Projet cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER)

Project cofinanced by the European Regional Development Fund (ERDF)

L'Europe en Méditerranée
Europe in the Mediterranean

circe
RESEARCH CENTRE FOR ENERGY RESOURCES AND CONSUMPTION

emilie

Enhancing Mediterranean Initiatives Leading SMEs to Innovation in building Energy efficiency technologies

DESTACANDO LAS INICIATIVAS MEDITERRANEAS CONDUCENTES A LA INNOVACION EN TECNOLOGIAS DE EFICIENCIA ENERGETICA EN EDIFICIOS POR PARTE DE LAS PYMES

CONAMA2014

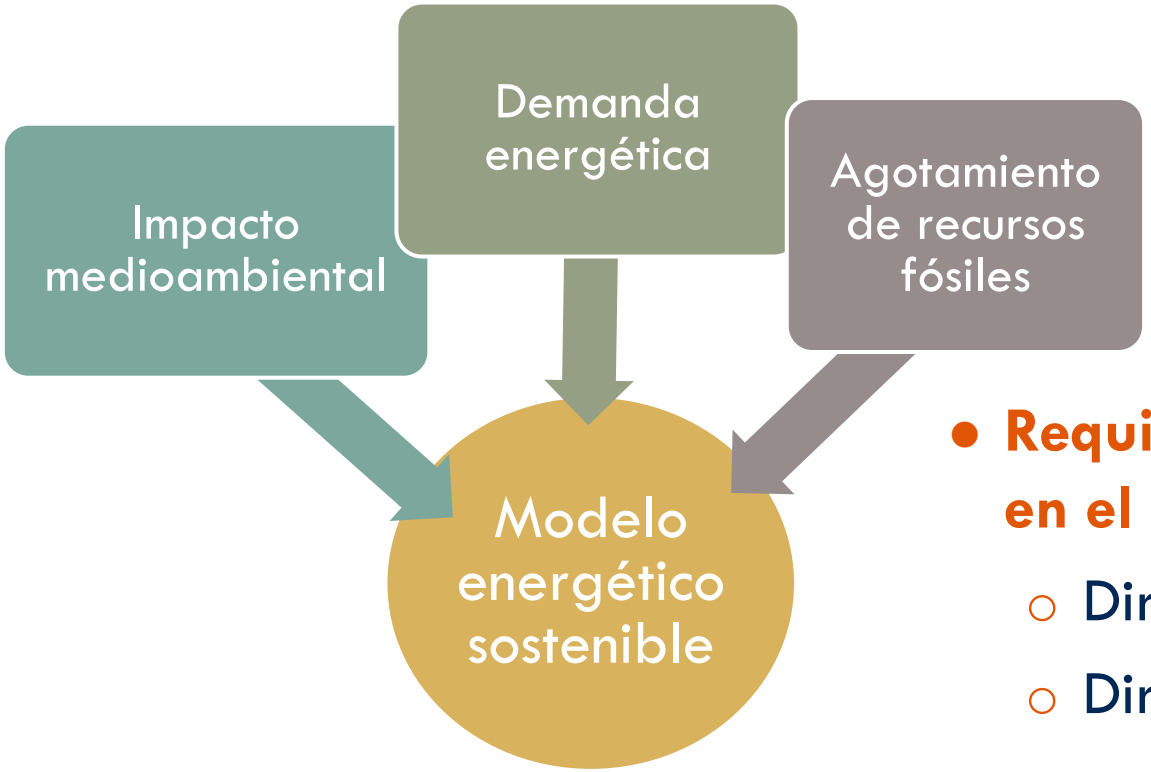
DEL 24 AL 27 DE NOVIEMBRE DE 2014 | MADRID

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Projet cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER)
Project cofinanced by the European Regional Development Fund (ERDF)

INTRODUCCIÓN

CONTEXTO

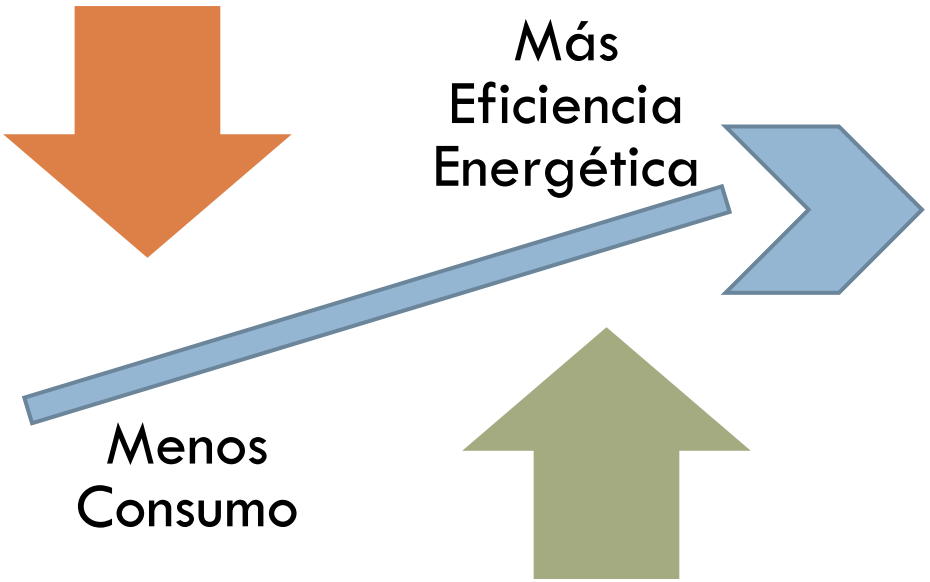


- **Requisitos legislativos actuales en el sector de la construcción:**
  - Directiva 2010/31/ UE
  - Directiva 2012/27/ UE

- **Objetivos:**

En 2020, todos los edificios nuevos en la UE deben ser NZEB

CONTEXTO



Utilización de materiales de almacenamiento energético:

Materiales de cambio de fase (PCM)

Un PCM es una sustancia con capacidad de almacenar y liberar calor latente, manteniendo temperatura constante durante el proceso de absorción o disipación de calor

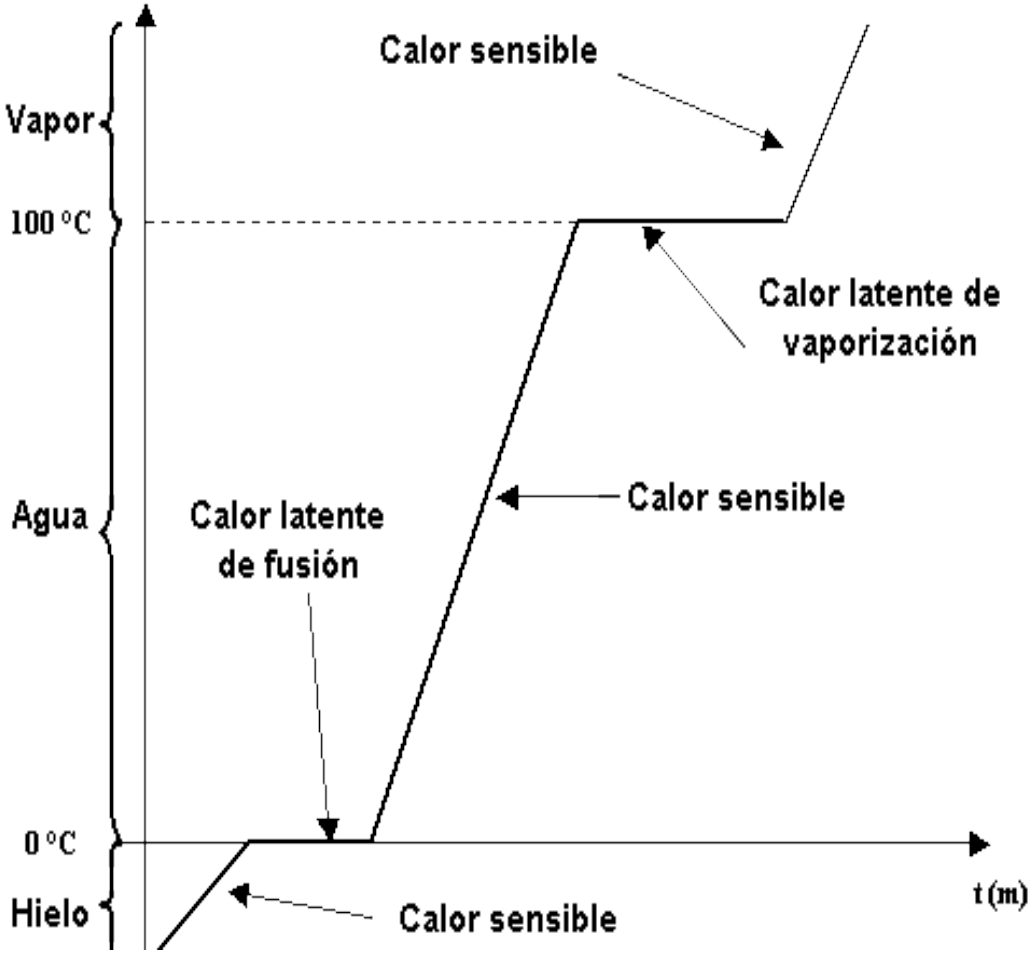
¿QUÉ ES UN PCM?

