



Sala Dinámica 24
Puertos del Estado

Silvia Palero Monllor

CIEMAT

ENERGIAS RENOVABLES: Energía Solar

Silvia Palero

Unidad de Eficiencia Energética en la Edificación
CIEMAT

**IV FORO MEDIOAMBIENTAL PORTUARIO:
*ECOEficiencia PORTUARIA***

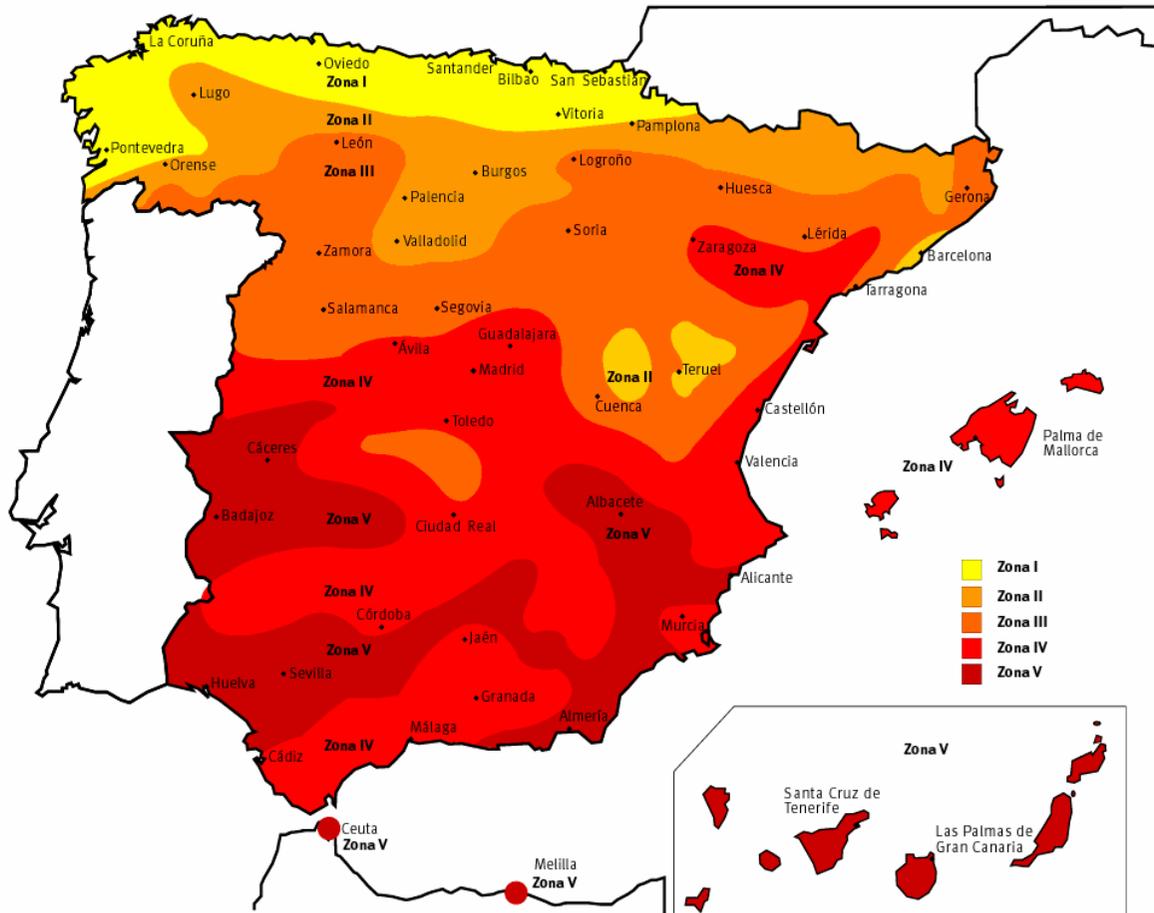
30 de Noviembre de 2006

- Energías renovables
 - Por qué: el reto del ahorro energético
 - ✓ Reducción de la demanda
 - ✓ Fomento de las energías renovables
 - Posibles actuaciones
 - ✓ Eficiencia energética en edificios – E. Solar Pasiva
 - ✓ Integración de Energía Solar Térmica
 - ✓ Integración de Energía Solar Fotovoltaica
 - Factores condicionantes
 - ✓ Clima
 - ✓ Accesibilidad solar

 - Integración de sistemas solares activos en edificios
 - Sistemas de energía solar para climatización de edificios
 - Paneles de energía solar fotovoltaica en edificios
 - ✓ Integración arquitectónica
 - ✓ Integración con los sistemas convencionales

 - Generación de electricidad con Energía Solar
-

Radiación solar en España



Radiación Solar Global

(kWh/m² día)::

- Zona 1: $R_a < 3,8$
- Zona 2: $3,8 < R_a < 4,2$
- Zona 3: $4,2 < R_a < 4,6$
- Zona 4: $4,6 < R_a < 5,0$
- Zona 5: $R_a > 5,0$

- Técnicas Naturales de Acondicionamiento (TNA)
 - ✓ Aprovechamiento de los recursos naturales en el acondicionamiento de espacios interiores
(Arquitectura Bioclimática)
 - ✓ Desarrollar técnicas de calefacción y de refrigeración aprovechando la energía solar
 - ✓ Disminuir la demanda energética de los edificios y evitar despilfarros energéticos.
-

□ **Objetivos generales de las TNA'S**

- ✓ Dotar de condiciones de **confort** para invierno y verano
 - ✓ Aplicar criterios del **diseño pasivo** para invierno y para verano
 - ✓ **Compatibilizar diseños** para diferentes funciones:
 - **Prevenir sobrecalentamientos en verano** debidos a una técnica pasiva pensada para invierno
 - **Prevenir enfriamientos en invierno** debidos a una técnica pasiva pensada para el verano
 - ✓ Desarrollar **diseños activos** con energías renovables y técnicas naturales
-

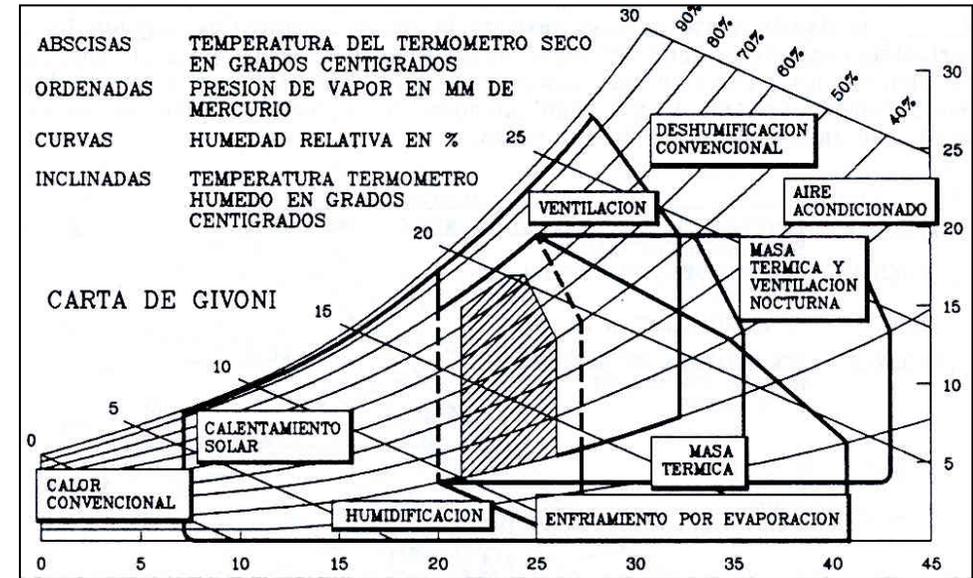
CONDICIONES DE CONFORT

□ Ambientales

- Temperatura ambiente
- Humedad relativa
- Velocidad del aire
- Temperatura media radiante.

□ Personales

- Vestimenta
- Nivel de actividad
- Movilidad espacial



Los rangos de temperatura de confort varían con estos parámetros.

Invierno = 20 a 22 °C,

Verano= 24 a 26 °C.

