

“La integración de la energía solar fotovoltaica en la edificación – Building Integrated Photovoltaics, BIPV”

FOTOPLAT

Ana Huidobro, TECNALIA, Secretaría técnica de FOTOPLAT

JORNADA “IMPULSO DE INICIATIVAS TECNOLÓGICAS PRIORITARIAS en energía verde”

Sevilla, 20Junio 2018

Promueve



UNEF
Unión Española Fotovoltaica

tecnalia

Financia



MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD

- Presentación de FOTOPLAT**
- La BIPV y su contexto**
 - **¿Qué es BIPV?**
 - **Cifras de mercado de BIPV**
 - **Regulación**
 - **Avances tecnológicos**
 - **Barreras**
 - **Ejemplo de proyecto BIPV: PVSITES**

- Objetivos generales de la ITP BIPV**
- Oportunidades detectadas para el desarrollo de la BIPV en Andalucía**
- Horizonte Temporal**
- Recursos financieros necesarios para su desarrollo**
- Aspectos No financieros, Legales y regulatorios necesarios**

OBJETO Y OBJETIVOS DE LA PLATAFORMA



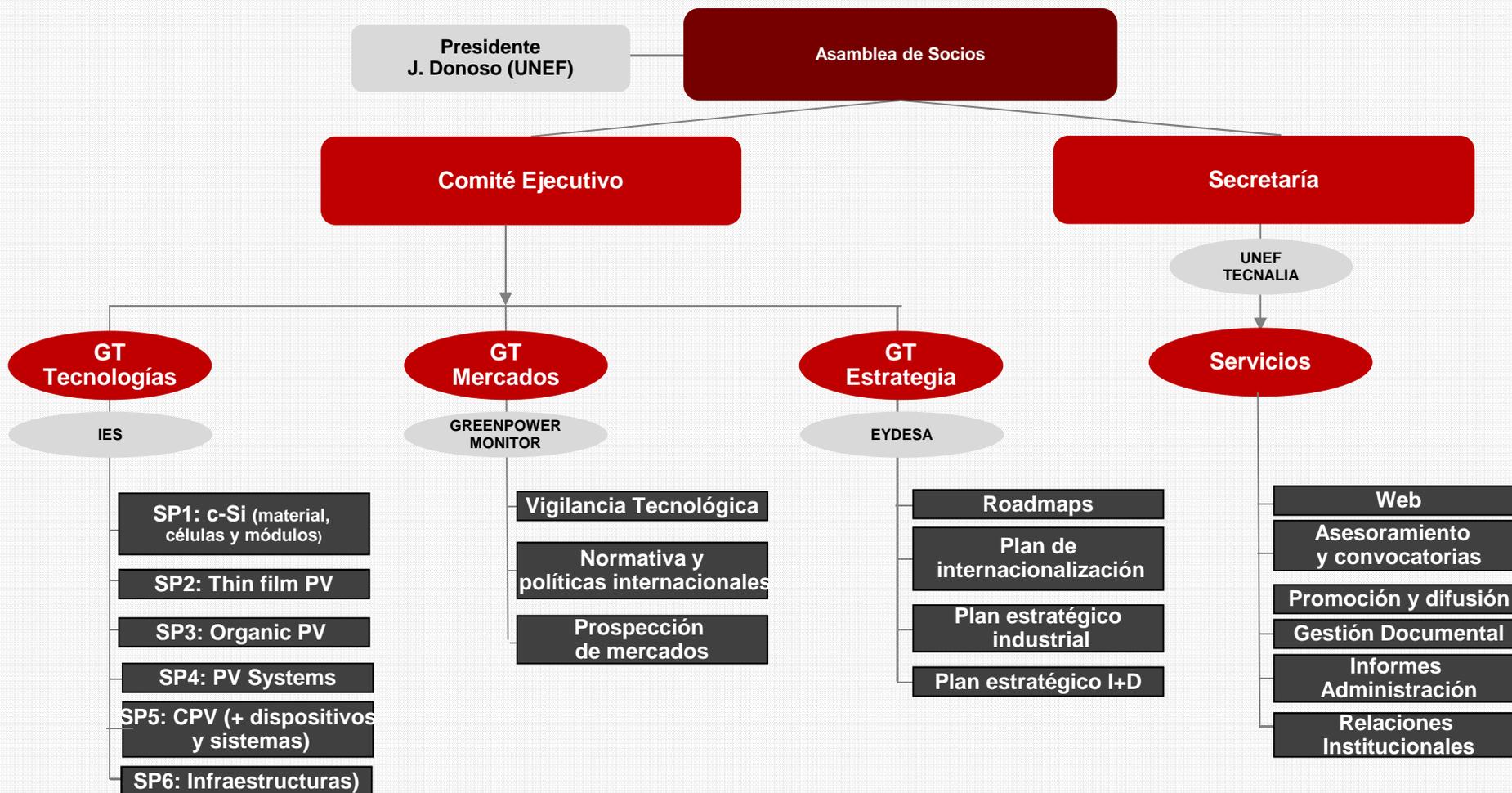
OBJETO

- Movilizar en el sector fotovoltaico el tejido español de innovación
- Aglutinar a los agentes de investigación y las empresas innovadoras españolas, para
 - Mantener y continuar con la fuerza investigadora
 - Buscar la mejora de la calidad y la eficiencia de componentes y sistemas

OBJETIVOS

- **Principal:**
 - Conseguir una oferta de intercambio de intereses y conocimiento en el tejido tecnológico innovador de: empresas, Centros tecnológicos, OPIs y otros agentes
 - Activar la ejecución de proyectos tecnológicos consorciados
 - Participar en todos los foros en los que la tecnología solar española deba estar representada.
- **Instrumental:**
 - Establecer la visión y la misión de la tecnología fotovoltaica española
 - Promover grupos de trabajo
 - Realizar acciones de imagen de marca española fotovoltaica
 - Convertirse en interlocutor en materia tecnológica frente a la Administración y otras organizaciones nacionales e internacionales.

ORGANIGRAMA ACTUALIZADO DE FOTOPLAT



CONTEXTO BIPV: ¿QUÉ ES BIPV?



El concepto BIPV (*Building Integrated PhotoVoltaics*) consiste en el uso de elementos FV (módulos y sistemas) como elementos constructivos multifuncionales, que producen electricidad y se convierten en una parte integrada de la arquitectura y la construcción de la piel.

- ➔ **BIPV NO ES una Instalación general:**
Planta fotovoltaica sobre elementos constructivos: tejados planos, fachadas, etc.
Fijaciones estándar.



- ➔ **Ni la Superposición arquitectónica:** los elementos fotovoltaicos se sitúan en paralelo con la envolvente del edificio.



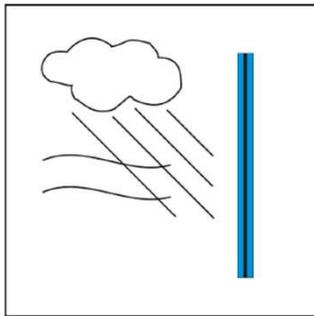
- ➔ **ES la Integración arquitectónica:** los elementos fotovoltaicos sustituyen algún elemento constructivo convencional.

Archaeological Museum Herne. Alemania

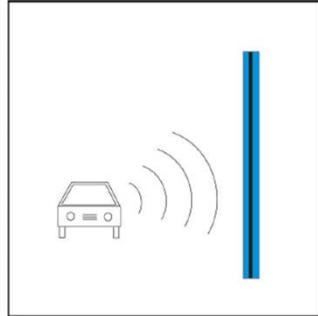


CONTEXTO BIPV: ¿QUÉ ES BIPV?

