

# Neutralización de la huella de carbono

M<sup>a</sup> del Rosario Heras Celemín  
Dra. en Físicas e Investigadora Titular  
Jefa de la Unidad de I+D de Eficiencia Energética en Edificación- CIEMAT  
Presidenta de la RSEF  
Patrona de la Fundación Renovables

## JORNADA:

HACIA UN ENTORNO ENERGÉTICAMENTE EFICAZ Y HUELLA DE CARBONO (APLICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN CONTEXTOS CONSTRUCTIVOS Y OCUPACIONALES)

## ORGANIZADORES:

Fundación Arquitectura y Sociedad y KaWarna

**Madrid, 26 -Octubre-2011**

# CIEMAT

- Organismo Público de Investigación (OPI) dependiente del Ministerio de Ciencia e Innovación.
- I+D+i en los campos de la **Energía**, el Medio Ambiente y la Tecnología, incluyendo la aproximación socio-técnica asociada, y en áreas específicas de Investigación Básica.

**Misión:** contribuir al desarrollo sostenible del país y a la calidad de vida de sus ciudadanos, por medio de la generación y aplicación de conocimientos científico-técnicos.

**Recursos humanos  $\approx$  1450 personas**

**Presupuesto 2009  $\approx$  145 M€**

**Ingresos generados por las actividades de I+D  $\approx$  45 M€**

# Real Sociedad Española de Física - RSEF:

*Lugar de encuentro de todas las personas interesadas por la Física*

que desarrollan su actividad en:

**la Enseñanza, la Investigación o la Empresa.**

**Objetivo:** Contribuir a la formación de una **Cultura Científica**, donde la **Física** este presente, *como motor de prosperidad y bienestar de la sociedad.*

# Fundación Renovables

Nace en Nov 2010 propiciada por 12 Patronos con vocación de tener una amplia base social.

**Objetivo fundamental:** sensibilizar a la sociedad sobre la necesidad de llevar a cabo -y acelerar- un **cambio de modelo energético** con el ahorro, la eficiencia y las renovables como principios básicos.

Iniciativa necesaria para **paliar el tremendo déficit de información** que existe en nuestro país sobre la **energía** en general y sobre las **renovables**, en particular. Desconocimiento propicio para perpetuar modelos insostenibles en nuestro ámbito energético.

Ha llegado el momento de empezar con una **iniciativa que vaya calando en la sociedad**, no sólo sobre los valores de las energías renovables sino sobre la necesidad de implantar y asumir un **nuevo modelo de comportamiento frente a la energía**.

Convicción después de trabajar muchos años en este sector y de ver cómo se ha evolucionado y lo que se ha conseguido.

[www.fundacionrenovables.org](http://www.fundacionrenovables.org)

# Fundación Renovables:

Para ello reclama **MEDIDAS ESTRUCTURALES**, no coyunturales, para un cambio de modelo energético.

- **Urgente** acelerar la transposición **Directivas europeas de EE RR** y de **Efic Ener. de edificios**.

**Planificación energética** para ahorro de energía y eficiencia, cuestión prioritaria y de seguridad nacional mediante:

- Plan de Ahorro y Eficiencia Energética con **proyección a medio y largo plazo** con medidas y objetivos de carácter vinculante y obligatorio. Lo **contrario al voluntarismo** y la falta de evaluación de todos los planes aprobados desde 2003. Es decir, que sean obligaciones como está preparando Bruselas.
- Plan de Energías Renovables, **maximizar el uso de estas tecnologías**, reducir la dependencia de las fuentes fósiles.

# Fundación Renovables:

- Credibilidad de un **Plan de ahorro de energía** basado en **criterios de fiscalidad verde** con incentivos al ahorro de energía y penalizar el mayor consumo.
  - \* Imprescindible colaboración con las compañías energéticas para reducir la facturación.
- **Prioritario** disminuir los usos de la energía en los **sectores de mayor consumo**, como son la **edificación** y el **transporte**.
  - \* Incentivar y promover el ahorro en el sector **edificación**
    - \* Desarrollar programas de **rehabilitación** energética de edificios
    - \* Considerar el factor energía en todos los **desarrollos urbanos** y de infraestructuras.
    - \* Reordenar el sector **transporte** limitando el uso del vehículo privado
      - \* Elevar cuota del transporte por ferrocarril, la menor de Europa.
      - \* Promover el uso de biocombustibles sostenibles.
- Determinante el **ejemplo** de las Administraciones Públicas.



## Demanda de energía en España

- \* Está dando lugar a **múltiples debates** con opiniones contradictorias e intentos de **imponer** unas fuentes energéticas en detrimento de otras.
- \* En el Mix energético se debe contar con **“todas” las energías:** renovables y no renovables, es decir aumentar el **AUTOABASTECIMIENTO**.

### ¿Cómo se mejora la situación energética?

- \* Con un buen **plan de ahorro energético**, para reducir la gran dependencia que se tiene de los combustibles fósiles, más del 80%.

# Demanda de energía en España- Disminución

**Prioritario reducir** la dependencia energética exterior mediante:

- 1.- **Potenciar** el uso de **fuentes renovables** y,
- 2.- Más importante, aprender a **usar eficientemente la energía,**

Todos con igual responsabilidad, y conlleva una **concienciación energética** de la sociedad, cada vez más necesaria y urgente.



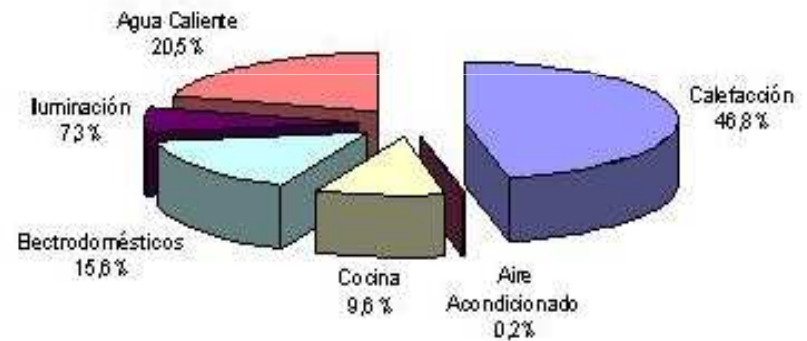
# Situación Energética Española

- ❑ **Alta demanda** energética.
- ❑ Necesidad de cumplir los protocolos de **Kyoto** en cuanto a emisiones.
- ❑ Necesidad edificación eficiente → **Fomentar Ahorro energético.**

Consumo energía primaria en España



Consumo Energético Vivienda España



# EFICIENCIA ENERGÉTICA:

- \* **Adecuada administración** del uso de la energía y, en consecuencia, de su ahorro en los sectores: industria, transporte y **edificación**
- \* En **edificación**: Obtener el mismo confort con menor gasto de energía o  
**+ bienestar con – consumo = eficiencia energética.**