TNA: fuentes y sumideros de calor

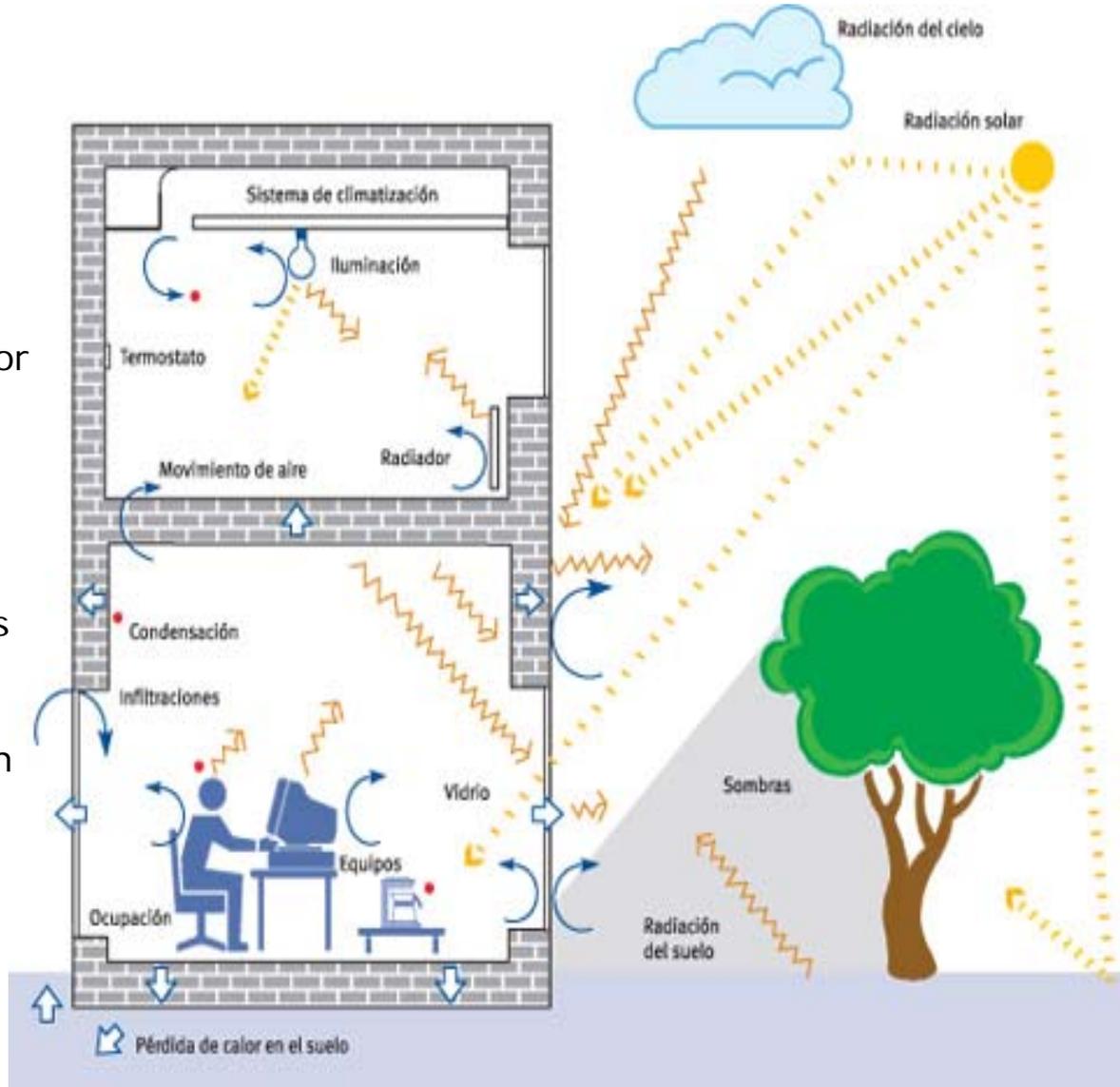
■ Fuentes de calor:

■ Exteriores:

- ✓ Sol
- ✓ aire exterior
- ✓ suelo

■ Interiores:

- ✓ actividades de los ocupantes
- ✓ iluminación artificial
- ✓ aparatos eléctricos



■ Sumideros:

■ suelo:

- Tubos enterrados

■ cielo:

- Enfriamiento radiante

■ aire exterior:

- ventilación
- evaporación de agua

Técnicas Naturales de Calefacción

1. Evitar pérdidas de calor hacia el exterior:

Técnicas preventivas

- ✓ Edificios compactos: condiciona la forma y tamaño del edificio
- ✓ Buen aislamiento superficies vidriadas
- ✓ Hermeticidad de la carpintería
- ✓ Protección de las corrientes frías de aire
- ✓ Cerramientos exteriores con buen aislamiento o masas de inercia.

2. Maximización de ganancias solares para calentar espacios interiores: Técnicas pasivas de calefacción

- Ganancias solares directas: ventanas
 - Ganancias semidirectas: espacios tampón
 - Ganancias indirectas: muros opacos
-

TNA - CALEFACCIÓN

□ EJEMPLOS DE ESPACIOS TAMPÓN:

1. INVERNADEROS

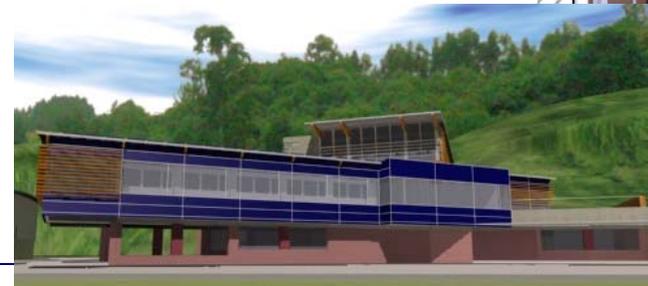
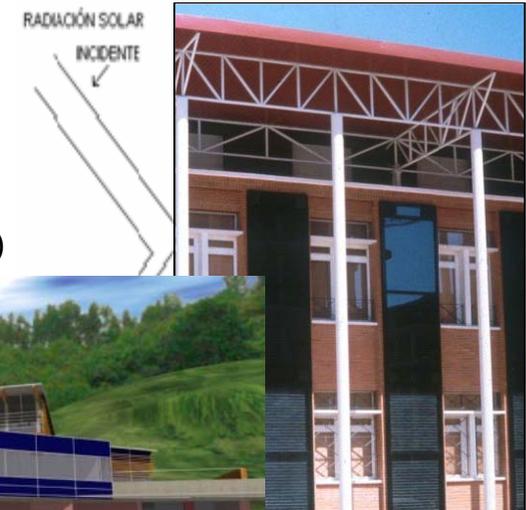
- ✓ Cerramiento acristalado (horizontal y vertical)
- ✓ Efecto invernadero
- ✓ Con inercia térmica y sin aislamiento
 - acumulación en el muro
 - amortiguación y desfase de onda térmica
- ✓ Ganancia indirecta a horas sin sol
- ✓ Posible regulación del calor con aperturas

2. MURO TROMBE:

- ✓ Cristal al exterior, canal de aire y muro captador
- ✓ Captación por efecto invernadero
- ✓ Muro acumula el calor y lo cede al interior
- ✓ Aperturas en el muro: Intercambio de aire
- ✓ En verano: se abre al exterior (Muro Trombe-Michel)

3. GALERIAS ACRISTALADAS

- ✓ Espacios tampón oficinas
- ✓ Recuperación calor hacia oficinas
- ✓ Aliviaderos arriba y abajo



TÉCNICAS NATURALES DE REFRIGERACIÓN

1. Evitar las ganancias desde el exterior (radiación solar o temperatura del aire): **Técnicas preventivas.**
 - **Edificios** poco compactos para aumentar la disipación de calor
 - **Tratamiento de fachadas:** Fachadas ventiladas, muros con aislamiento e inercia térmica.
 - **Sombreamientos exteriores:** parasoles, sobrecubiertas, alerones, retranqueos, cubiertas vegetales
 2. Buscar sumideros de energía para evacuar el excedente térmico del edificio. **Técnicas refrigerativas pasivas.**
 - ✓ **Ventilación natural:** ventanas opuestas y espacios conectados, chimeneas solares, torres de viento, espacios tampón ventilados...
 - ✓ **Procesos evaporativos** (filtros humectantes)
 - ✓ **Paneles radiantes** para enfriamiento nocturno.
 - ✓ **Tubos enterrados**
-

TNA - REFRIGERACIÓN

■ SOMBREAMIENTOS

- Orientación sur: sombreado horizontal
 - voladizo, lamas
 - toldos, persianas
 - vegetal de hoja caduca
- Correctamente dimensionado: cálculo para la posición del Sol en los equinoccios
- Orientaciones este - oeste: sombreado vertical
- Sombreamiento de cubiertas, patios, etc.