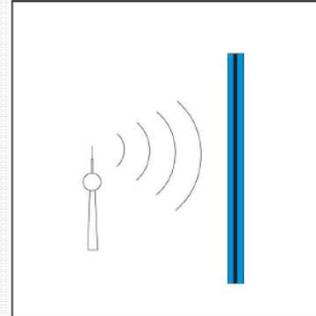
Característica de los módulos BIPV: **MULTIFUNCIONALIDAD**



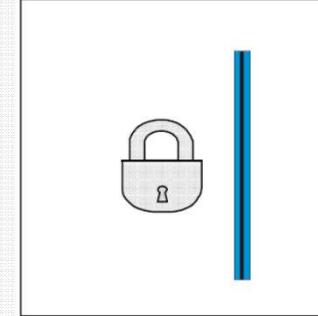
Protección climática



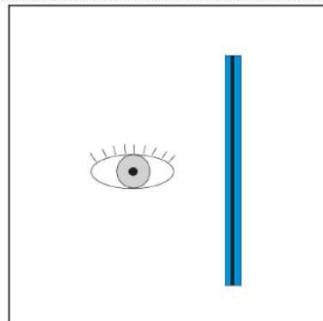
Protección del ruido



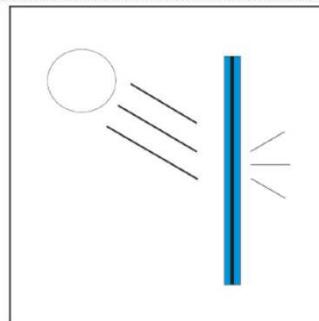
Protección
electromagnética



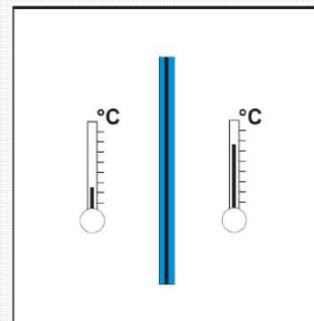
Vidrio seguro



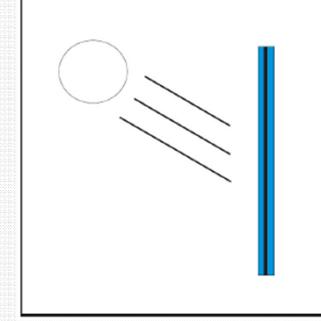
Diseño estético



Vidrio reflectante



Control térmico



Sombreamiento /
grado de transparencia

Pictures from Stark et al. (2005). Descriptions from hwp & ISET (2006).

La BIPV no es nueva

A pesar de que BIPV no es nuevo y las condiciones han mejorado enormemente (tecnologías, costos, regulación, etc.), **el mercado de BIPV aún no es masivo**



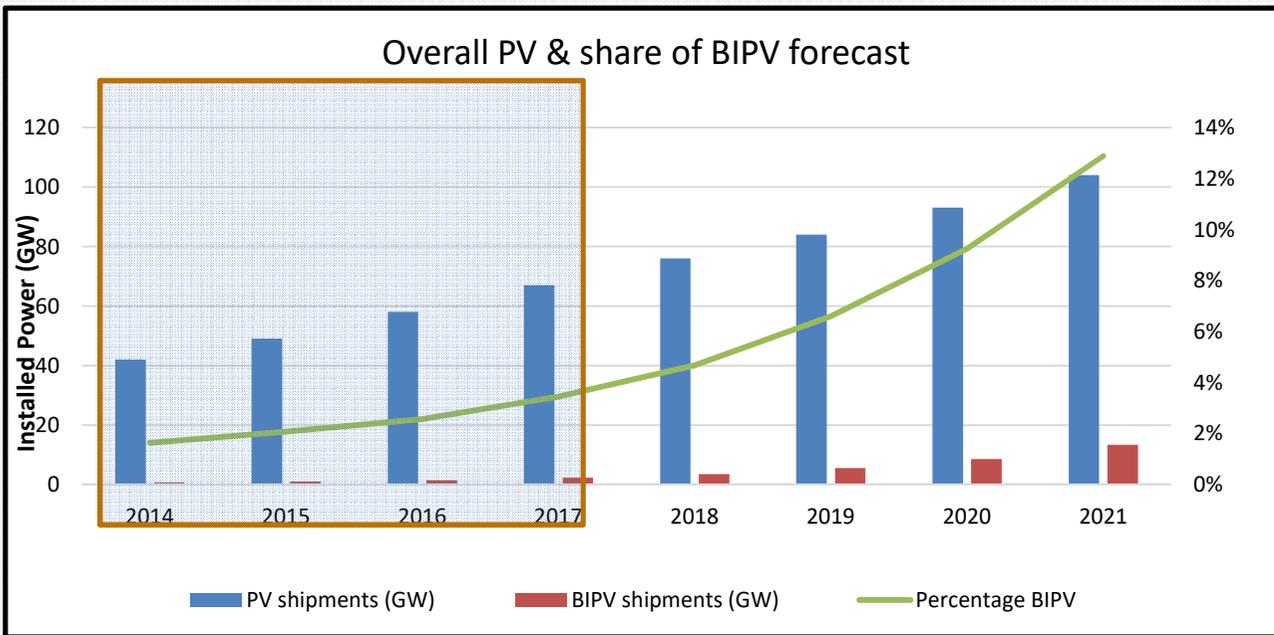
Biblioteca POMPEU FABRA, 1995, 52 kWp.
Fuente: TFM



Academia Mont-Cenis. 1 MW,
Fuente: Scheuten SG. 1999



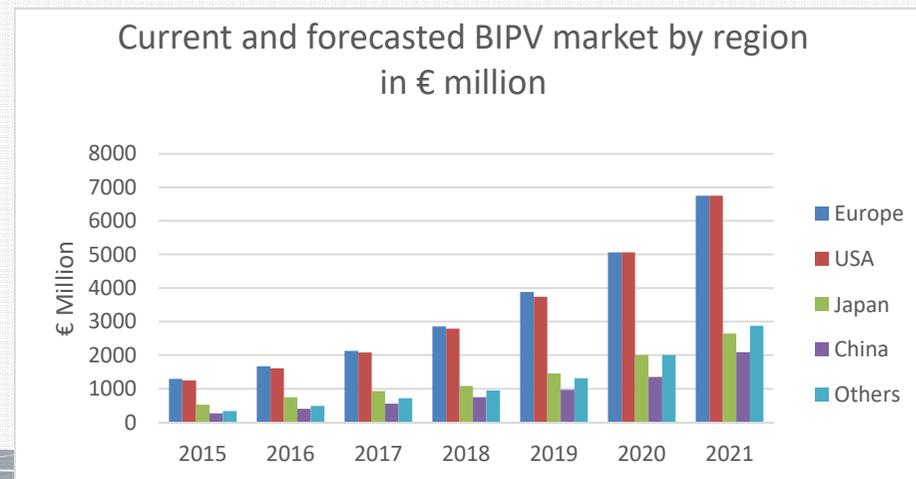
CONTEXTO BIPV: CIFRAS DE MERCADO DE BIPV



Overall PV & BIPV forecast. n-tech Research, "BIPV Technologies and Markets: 2015-2022," 2015. Fuente: PVsites project

SPE, Jan 2018, cumulated 5 GWp of BIPV

Current and forecasted BIPV market by region in € million. n-tech Research, "BIPV Technologies and Markets: 2015-2022," 2015. Nanomarkets, "Nanomarkets report BIPV Market Analysis and Forecast 2014-2021," 2015.



