

# 171 viviendas sociales de bajo consumo energético en Vitoria-Gasteiz



  
Proyecto PIME'S

## Objetivo

Crear **comunidades residenciales sostenibles** con una óptima eficiencia térmica y eléctrica de edificios y barrios, basada en microrredes



**Innovación para las personas**

Vitoria-Gasteiz  
14 de noviembre de 2014

Alberto Ortiz de Elgea Olasolo  
Coordinador actuación PIME'S en Vitoria-Gasteiz



PIME'S receives funding from the  
European Union 7<sup>th</sup> Framework Programme  
under Grant Agreement No 239288



# ¿Qué es la iniciativa Concerto?



<http://concerto.eu/concerto/>

- **Iniciativa de la Comisión Europea** dentro del Programa Marco Europeo de Investigación y Desarrollo Tecnológico
- Desde 2005 ha financiado con más 175 millones de euros a **58 comunidades** en **22 proyectos**
- **Apoya económicamente a las comunidades locales**, en el desarrollo de estrategias y ejecución de desarrollos residenciales sostenibles:
  - + actuaciones globales (barrio vs edificio)
  - + alta eficiencia energética
  - + integración de fuentes de energía renovables
  - + tecnologías innovadoras
  - + enfoque integrado (socioeconómico y educativo) => costes asumibles
  - + compromiso firme de las autoridades locales

- **Objetivo:** desarrollo de **proyectos de referencia**

**REPLICABLES** por el mercado

**Objetivos  
20/20/20**



# ¿Qué es el Proyecto PIME 's?

# [ Proyecto PIME's ]

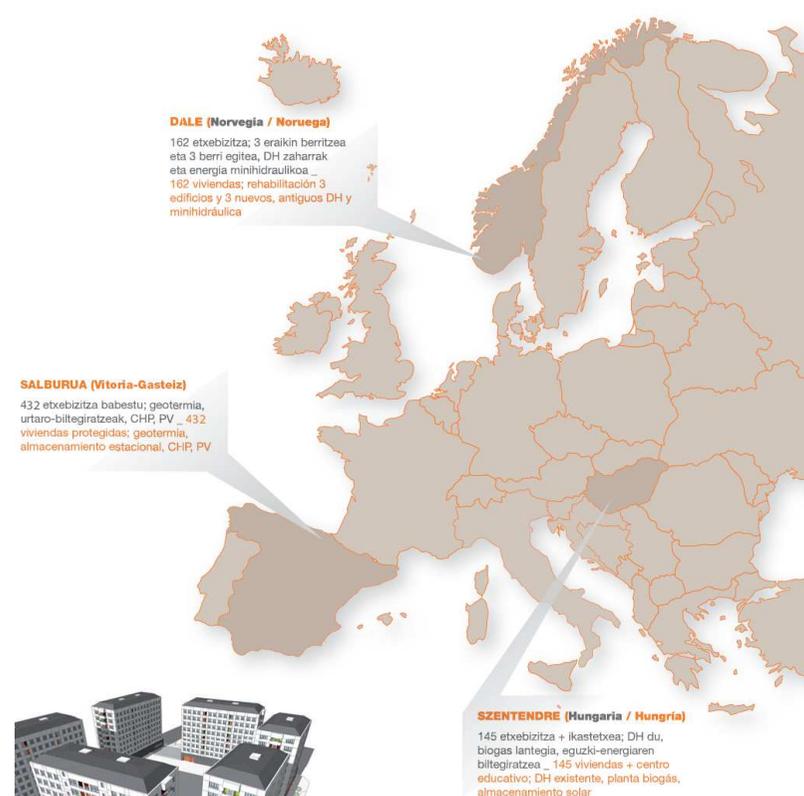


- ✓ **14 socios (4 países):** administraciones, promotoras, centros tecnológicos, agencias energéticas, suministradores
- ✓ **3 comunidades demostradoras:** Vitoria-Gasteiz, Szentendre y Dale
- ✓ Seleccionado en 2008: **CONCERTO III (7º PM)**
- ✓ Duración 6 años: **2010-2015**

|                 | Presupuesto elegible | Subvención CE |
|-----------------|----------------------|---------------|
| PIME 'S         | 18.095.489 €         | 10.825.320 €  |
| Vitoria-Gasteiz | 7.088.633 €          | 4.152.787 €   |