Fig. CEDER-CIEMAT Mitre-Exposición

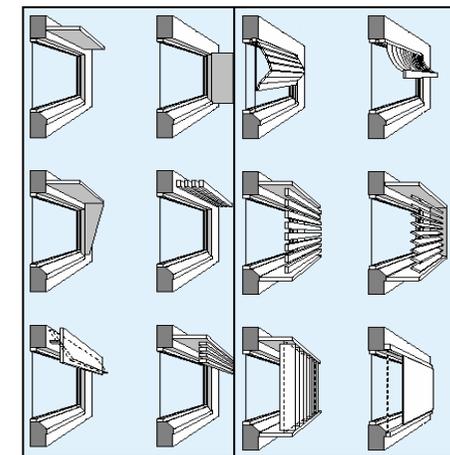
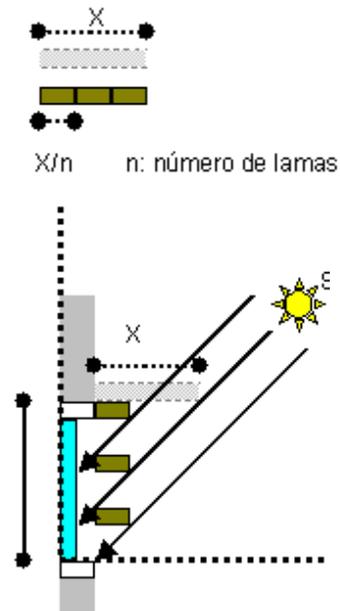
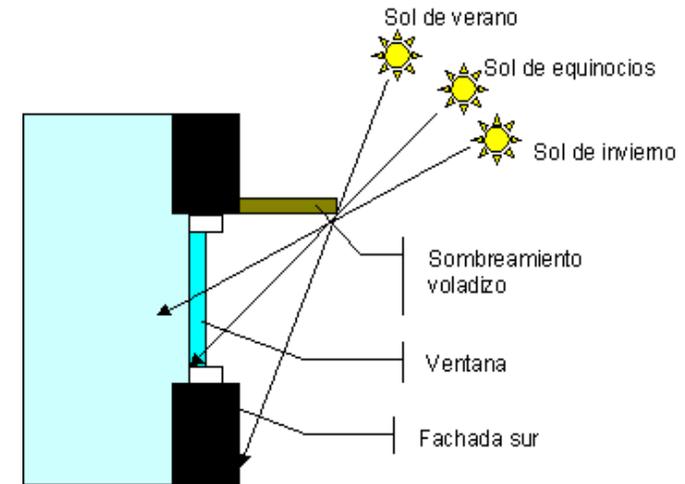
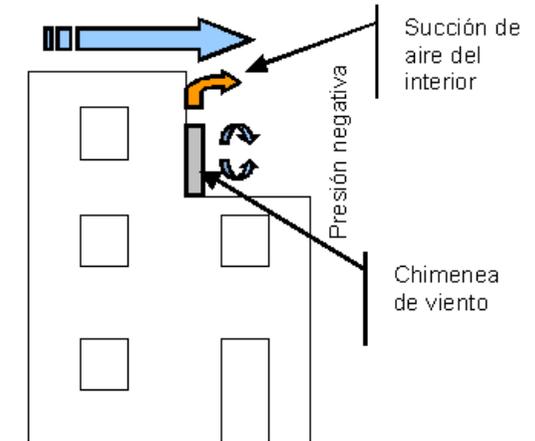
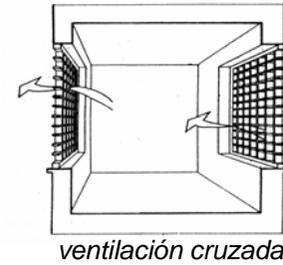
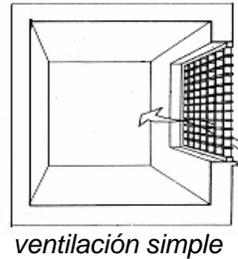


Fig: Tipos de sombreados

■ VENTILACIÓN NATURAL

• Tipos:

- Ventilación simple
- Ventilación cruzada



• Producida por diferencias de presión del aire dadas por:

- vientos sobre el edificio
 - **chimeneas de viento**
 - **torres de viento**
- diferencia de temperaturas (convección natural)
 - **chimeneas solares**

• Funciones:

- Reducción T interior por el transporte de calor y masa.
 - Mejora de la calidad del aire interior adecuada
-
- Edificio diseñado para permitir las corrientes de aire.