CONTEXTO BIPV:

¡AHORA es el momento para la BIPV!



Principalmente gracias a:

- **la regulación**
- **los avances tecnológicos de la FV en toda la cadena de valor**
- **la investigación a nivel internacional**
- **La concienciación / necesidad de una mejora ambiental**

CONTEXTO BIPV:

¡AHORA es el momento para la BIPV!



Regulación

Directiva del Eficiencia Energética de los Edificios, 2010

(Energy Performance of Buildings Directive, 2010)

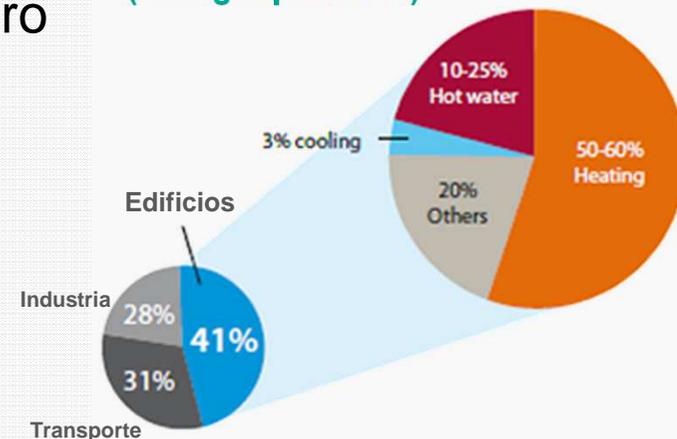
nZEB: construcción con un rendimiento energético muy alto donde la cantidad de energía requerida es casi nula o muy baja debe ser ampliamente cubierta por RES producido en el sitio o cerca

Los edificios son responsables del 40% del consumo de energía, del 60% de la electricidad y del 36% de las emisiones de CO2 en la UE.

La Directiva establece que los Estados miembro garantizarán:

- (a) para el 31 de diciembre de 2020, todos los edificios nuevos son edificios de energía casi nula; y
- (b) después del 31 de diciembre de 2018, los edificios públicos son edificios de energía casi nula.

Consumo de energía de la UE
(energía primaria)



CONTEXTO BIPV:

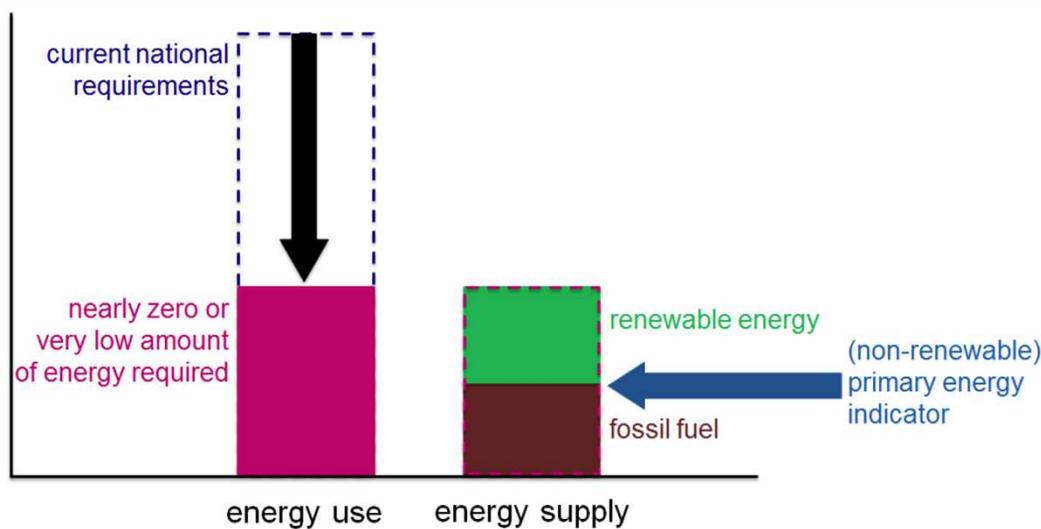
¡AHORA es el momento para la BIPV!



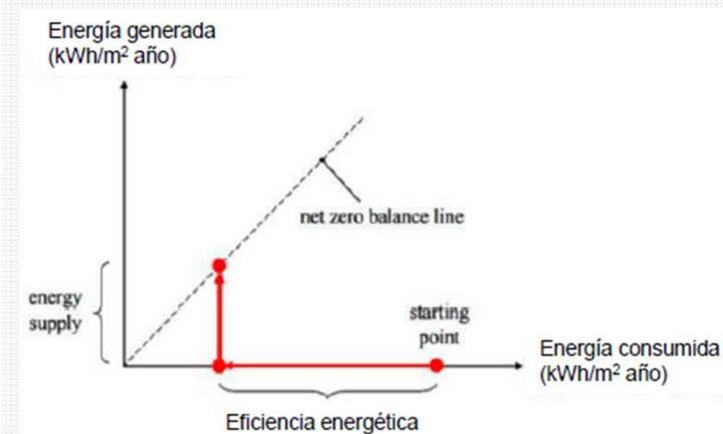
Regulación

Cambio de paradigma en todo el mundo: de generación central a distribuida (y renovable) ➔ **producir electricidad allí donde se necesita (se consume)**

ENERGÍA SOLAR representa una oportunidad para contribuir a este cambio de modelo energético, ya que es la tecnología de energía renovable más distribuida..



Overview of national applications of the NZEB definition – Detailed report, H. Erhorn, H. Erhorn-Kluttig, Concerted Action Energy Performance of Buildings, April 2015.



Fuente: ARUP, GENERA 2017.

CONTEXTO BIPV:

¡AHORA es el momento para la BIPV!



Regulación

Paquete de Invierno o Paquete de Energía Limpia, Nov 2016

(EU “winter package” or Clean Energy Package, Nov. 2016)

menciona la descarbonización del material de construcción que combina las tres dimensiones siguientes:

- **Reducir la demanda de energía de los edificios.**
- **Desarrollar una gestión más inteligente de la demanda en los edificios a través de la automatización y el control**
- **Desarrollar edificios con energía positiva a través de la generación in situ (15/01/2018 – propuesta de que la generación in situ se puede considerar para el cálculo del rendimiento energético del edificio).**

CONTEXTO BIPV:

¡AHORA es el momento para la BIPV!



Regulación

Directiva de Energía acordada la semana pasada por el Parlamento, Comisión y Consejo europeo.

- El **objetivo de energía renovable** en energía final queda en el **32% en 2030**, habiendo una cláusula con su posible revisión al alza en 2023. Si no se cumple, se tomarán medidas correctivas.
- **Sin cargos al autoconsumo** por lo menos hasta diciembre de 2026. En 2027, exención para instalaciones de <25kW y cuota del 8% de la capacidad eléctrica.
- **Simplificación administrativa** para pequeñas instalaciones.
- **Sin cambios retroactivos** para reducir incertidumbre en la inversión.
- **Aún tiene que ser aprobada por el COREPER** (comité de embajadores).

CONTEXTO BIPV:

¡AHORA es el momento para la BIPV!



