



# Mesa redonda: Las Energías Renovables y su aplicación en el ámbito doméstico

**M<sup>a</sup> DEL ROSARIO HERAS CELEMÍN**

**Dra. en Físicas e Investigadora Titular**

**Jefa de la Unidad de I+D sobre Eficiencia Energética en Edificación**

**VIVIENDA Y ENERGÍAS RENOVABLES**

**Jornada sobre el ahorro y la eficiencia energética en el ámbito doméstico**

**El Código Técnico de la Edificación y sus aplicaciones**

**IFEZA**

**ORGANIZADO POR:**

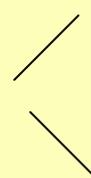
**Diputación de Zamora**

**ZAMORA, 13 - Octubre - 2006**

## INTRODUCCIÓN

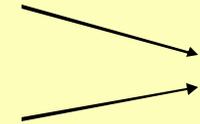
**Preocupación creciente** por Ahorro Energético y Medio Ambiente en la U.E..   
preocupación por la **ENERGÍA SOLAR EN LA EDIFICACIÓN** y el  
**PLANEAMIENTO URBANÍSTICO**

### OBJETIVOS:

**Arquitectura Bioclimática** (energía solar pasiva y activa en el acondicionamiento térmico) 

ahorro de energía

confort térmico

- \* Reducen demanda de energía convencional
  - \* Reducen emisiones de CO<sub>2</sub> (otros agentes de polución) a la atmósfera.
- 

**“edificios que se alimentan con el sol”  
(low energy or energy zero)**

## INTRODUCCIÓN

### OBJETIVOS (Cont.):

#### *Planeamiento urbanístico*

↗ condiciona

→ diseño energéticamente consciente

↘

→ aprovechamiento de los recursos naturales del lugar

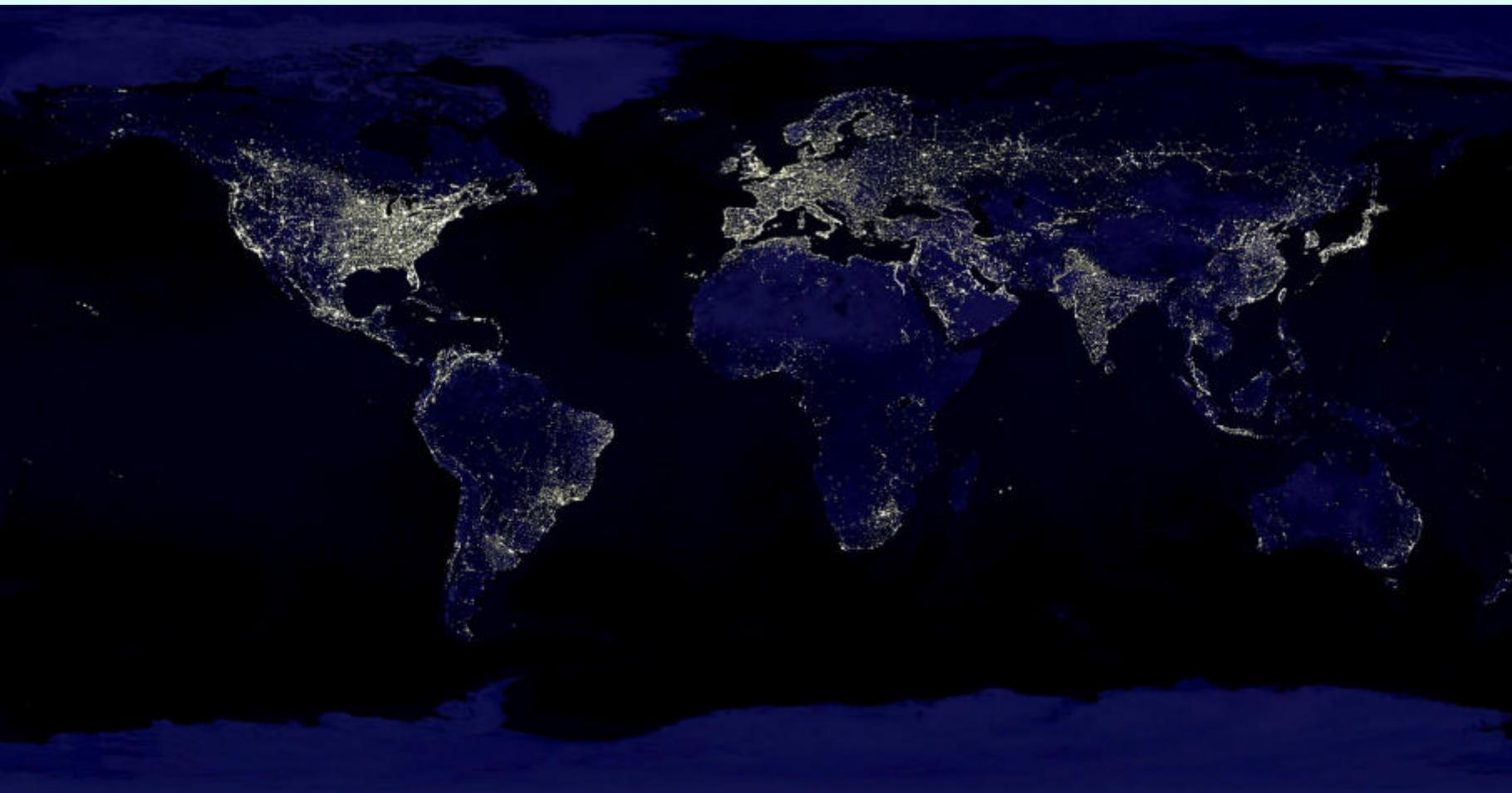
condición necesaria para aprovechar la energía solar

*Trama urbana*  $\mathcal{P}$  *debe facilitar el diseño “bioclimático”*

$\mathcal{P}$  *Ciudad sostenible*



## EERR en edificios: Áreas preferentes de actuación



# LA ENERGÍA EN LOS EDIFICIOS

**CONSUMO** → **ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO**  
**ILUMINACIÓN**  
**OTROS USOS (ELECTRODOMÉSTICOS,**  
**APARATOS OFICINA, ETC.)**

**DISMINUCIÓN** del consumo para el  
 **acondicionamiento térmico** (calefacción y  
refrigeración)

→ **ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA O**  
**EDIFICIOS EFICIENTES ENERGÉTICAMENTE**

Clima Mediterráneo: **ARQUITECTURA DE LA COMPLEJIDAD**

# AHORRAR ENERGÍA EN LOS EDIFICIOS

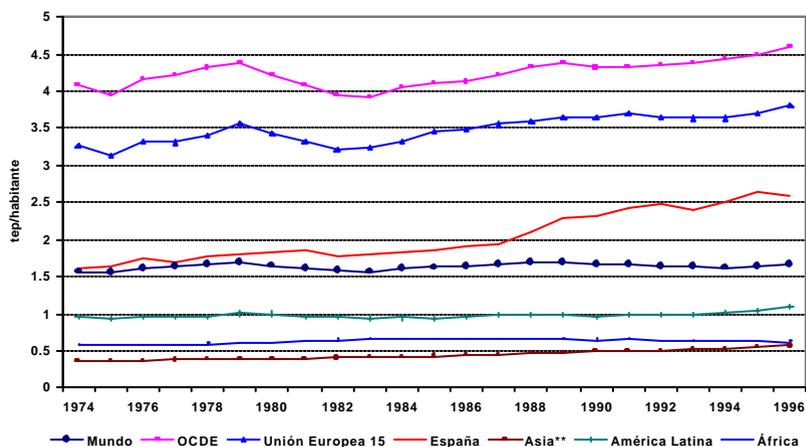
**OBJETIVO:** Reducir emisiones contaminantes para evitar consecuencias negativas sobre la conservación del medio ambiente.

- Mejora de la condición de vida
- Respeto por el entorno

## TIPOS DE EDIFICIOS:

- \* Residenciales (Viviendas)
- \* No residenciales (Sanitarios, Educativos, de Ocio, Oficinas, etc..
  - . En Uso del edificio (cambios en el empleo de los mismos)
  - . En Construcción: \* Nuevos edificios
  - \* Rehabilitación de los existentes

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA POR HABITANTE, 1974-1996



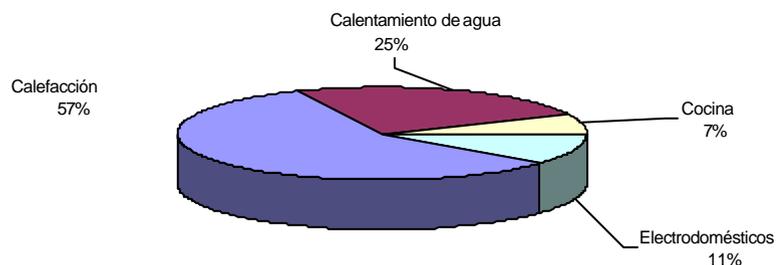
\* Excluida la antigua URSS.  
\*\* No incluye China.

Fuente: AIE

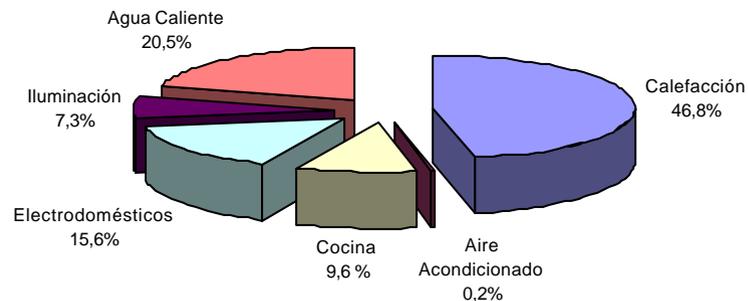
“La energía que menos contamina es la que no se consume”

## Consumo energético en los edificios (viviendas)

Consumo energético en viviendas UE (uso final)

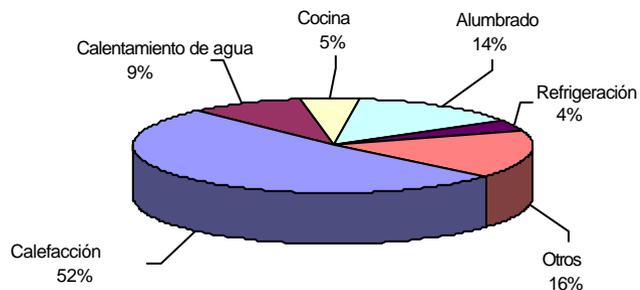


Consumo Energético Vivienda España

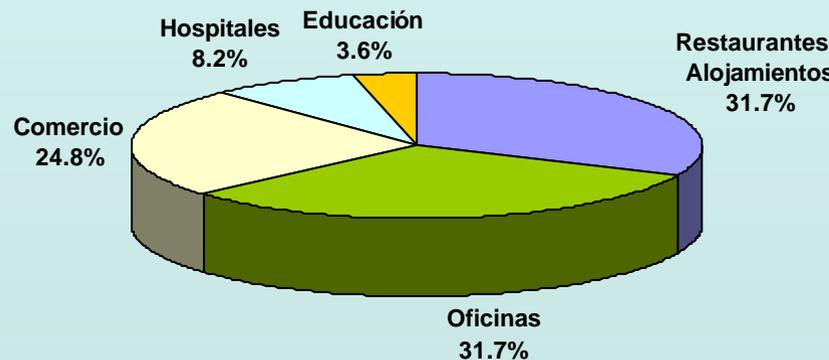


## Consumo energético en los edificios

**Consumo energético en edificios del sector terciario  
UE (uso final)**



**Estructura del Consumo Energético del Sector Servicios**



Nota: Excluidas las energías renovables

Fuente: IDAE

# ENERGÍA SOLAR EN LA EDIFICACIÓN

- 1.- RECURSO → CLIMA (RADIACIÓN SOLAR)
- 2.- ENERGIA SOLAR PASIVA
  - **ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA**
  - EDIFICIOS EFICIENTES ENERGÉTICAMENTE
  - REDUCIR LA DEMANDA ENERGÉTICA
- 3.- ENERGÍA SOLAR ACTIVA
  - CONVERSIÓN TÉRMICA
  - **BAJA TEMPERATURA** (ACS, Cal. y Refrig.)
- 4.- ENERGÍA SOLAR ACTIVA
  - CONVERSIÓN **FOTOVOLTAICA**
  - ENERGÍA ELÉCTRICA

# ENERGÍA SOLAR EN LA EDIFICACIÓN

## OBJETIVO

- ⚙ Propiciar las condiciones adecuadas para conseguir edificios más eficientes desde el punto de vista energético en construcción nueva y en rehabilitación.
- ⚙ Considerar los componentes y las técnicas constructivas que favorecen la utilización de los Recursos Naturales Renovables para el acondicionamiento de los edificios.
- ⚙ Integrar los sistemas solares activos como otro componente más de la "envolvente del edificio"

## ÁMBITOS DE TRABAJO

- \* *Energías Renovables en edificios.*
- \* *Aplicación de la Energía Solar en la edificación.*
- \* *Uso racional de la Energía.*
- \* *Ahorro energético.*
- \* *Disminución de emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.*
- \* *Desarrollo sostenible*
- \* *Directivas Europeas: SAVE, Productos de construcción y Eficiencia Energética edificios.*
- \* *Mejor calidad del Aire Interior en edificios - IAQ.*
- \* *En resumen: MAYOR CALIDAD DE VIDA.*

## OBJETIVO FINAL

Desarrollar componentes y técnicas de ahorro energético en la edificación, utilizando la Energía Solar en un sector con consumo de energía convencional alto (29% (31% en 2003) en España, 40% en los países de la UE) y que ya se ha demostrado tiene un gran potencial de ahorro si se incorporan los sistemas solares activos y pasivos.

## De la arquitectura popular al edificio inteligente o la electrónica aplicada a la edificación

Cambio en las tipologías arquitectónicas = "modas" en la estética de los edificios

"Inteligentes" = oficinas

"Domótica" = viviendas

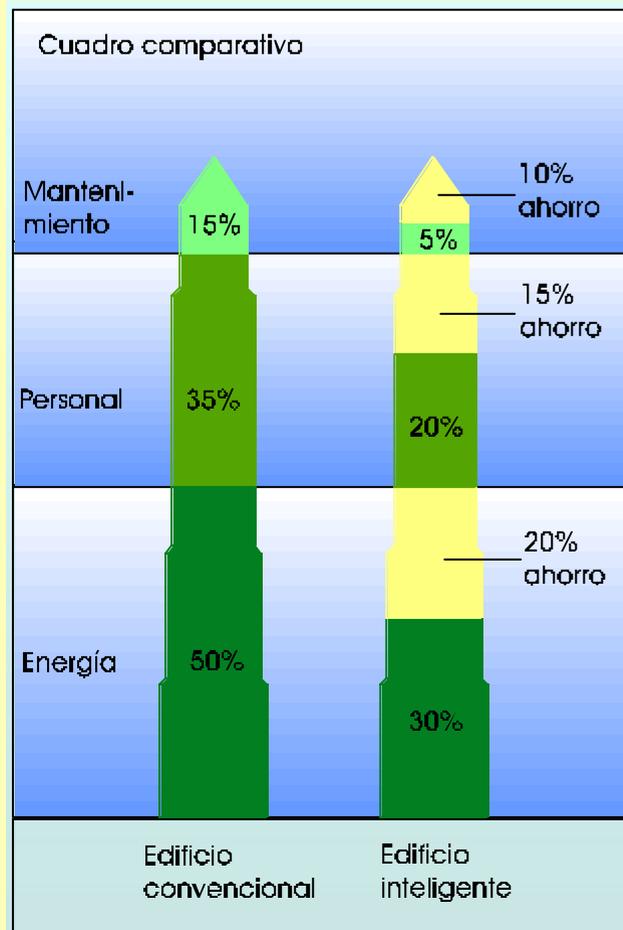
→ control en las instalaciones de energía convencional → edificios "controlados"

Edificio inteligente:

\* 1º diseñar siguiendo las técnicas bioclimáticas

\* 2º optimizar la gestión energética con la consabida reducción de los costes operativos.

**Edificios bioclimáticos y edificios inteligentes → Complemento necesario para optimizar el comportamiento energético de los edificios**



# ENERGÍAS RENOVABLES EN LA EDIFICACIÓN

## ■ UTILIZACIÓN DIRECTA:

### ☰ ENERGÍA SOLAR :

✉ PASIVA. ARQUITECTURA  
BIOCLIMÁTICA

✉ ACTIVA:

\* TÉRMICA

\* FOTOVOLTAICA

## ■ UTILIZACIÓN INDIRECTA

☰ ENERGÍA SOLAR (MEDIA Y  
ALTA TEMPERATURA)

☰ ENERGÍA EÓLICA

☰ BIOMASA

☰ MINUHIDRAULICA



# ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

## OBJETIVO

Hacer que las diferencias de temperatura en el interior del edificio, a lo largo del año, estén muy atenuadas aunque en el exterior las variaciones climáticas sean muy acusadas.

Se pretende: **Reducir la demanda energética** según sea el **clima** del lugar y la **"envolvente"** del edificio.

## Fines a conseguir:

- 1.- Confort térmico en el interior de los edificios
- 2.- Ahorro de energía convencional

**Base:** Diseño, climatología, ubicación, etc.

**Origen:** Arquitectura Popular

# ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

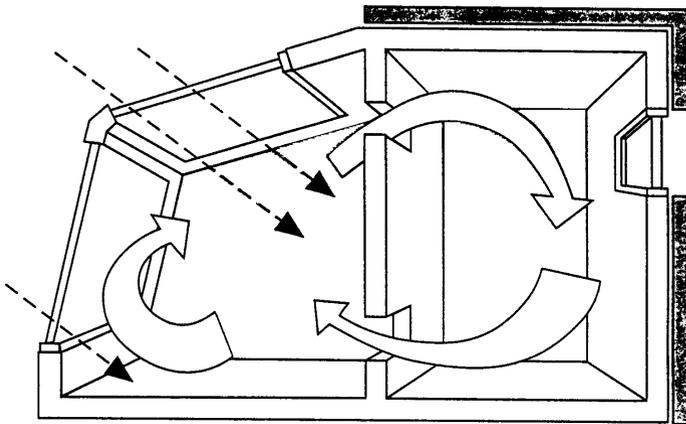
- EFFECTOS:** - captar  
- almacenar → la **radiación solar** que incide en los  
- ceder, cerramientos (o evitar que entre)

Fenómenos de transferencia de **calor**:

- CONDUCCIÓN
- CONVECCIÓN
- RADIACIÓN

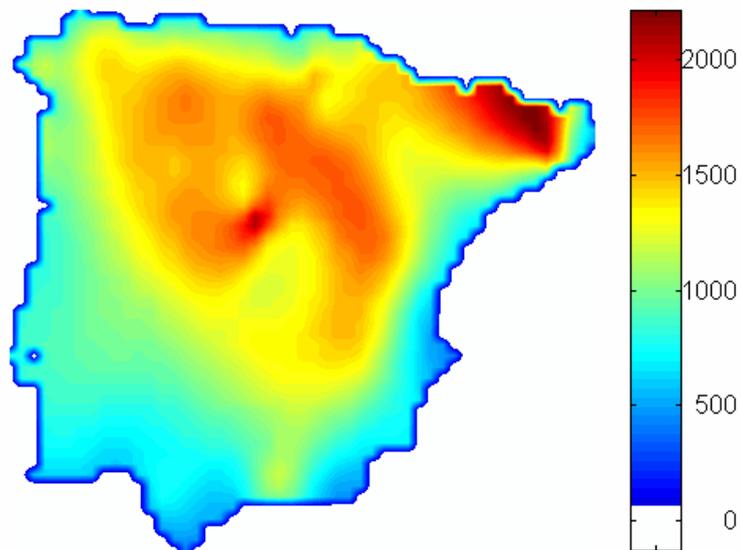
Fenómenos de transferencia de **masa**:

- CALOR LATENTE (dif. de temp.)
- CONVECCIÓN (dif. de humedad)



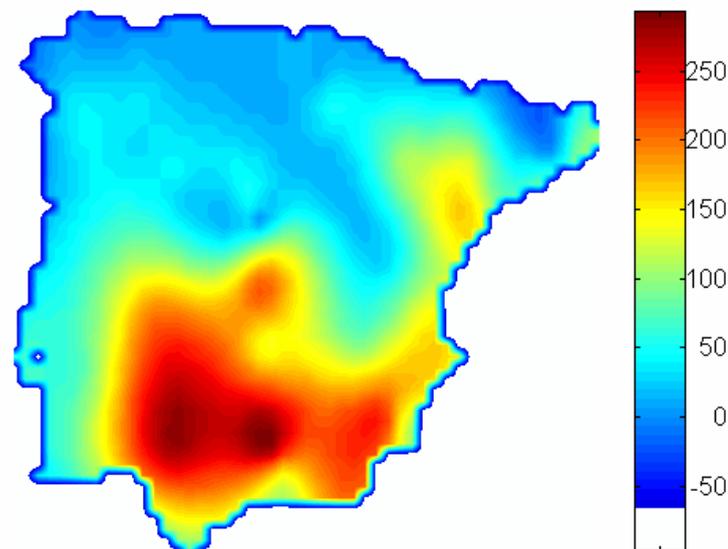
## Necesidades de Calefacción

(Grados-día Base 18-18 °C)



## Necesidades de Refrigeración

(Grados-día Base 24-24 °C)



# 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**

A través de Técnicas Naturales se pueden modificar los parámetros para alcanzar confort sin incrementar el gasto en energía convencional.

# TÉCNICAS NATURALES DE CALEFACCIÓN

## ❑ **Objetivos a conseguir:**

- ❑ **Ganar** la máxima cantidad de energía solar, por lo que la distribución de los **elementos de captación solar** será decisiva.
- ❑ **Perder** la mínima energía posible, para lo cual el **aislamiento** y la **hermeticidad** del edificio serán fundamentales.

# TÉCNICAS NATURALES DE REFRIGERACIÓN

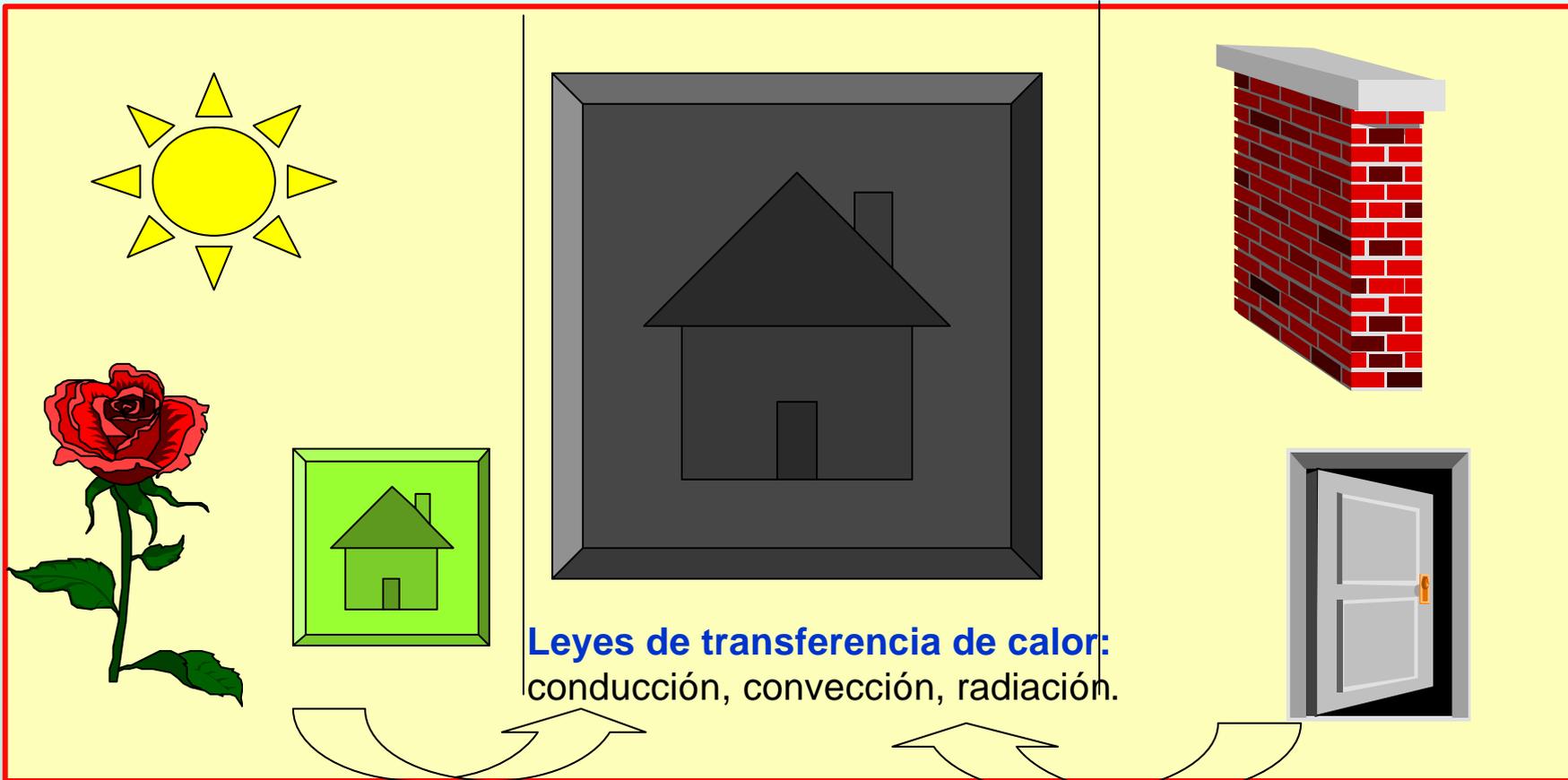
## Objetivos a conseguir

- Evitar** las ganancias desde el exterior (radiación solar o temperatura del aire): **Técnicas preventivas.**
- Buscar sumideros** de energía en donde poder evacuar el excedente térmico del edificio. **Técnicas refrigerativas activas.**

Entorno

# Análisis Teórico: Simulación MÉTODOS

Componentes



# Evaluación energética

## Objetivo:

Analizar las técnicas bioclimáticas empleadas en el diseño de edificios para conocer:

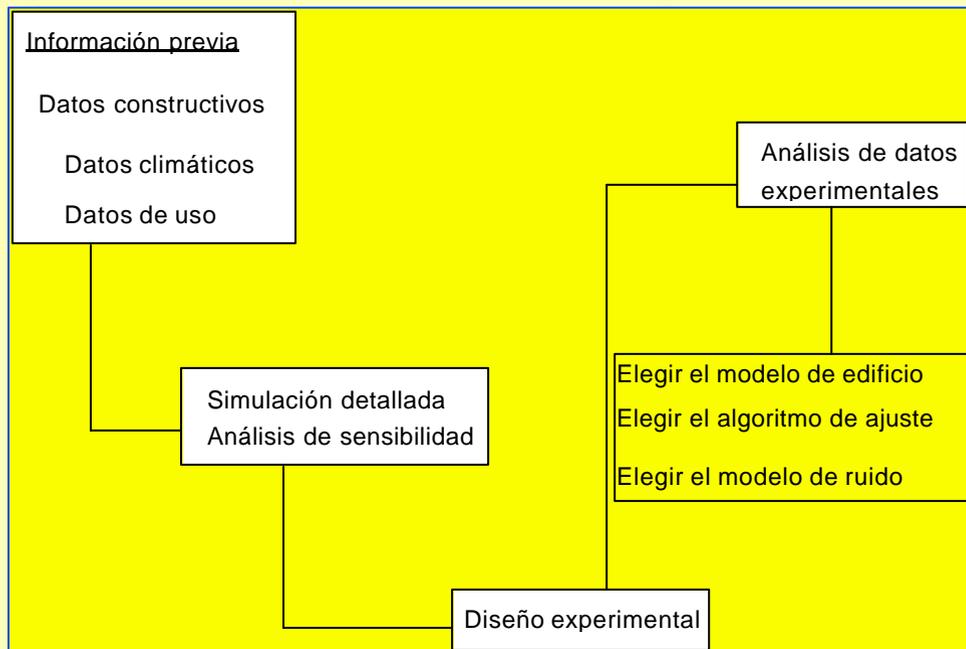
- \* el ahorro energético producido
- \* el confort térmico alcanzado

Se realiza en dos aspectos distintos:

- 1.- teórica mediante simulación o
- 2.- en condiciones reales de uso (Monitorización),

con métodos estáticos y dinámicos.

Metodología. Esquema:



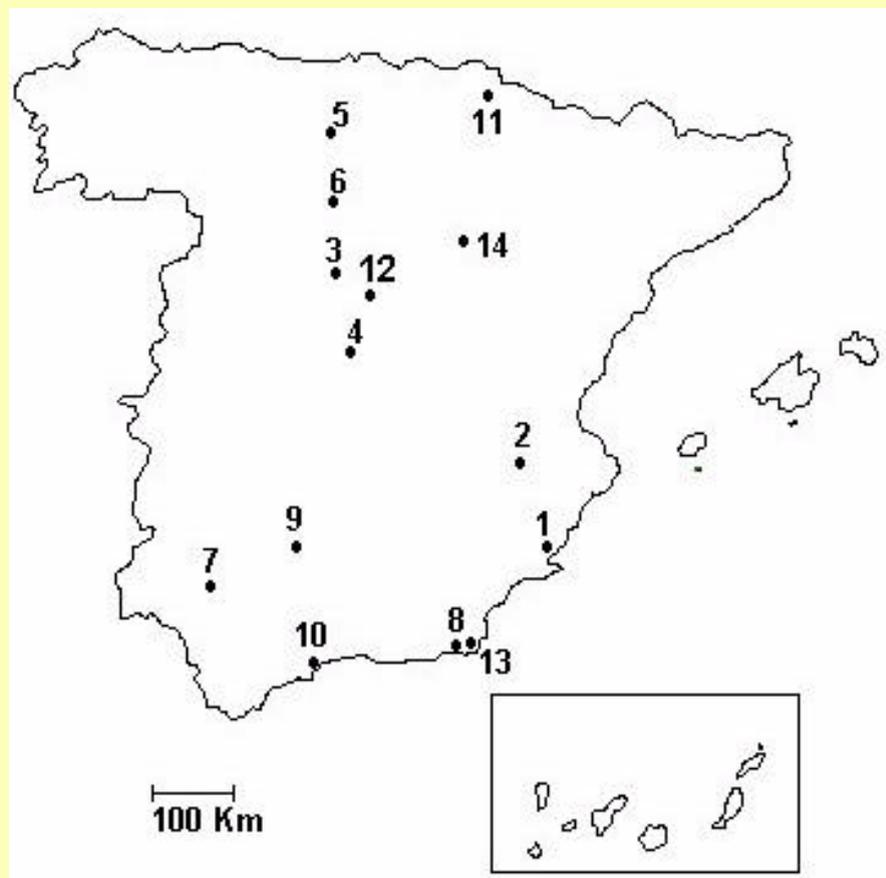
⇒ Determinar las características térmicas asociadas a características constructivas

## SITUACIÓN DE LOS EDIFICIOS

**Nombre**

**Tipo de edificio**

1 Los Molinos	escuela. CEMA
2 Alpera	viviendas- bloque
3 Pedrajas de S. Esteban	viviendas- bloque
4 S. Martín de Valdeig.	vivienda archit. popular
5 Aguilar de Campoó	viviendas- bloque
6 Torquemada	viviendas adosadas
7 Guillena	escuela EGB
8 Almería	escuela EGB
9 Pozoblanco	viviendas adosadas
10 S. Pedro de Alcántara	viviendas- bloque
11 Mendillorri	viviendas- bloque
12 Cantimpalos	viviendas adosadas
13 Almería	edificio Universidad
14 Zaragoza	viviendas- bloques



## Ahorro de Energía en los Edificios Eficientes

### \* Resultados de monitorizaciones realizadas por el CIEMAT:

\* Considerando los niveles de confort térmico:

Verano: 24 a 26 °C

Invierno: 20 a 22°C

Ahorros para las diferentes climatologías españolas:

Para Calefacción = entre el 60 % hasta <=>

Edificios Autosuficientes energéticamente

# INTEGRACIÓN

## ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

Edificios eficientes **energéticamente**

Arquitectura **consciente** desde el punto de vista **energético**

**ENERGÍA SOLAR PASIVA** → Diseño “piel” y componentes

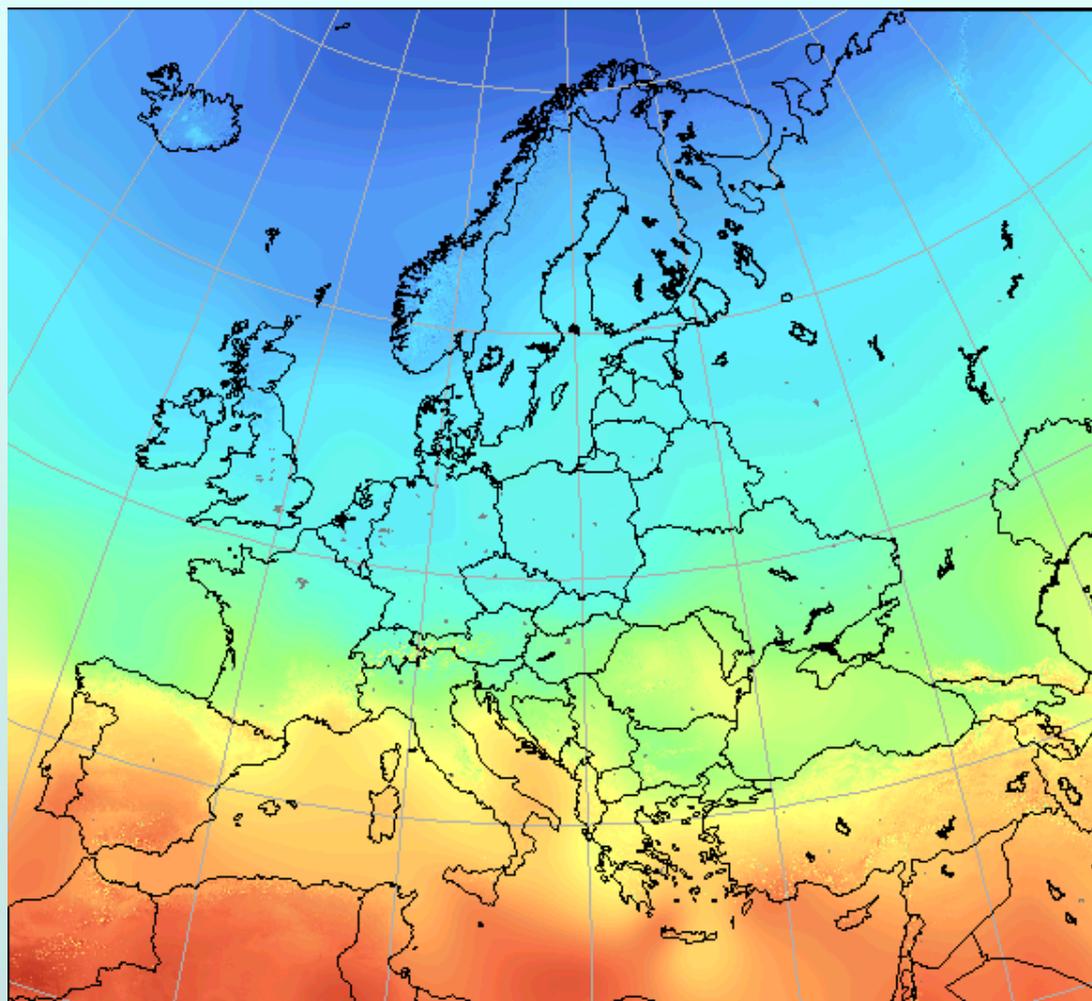
!!! COMPLEMENTARIAS !!!

**ENERGÍA SOLAR ACTIVA** → Instalación integrada en edificios

**PASIVA = Confort térmico + Ahorro de energía**

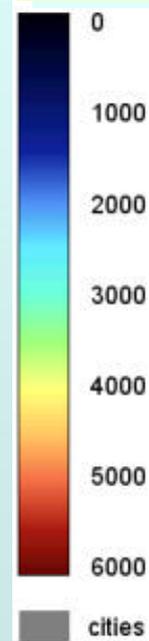
**ACTIVA = Aporta la energía necesaria**

## Radiación Solar Global en Europa (Wh/m<sup>2</sup> x día)



**Radiación Solar Global**

(Wh/m<sup>2</sup> x día)



## INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA DE SISTEMAS SOLARES ACTIVOS

Utilización de la energía solar en aplicaciones térmicas de **calentamiento de fluidos** y de **producción de electricidad** con sistemas solares térmicos activos y fotovoltaicos integrados en la edificación.

Estos sistemas deben estar **integrados en los edificios** desde los primeros pasos del diseño  $\Leftrightarrow$  el desarrollo y difusión de la energía solar activa en los países industrializados pasa por su integración en edificios.

### SISTEMAS TÉRMICOS



### SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

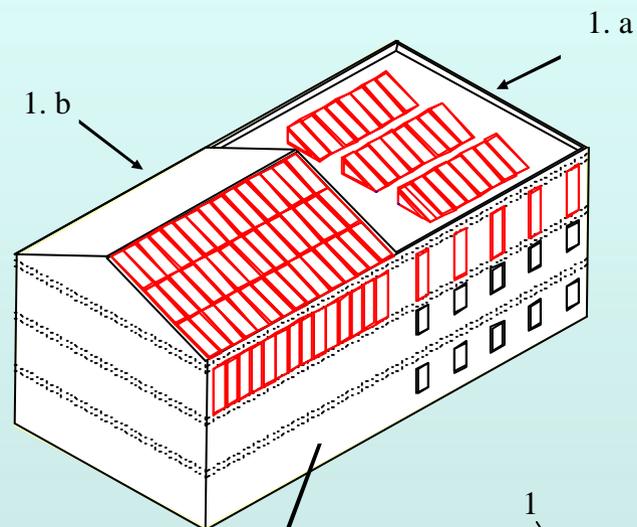


# Integración de sistemas solares y convencionales

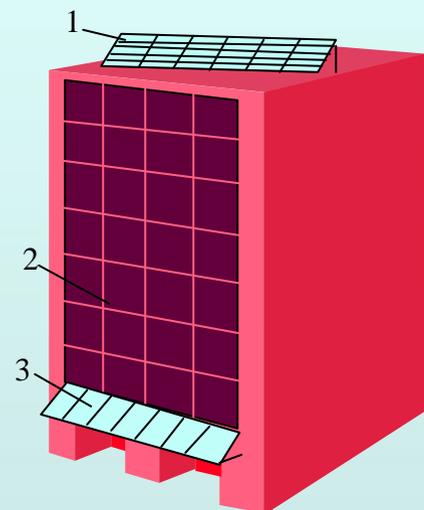


- ❑ E.S. Térmica
  - Producción de ACS
  - Calefacción y refrigeración
  - Calentamiento de piscinas
  
- ❑ E.S. Fotovoltaica
  - Conectada a red
  - Aplicaciones aisladas

# INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA. INSTALACIÓN DE CAPTADORES SOLARES O MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

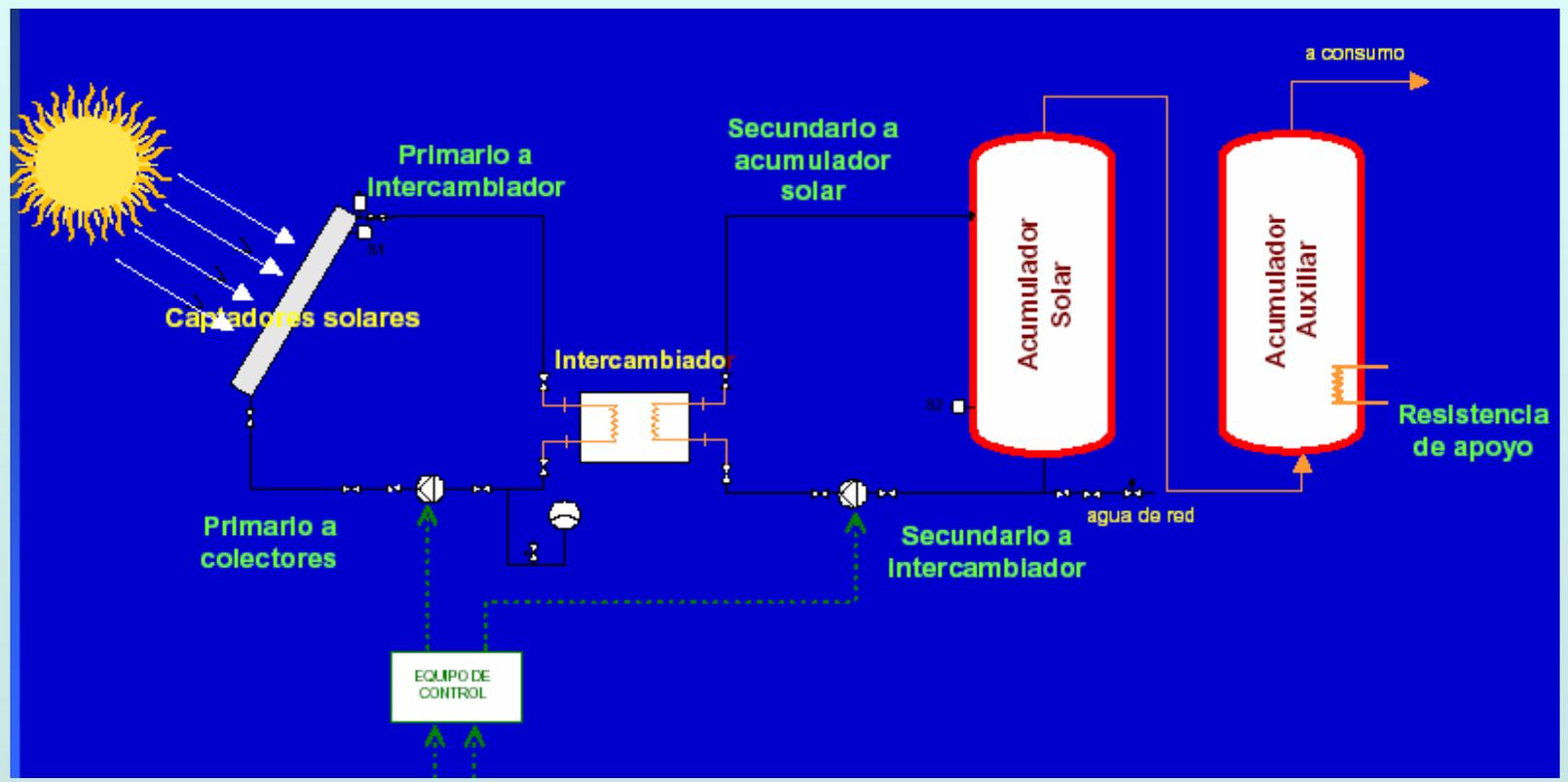


- 1.a.-Cubierta plana
- 1.b.- Integración cubierta inclinada
- 2.- Integración fachada
- 3.- Marquesina



- 1.- Cubierta existente
- 2.- Integrado en cubierta nueva

# CAPTADORES SOLARES TÉRMICOS: INSTALACIÓN NORMAL

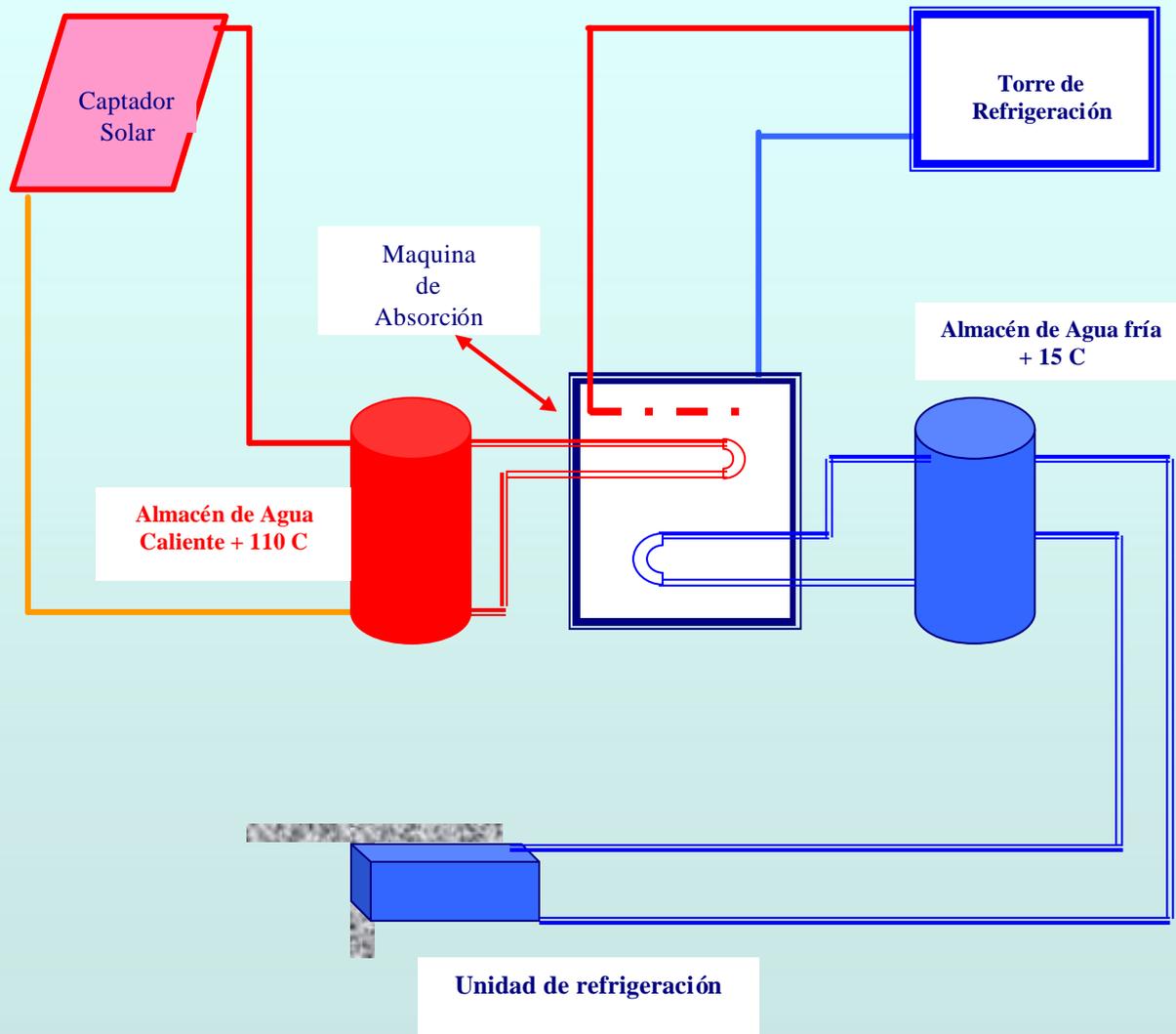


# Combinación Energía Solar

-

# Tecnología de Absorción

## “Frío Solar”



## Cubierta plana

### Captadores independientes



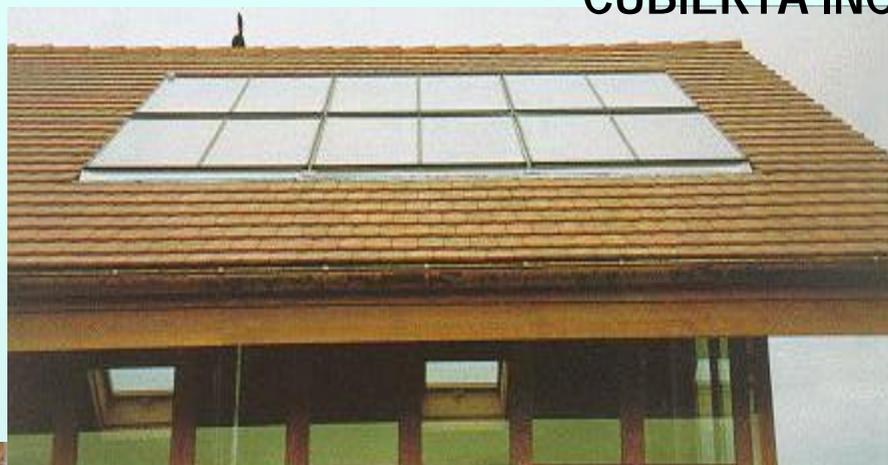
- ✓ Sencilla instalación y mantenimiento
- ✓ Orientación e inclinación idóneas
- ✓ Al sombrear la cubierta puede provocar disminución de las necesidades de refrigeración
- ✓ Sobrecoste de la estructura
- ✓ No sustituye de materiales tradicionales
- ✓ Complicada la adecuación estética

Integración de sistemas pasivos y sistemas activos



La cubierta del edificio permite a los captadores solares tener mejor orientación e inclinación

## CUBIERTA INCLINADA





## Integración en fachada



## Sombreamiento



## Integración en fachada



## ECONOMÍA

### ⇒ PARÁMETROS A CONSIDERAR:

- ⇒ Tipo de materiales
- ⇒ Colocación
- ⇒ Calidad en el acabado

### ⇒ SOBRECOSTO < = > INFRACOSTO

En nueva construcción      Considerando ahorro de energía

Disminución de instalaciones convencionales y mantenimiento

### ⇒ AHORRO DE ENERGÍA ALCANZADOS

- ⇒ EUROPA (Casos estudiados para calefacción) 40%
- ⇒ ESPAÑA entre 60 % y 100 %

### ⇒ SUBVENCIONES: A Edificios singulares (UE, MCYT, CCAA)

- ⇒ Requerimientos: simulación (previa)  
monitorización (posterior)
- ⇒ Cuantía: Depende del proyecto en concreto

## Situación actual en España

### ➔ Ordenanzas solares en municipios

- \* Madrid
- \* Barcelona

### ➔ Subvenciones Nacionales y Autonómicas al uso de:

- \* Reducción de la demanda energética  
(certificación energética de viviendas)
- \* Paneles fotovoltaicos
- \* Captadores solares

## ***El Código Técnico de la Edificación (CTE)***

- \* Elaborado para cumplimiento de la **LOE** finalizado en **Septiembre 2003**,
- \* **Primer Proyecto de CTE** remitido a las Instituciones representantes del sector en **Mayo de 2002**. Al final de 2002 a Opinión Pública
- **Segundo Proyecto**, con modificaciones (más de 3000 alegaciones) en **Septiembre 2003**.
- **Proyecto Definitivo: Publicado, 28-III-2006, obligatorio 29-IX-2006**

### **PARTE I. Generalidades**

Capítulo 1. Disposiciones Generales Objeto y Estructura

Capítulo 2. Documentación y Exigencias Técnico-Administrativas Actuaciones de los agentes en el proyecto

Cumplimiento del CTE en la ejecución de las obras

Cumplimiento del CTE en el uso y mantenimiento del edificio..

Los propietarios y los usuarios

Actuaciones de los agentes en el uso y mantenimiento del edificio ..

Documentación de la obra ejecutada: **libro del edificio**

Verificación de la conformidad de la edificación

Capítulo 3. Condiciones de los productos

UNIDAD I+D  
EFICIENCIA ENERG.  
EDIFICACIÓN

INTEGRACIÓN  
ENERGÍA SOLAR

EVALUACIÓN  
ENERGÉTICA  
EDIFICIOS

LABORATORIO  
COMPONENTES  
EDIFICACIÓN



Vistas del LECE: Células, edificios referencia y chimenea solar

**OBJETIVO:**  
Análisis energético integral del edificio: I+D en la integración de elementos solares pasivos y activos de acondicionamiento térmico para reducir la demanda de calor y frío



Edificio bioclimático Univ. Almería evaluado energéticamente

# Eficiencia energética en edificación

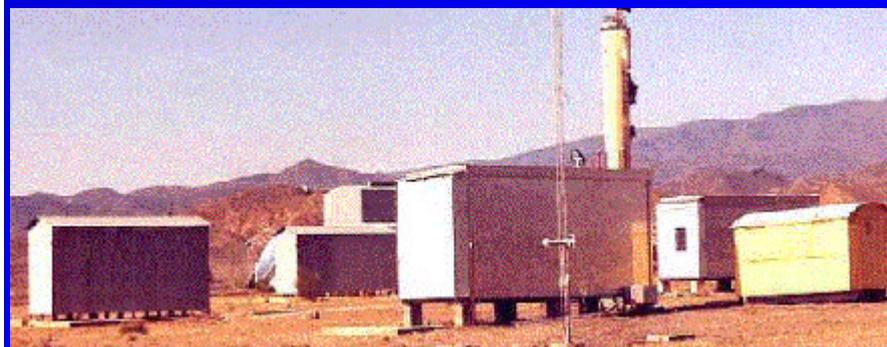
- Integración de la energía solar en la edificación (Proyecto Singular Estratégico ARFRISOL, Acuerdo IDAE)
- Monitorización y evaluación energética de edificios nuevos y rehabilitados (LIFE-Ecovalle, San Fermín, Sunrise y Regen-Link).
- Certificación de componentes y técnicas naturales de acondicionamiento para confort térmico en edificios en LECE (PASLINK, DANOSA, OPTIROC, ENAC).



Prototipo de chimenea solar



**SITUACIÓN DE EDIFICIOS Evaluados:**  
Ahorros obtenidos entre el 60 y el 100% con niveles de confort térmico



LECE (Laboratorio de ensayos Energéticos para Componentes de la Edificación) en la PSA

**PLAN NACIONAL DE I+D - MEC**

**PROYECTO SINGULAR ESTRATÉGICO SOBRE**  
**“ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA y FRIO SOLAR”**  
**(ARFRISOL)**

COORDINADOR:

**C I E M A T**



## OBJETIVO de PSE-ARFRISOL

Demostrar la adecuación de la arquitectura bioclimática y de la energía solar empleada en edificios tanto **térmica para calefacción como para refrigeración ("frió solar")**, y fotovoltaica para producir energía eléctrica, como elementos básicos para el **acondicionamiento** de la construcción del futuro, utilizando solo del **10 al 20 %** de energía convencional

- ❑ Conseguir **ahorro de energía y un uso racional** de la que se utilice
- ❑ Definir modelos de **integración** con parámetros que incluyan: zonas, tipologías, sistemas,...
- ❑ Demostrar a los distintos colectivos implicados que funciona **Û educar**
- ❑ **Formar** a los profesionales **Û desarrollo de material de formación y transferencia Û Tener datos y experiencias reales para elaborar el material educativo**
- ❑ Optimizar (de forma general) los elementos que se utilizan (paneles, diseños, modelos,...) **Û Poner equipos** comerciales en el mercado
- ❑ Concienciar al usuario/Sociedad por desconocimiento de uso **Û "Cambio de mentalidad"**.

**Consideraciones de los objetivos:** Económicos / Dinámicos / Técnicos / Realizables e Industrializables, analizando la posible exportación y globalización a otros edificios y así poder mejorar uno de los mayores sumideros energéticos: la edificación.

## PSE-ARFRISOL

### Objetivos de investigación

□ Se plantean **tres aspectos** de I+D

Utilización de estrategias pasivas para reducir significativamente la demanda energética del edificio, mediante el diseño exclusivamente.

Empleo de sistemas energéticos para acondicionamiento interior, alimentados con fuentes de energía renovables, sobre todo energía solar.

Utilización de sistemas energéticos de apoyo, convencionales, alimentados, si fuera posible, con fuentes de energías renovables

## PARTICIPANTES CONSORCIO (Firmado 15-12-2005)

- **4 grandes Empresas Constructoras** españolas:
  - ACCIONA, DRAGADOS, FCC y OHL
- **5 Empresas Tecnológicas** sector de la energía solar
  - ATERSA, ACCIONA, GAMESA, ISOFOTON y UNISOLAR
- **Grupos de Investigación** de:
  - Universidades (Almería y Oviedo) y
  - O.P.I. (CIEMAT)
- **Propietarios de C-Ddl** :
  - Universidad Almería
  - CIEMAT:
    - Madrid, PSA, CEDER
  - Fundación Barredo

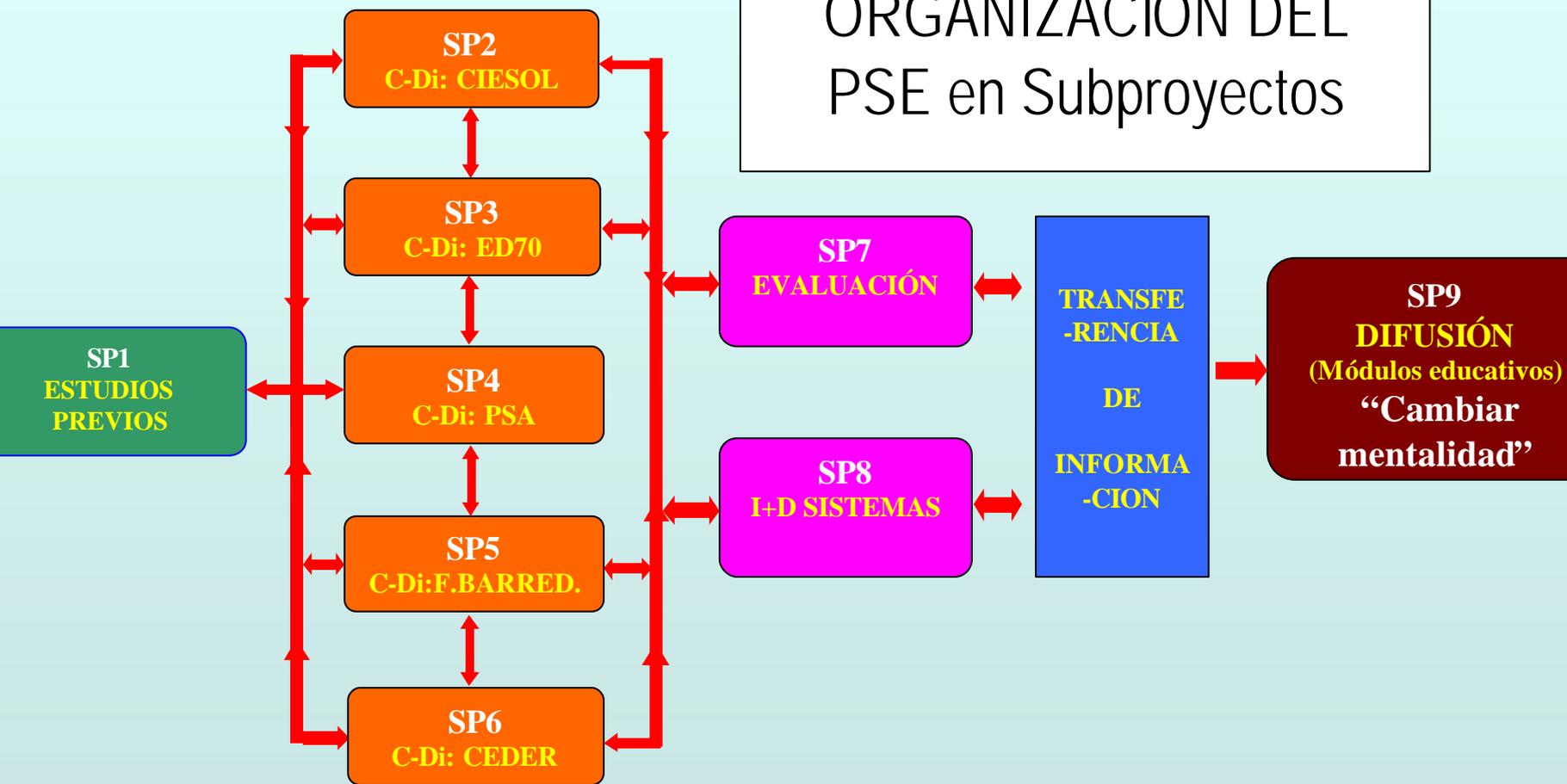
**ARFRISOL:**  
**12 participantes**

Avalado por la **Plataforma Tecnológica Nacional de Construcción**, PTEC, dentro de la Línea Estratégica “**Construcción Sostenible**”



PLATAFORMA TECNOLÓGICA ESPAÑOLA DE LA CONSTRUCCIÓN

# ORGANIZACIÓN DEL PSE en Subproyectos



## CONTENEDORES - DEMOSTRADORES DE INVESTIGACION

Edificio Fundación Barredo.  
**Siero ASTURIAS**

Centro de Desarrollo de las Energías Renovables (CEDER) del CIEMAT. **Cubo de la Solana SORIA**

Edificio 70 del CIEMAT.  
**MADRID**

Plataforma Solar de Almería del CIEMAT.  
**Tabernas ALMERIA**

CIESOL UAL - CIEMAT.  
**ALMERIA**

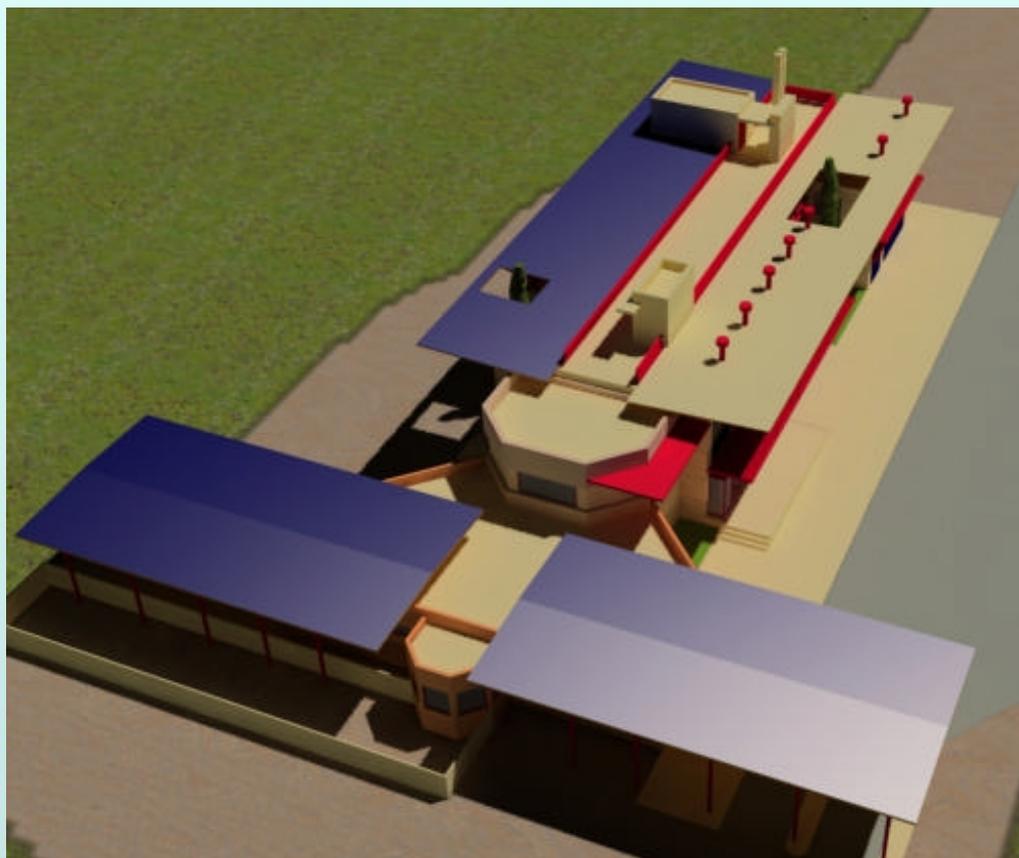


## SUBPROYECTO 6:

# CONSTRUCCIÓN (REHABILITACIÓN) DE CONTENEDOR –DEMOSTRADOR DE INVESTIGACIÓN CIEMAT - CEDER (SORIA)



## SP 6: Vistas del Proyecto Básico del C-DdI del CEDER (Soria)



Vista general  
aérea desde  
el SO

# SP 6: Vistas del Proyecto Básico del C-DdI del CEDER (Soria)



## RESULTADOS ESPERADOS

- **5 Edificios** (Contenedores - demostradores de investigación) de **oficinas singulares** en cuanto a **diseño, instalaciones y resultados energéticos cuantificados** en condiciones reales de uso.
- Edificios de oficinas **eficientes energéticamente** con un consumo entre **80% y 90%** menos que los actuales **medido, analizado y cuantificado**.
- Instalaciones y Equipos solares: **captadores, módulos fotovoltaicos y bombas de absorción**, estudiados y optimizados para uso racional de la energía y su puesta **en el mercado**
- **Módulos educativos** elaborados por **profesores apropiados y validados** por "muestreo" en centros educativos elegidos
- Documentos elaborados para **"cambiar mentalidad"** a los diferentes sectores de la sociedad.

## RESULTADO FINAL ESPERADO en PSE - ARFRISOL

**“Cambiar la Mentalidad”** de los usuarios para conseguir ahorrar energía en el acondicionamiento térmico: **Calefacción y Refrigeración** en cualquier tipología de edificios no solo de oficinas .

# CONCLUSIÓN

- .- Diversificar el uso E. Renovables - Estimular la **cooperación** en el desarrollo y difusión de nuevos y competitivos avances tecnológicos. Mediante desarrollo de “**normas**” y **componentes avanzados**.
- .- **Difusión de las tecnologías** en el mercado apropiado.
- .- **Difusión mediante cursos** y material informativo
- .- La implantación a gran escala necesita una **gran tarea educativa**.

**La edificación del futuro necesitará menos energía térmica, para lo cual hay que propiciar:**

- \* **I , DT y Demostración**
- \* **Desarrollar e incentivar el mercado. Concienciar al usuario**
- \* **Eliminación de barreras institucionales para su implantación**

