



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA, INDUSTRIA  
Y COMPETITIVIDAD

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



**CIEMAT-UiE3: La I+D +i en la  
Energía en las ciudades”:**

# “Unidad de I+D sobre Eficiencia energética en la edificación”

M<sup>a</sup> del Rosario Heras Celemín

Dra. en Físicas y Investigadora Científica

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

CIEMAT

## Jornada GENERA

### Organización:

## CIEMAT-UiE3 + PTE-ee

## Madrid, 3-03-17



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA, INDUSTRIA  
Y COMPETITIVIDAD

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



**CIEMAT-UiE3: La I+D +i en la  
Energía en las ciudades"**

# CIEMAT

- Es el Centro español de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas.
- Lleva a cabo I + D + i en prácticamente todas las Fuentes Energéticas: combustión de carbón, energía nuclear de fisión, energía solar, energía eólica, biomasa y biocombustibles, arquitectura bioclimática, producción y utilización de hidrógeno (pilas de combustible), fusión termonuclear, etc.
- El CIEMAT también realiza I + D + i en Medioambiente, tanto radiológico como convencional, Tecnología e Investigación básica

**Personal (2015): 1.300** (incluyendo doctorandos y becarios)

**Presupuesto de Operaciones (prom. 2012-14): 100 M€**

**Ingresos Externos (prom. 2012-14): 39 M€**

**Organismo Público de Investigación- MEIC**



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMPETITIVIDAD

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



# CIEMAT-UiE3: La I+D +i en la Energía en las ciudades”:

## Centros territoriales



Centro Internacional de Estudios de Derecho Ambiental (CIEDA) (4)



Centro de Investigación Socio-técnica (CISOT) (14)



de Energías Renovables (CEDER) (44)



CIEMAT (Moncloa – Madrid)(1.174)



Plataforma Solar de Almería (PSA) (51)



Centro Extremeño de Tecnologías Avanzadas “Juan Antonio Rubio” (TIC, CETA – CIEMAT)(5)

# Áreas científico-técnicas

- Energías Renovables y ahorro energético
- Fisión nuclear
- Fusión nuclear
- Combustibles fósiles (valorización energética)
- Partículas elementales y astropartículas
- Biología y biomedicina
- Medioambiente
- Radiaciones ionizantes
- Instrumentación científica y física médica
- Análisis y caracterización de materiales
- Ciencias de la computación y tecnología informática
- Estudios de sistemas energéticos y medioambientales



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMPETITIVIDAD

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



# CIEMAT-UiE3: La I+D +i en la Energía en las ciudades”:

## Energías Renovables

- ✓ Actividades integradas en el Departamento de Energía del CIEMAT
- ✓ Espíritu OPI → Desarrollo Tecnológico
- ✓ Equipo pionero desde 1985 con fuerte dimensión internacional
- ✓ Plantilla superior a 300 personas
- ✓ Instalaciones en Madrid, Almería (PSA) y Soria (CEDER)



**Energías Renovables**

**Recursos solares gTIGER Detoxific. Solar**

**Energía Solar Fotovoltaica**

Materiales y dispositivos FV  
Sistemas y componentes FV

**Eficiencia Energética en la Edificación**  
Análisis E. componentes y edificios  
Análisis E. entornos urbanos

**Energía Eólica**

Sistemas eólicos aislados  
Predicción recursos eólicos

**Biocarburantes**

Pretratamiento de materia prima  
Hidrólisis enzimática  
Fermentación

**Centros Territoriales**



**Plataforma Solar de Almería**

Sistemas concentración solar  
Aplicaciones medioambientales  
Tratamientos solares de agua

**Centro Desarrollo Energías Renovables**

Biocombustibles sólidos  
Redes Inteligentes





## Actuaciones

- ✓ **Proyectos de Distrito y Edificios Interactivos:**
  - Integrar y gestionar las **fuentes de energía** locales y **renovables**
  - Apoyar la rehabilitación energética de edificios y barrios interactivos de energía positiva.
  
- ✓ **Generación descentralizada y demanda integrada:**
  - Sistemas de **poligeneración a escala de barrio**
  - Fuentes de generación limpias y eficientes
  - **Integración de la planta con el entorno**
  
- ✓ **Monitorización inteligente y sostenible:**
  - Uso de las **TICs** para gestionar los flujos de **energía y control**, con previsiones de los patrones de demanda basados en pronósticos.
  - Optimización de la operación basada en **datos reales**.