Regulación

Regulación vigente de autoconsumo: RD900/2015

- Dos tipos de autoconsumo: (1) sin y (2) con venta de excedente.
- **La potencia instalada siempre debe ser inferior a la contratada.**
- **Dificultades técnicas y administrativas** para regularizar la conexión (solicitud de punto de conexión, requisitos de protección y medida, etc.).
- **Impuesto al sol:** cargo variable a la energía autoconsumida (c€/kWh) y fijo a la reducción de potencia con almacenamiento (€/kW y año).
- **Exención transitoria** para consumidores de <10kW y extrapeninsulares.
- **No permite autoconsumo colectivo.** Aunque el Tribunal Constitucional declaró posteriormente el artículo inconstitucional, sigue sin estar regulado.

CONTEXTO BIPV:

¡AHORA es el momento para la BIPV!



Regulación

Borrador de RD de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución.

- Actualmente **sometido a consulta pública**. Se cierra el plazo de alegaciones el 25 de junio. Se espera que el nuevo Gobierno acepte modificaciones.
- **Regula el autoconsumo colectivo**, limitándolo a comunidades de vecinos y con un procedimiento de facturación que impide las ventajas derivadas de la agregación de las curvas de consumo.
- **Simplificación de procesos técnicos y administrativos**: reducción de plazos a la mitad para <math><100\text{kW}</math>, instalaciones de vertido cero no precisan de solicitud de conexión, consumidores de MT posibilidad de conectar FV en BT, se permite medida alejada del punto frontera en caso de poca viabilidad técnica, etc.

CONTEXTO BIPV:

¡AHORA es el momento para la BIPV!



Avances tecnológicos de la FV

- Requisitos constructivos: modularidad, peso ligero, montaje fácil, adaptabilidad / flexibilidad, durabilidad,...
- Requisitos estéticos: módulos BIPV coloreados, formatos XL, transparencia
- Requisitos de PV: nuevas tecnologías de célula (c-Si, TF, OPV ...), producción de energía
- Desarrollo de nuevas herramientas de simulación



Fuente:
BIMSOLAR
BIPV SW,
EnerBIM

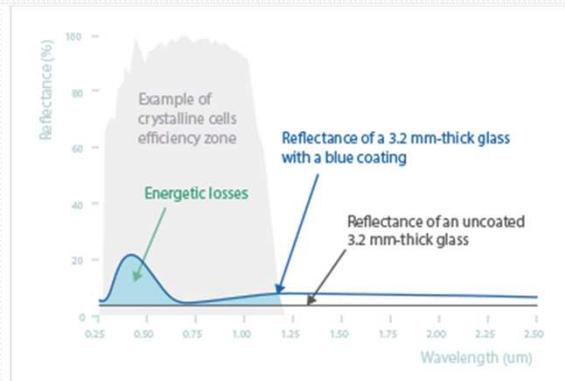
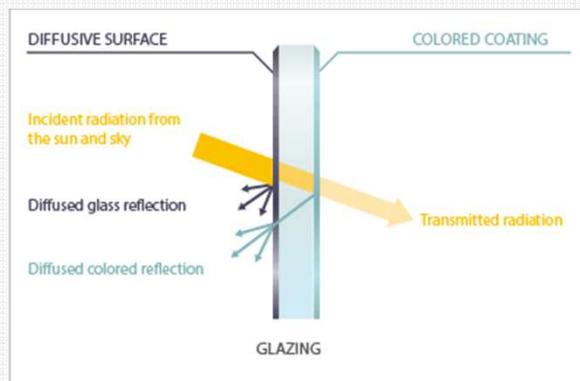
CONTEXTO BIPV:

¡AHORA es el momento para la BIPV!



Avances tecnológicos de la FV

- **Costos:** alta reducción de plomo por tecnología PV, LCOE, sin embargo, **se necesitan mayores esfuerzos para reducir los costos adicionales de BIPV en comparación con los productos de construcción tradicionales.**
- **Avances de estandarización en BIPV (aspectos PV + Construcción)**
- **Integración de BIPV en el proceso de construcción de edificios (p.ej: BIM)**



Performance of Kromatix technology and colored samples.
Fuente: pagina web Kromatix.



CONTEXTO BIPV:

¡AHORA es el momento para la BIPV!



Avances tecnológicos de la FV

- Nuevos desarrollos de productos de construcción

Fuente: SUPSI, Classification of BIPV products. Cited by IES-UPM, Estefanía Caamaño, Genera 2017



CONTEXTO BIPV:

¡AHORA es el momento para la BIPV!



Avances tecnológicos de la FV

- Digitalización: "energía inteligente" en los edificios

Fuente: SPE, Digitalisation & Solar. Task Force report, Dec 2017

FIGURE 1 THE SMART BUILDING PACKAGE

Demand response can increase solar self-consumption by increasing demand in the building at times of high solar generation and vice versa (known as local optimisation).

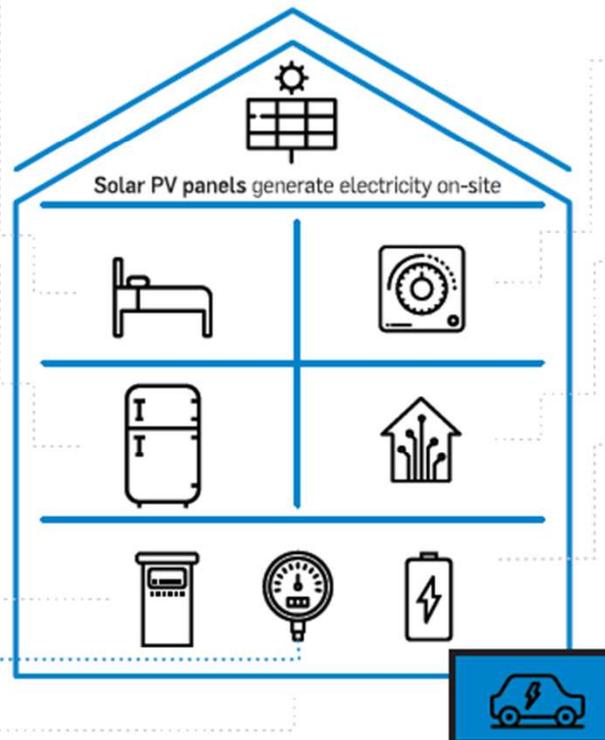
Smart automated building appliances such as fridges, tumble dryers, washing machines, dishwashers, motion-sensor lighting and blinds. Digital technology can remotely control and communicate with these appliances to adapt on-site demand.

Heat pumps, heat storage batteries and air conditioning units can be optimised with solar generation and be a way of using excess solar electricity as heat.



Electricity pylon/grid

Smart meter data and disaggregation can also be used to help identify the customers that are likeliest to have the highest self-consumption rates.



Smart learning thermostats that are internet connected can be combined with electric heating or cooling. Solar providers in the US are already offering customers free smart thermostats.

Smart building energy management systems⁵, which can also provide monitoring, are made possible with wireless communications, advanced data analytics and the Internet of Things.

Battery storage is a mutually reinforcing technology when combined with PV. Residential storage can increase solar PV self-consumption rates from approximately 30% to 70% with added system benefits of reducing network and system costs.

Smart electric vehicle charging in car parks and the PV4EV 'drive on sunshine' solution could significantly increase self-consumption rates for some households and businesses, especially when combined with storage.

CONTEXTO BIPV: ¡AHORA es el momento para la BIPV!



