

# Instalaciones Fotovoltaicas

## Aspectos prácticos para instaladores



## Instaladores fotovoltaicos en Europa

Las políticas Europeas de Energía y Cambio Climático, junto con el apoyo de las legislaciones de los Estados miembro de la Unión Europea (EM de UE) se han traducido en un gran crecimiento del mercado fotovoltaico, alcanzando una capacidad instalada de 39.600 MW a finales de 2010. Según las previsiones de la industria, para el año 2030 se prevé una capacidad total instalada de más de 600 GW, en los EM de la UE.

La aplicación de las tecnologías fotovoltaicas requiere, sin embargo, técnicos altamente cualificados para su instalación, reparación y mantenimiento. Hasta ahora, los mercados nacionales han crecido a un ritmo más rápido de lo que los instaladores fotovoltaicos cualificados pueden satisfacer. La escasez de mano de obra cualificada puede resultar una amenaza para la industria fotovoltaica. Para hacer frente a los retos del mercado, es necesario desarrollar sistemas adecuados de educación y formación, así como esquemas de

certificación que validen las competencias de los instaladores; a fin de garantizar una instalación eficaz y el buen funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos instalados.

Los esquemas de certificación pueden ofrecer garantías de que el instalador tiene la capacidad (organización, competencia y equipo) para completar una instalación fotovoltaica de forma segura y eficaz. En este sentido, la reciente **Directiva de la UE 2009/28/CE** está exigiendo a los Estados miembro un programa de certificación común. Además, las partes interesadas (fabricantes, desarrolladores, inversores) buscan competencias certificadas y asegurar la calidad en todas las fases de una instalación fotovoltaica (diseño, instalación y mantenimiento).



## La iniciativa PVTRIN

La iniciativa PVTRIN se centra en el desarrollo de una formación adecuada y de un plan de certificación para los técnicos que trabajan en la instalación y el mantenimiento de pequeñas instalaciones fotovoltaicas, y establece las bases para la adopción de un plan de certificación común reconocido en Estados miembro de la Unión Europea. La formación PVTRIN y el programa de certificación, creando mano de obra cualificada, apoya a la industria fotovoltaica europea a abordar la necesidad de técnicos especializados. En un principio se llevará a cabo en 6 países: Grecia, Bulgaria, Croacia, Chipre, Rumania y España, incorporando a la legislación nacional, las necesidades del mercado y los requisitos del sector fotovoltaico.

Este plan incorpora los criterios establecidos por la Directiva 2009/28/CE aplicables a los planes de cualificación y a los cursos certificados de formación en cada Estado miembro, y proporcionará un instrumento de apoyo para cumplir con sus obligaciones en certificaciones reconocidas para instaladores de energías renovables antes del 31/12/2012. Con el fin de incorporar las necesidades reales del mercado, de lograr un consenso y de asegurar el mayor apoyo posible, se ha involucrado a los principales grupos interesados en la transferencia de experiencia al mercado y en el asesoramiento.

**PVTRIN**  
INSTALLER CERTIFICATION

Supported by  
**INTELLIGENT ENERGY**  
EUROPE 

## Beneficios para los instaladores, la industria fotovoltaica y la sociedad

- Creando mano de obra cualificada; PVTRIN apoya a la [industria fotovoltaica europea](#) a abordar la necesidad de técnicos cualificados. El aumento de la confianza de los inversores llevará al crecimiento del mercado fotovoltaico.
- Los [instaladores](#) certificados, podrán demostrar su competencia y calidad de trabajo a sus potenciales clientes, y obtendrán una ventaja competitiva profesional, con la mejora de sus habilidades y conocimientos técnicos. La certificación proporciona el "pasaporte" para el mercado de trabajo de la Unión Europea.
- Los [desarrolladores e ingenieros](#) se beneficiarán de la existencia de instaladores cualificados. La participación de estos en sus proyectos de energía fotovoltaica tendrá como consecuencia instalaciones eficientes, menos fallos técnicos y clientes satisfechos.
- Los [inversores en fotovoltaica](#) aumentarán su confianza en que los niveles de calidad, rendimiento y mantenimiento de sus sistemas fotovoltaicos sean los adecuados.
- Las [autoridades nacionales](#) encontrarán un instrumento de apoyo para cumplir sus obligaciones en cuanto a las certificaciones reconocidas para instaladores de energías renovables.
- La [sociedad entera](#) se beneficiará, ya que una mayor penetración de la fotovoltaica en el mix de energía reducirá las emisiones de gases de efecto invernadero, mejorando la calidad de vida del ciudadano.

## INDICE

---

1. Introducción: mercado fotovoltaico / evolución de la tecnología fotovoltaica	4
2. La instalación Fotovoltaica - Más que una instalación eléctrica típica	5
3. Conceptos básicos de la tecnología	6
4. Alternativas de instalación	7
5. La energía fotovoltaica en la edificación	8
5.1 BAPV (Sistemas Fotovoltaicos Aplicados al Edificio)	8
5.2 BIPV (Sistemas Fotovoltaicos Integrados en el Edificio)	8
5.3 Instalaciones fotovoltaicas integradas en edificios de una forma fácil y rápida	9
6. Ciclo de Vida: Diseño – Instalación – Operación – Mantenimiento – Reciclaje	10
6.1 Diseño	11
6.2 Montaje de la Instalación	12
6.3 Operación y Mantenimiento	13
6.4 Reciclaje	14
7. Ejemplos de Instalaciones en edificios (BAPV, BIPV)	15
8. Política y Legislación de la Unión Europea	17
8.1 Legislación española	18
Agradecimientos	19
Bibliografía / Referencias	19

---

## Alcance /objetivos de la publicación

Esta publicación, desarrollada en el marco del Proyecto Europeo PVTRIN, presenta una visión general sobre conceptos básicos de energía fotovoltaica e introduce las principales etapas de la vida de una instalación fotovoltaica típica. También proporciona ejemplos de éxito de instalaciones fotovoltaicas de pequeña escala en Europa, y está diseñada para informar no sólo a instaladores fotovoltaicos, sino también las autoridades locales, ingenieros, desarrolladores y usuarios finales. También tiene como objetivo motivar a los instaladores fotovoltaicos a actualizarse de forma continua en sus habilidades y conocimientos técnicos con respecto a la última tecnología, y a recibir la formación certificada. Una certificación reconocida permite a los instaladores fotovoltaicos demostrar su competencia y calidad de trabajo a los potenciales clientes, y les otorga una ventaja competitiva profesional.

# 1. Introducción: Mercado fotovoltaico/evolución de la tecnología fotovoltaica

La fotovoltaica aprovecha la energía del sol, una fuente gratuita e infinita de energía. La radiación del sol que recibe la superficie de la Tierra contiene 2.000 veces la energía total que se consume cada año en el mundo. La energía solar junto a otras energías renovables - eólica, biomasa, solar térmica, así como geotérmica, - podrían contribuir a un suministro 100% renovable y 100% fiable de energía limpia y verde.

El «efecto fotovoltaico», por el cual un semiconductor genera una corriente directa (corriente continua) cuando se expone a la luz, fue descubierto por Becquerel en 1839 y constituye la base de la energía fotovoltaica moderna, introduciendo una nueva forma de obtener energía del sol.

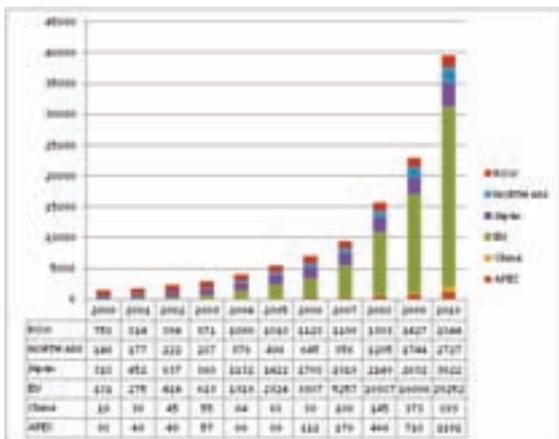
En la década de los 80, los primeros sistemas fotovoltaicos fueron **sistemas aislados de baja potencia en viviendas**, que suministraban pequeñas cantidades de electricidad a hogares individuales sin acceso a una red eléctrica, en los países en desarrollo. A pesar de que este mercado tuvo gran importancia social en esa época, era limitado.

En la década de los 90 el mercado fotovoltaico comenzó a crecer de manera significativa debido a la transición hacia los **sistemas conectados a la red** en el mundo desarrollado.