TNA - REFRIGERACIÓN

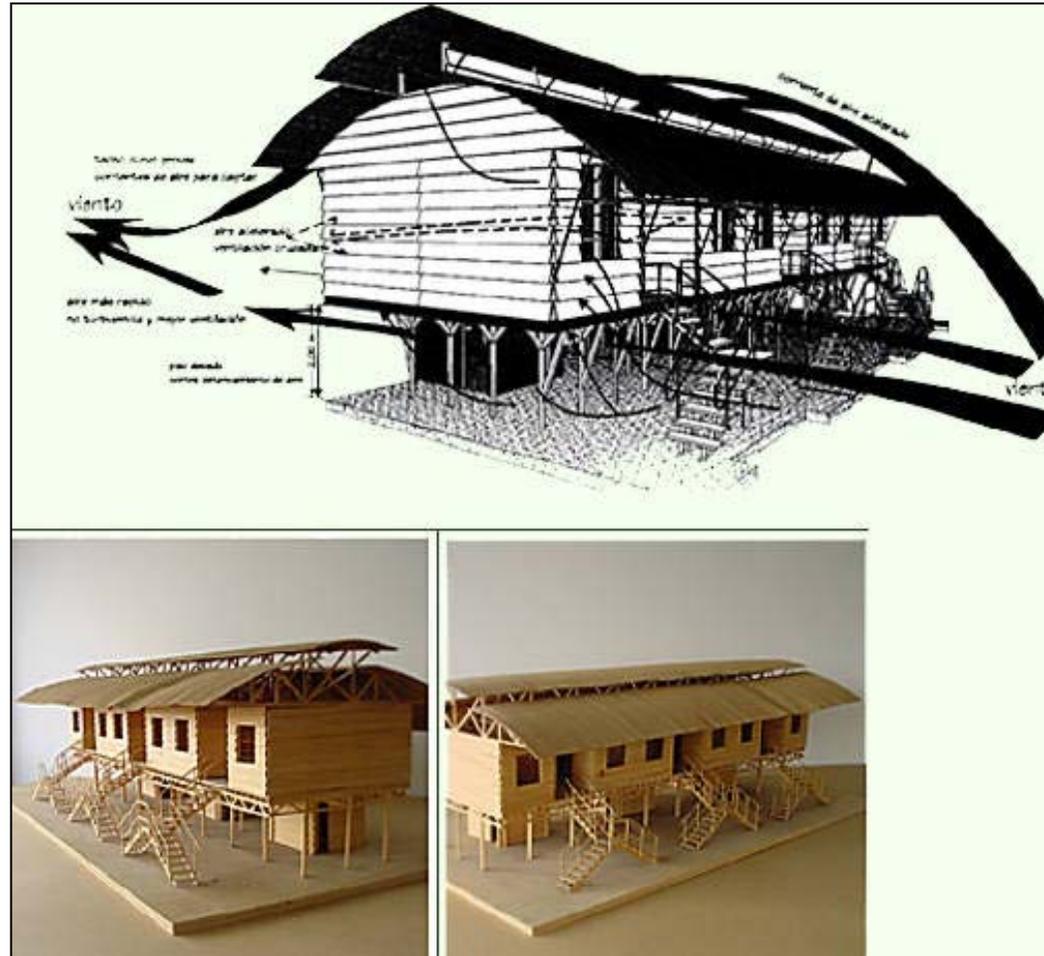


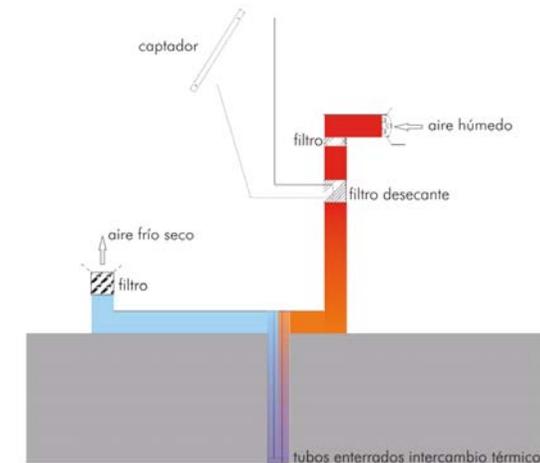
Fig. Cabaña Baches, B. Stagno 1999.

Ejemplo: Sistema de ventilación en una vivienda tropical, en el valle de la estrella en Costa Rica.

▪ OTROS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN NATURAL

TUBOS ENTERRADOS

- ✓ Temperaturas de suelo homogéneas todo el año
- ✓ Es efectivo en cualquier clima
- ✓ Depende de diversos parámetros
 - longitud y diámetro del tubo
 - fluido de trabajo: aire, agua
 - características higrotérmicas del suelo
 - Tratamiento superficial del suelo (sombras, riego)



ENFRIAMIENTO RADIANTE

- ✓ Cielo sumidero natural de calor: $T^a \text{ cielo} < T^a \text{ ambiente}$
- ✓ Funcionamiento nocturno en climas con altas oscilaciones diarias y cielos claros
- ✓ paneles radiantes con suelo radiante

APLICACIONES ILUMINACIÓN NATURAL: Proporcionar luz natural a partir de la radiación solar

- ✓ Componentes de conducción
 - Espacios de luz intermedios: galerías, porches, invernaderos
 - Espacios de luz interiores: patios, atrios, conductos de luz
 - ✓ Componentes de paso
 - Ventanas, balcones, lucernarios, muros traslúcidos, muros cortina, cúpulas, etc.
 - ✓ Elementos de control de la luz solar
 - Complementos de los componentes de paso
 - Toldos, cortinas
 - Pantallas rígidas (aleros, repisas, antepechos,...)
 - Filtros solares (persianas, lamas, celosías,...)
-

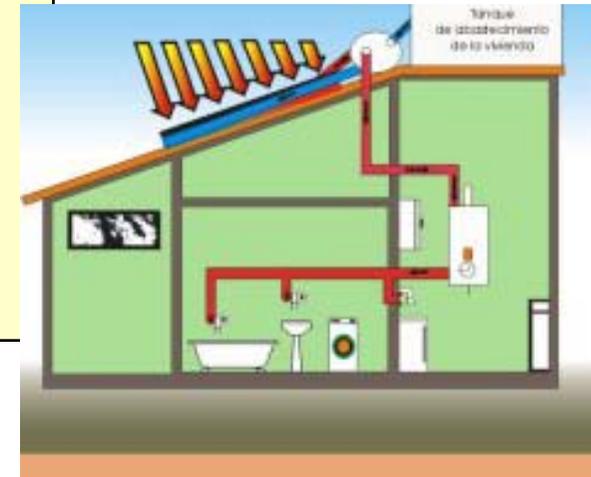
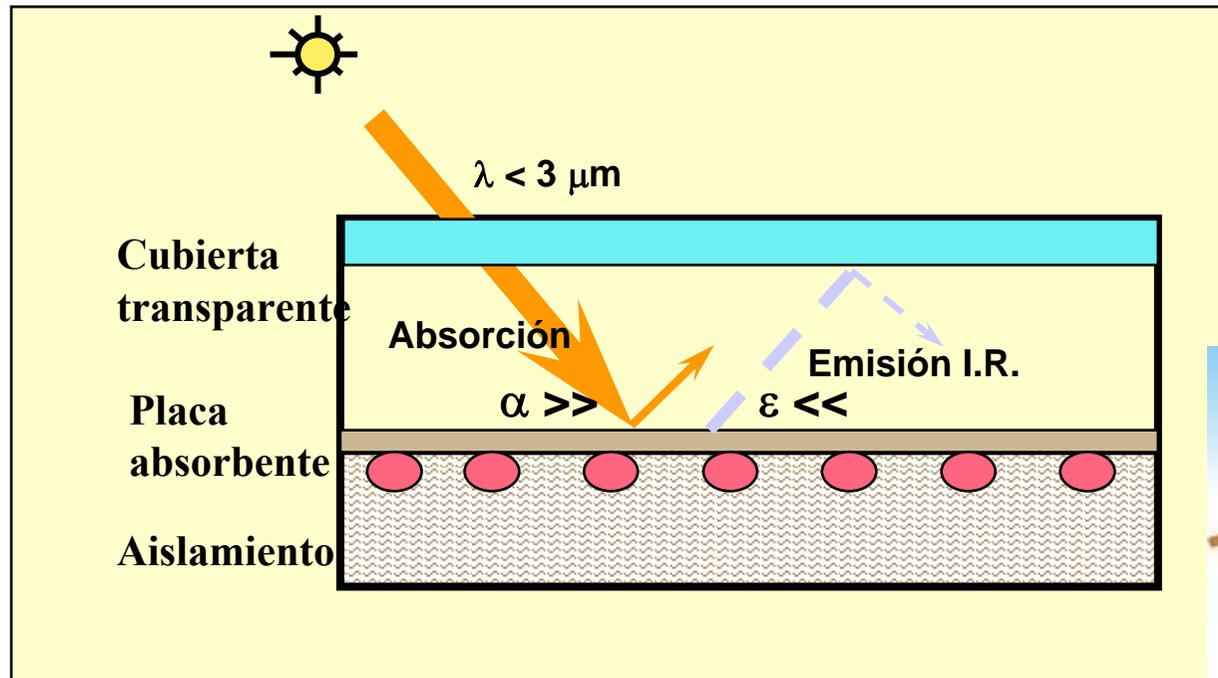
ENERGÍA SOLAR TÉRMICA BAJA TEMPERATURA

APLICACIONES:

Agua Caliente Sanitaria
Calefacción
Refrigeración por absorción



CAPTADORES SOLARES

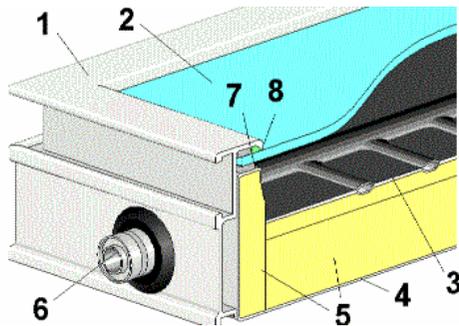


CAPTADOR SOLAR PLANO

COMPORTAMIENTO DE UNA SUPERFICIE SELECTIVA FRENTE A LA RADIACIÓN SOLAR.

Sistemas pequeños.

Las instalaciones de **baja temperatura** se clasifican en función del **sistema de intercambio** o mediante la forma en la que se consigue el **movimiento del fluido**.