Investigación a nivel internacional sobre BIPV

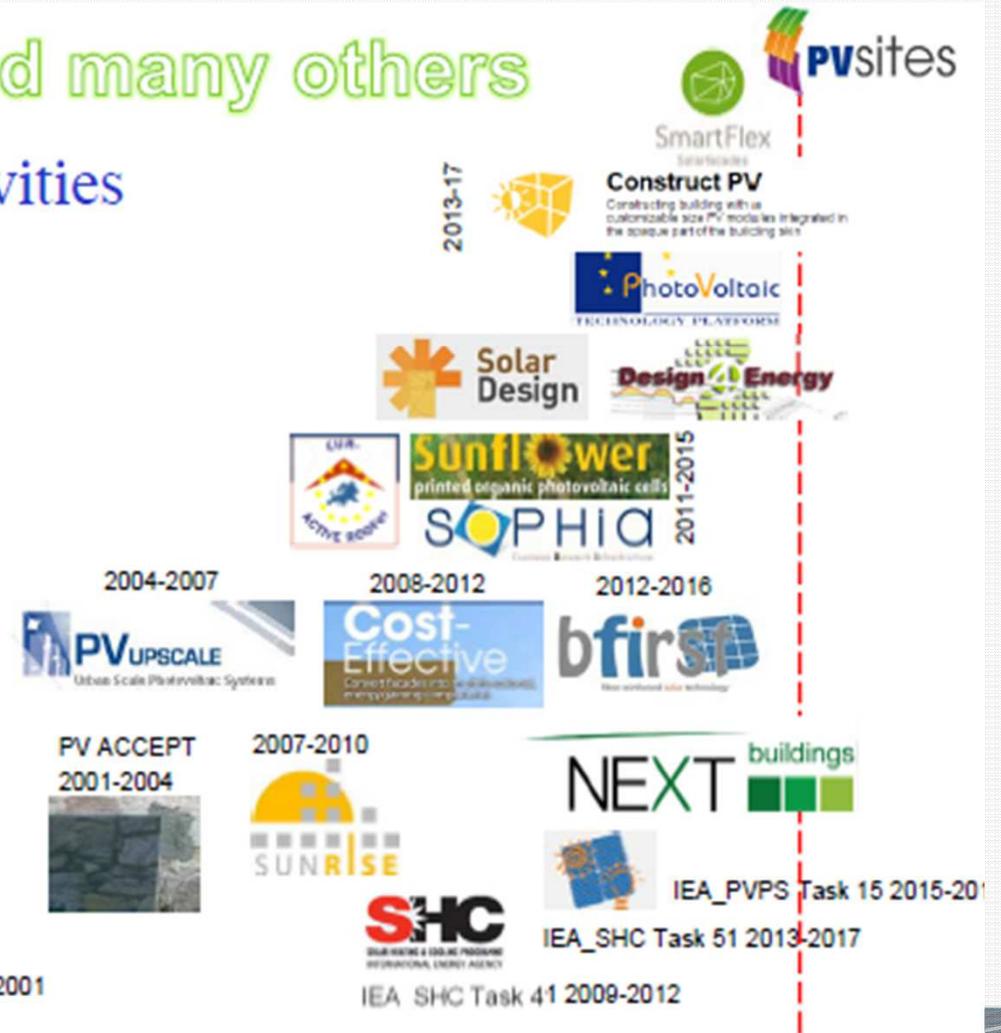
...and many others

International BIPV research activities

Fuente: SUPSI
Dr. Pierluigi Bonomo,
EUPVSEC 2016

Debates, conferences
(Europe+US)

1990-1996



CONTEXTO BIPV:

¡AHORA es el momento para la BIPV!



Avances técnicos en el impacto ambiental a lo largo del ciclo de vida

En Europa, la BIPV puede ahorrar, durante su fase de uso, hasta 15 veces más CO2 de lo que emitió durante su fase de producción.

- Desde una perspectiva de **ciclo de vida**, BIPV ofrece una ventaja de eficiencia de material única para alcanzar el objetivo de NZEB (edificio de energía casi cero):
 - Al agregar solo una pequeña cantidad de material en comparación con elementos de construcción pasivos equivalentes (techo, fachada ...), el beneficio en el ciclo de vida del edificio durante la fase de uso aumenta sustancialmente.
 - La BIPV mejora la 'eficiencia de recursos' no solo durante la fase de producción sino también durante la fase de uso.
- Desde una perspectiva de **impacto ambiental**, la consecución de los objetivos NZEB legalmente vinculantes requerirá envolventes de edificios activas, ya que los materiales pasivos están llegando a sus propios límites.

Fuente: SPE, BIPV Task Force, BIPV
Storyline, 2016

CONTEXTO BIPV: BARRERAS PARA LA ACELERACION DE LA BIPV



- **Bases de datos** de proyectos ejemplo y productos no cumplen la demanda del mercado (la mayor parte son prototipos a medida).
- El ecosistema de BIPV no está todavía maduro. Se necesitan desarrollar **modelos de negocio**
- Los productores e instaladores tienen la visión de las diferentes regulaciones/ certificaciones, y especificaciones de requerimientos y necesidades
- Los **aspectos ambientales** de los productos BIPV no son todavía comparables a la de los elementos constructivos tradicionales.
- Las **demonstración** y prueba de la BIPV está internacionalmente fragmentada y la adaptabilidad de los productos BIPV a diferentes circunstancias climáticas no está clara.
- La **diseminación** de la experiencia de BIPV no tiene gran penetración social

Fuente: Enabling Framework for BIPV acceleration. .
Michiel Ritzen, IEA-PVPS Task 15 Zuyd Research



- **El mundo debe fomentar la construcción de Edificios de Energía Casi Cero (NZEB).**
- **Aumentar el uso de los sistemas BIPV** en bases a las propiedades activas y pasivas aportadas por los sistemas FV integrados y multifuncionales.
- **Aumentar la demanda** para llegar una BIPV de alta calidad en cuanto a:
 - **Desafíos técnicos**
 - **Enfoque actual**
 - **Modelos de negocio**

**CONTEXTO BIPV:
Proyecto PVSITES**



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement N° 691768



Funding EU: 5.47 M€ (+ 1.4 M€ Switzerland)

01/01/2016 – 30/06/2019

Contact: Dr. Maider Machado – maider.machado@tecnalia.com

Coordinator: Tecnalia R&I
Website: www.pvsites.eu

Consortium:

- TECNALIA (ES)
- ONYX SOLAR (ES)
- BEAR (NT)
- NOBATEK (FR)
- FILM OPTICS (UK)
- CTCV (PT)
- FLISOM (CH)
- CRICURSA (ES)
- CEA (FR)
- ACCIONA (ES)
- FORMAT D2 (BE)
- VILOGIA (FR)
- R2M SOLUTION (IT)
- CADCAMation (CH)
- WIP (GE)



Objetivo general: Llevar a la tecnología BIPV a una gran implementación en el mercado

Para ser logrado mediante:

- **Identificar y abordar los requisitos del mercado / negocio BIPV**
- **Demostrar en edificios reales (TRL5 a TRL6-7) una ambiciosa cartera de soluciones BIPV en términos de diseño y simulación, integración arquitectónica, rendimiento, rentabilidad, integración de la red, gestión energética, LCA, formación y sensibilización**

Retos tecnológicos

- **Mayor flexibilidad de diseño, valor estético, multifuncionalidad y rentabilidad**
- **Asistencia en la fase de diseño a través de la simulación conjunta de productos BIPV y el rendimiento energético del edificio**
- **Una BIPV más rentable, predecible, manejable y compatible con la red**
- **Demostración del rendimiento y la confiabilidad de las soluciones BIPV a través de la incorporación efectiva en edificios reales**

CONTEXTO BIPV: Proyecto PVSITES



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement N° 691768



Soluciones basadas en Silicio Cristalino vidrio vidrio (ONYX Solar)