Una sustancia o compuesto con capacidad de

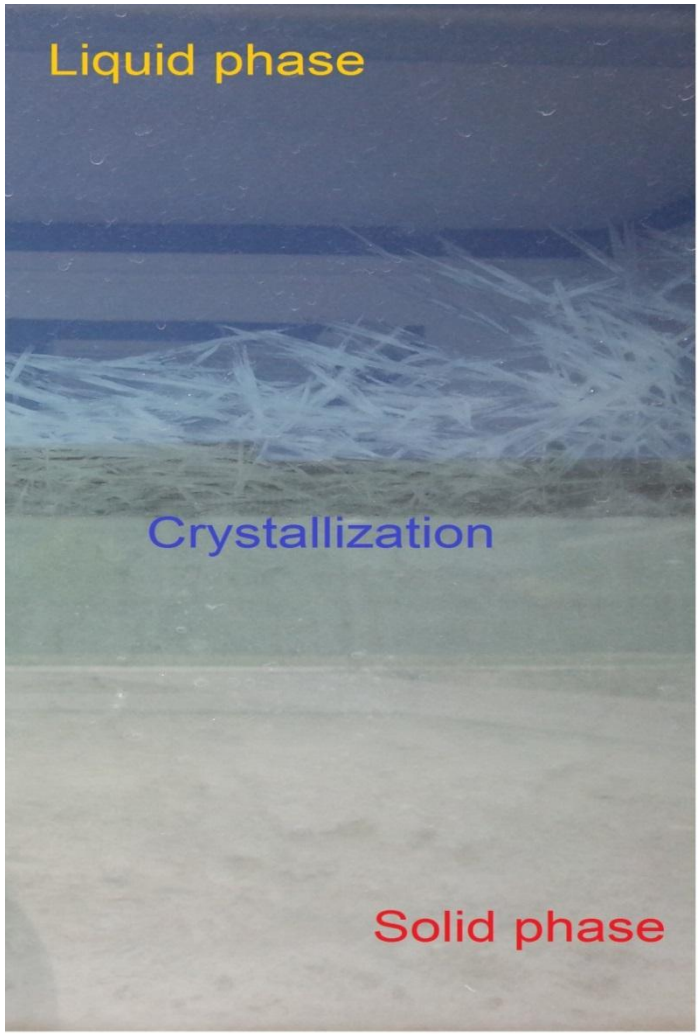
almacenar y liberar grandes cantidades de calor

(a través de su calor latente)

manteniendo una temperatura constante durante la absorción o disipación de calor



¿QUÉ ES UN PCM?



La temperatura de cambio de fase es característica de cada PCM.

Se trata de materiales inteligentes ("smart materials") y pasivos.

Actúan de manera reversible en base a la condiciones térmicas del entorno.

VENTAJAS

¿Por qué PCM?

- Capacidad almacenamiento calor
- Altos rendimientos intercambio calor
- Regulación térmica según clima
- Bajos costes de mantenimiento
- No hay consumo electricidad
- No hay generación de ruido
- Intercambio de calor pasivo

CARACTERÍSTICAS

Los PCM se distinguen entre ellos por la variedad de propiedades tanto termofísicas como otras características, a destacar:

- Temperatura de cambio de fase
- Calor latente de fusión
- Conductividad térmica
- Densidad y Volumen
- Corrosión, Toxicidad y Degradación
- Disponibilidad en la naturaleza
- Impacto Ambiental
- Coste Económico

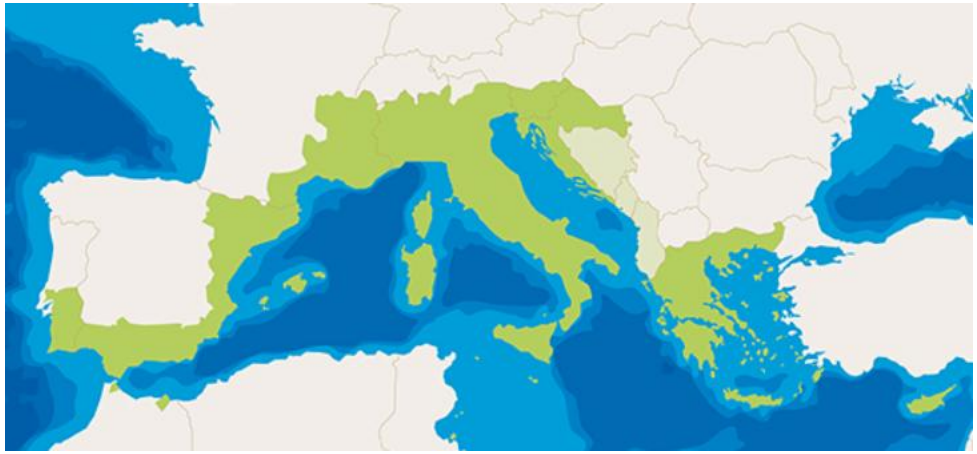
PCMs en EDIFICACIÓN

- **Materiales** con gran potencial en el sector de la edificación:
  - Innovación como materiales constructivos
  - Aplicación para la reducción del consumo energético de los sistemas de climatización
  - Aumenta rendimiento de producción solar térmica y fotovoltaica

- Hasta ahora, la aplicación PCM en componentes opacos ha sido bien desarrollado. Sin embargo el campo de los **cerramientos transparentes** todavía presenta oportunidades prometedoras

EL PROYECTO

Impulso de las iniciativas de PYMES mediterráneas en innovación en tecnologías de eficiencia energética en edificios



- **Programa MED** para la cooperación Transnacional en regiones del Mediterráneo
- **Eje 1: 'Innovación'**, con ánimo demostrativo
- **Socios** de 5 países: España, Italia, Eslovenia, Croacia y Francia
- **6 Plantas Piloto** con distintas tecnologías

EL PROYECTO

- **Características del proyecto:**
  - Busca potenciar el crecimiento y capacidad de innovación de las PYMEs en el ámbito de la Eficiencia Energética.
  - Se centra en la edificación en el sector terciario
  - Combina la identificación y análisis de oportunidades con actividades demostrativas con stakeholders
  - Facilita un amplio abanico de recursos, bases de datos, búsqueda de oportunidades y noticias en el ámbito energético en los 5 países participantes.

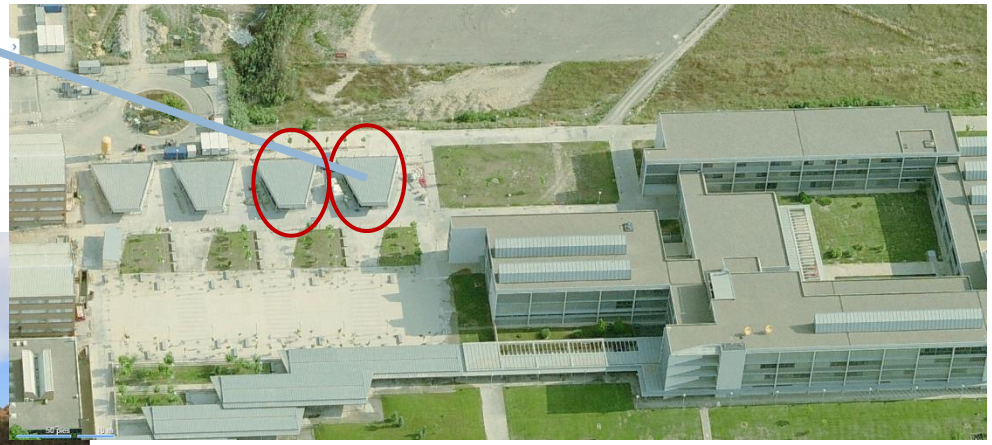
Projet cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER)
Project cofinanced by the European Regional Development Fund (ERDF)