## Principios comunes:

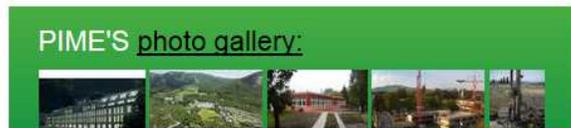
- Eco-edificios: reducción de la demanda energética > 30%
- Integración a gran escala de fuentes de energía renovables
- Poligeneración: simultánea de electricidad y calor
- Almacenamiento energético estacional y garantía de suministro
- Modelos de gestión incorporando a los inquilinos



[ [www.pimes.eu](http://www.pimes.eu) ]



Sustainable living. A cooperation project between Spain, Hungary and Norway funded by the European Union.



# Comunidad PIME´s Vitoria-Gasteiz

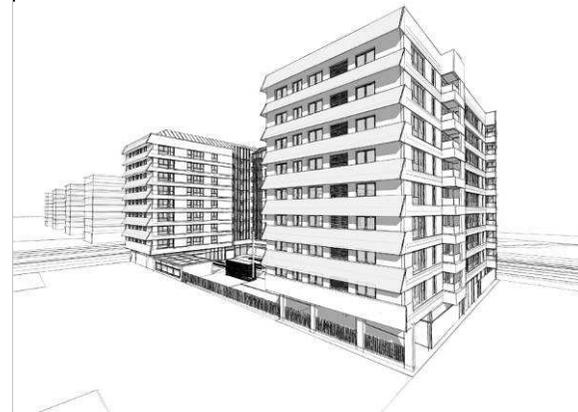
# [ Propuesta inicial ]

## A-31 + A-32

|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>Superficie construida total</b>                   | 43.419 m <sup>2</sup>        |
| <b>Nuevos edificios</b>                              | 43.419 m <sup>2</sup>        |
| <b>Rehabilitación</b>                                | 0 m <sup>2</sup>             |
| <b>Nº de habitantes involucrados</b>                 | 1.300                        |
| <b>Nº de viviendas</b>                               | 432 (256 + 176)              |
| <b>Viviendas (m<sup>2</sup>)</b>                     | 41.921 m <sup>2</sup>        |
| <b>Oficinas/comercial (m<sup>2</sup>)</b>            | 1.498 m <sup>2</sup>         |
| <b>Educacional/público (m<sup>2</sup>)</b>           | 0 m <sup>2</sup>             |
| <b>Superficie de espacios abiertos y ajardinados</b> | 17%                          |
| <b>Alturas</b>                                       | 2 sótanos + PB + 8 pisos+ BC |



## A-32



## A-31



# [ Propuesta final ]

## A-31 + Zaramaga

|  |                              |                         |
|--|------------------------------|-------------------------|
| <b>Superficie construida total</b>                   | 15.079 m <sup>2</sup>        | 2.386 m <sup>2</sup>    |
| <b>Nuevos edificios</b>                              | 15.079 m <sup>2</sup>        | 0 m <sup>2</sup>        |
| <b>Rehabilitación</b>                                | 0 m <sup>2</sup>             | 2.386 m <sup>2</sup>    |
| <b>Nº de habitantes involucrados</b>                 | 528                          | 90                      |
| <b>Nº de viviendas</b>                               | 171 (176)                    | 30                      |
| <b>Viviendas (m<sup>2</sup>)</b>                     | 12.417 m <sup>2</sup>        | 1.677,87 m <sup>2</sup> |
| <b>Superficie de espacios abiertos y ajardinados</b> | 17%                          | 0%                      |
| <b>Alturas</b>                                       | 2 sótanos + PB + 8 pisos+ BC | PB + 3 pisos+ BC        |



A-32



Zaramaga



# Promoción A-32: 171 viviendas sociales

[1]