Módulo vidrio vidrio con bus-bars e interconexiones ocultos



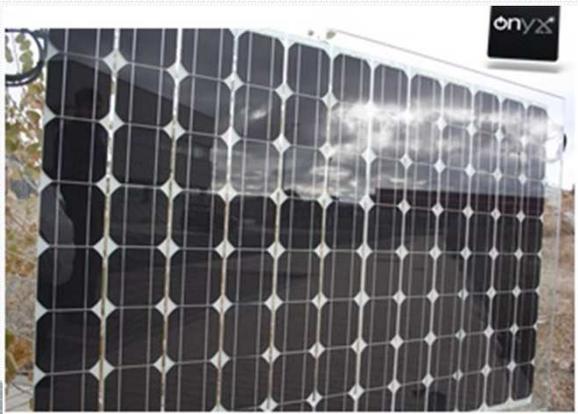
Módulo con tratamiento reflectante coloreado – amarillo y azul



Módulo con vidrio coloreado en masa- azul



Módulo semitransparente con células de contactos traseros



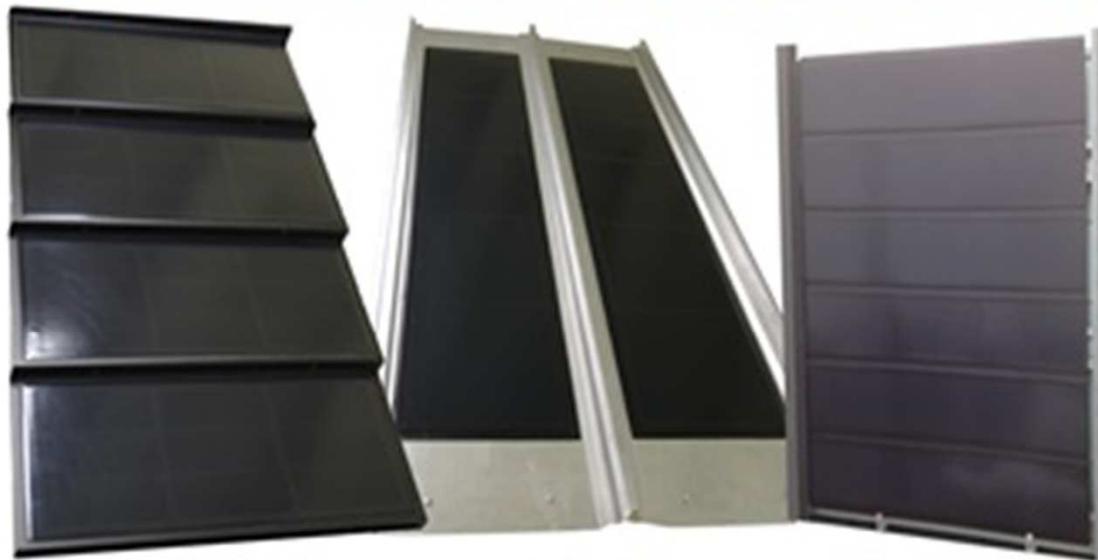
Módulo de gran formato



Instalación en Sevilla (Acciona) de módulos de baja concentración y control solar (Tecnalia), con tecnología de lentes de Fresnel que desvían la radiación hacia las células en verano.

**Módulos BIPV basados en CIGS sobre
metal y CIGS vidrio – vidrio
(FLISOM + ONYX Solar)**

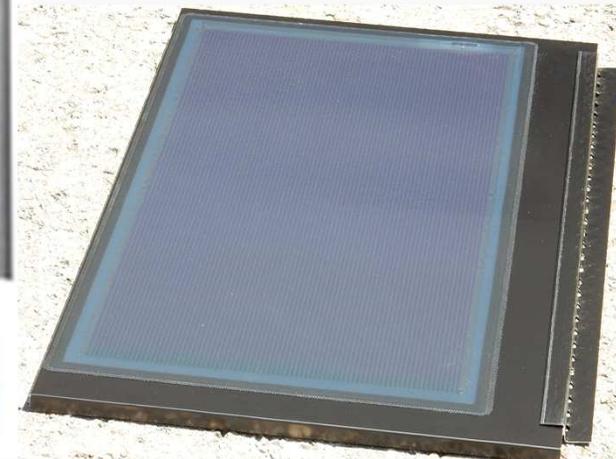
Flexible lightweight CIGS thin film solar modules



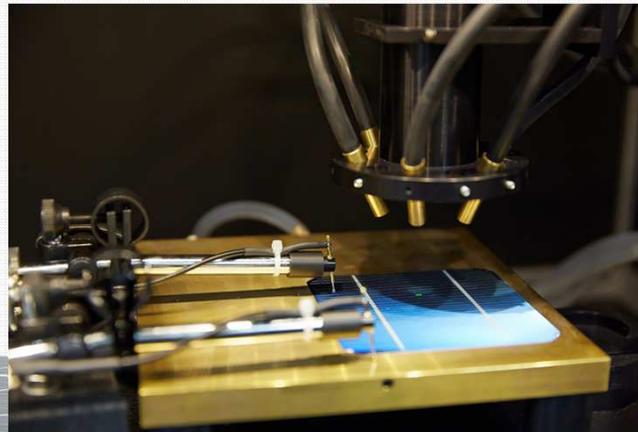
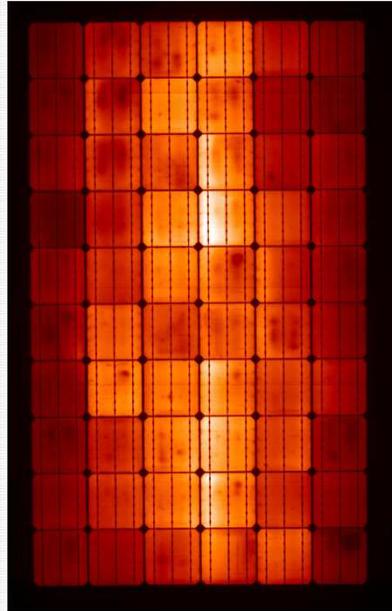
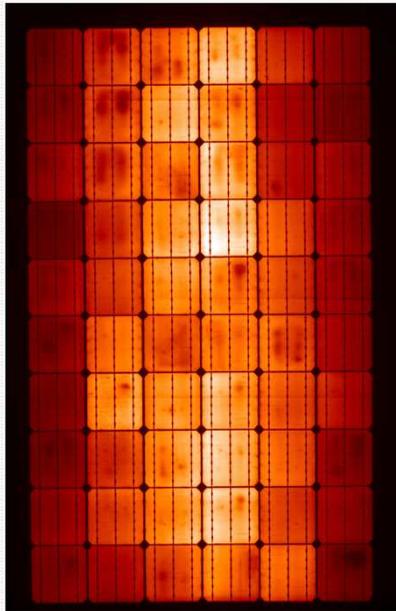
**Residential
BIPV roof tiles**

**Industrial
BIPV metal roofing**

**Commercial
BIPV façade**



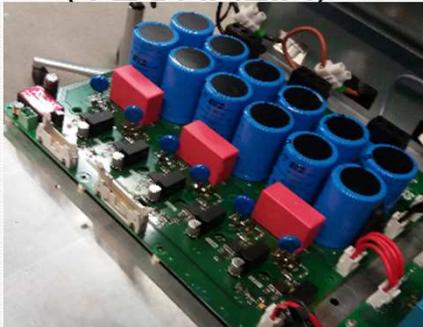
Aplicación de los nuevos standard de BIPV EN 50583 (2016)