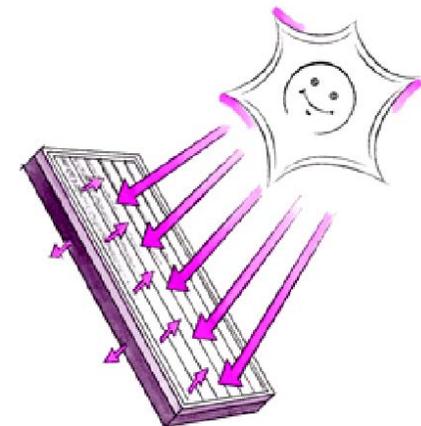


En función del **sistema de transferencia**:

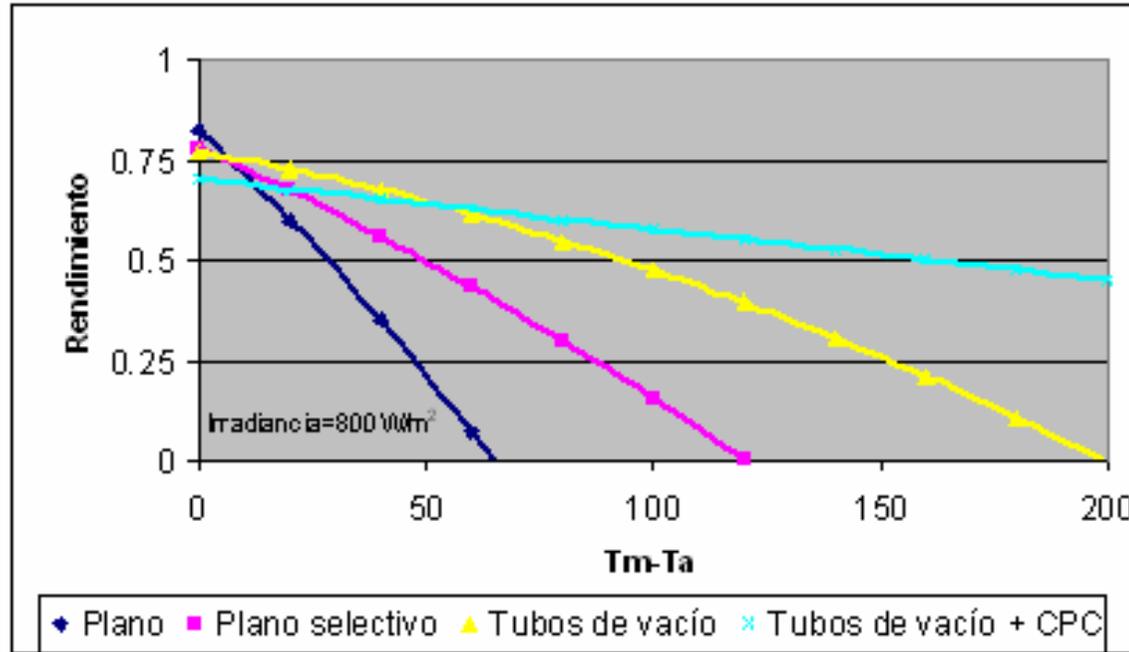
- **Sistemas Directos**
- **Sistemas Indirectos**

En función del **movimiento del fluido**:

- **Circulación Natural "Termosifón"**
- **Circulación Forzada.**

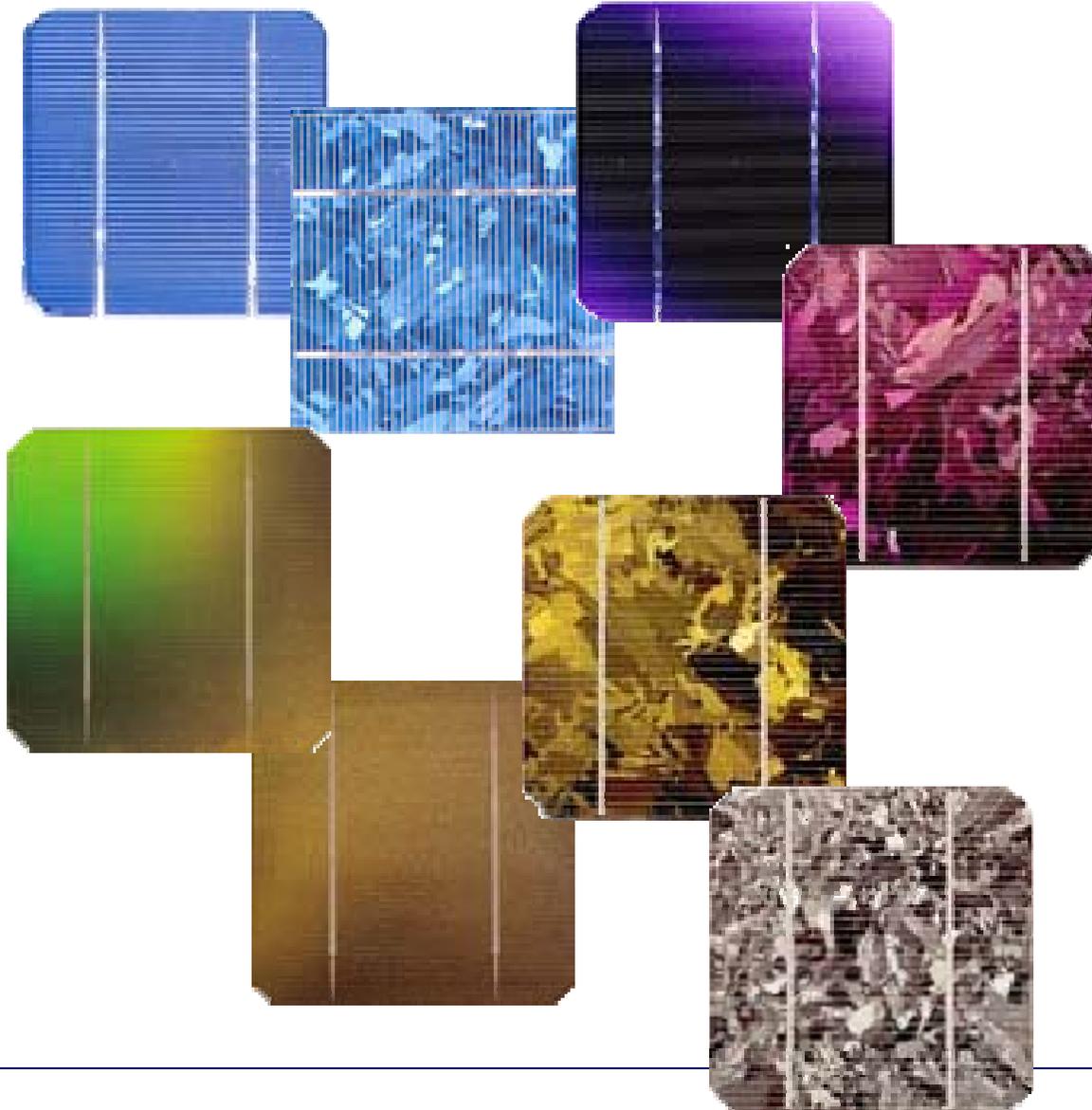


TIPOS DE CAPTADORES SOLARES



Tipo colector	η_0	c_1 [W/m²K]	c_2 [W/m²K²]
Plano	0.820	8.442	0.936
Plano + sup. selectiva	0.775	3.980	0.908
Tubo vacío	0.768	1.595	0.930
Tubo vacío + CPC	0.700	1.000	0

ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA



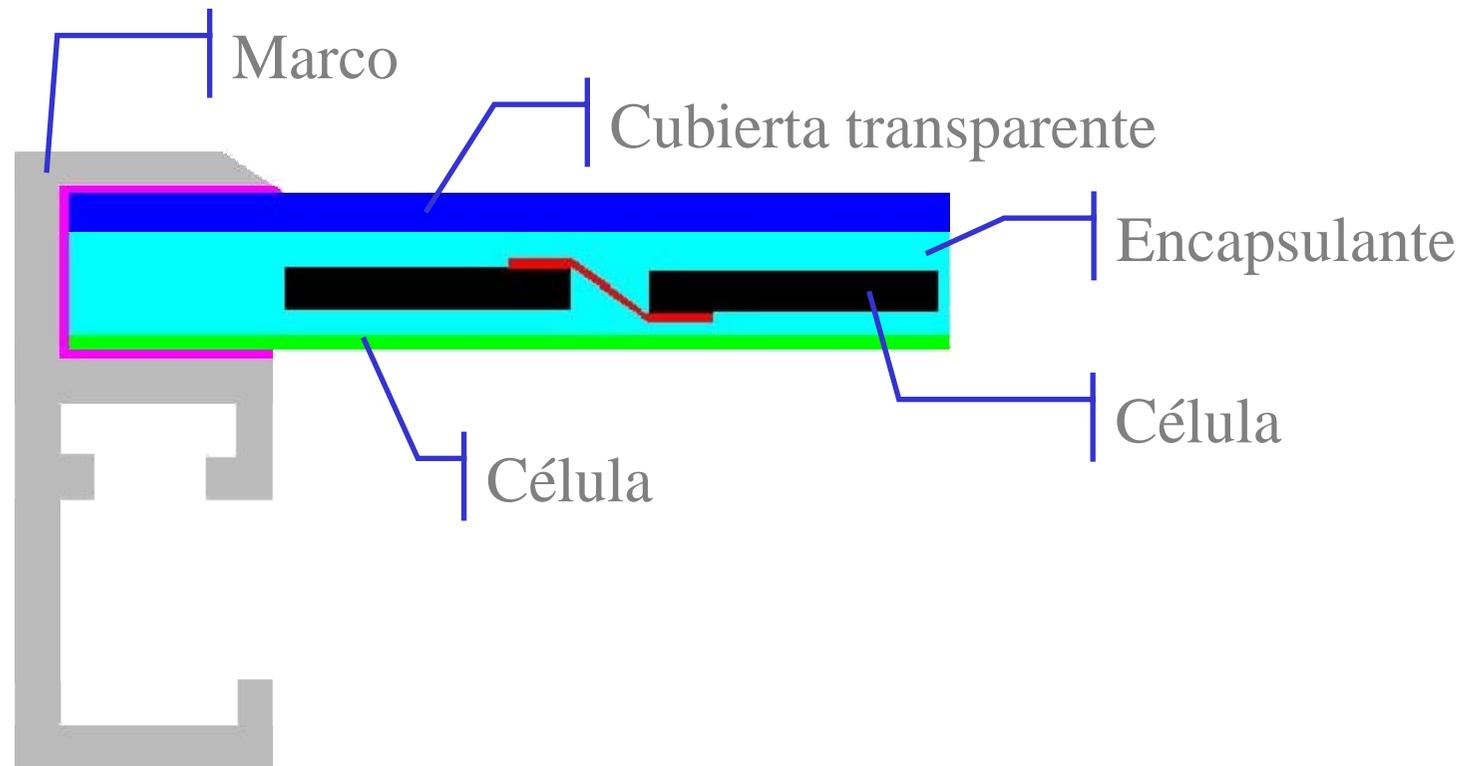
Células de silicio monocristalino y policristalino coloreadas para favorecer la integración.

- Clasificación por tecnología de célula
 - Silicio monocristalino
 - Silicio policristalino
 - Silicio amorfo
 - Otros materiales

 - Clasificación por tecnología de fabricación
 - Módulos convencionales
 - Módulos especiales
 - ✓ Semitransparentes
 - ✓ Tejas
 - Lámina delgada
-