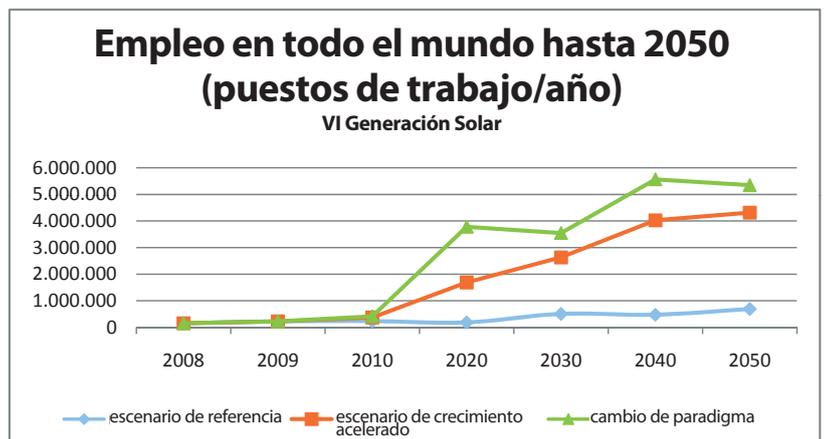
Esto estimuló al mercado para impulsar a la fotovoltaica más rápido a lo largo de su curva de aprendizaje, dando lugar a una reducción de precios y a un aumento de la producción total. Este cambio fue, además apoyado por un aumento de la conciencia entre los gobiernos de la importancia de las energías renovables para combatir el cambio climático, y por el creciente entusiasmo de las personas y empresas por instalar sistemas de integración arquitectónica (BIPV), a pesar de que el precio de la energía solar todavía no era competitivo. Las empresas eléctricas empezaron a aceptar que el flujo de electricidad ya no era “de un solo sentido”, permitiendo a los clientes ser proveedores y consumidores, e introduciendo tarifas para la inyección de electricidad en la red de nuevo. Los mecanismos de apoyo de los gobiernos para sistemas conectados a la red han sido cruciales para el mercado fotovoltaico.



La adopción de instalaciones renovables a gran escala, requiere un número importante de personal capacitado. La industria PV estima que se crean 30 empleos por MW instalado, unos 15 en la producción y otros 15 en el proceso de instalación. En 2010, más de 150.000 personas estaban empleadas directamente por la industria fotovoltaica de la UE. Para el año 2030, en una hipótesis avanzada, 3,5 millones de empleos a tiempo completo habrán sido creados por el desarrollo de la energía solar en todo el mundo, siendo más de la mitad en la comercialización e instalación de sistemas. En el año 2015 en la UE, 465.000 personas podrían ser empleadas por la industria fotovoltaica en Europa, incluyendo instaladores. En 2020, 900.000 personas llegando a alrededor de 1.000.000 en 2040.



Mercado fotovoltaico acumulado 2000-2010. Fuente: EPIA



## 2. La instalación Fotovoltaica - Más que una instalación eléctrica típica

### TECNOLOGÍA



La tecnología fotovoltaica permite generar electricidad a partir de la luz solar. La electricidad puede ser entonces vendida a la red o utilizarse in situ. En Europa, las aplicaciones de más rápido crecimiento son los sistemas conectados a la red, debido a la extendida cobertura de la red eléctrica, la flexibilidad de los sistemas conectados a la red y la reducción general de los costes requeridos.

### PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

La producción de energía de un sistema fotovoltaico depende de varios factores que incluyen la ubicación, orientación e inclinación de los paneles, así como la temperatura y el sombreado. Un buen diseño tiene que tener en cuenta todos estos factores.



### CALIDAD Y SEGURIDAD

Un sistema fotovoltaico debe ser seguro, desde el punto de vista de los materiales y del personal, durante el montaje, funcionamiento y uso. La seguridad debe ser considerada desde la fase de diseño, pasando por la ejecución de la instalación y luego durante su vida útil.

### ECONOMÍA: eficiente y rentable

La selección de los mejores componentes que componen un sistema de alto rendimiento, junto con una buena instalación y mantenimiento, hacen que la instalación fotovoltaica sea eficiente y rentable.

### ESTÉTICA - INTEGRACIÓN

La incorporación de la **fotovoltaica en los entornos urbanos** tiene sorprendentes y positivos efectos visuales, que aumentan cuando se integra en la estructura de los edificios.

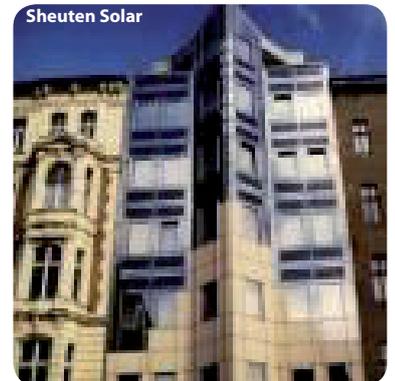


Instalación Artística "Saludo al sol", Zadar (Croacia)

La **integración de módulos fotovoltaicos en el edificio** como un elemento arquitectónico (tejados, techos de cristal, fachadas, cubiertas, persianas solares) debido a la variedad de diseños fotovoltaicos, los colores y transparencias hacen cada edificio único, permitiendo a los arquitectos ocultar o resaltar el uso de la energía fotovoltaica. Las posibilidades de la energía fotovoltaica **en rehabilitación** son muchas, **incluso en edificios de valor patrimonial**.



Paul-Horn. Arena" Tübingen (Alemania)



Edificio Ökotec building, Berlin (Alemania)

### PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

La energía fotovoltaica, debido a su capacidad de generar electricidad sin emisiones de CO<sub>2</sub>, a partir de la energía del sol, es parte de la solución a los problemas actuales de la energía y del medio ambiente. La electricidad solar fotovoltaica puede contribuir a reducir progresivamente el consumo de combustibles fósiles, ayudando significativamente a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector eléctrico.



### 3. Conceptos básicos de la tecnología: Tecnologías de células solares

Las tecnologías de células solares más utilizadas son **monocristalina**, **policristalina** y de **capa fina**.

Las **células fotovoltaicas cristalinas** consisten en un semiconductor de dos capas con un circuito metálico serigrafiado para conducir la corriente eléctrica generada. Como la tensión generada por una sola célula es baja, las células se unen entre sí dentro de un encapsulado entre una capa de vidrio templado de alta transparencia y otra posterior de plástico (transparente u opaco) para crear módulos.

Los módulos de silicio cristalino dominan el mercado, y tienen una eficiencia alta y larga vida. Aunque en general son de tonos azulados, se pueden hacer de diferentes colores cambiando el grosor de la capa antireflectante de la célula. Las células monocristalinas son generalmente de color azul oscuro más homogéneo, mientras que las células policristalinas tienen una composición multi-cristalina menos regular.

Los **módulos de capa fina** son creados por la deposición de una capa delgada de material semiconductor sobre una superficie homogénea lisa (vidrio, metal ... incluso plásticos flexibles). El proceso de deposición confiere a los módulos de capa fina un aspecto negro liso. Mientras que los módulos de capa fina tienen una menor eficiencia que los módulos cristalinos, su fabricación requiere menos material semiconductor y es más barata por metro cuadrado. Los productos de capa fina se adaptan particularmente bien a los elementos de fachadas y tejados de edificios industriales, así como otros lugares que disponen de grandes superficies.



Célula monocristalina



Célula policristalina



Capa Fina o "Thin film"

#### Tecnologías de las células solares

##### Primera Generación

- Obleas de silicio monocristalino (c-Si)

##### Segunda Generación

- Silicio amorfo (a-Si)
- Silicio policristalino (poly-Si)
- Teluro de cadmio (CdTe)
- Aleación de cobre indio diseleniuro de galio (CIGS)

##### Tercera Generación

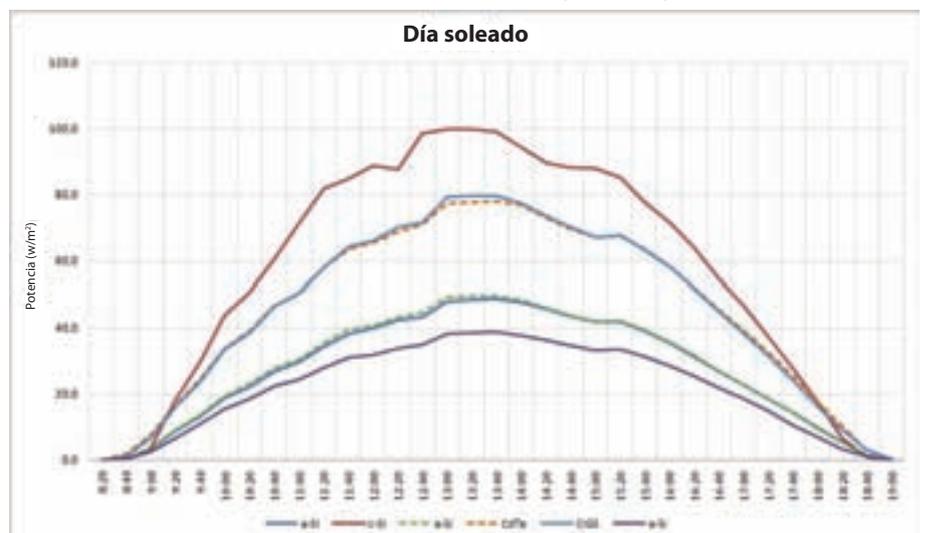
- Células solares de nanocristales
- Células fotoelectroquímicas (PEC)
  - Células Graetzel
- Células solares poliméricas
- Células solares orgánicas (DSSC)

##### Cuarta Generación

- Híbridas - cristales inorgánicos dentro de una matriz polimérica

Tecnología	Primera Generación Silicio Cristalino		Segunda Generación Capa Fina				Tercera Generación	
	Mono	Multi	a-Si	CdTe	CIGS	a-Si (p-i-n)	CPV	DSSC-OPV
Imagen								
Eficiencia de célula	16-22%	14-19%	5-7.2%	9-11.1%	7.3-12.7%	7.5-8.8%	30-38%	2-4%
Eficiencia de módulo	13-16.7%	11-15%					~23%	
Área necesaria por kW (para módulos)	~7m <sup>2</sup>	~8m <sup>2</sup>	~10 m <sup>2</sup>	~10m <sup>2</sup>	~10m <sup>2</sup>	~12m <sup>2</sup>		

Eficiencia de los módulos comerciales. (Fuente: EPIA)



La energía generada con diferentes tecnologías de PV en un día soleado en Valencia-España. (Fuente: ATERSA)

## 4. Posibilidades de instalación

Los sistemas de energía fotovoltaica se pueden clasificar de diferentes maneras:

### Aplicación

#### · Sistemas fotovoltaicos aislados:

El propósito de una instalación fotovoltaica aislada es generalmente suministrar energía eléctrica a los usuarios donde no hay red eléctrica. Dado que un sistema fotovoltaico sólo produce electricidad cuando está expuesto a la luz del sol, por la noche de la red del edificio debe ser alimentada por baterías. Así que en la fase de diseño de los sistemas fotovoltaicos aislados es muy importante determinar la demanda de energía y electricidad, para estimar la energía generada y dimensionar adecuadamente el sistema de almacenamiento.



#### · Sistemas fotovoltaicos conectados a la red

El objetivo principal de una instalación conectada a red fotovoltaica es generar tanta energía como sea posible, adaptándose al espacio físico disponible y al coste de la inversión, para ser inyectada en la red.

Dependiendo del marco jurídico de cada país:

- Toda la producción es exportada a la red. La electricidad vertida a la red puede ser vendida al mismo precio que la electricidad que se compra de la red ("net metering") o a un precio diferente ("feed in tariff").
- En sistemas fotovoltaicos en edificios, la producción de energía puede satisfacer primero las necesidades del edificio, y cualquier exceso de producción ser suministrada a la red.



### Configuración de campos fotovoltaicos

#### · Sistemas fijos



#### · Sistemas de seguimiento solar sobre uno o dos ejes



### Ubicación

#### · Sobre suelo



#### · En la edificación / mobiliario urbano

Los sistemas fotovoltaicos, instalados en las superficies de los edificios, permiten la posibilidad de combinar la producción de energía con otras funciones de la envolvente del edificio. La electricidad se genera en el punto de uso. Esto contribuye directamente a cubrir las necesidades de electricidad del edificio, evitando, al mismo tiempo, las pérdidas de transmisión y distribución y reduciendo los costes de inversión y mantenimiento de la red eléctrica.



#### · En el transporte



## 5. La energía fotovoltaica en la edificación

Incorporar la fotovoltaica a un edificio ofrece una gran cantidad de beneficios y puede convertirse en una inversión rentable; el propietario del edificio reduce su huella de carbono y gana dinero al mismo tiempo. Hoy en día la fotovoltaica tiene muchas aplicaciones en el edificio, no sólo en la conversión de tejados y edificios en productores de energía, sino que cuando se usan en la envolvente del edificio puede proporcionar además protección contra la intemperie, aislamiento térmico, protección contra el ruido y el sol, regulación de luz y seguridad. Utilizados como material de construcción, los elementos fotovoltaicos también permiten ahorrar dinero mediante la sustitución de los materiales de construcción tradicionales.

Los sistemas fotovoltaicos en edificios son en general, entre 5 kWp y 200 kWp; llegando a veces a 2MWp. Las aplicaciones residenciales suelen ser <10 kWp y las comerciales entre 10kWp - 100 kWp.

### 5.1 BAPV (Sistemas Fotovoltaicos Aplicados al Edificio)

La **superposición arquitectónica de la planta fotovoltaica**, sobre elementos del edificio (tejados planos, fachadas, etc.) implica que los elementos fotovoltaicos están en paralelo con la envolvente del edificio o utilizan una estructura para obtener la orientación e inclinación óptimas.



### 5.2 BIPV (Sistemas Fotovoltaicos Integrados en el Edificio)

La **integración arquitectónica de sistemas fotovoltaicos en edificios**, consiste en incorporar una planta fotovoltaica en el edificio para la **generación de electricidad**, mediante la **sustitución de los elementos constructivos** del edificio **por módulos fotovoltaicos**, incorporando a estos funcionalidades constructivas. El ahorro de costes por esta combinación de funciones puede ser sustancial.

Hay muchas posibilidades de integración fotovoltaica en edificios. En general existen cuatro partes de un edificio donde los módulos fotovoltaicos se pueden integrar fácilmente:

#### · Tejado o cubierta opaca

Los tejados son ideales para la integración fotovoltaica. Por lo general, hay menos sombras a la altura del tejado que a nivel del suelo. Los tejados a menudo proporcionan una gran superficie todavía sin utilizar para la integración.



#### · Cubiertas transparentes o lucernarios

Suelen ser uno de los lugares más interesantes para aplicar fotovoltaica, porque combinan las ventajas de la difusión de la luz en el edificio y ofrecen una superficie sin obstáculos para la instalación de módulos fotovoltaicos, que proporcionan al edificio luz y electricidad.

Las estructuras, que pueden ser espectaculares desde el exterior, producen fascinantes efectos de luz para vestíbulos, pasillos y pisos; y permiten estimular diseños arquitectónicos en términos de luces y sombra.



#### · Fachada:

Para las fachadas hay varias alternativas para integrar los módulos solares como fachadas ventiladas, muros cortina,...



#### · Componentes de protección solar:

Hay una creciente necesidad de sistemas de sombreado en los edificios, debido a la tendencia de la arquitectura actual hacia el uso de aberturas en grandes ventanas y muros cortina.

Módulos fotovoltaicos de diferentes formas se pueden utilizar bien como elementos de sombreado sobre ventanas o como parte de una cubierta transparente. Dado que muchos edificios ya disponen de algún tipo de estructura de sombreado, el uso de sombreado fotovoltaico no implica ninguna carga adicional para la estructura del edificio, se reducen los costes, y a la vez se crea valor añadido.



### 5.3 Instalaciones fotovoltaicas integradas en edificios de una forma fácil y rápida

Hoy en día existen productos en el mercado que hacen que la integración fotovoltaica en edificios sea más fácil y rápida.

#### Integración en cubierta: mantas de caucho con células de silicio amorfo



Gisscosa-Firestone



#### Integración en tejado: tejas solares



Lumeta Inc



Sol Sureste

#### Integración en cubierta: paneles autoadhesivos



#### Módulos fotovoltaicos para fachadas y lucernarios



OPTISOL



OPTISOL

Los módulos cristal-cristal para fachadas y lucernarios tienen un sistema de conexión eléctrica de muy fácil manejo. Con este tipo de conexión eléctrica es posible ocultar los cables dentro de la infraestructura para lograr un resultado estéticamente atractivo y uniforme sin cables a la vista.



Lumeta Inc

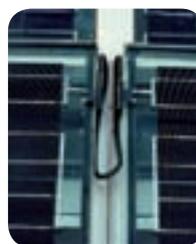


PHOTOVOL GLASS (MSK)

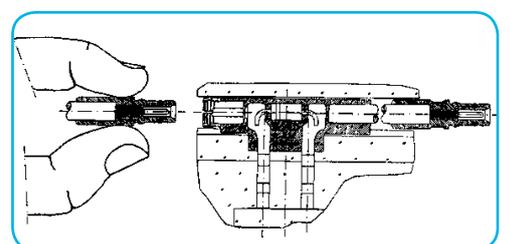
#### Integración en cubierta: paneles flexibles



BIOSOL PV Plate de BIOHOUSE



Scheuten Solar

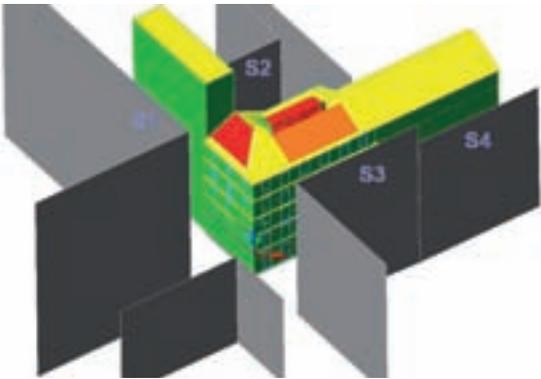


## 6. Ciclo de Vida: Diseño – Instalación – Operación – Mantenimiento – Reciclaje

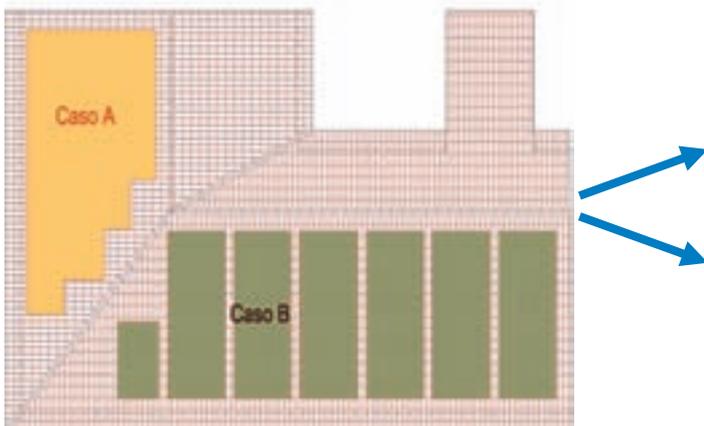
El **diseño de una instalación** puede definir su ciclo de vida total. Debe ser diseñado cuidadosamente teniendo en cuenta todas las posibilidades, buscando obtener la máxima rentabilidad a partir de unos recursos concretos y valorando las posibles pérdidas del sistema. Esto se puede hacer de diferentes maneras, pero la elección de los mejores componentes (un buen inversor puede proporcionar un 2% más de producción con los mismos materiales) y el método de instalación utilizado, son muy importantes.

Los requisitos de instalación deben ser claros y proporcionar especificaciones suficientes para lograr la rentabilidad deseada para el sistema. También se debe elaborar un plan de mantenimiento en la etapa de diseño, aunque sea revisado en una etapa posterior y adaptado a las necesidades específicas de la instalación.

Localización de los obstáculos a ser considerados

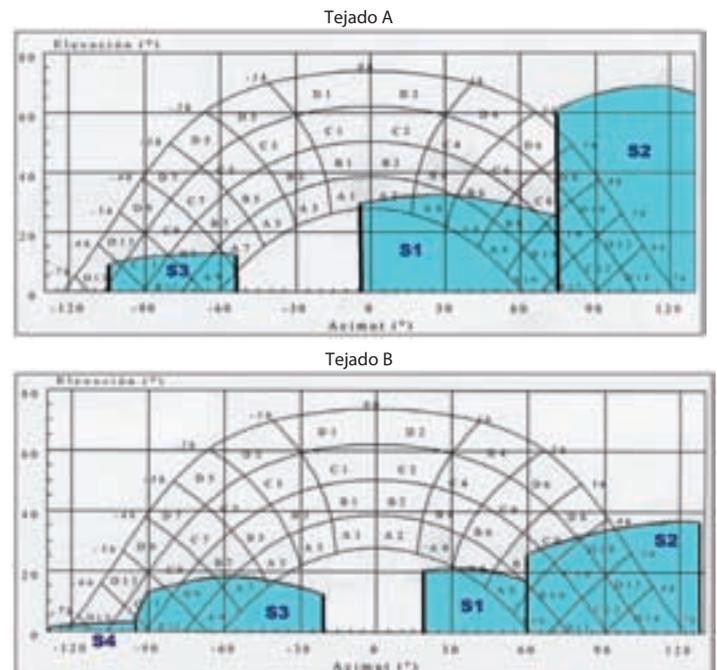


Dos opciones de emplazamiento:



Tejado del edificio en cuestión

Diagrama de trayectoria solar y cálculo de las sombras: pérdidas debido a otros edificios



La **fase de instalación** deberá satisfacer los requisitos de diseño en lo posible, y cumplir con las normas y reglamentos en vigor, para obtener del sistema la máxima producción de electricidad posible y reducir las pérdidas en la inyección de energía a la red.

Tras la fase de instalación, en la **fase de funcionamiento**, el sistema dará las mayores tasas de producción posibles gracias a un buen mantenimiento. Todo sistema debe ser **mantenido**, más aún un sistema fotovoltaico - que está expuesto a condiciones climáticas extremas, al robo y otros riesgos - debe ser mantenido correctamente, de acuerdo con un plan de mantenimiento que proporcione los puntos de control críticos de cada parte del sistema y retribuya a los propietarios con una reducción de los costes de operación.



Fuente: DEMOHOUSE Project ([www.demohouse.net](http://www.demohouse.net))

## 6.1 Diseño

Un buen diseño de una instalación fotovoltaica implica la correcta elección y combinación de componentes (módulos fotovoltaicos, inversores y otros equipos), evitar las pérdidas eléctricas donde sea posible y minimizarlas cuando sean inevitables. Este apartado no cubre la totalidad de principios de diseño de un sistema fotovoltaico, pero introduce algunos aspectos útiles para el diseñador, y también para otras partes interesadas en conocer las características importantes del diseño de un sistema fotovoltaico.

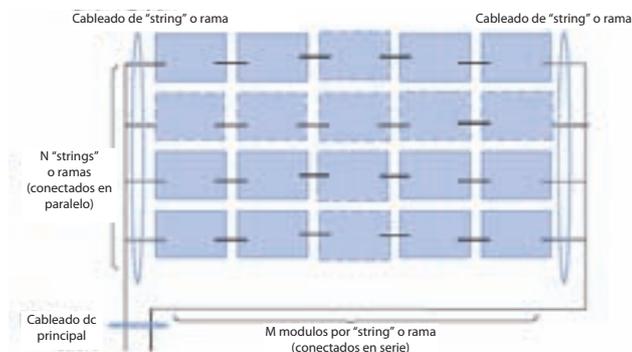
### · Selección de la tecnología y los módulos fotovoltaicos

El diseñador debe tener en cuenta la eficiencia y el precio medio por vatios picos (Wp) de las diferentes tecnologías de células fotovoltaicas, y también todos los parámetros eléctricos, y los costes de instalación y mantenimiento. El diseñador debe plantear diferentes escenarios futuros para el propietario de la instalación fotovoltaica de forma que pueda decidir la solución que más le conviene. Tal vez la más económica para la fase de instalación no es la más rentable en la vida útil y podría dar lugar a costes de operación más altos de lo esperado.

### · Ramas o "strings" con la misma potencia

Los módulos fotovoltaicos se conectan en serie formando una rama o "string". Varias ramas se conectan en paralelo formando el "array" o generador fotovoltaico propiamente dicho, para que éste genere la tensión de salida requerida.

### · Conexión de los cables



Los cables de todas las ramas están interconectados en la caja de conexiones. Se debe elegir el equipo de seguridad apropiado para garantizar el funcionamiento de la instalación fotovoltaica y la seguridad del personal: fusibles, diferenciales, magnetotérmicos.

### · Dimensionamiento de los cables y "strings".

Según la regulación para instalaciones fotovoltaicas, la sección y la longitud del cable debe determinarse en base a dos factores principales:

- Caída de tensión siguiendo la regulación nacional sobre el suministro eléctrico.
- Capacidad de carga actual, debido al efecto térmico medido por dos parámetros.
  1. Temperatura de cortocircuito.
  2. Temperatura de operación basada en la configuración de los cables en la instalación y la exposición al aire.

### · Sombreado

Las sombras tienen un gran impacto en el rendimiento de un sistema fotovoltaico. Un pequeño grado de sombreado en una parte del "array" puede tener un impacto muy significativo en la salida del conjunto en general. La sombra es un factor de rendimiento del sistema que se debe abordar de forma específica en la etapa de diseño del sistema - mediante una cuidadosa selección de la ubicación y conexionado en el diseño eléctrico (diseño de "strings" o ramas para asegurar que la sombra afecta a sólo una rama).



### · Temperatura de módulo

Un aumento de la temperatura del módulo conlleva una disminución del rendimiento (por ejemplo, 0,5% por cada 1 °C por encima de las condiciones de Tª estandar para un módulo cristalino). Se debe asegurar suficiente ventilación detrás de los módulos para su refrigeración (por lo general un mínimo espacio de aire de 25 mm ventilado en la parte trasera). Para la construcción de sistemas integrados, se realiza mediante la ventilación trasera de los módulos.

### · Ventilación del inversor

Los inversores disipan calor y deben estar suficientemente ventilados. También deben observarse las distancias de seguridad según lo especificado por el fabricante. El incumplimiento de éstas puede causar una pérdida en el rendimiento del sistema cuando llega a su máxima temperatura de funcionamiento. Esto debe destacarse en el manual de operación y mantenimiento y tal vez colocarse una etiqueta al lado del inversor - no bloquear la ventilación.

### · En el caso de sistemas aislados

El diseñador debe determinar la demanda de energía y las necesidades de electricidad, hacer una estimación de la energía generada (teniendo en cuenta la energía solar disponible, las pérdidas por orientación, inclinación y sombreados), y determinar el sistema de almacenamiento.

### · En los casos de integración arquitectónica,

#### · Seleccione las fachadas y los ángulos de tejado óptimos

La producción fotovoltaica depende de la inclinación y la orientación de las fachadas o tejados:

- Orientación óptima = Sur
- Ángulo de inclinación óptimo = Latitud (°) - 10 °



(Fuente: Landesgewerbeamt Badenwürttemberg)

· Módulos colocados en planos con distintas inclinaciones o azimut, tienen que estar conectados a diferentes ramas o "strings".

· Asegurar la estabilidad del tejado (peso, condensación ...)

## 6.2 Montaje de la Instalación

La calidad de la instalación del sistema tiene una fuerte influencia sobre el funcionamiento del sistema y en el cumplimiento de vida útil del sistema y los niveles de producción esperados. Temas a tratar:

### · Formación y cualificación del instalador:

Todo el que trabaje en un sistema fotovoltaico debe tener experiencia / formación en estos sistemas y ser consciente del voltaje presente en ellos. Además, es recomendable una actualización continua de sus conocimientos y capacidades técnicas, nuevos productos, legislación, etc.

### · Seguir las condiciones de diseño:

Las fases de instalación y puesta en marcha del proyecto proporcionan los medios para implementar las buenas prácticas de diseño.

### · Seguir las recomendaciones del fabricante:

Habiendo seleccionado los componentes adecuados para la instalación fotovoltaica, es importante que se instalen de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, especialmente en términos de fijaciones necesarias, ventilación, calibración, rangos de temperatura de funcionamiento y aspectos relacionados con la seguridad. El incumplimiento de las condiciones de funcionamiento correctas puede conllevar bajos niveles de rendimiento, reducción del tiempo de vida de los componentes e incluso la avería del sistema en algunos casos.



Ekain taldea, España



INEL, España

### · Cumplir las normas de seguridad:



Torre de cristal MARTIFER SOLAR SA



Edificio de demostración KUBIC -TECNALIA

### · Selección de los módulos fotovoltaicos para un mismo "string" o rama con parámetros de fabricación similares, el "string" es tan débil como su parte más débil.

En el caso de **instalación BIPV**, los siguientes aspectos deben tener una consideración especial:

### · Asegurar la estabilidad y estanqueidad del tejado

Principalmente en sistemas en edificios existentes en rehabilitación, deben llevarse a cabo estudios de viabilidad o evaluación estructural de la cubierta con el fin de garantizar que la resistencia de la cubierta es suficiente para soportar el peso de los módulos fotovoltaicos. Al mismo tiempo, es importante evitar la perforación del tejado durante la instalación para garantizar la estanqueidad del tejado.



BIOHOUSE

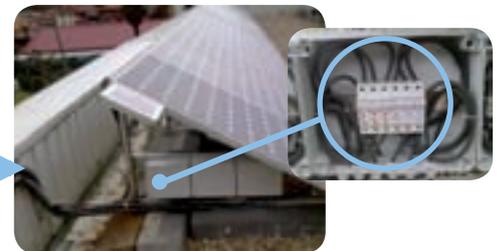
### · Estructura para módulos fotovoltaicos, resistencia y fijación



Ekain taldea, España

### · Trazado de los cables (ni flojo, ni tirante)

Se debe prestar atención a reducir la longitud del cable y, en particular, a garantizar que todas las conexiones estén bien hechas y protegidas. Es aconsejable que el cableado de los paneles solares sea alojado en una rejilla para evitar inundaciones y acumulaciones de suciedad y óxido. Aunque puede que no afecte al rendimiento inicial del sistema, con el tiempo, una mala conexión puede ser un problema y conllevar la reducción de rendimiento del sistema.



Zubigune, España.

### · Conexión a tierra.

La conexión a tierra de diferentes componentes de un sistema fotovoltaico afecta a:

- Riesgo de descarga eléctrica para personas en las inmediaciones de la instalación
- Riesgo de incendio en caso de fallo
- Transmisión de sobretensiones inducidas por rayos
- Interferencias electromagnéticas.

## 6.3 Operación y mantenimiento

Dando por hecho que se han seguido las reglas de buen diseño, y los procedimientos de calidad adecuados para la instalación y puesta en marcha del proceso, la instalación fotovoltaica debe tener un buen rendimiento en el inicio de su funcionamiento. Sin embargo, es importante que este nivel de rendimiento se mantenga a lo largo de la vida útil del sistema a fin de obtener el máximo beneficio de la instalación fotovoltaica. Esta sección trata sobre recomendaciones relacionadas con los procedimientos de operación y mantenimiento.

### 6.3.1 Tareas de mantenimiento de campo

#### Inspección y mediciones

Protocolo de actuación recomendado para la realización de pruebas de campo:

- Inspección visual
  - Estado general de los equipos: módulos, cables, cajas de conexiones, inversores y electrodos de puesta a tierra.
  - Posición de paneles: orientaciones e inclinaciones, sombreado, distancias.
  - Estructura y anclaje: la consistencia y la oxidación (con mayor frecuencia en áreas salinas o ambientes corrosivos).
- Mediciones ambientales  
Inclinación y azimut del generador fotovoltaico, colocando el sensor de irradiancia  $G$  y el de temperatura de célula  $T_c$  con la misma inclinación, azimut y temperatura (colocado 1 hora antes).
- Mediciones eléctricas  
Para conocer la eficiencia del inversor de forma directa se miden (de forma simultánea) a la salida del inversor: Tensión e intensidad en el punto de máxima potencia  $V_{MPP}$  e  $I_{MPP}$  (multímetros); Potencia de corriente alterna  $P_{ca}$  (anализador monofásico o trifásico), irradiancia  $G$  y la temperatura  $T_c$ .

#### Limpieza de los módulos fotovoltaicos

La limpieza periódica con agua y elementos no abrasivos mejora el rendimiento de la instalación. En las zonas con gran abundancia de aves, se deben colocar elementos de disuasión para evitar la defecación en los paneles.



**Prevenir y evitar nuevas sombras** debido a árboles, farolas o antenas sobre los módulos fotovoltaicos.



En España, la normativa obliga al menos a una visita de mantenimiento anual y exige una serie de actuaciones mínimas (especificadas en el Reglamento de Baja Tensión) que pueden ser, y de hecho son, ampliadas por la normativa autonómica.

### 6.3.2 Medición y monitorización del sistema.

Monitorización de los datos relevantes de la instalación fotovoltaica:

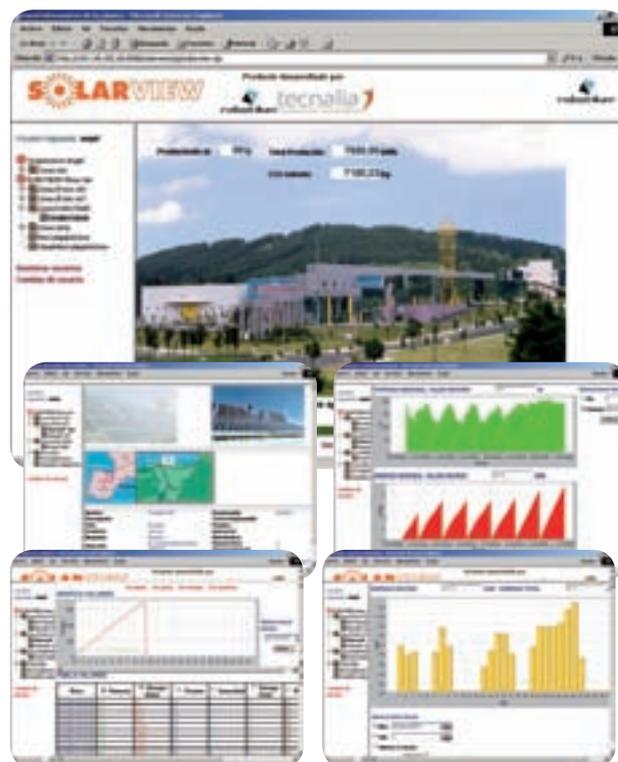
#### De forma local por medio de LEDs y displays

- Temperatura ambiente y de los paneles ( $^{\circ}C$ ).
- Radiación solar ( $W/m^2$ ) incidente sobre los paneles.
- Potencia instantánea (Wattios) de la planta solar.
- Energía total acumulada (kWh).
- Contaminación evitada ( $kg CO_2$ ).



#### De forma remota mediante aplicación software de monitorización:

Monitorización de la instalación fotovoltaica local o remota con el fin de obtener información, registrar y analizar el sistema de generación de energía fotovoltaica, y dar otros servicios de valor añadido como facturación individual de la producción de los sistemas fotovoltaicos.



TECNALIA

### 6.3.3 Mantenimiento de optimización de la producción

Este mantenimiento consiste en recoger los datos de un sistema fotovoltaico, por string, o módulo, y analizarlos mediante algoritmos para predecir el comportamiento del sistema fotovoltaico. De esta manera se podrá determinar de antemano posibles fallos o degradaciones, e incluso determinar concretamente la anomalía y activar una alarma advirtiendo al personal técnico indicándole el procedimiento a seguir para solventarlo. Posibles funcionalidades del sistema de supervisión son:

- Seguimiento de la degradación del rendimiento de cada panel fotovoltaico.
- Evaluación del impacto de sombras permanentes sobre el generador fotovoltaico.
- Detección de anomalías: efecto del punto caliente, suciedad puntual...

De esta forma se mejora el rendimiento de la planta al corregir el problema antes de que ocurra y se reducen los costes de mantenimiento al tener localizado el elemento dañado. El mantenimiento preventivo tiene gran importancia en BIPV.



## 6.4 Reciclaje

Los módulos fotovoltaicos contienen materiales que pueden ser recuperados y reutilizados en nuevos productos. Existen procesos industriales de reciclaje para película delgada y módulos de silicio. Materiales como el vidrio, el aluminio, así como una variedad de materiales semiconductores son valiosos cuando son recuperados. El reciclaje no sólo beneficia al medio ambiente al reducir el volumen de los residuos, sino que también ayuda a reducir la cantidad de energía necesaria para la provisión de materia prima y, por lo tanto, los costes y los impactos ambientales de la producción de módulos fotovoltaicos.

Los módulos fotovoltaicos están diseñados para generar energía limpia y renovable durante más de 25 años. Las primeras instalaciones fotovoltaicas significativas fueron en la década de 1990, por lo tanto se prevee que el reciclaje a gran escala de los componentes de estos sistemas sea necesario dentro de 10-15 años. Sin embargo, la industria fotovoltaica está trabajando para crear soluciones energéticas sostenibles que tengan en cuenta los impactos ambientales de todas las etapas del ciclo de vida del producto, desde la obtención de las materias primas hasta la recogida al final de su vida y el reciclaje. Los principales fabricantes han adoptado responsabilidades y se han unido para poner en marcha de forma voluntaria un programa de recuperación y reciclaje llamado PV CYCLE.

#### Cantidades pequeñas < 30-40 módulos



#### Grandes cantidades > 30-40 módulos



Source: PV CYCLE

Para conocer más sobre PV CYCLE: <http://www.pvcycle.org/>

Para conocer más acerca de las actividades involucradas con el reciclaje de sistemas fotovoltaicos: <http://www.iea-pvps-task12.org/13.0.html>

## 7. Ejemplos de Instalaciones en edificios (BAPV, BIPV)

### Integración en fachada. Renovación de edificios de valor patrimonial.



Oficina de Información Turística de Alès, Gard (Francia) Fuente: TENESOL

Los restos de una iglesia del siglo 11 en Alès, Gard (Francia) han sido utilizados para crear un centro de información turística. El sistema fotovoltaico orientado al sur junto con la fachada semitransparente y aislada optimiza y equilibra el comportamiento climático del edificio.

3 ventanales de múltiples niveles aumentan el espacio útil en el centro de información turística. Cada una de estos ventanales es un sistema fotovoltaico de fachada de vidrio aislado, con un espacio de 11cm entre los módulos fotovoltaicos semitransparentes y la pared de doble vidrio. El aire en este espacio, calentado por el sol, se utiliza para precalentar el edificio en invierno y para la ventilación en el verano.

El objetivo del diseñador fue "imaginar una fachada activa del Sur que permitan optimizar y equilibrar el comportamiento climático del edificio" (Yves Jautard). Son módulos vidrio-vidrio semitransparentes con una capa antirreflectante de color marrón / negro, seleccionada por razones estéticas.

Instalado a 38 ° al suroeste, cada una de las tres fachadas contiene 70 módulos de Photowatt de 46 Wp (para un total de 210 módulos o 9.6 kWp). Los módulos se conectan en 3 series a un inversor SMA 25.000 entregando así la producción a cada una de las fases de la conexión trifásica del edificio. La producción y el consumo se miden a través de dos contadores instalados en serie.

### Integración en fachada

Diseñado con el concepto de ahorrar recursos y ser respetuoso con el medio ambiente, Athens Metro Mall combina características que lo convierten en una edificación bioclimática, con un consumo de energía muy bajo. Los paneles solares de silicio cristalino de SOLAR CELLS HELLAS SA cubren 400 m<sup>2</sup> de la parte sur del edificio logrando una reducción en el consumo de energía de hasta un 5%.

La integración arquitectónica consta de dos fachadas y la parte sur del centro comercial. Los 51 kWp inyectan energía a la red pública ("feed-in tariff" 0.394 €/kWh). Según las estimaciones, el sistema produce aproximadamente 39,9 MWh/año y la inversión total se espera que se amortice aproximadamente en 9 años. El ahorro de CO<sub>2</sub> anual se estima en: 23.940 kg.



Centro comercial Athens Metro Mall, Grecia. Fuente: Solar Cells

### Integración en fachada mediante muro cortina



La biblioteca Pompeu Fabra de Mataró fue diseñada con una doble finalidad, la generación de energía FV y energía térmica, además de asegurar el máximo confort. La instalación consiste en un muro cortina basado en células solares de silicio policristalino, de manera que se asegura la luz natural en el interior de la biblioteca.

Existen tres tipos de muro cortina con células opacas monocristalinas.

Superficie: 603 m<sup>2</sup>

Producción anual de energía: 50 MWh

Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>: 11,5 Toneladas de CO<sub>2</sub>/año

Biblioteca Pompeu Fabra, Mataró (España). Fuente: TFM

## Superposición en fachada. Renovación de viviendas multifamiliares

A principios del 2000, el Municipio de Tavros (parte del área metropolitana de Atenas) participó en un proyecto piloto para remodelación energética de 2 edificios en su región. El objetivo de este proyecto era diseñar e incorporar conceptos innovadores y técnicas de energía solar en edificios de viviendas sociales. Este proyecto fue incluido en un programa de la Comisión Europea llama Joule-Thermie.

El bloque de apartamentos fue construido alrededor de 1960. Se trata de un edificio de 10 pisos con una elaborada construcción y calefacción central. Se aplicaron diferentes tecnologías de energía renovables y sistemas tecnológicos pasivos para aumentar la eficiencia energética del edificio.

Los paneles fotovoltaicos están integrados en la parte sur del edificio. El principal objetivo era cubrir las necesidades de iluminación en las zonas públicas de todo el bloque. El sistema también se utiliza para el precalentamiento de las áreas interiores disipando el calor de los módulos en invierno.

La potencia total instalada es de 10 kW y el área cubierta es aproximadamente 100 m<sup>2</sup>.



Renovación de la fachada de las viviendas multifamiliares integrando fotovoltaica (Tavros, Atenas) Fuente: SOURSOS

## Módulos semitransparentes en un tejado inclinado



Instalación el tejado en el edificio ZICER. Universidad de East Anglia, Norwich, Reino Unido - Fuente: BP Solar

Las estructuras para cubiertas semitransparentes suelen ser unos de los lugares más interesantes para aplicar la fotovoltaica. Combinan las ventajas de la difusión de la luz en el edificio mientras que proporciona una superficie sin obstáculos para la instalación de módulos fotovoltaicos o laminados.

El edificio del Instituto Zuckerman para la Investigación Ambiental (ZICER) es el hogar de la Universidad de East Anglia de Ciencias Ambientales que, entre otros proyectos, trabaja en el proyecto "Reducción del carbono de la Comunidad". El edificio cuenta con módulos vidrio - vidrio instalados en un espacio similar a un atrio en la planta superior. Se ha diseñado como un ejemplo demostrativo de las posibilidades de la fotovoltaica - tanto en las superficies verticales y techos con pendiente suave. Fueron seleccionados módulos semitransparentes de vidrio-vidrio para conseguir una combinación de semitransparencia con fotovoltaica.

## Lucernarios: módulos fotovoltaicos semitransparentes

El Centro Comunitario Ludesch, en Austria, tiene una estructura ecológica con una cubierta fotovoltaica que es actualmente la mayor instalación fotovoltaica con células solares transparentes en toda Austria. El enorme techo (350 m<sup>2</sup>) incorporando 120 módulos de alto rendimiento con células solares transparentes Sunways ofrece numerosas ventajas: además de la generación lucrativa de energía (16.000 kWh de electricidad verde al año), también protege la plaza del pueblo de la lluvia y de sol excesivo. Los módulos fotovoltaicos translúcidos sólo permiten que traspasen alrededor del 18% de los rayos del sol, proporcionando así una agradable y óptima iluminación y entorno de trabajo en el centro de Ludesch.

Centro Comunitario de Ludesch, (Austria) Fuente: SUNWAYS



## 8. Política y Legislación de la Unión Europea

Europa tiene que abordar las principales cuestiones relacionadas con la energía, tales como: cambio climático, una creciente dependencia de las importaciones de energía, precio variable del petróleo y gas y un aumento de la demanda. Para ello, la política energética europea se basa en la sostenibilidad, la competitividad y la seguridad del suministro a través de una serie de medidas relativas al fomento de las energías renovables y eficiencia energética.

En 2007, los líderes de la Unión Europea aprobaron un enfoque integrado de la política climática y energética y se comprometieron a transformar Europa en una economía de alta eficiencia energética baja en carbono mediante los objetivos concretos:

- Reducción de gas de efecto invernadero en un 20% para 2020.
- Aumentar la eficiencia energética, ahorrando el 20% del consumo energético de la UE en 2020.
- Alcanzar el 20% de energía renovable en el consumo total de energía en la UE para 2020.

El "Paquete de energía y cambio climático", propuso una legislación vinculante para la implementación de los objetivos 20-20-20 y se convirtió en ley en junio de 2009.

### Políticas de apoyo en Europa

- Plan de acción para Eficiencia Energética: Realizar el Potencial, COM (2006) 545 final.
- El "Paquete de energía y cambio climático" de la Comisión Europea adoptado el 12 de Diciembre de 2008.
- Directiva 2009/28/EC del Parlamento Europeo y del Consejo del 23 de Abril del 2009 para la promoción del uso de la energía de fuentes renovables.
- Directiva 2010/31/EU del Parlamento Europeo y del Consejo del 19 de Mayo de 2010 en la eficiencia energética de los edificios (EPBD recast).
- Estrategia para la competitividad, energía sostenible y segura, COM/2010/0639 final.
- Plan de eficiencia energética 2011, COM/2011/0109 final

La Unión Europea, a través de sus políticas, es el mayor promotor de las energías renovables y de la fotovoltaica en Europa. Las más importantes de sus políticas son la Directiva para la Eficiencia Energética de Edificios 2010/31/EU y la Directiva de Energías Renovables 2009/28/CE.

**La Directiva de Eficiencia Energética de los Edificios, 2010/31/EU**, obliga a que a partir de 2020 todos los nuevos edificios tendrán que ser "Edificios de energía casi cero", cumpliendo con los estándares de alto rendimiento energético y cubriendo una parte significativa de sus necesidades a partir de fuentes de energías renovables. En los edificios públicos estas normas se deben cumplir para finales del 2018. Además, los Estados miembro tendrán que promocionar la reconversión de edificios antiguos en edificios energéticamente eficientes con fuentes de energías renovables. Cada estado miembro definirá sus normas específicas.

**La Directiva de Energías Renovables para la promoción del uso de la energía de fuentes renovables 2009/28/CE**, contiene una serie de elementos que tienen como objetivo crear el marco legislativo necesario para que la producción de un 20% de energías renovables sea una realidad. Se requiere que cada Estado miembro adopte un plan de acción nacional de energía renovable, estableciendo objetivos nacionales específicos para la cuota de energía procedente de fuentes renovables consumida en el transporte, electricidad, calefacción y refrigeración en 2020 y las medidas adecuadas para alcanzar estos objetivos.

La directiva 2009/28/CE, artículo 14 (3), entre otras, obliga a los estados miembro de la Unión Europea a desarrollar y a reconocer certificaciones o sistemas de cualificación equivalentes para instaladores de energías renovables de sistemas de pequeña escala (por ejemplo, calderas y estufas de biomasa, solar fotovoltaica y sistemas solares térmicos, sistemas geotérmicos superficiales y bombas de calor) para Diciembre de 2012.

La Directiva, en este sentido, tiene como objetivo crear una plantilla de instaladores capacitados y adecuadamente cualificados, y establece que los estados miembro:

- "Asegurarán que los planes de certificación o planes de cualificación equivalentes estarán disponibles para el 31 de diciembre de 2012."
- "Pondrán a disposición del público la información sobre planes de certificación o planes de cualificación equivalentes. Los estados miembros podrán poner a disposición la lista de instaladores cualificados o certificados de conformidad con las disposiciones".
- "Reconocerán la certificación concedida por otros Estados miembro de acuerdo con los criterios del Anexo IV".

De acuerdo con los criterios de la Directiva (Anexo IV):

- La formación para la certificación o cualificación como instalador incluirá teoría y práctica y finalizará con un examen, incluyendo una evaluación práctica de la instalación correcta de un sistema fotovoltaico.
- La acreditación del programa de formación y del formador la efectuarán los estados miembro o los órganos administrativos que éstos designen.
- La certificación del instalador debería ser de tiempo limitado, de modo que sería necesario acudir a seminarios o cursos de reciclaje para actualizar la certificación.
- Al final de la formación, el instalador deberá poseer las requeridas cualificaciones para instalar equipos y sistemas que respondan a las necesidades del cliente en términos de prestaciones y fiabilidad. Además deberá dominar el oficio, y respetar todos los códigos y normas aplicables.

## 8.1 Legislación Española

Hasta 2010, para trabajar como instalador en energía solar fotovoltaica, era necesario disponer de un certificado de cualificación en baja tensión en la categoría especialista (IBTE), según la ITC-BT-03 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

La **directiva europea 2006/123/CE, Directiva de Servicios**, se traspone en España en la **Ley 17/2009**, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y en la **Ley 25/2009**, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio. El **RD 560/2010**, de 7 de mayo, modifica diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a dichas leyes. Entre los cambios introducidos destacan:

- La **desaparición de los carnés profesionales** (certificado de cualificación individual en baja tensión).
- La solicitud únicamente de los siguientes **requisitos** para el ejercicio de la profesión como **empresa instaladora**:
  - a) Disponer de la **documentación que identifique a la empresa instaladora**, que en el caso de persona jurídica deberá estar constituida legalmente.
  - b) Haber suscrito un **seguro de responsabilidad civil profesional** u otra garantía equivalente que cubra los daños que puedan provocar en la prestación del servicio por una cuantía mínima de 600.000 euros para la categoría básica y de 900.000 euros para la categoría especialista. Estas cuantías mínimas se actualizarán por orden del Ministerio de Industria, Energía y Turismo siempre que sea necesario para mantener la equivalencia económica de la garantía y previo informe de la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos.
  - c) Contar con los **medios técnicos y humanos mínimos** necesarios para realizar sus actividades en condiciones de seguridad.

- En la **habilitación como empresa instaladora** ha de presentarse una **declaración responsable** que permite el ejercicio de la profesión, por tiempo indefinido en todo el territorio, sin que puedan imponerse requisitos o condiciones adicionales
- No se podrá exigir la presentación de documentación acreditativa del cumplimiento de los requisitos junto con la declaración responsable. No obstante, esta documentación deberá estar disponible para su presentación inmediata ante la Administración competente cuando ésta así lo requiera en el ejercicio de sus facultades de inspección, comprobación y control.