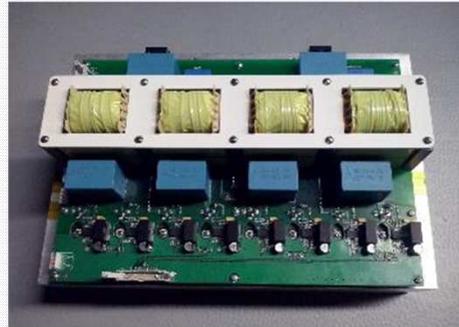
**Test en
CTCV,
TECNALIA y
CEA.**

Grid interface-BEMS

- Mejores soluciones de almacenamiento para BIPV
- Interface de red usando sistemas de almacenamiento con adaptation DC (TECNALIA)
- Inversor basado en SiC - topología de inversor de fuente de corriente (CEA)



DC/AC converter

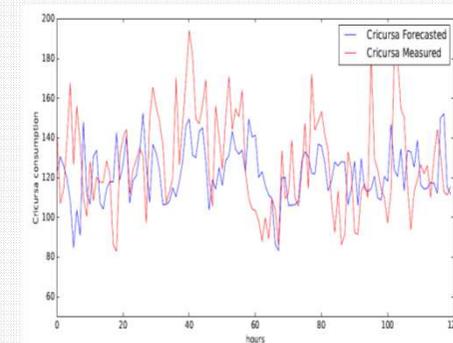
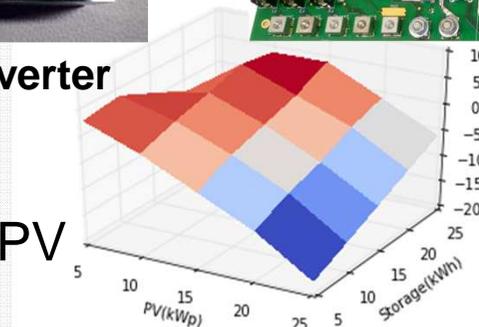


DC/DC converter



Power board

- Herramienta planificadora de sistemas de almacenamiento PV
- Refinamiento de herramientas de previsión de consumo eléctrico del edificio y generación BIPV
- Sistema de Gestion energética del edificio para cada uso



CONTEXTO BIPV: Proyecto PVSITES

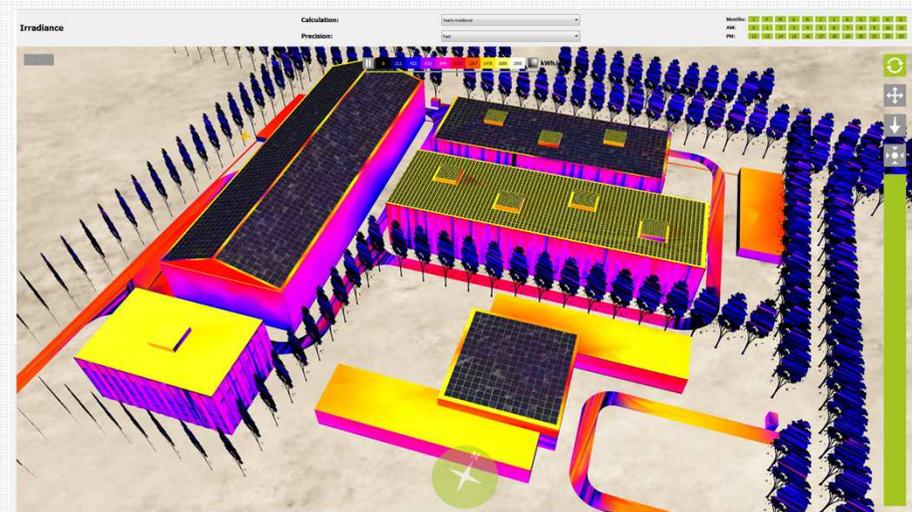
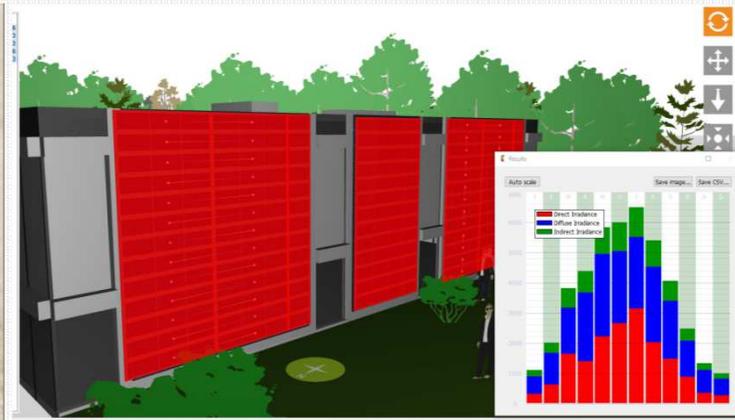
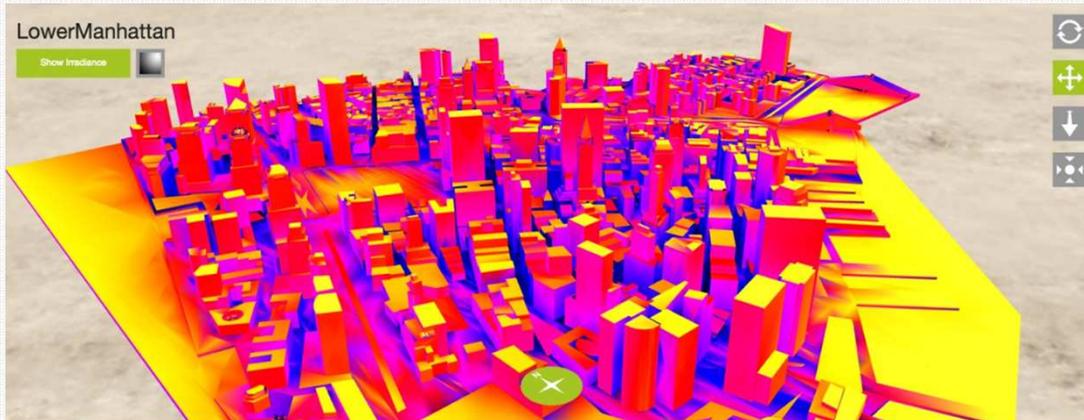


This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement N° 691768



Herramientas software de diseño BIPV

BIM-based software tool (descarga disponible en <http://pvsites.enerbim.com/>)



CONTEXTO BIPV: Proyecto PVSITES



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement N° 691768



Demonstration en 7 edificios reales

TECNALIA Office building, ventilated façade, back-contact cells, 20kW (Spain)



Industrial building, industrial roof CIGS elements, 20 kW (Spain)



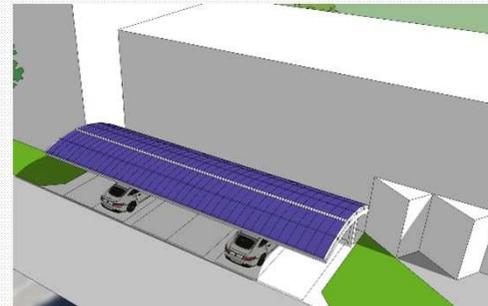
Single family demo building, CIGS roofing shingles, 9 kW (Belgium)



Villogia demo building, opaque c-Si façade (France)



École Hotélière de Genève, CIGS ventilated façades, 9 kW (Switzerland)