# EE y EERR

## básicas

para un sistema energético sostenible  
y eficiente

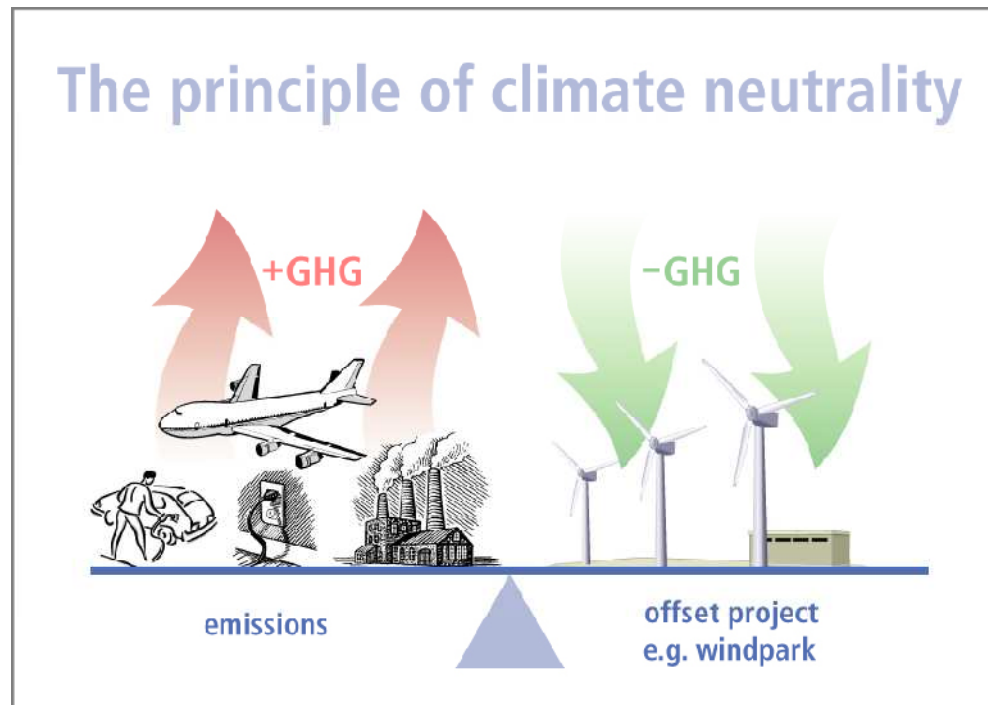
y

para un nuevo modelo de desarrollo

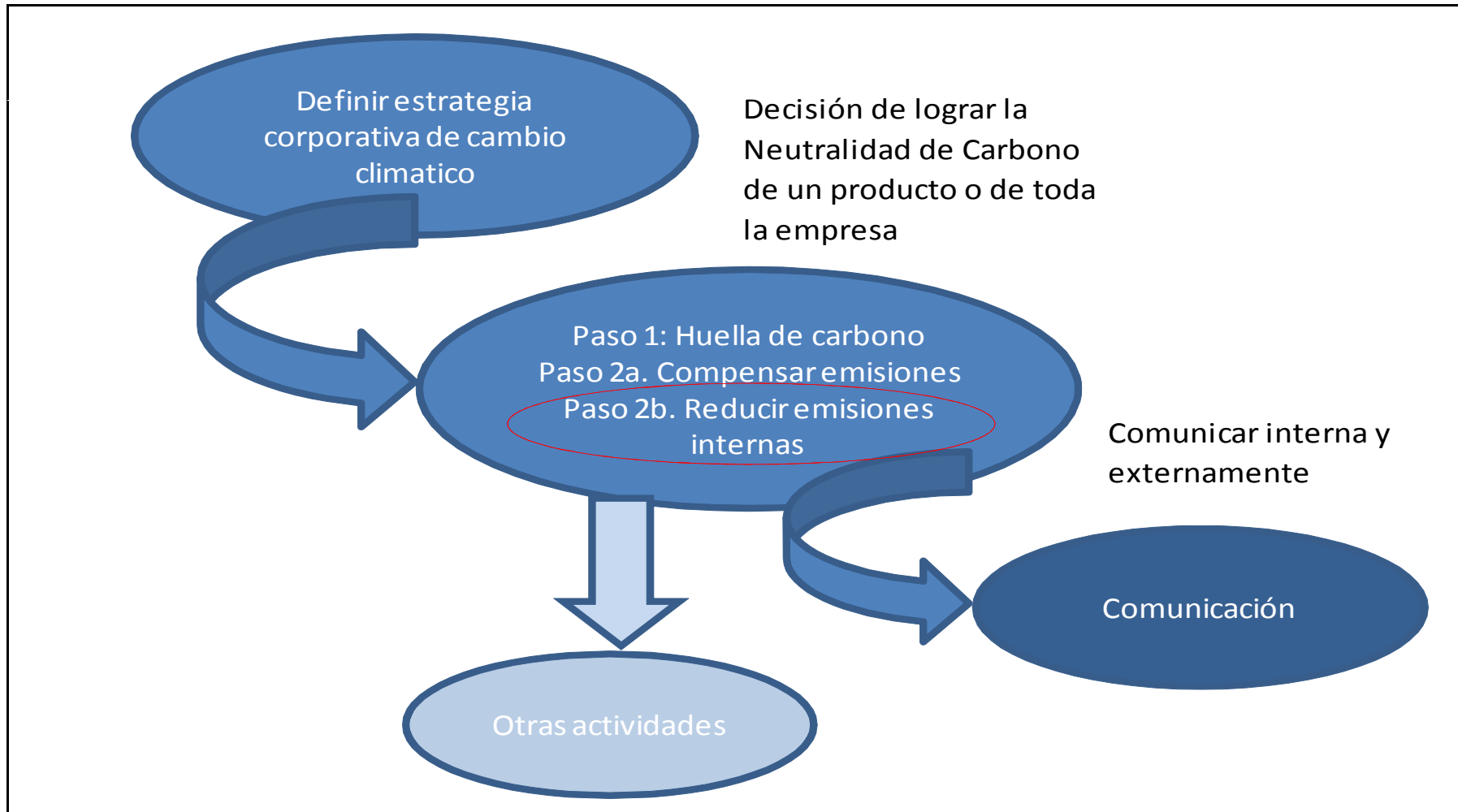
## Neutralidad del carbono

**Idea básica** de la neutralidad del carbono: Las emisiones de GEI tienen un impacto global sobre el clima.

Luego **NO REVISTE** tanta importancia dónde **se generan o se evitan las emisiones**  $\Leftrightarrow$  las emisiones en el sitio A pueden neutralizarse por medio de proyectos adicionales de protección del clima en el lugar B.



# Pasos para lograr la neutralidad de carbono

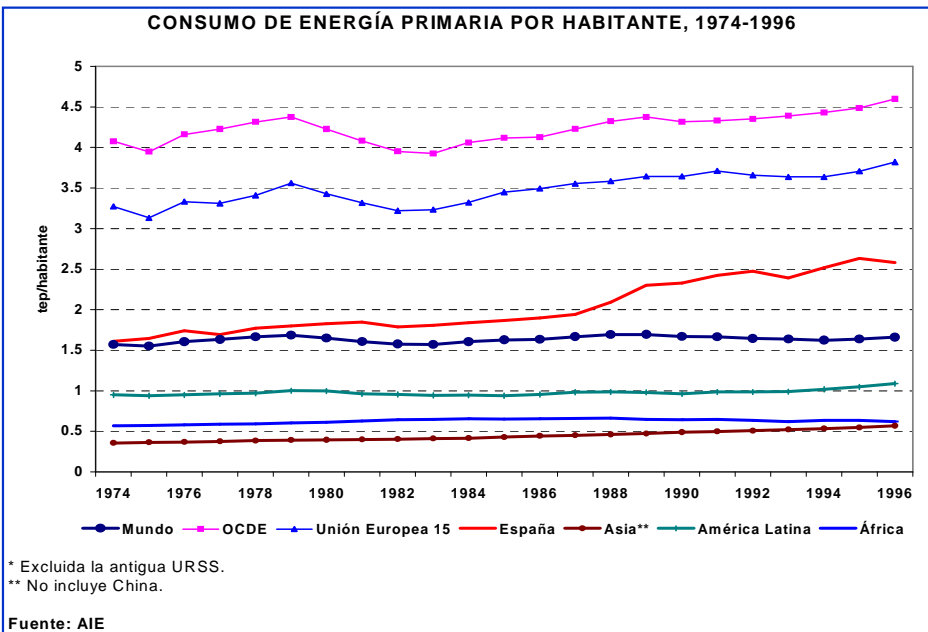


# AHORRAR ENERGÍA EN LOS EDIFICIOS

**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

**Huella de carbono:** es necesario cuantificar la emisión de gases de efecto invernadero y estimar su coste en el mercado.

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



# LA ENERGÍA EN LOS EDIFICIOS

**CONSUMO ENERGÉTICO  $\Leftrightarrow$  EMISIÓN TONELADAS CO<sub>2</sub>**

**Consumo energético (familia española y año) = Emite 5 toneladas de CO<sub>2</sub>**

- \* 2 toneladas = por energía eléctrica
- \* 352 kilos = por iluminación
- \* Resto = para acondicionamiento

**Refrigeración Convencional = Aumento 1 grado centígrado consume entre 5 y 7%.**

**En general, emisiones de gases en España  $\Leftrightarrow$**

**(Compromiso Kyoto:** Acuerdo internacional vinculado a la convención Marco de las naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC). Los países firmantes se comprometen a **reducir entre 2008 y 2012 en un 5,2%** las emisiones de 6 tipos de GEI (CO<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC y SF<sub>6</sub>) respecto al año 1990. Fue adoptado en 1996, y entró en vigor en 2005).

**Responsabilidad de cada Ciudadano en Reducir Emisiones de Gases con Efecto Invernadero**

# LA ENERGÍA EN LOS EDIFICIOS

**CONSUMO - ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO**

**ILUMINACIÓN**

**OTROS USOS (ELECTRODOMÉSTICOS, APARATOS OFICINA...)**

**DISMINUCIÓN del consumo para el**

**acondicionamiento térmico** (calefacción y refrigeración)

- ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA O EDIFICIOS EFICIENTES ENERGÉTICAMENTE

Clima Mediterráneo =

**ARQUITECTURA DE LA COMPLEJIDAD**

(propiciar condiciones de confort en verano e invierno con climatología diferente a partir del diseño apropiado)

# 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

## 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.***

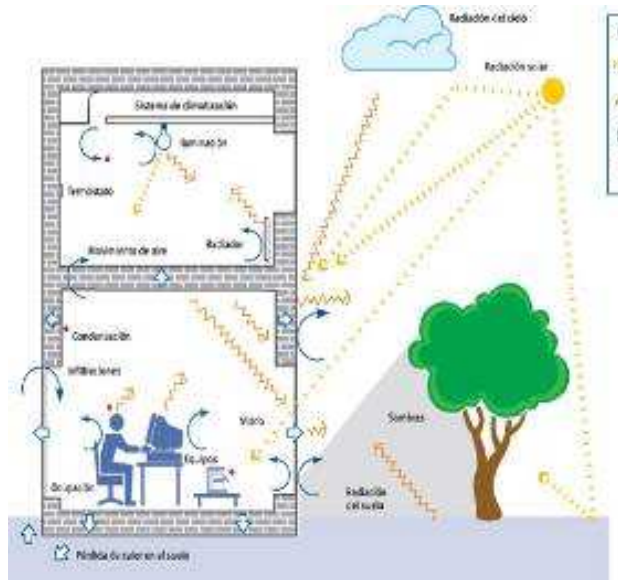
# ACTUACIONES NECESARIAS PARA AHORRAR ENERGÍA EN EDIFICACIÓN

- ✓ Disminución de la demanda del edificio. Sistemas pasivos (arquitectura bioclimática).
  - Diseño del edificio: orientación, accesibilidad solar, ventilación e iluminación natural, etc.
  - Elección de materiales adecuados
- ✓ Integración de energías renovables
  - Solar térmica
  - Solar fotovoltaica
  - Biomasa, etc.
- ✓ Uso de equipos convencionales de alto rendimiento.
  - Sistemas de climatización y distribución eficientes
  - Iluminación de bajo consumo
- ✓ Control y mantenimiento de las instalaciones

# ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

**EFFECTOS:**

- \* captar
- \* almacenar → la radiación solar que incide en los cerramientos (o evitar que incida)
- \* ceder,

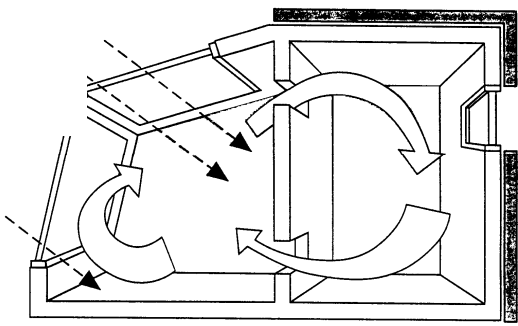


→ Fenómenos de **transferencia de calor:**

- \* CONDUCCIÓN
- \* CONVECCIÓN
- \* RADIACIÓN

→ Fenómenos de **transferencia de**

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

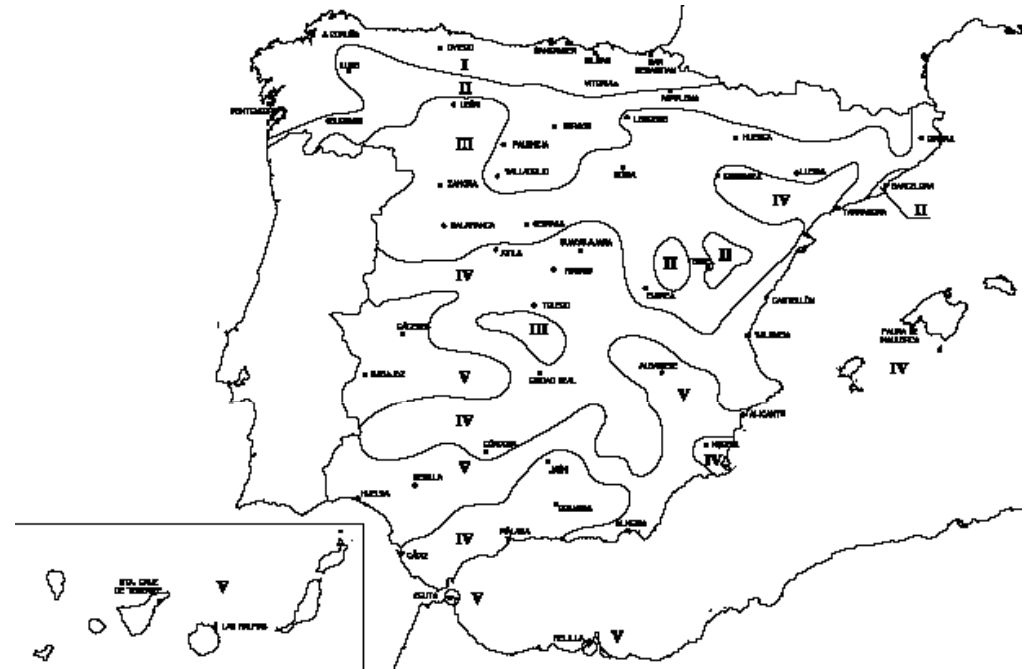




# Principales factores que afectan al diseño arquitectónico - intercambio energético:

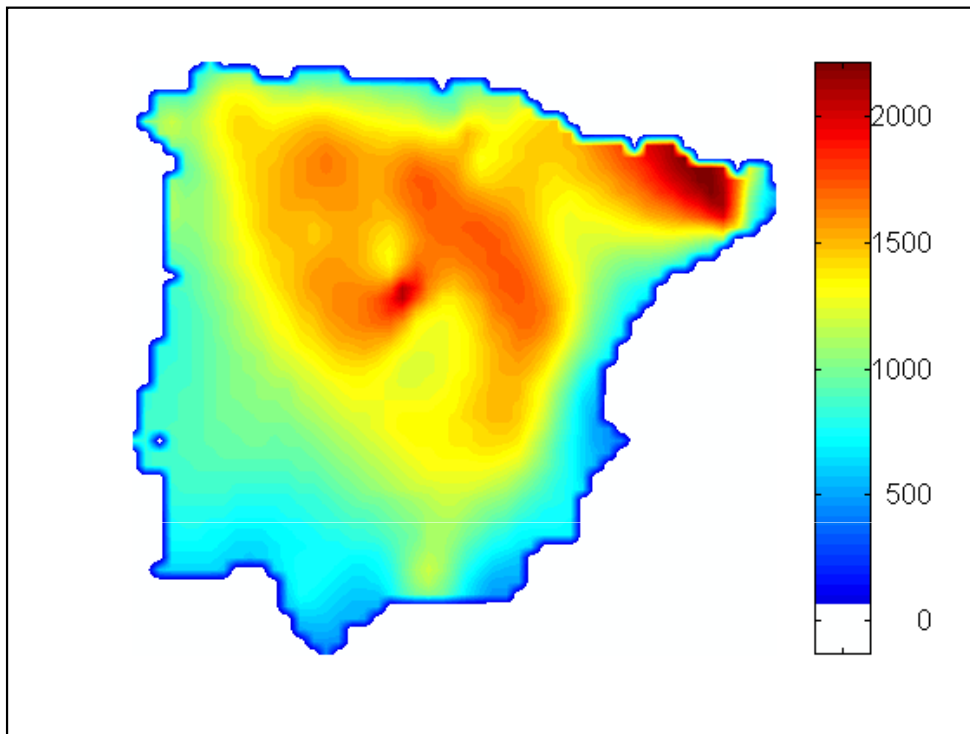
## \* Entorno:

- Climatología.
- Ubicación del edificio.



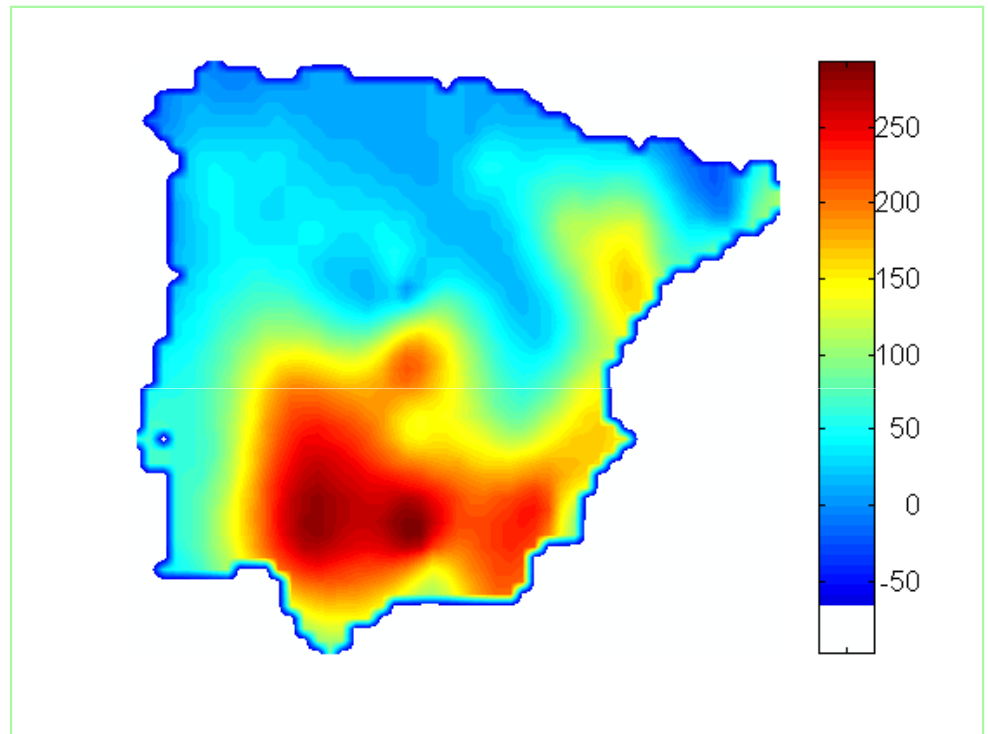
## Necesidades de Calefacción

(Grados-día Base 18-18 °C)



## Necesidades de Refrigeración

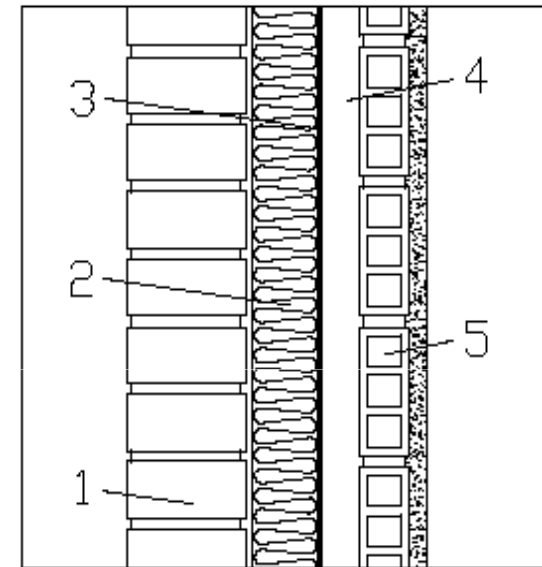
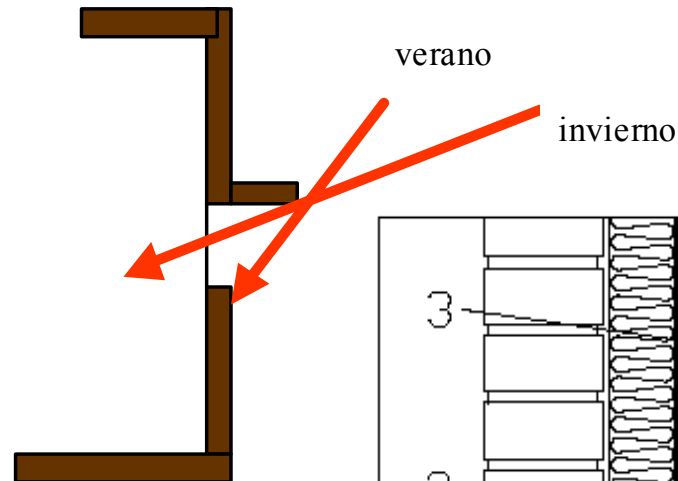
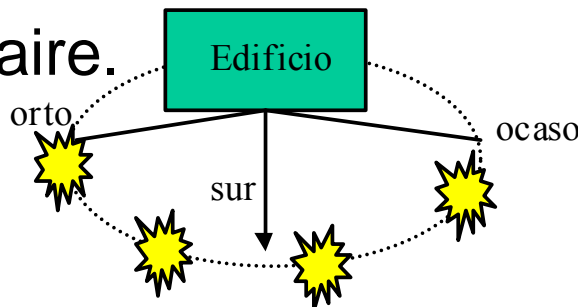
(Grados-día Base 24-24 °C)



# Principales factores afectan al diseño arquitectónico - intercambio energético (Cont.):

## \* Diseño del edificio:

- Orientación.
- Accesibilidad solar.
- Composición cerramientos.
- Compacidad del edificio.
- Elementos de sombra.
- Intercambios de aire.



- 1 - LADRILLO GARA VISTA
- 2 - PANEL O FIELTRO AISLANTE
- 3 - BARRERA DE VAPOR
- 4 - CAMARA DE AIRE
- 5 - TABIQUE DE LADRILLO HUECO

# 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.**

# TÉCNICAS NATURALES DE ACONDICIONAMIENTO

## FUENTES:

### DE CALOR EXTERIORES:

- \* el sol
- \* la atmósfera

### DE CALOR INTERIORES:

- \* Ganancias interiores por los ocupantes
- \* Iluminación artificial
- \* Electrodomésticos

## SUMIDEROS:

- el suelo , difusividad térmica y profundidad
- el cielo , temperatura aparente
- el aire exterior , que según sea la temperatura exterior puede ser sumidero de calor para

### Métodos para Refrigeración:

- + por ventilación, normal o cruzada
- + por intercambio de masas,
- + por eliminación de calor sensible y latente
- + por evaporación de algún líquido, normalmente agua



## Integración Energía Solar Activa

- ❑ Producción de la energía necesaria que el diseño pasivo no es capaz de aportar.
- ❑ Se tienen dos tipos de instalaciones solares activas integradas al edificio:
  - Captadores solares térmicos → calentamiento fluidos.
  - Paneles solares fotovoltaicos → producción de electricidad.
- ❑ Sistemas integrados en edificios desde primeras fases del diseño.
- ❑ Se consideran dos casos:
  - **Integración arquitectónica.** Sustitución de elementos constructivos. Cumplen doble función: energética y arquitectónica.
  - **Superposición arquitectónica.** Colocación de los módulos en paralelo a la envolvente del edificio. No sustituyen material constructivo.

# Eficiencia Energética: Evaluación de Edificios

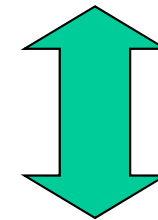
## Objetivo:

Conseguir edificios mejores desde el punto de vista energético manteniendo condiciones de confort térmico en el interior.

**Directo: Teórico**



**Simulación**



**Inverso: Empírico**



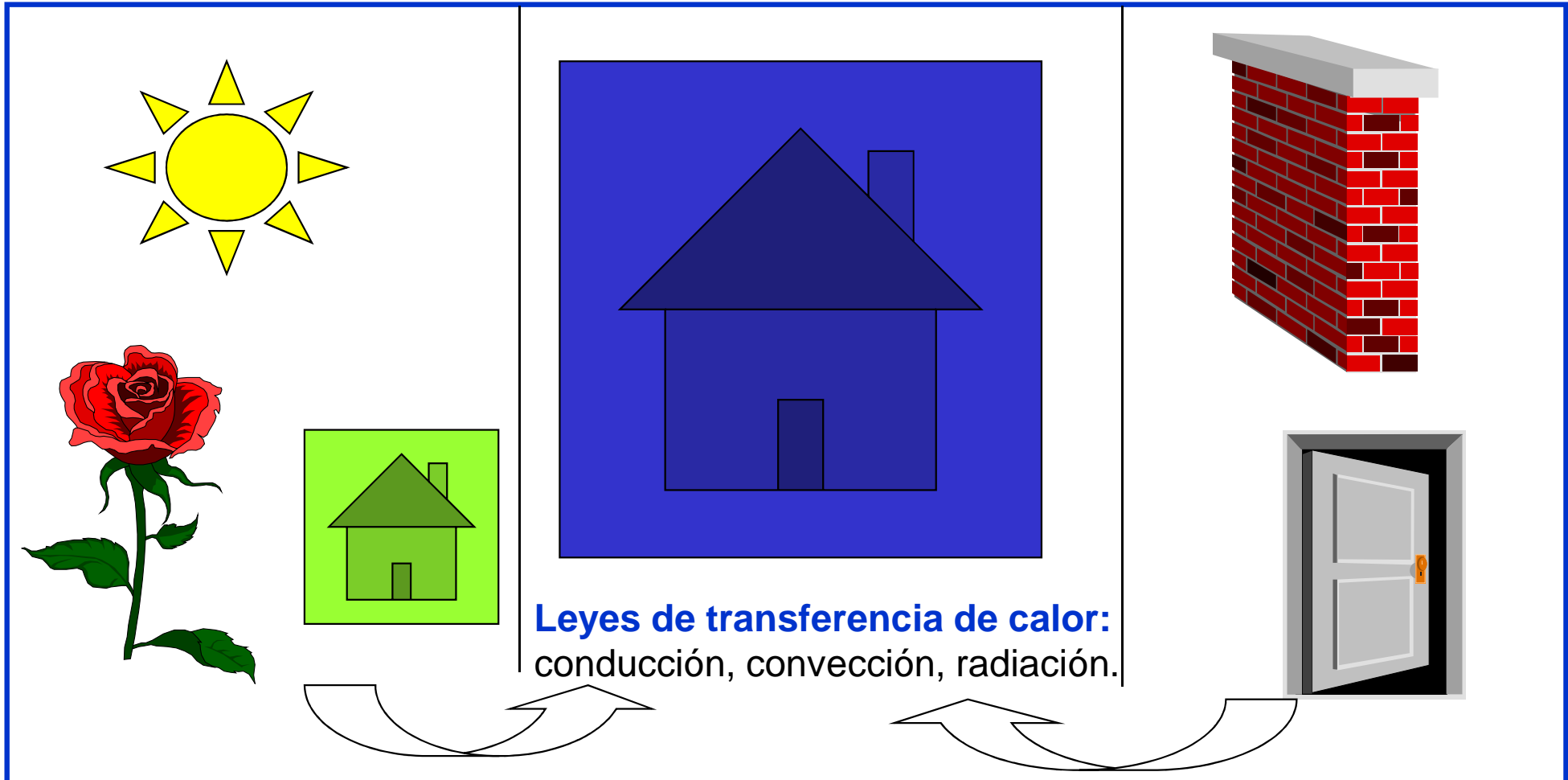
**Monitorización**

# Análisis Teórico: Simulación

## MÉTODOS

Entorno

Componentes




# Evaluación de Edificios

## Análisis Empírico: Monitorización

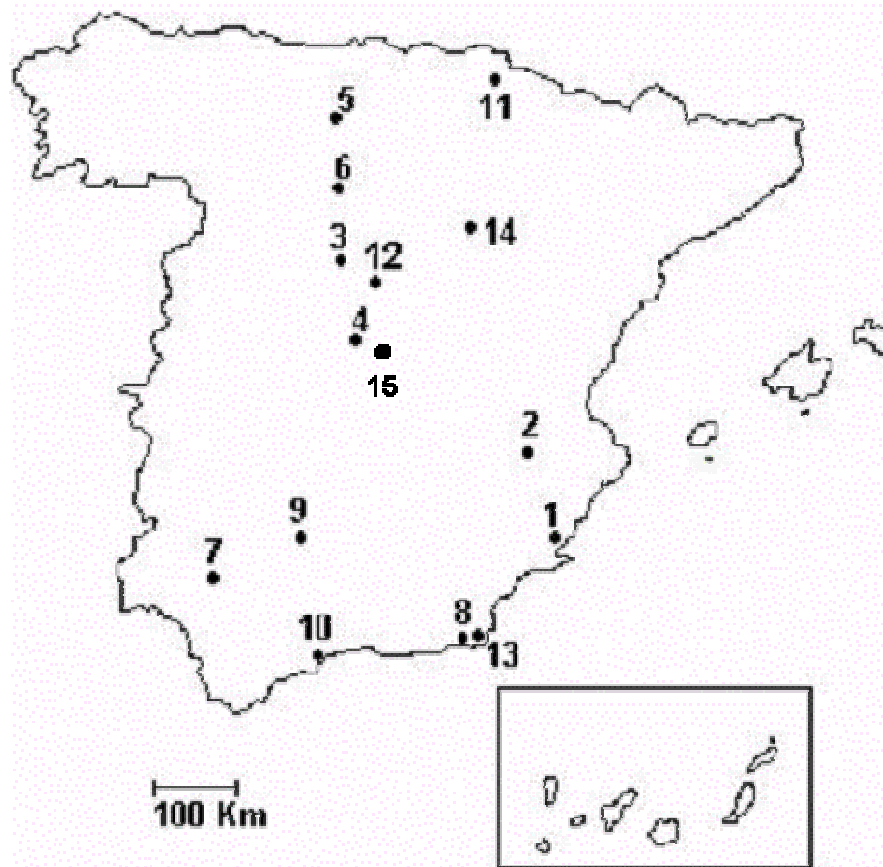
### Objetivo:

**Analizar**, a través de **medidas experimentales**, las técnicas bioclimáticas empleadas en el diseño y construcción de edificios para conocer:

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

 Determinar las **características térmicas** asociadas a **características constructivas**

# EDIFICIOS EVALUADOS POR EL CIEMAT (desde 1986)



- |     | <i>Nombre</i>                     | <i>Tipo de edificio</i>         |
|-----|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1.  | <b>Los Molinos</b>                | → Escuela. CEMA                 |
| 2.  | <b>Alpera</b>                     | → Viviendas- bloque             |
| 3.  | <b>Pedrajas de S. Esteban</b>     | → Viviendas- bloque             |
| 4.  | <b>S. Martín de Valdeiglesia.</b> | → Vivienda arquitectura popular |
| 5.  | <b>Aguilar de Campoó</b>          | → Viviendas- bloque             |
| 6.  | <b>Torquemada</b>                 | → Viviendas adosadas            |
| 7.  | <b>Guillena</b>                   | → Escuela EGB                   |
| 8.  | <b>Almería</b>                    | → Escuela EGB                   |
| 9.  | <b>Pozoblanco</b>                 | → Viviendas adosadas            |
| 10. | <b>S. Pedro de Alcántara</b>      | → Viviendas- bloque             |
| 11. | <b>Mendillorri</b>                | → Viviendas- bloque             |
| 12. | <b>Cantimpalos</b>                | → Viviendas adosadas            |
| 13. | <b>Almería</b>                    | → Edificio Universidad          |
| 14. | <b>Zaragoza</b>                   | → Viviendas- bloques            |
| 15. | <b>Madrid</b>                     | → Viviendas- bloques            |
| 16. | <b>Valladolid</b>                 | → Edificio ENVITE               |
| 17. | <b>5 Edificios ARFRISOL</b>       | → Oficinas                      |



# Bloque de viviendas en Mendillorri (Navarra)





# Bloque de viviendas en Mendillorri (Navarra)

## Comparación entre las viviendas.



Convencional



Bioclimático

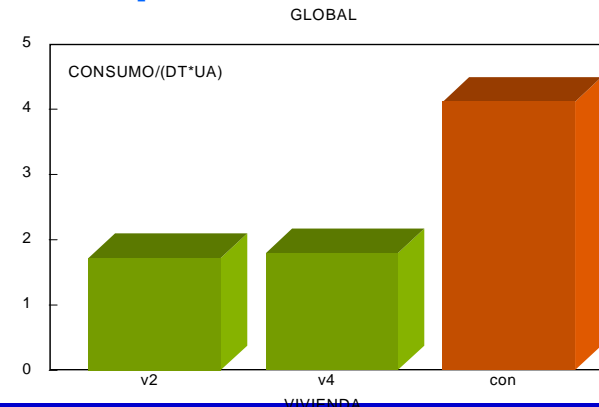
# Bloque de viviendas en Mendillorri (Navarra)

## Resultados:

- Se tuvo la oportunidad de realizar un **estudio comparativo de tres viviendas** de diseño **bioclimático** frente a una de diseño **convencional**.
- La comparación de resultados se obtuvo midiendo **temperaturas interiores** frente a consumo de calefacción.
- Se aprecia que todas las viviendas están en un porcentaje muy elevado del tiempo dentro de las condiciones de confort.
- Normalizando los consumos a energía consumida por área de área calefactada y por unidad de salto térmico entre el exterior y el interior en los resultados obtenidos.



## Comparación entre las viviendas



# Resultados energéticos de monitorizaciones llevadas a cabo por el CIEMAT desde 1986

\* Considerando los niveles de confort térmico:

Verano: 24 a 26 °C

Invierno: 20 a 22°C

**Ahorros de energía** en las diferentes climatologías:

\* Para calefacción = **de 60 % hasta el 100 %**

\* En periodo de refrigeración = **valores térmicos dentro de niveles de confort.**

Algunos Edificios con **energía “cero”** o Autosuficientes energéticamente

# I+D: Algunos aspectos que necesitan investigación físicos

## ⇒ Sistemas solares pasivos:

⇒ Calefacción y **refrigeración natural** (muros Trombe para climas cálidos, chimeneas solares, fachadas ventiladas, torres de refrigeración, materiales de cambio de fase, "acondicionamiento de espacios abiertos", planeamiento urbanístico, etc.).

## ⇒ Sistemas solares activos:

- ⇒ Térmicos: ACS, **calefacción y refrigeración "frío solar"**.
- ⇒ Fotovoltaicos: Producir electricidad.

## ⇒ Acoplamiento y Control de las instalaciones:

- ⇒ Solares, biomasa y convencionales



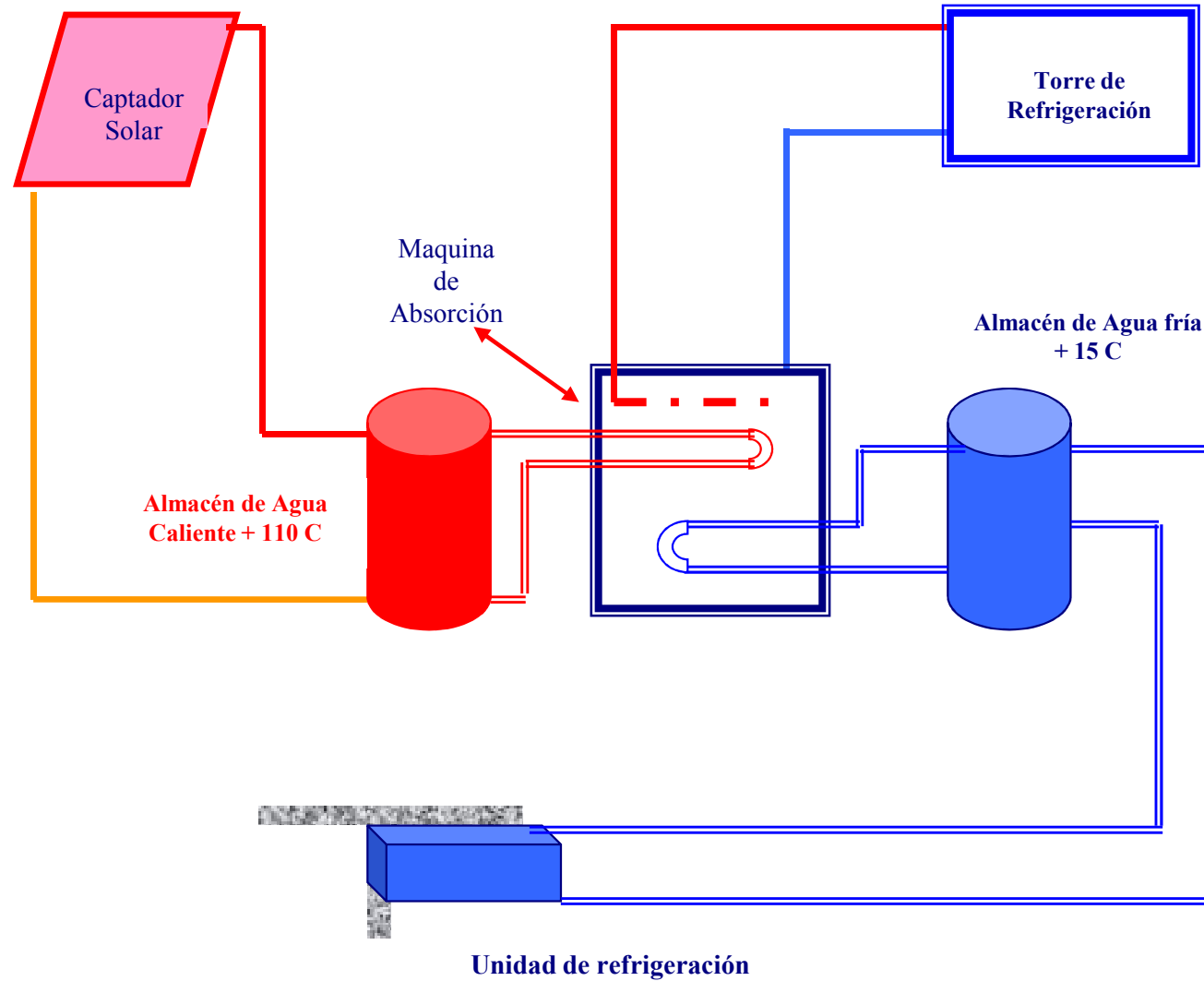
Combinación  
Energía Solar

-

Tecnología de  
Absorción

=

“Frío Solar”



## PROYECTOS de I+D:

### Analisis de Sistemas solares pasivos:

#### \* Tecnologías para refrigeración natural: Ensayos en el LECE:

- ⇒ Chimeneas solares,
- ⇒ fachadas ventiladas,





## Ensayos de Chimenea Solar

- Superficie de vidrio
- Canal de aire
- Superficie captadora

Genera flujos de aire convectivos a través de la chimenea que son evacuados por su parte superior evacuando el aire del interior del edificio



No sustituye ninguna pared del edificio

Se integran en el edificio aislándolas adecuadamente de su estructura

Se sitúan en orientaciones que reciben la máxima radiación solar

Superficies captadoras con alta **conductividad** térmica producen ventilación **instantánea**

Superficies captadoras con alta **inercia** térmica producen ventilación **nocturna**

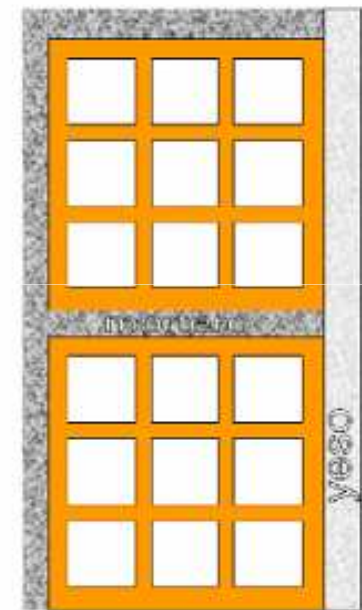


## MURO BASE en Célula CESPAs para ensayo fachada ventilada

**Objetivo:** Obtención de los parámetros que caracterizan el elemento constructivo.

**Métodos clásicos,** de laboratorio y de identificación de sistemas.

**Problema Inverso:** Experimentación.



Ladrillo hueco

# EMVS: Regen-Link

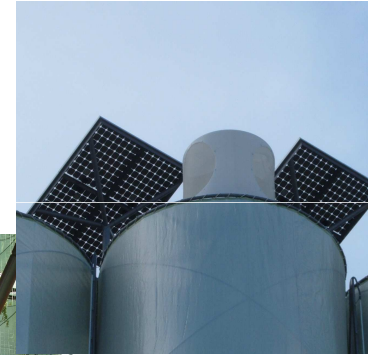
- Mejora de las condiciones térmicas interiores en viviendas a rehabilitar y de obra nueva en **San Cristóbal** (Usera, Madrid).
- Evaluación energética en condiciones reales de uso de 8 viviendas de 4 bloques: 2 rehabilitados y 2 de obra nueva.
- Estado:
  - Rehabilitados:
    - ✓ Antes rehabilitación:
    - ✓ Realizada monitorización.
  - Obra nueva:
    - ✓ Realizada monitorización.





# EMVS: Life-Ecovalle

- ❑ Acondicionamiento térmico de un **bulevar** en el Nuevo Ensanche de Vallecas (Madrid).
- ❑ Diseño de **tres cilindros** con sistemas **evaporativos**.
- ❑ **Evaluación energética** en condiciones reales de uso de **1 "árbol de aire"**.
- ❑ Periodo de monitorización: **mínimo 1 año**.
- ❑ Diseño del experimento:
  - Instalación de sensores.
  - Campaña de medidas.
  - Análisis de resultados



Arquitectos: José Luis Vallejo, Belinda Tato y Diego García Setien

# EMVS: Life-Ecovalle



1.-“Árbol de Aire” con **cubierta vegetal**, se inyecta agua y se atempera la temperatura mediante plantas.

2.-“Árbol de Aire” con **pantalla de televisión**, se inyecta agua y están diseñados como lugar de ocio.



3.- “Árbol de Aire” con **sistemas evaporativos y torres de viento**, se inyecta agua y se “captura” el aire procedente de la dirección predominante.







# Proyecto ENVITE- Grupo Lince (VA)





# Proyecto ENVITE- Grupo Lince (VA)





# Proyecto ENVITE – Fund. Sotavento (Lu)





# Edificio SUNRISE



PROYECTO SUNRISE. NUEVO ENSANCHE DE VALLECAS (MADRID)

## Edificio SUNRISE



## Equipos de Medida

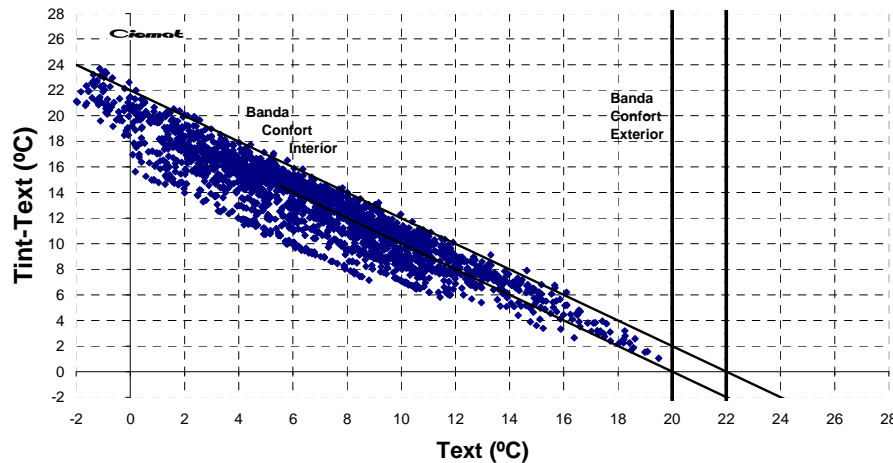
# Resultados Monitorización SUNRISE

Estas gráficas muestran en su eje de ordenadas el calentamiento o enfriamiento efectivo y su distribución frente a la temperatura exterior.

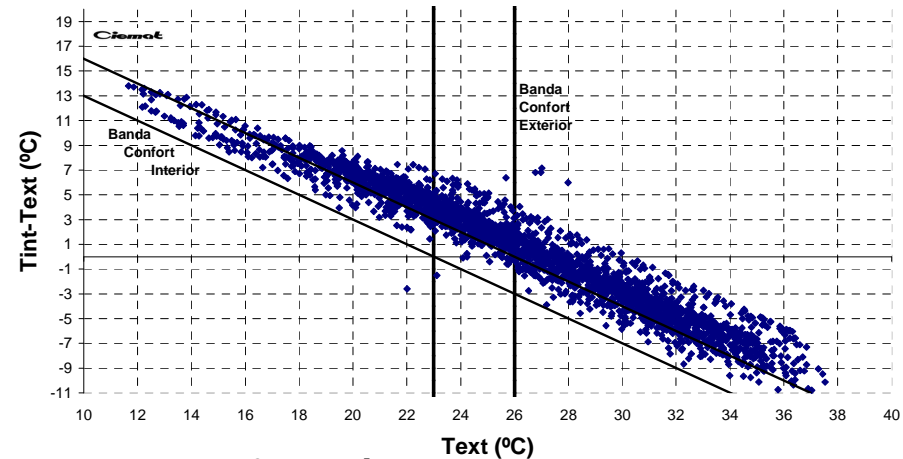
## Invierno 2008/2009

## Verano 2009

Temperatura Dormitorio. Atico B.  
Invierno 2008 / 2009



Temperatura Salón. Atico B.  
Verano 2009.



Banda de confort térmico invernal entorno a  $21 \pm 1^\circ\text{C}$ .

A pesar de tener temperaturas exteriores muy bajas, la mayor parte de los valores interiores están o bien dentro o bien ligeramente por debajo de la banda de confort interior.

Banda de confort térmico estival entorno a  $23^\circ - 26^\circ\text{C}$ .

Cuando las temperaturas exteriores son muy altas, entran en funcionamiento los sistemas evaporativos, gracias a lo cual las temperaturas interiores están dentro o bien ligeramente por encima de la banda de confort interior.



## DEPOLIGEN - INNPACTO

### Objetivo

*Reducción de la demanda energética de áreas extensas y suministro energético mediante sistemas de poligeneración locales*



**Eficiencia energética en edificios de "emisión cero" mediante la mejora de la demanda energética, la poligeneración y la gestión integral de la energía**



# DEPOLIGEN - INNPACTO

## Actividades:



Investigación y desarrollo de tecnologías que permitan conseguir edificios, distritos, y barrios residenciales o del sector terciario de “emisión cero” mediante:

- Nuevos sistemas de reducción de la demanda energética en edificios,
- Nuevos sistemas de poli - generación que integren sistemas de alta eficiencia y bajo impacto (geotermia, gas, hidrógeno) con energías renovables (solar fotovoltaica y térmica, minieólica y biomasa)
- Nuevos sistemas de gestión integral de la demanda.
- Una metodología de análisis e implantación técnico - industrial extrapolable a cualquier lugar

**PLAN NACIONAL DE I+D – MICINN**

**PROYECTO SINGULAR ESTRATÉGICO**

**SOBRE**

**“ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA y**

**FRIO SOLAR”**

**(PSE-ARFRISOL)**

# PSE - ARFRISOL

## OBJETIVOS:

- Adecuación de la arquitectura **bioclimática** y de la energía **solar** en el  **acondicionamiento térmico** de edificios de oficinas, para calefacción y refrigeración (frío solar).
- Reducción del **consumo** de energía convencional entorno **80 y 90%**.
- **Cambio de mentalidad** de la sociedad.

## Objetivo del PSE-ARFRISOL

Demostrar que **es posible reducir el consumo energético** de un **edificio**:

- **50% - 60%** con el **diseño bioclimático**
- **30% - 40%** con los **dispositivos solares activos**
- **10% - 20%** **utilización de EE RR** (biomasa, etc.)

### ¿EDIFICIOS de ENERGÍA CERO?

\* Sin consumo de combustibles fósiles

\* Sin emisiones de CO<sub>2</sub>

**PARTICIPANTES**

• **5 grandes Empresas Constructoras españolas:**

- ACCIONA, DRAGADOS, SEIS, FCC y OHL

• **5 Empresas Tecnológicas de energía solar**

- ATERSA, CLIMATEWELL, 9REN (antigua GAMESA), ISOFOTON y UNISOLAR

• **Grupos de Investigación de:**

- Universidades (Almería y Oviedo) y
- OPI - CIEMAT

• **Propietarios de los edificios:**

- Universidad Almería
- CIEMAT:
  - Madrid, PSA, CEDER
- Fundación Barredo (Asturias)

**ARFRISOL:  
14 participantes**

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



PLATAFORMA TECNOLÓGICA ESPAÑOLA DE LA CONSTRUCCIÓN

**Empresas acuerdo consorcio PSE-ARFRISOL**

<b>Empresas Constructoras:</b>				<b>Empresas Tecnológicas:</b>			
							
<b>Sector Público:</b>				<b>Cofinanciado por:</b>		<b>SP9 subcontratado por:</b>	
							



# **SITUACIÓN DE LOS C-DdI:** Se han construido o rehabilitado **5 edificios de oficinas** con objeto de servir como modelos para la investigación **(C-DdI)**

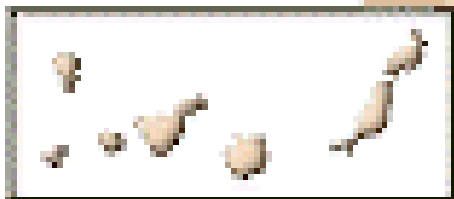
Sede - Fundación Barredo  
**Siero ASTURIAS**

Centro de desarrollo de Energías Renovables  
(CEDER) CIEMAT. **Lubia SORIA**

Edificio 70 - CIEMAT.  
**MADRID**

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

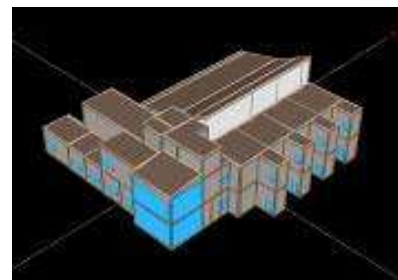
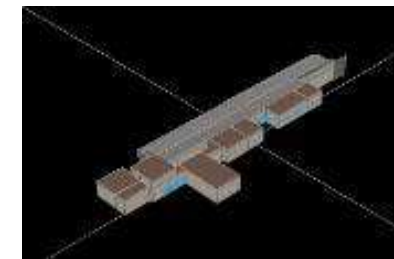
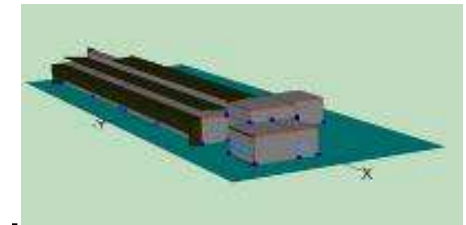
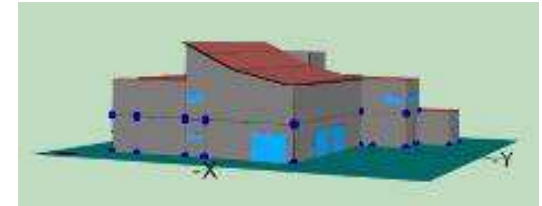
CIESOL - Universidad de Almería - CIEMAT.  
**ALMERIA**





## SP1 – ESTUDIOS PREVIOS.

- **OBJETIVO:** Mejorar el diseño convencional optimizando las estrategias bioclimáticas y los sistemas de energía solar
  - ✓ Simulación del edificio
  - ✓ Modelizado de técnicas pasivas
    - Refrigeración por radiación nocturna
    - Intercambiador con terreno, tubos enterrados
    - Chimeneas solares, fachadas ventiladas
  - ✓ Simulación de sistemas activos
  - ✓ Análisis del edificio completo integrando todas las estrategias
- **Programas utilizados:**
  - ✓ DOE/Energy +
  - ✓ TRNSYS
  - ✓ FLUENT (CFD)
  - ✓ LIDER/CALENER



## SP 2: C-DdI CIESOL Almería

**Inauguración:**

**Diciembre 2005**

**En uso:**

**Junio 2006**





## SP3: C-DdI ED 70 Madrid

**Duración obra: Marzo 2006 a 30 Noviembre 2007**

**Inauguración: Noviembre**

**En uso: Marzo 2008**





## SP3: C-DdI ED 70 Madrid





## SP3: ED 70 Madrid



## SP 4: C-DdI PSA Almería

**Duración obra: Septiembre 2006 a Octubre 2007**

**Inauguración:**

**13 Diciembre 2007**

**En uso: Marzo 2008**





## SP 4: C-DdI PSA Almería



## SP 5: C-DdI San Pedro de Anes (Asturias)

**Comienzo de obra:**

**3 Abril 2007**

**Inauguración: 24 noviembre 2008**

**3er PREMIO SICE  
(Sostenibilidad / Innovación /  
Calidad en la edificación) DEL  
CSCAE**





## SP 5: C-DdI San Pedro de Anes (Asturias)



## SP6 C-DdI A REHABILITAR EN EL CEDER – Lubia (SORIA)

**Comienzo de obra:**  
**Agosto 2007**

**Inauguración: 28 Julio  
2009**

**Obtenido un Accesit al  
proyecto, Nov 2006,  
concedido por las  
Consejerías de Fomento y  
Medio Ambiente de JCyL y  
el Instituto de la  
Construcción de JCyL en  
el “I Premio de  
Construcción Sostenible”**





## SP6: C-DdI CEDER Lubia (SORIA)- Orientación Sur



## SP6: C-DdI CEDER Lubia (SORIA)



**FACHADA SUR**



**FACHADA NORTE**



**FACHADA OESTE**



**FACHADA ESTE**



## SP6: C-DdI CEDER Lubia (SORIA)



Galería Sur



Tubos radioconvectivos y captadores solares



Maquinas absorción



Calderas Biomasa



Vista de la cubierta

## COORDINACIÓN GENERAL DEL PROYECTO:

Unidad de Eficiencia Energética en la Edificación – CIEMAT

### CONSTRUCTORAS:

JARQUIL (Sp2)/OHL(Sp3)/ACCIONA (Sp4)/FCC (Sp5) )/SEIS (Sp6)

### ARQUITECTOS:

Javier Torres(Sp2)/Juan Carlos Gutierrez(Sp3)/Juan José Rodríguez (Sp4)/ Emilio Miguel Mitre-Carlos Exposito(Sp5-6)

### INGENIERÍAS:

3i-Ingenieros(Sp3)/IBERINSA (Sp4)/FCC(Sp5)/IBENER (Sp6)

### INSTALACION DE ABSORCIÓN ("Frio solar"):

UNISOLAR (maquinas CLIMATEWELL)

#### E. SOLAR TÉRMICA:

GAMESA(Sp3)/UNISOLAR (Sp4)/ISOFOTON (Sp5) )/GAMESA (Sp6)

#### E. SOLAR FOTOVOLTAICA:

ATERSA (Sp2)/ISOFOTON (Sp3)/ATERSA (Sp4)/ISOFOTON (Sp5) /GAMESA (Sp6)

### SISTEMA DE CONTROL:

SAUTER (Sp2)/ TREND (Sp3, Sp4, Sp5, Sp6)





## OBJETIVOS:

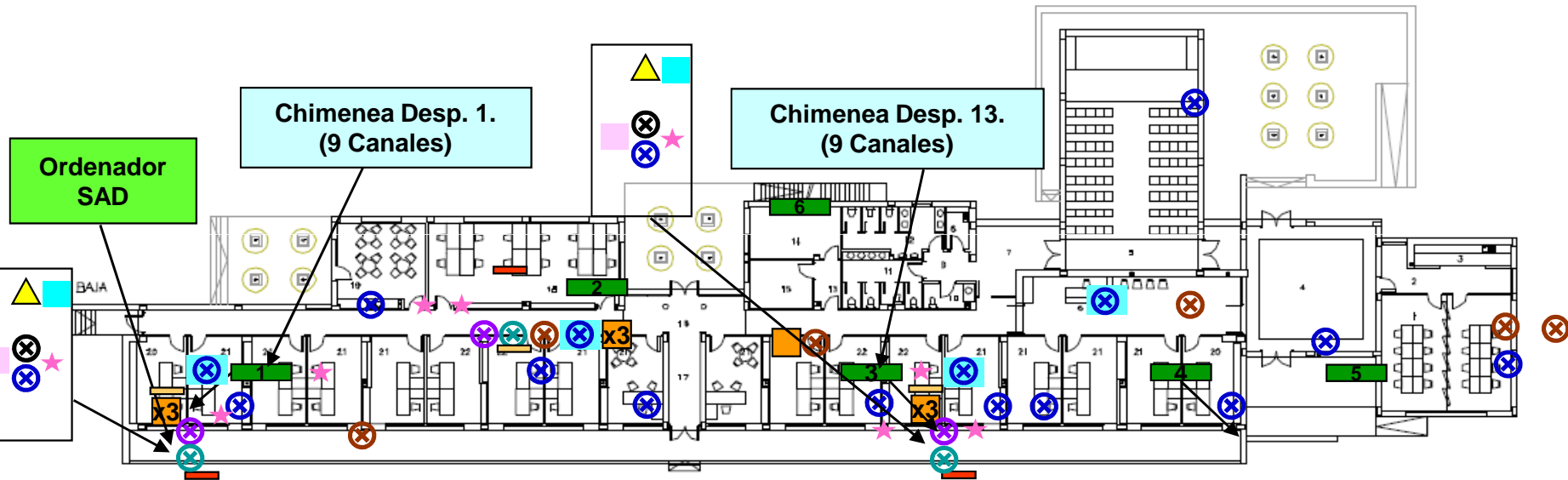
### SP7 - MONITORIZACIÓN

- Conocer la demanda del edificio en **condiciones reales de uso** (monitorización y control).
- **Estudio comparativo** con los edificios de referencia
- Conocer **cuanta energía** se ha ahorrado
- **Validar y mejorar** las simulaciones teóricas de los edificios.

# EQUIPOS PARA MONITORIZACIÓN

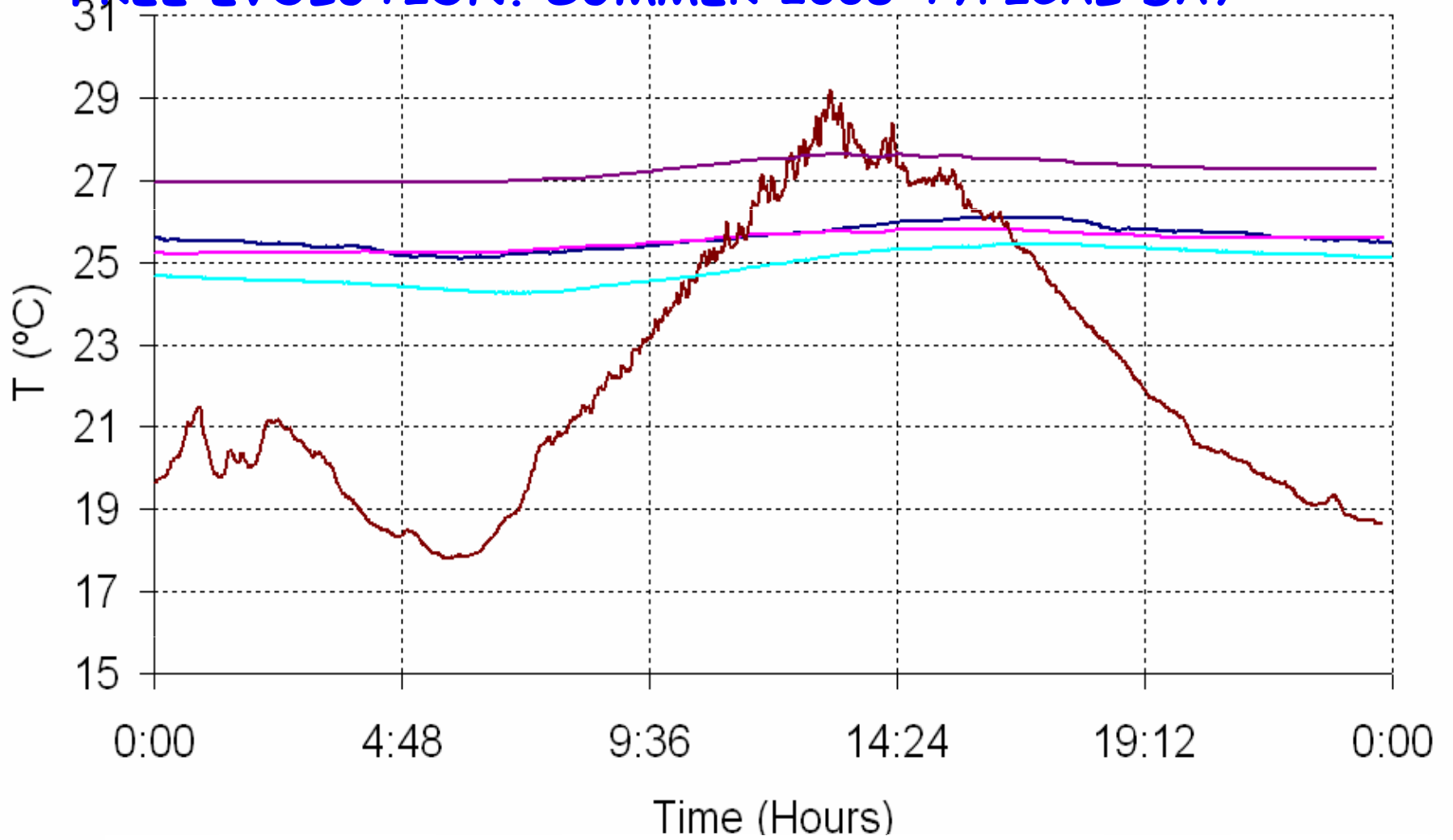


**COLOCACIÓN DE SENSORES SP4**



- |   |   |    |  |   |   |
|---|---|----|--|---|---|
| ⊗ | Temperatura de aire interior a 15 cm de pared y 1.5 m de altura     | ■  | Consumo eléctrico  | ■ | Humedad relativa                              |
| ⊗ | Temperatura media radiante  | ⊗N | Consumo eléctrico medidores (N)                            | ▲ | Presión                                       |
| ⊗ | Temperatura bajo el edificio a 2 niveles (ya colocados). 2 canales. | ⊗  | Contribución suelo radiante (Energía). 3 cables de 4 hilos | ★ | Concentración de CO <sub>2</sub>              |
| — | Temperatura de superficie de vidrio                                 | ⊗  | Contribución inductores (Energía). 3 cables de 4 hilos     | ■ | Apertura de puertas y ventanas. Ver página 5. |
| — | Temperatura superficie paredes                                      | ■  | Velocidad de viento  | ■ | Slot con módulos de adquisición de datos      |

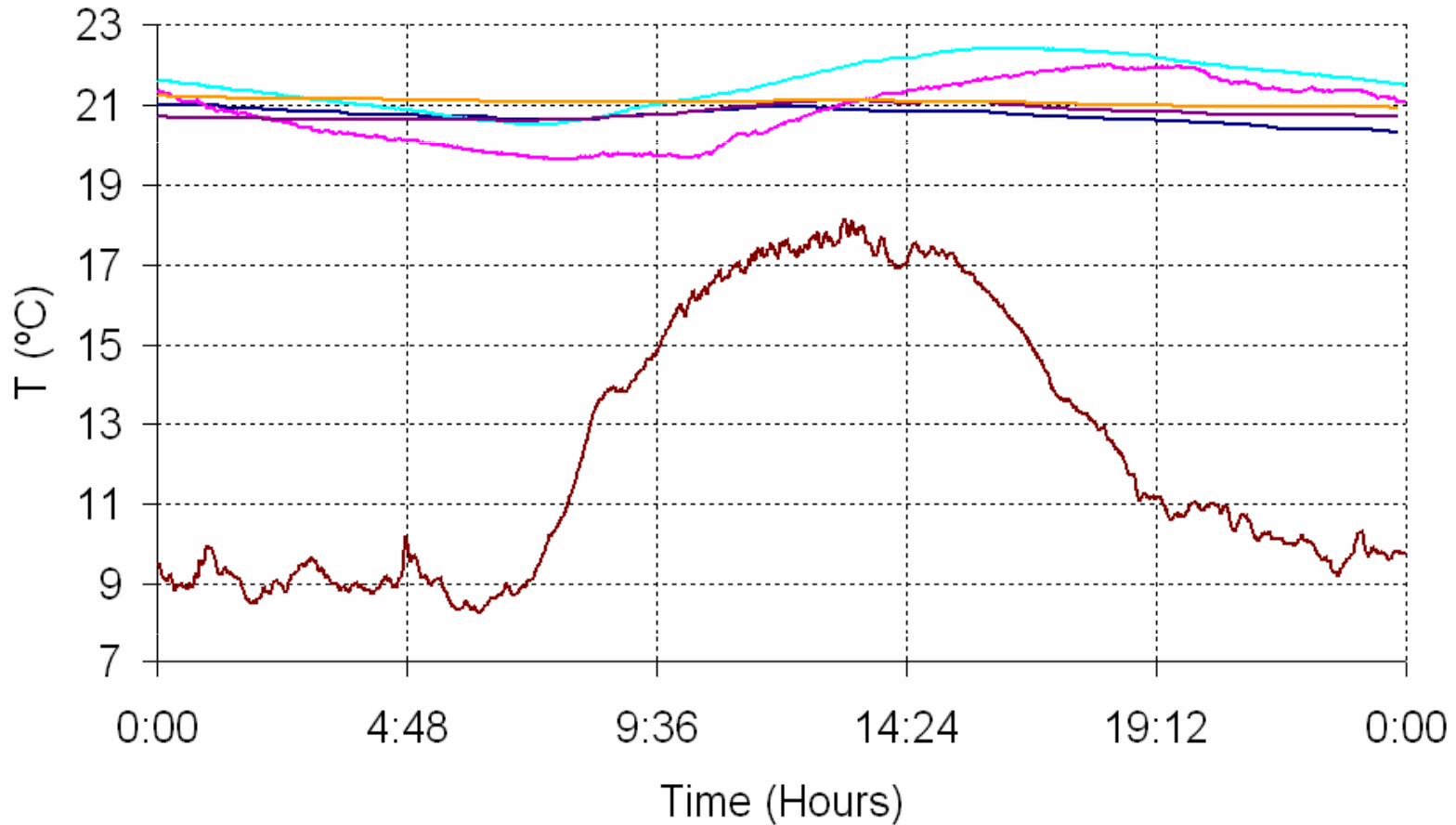
## FREE EVOLUTION. SUMMER 2008 TYPICAL DAY



— Outdoor   
 — South Bioclimatic   
 — North Reference   
 — North Bioclimatic   
 — South Reference



## FREE EVOLUTION. WINTER 2008-2009 TYPICAL DAY



— Outdoor   
 — South Bioclimatic   
 — North Bioclimatic   
 — North Reference   
 — South Reference





GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

**Ciemat**  
Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas



fer fundación energías renovables



Real Sociedad Española de Física

R.S.E.F

**SP4: CDdi PSA**

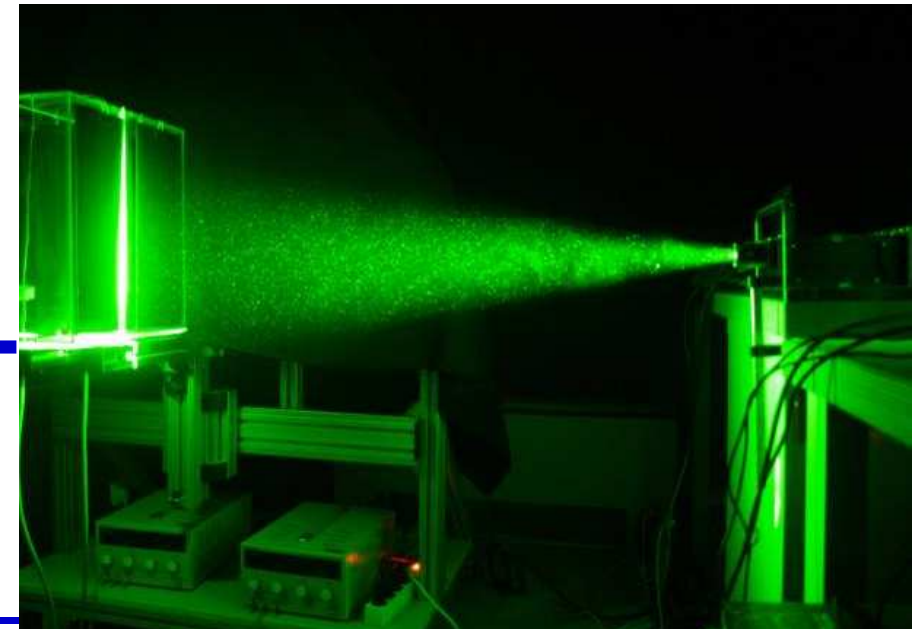
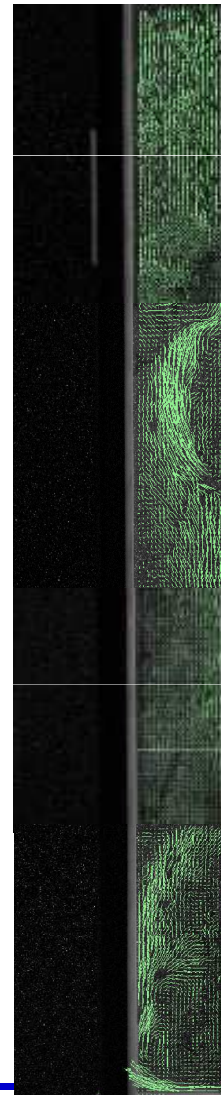
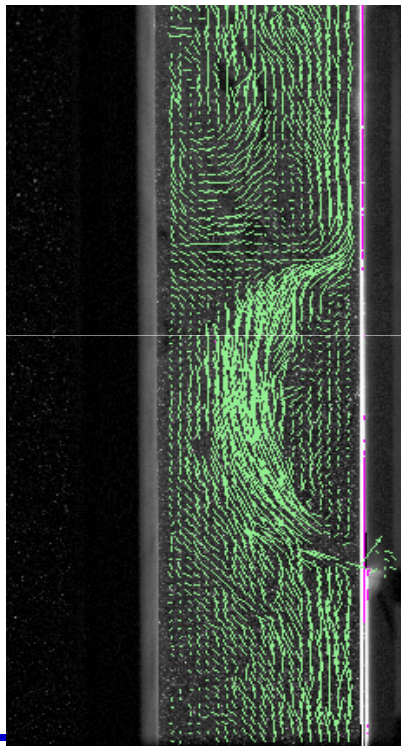
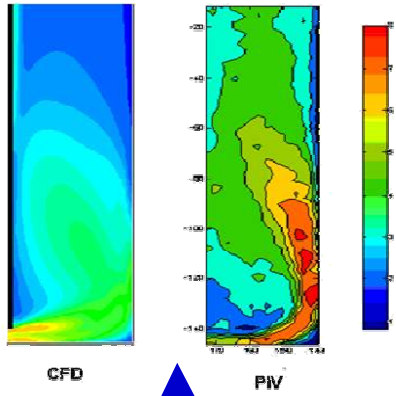


## SP8 – I+D en SISTEMAS

- **Estudio de sistemas pasivos y activos:**
  - Efecto del **viento en los edificios**
  - **Chimeneas solares** para ventilación nocturna
  - **Tubos enterrados** como alternativa a torres de refrigeración
  - **Refrigeración** por radiación nocturna



**SP8 – I+D+i EN SISTEMAS**



**– Caracterización experimental de fachadas ventiladas**

## SP8 – I+D en SISTEMAS (Cont.)

- **Estudio de sistemas pasivos y activos:**
  - Caracterización teórica de fachadas ventiladas y de la galería.
  - Análisis de máquinas de absorción con alimentación solar.
  - Montaje del mejor **Laboratorio de ensayo de “sistemas de frío solar”** en la **UE**: captadores solares + máquinas de absorción con disipación por: tubos enterrados, intercambio con el terreno, etc.

## Laboratorio de ensayo de "sistemas de frío solar"





# Instalación de frío solar en SP 3, 4, 5 y 6 – Maquinas de absorción Climatewell

Se interactúan con ellas a través del sistema de control, el mismo en todos, desarrollado por Trend, e incorporado en el sistema de monitorización v control.



	Calor	Frio
Max Potencia (kW)	20	10
Almacenamiento (kWh)	76	60





Dada la **diferencia de actividades** existen **tres grupos de trabajo:**

**1.- Profesional**, esta formado por el personal técnico del Consorcio.

- Guías de diseño para arquitectos, ingenieros, científicos, ...

**2.- Docente**, esta formado por el personal de las Univ. Oviedo y Almería, y esta incluido el personal docente de la RSEF.

- Realización de Unidades Didácticas para Enseñanza Infantil, Primaria, Secundaria y Bachillerato.

**3.- Difusión**, integrado por los profesionales de Difusión, Marketing e Imagen de las diferentes empresas.

- Campaña de difusión:
  - ✓ Página web del proyecto
  - ✓ Artículos en revistas especializadas y generales
  - ✓ Asistencia a congresos, ferias y workshops

## SP9 - DIFUSION

**Unidades didácticas organizadas en actividades, con Documentos para Alumnos, Guía Didáctica, Equipo Experimental y Presentaciones Multimedia**

- 1. "Tengo un Sol de Casa"** E. Infantil (2º ciclo)
- 2. "El sol vive en casa"** E. Primaria (3º ciclo)
- 3. "Edificaciones para un Futuro Sostenible"** 1º-3º ESO  
(Ciencias de la Naturaleza y F-Q)
- 4. "Ahorro de energía en los edificios. Una contribución al futuro sostenible"** 4º ESO (F-Q)

## SP9 - DIFUSION

**Unidades didácticas organizadas en actividades, con Documentos para Alumnos, Guía Didáctica, Equipo Experimental y Presentaciones Multimedia**

**5. “Diseña y construye un edificio bioclimático”**  
(3º ESO Tecnologías)

**6. “Diseñando un edificio bioclimático”**  
(4º Tecnología)

**7. “Hacia una gestión sostenible de nuestras necesidades energéticas: las edificaciones bioclimáticas”** (1º Bachillerato (CC. Mundo Contemporáneo))

# Elaboración de Unidades Didácticas





## SP 9: Difusión.

### APARICIONES EN RADIO Y TELEVISIÓN

Contactos coordinados por la Unidad de Comunicación del CIEMAT y del resto de los socios



### REFERENCIAS DE PSE-ARFRISOL EN INTERNET

- ➔ Múltiples referencias de PSE-ARFRISOL en diferentes webs.
- ➔ Construcción de la Web [www.arfrisol.es](http://www.arfrisol.es)

### PARTICIPACIÓN EN CURSOS Y CONGRESOS

- Participación en múltiples cursos
- Participación en Congresos Nacionales e Internacionales





GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

**Ciemat**  
Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas



**fer** fundación energías renovables



Real Sociedad Española de Física

<http://www.arfrisol.es>

The screenshot shows the ARFRISOL website interface. At the top, there is a navigation menu with options like 'Archivo', 'Editar', 'Ver', 'Historial', 'Marcadores', 'Herramientas', and 'Ayuda'. Below the menu is a search bar and a list of recent visits. The main content area features a large banner with the ARFRISOL logo and a 3D architectural rendering of a building. To the left of the banner is a sidebar menu with categories such as 'Información general', 'Estados del proyecto', 'Contacto', 'Tramitación científica', 'Eventos', 'Comunicación ARFRISOL', 'Noticias', 'Material Gráfico', and 'Medios de comunicación'. The main text area is titled 'PSE-ARFRISOL' and contains a detailed description of the project as a Singular Scientific and Technological Project (PS-120000-2009-1) funded by the Spanish Government. It mentions the project's focus on bioclimatic architecture and solar cooling, and lists participating entities like the University of Madrid and the University of Zaragoza. Below the text is a 3D model of a building with a solar cooling system. To the right, there is a section titled 'Arquitectura Bioclimática y Frio Solar' with a brief description of bioclimatic design. Below that is a 'Novedades' (News) section with two items: 'Inauguración de edificios' and 'Aula de educación', each with a small icon and a link to more information.

# CONSUMOS DE CLIMATIZACIÓN:

El ahorro favorecido por el diseño → ~ 50%

Aporte que proporcionan las energías renovables → ~ 30% - 50%

**CONCLUSIONES**

Simulación Demanda Energética ED70 Despachos



■ Bioclimática ■ Solar Activa ■ Otras Fuentes

Simulación Demanda Energética PSA



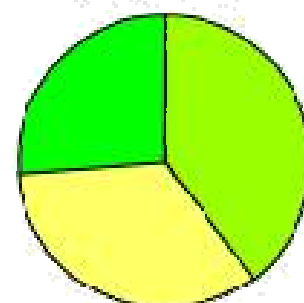
■ Bioclimática ■ Solar Activa ■ Otras Fuentes

Simulación Demanda Energética F.Barredo. Edificio

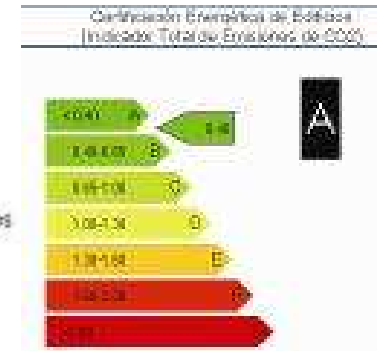


■ Bioclimática ■ Solar Activa ■ Biomasa

Simulación Demanda Energética CEDER. Edificio



■ Bioclimática ■ Solar Activa ■ Biomasa



## 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 uso E. Renovables - Estimular la **cooperación** en el desarrollo y difusión de nuevos y competitivos avances tecnológicos. Desarrollo de "**normas**" y **componentes avanzados**.
- .- **Difusión de las tecnologías** en el mercado apropiado.
- .- **Difusión mediante cursos** y material informativo
- .- Implantación a gran escala necesita ***gran tarea educativa..***

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

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



# Gracias por la atención

[mrosario.heras@ciemat.es](mailto:mrosario.heras@ciemat.es)

[www.ciemat.es](http://www.ciemat.es)

[www.arfrisol.es](http://www.arfrisol.es)

[www.fundacionrenovables.org](http://www.fundacionrenovables.org)

[www.rsef.org](http://www.rsef.org)