## Descripción del edificio y programa

# [El proyecto]

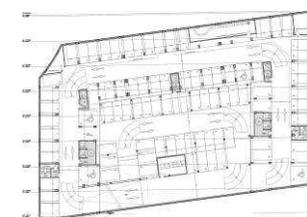
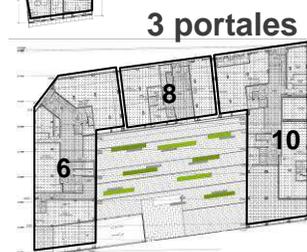
- promoción de **171 viviendas sociales** (1, 2 y 3 dormitorios) + **centro social** (5 viv)
- diseñada con **criterios de eficiencia energética** y aprovechamiento de **energías renovables**
- con el objetivo de **mejorar el confort de sus futuros habitantes, minimizando el coste energético**
- y buscando el cumplimiento de **Directivas a 2020 (ECCN)**

## Programa de viviendas:

|                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| <b>1 Dormitorio</b>  | 39 ud (23%)        |
| <b>2 Dormitorios</b> | 85 ud (50%)        |
| <b>3 Dormitorios</b> | 47 ud (27%)        |
| <b>Resto:</b>        |                    |
| <b>Centro social</b> | 335 m <sup>2</sup> |
| <b>Garajes</b>       | 184 (8 en venta)   |
| <b>Trasteros</b>     | 176 ud             |



2 SOT+PB+8+BC



# [ Cómo ]

## • ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN DE DEMANDA:

- ✓ Volúmenes **compactos**, orientación al sur
- ✓ Elementos de **sombreamiento** en fachadas sur
- ✓ Viviendas con **doble orientación**
- ✓ Aislamiento térmico de **forjados y particiones** entre viviendas
- ✓ **Estanqueidad**: minimización infiltraciones
- ✓ Ventilación mecánica con **recuperación de calor**
- ✓ Aislamiento continuo para **minimización puentes térmicos**
- ✓ Cerramientos de **alto aislamiento** (baja transmitancia)
- ✓ Doble acristalamiento **bajo emisivo** con argón



## • PRODUCCIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA Y ELÉCTRICA (MICRORRED) :

- ✓ **Integración fotovoltaica** en fachada sur
- ✓ Sistema de **cogeneración** de energía térmica y eléctrica
- ✓ **Sistema de gestión energética (EMS)**, basado en predicción de la demanda y despacho económico



**MAYOR CONFORT Y AHORRO ECONÓMICO  
PARA EL USUARIO**



[2]

## Estrategias de reducción de demanda

# Estrategias de reducción de demanda

## • ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN DE DEMANDA:

- ✓ Volúmenes **compactos**, orientación al sur
- ✓ Elementos de **sombreamiento** en fachadas sur
- ✓ Viviendas con **doble orientación**
- ✓ Aislamiento térmico de **forjados y particiones** entre viviendas
- ✓ **Estanqueidad**: minimización infiltraciones
- ✓ Ventilación mecánica con **recuperación de calor**
- ✓ Aislamiento continuo para **minimización puentes térmicos**
- ✓ Cerramientos de **alto aislamiento** (baja transmitancia)
- ✓ Doble acristalamiento **bajo emisivo** con argón

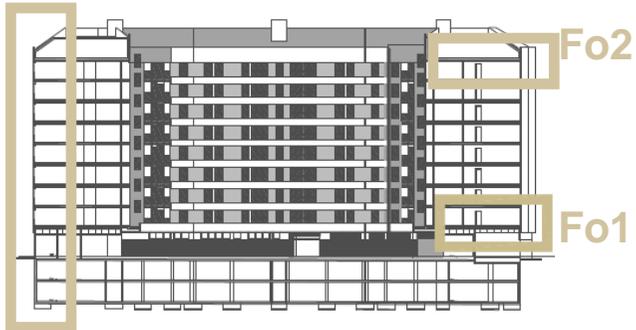


Fabricante: Saint Gobain Glass  
Referencia: 44PLTHU/1655  
Vidrios: Bajo emisivo con cámara de aire rellena de argón.  
8/16/10



# [ Envoltente térmica del edificio ]

F1



Transmitancia (U)  
[W/m<sup>2</sup>K]

CTE HE-1  
Zona D1

Compromiso  
PIME's

Fachada

0,66

0,35

Forjado superior

0,38

0,24

Forjado inferior

0,49

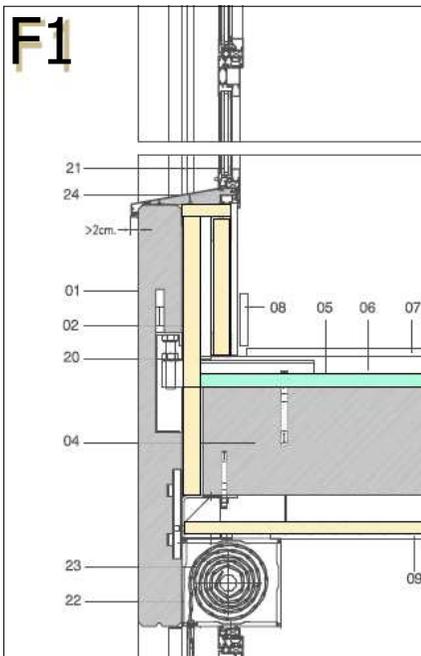
0,30

Ventanas

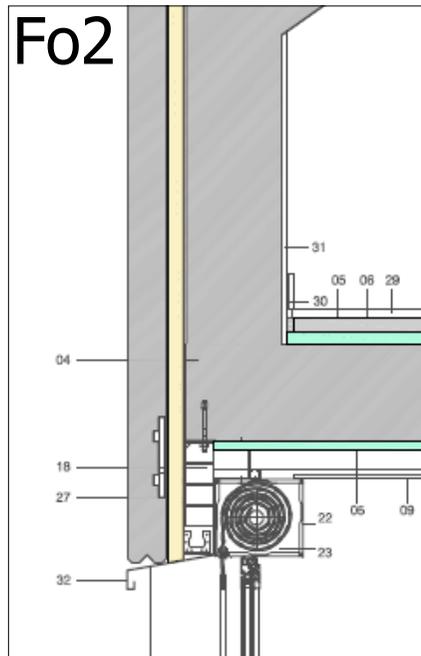
3,50

2,00

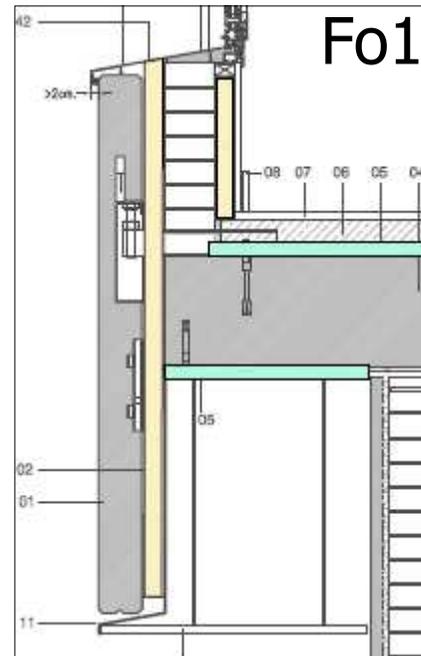
F1



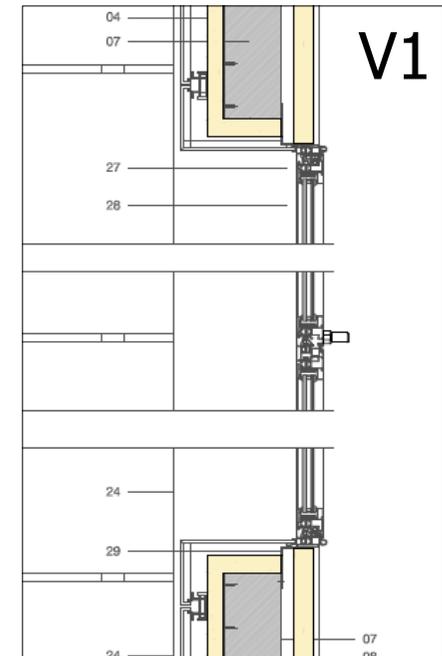
Fo2



Fo1

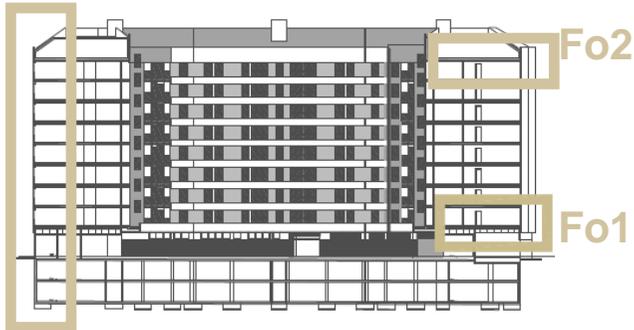


V1



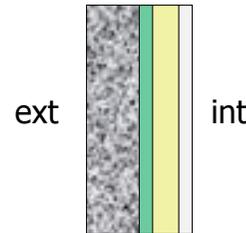
# [ Envoltente térmica del edificio ]

F1



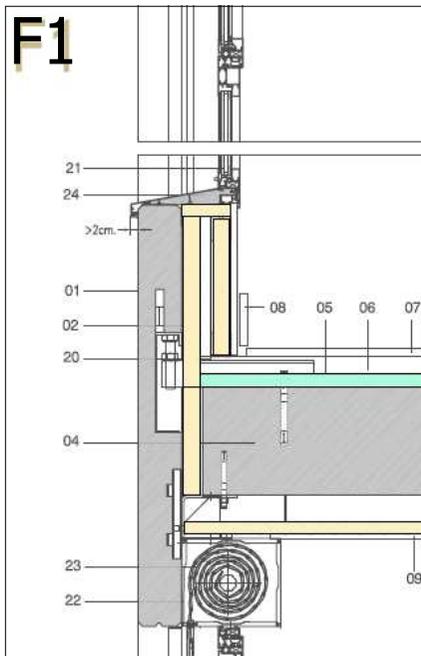