2 carports, CIGS elements cover, 15 kW (Switzerland)



Oportunidades detectadas para el desarrollo de la ITP en Andalucía y en España



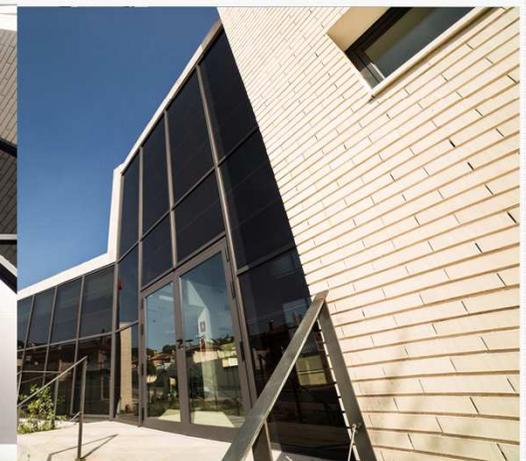
<https://www.onyxsolar.com/genyo-building>

- Ya existen ejemplos de proyectos BIPV

<https://www.onyxsolar.com/conil-town-hall>



<https://www.onyxsolar.com/es/gdr>



<https://www.onyxsolar.com/naval-station-rota>

Oportunidades detectadas para el desarrollo de la ITP de BIPV en Andalucía y en España



Propuestas BIPV para Andalucía

1. Elementos constructivos activos en fachadas y tejados para la producción de energía solar fotovoltaica.



TorreGarena. Alcalá de Henares. BP Solar

Oportunidades detectadas para el desarrollo de la ITPde BIPV en Andalucía y en España



Propuestas BIPV para Andalucía

2. Sistemas fotovoltaicos para suministrar las necesidades de sistemas de climatización mediante bombas de calor.

Fuente: Proyecto HANDLE, Instalación de solución solar híbrida con bomba de calor en Republica Chec (TECNALIA y ENERGY PANEL)



Oportunidades detectadas para el desarrollo de la ITP de BIPV en Andalucía y en España



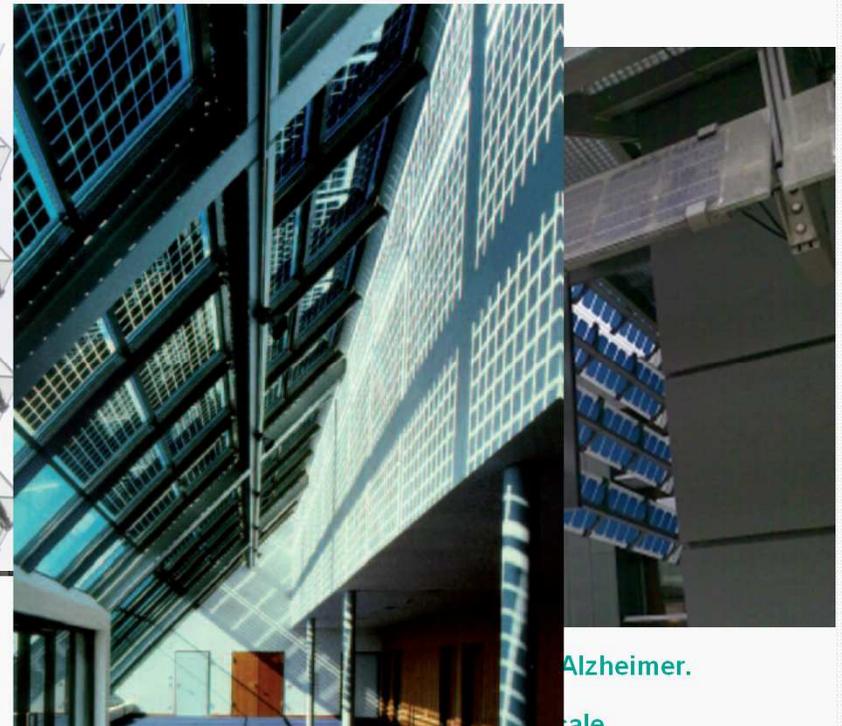
Propuestas BIPV para Andalucía

3. Rehabilitación y acondicionamiento de colegios públicos para ofrecer un mayor confort y mejorar a la vez su eficiencia energética.

- Beneficios eléctricos,
- Beneficios térmicos (luz diurna, sombreamiento, confort, ACS,..),
- Beneficios educativos y promocionales



Fachada PV doble en un Centro Educativo (Barcelona).
Fuente: ITP y tecnología alemán Fuente: OPTISOL, Arquitectos: BAUMANN & SCHNITTGER



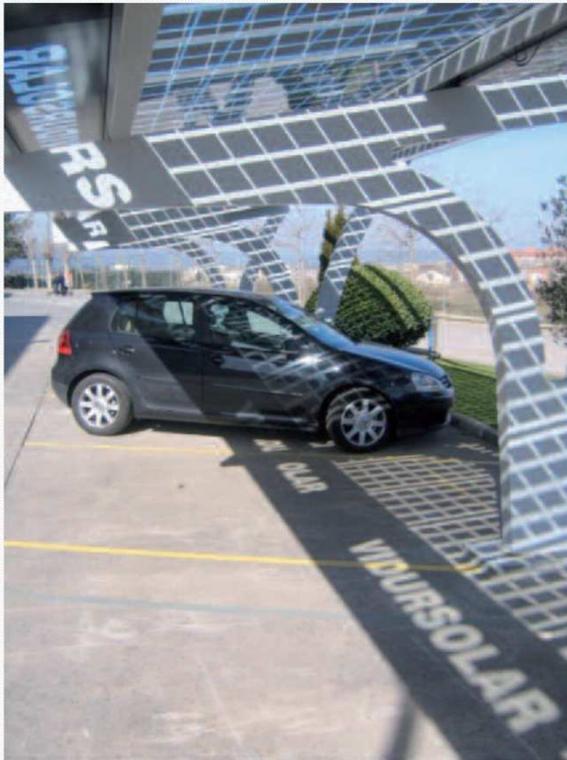
Alzheimer.

© Estudio Lamela, 2007 (I + D + O)

Oportunidades detectadas para el desarrollo de la ITP de BIPV en Andalucía y en España

Propuestas BIPV para Andalucía

4. Soluciones de suministro mediante energía solar fotovoltaica para vehículos eléctricos integrados en el entorno urbano



Parking FV para coches



Marquesina FV diseñada por Lunaberg Design, módulos OPV de Konarka



Parking FV para bicis, módulos Sanyo

Requerimientos necesarios para el desarrollo de la ITP de BIPV en Andalucía y en España



Recursos Financieros necesarios:

- **La implementación de ayudas en forma de subvención** para que se lleven a cabo las primeras instalaciones de referencia,
- **incentivos fiscales,**
- **garantías**
- **o financiación blanda.**

Aspectos No Financieros, Legales y Regulatorios Necesarios :

- **Compromiso de regulación**
 - **Administración General del Estado** favoreciendo la incorporación de este tipo de instalaciones tanto en **edificios de nueva construcción** como en **la rehabilitación de los existentes** a través de los **nuevos códigos técnicos de la edificación**
 - **Administración Local:** regulación local en materia de urbanismo
- **Fomentar medidas de aprovechamiento de los recursos procedentes de energías renovables y la reducción de emisiones para reducir la dependencia de energética exterior en el parque de la edificación.**

Muchas gracias

www.fotoplat.org

ana.huidobro@tecnalia.com

Promueve



UNEF
Unión Española Fotovoltaica

tecnalia

Financia



MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD