 €/KWh
	TIPO I.2.	0,32 €/KWh
TIPO II		0,32 €/KWh



INTRODUCCIÓN A ESTUDIO DE VIABILIDAD

Es necesario contextualizar la integración fotovoltaica en el balance energético general del edificio.

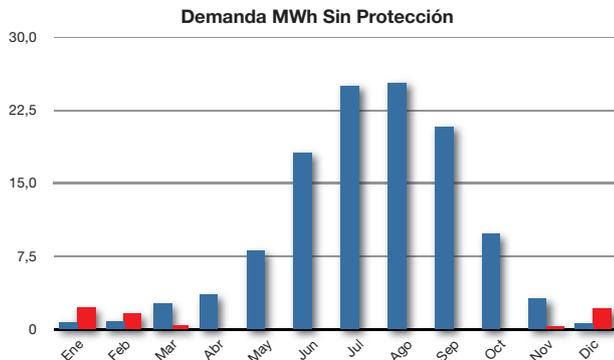
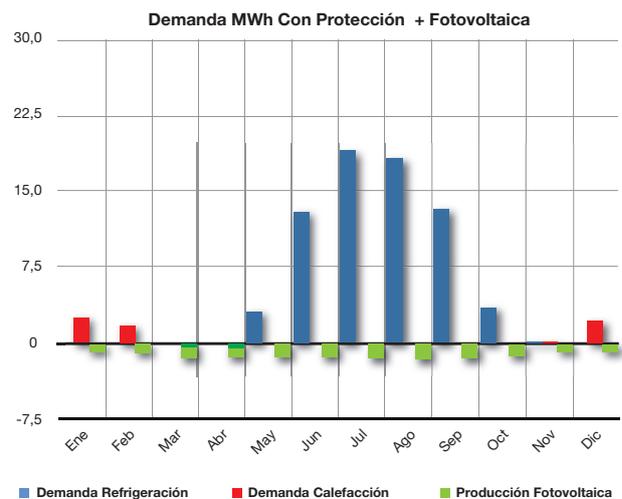
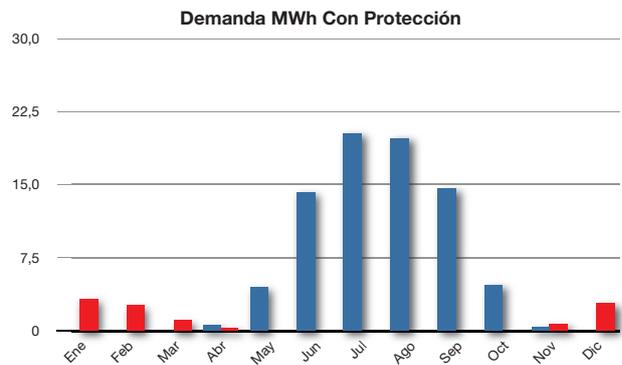
Un primer paso es la optimización del diseño pasivo, con las protecciones y filtros solares que eviten el sobrecalentamiento, disminuyendo la demanda de refrigeración.

La integración fotovoltaica puede formar parte de esta estrategia pasiva.

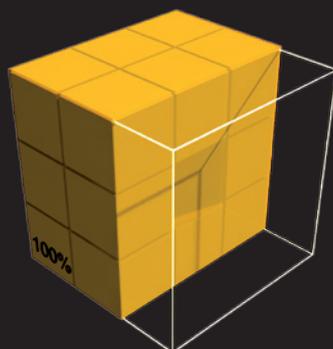
Por otro lado, la producción eléctrica fotovoltaica, como sistema activo, contribuye a mejorar el balance energético y a disminuir las emisiones de CO₂.

Ambas estrategias combinadas suponen una mejora considerable en la eficiencia energética del edificio y un importante ahorro económico.

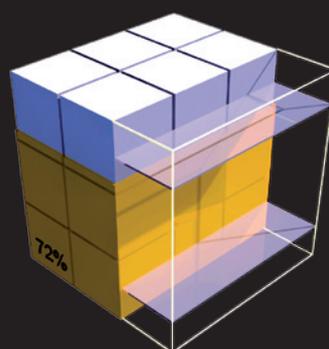
A continuación se utiliza como ejemplo un estudio elaborado para el edificio de oficinas de Fecsa-Endesa en Girona.



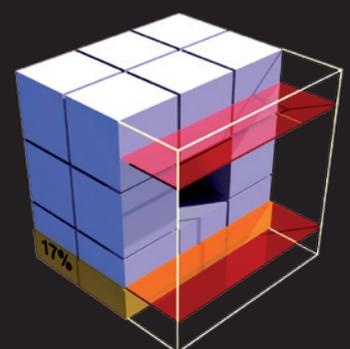
Repercusión económica del balance energético de un edificio de oficinas



Sin ningún sistema de protección solar



Con brise-soleil (sistema pasivo)



Con brise-soleil fotovoltaico (sistema pasivo + activo)

Emisiones de CO ₂ (Kg.)		
Sin proteccion	Con protecciones	Con proteccion + Fotovoltaica
24437,63	17598,23	10203,12

Código Técnico de la Edificación (CTE - HE)

El Código Técnico de la Edificación en España contiene documentos específicos acerca del ahorro energético en la edificación (HE : ahorro de energía). Entraron en vigor progresivamente entre el 2006 y el 2008.

HE: ahorro de energía	
HE 1	Limitación demanda energética
HE 2	Rendimiento de las instalaciones
HE 3	Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación
HE 4	Contribución solar mínima de acs
HE 5	Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

ÁMBITO DE APLICACIÓN Y COEFICIENTE DE USO

Los edificios deberán incorporar sistemas de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos cuando superen los límites de la tabla siguiente.

Ámbito de Aplicación	
Tipo de Uso	Límite de Aplicación
Hipermercado	5.000 m ² construidos
Multitienda y centros de ocio	3.000 m ² construidos
Nave de almacenamiento	10.000 m ² construidos
Administrativos	4.000 m ² construidos
Hoteles y hostales	100 plazas
Hospitales y clínicas	100 camas
Pabellones , recintos feriales	10.000 m ² construidos

Coeficientes de uso		
Tipo de Uso	A	B
Hipermercado	0,001875	-3,13
Multitienda y centros de ocio	0,004688	-7,81
Nave de almacenamiento	0,001406	-7,81
Administrativos	0,001223	1,36
Hoteles y hostales	0,003516	-7,81
Hospitales y clínicas	0,000740	3,29
Pabellones , recintos feriales	0,001406	-7,81

CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

Las potencias eléctricas que se recogen tienen el carácter de mínimos pudiendo ser ampliadas voluntariamente por el promotor o como consecuencia de disposiciones dictadas por las administraciones competentes.

La potencia pico a instalar se calcula mediante la siguiente fórmula : $P = C \times (A \times S + B)$.

P:	La potencia pico a instalar [KWp];
A y B:	Los coeficientes definidos en la tabla 2.1 en función del uso del edificio;
C:	El coeficiente definido en la tabla 2.2 en función de la zona climática en el apartado 3.1
S:	La superficie construida del edificio [m ²].

Radiación Solar Global		
Zona Climática	MJ / m ²	KWh / m ²
I	H < 13,7	H < 3,8
II	13,7 ≤ H < 15,1	3,8 ≤ H < 4,2
III	15,1 ≤ H < 16,6	4,2 ≤ H < 4,6
IV	16,6 ≤ H < 18,0	4,6 ≤ H < 5,0
V	H ≥ 18,0	H ≥ 5,0

Coeficiente Climático

Zona Climática	C
I	1
II	1,1
III	1,2
IV	1,3
V	1,4

En edificios de nueva construcción y rehabilitación la potencia pico mínima a instalar será de 6.25kWp. La disposición de los módulos se hará de tal manera que las pérdidas debidas a la orientación, inclinación y sombras del sistema sean inferiores a los límites indicados en la tabla siguiente:

Pérdidas límite			
Caso	Orientación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	10 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

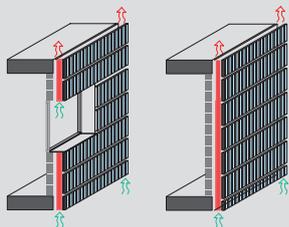
* Los módulos se consideran integrados cuando substituyen elementos constructivos convencionales y forman parte de la composición del edificio, cumpliendo así un doble función, energética y arquitectónica.

CÁLCULO

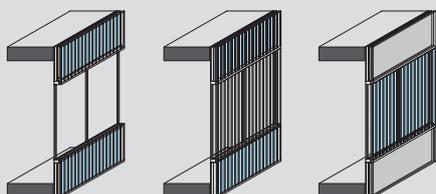
En función de los parámetros siguientes se realizará el cálculo final de las necesidades:

- Zonas climáticas
- Condiciones generales de la instalación
- Pérdidas por orientación, inclinación y sombras

Sistemas de fachadas MX



Fachada MX ventilada, muro ciego.

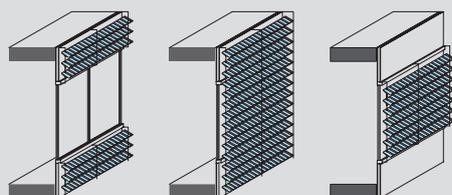


Fachada MX parrilla tradicional
 Fachada MX trama horizontal
 Fachada MX pasos de forjado
 Fachada MX SSG



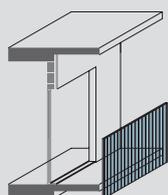
Fachada MX lucernario

Sistemas de fachadas MX + lama fotovoltaica



Lama fotovoltaica SUNEAL

Barandilla GYPSE



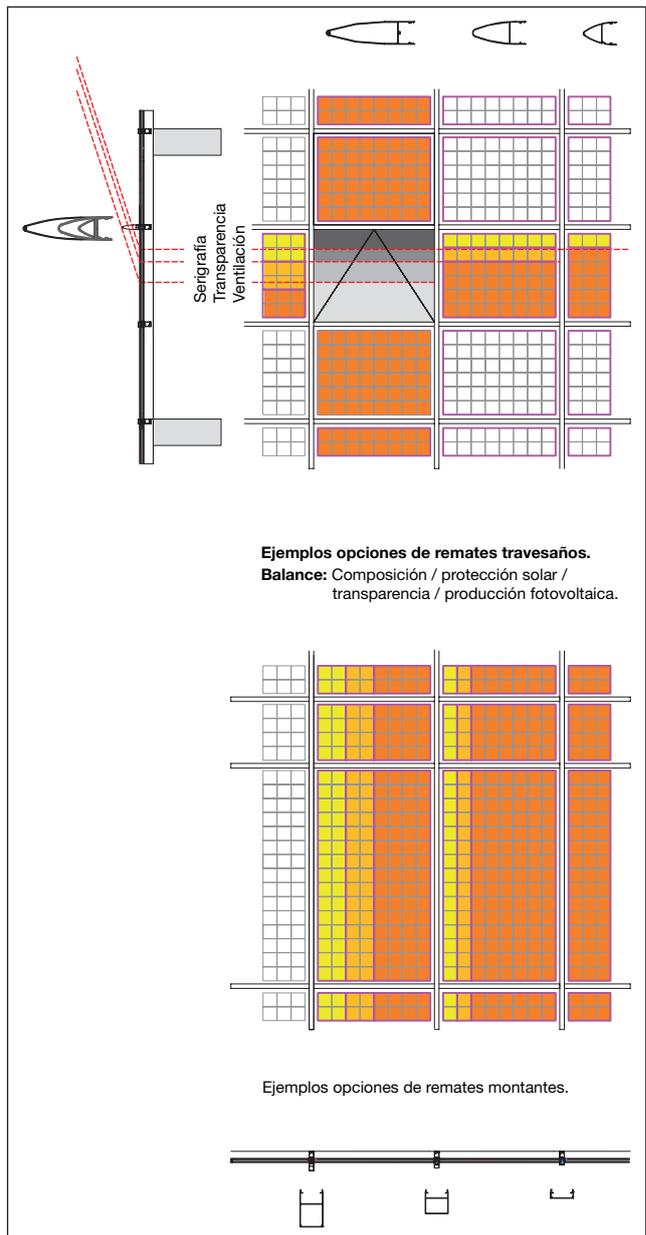
Barandilla Gypse relleno total

Recomendaciones de diseño

La integración fotovoltaica en sistemas de cerramientos y de carpintería de aluminio introduce una opción más para el diseño arquitectónico de fachadas. Puede utilizarse una amplia gama de perfiles y sistemas. Al proceso habitual de diseño se añade simplemente una lógica complementaria, teniendo en cuenta la orientación, la proyección de sombras y la optimización de la producción energética.

Existe una gran variedad de productos Fotovoltaicos con características estéticas y constructivas para su integración en los sistemas Technal. Esta variedad permite una flexibilidad en la selección de la tecnología más adecuada para cada proyecto, respondiendo a las exigencias de los arquitectos.

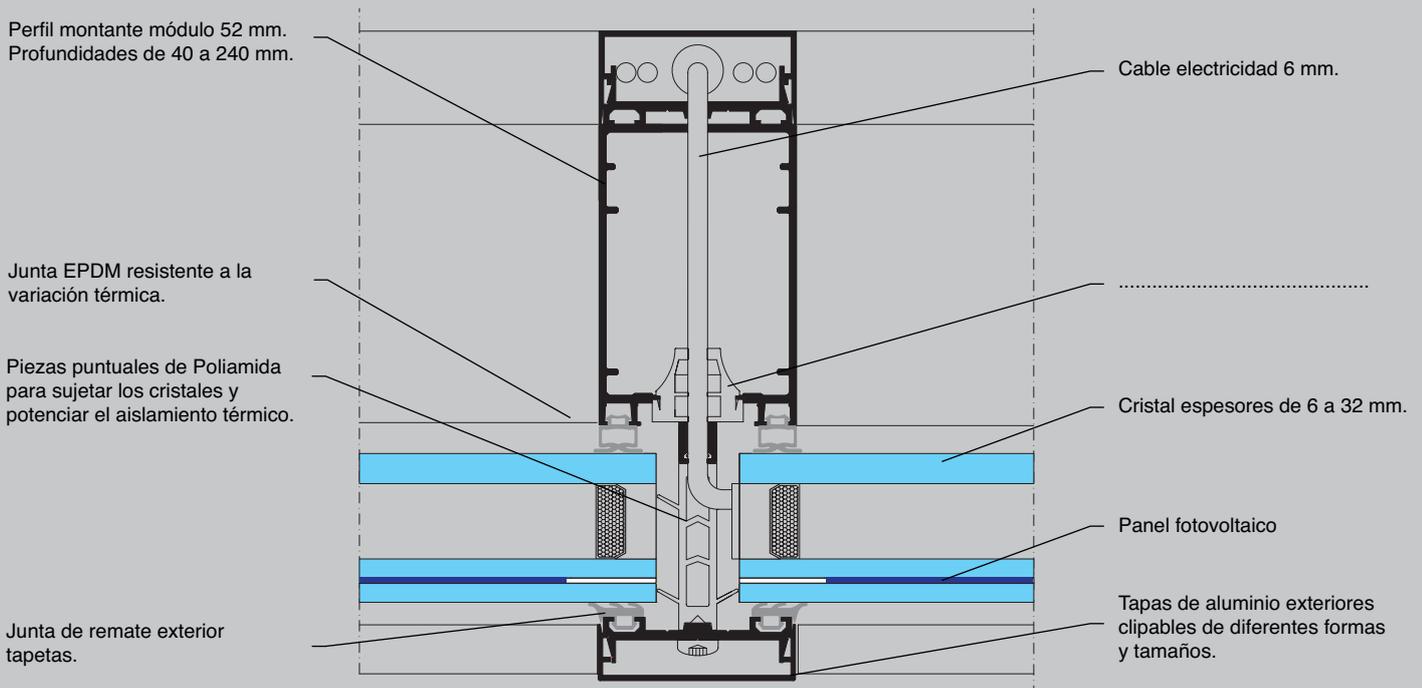
Detectando los puntos de óptimo rendimiento Fotovoltaico y las opciones estéticas de su integración, existe gran variedad de posibilidades de tratar las superficies no rentables con serigrafías o células FV inactivas para mantener una unidad estética de toda la solución y al mismo tiempo equilibrando los costes y las prestaciones.



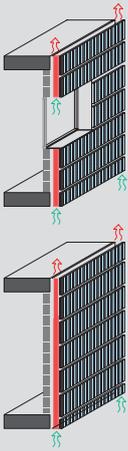
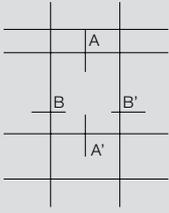
Secciones

Perfil Tipo

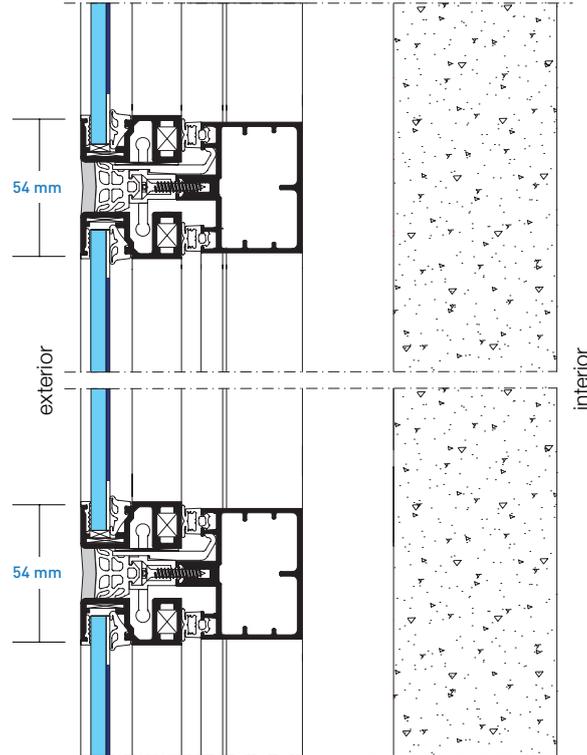
Muestra todas las piezas que pueden encontrarse en una fachada de Terchnal con integración fotovoltaica. Le será útil para interpretar mejor las secciones que se presentan en cada serie.



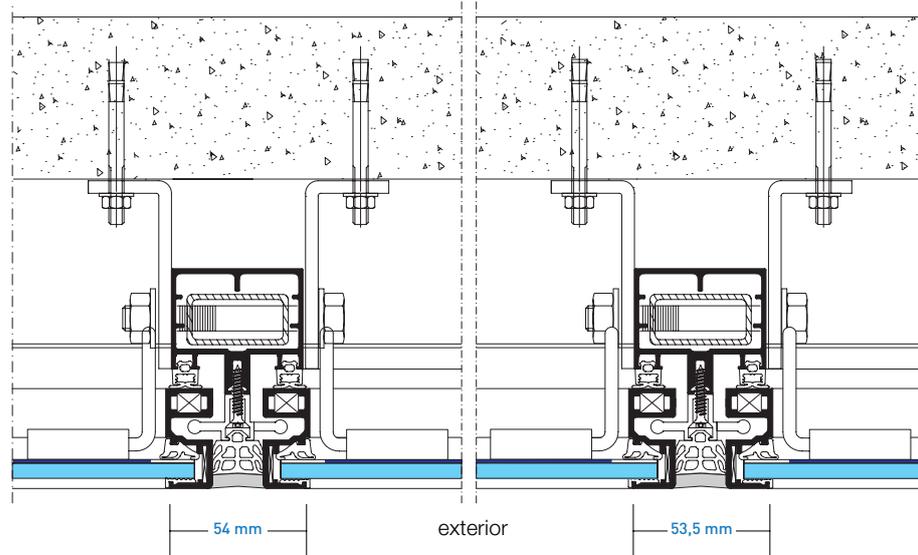
Fachada ventilada muro ciego



sección vertical (A A')

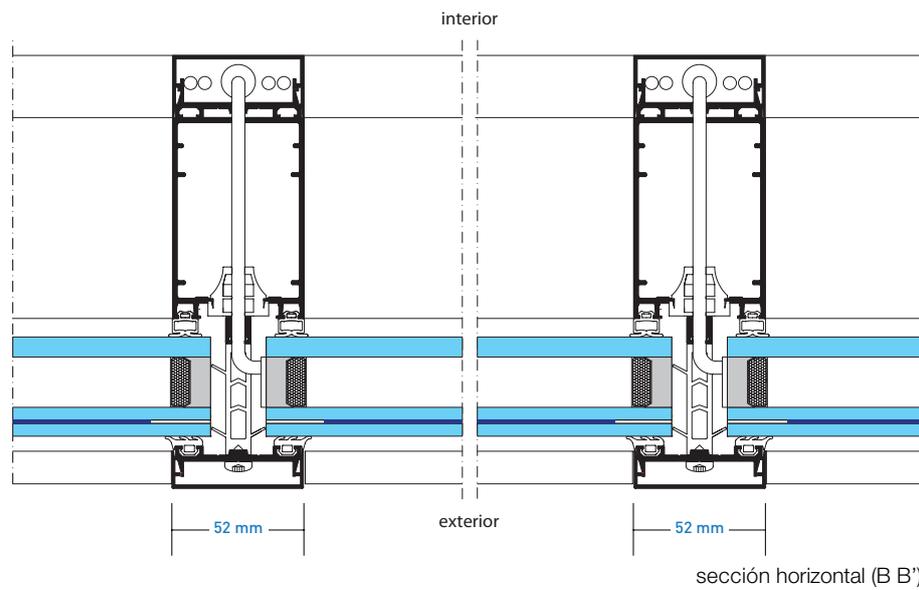
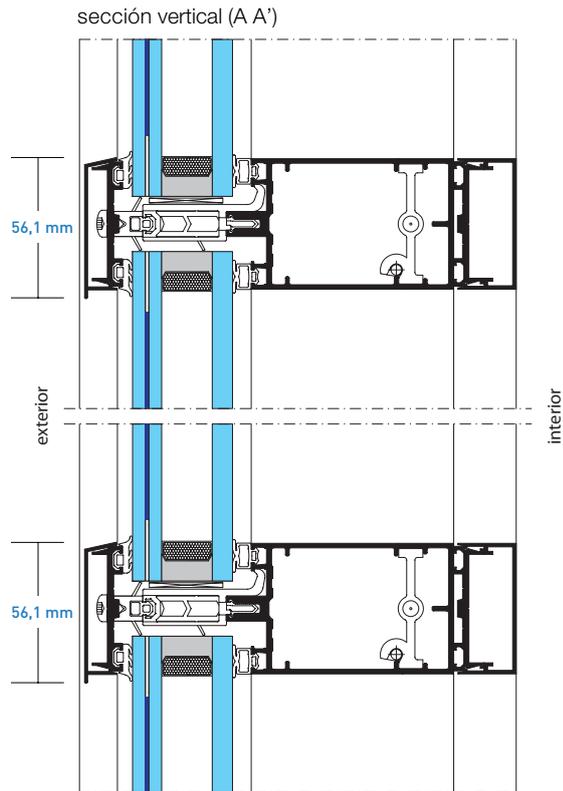
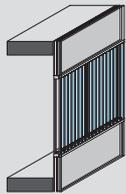
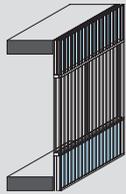
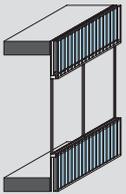
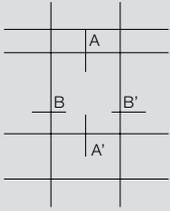


interior

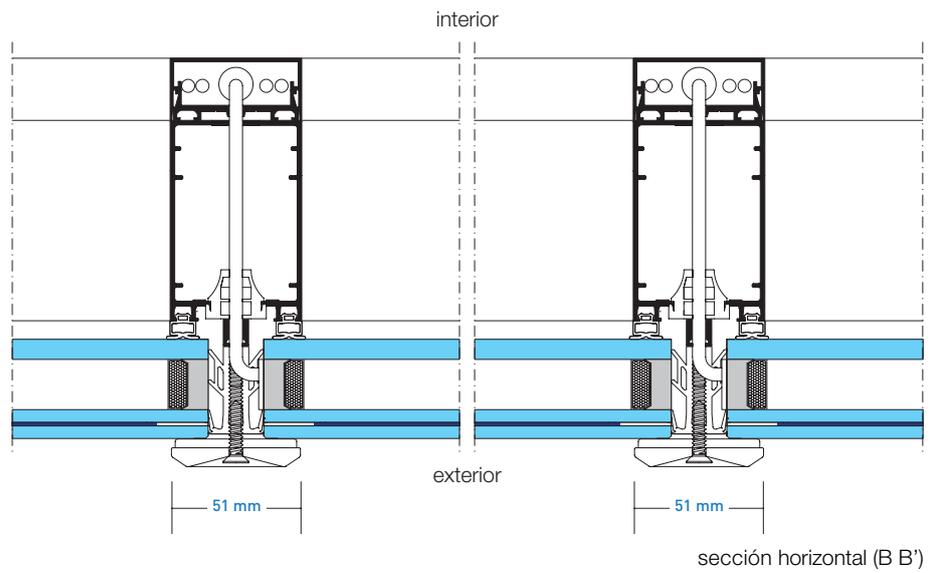
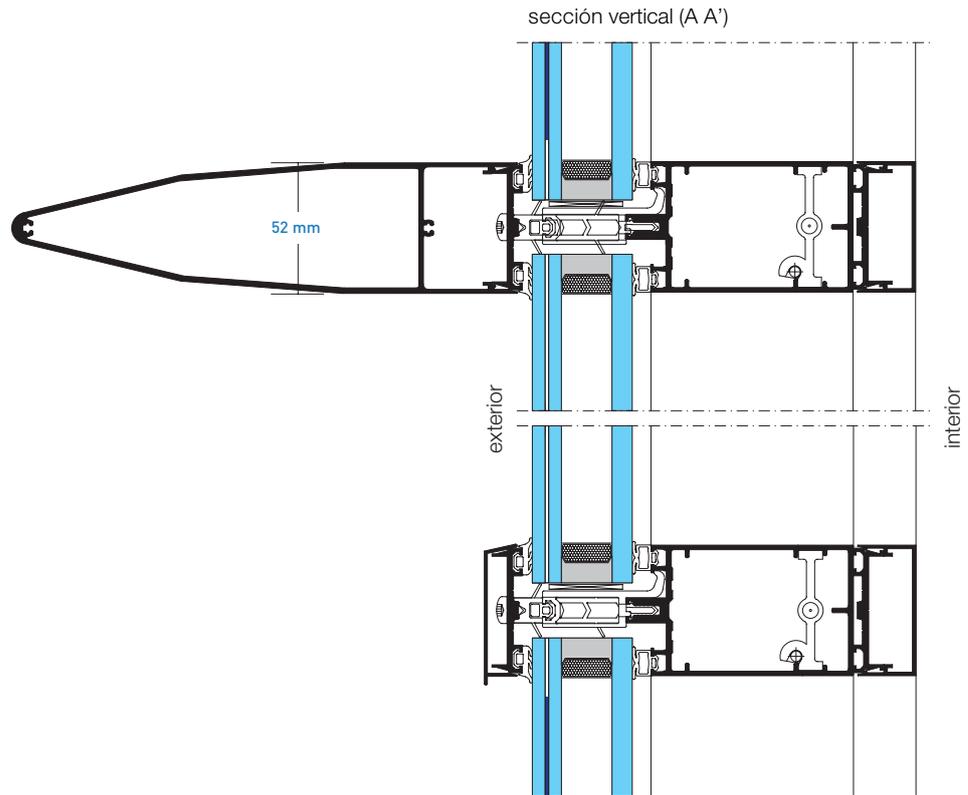
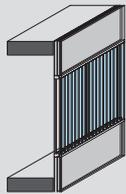
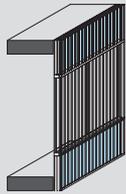
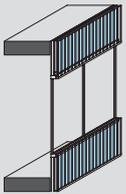
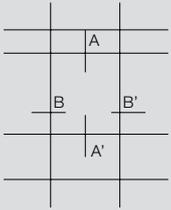


sección horizontal (B B')

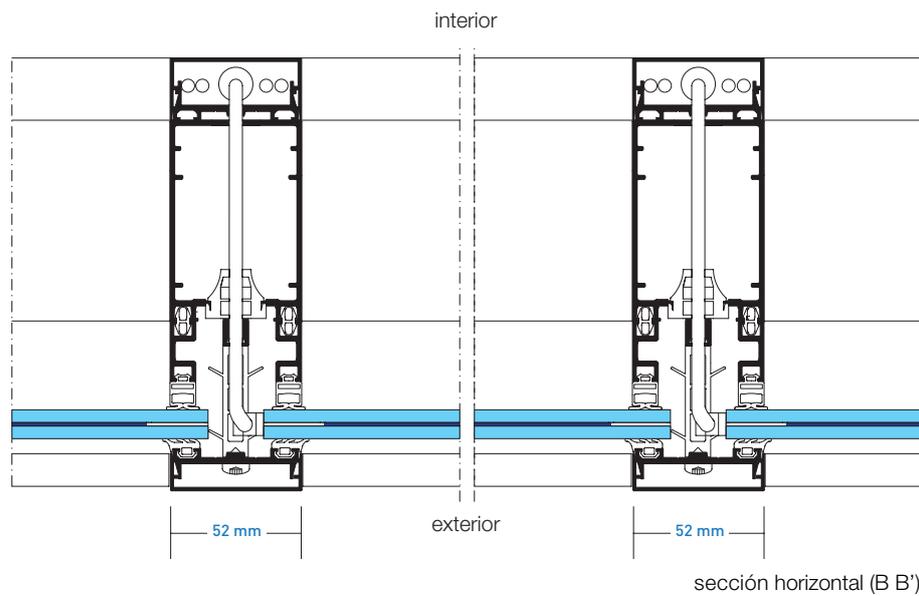
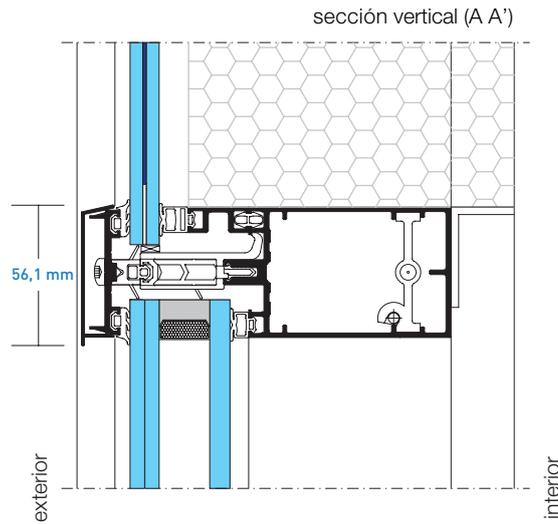
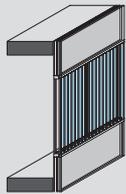
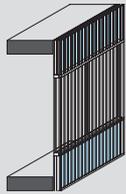
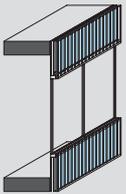
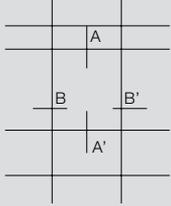
Fachada MX
parrilla tradicional



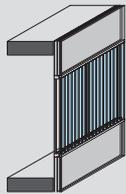
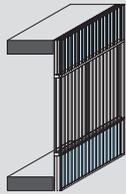
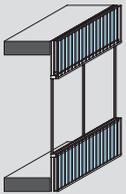
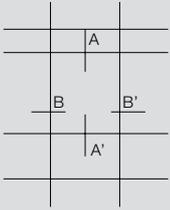
Fachada MX
trama horizontal



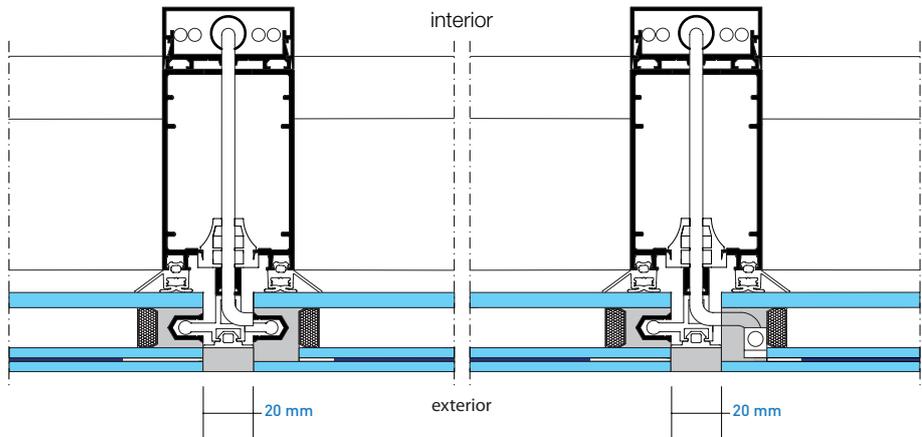
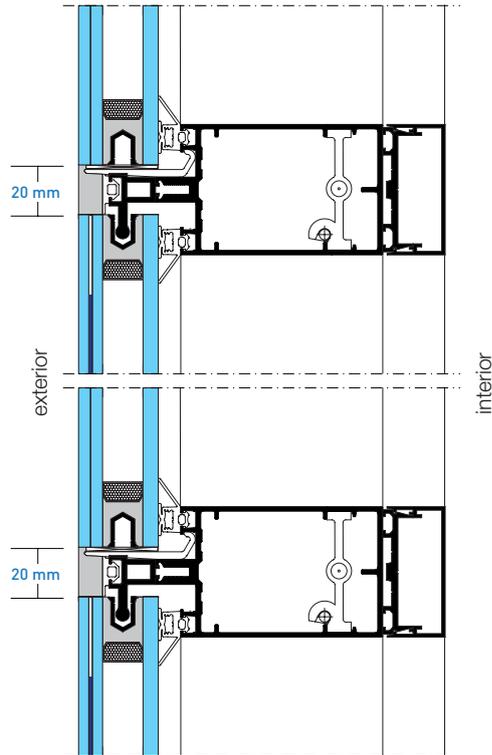
Fachada MX
parilla tradicional
pasos de forjado



Fachada MX
SSG

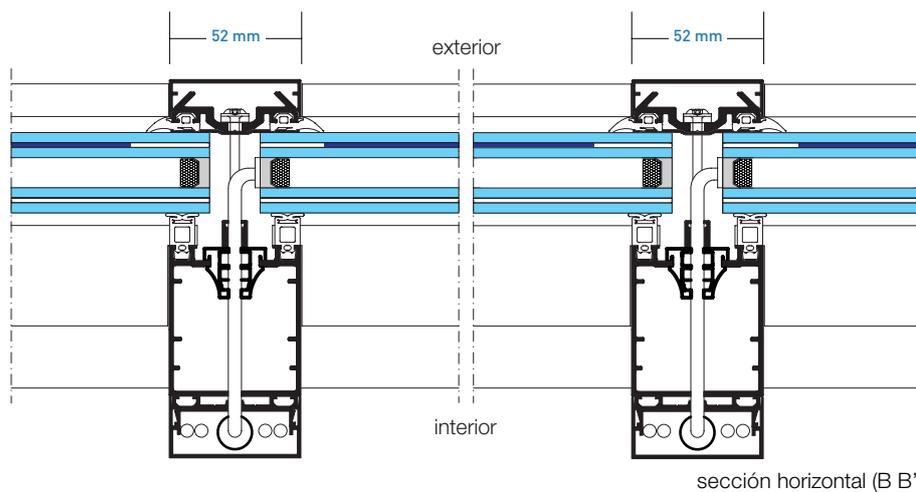
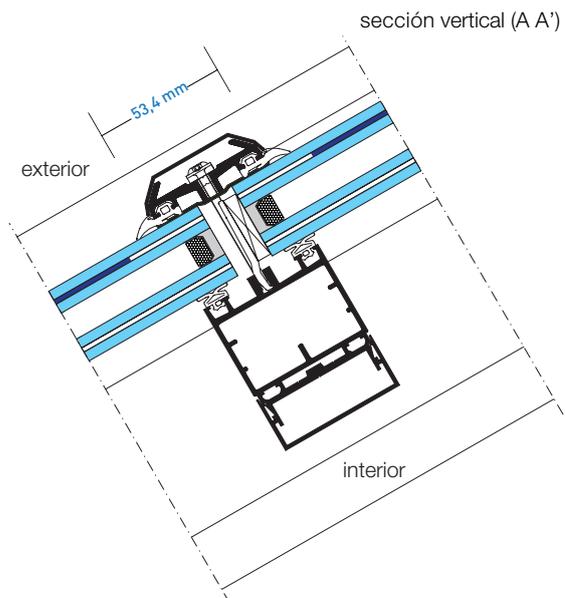
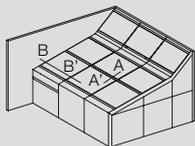


sección vertical (A A')

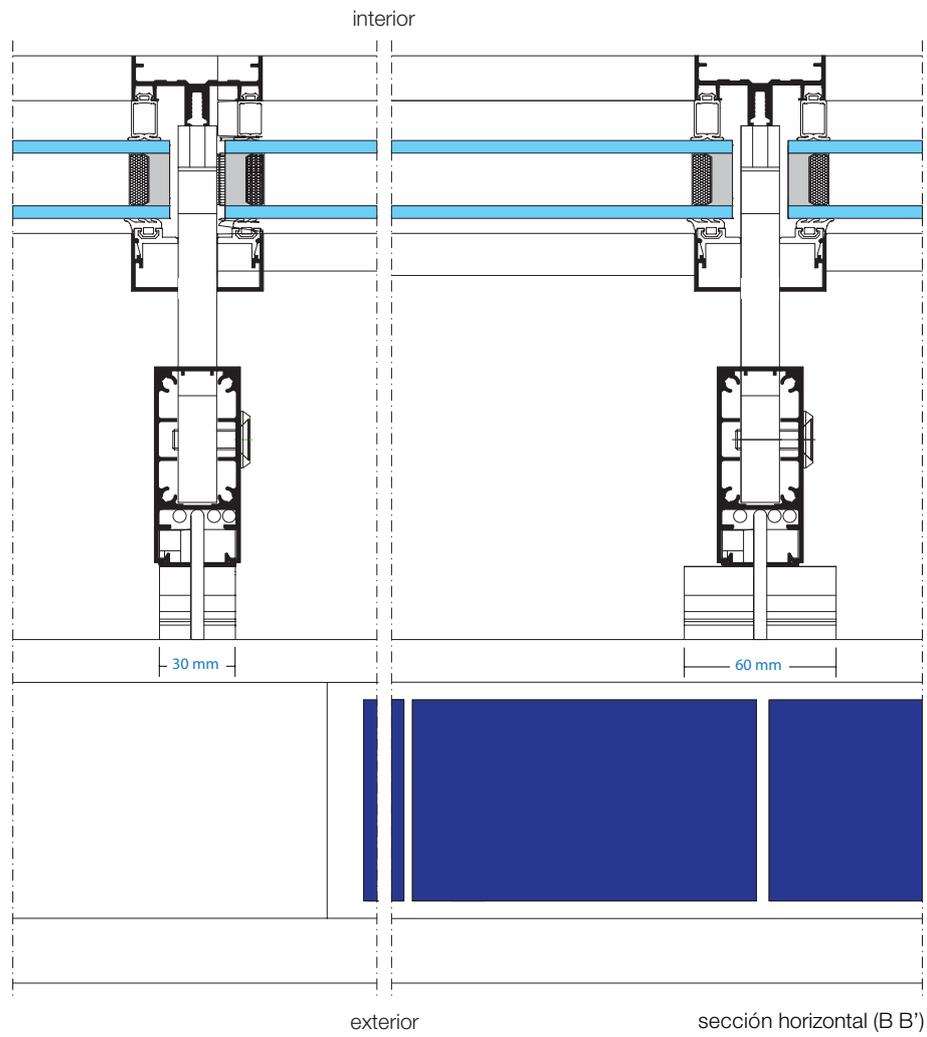
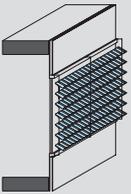
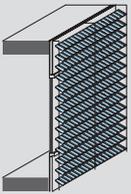
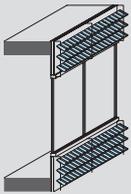
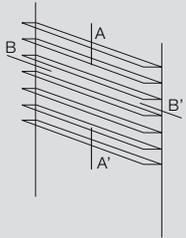


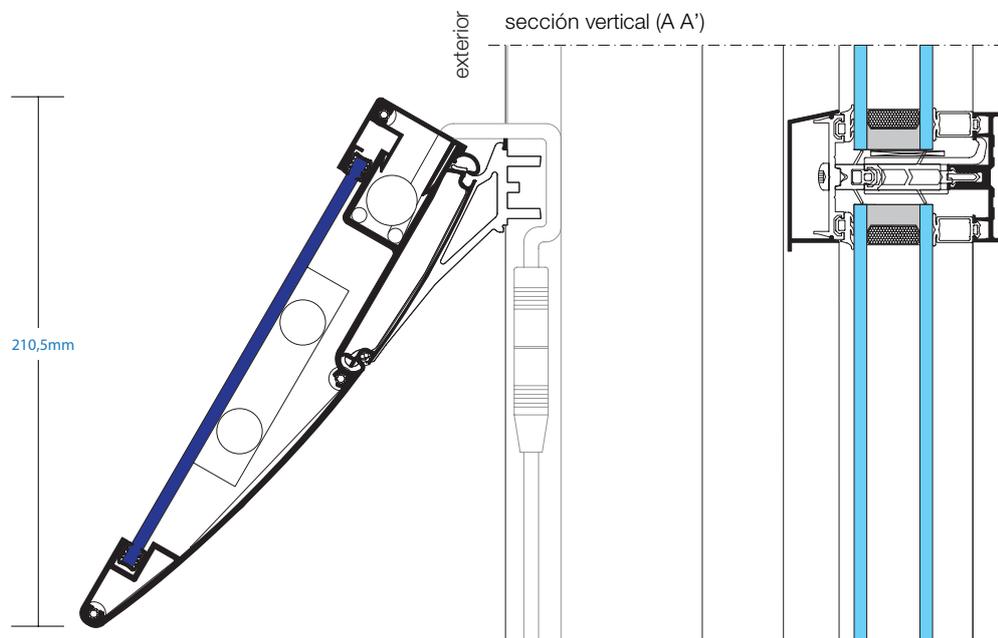
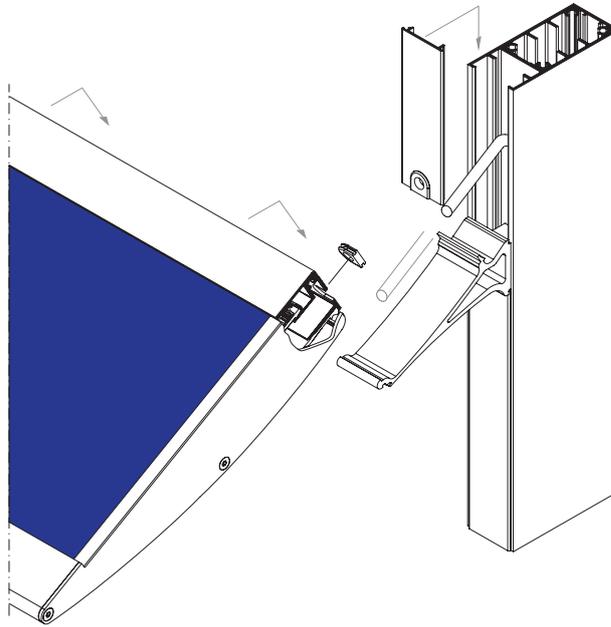
sección horizontal (B B')

Fachada MX lucernario

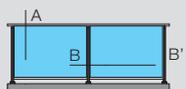


Lama Suneal fija sobre estructura muro cortina

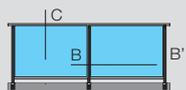




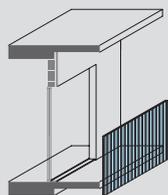
Barandilla Gypse relleno total



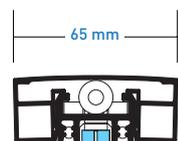
A'



C'

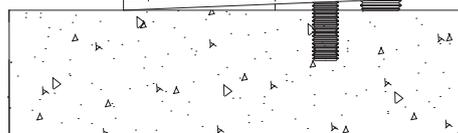


sección vertical (A A')

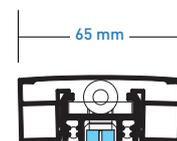


exterior
interior

50 mm

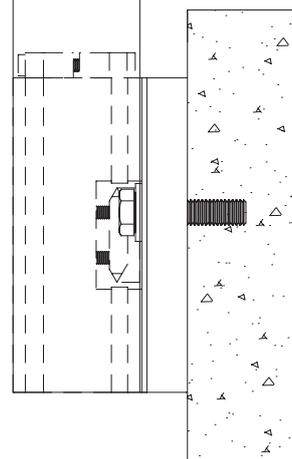


sección vertical (C C')

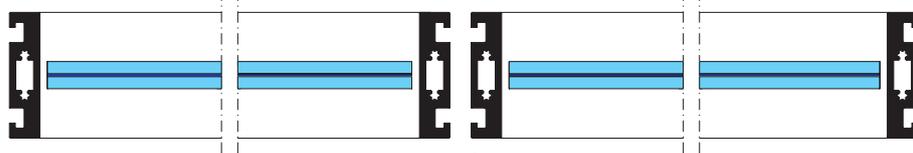


exterior
interior

50 mm



interior



exterior

sección horizontal (B B')

Con la colaboración de:

Contexto medioambiental e Introducción a la integración fotovoltaica:

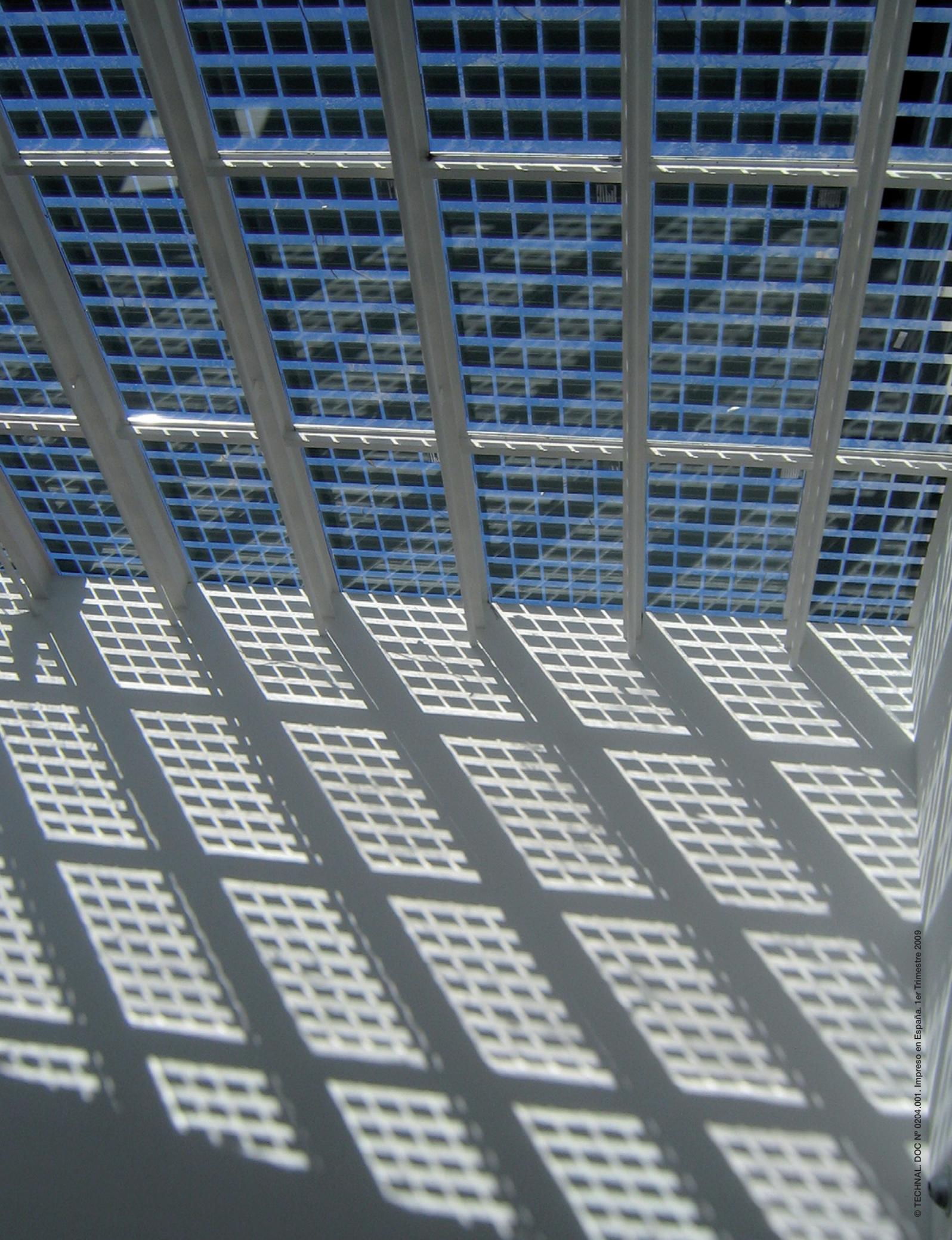
UPC, ETSAV, CISOL, Torsten Maseck (Arquitecto)

Clasificación Arquitectónica:

UPC, EPSEB, CAII, Oriol París (Arquitecto)

Módulos fotovoltaicos:

VIDURSOLAR S.L. (Ver ficha técnica en Características del producto y prestaciones).



© TECHNAL. DOC N° 0204.001. Impreso en España. 1er Trimestre 2009

Technal es una marca de



HYDRO