En la consecución de los objetivos perseguidos por la **Directiva 2009/28/CE**, se han definido la implementación de **dos nuevas cualificaciones profesionales** para las personas que trabajan como instaladores de sistemas solares fotovoltaicos (RD 114/2007):

- **ENA261-2 Montaje y mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas-Nivel2**
- **ENA263-3 Organización y proyectos de instalaciones solares fotovoltaicas Nivel3.**

Y **dos certificados profesionales asociados** a estas cualificaciones, que sirven de cómo credenciales habilitando a estos profesionales a trabajar en el ámbito del NREAP 2011-2020:

- **Certificado profesional para Montaje y mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas-Nivel2 (RD 1381/2008)**
- **Certificado profesional para Organización y proyectos de instalaciones solares fotovoltaicas Nivel3 (RD 1215/2009).**

### Cualificaciones profesionales con competencia reconocidas para ejercer la actividad de instalador dentro del marco establecido por la Directiva 2009/28/CE

Referencias	Cualificación profesional	Competencia general	Unidades de competencia
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Familia profesional: Energía y Agua.</li> <li>· Nivel: 2.</li> <li>· Código: ENA261</li> </ul>	Montaje y mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas	Efectuar el montaje, puesta en servicio, operación y mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas con la calidad y seguridad requeridas y cumpliendo la normativa vigente	UC0835_2: Replantar instalaciones solares fotovoltaicas UC0836_2: Montar instalaciones solares fotovoltaicas UC0837_2: Mantener instalaciones solares fotovoltaicas
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Familia profesional: Energía y Agua.</li> <li>· Nivel: 3.</li> <li>· Código: ENA263</li> </ul>	Organización y proyectos de instalaciones solares fotovoltaicas	Promocionar instalaciones, desarrollar proyectos y gestionar el montaje y mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas aisladas y conectadas a red, aplicando las técnicas y procedimientos requeridos en cada caso, optimizando los recursos, con la calidad requerida, cumpliendo la reglamentación vigente y en condiciones de seguridad	UC0842_3: Determinar la viabilidad de proyectos de instalaciones solares. UC0843_3: Desarrollar proyectos de Instalaciones solares fotovoltaicas. UC0844_3: Organizar y controlar el montaje de instalaciones solares fotovoltaicas. UC0845_3: Organizar y controlar

## Agradecimientos

Esta guía fue publicada dentro del marco del proyecto PVTRIN, apoyado por el programa de Energía Inteligente para Europa (EIE).

Los miembros del comité de dirección del proyecto son: Dr. Theocharis Tsoutsos (TUC/ENV, GR), Dr. Eduardo Román (TECNALIA, ES), Dave Richardson (Sustituto: John Holden) (BRE, UK) Eleni Despotou (EPIA, EU-BE), Goran Granić (EIHP, HR), Christos Maxoulis (E TEK, CY), Ing. Camelia Rata (ABMEE, RO), Antonis Pittaridakis (TEE, GR) y Violetta Groseva (SEC, BU).

Los autores y el consorcio del proyecto estamos profundamente agradecidos a todos aquellos que han contribuido con su trabajo preparando, escribiendo y revisando esta publicación. Además, nos gustaría expresar nuestro agradecimiento a la Agencia Ejecutiva para la Innovación y Competitividad (EACI) por su apoyo.

**AUTORES:** Sra. Ana Huidobro y Dr. Eduardo Román (TECNALIA), Dr. Theocharis Tsoutsos, Ms. Stavroula Tournaki, Mr. Zacharias Gkouskos (ENV/TUC), Mr. Pieterjan Vanbuggenhout (EPIA)

**AGRADECIMIENTOS POR LAS FOTOGRAFÍAS** a la Comisión Europea, Rob Baxter, BP Solar, First Solar Inc, ChrisRudge, SolarWorld AG, Juwi Solar GmbH, Ersol Solar Energy AG, BOSCH Erfurt, Concentrix Solar GmbH, MARTIFER SOLAR SA, Thyssen Solartec, NREL, SOLON SE, Abengoa Solar, Schott Solar, Fotonapon, OPTISOL®, Scheuten-Solar, -SMA, Gisscosa-Firestone, Lumeta Inc, BIOHOUSE, Sol Sureste, MSK, EKAIN TALDEA, ZUBIGUNE, Soursos, Tenesol, TFM, Sunways, Landesgewerbeamt Badenwürt TECNALIA, ReSEL/TUC, EPIA, BRE, ETEK, EIHP, ABMEE, SEC

Para mayor información adicional del proyecto PVTRIN acuda a la página: **www.pvtrin.eu**. Agradeceríamos sugerencias sobre esta publicación. Si usted tiene cualquier pregunta, contacte por favor con el coordinador del proyecto **info@pvtrin.eu**.

## Bibliografía/Referencias

- European Commission, Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources, Official Journal of the European Union, 2009
- European Union Law: <http://eur-lex.europa.eu>
- European Photovoltaic Industry Association (EPIA), Global Market Outlook 2015, 2011.
- European Photovoltaic Industry Association (EPIA), Greenpeace International, Solar Generation 6-Solar photovoltaic electricity empowering the world, Feb 2011.
- R.Alonso, E. Román (TECNALIA), T.Tsoutsos, Z. Gkouskos (ENV/TUC), O. Zabala, J.R. López (EVE), "Potential and Benefits of BIPV", Intelligent Energy Europe (2009).
- Tsoutsos, S.Tournaki, Z.Gkouskos, "PV systems-Training and certification of installers in Europe", Building, Architecture and Technology, (June 2010)
- T. Tsoutsos, S. Tournaki, Z. Gkouskos, E. Despotou, G. Masson, John Holden, "Certification and Qualification of PV Installers in Europe. Development of the PVTRIN Certification Scheme", 26th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Hamburg, Germany, 5-8 Sep., 2011.
- Photovoltaic in Buildings DTI/PUB URN 06/1972
- Common concept and construction errors in commercial PV projects- 3E SERENE – Salerno 2nd July 2010
- Building integrated photovoltaics. A new design opportunity for architects SUNRISE
- Building integrated photovoltaics. PREDAC
- Instalaciones de Energía Fotovoltaica. Ed. Garceta. 2010. Narciso Moreno, Lorena García Díaz
- Domestic photovoltaic field trials. Good Practice Guide: Part I Project management and installation issues (S/P2/00409,URN 06/795)
- Domestic photovoltaic field trials. Good Practice Guide: Part II System Performance Issues (S/P2/00409,URN 06/2219)

### Referencias a proyectos:

PV CYCLE ([www.pvcycle.org](http://www.pvcycle.org)), SUNRISE ([www.sunriseeuropeanproject.com](http://www.sunriseeuropeanproject.com)), PREDAC ([www.cler.org/predac](http://www.cler.org/predac)), PURE ([www.pure-eie.com](http://www.pure-eie.com)), DEMOHOUSE ([www.demohouse.net](http://www.demohouse.net))

## El consorcio PVTRIN



Technical University of Crete  
Environmental Engineering Dpt.  
Renewable and Sustainable Energy Systems Lab  
**PROJECT COORDINATOR**  
Greece  
[www.tuc.gr](http://www.tuc.gr)



Agency of Brasov for the Management  
of Energy and Environment  
Romania  
[www.abmee.ro](http://www.abmee.ro)



Building Research Establishment Ltd  
UK  
[www.bre.co.uk](http://www.bre.co.uk)



Energy Institute Hrvoje Požar  
Croatia  
[www.eihp.hr](http://www.eihp.hr)



European Photovoltaic Industry Association  
EU/ Belgium  
[www.epia.org](http://www.epia.org)



Scientific and Technical Chamber of Cyprus  
Cyprus  
[www.etek.org.c](http://www.etek.org.c)



Sofia Energy Centre  
Bulgaria  
[www.sec.bg](http://www.sec.bg)



Tecnalia  
Spain  
[www.tecnalia.com](http://www.tecnalia.com)



Technical Chamber of Greece  
Branch of Western Crete  
Greece  
[www.teetdk.gr](http://www.teetdk.gr)

## Comité Nacional de Consulta:



GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO



Asociación Española de Normalización y Certificación



FENIE  
FEDERACIÓN NACIONAL DE EMPRESARIOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y TELECOMUNICACIONES DE ESPAÑA



BIZKAIA  
Comisión de Instalaciones Normalizadas

Para más información contacte con:



C/ Geldo Edificio 700.  
E-48160 Derio (Bizkaia), España  
[eduardo.roman@tecnalia.com](mailto:eduardo.roman@tecnalia.com)  
[www.tecnalia.es](http://www.tecnalia.es)