PLANTA PILOTO

GLASSOLATING

UBICACIÓN

- Actividad piloto en el edificio de CIRCE - Campus "Río Ebro" de la Universidad de Zaragoza.
- 2 tipos de instalaciones experimentales:
  - MÓDULOS
  - CUBÍCULOS



INSTALACIÓN PILOTO

CUBÍCULOS:

C1- Doble acristalamiento convencional sin PCM

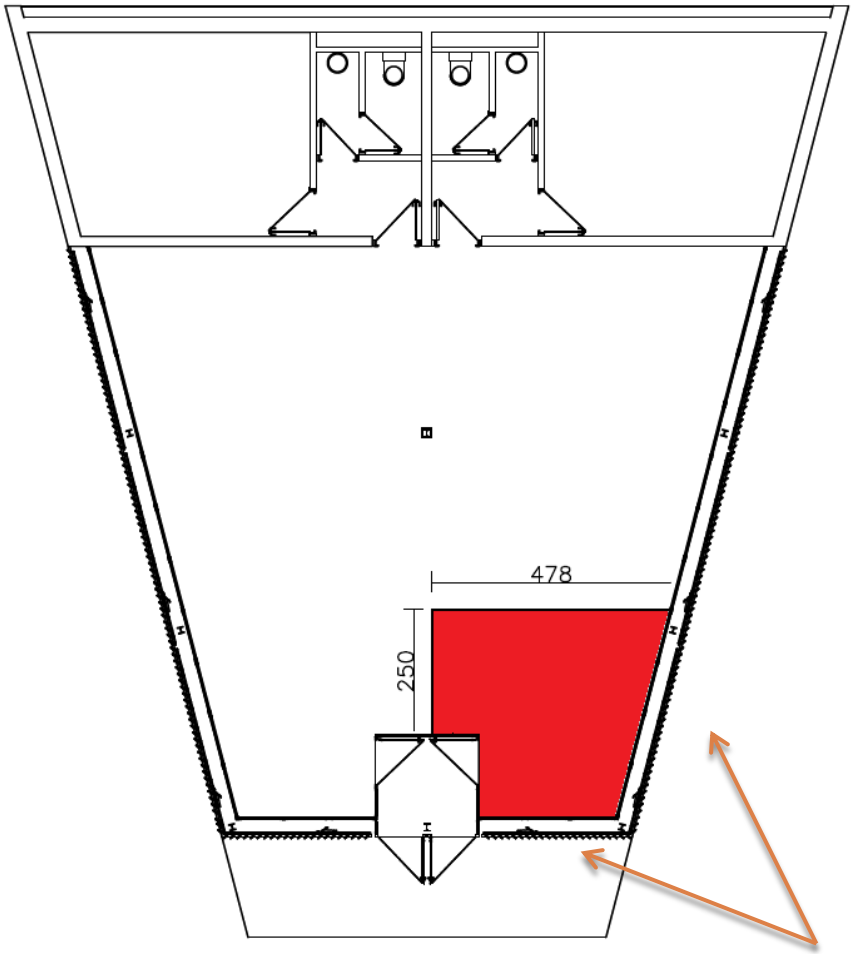
C2 - Acristalamiento con PCM

MÓDULOS:

M3 - Doble acristalamiento convencional sin PCM

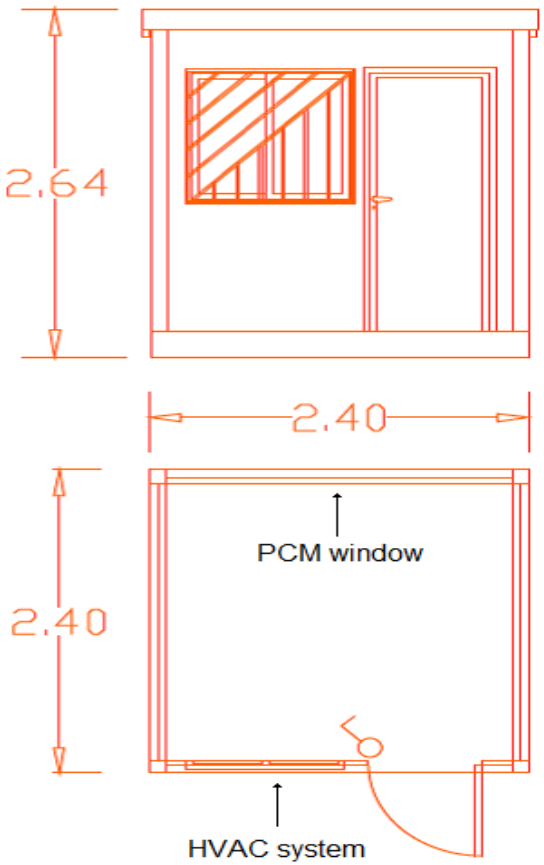
M4 - Acristalamiento con PCM

MÓDULOS



PCM en las ventanas exteriores

CUBÍCULOS

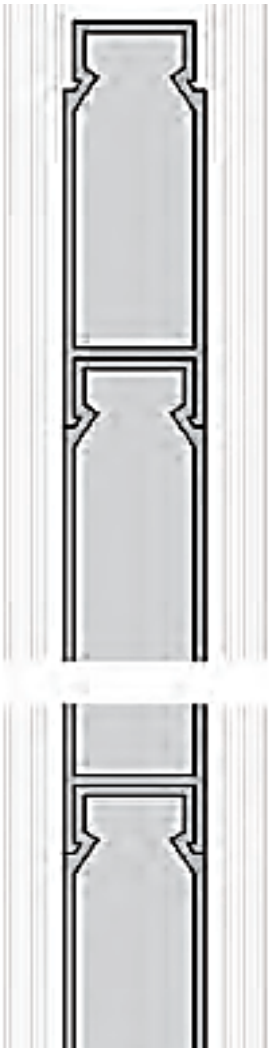


Dimensiones Externas: 2.40 x 2.40 x 2.64 [m]
Dimensiones Internas: 2.20 x 2.20 x 2.32 [m]

ACRISTALAMIENTO

Glass 1	Tempered safety glass
Gap between panes 1	Gap between panes with PCM-plate
Glass 2	Tempered safety glass optional with cerar screenprint

Element thickness	34 - 38 mm
Thickness tolerance	-1/+4 mm
Fold width	33 - 40 mm
Weight	max. 58 kg/m²
Max. surface area	6,0 m²
Max. hight	3000 mm
Max. width	2000 mm
Light transmission	
for crystalline PCM	0 - 38 % (± 3 %)
for fluid PCM	4 - 55 % (± 3 %)
Total energy transfer ratio (g-value):	
vertical direct irradiation	
for crystalline PCM	33 % (± 4 %)
for fluid PCM	37 % (± 4 %)
Storage capacity	1185 Wh/m²
Storage temperature	26 - 28°C



- PCM incorporado en el hueco entre los vidrios
- Tipo de PCM: Mezcla de sales inorgánicas (¿Cloruro cálcico?)
- T fusión= **26-28°C**
- Q latente fusión= **1.185Wh/m² al día**

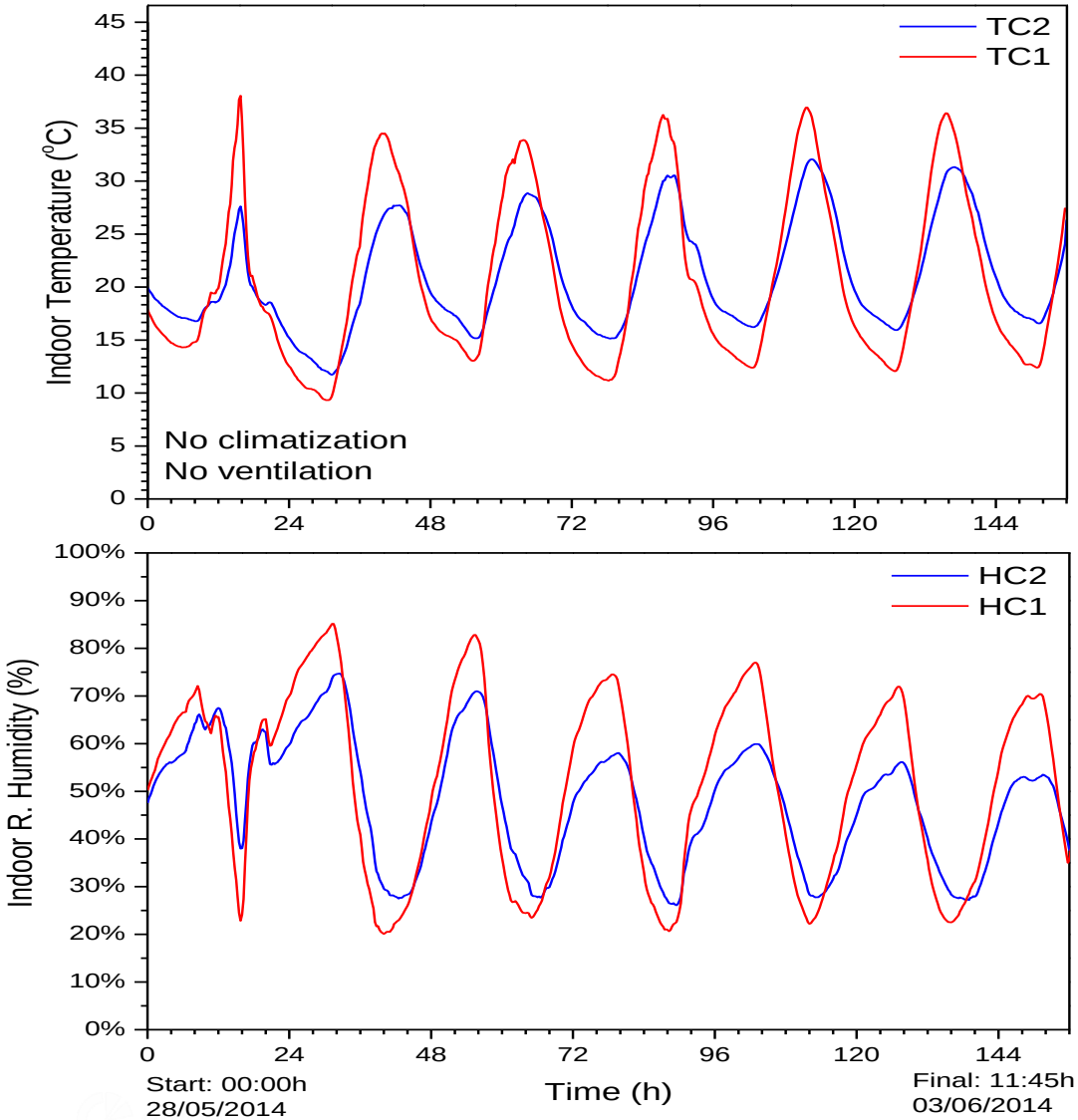
VARIABLES DEL SISTEMA

- **Condiciones Climáticas Exteriores**
  - Temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento (est. meteorológica)
  - La irradiación solar es medida por un piranómetro
- **Temperatura y humedad interior**
  - Equipo de medición: Temperatura / Humedad Data Logger
- **Temperatura de la superficie de las ventanas**
- **Flujo de calor**
- **Consumo Eléctrico**
  - Sistema de climatización dentro de cada instalación experimental.
  - Equipo de medición: Termostato y monitor de consumo de energía eléctrica
  - En los cubículos, un termostato controla el rango de T confort.

Projet cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER)
Project cofinanced by the European Regional Development Fund (ERDF)

RESULTADOS PRELIMINARES

RESULTADOS PREL. 1



Resultados preliminares de:

- Temperatura Interior
- Humedad Interior

Condiciones de operación:

- Sin Ventilación
- Sin Climatización
- Verano

PCM controla el rango de:

-T cercano a la zona de confort

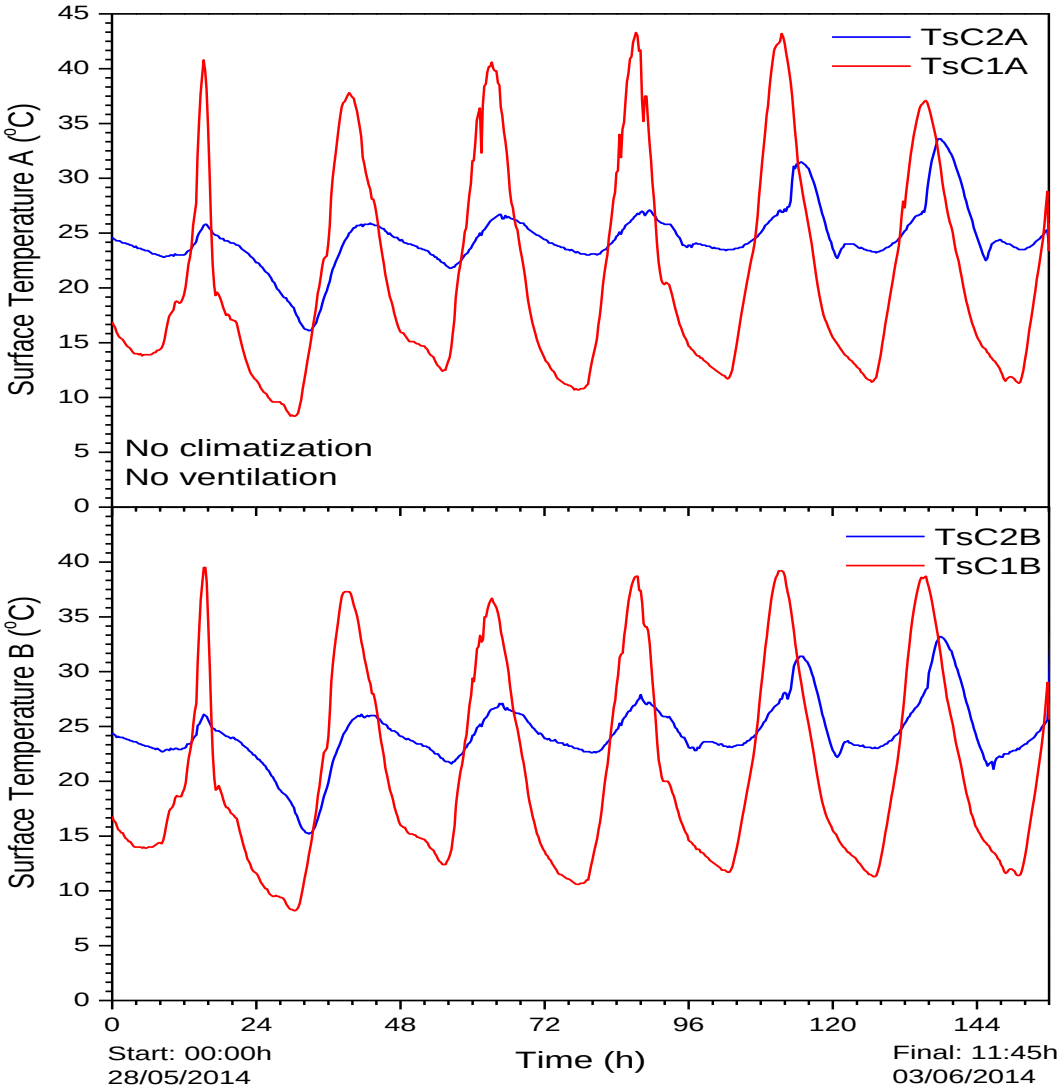
20-26°C

-Humedad entre 35 y 70%

Reducción de los valores máximos y mínimos de T y H

Relación entre T y H es inversa

RESULTADOS PREL. 2



Resultados preliminares de:

- Temp. Superficie A y B

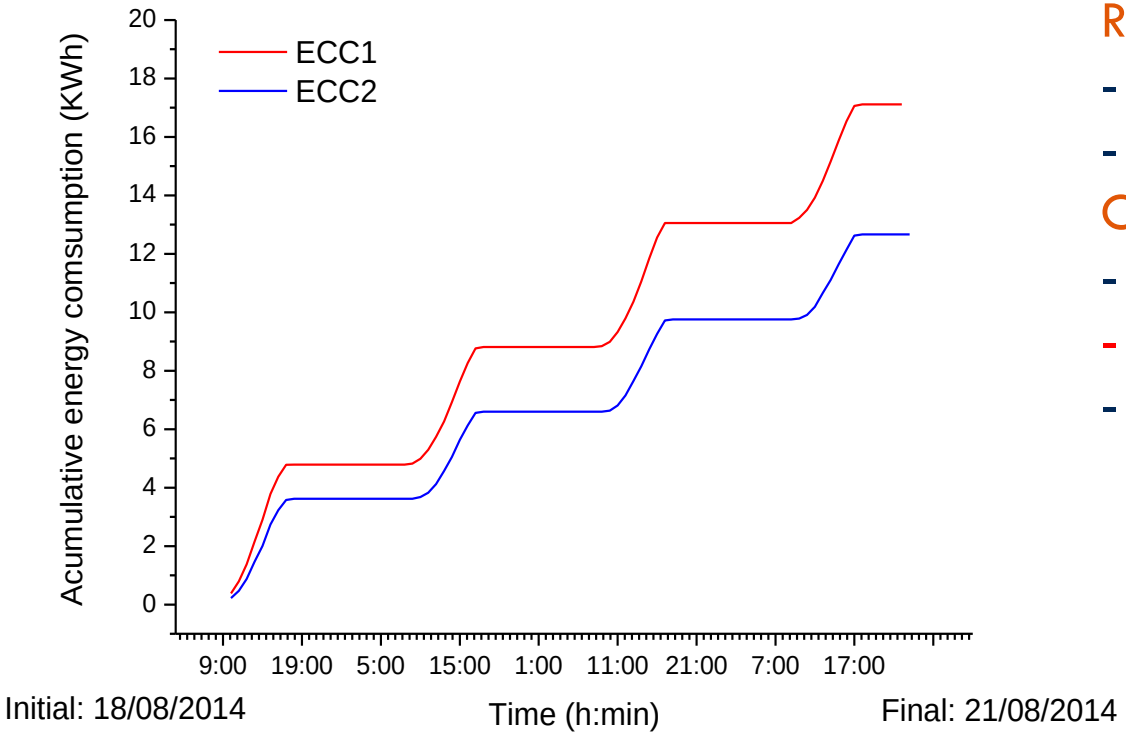
Condiciones de operación:

- Sin Ventilación
- Sin Climatización
- Verano

El PCM estabiliza T sup entorno a T fusión (26°C)

Reducciones de 10°C respecto al C1 sin PCM

RESULTADOS PREL. 3



Resultados preliminares de:

- T interior
- Consumo Energético Acumulado

Condiciones de operación:

- Sin Ventilación
- Con Climatización continua
- Verano

Diferencia significativa en el consumo eléctrico acumulado entre los cubículos para mantener la T interior en zona de confort.

- En este caso de estudio, ECC2 es aproximadamente un 27% , menor que ECC1.
- Reducción de 17 a 13, o sea 4 kWh consumidos.

Projet cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER)
Project cofinanced by the European Regional Development Fund (ERDF)

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

PCM en estado SOLIDO

Visualización del cambio de fase del PCM dentro del acristalamiento

PCM en estado LIQUIDO

Los resultados preliminares permiten afirmar que la incorporación de PCM en las soluciones constructivas analizadas es **positiva** para el sistema, gracias al cambio de fase. Importante caracterizar y analizar sus consecuencias.

CONCLUSIONES

- Gestión térmica eficiente: El cambio de fase del material acumula calor durante el día y lo libera por la noche.
- Regulación térmica de la temperatura superficial e interior.
- Controla los rangos de confort del interior - variables T y H.
- Evita que se alcancen temperatura/humedad extremas.
- Bajo el mismo consumo energético, las instalaciones con PCM consiguen regular mejor la temperatura interior que sin PCM.
- Las características de la solución constructiva con PCM suponen ahorros energéticos y económicos (en torno al 30%).

Projet cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER)
Project cofinanced by the European Regional Development Fund (ERDF)

circe
CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS Y CONSUMOS ENERGÉTICOS

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Tel.: [+34] 976 761 863 · circe@unizar.es
www.fcirce.es

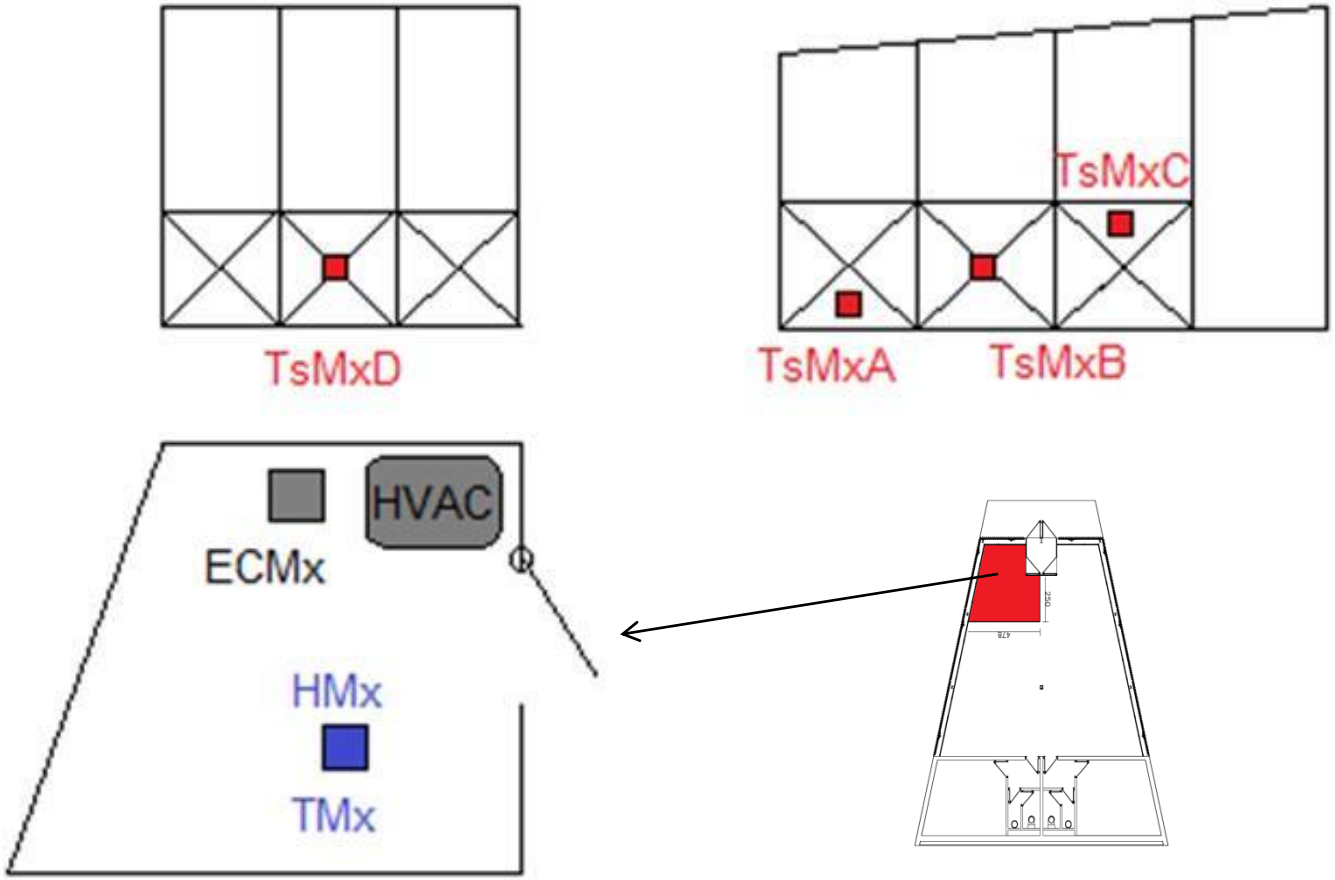
ANEXO I - DISEÑO EXPERIMENTAL

MÓDULOS

- MÓDULOS:
  - M3 - Doble acristalamiento convencional sin PCM
  - M4 - Acristalamiento con PCM

- Variables monitorizadas en las instalaciones:
  - 4 posiciones de temperatura de superficie:
    TsMxA, TsMxB, TsMxC, TsMxD
  - Humedad interior: HMx
  - Temperatura interior: TMx
  - Consumo de Energía Eléctrica: ECMx

Projet cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER)
Project cofinanced by the European Regional Development Fund (ERDF)



Esquema de posicionamiento de sensores

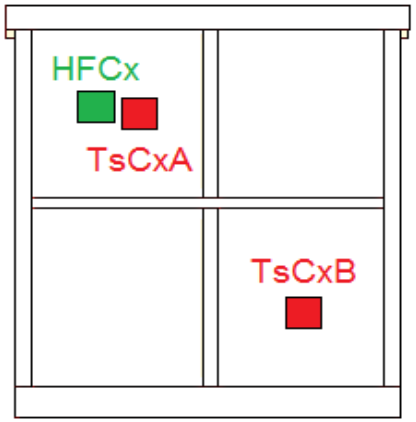
(Vista interior de los módulos)

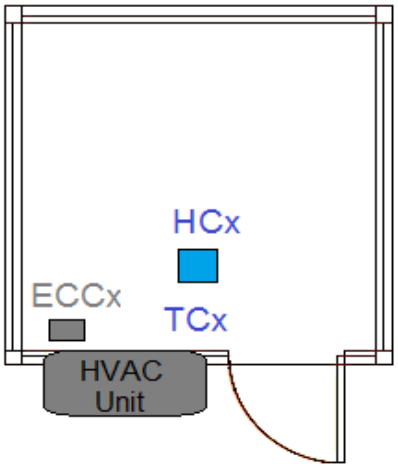
CUBÍCULOS

- CUBÍCULOS:
  - C1 - Doble acristalamiento convencional sin PCM
  - C2 - Acristalamiento con PCM

- Variables monitorizadas en las instalaciones:
  - 2 posiciones de temperatura de superficie: TsCxA, TsCxB
  - Humedad interior: HCx
  - Temperatura interior: TCx
  - Consumo de Energía Eléctrica: ECCx
  - Flujo de calor en el acristalamiento: HFCx

Projet cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER)
Project cofinanced by the European Regional Development Fund (ERDF)





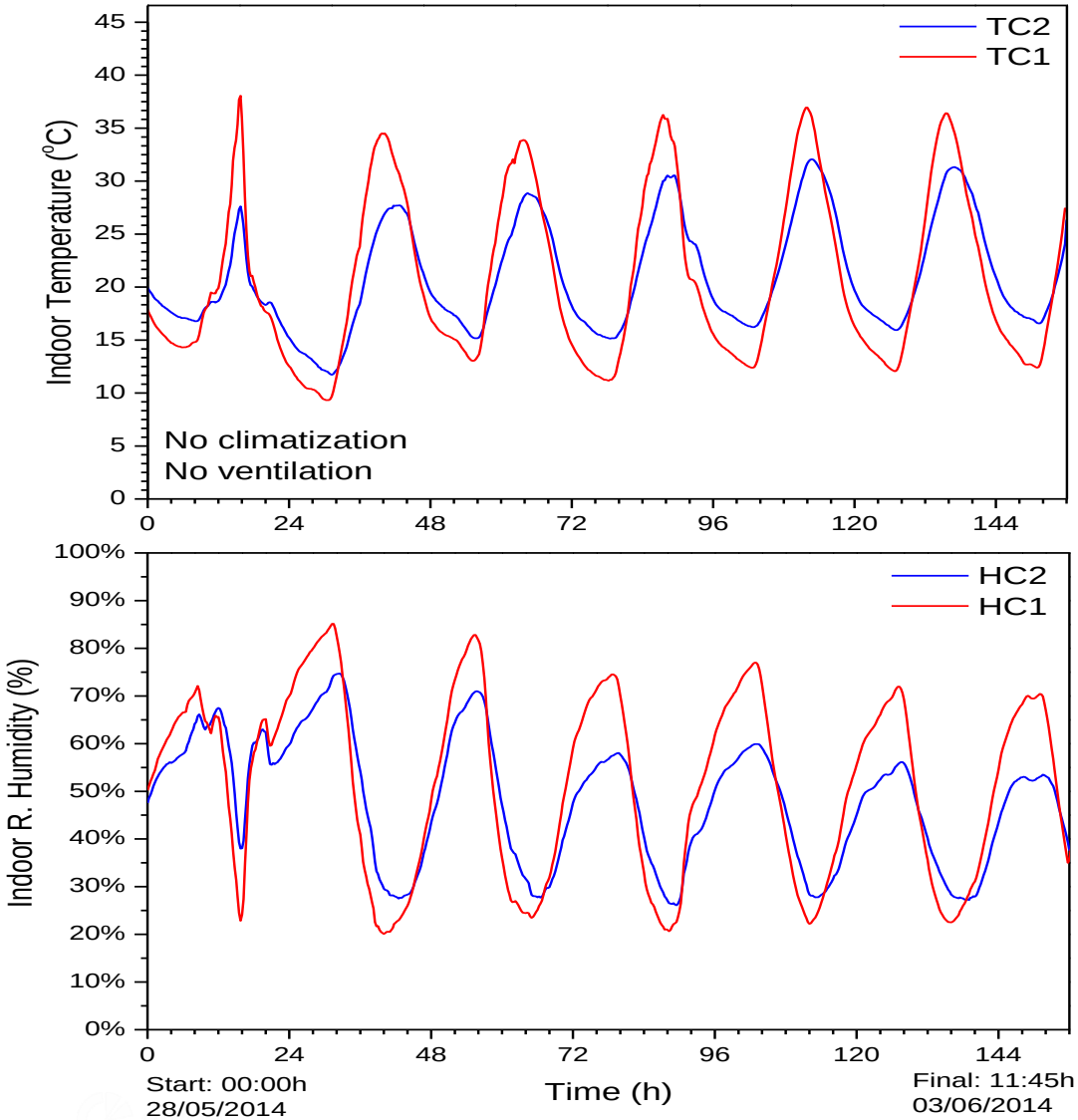
Esquema de posicionamiento de sensores

(Vista interior de los cubículos)

Projet cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER)
Project cofinanced by the European Regional Development Fund (ERDF)

ANEXO II - RESULTADOS PRELIMINARES

RESULTADOS 1



Resultados preliminares de:

- Temperatura Interior
- Humedad Interior

Condiciones de operación:

- Sin Ventilación
- Sin Climatización
- Verano

PCM controla el rango de:

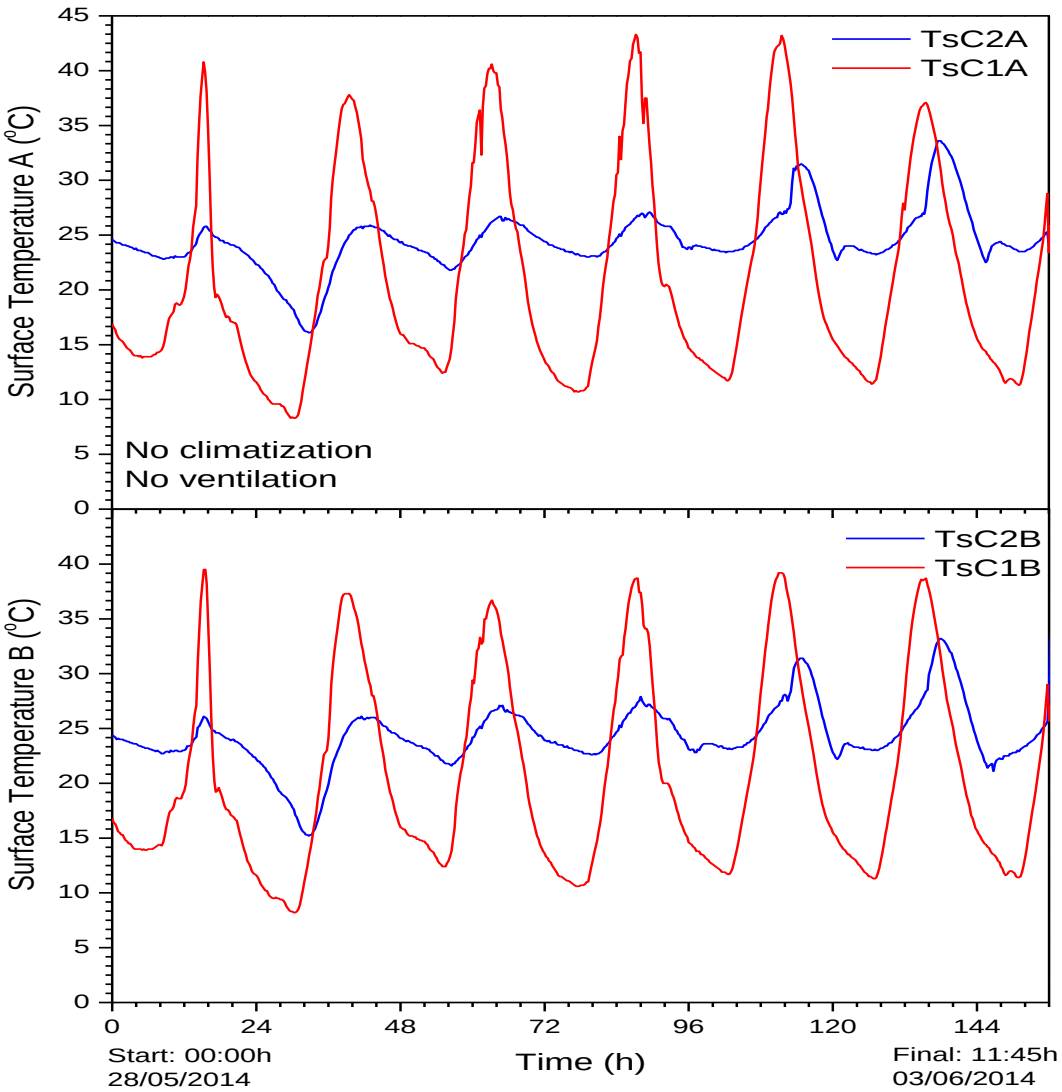
-T cercano a la zona de confort 20-26°C

-Humedad entre 35 y 70%

Reducción de los valores máximos y mínimos de T y H

Relación entre T y H es inversa

RESULTADOS 2



Resultados preliminares de:

- Temp. Superficie A y B

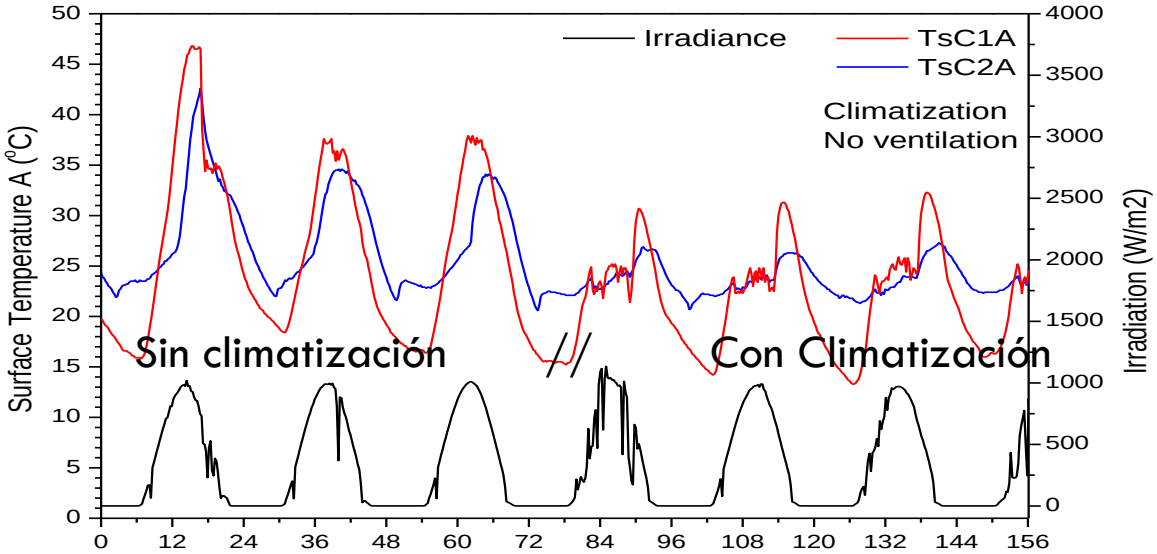
Condiciones de operación:

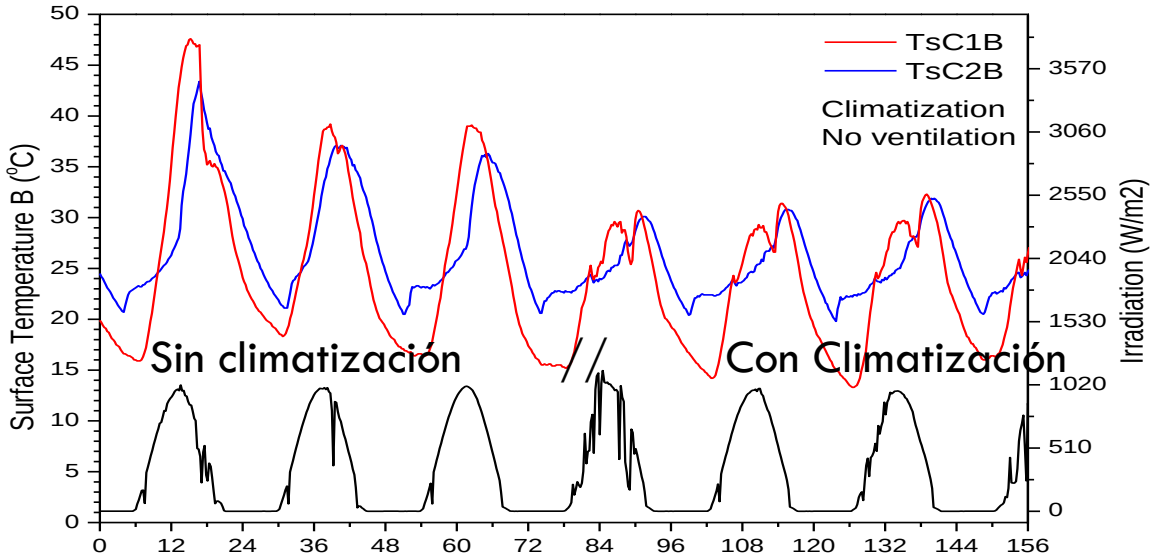
- Sin Ventilación
- Sin Climatización
- Verano

El PCM estabiliza T sup entorno a T fusión (26°C)

Reducciones de 10°C respecto al C1 sin PCM

RESULTADOS 3





Resultados preliminares de:

- T superficie A y B
- Irradiación Solar (I)

Condiciones de operación:

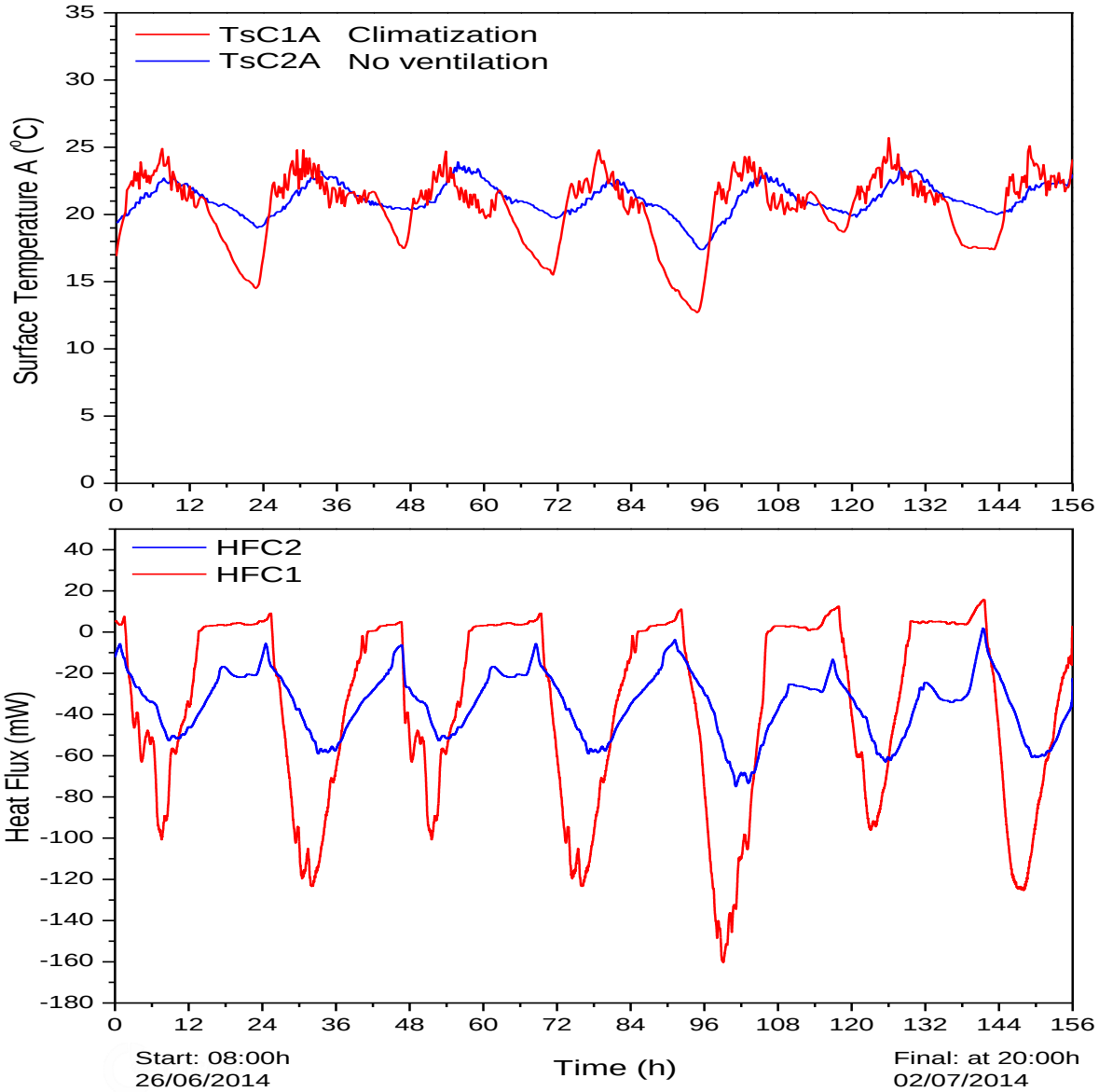
- Sin Ventilación
- Sin/Con Climatización
- Verano

I media en verano llega a 1000W/m^2

Control de los máximos y mínimos

Reducciones de 5°C respecto al C1 sin PCM

RESULTADOS 4



Resultados preliminares de:

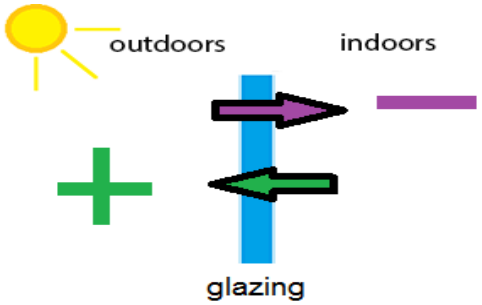
- T superficie A
- Flujo de Calor en A

Condiciones de operación:

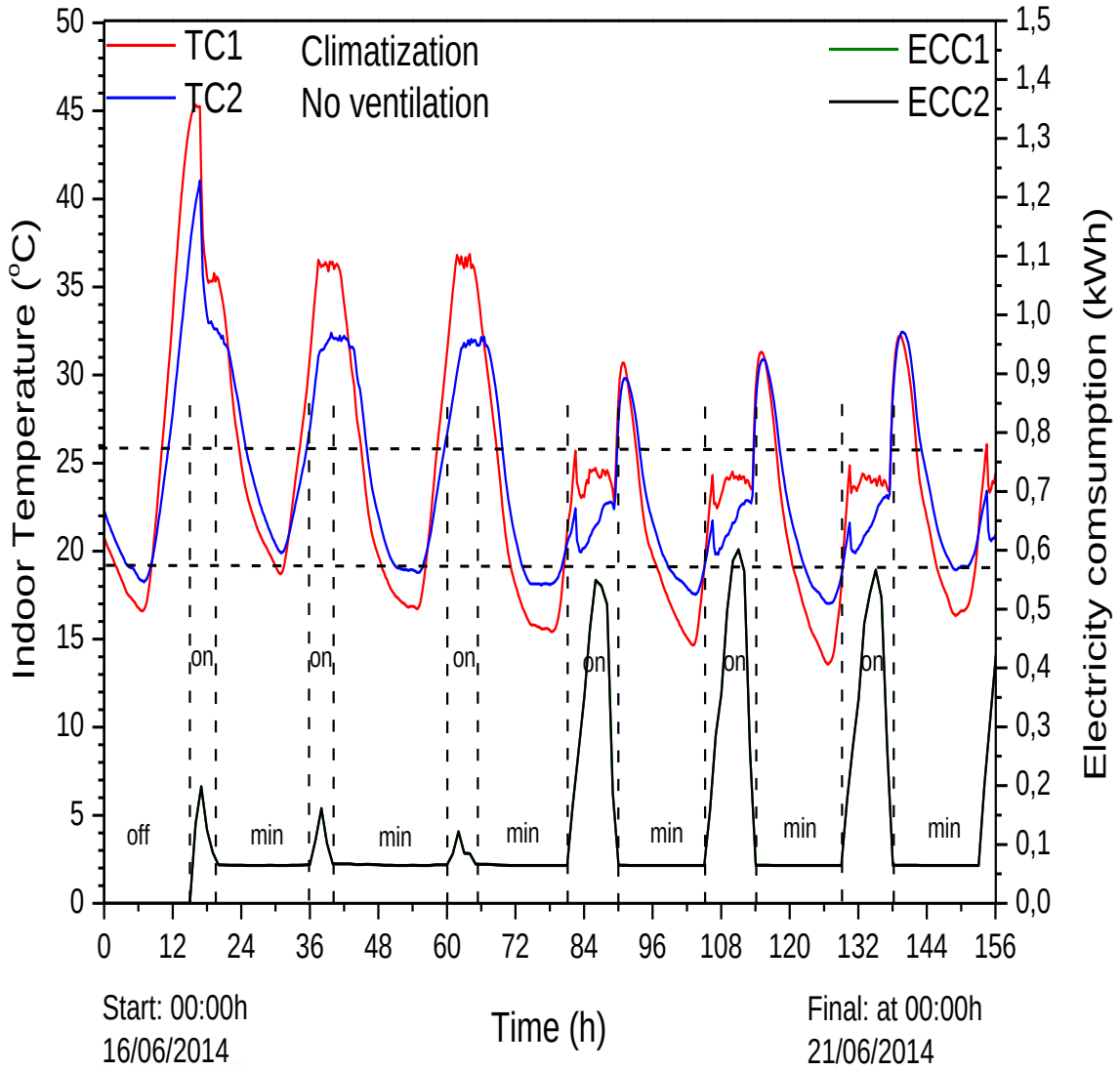
- Sin Ventilación
- Con Climatización (8h)
- Verano

Intercambio de flujos de calor. Generalmente, entra calor del exterior.

Pero HFC2 siempre negativo porque el PCM libera calor por la noche



RESULTADOS 5



Resultados preliminares de:

- T interior
- Consumo Energético

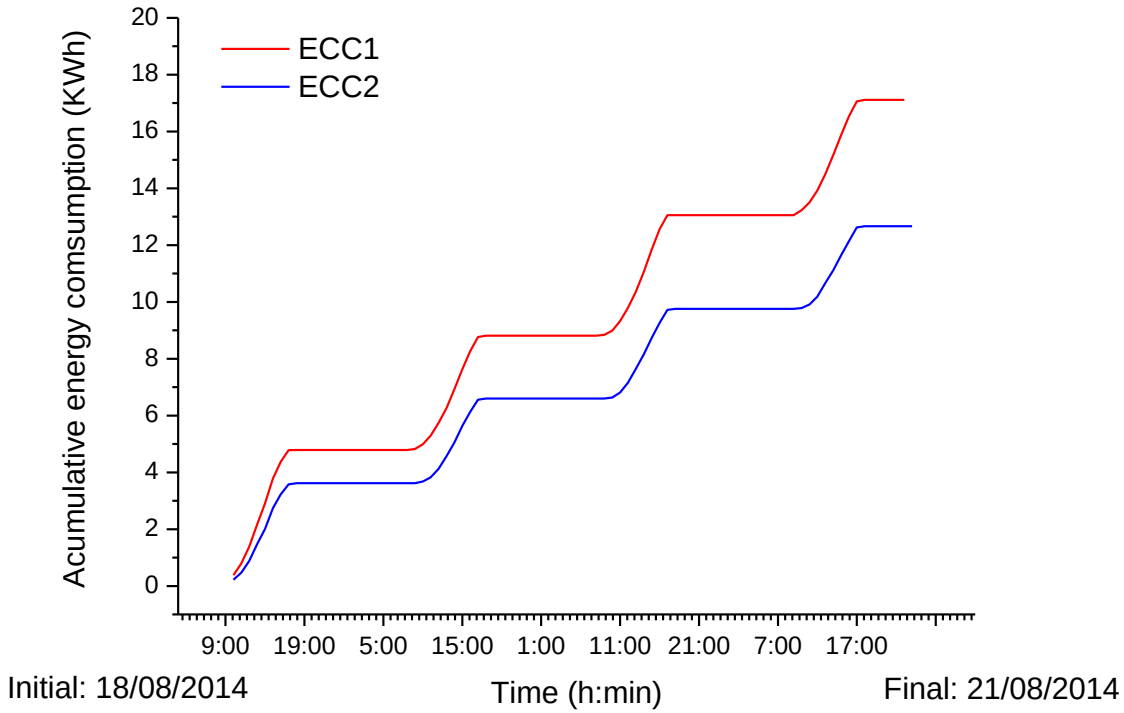
Condiciones de operación:

- Sin Ventilación
- Con Climatización
- Horario 10,30-17,30
- Verano

Consumo Energético pico alrededor de 0,6kWh para lograr mantener T confort

A igual EC, TC2 con PCM es 5°C menor que TC1 sin PCM

RESULTADOS 6



Resultados preliminares de:

- T interior
- Consumo Energético Acumulado

Condiciones de operación:

- Sin Ventilación
- Con Climatización continua
- Verano

Se aprecia diferencia en el consumo eléctrico acumulado entre los cubículos para mantener la T interior dentro de la zona de confort.

- En este caso de estudio, ECC2 es aproximadamente un 27% de ECC1.
- Reducción de 17 a 13 kWh consumidos.