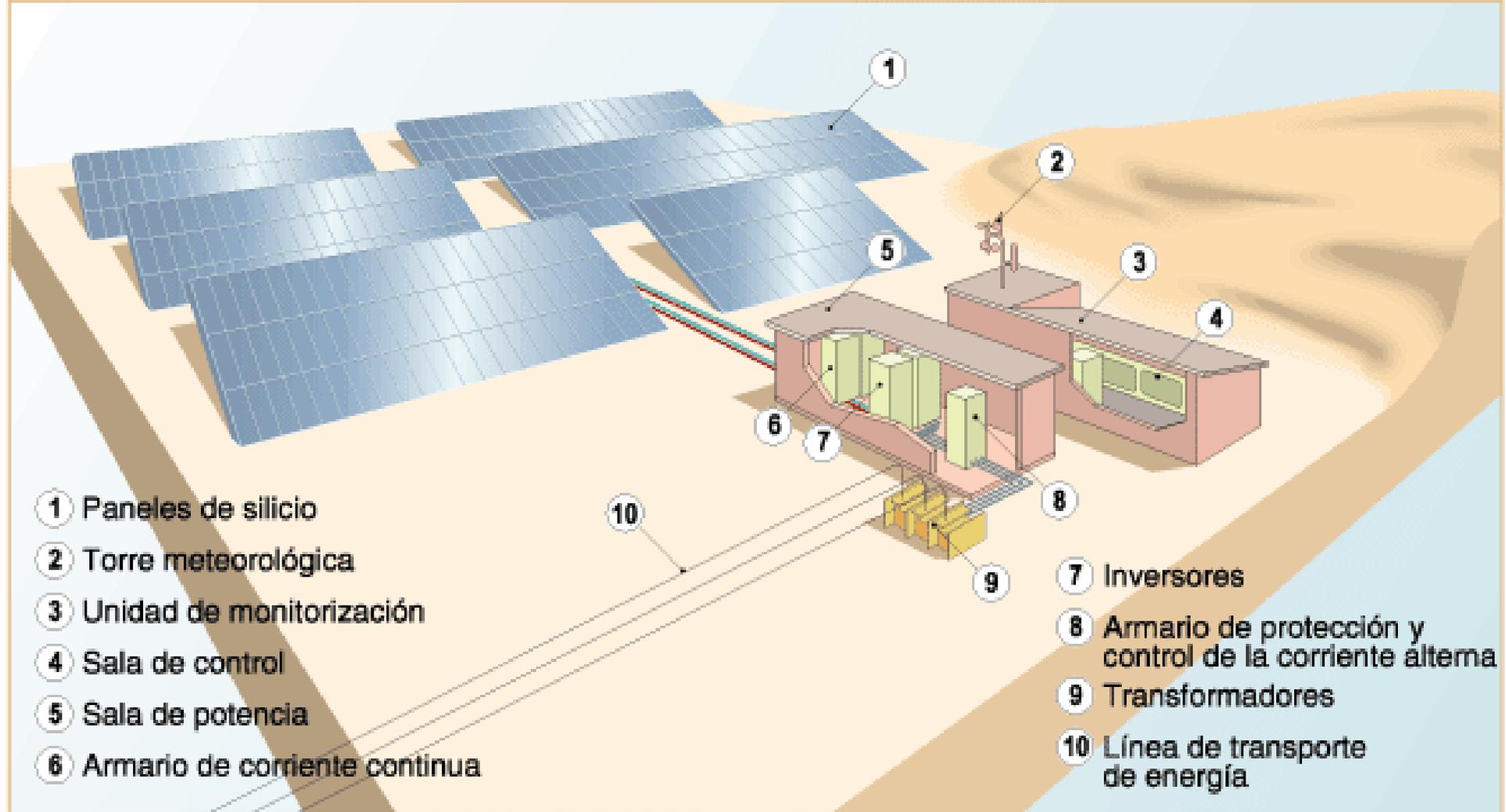
MÓDULOS CONVENCIONALES

❑ Módulos de silicio mono/policristalino



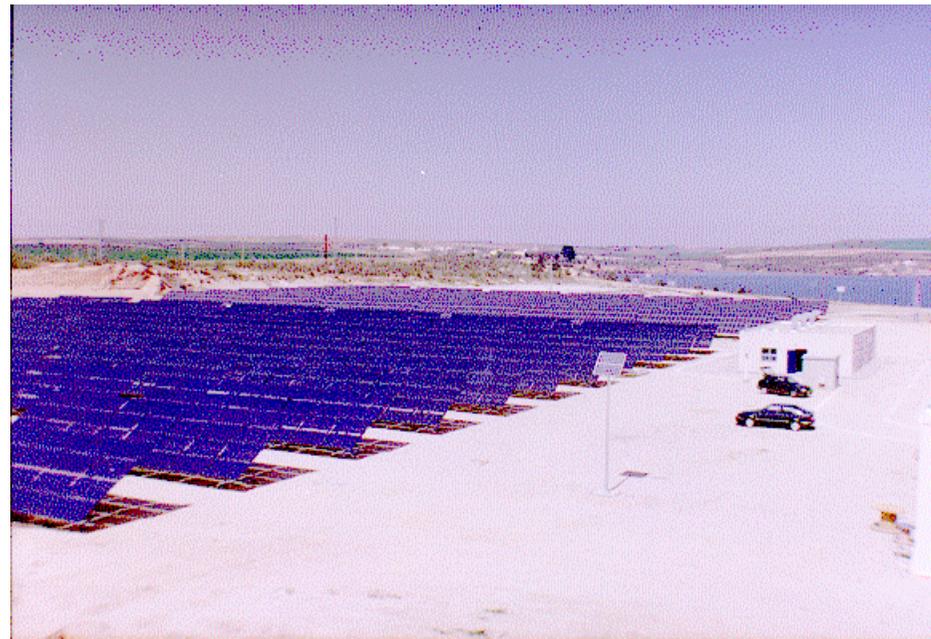
ESQUEMA de CENTRAL SOLAR FV

CENTRAL FOTOVOLTAICA



EJEMPLOS CENTRAL SOLAR FV

CENTRAL FOTOVOLTAICA “TOLEDO PV” La Puebla de Montalbán (Toledo)



EJEMPLOS CENTRAL SOLAR FV



CENTRAL FOTOVOLTAICA
"NUEVO HORIZONTE"
Las Rozas (MADRID)

