



I CONGRESO

MODELOS PARA  
REGENERACIONES URBANAS Y  
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA  
EN EL MARCO DE LOS EDIFICIOS DE  
CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO



COLEGIO OFICIAL  
APAREJADORES,  
ARQUITECTOS TÉCNICOS  
E INGENIEROS  
DE EDIFICACIÓN  
DE MALLORCA

# Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

Juan María Hidalgo Betanzos

Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.

 Universidad del País Vasco	 Euskal Herriko Unibertsitatea	 EUSKO JAURLARITZA ENPLEGU ETA GIZARTE POLITIKETAKO SAILA	 GOBIERNO VASCO DEPARTAMENTO DE EMPLEO Y POLÍTICAS SOCIALES	 en9di Grupo de Energética en la Edificación Máquinas y Motores Térmicos UPV/EHU
<b>TERMIKA ARLOA</b> EUSKO JAULARITZAKO ETXEGINTZAREN KALITATEA KONTROLATZEKO LABORATEGIA		<b>AREA TERMICA</b> LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD EN LA EDIFICACION DEL GOBIERNO VASCO		



I CONGRESO

**MODELOS PARA  
REGENERACIONES URBANAS Y  
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA**  
EN EL MARCO DE LOS EDIFICIOS DE  
CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO

## Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

*Juan María Hidalgo Betanzos*

Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.



COLEGIO OFICIAL  
APAREJADORES,  
ARQUITECTOS TÉCNICOS  
E INGENIEROS  
DE EDIFICACIÓN  
DE MALLORCA

# 1. Planteamiento del Estudio

- Certificación Energética de **3.383 viviendas** en 38 promociones de la CAPV.



## Objetivo del Estudio

- Conocer las mejoras necesarias para EECN residencial en la CAPV.





### Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

Juan María Hidalgo Betanzos

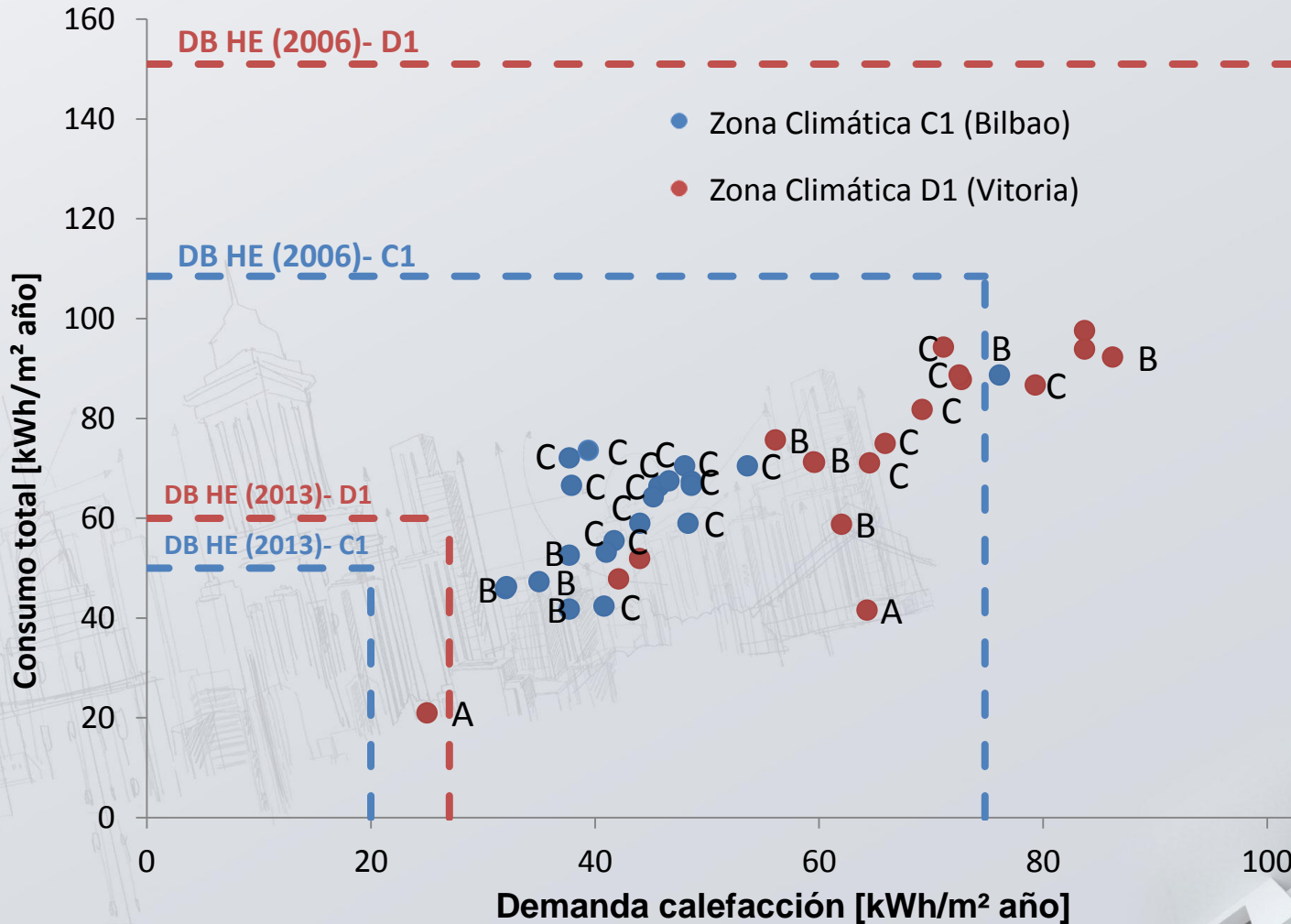
Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.



COLEGIO OFICIAL APAREJADORES, ARQUITECTOS TÉCNICOS E INGENIEROS DE EDIFICACIÓN DE MALLORCA

## 2. Resultados iniciales y análisis de la Demanda

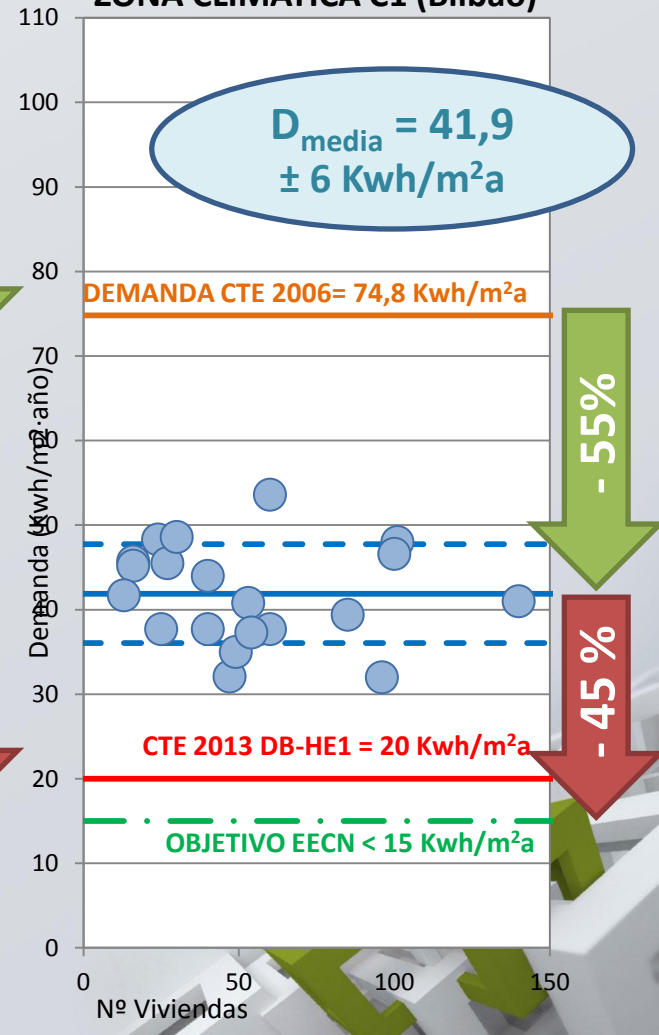
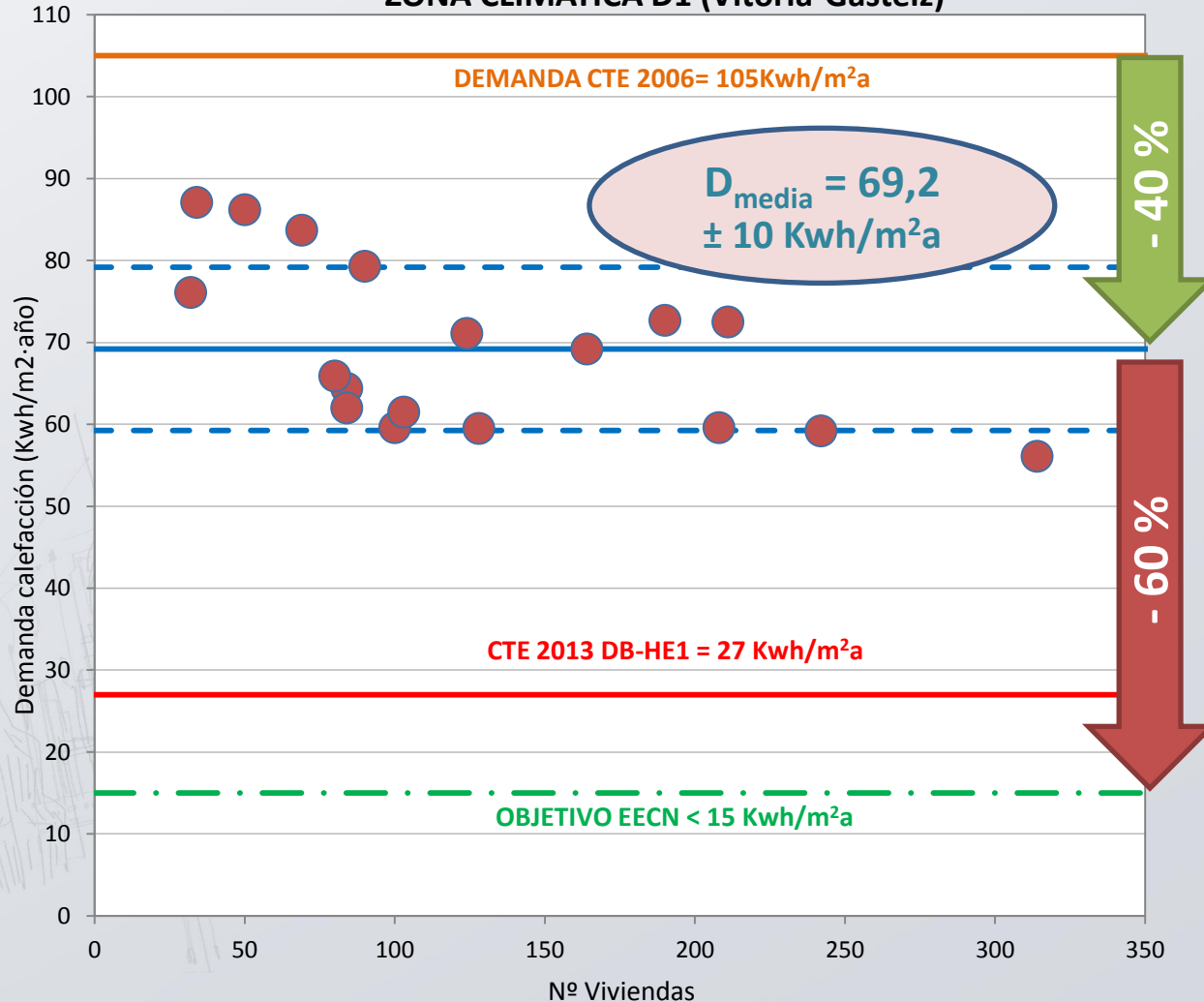




# 2.1. Demanda energética de los edificios actuales

### ZONA CLIMÁTICA D1 (Vitoria-Gasteiz)

### ZONA CLIMÁTICA C1 (Bilbao)





### Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

Juan María Hidalgo Betanzos

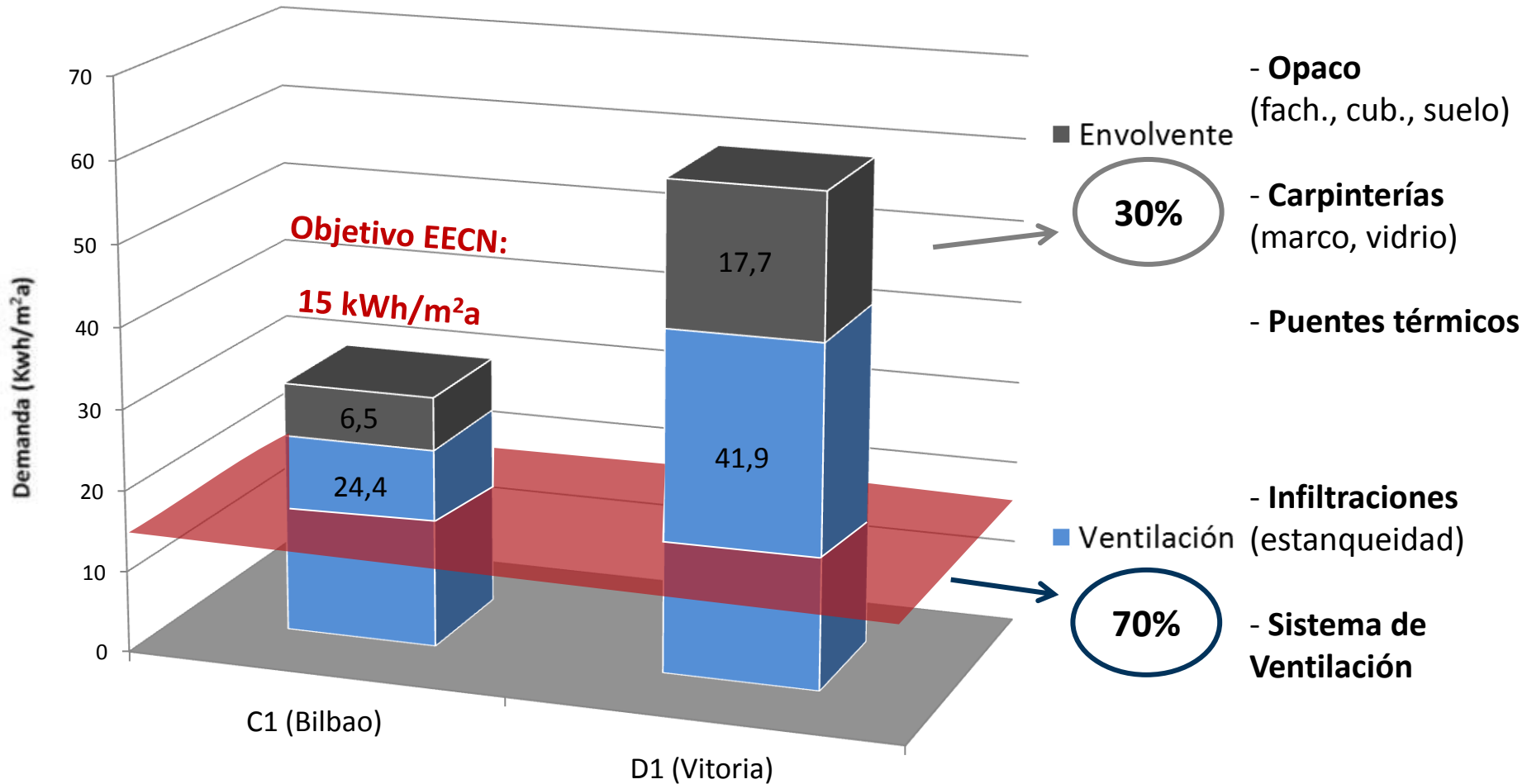
Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.



COLEGIO OFICIAL  
APAREJADORES,  
ARQUITECTOS TÉCNICOS  
E INGENIEROS  
DE EDIFICACIÓN  
DE MALLORCA

## 2.2. Distribución de la Demanda Energética





### 3.1. Optimización de la Envolvente opaca

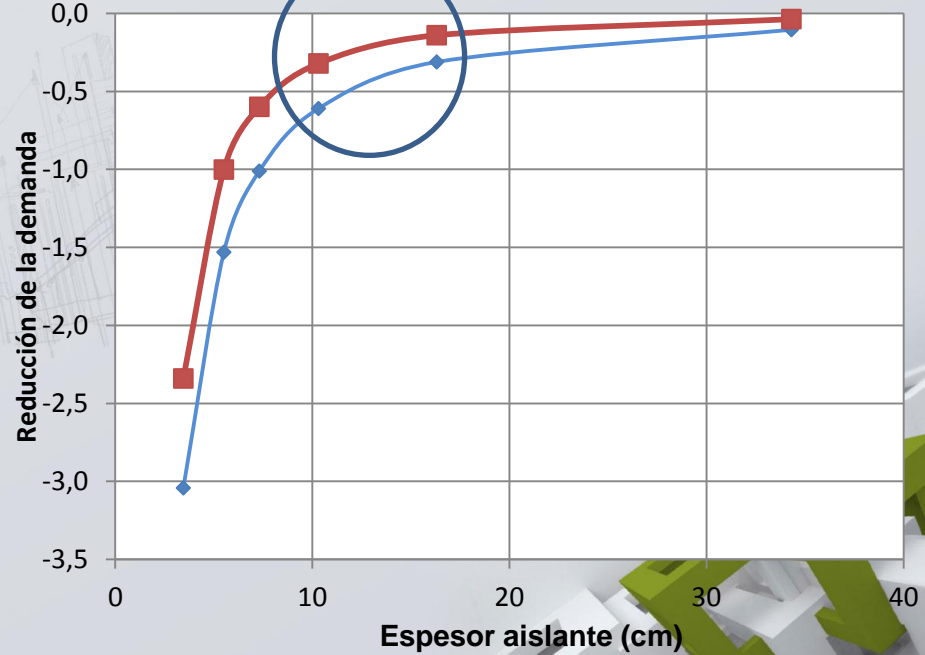
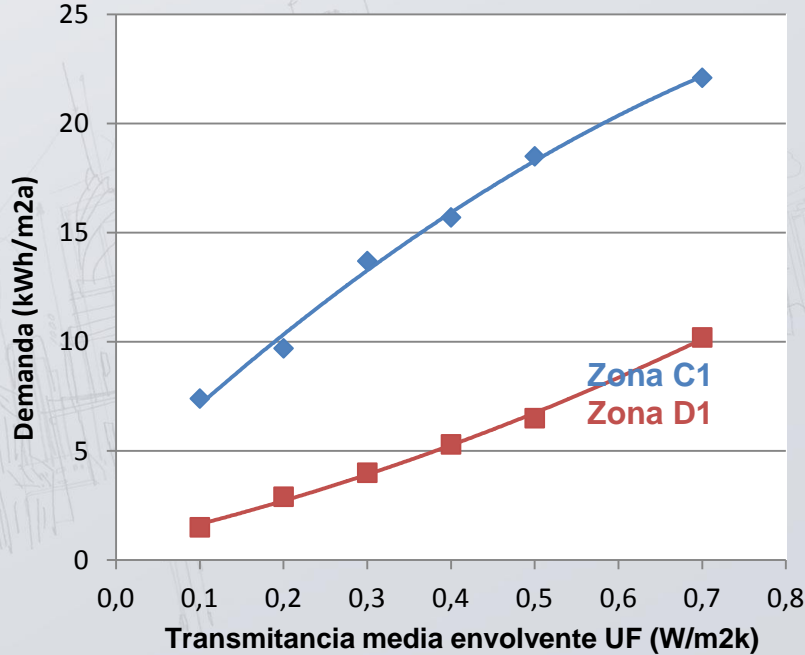
- Buscar el grado adecuado de aislamiento medio de fachada-cubierta-suelo.

¿Hasta dónde?

Punto óptimo

23% reducción Demanda por envolvente

Edificios Tipo de las zonas climática C1 y D1





I CONGRESO

**MODELOS PARA  
REGENERACIONES URBANAS Y  
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA**  
EN EL MARCO DE LOS EDIFICIOS DE  
CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO

## Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

*Juan María Hidalgo Betanzos*

Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.



CO  
AAT  
IEMCA



COLEGIO OFICIAL  
APAREJADORES,  
ARQUITECTOS TÉCNICOS  
E INGENIEROS  
DE EDIFICACIÓN  
DE MALLORCA

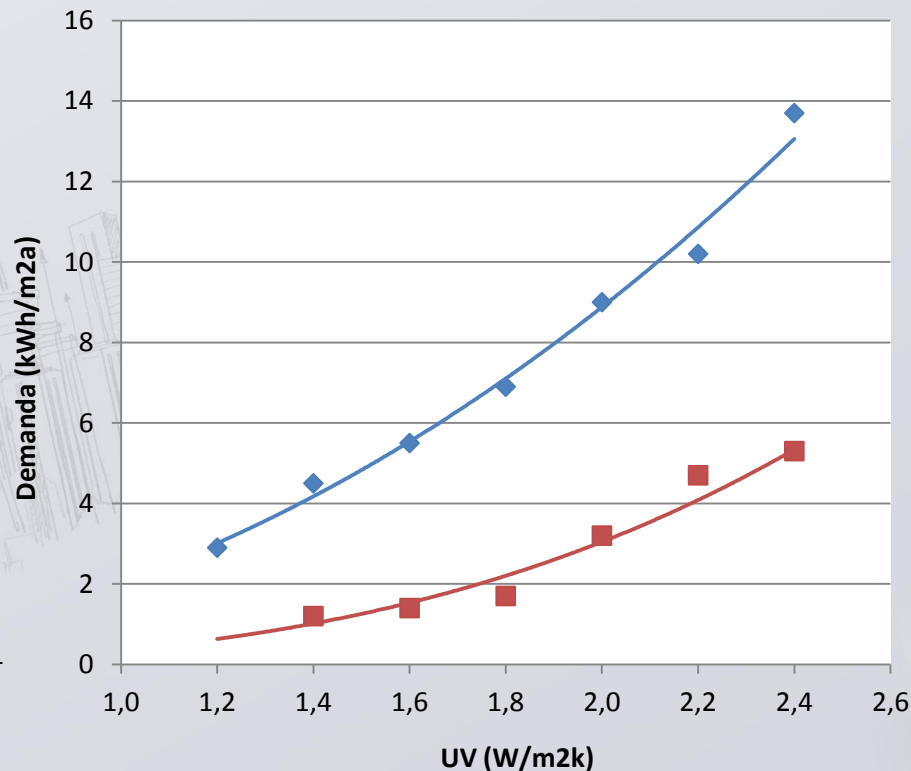
## 3.2. Optimización de las Carpinterías

- Buscar el grado adecuado de aislamiento de carpinterías.

¿Hasta dónde?

No hay  
punto óptimo

Equilibrio  
económico  
del proyecto





### Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

Juan María Hidalgo Betanzos

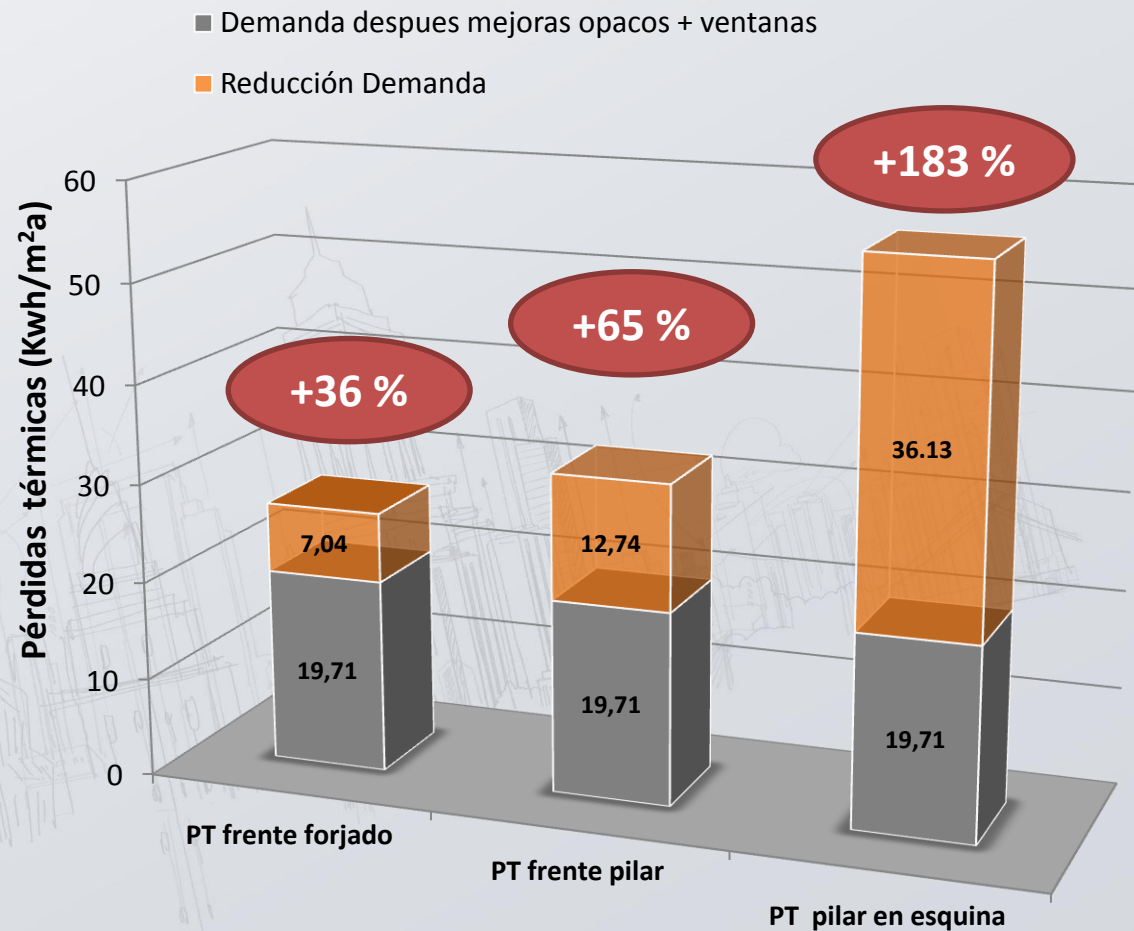
Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.

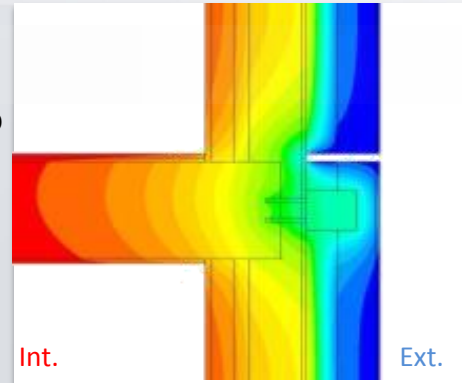


## 3.3. Optimización de los Puentes Térmicos

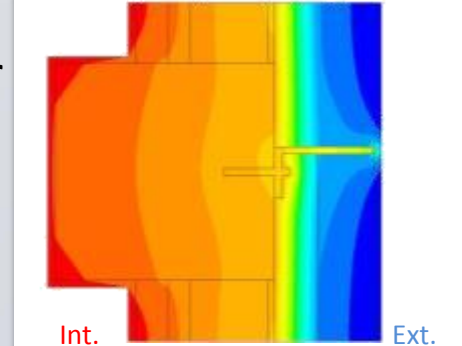
### ¿Cuanto afecta?



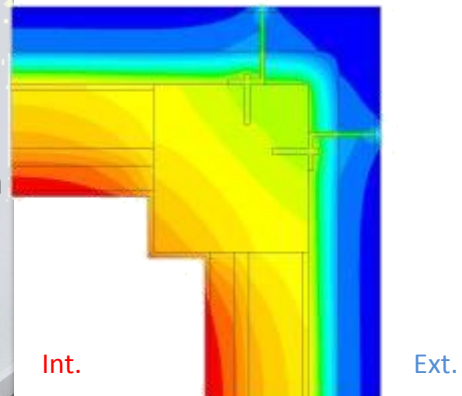
Frente Forjado



Frente Pilar



Pilar Esquina

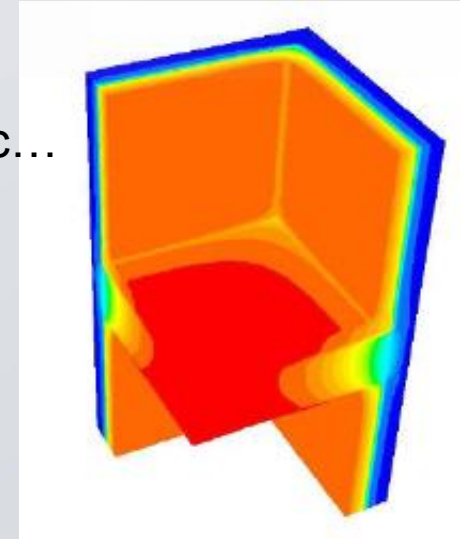






### 3.4. Riesgos asociados a una mala envolvente

- Puentes térmicos, condensaciones, ventilación insuficiente, etc...
- Las mejores soluciones en fase de Proyecto:
  - Herramientas adecuadas de cálculo y caracterización.
  - Buen diseño y control de la ejecución

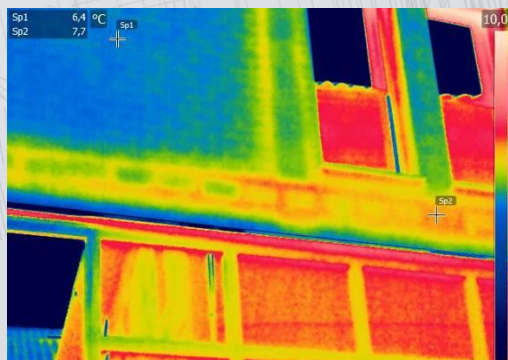
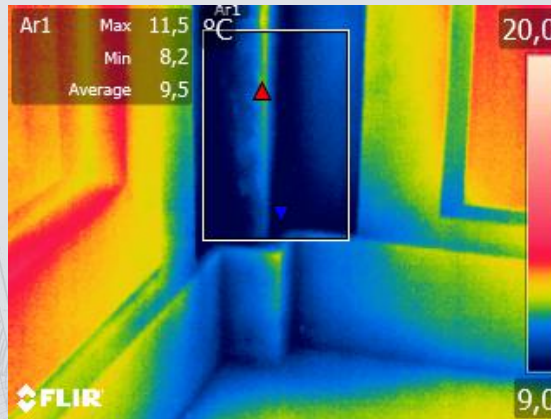


**EDIFICIO CONSTRUIDO**

**NO existen soluciones mágicas**

*¿Cómo solucionarlo?*

**monitorización *in-situ*  
+  
termografía**





I CONGRESO

**MODELOS PARA  
REGENERACIONES URBANAS Y  
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA**  
EN EL MARCO DE LOS EDIFICIOS DE  
CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO

**Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo**

*Juan María Hidalgo Betanzos*

Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.

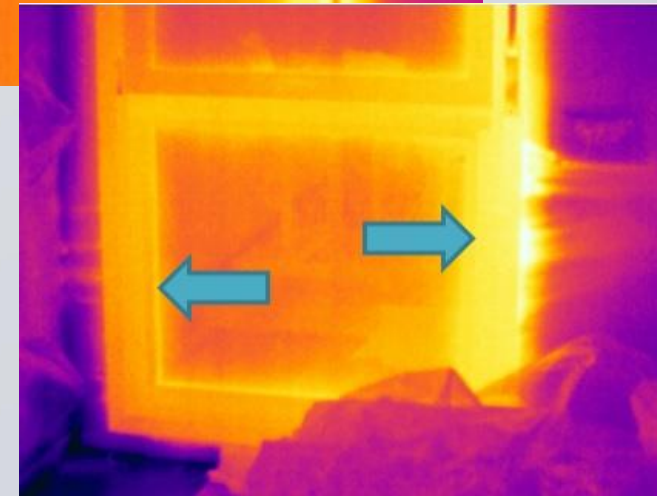
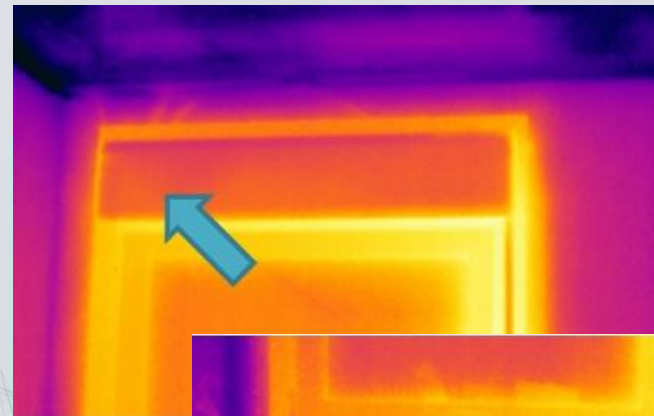


COLEGIO OFICIAL  
DE ARQUITECTOS,  
ARQUITECTOS TÉCNICOS  
E INGENIEROS  
DE EDIFICACIÓN  
DE MALLORCA

## 3.5. Optimización de la Ventilación: Estanqueidad

- La demanda aumenta con las infiltraciones, es necesario mejorar la estanqueidad:

### SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS + CONTROL DE EJECUCIÓN DE OBRA





## Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

Juan María Hidalgo Betanzos

Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.



### 3.6. Optimización de la Ventilación: Caudal efectivo

- Opción 1: Reducción del caudal nominal:

Tipo ventilación	DB-HS: F.S. continuo	F.S. higrorregulable	F.S. presencia	F.S. CO <sub>2</sub>
Demanda por ventilación	41,9	30,0	30,7	9,0
Reducción	-	<b>28,3 %</b>	<b>26,7 %</b>	<b>78,6 %</b>

- Opción 2: Reducción con Recuperación de Calor (sensible):

Tipo ventilación	DB-HS: F.S. continuo	F.D. recuperación
Demanda por ventilación	41,9	6,7
Reducción	-	84,0 %



**CUIDADO:  
S.F.P.**



I CONGRESO

MODELOS PARA  
REGENERACIONES URBANAS Y  
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA  
EN EL MARCO DE LOS EDIFICIOS DE  
CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO

## Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

Juan María Hidalgo Betanzos

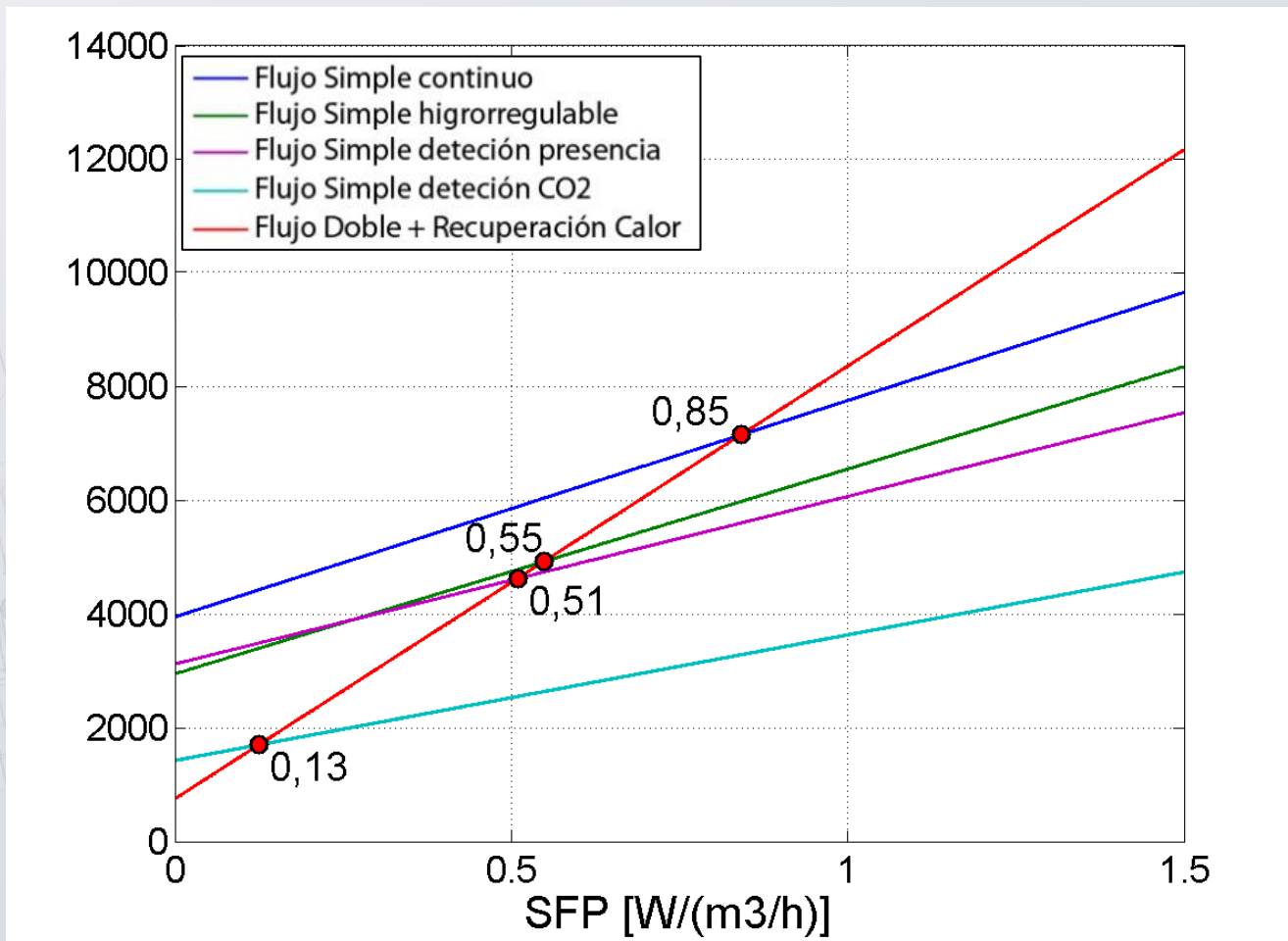
Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.



### 3.7. Optimización de la Ventilación: S.F.P.

- **Service Fan Power:**



Consumo  
eléctrico

Vs.

Recuperación  
de calor





## Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

Juan María Hidalgo Betanzos

Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

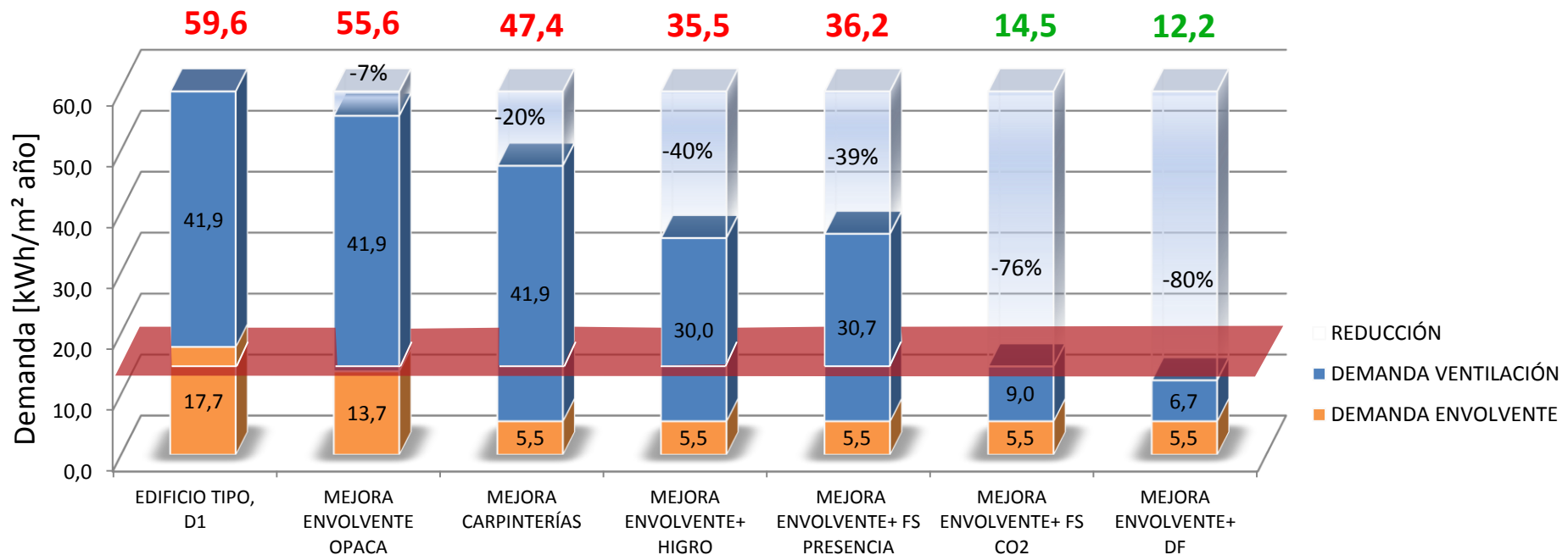
Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.



## 3.8. Resultado final combinado

### • Características del edificio EECN en zona climática D1 (Vitoria-Gasteiz):

- Envoltante opaca: 0,3 kWh/m<sup>2</sup>a (valor promedio de fachada, cubierta y suelo).
- Carpinterías: 1,6 kWh/m<sup>2</sup>a (vidrio bajo emisivo y valor global con persiana).
- Infiltraciones inferiores a 1 h<sup>-1</sup> (50 Pa).
- Puentes térmicos  $\Psi$  menores de 0,01.
- Sistema de ventilación mecánica controlada: CO2 o recuperación de calor

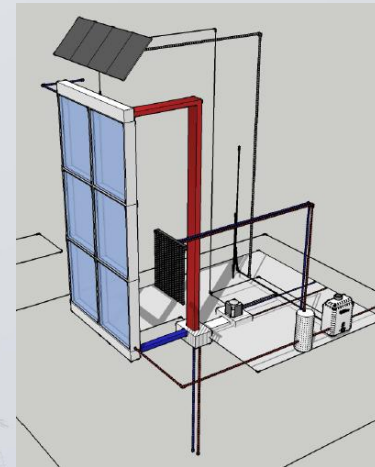
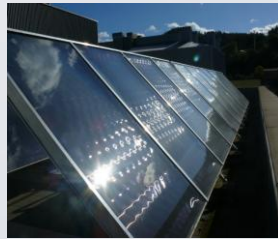




### 3.7. Consumo energético asociado

- En residencial, el factor determinante es la demanda de calefacción + ACS. Después de ajustar la demanda, los sistemas actuales ofrecen buenos rendimientos:

- Cogeneración,
- solar térmica,
- fotovoltaica,...



- Envoltentes activas, según el caso:

- Fachadas acumuladoras,
- PCM,
- Precalentamiento del aire de ventilación,...

- Para consumos pequeños es muy relevante el funcionamiento de los sistemas.

- Conviene realizar simulaciones de distintas rutinas de los equipos.



#### Plataforma semi-virtual

Ensayos para definir **estrategias de funcionamiento**,  
Implementación de **estrategias de control avanzadas**,  
**Gestión del almacenamiento** e integración en el edificio...





## 4. Conclusiones I

- La envolvente opaca y su **espesor de aislamiento** adecuado a cada zona climática.
  - **Riesgo:** Los sistemas de fachada pueden perder eficiencia por montaje inadecuado.
  - **Recomendación:** Comprobar en proyecto los sistemas y sus puntos débiles.
- La mejora de **carpinterías** debe acompañarse de un montaje adecuado.
  - **Riesgo:** Empeoramiento del comportamiento térmico de los marcos instalados.
  - **Recomendación:** Diseñar un montaje estanco y sin PT.
- Los **puentes térmicos** suponen un aumento del 30% de las pérdidas por envolvente.
  - **Riesgo:** Patologías de condensación en los encuentros mal resueltos.
  - **Recomendación:** Realizar un estudio sistemático de todos los encuentros en proyecto.
- La **ventilación** es vital: La detección por CO<sub>2</sub> o la VMC-RC reducen hasta un 80-90%.
  - **Riesgos:** La calidad del aire puede empeorar por mayor estanqueidad. El consumo eléctrico SFP y el rendimiento del recuperador en el caudal estimado.
  - **Recomendaciones:** Ensayo de gases trazadores para medir la ventilación real. Los sistemas de reducción de caudal por CO<sub>2</sub>, ofrecen alto rendimiento. VMC-RC, con mayor confort térmico, corregir rendimiento estacional.



I CONGRESO

MODELOS PARA  
REGENERACIONES URBANAS Y  
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA  
EN EL MARCO DE LOS EDIFICIOS DE  
CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO

## Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

Juan María Hidalgo Betanzos

Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.



CO  
AAT  
IEMCA



AE  
DIFI  
CAT

COLEGIO OFICIAL  
APARAJADORES,  
ARQUITECTOS TÉCNICOS  
E INGENIEROS  
DE EDIFICACIÓN  
DE MALLORCA

FUNDACIÓN

## 4. Conclusiones II

- **Es posible conseguir EECN residenciales con los medios actuales.**
- Los mejores resultados se consiguen con **mejoras integrales**: pensadas desde el **diseño inicial**, para su **ejecución en obra** y durante su **uso**.
  - Se pueden **corregir errores ocultos** gracias a **ensayos y pruebas de servicio**.
- Es importante **distribuir los recursos de forma equilibrada**:
  - **Parte pasiva** (envolvente térmica)
    - Aislamientos térmicos, Carpinterías, Puentes térmicos, Estanqueidad,...
  - **Sistemas activos** (ventilación, calefacción, ACS, ...).
    - Detección de presencia, Rendimientos estacionales, rutinas de funcionamiento,...
- La **climatología influye notablemente** en la importancia de cada sistema en el edificio.
- Es posible optimizar en proyecto las **estrategias de los sistemas de generación**.





I CONGRESO

**MODELOS PARA  
REGENERACIONES URBANAS Y  
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA**  
EN EL MARCO DE LOS EDIFICIOS DE  
CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO

## Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

Juan María Hidalgo Betanzos

Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.



COLEGIO OFICIAL  
APAREJADORES,  
ARQUITECTOS TÉCNICOS  
E INGENIEROS  
DE EDIFICACIÓN  
DE MALLORCA

## 5. Un ejemplo: 176 VPO en Salburua, Proyecto PIME`s

- **Edificio de viviendas de protección oficial:**
  - 176 VPO en Vitoria-Gasteiz.
  - Fachadas:  $U_{\text{fachada}} \mathbf{0,30 \text{ W/m}^2\text{K}}$  (in situ:  $0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
  - Cubierta y suelo:  $U_{\text{cub./suelo}} \mathbf{0,19 \text{ W/m}^2\text{K}}$
  - Ventanas:  $U_{\text{ventana}} \mathbf{1,89 \text{ W/m}^2\text{K}}$  (vidrios:  $1,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
  - Estanqueidad:  $n_{50} \mathbf{2 \text{ h}^{-1}}$ .
  - Ventilación: **85% recuperación de calor**

# CALIFICACIÓN ENERGÉTICA A++

Consumo ener. final: **17,5 kWh/m<sup>2</sup>a**  
Emisiones: **2,9 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a**



- **Cogeneración:** 11 kW eléctricos
  - Reducción consumo **1,1 kWh/m<sup>2</sup>a**
  - Reducción emisiones **0,62 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a**
- **Fotovoltaica:** 226 paneles PV
  - Reducción consumo **1,8 kWh/m<sup>2</sup>a**
  - Reducción emisiones **0,61 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>**





I CONGRESO

**MODELOS PARA  
REGENERACIONES URBANAS Y  
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA**  
EN EL MARCO DE LOS EDIFICIOS DE  
CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO

## Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

Juan María Hidalgo Betanzos

Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.



COLEGIO OFICIAL  
APAREJADORES,  
ARQUITECTOS TÉCNICOS  
E INGENIEROS  
DE EDIFICACION  
DE MALLORCA

## 6. Bibliografía

- Hidalgo, J.M. et al, 2014, Estudio teórico de las mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo a partir del CTE 2006 en las zonas climáticas C1 y D1, *II Congreso Edificios Energía Casi Nula*, Madrid.
- Opt Veld P., 2000, Performances of a new generation high efficiency heat recovery units for domestic ventilation, *Proceedings 21th AIVC Annual Conference: Innovations in Ventilation Technology*.
- ANSYS, *FLUENT v6 User's guide*, 2006.
- IDAE, instituto para la diversificación y ahorro de la energía, 2009, *CALENER VYP: Viviendas y edificios terciarios pequeños y medianos, manual de usuario*.
- *Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios.*
- *RD 314/2006, de 17 de marzo, Código Técnico de la Edificación.*
- *RD 47/2007, de 19 de enero, Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.*
- *Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios.*
- *Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, Documento Básico DB-HE "Ahorro de Energía".*
- *RD 235/2013, de 5 de abril, Procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.*



I CONGRESO

**MODELOS PARA  
REGENERACIONES URBANAS Y  
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA**  
EN EL MARCO DE LOS EDIFICIOS DE  
CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO

## Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo

*Juan María Hidalgo Betanzos*

Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.



COLEGIO OFICIAL  
APAREJADORES,  
ARQUITECTOS TÉCNICOS  
E INGENIEROS  
DE EDIFICACIÓN  
DE MALLORCA

FUNDACIÓN

## 7. Agradecimientos

- Este estudio se enmarca dentro del convenio de colaboración entre el Gobierno Vasco y la Universidad del País Vasco, que desarrolla el Área Térmica del Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco, publicado según Resolución 10/2005, de 1 de agosto, del Director de la Secretaría del Gobierno y de Relaciones con el Parlamento.
- Agradecimientos a VIVIENDA Y SUELO DE EUSKADI, S.A., por la amplia colaboración de los proyectistas y técnicos implicados en los edificios analizados.
- Ha sido posible gracias al apoyo económico como becario del Programa de Formación de Personal Investigador no doctor del Departamento de Educación, Política Lingüística y Cultura del Gobierno Vasco.



I CONGRESO

**MODELOS PARA  
REGENERACIONES URBANAS Y  
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA**  
EN EL MARCO DE LOS EDIFICIOS DE  
CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO

**Mejoras necesarias para conseguir un EECN residencial colectivo**

*Juan María Hidalgo Betanzos*

Investigador de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco.



COLEGIO OFICIAL  
APAREJADORES,  
ARQUITECTOS TÉCNICOS  
E INGENIEROS  
DE EDIFICACIÓN  
DE MALLORCA

*Muchas gracias por su atención,  
Eskerrik asko!*

[termica@ej-gv.es](mailto:termica@ej-gv.es)

[www.euskadi.net/LCCE](http://www.euskadi.net/LCCE)



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

**EUSKO JAURLARITZA**

ENPLEGU ETA GIZARTE  
POLITIKETAKO SAILA



**GOBIERNO VASCO**

DEPARTAMENTO DE EMPLEO  
Y POLÍTICAS SOCIALES



Grupo de Energética  
en la Edificación  
Máquinas y Motores Térmicos UPV/EHU

**Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación del Gobierno Vasco, Área Térmica**

**Grupo de investigación ENEDI de la Universidad del País Vasco UPV/EHU**

**Juan María Hidalgo Betanzos**