Proyecto Envite  
Edificio Fundación Lince. Valladolid  
C. Invest. CIEMAT - Arq. ALIA



## Sistemas de generación



### **Producción de calor con sistemas convencionales y con sistemas eficientes**

Utilización de sistemas de climatización convencionales de alta eficiencia, integrados en el sistema de control junto a los basados en EERR y sistemas pasivos



### **Climatización renovable**

Uso de sistemas basados en energías renovables para climatización. Priorización de Energía solar, biomasa, geotermia, minieólica, etc.



### **Refrigeración con maquinas de absorción. 'frio solar'**

Sistemas de refrigeración mediante E.S. (absorción de simple y doble efecto), adsorción, TNAs, etc.



GOBIERNO DE ESPAÑA

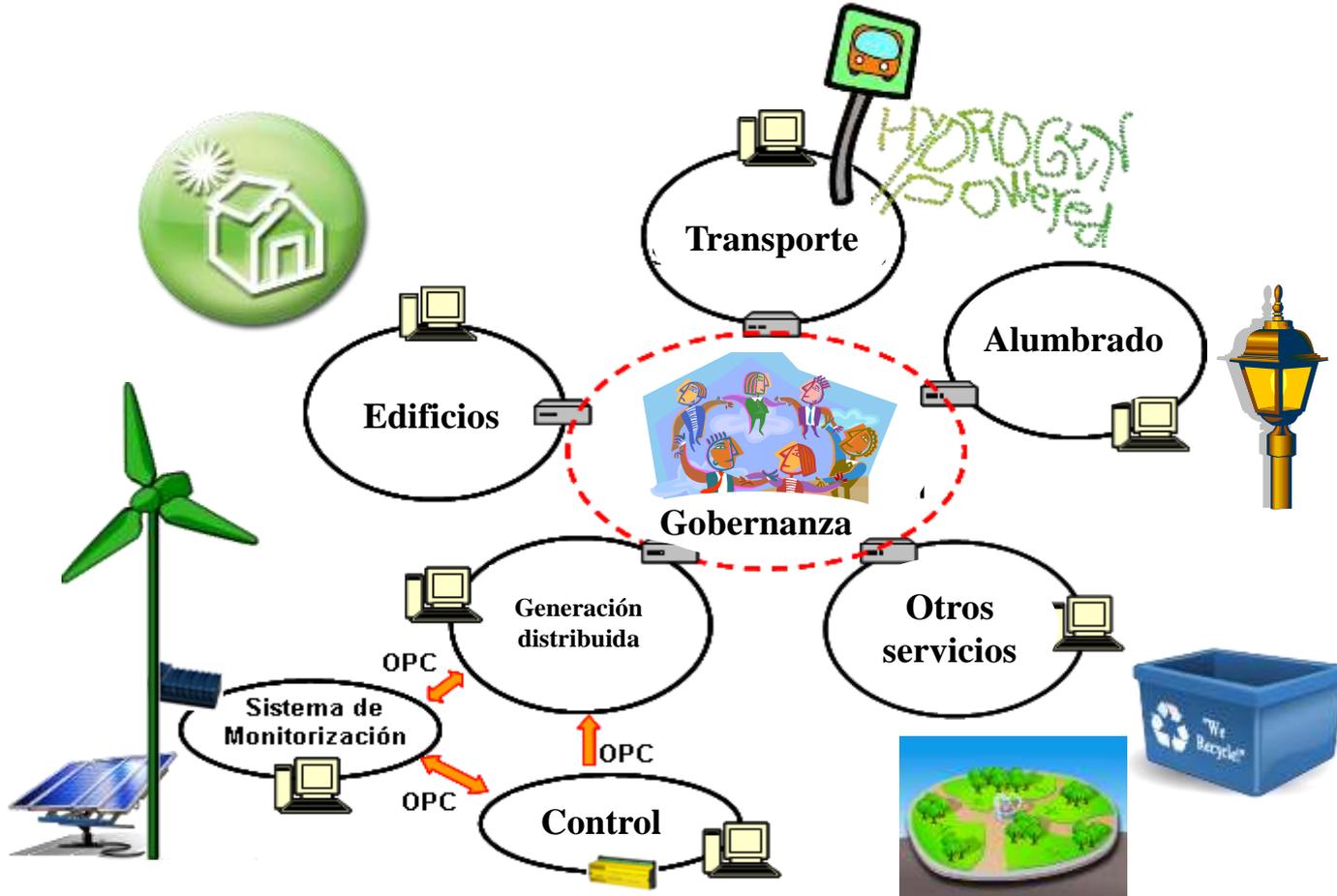
MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMPETITIVIDAD

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



**CIEMAT-UiE3: La I+D +i en la Energía en las ciudades”:**

## Sistemas de gestión integral bidireccional Integración del edificio y del ciudadano en la gobernanza





## **Smart Cities y Energía: Acciones S. XXI**

Las acciones a desarrollar dentro del área de “Smart Cities and Communities” plantean un **trabajo multidisciplinar**.

El consumo de energía no debería ser el indicador de desarrollo económico o industrial

Es necesaria una **aproximación conjunta** en diferentes sectores:

- ✓ Tecnologías de la información y la comunicación (*TIC*),
- ✓ *Transporte*
- ✓ Gestión del **agua** y de los **residuos**,
- ✓ Generación y demanda de **energía en edificios y ciudades**
  - **Reducción de la demanda**
  - Tecnologías **renovables**
  - Redes inteligentes
  - Cogeneración/Microgeneración
  - **Redes de distrito de calor y frío**



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA, INDUSTRIA  
Y COMPETITIVIDAD

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



**CIEMAT-UiE3: La I+D +i en la  
Energía en las ciudades”:**

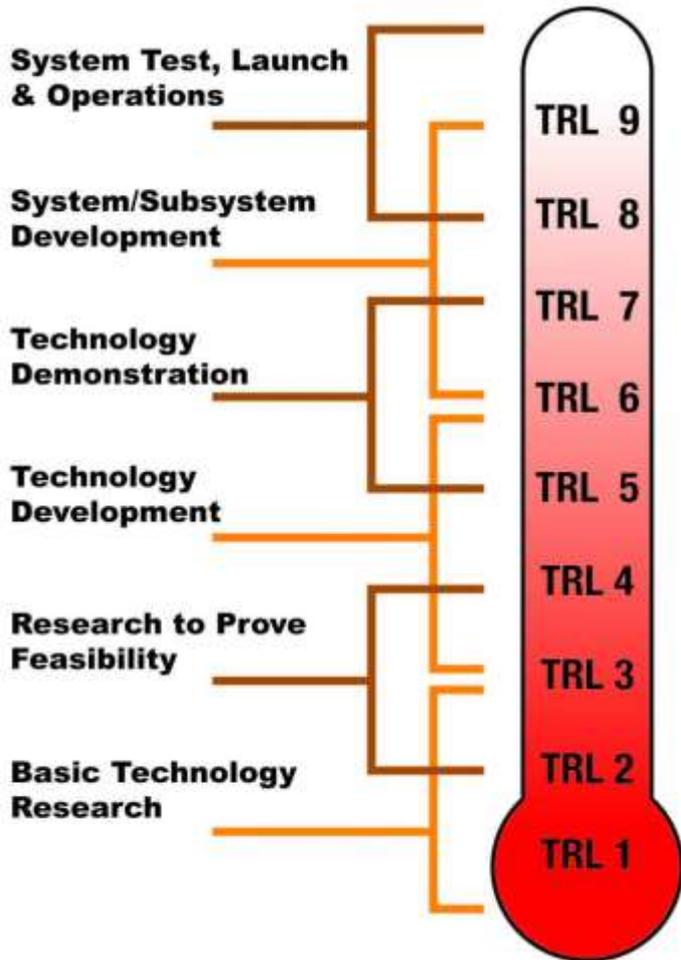
## **PROYECTOS DE I+D en EE:**

- PSE-ARFRISOL
- DEPOLIGEN
- PRENDE
- SMARTZA
- OMEGA - CM
- ENERGYSIS
- REHABILITAGEOSOL
- GIRTER
- etc.





Cobertura desde el 2 al 9 del nivel de preparación tecnológica – TRL (Technology readiness level )



**TRL9** Aplicación real de la tecnología en su forma final y bajo condiciones reales de uso

**TRL8** Se han completado los test de Verificación y Validación. Se ha demostrado que la tecnología funciona en su forma final y bajo las condiciones esperadas. En la mayoría de los casos implica el final del verdadero desarrollo del sistema.

**TRL7** Se realizan demos de prototipos en un entorno operacional real.

**TRL6** El modelo es ensayado en entornos simulados realistas a gran escala.

**TRL5** Se realizan ensayos en entornos simulados suficientemente realistas. La fiabilidad aumenta significativamente.

**TRL4** Los componentes tecnológicos básicos se integran para verificar que funcionarán juntos. Se trabaja en laboratorio con mucha menos fiabilidad en condiciones reales de uso

**TRL3** Se inician los análisis y ensayos de laboratorio para validar las predicciones de los elementos por separado de la tecnología.

**TRL2** Comienza la investigación aplicada. Los principios científicos se enfocan en conceptos específicos. Se desarrollan herramientas para simulación o análisis de la aplicación

**TRL1** Nivel inicial de preparación tecnológica. La investigación científica se empieza a traducir en investigación aplicada y desarrollo



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA, INDUSTRIA  
Y COMPETITIVIDAD

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



**CIEMAT-UiE3: La I+D +i en la  
Energía en las ciudades”:**

**PLAN NACIONAL DE I+D – MICINN  
PROYECTO SINGULAR ESTRATÉGICO  
SOBRE  
“ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA y  
FRIO SOLAR”  
(PSE-ARFRISOL)**



*“Una manera de hacer Europa”*

Mayo 2005 - Octubre 2012  
Presupuesto: 48 M€  
(50% MICINN + 4CCAA)

*Jornada GENERA - Madrid, 3-03-17*



## **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>**
- **Cambio de mentalidad** de la sociedad.



GOBIERNO DE ESPAÑA

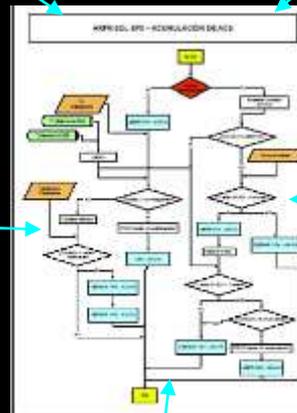
MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMPETITIVIDAD

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



# CIEMAT-UiE3: La I+D +i en la Energía en las ciudades”:

## ARFRISOL : Control del comportamiento



**Sistema de control**





GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMPETITIVIDAD

Ciemat Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas



# CIEMAT-UiE3: La I+D +i en la Energía en las ciudades”:

www.arfrisol.es  
www.arfrisol.educacion.es

The screenshot shows the ARFRISOL website interface. At the top, there's a navigation bar with 'Inicio', 'Inicio', and 'Inicio'. Below that, a search bar and a list of navigation items: 'Información general', 'Edificios de proyecto', 'Contacto', 'Datos estadísticos científicos', 'Eventos', 'Comunicación ARFRISOL', 'Noticias', 'Material Gráfico', and 'Medios de comunicación'. The main content area features a large banner image of a modern building with solar panels. Below the banner, the text reads: 'PSE-ARFRISOL. Con referencia PS-120000-2009-1, es un Proyecto Científico-Tecnológico Singular de carácter Estratégico aceptado por el Plan Nacional de I+D+i 2008-2012. Está cofinanciado por FIMEA, FEDER y subvencionado, en su primer momento, por el Ministerio de Ciencia y Educación (MCE). Pero desde abril de 2008, el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIINN) ha asumido su coste coincidiendo con el cambio institucional de Gobierno. Desde un punto de vista, ha sido un modelo de gestión y en las convocatorias 2006 y 2007 ha resultado sobre los demás estudios de estos convocatorias por su transparencia y eficiencia. En su origen, su duración se proyectó entre 2006 y 2007, pero el estudio de los datos y resultados experimentales demostrarán unos meses más sus esperados resultados. Un esfuerzo que engloba a más de 20 participantes entre empresas (arquitectos y constructores), universidades, organismos públicos de investigación y fundaciones.'

Below the text is a 3D architectural rendering of a building with a solar panel array on its roof. To the right of the main content, there's a section titled 'Arquitectura Bioclimática y Frio Solar' with a sub-section 'Novedades' containing two items: 'Inauguración de edificios' and 'Ayuda de educación'.



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMPETITIVIDAD

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



**CIEMAT-UiE3: La I+D +i en la Energía en las ciudades”:**

# ***PSE - ARFRISOL: Libro - Resumen con resultados***



**Mini-guías de edificios y Libro con resultados finales (2013) en:**  
**[www.arfrisol.es/ documentación científica/ enlaces de interés](http://www.arfrisol.es/documentación_científica/enlaces_de_interés)**

***Jornada GENERA - Madrid, 3-03-17***



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA, INDUSTRIA  
Y COMPETITIVIDAD

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



**CIEMAT-UiE3: La I+D +i en la  
Energía en las ciudades”:**

## **DEPOLIGEN - INNPACTO (2010-2014)**

### ***Participantes:***

*Univ. Salam., Cartif, Iberdrola,  
IdeasTX, Intramac, Tecopysa  
y CIEMAT.*

### ***Objetivo***

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



### **Objetivos concretos:**

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

***Jornada GENERA - Madrid, 3-03-17***



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA, INDUSTRIA  
Y COMPETITIVIDAD

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



**CIEMAT-UiE3: La I+D +i en la  
Energía en las ciudades”:**



# Proyecto INNPACTO Smart City Zamora – SmartZa (2012-2015)

## -Análisis técnico-económico y de viabilidad de

- La **reducción de la demanda** energética de los edificios (considerando las técnicas de rehabilitación energética),
- El uso de sistemas de **poligeneración** distribuida de energía (integración de instalaciones de energías renovables y convencionales) aplicadas a las redes de distrito de calor y frío, y los sistemas de acumulación de energía integrados en estas redes
- La **gestión integral** de las mismas (business intelligent), control y empleo de las TICs apropiadas para conseguir distritos, barrios residenciales o del **sector terciario de “emisión cero”**.

## -Desarrollo y aplicación de estas técnicas

(de aquellas más adecuadas al caso de estudio) a un barrio demostrador en la ciudad participante (**Zamora**).



“Una manera de hacer Europa”

*Jornada GENERA - Madrid, 3-03-17*



# Proyecto PRENDE-INNPACTO (2012-2015)

## “Plataforma de Rehabilitación Energética de Distritos Urbanos Eficientes”

### Objetivos:

- Propiciar **condiciones adecuadas** para conseguir **barrios más eficientes** desde el punto de vista de **rehabilitación energética**.
- Favorecer la **utilización de los recursos naturales renovables** para el acondicionamiento de los edificios que conforman el barrio, mediante el uso de técnicas naturales de acondicionamiento, considerando el emplazamiento, las tipologías edificatorias, los componentes y las técnicas constructivas existentes.
- Pretende **“prender”** la mecha de la rehabilitación energética, trasladando a los **ciudadanos** la **necesidad y beneficios** de mejorar la eficiencia energética de su barrio y en concreto de su vivienda, mediante la rehabilitación.



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMPETITIVIDAD

Ciemat Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas



CIEMAT-UiE3: La I+D +i en la Energía en las ciudades”:

# Servicio PRENDE

El servicio PRENDE se articula a través de la Plataforma **TuCasaEs+:**

- + Recoge **información de interés** para el ciudadano (Normativas, ayudas, etc.)
- + Es soporte para el **simulador** de comportamiento energético (en desarrollo)
- + Funciona como **amplificador** de las **estrategias de dinamización**.



[www.tucasaesmas.com](http://www.tucasaesmas.com)



# Análisis energético

Paralelamente se desarrolla un “simulador de certificación energética”:

- Basado en el programa de certificación energética de edificios existentes **CE3X**;



- Informa al usuario sobre la **calificación energética de su vivienda** en función de unas características (antigüedad, orientación, etc.);
- El resultado no remplazan a la certificación energética de la vivienda si no que supone una **indicación cualitativa** del **comportamiento energético** de la misma.



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMPETITIVIDAD

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



**CIEMAT-UiE3: La I+D +i en la Energía en las ciudades”:**



# Programa OMEGA-CM



Universidad Rey Juan Carlos

**TITULO:** “Medidas de calidad y no intrusivas para la evaluación y optimización energética de edificios existentes con elementos constructivos avanzados”.

Programa de Actividades I+D de la CM - Tecnologías 2013 **(2014-2017)**

## **PARTICIPANTES:**

- CIEMAT: Unidad de Eficiencia Energética en la Edificación (UiE3)-Coordinador
  - Grupo de Materiales Policristalinos Fotovoltaicos (GMPF)
  - Grupo Integración Fotovoltaica en la Edificación (IFVE)
- URJC: Grupo “Signal Processing for Applications in Network Science” (SPANS)

UNIÓN EUROPEA  
Fondos Estructurales



**Comunidad de Madrid**  
www.madrid.org

## **Laboratorios de:**

- CIEMAT:
  - 1.- Materiales y Dispositivos Fotovoltaicos
  - 2.- Energía Solar Fotovoltaica
  - 3.- Instalaciones Experimentales de UiE3
- URJC: Comunicaciones Móviles de Banda Ancha

*Jornada GENERA - Madrid, 3-03-17*

## ENERGYSIS (2016-2019)

### Objetivo

**Desarrollo de un sistema transportable de isla energética para estructuras modulares de baja demanda y alta eficiencia**

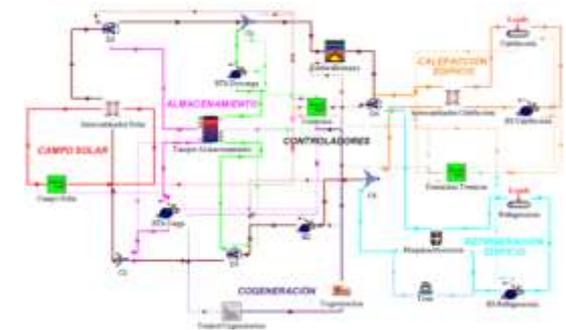
- ✓ Basado en estructuras modulares ligeras e hiperligeras y suministro energético mediante sistemas renovables y de alta eficiencia.



- Elemento modulado
- Autoabastecido energéticamente
- Solución limpia y sostenible
- Apta para intervenciones rápidas en áreas sin infraestructura
- Económicamente competitivo

### Participantes:

- Geoter
- Grupo MARA
- GAPTEK
- CIEMAT
- INTA



### Financiación:





GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMPETITIVIDAD

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



# CIEMAT-UiE3: La I+D +i en la Energía en las ciudades”:

## GIRTER (2016-2018)

### Objetivo

### Desarrollo de un Gestor Inteligente de Redes TÉRmicas

- ✓ herramienta de **gestión energética** inteligente de redes de **distrito de calor y frío**, que **optimice la operación** de los sistemas de generación y **maximice** la integración de fuentes de generación **renovable** y el aprovechamiento de **calores residuales** de procesos cercanos

### Participantes:

- SEDICAL (coordinador)
- SOMACYL
- INGENIERIA (ITX)
- CARTIF
- CIEMAT
- Universidad de Valladolid



### Apoiado por:

- AEICE: Asociación Empresarial Innovadora de Construcción Eficiente
- PTE-EE: Plataforma Tecnológica Española de la Eficiencia Energética

### Financiación:



## RehabilitaGeoSol (2016-2018)

### Objetivo

#### Desarrollo de herramientas para:

- ✓ **Implantar** medidas de ahorro energético considerando conjuntamente las tecnologías de **geotermia, solar térmica y rehabilitación** energética de edificios
- ✓ Realizar de forma 'online' la **verificación de los resultados** obtenidos en las diferentes actuaciones a partir de medidas en tiempo real.



#### Participantes:

- Geoter (Coordinador)
- Grupo TSK,
- CIEMAT (Coord. Científico)
- Univ. Oviedo.

#### Apoiado por:

- La Dirección General de Minería y Energía del Gobierno del Principado de Asturias
- Plataforma Tecnológica Española de Geotermia. GEOPLAT

#### Financiación:





GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMPETITIVIDAD

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

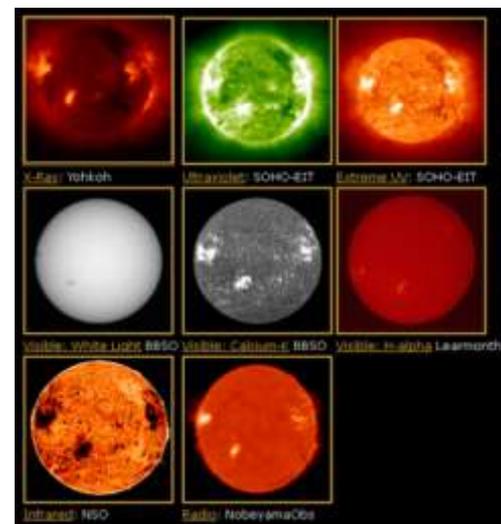


**CIEMAT-UiE3: La I+D +i en la Energía en las ciudades”:**

# CONCLUSIÓN

Las **ciudades** (incluyendo la edificación) **del futuro** tienen que necesitar menos energía y se debe considerar las **condiciones ambientales**, utilizando las **TIC's** como herramientas, para lo cual hay que realizar:

- I , DT y Demostración = **I+D+i+E**
- Desarrollar e incentivar el mercado.
- **Concienciar al usuario**





GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE ECONOMÍA, INDUSTRIA  
Y COMPETITIVIDAD

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



**CIEMAT-UiE3: La I+D +i en la  
Energía en las ciudades”:**

# GRACIAS POR LA ATENCIÓN

## UiE3-CIEMAT

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

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

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

---

*Jornada GENERA - Madrid, 3-03-17*