CAMPO FV EN CUBIERTA
DE ZONA DEPORTIVA



EJEMPLOS INTEGRACIÓN de FV en EDIFICACIÓN

Tejado fotovoltaico en vivienda unifamiliar



Módulos semitransparentes

❑ Módulos de lámina delgada

Lámina delgada
depositada
sobre doble vidrio

Transparencia - 10%





Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas

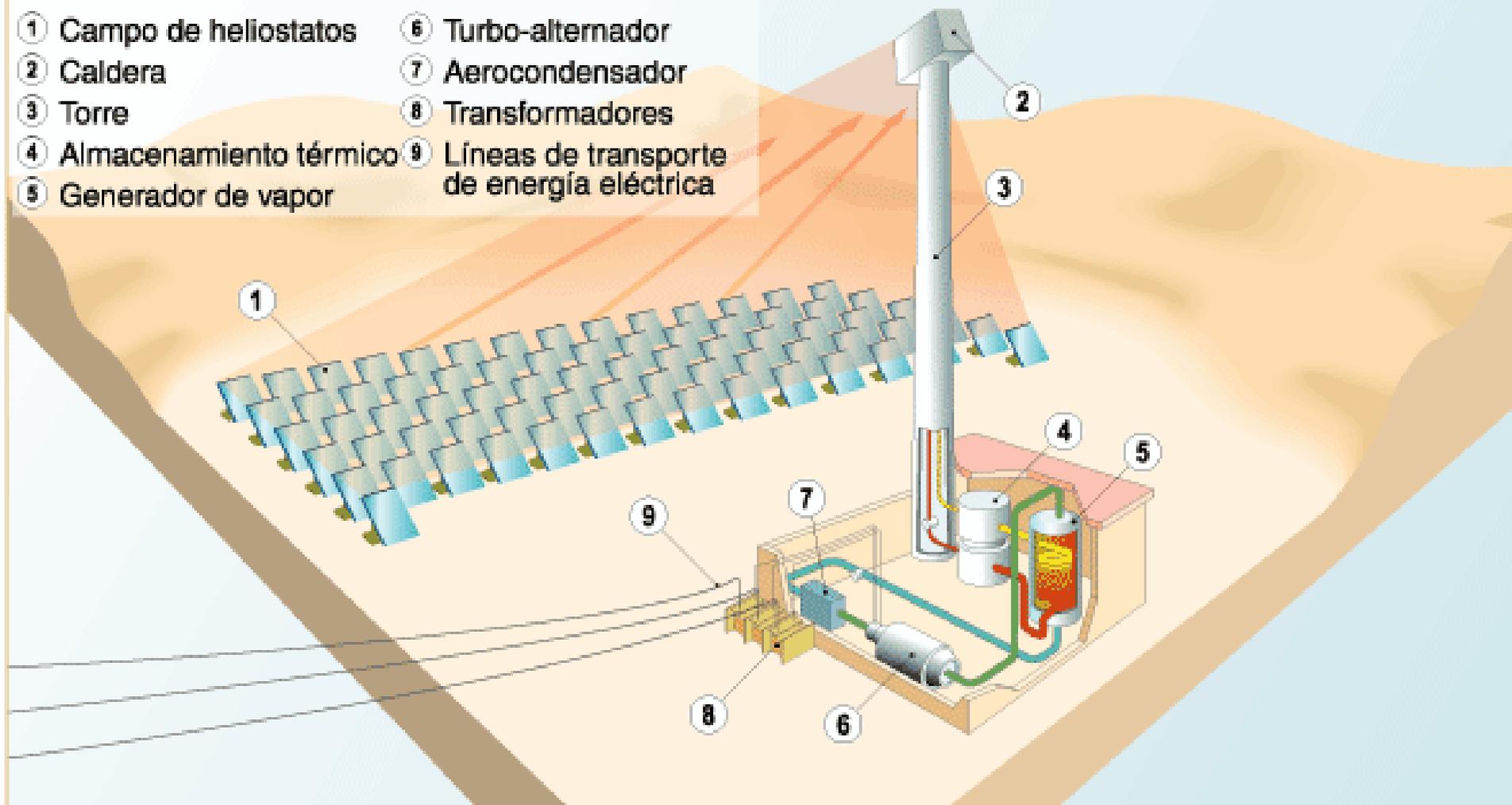


ENERGÍA SOLAR TÉRMICA **de media y alta temperatura**

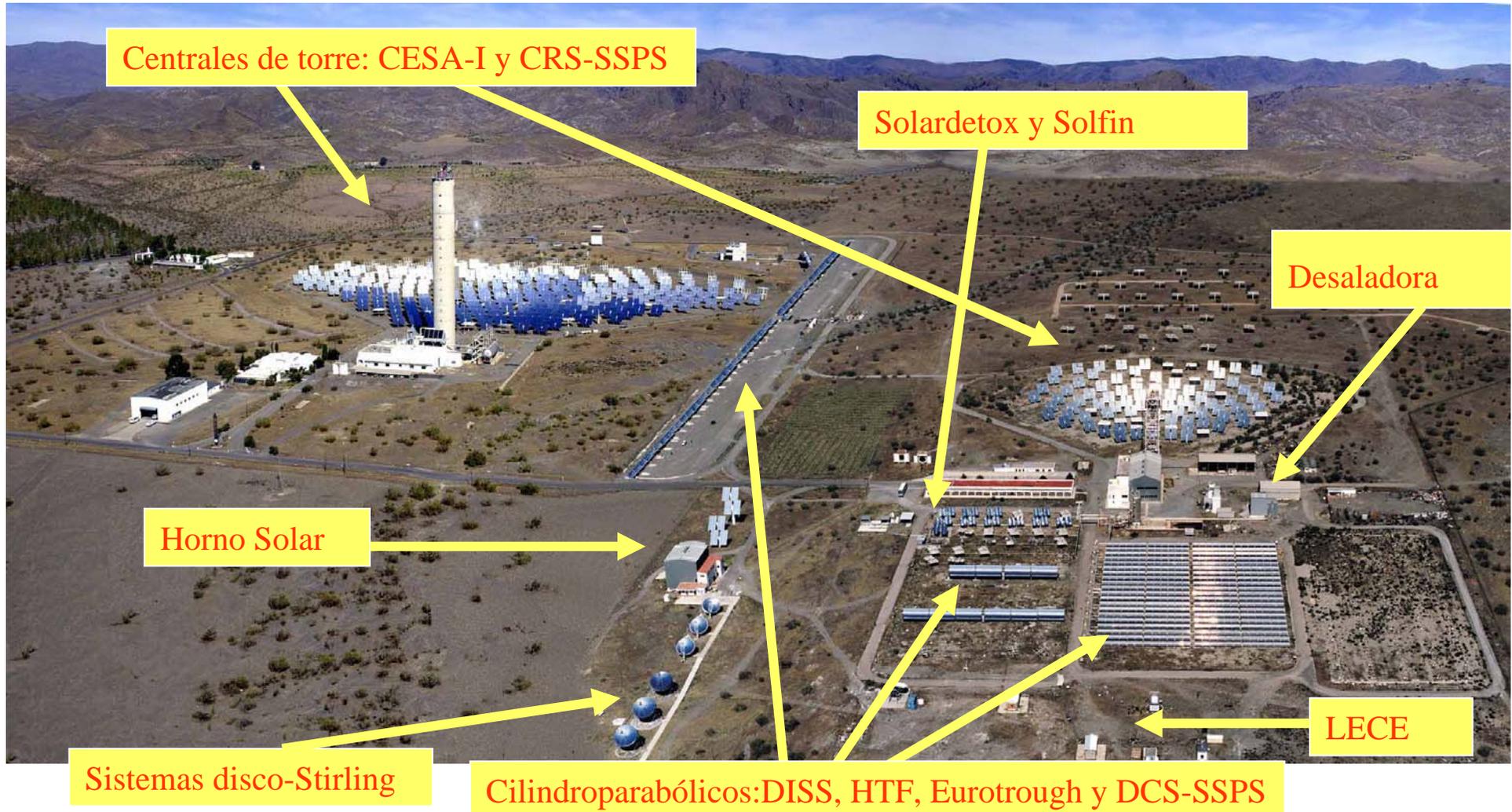
CENTRAL SOLAR TERMOELÉCTRICA

CENTRAL SOLAR TÉRMICA

- ① Campo de heliostatos
- ② Caldera
- ③ Torre
- ④ Almacenamiento térmico
- ⑤ Generador de vapor
- ⑥ Turbo-alternador
- ⑦ Aerocondensador
- ⑧ Transformadores
- ⑨ Líneas de transporte de energía eléctrica



Vista aérea de la Plataforma Solar de Almería



1. Tecnología de colectores cilindro-parabólicos



- **DISS (Direct Solar Steam)**: Completo programa hispano-alemán de I+D para desarrollar un nuevo tipo de **planta solar térmica** basada en la **Generación Directa de Vapor en los tubos absorbentes** (Más de 3.000 horas ensayadas).
- **EUROTROUGH**: Desarrollo hispano-alemán de un **diseño económico de colector cilindro parabólico** para **producción de electricidad y aplicaciones térmicas** en procesos industriales.

2. Tecnología de receptor central



Sanlúcar 90
Torre Cesa-I

- La tecnología de heliostatos está perfectamente establecida.
- El reto se centra en la reducción de costes por debajo de 140 €/m²
- España es líder indiscutible (FEDER)



GM-100



- España y Alemania son líderes en la tecnología de receptores refrigerados por aire.
- Tecnología SOLAIR con aire a presión atmosférica y 1000°C.
- Tecnología REFOS con aire a 15 bar y 850°C.

TSA



Tecnologías de concentración solar



Proyectos EURODISH,
DISTAL

3. Discos parabólicos Motores Stirling



1. Química y Desalación Solar

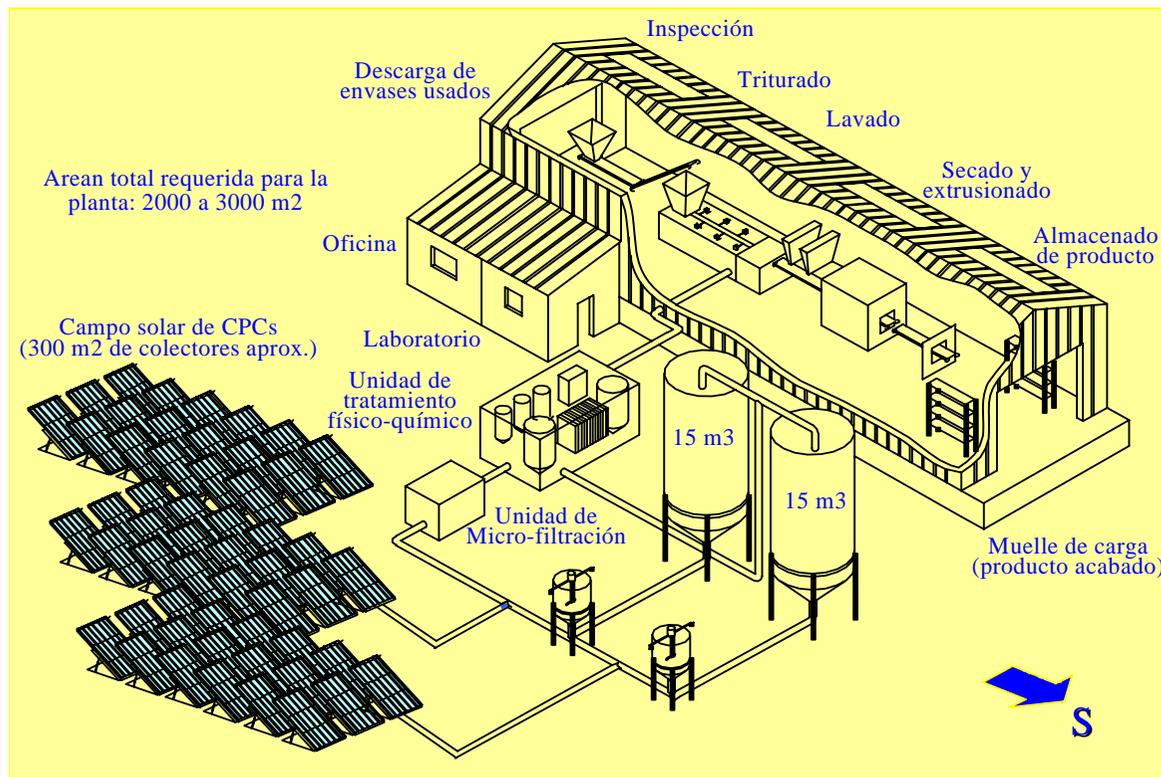
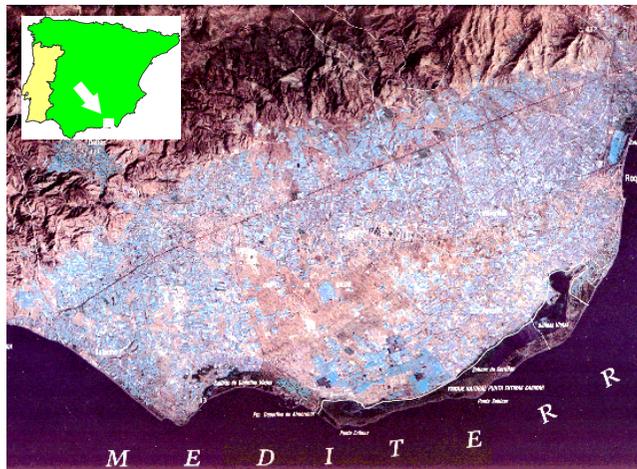


El Grupo de **Química Solar** dedica gran parte de su actividad a la problemática del agua: Detoxificación, desinfección y desalación.

Detox: Solardetox, Lagar, Cadox

Aplicaciones químicas de la E. Solar

2. Química y Desalación Solar



Propuesta de instalación de reciclado del plástico de envases de pesticidas con planta solar de tratamiento (Proyectos LIFE-ALBAIDA y TREN-AGRO)

3. Química y Desalación Solar



- Proyecto Europeo AQUASOL con el objetivo de aunar la destilación por efecto múltiple (MED), bomba de calor y la tecnología solar.
- Proyecto Nacional SOLARDESAL: Tecnología Híbrida de Desalinización Avanzada Solar-Gas basada en Captadores Solares Estáticos.



Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



Unidad de Eficiencia Energética en la Edificación

¡Muchas gracias por su atención!

E-mail de contacto: silvia.palero@ciemat.es

<http://www.ciemat.es>