## Fachada F1 (del exterior al interior)

Panel prefabricado de hormigón de 10cm, 4 cm de poliuretano proyectado, 3 cm de cámara de aire, 5 cm de lana de roca y placa de cartón yeso de 1,5 cm



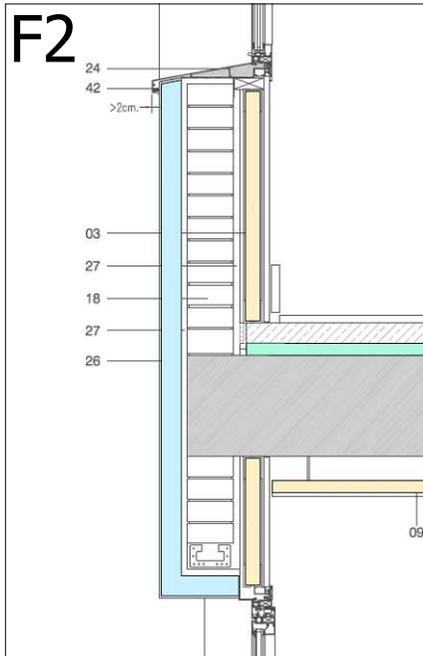
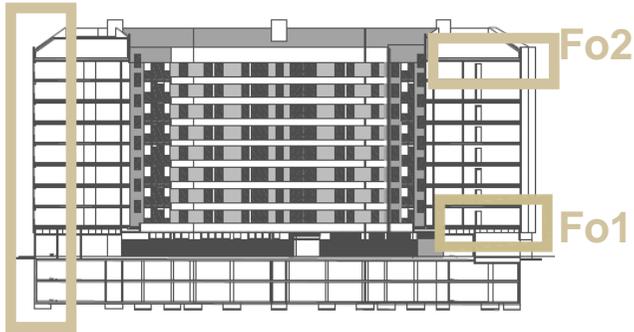
$$R_{in-situ} = 2,84 \pm 0,12 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

$$U = 0,32 \pm 0,01 \text{ [ W/m}^2\text{K]}$$



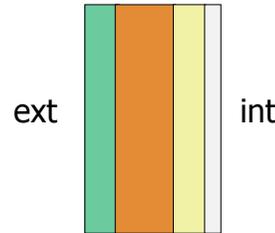
# [ Envoltente térmica del edificio ]

F1



## Fachada F2 (del exterior al interior)

Sistema SATE con placas de 6 cm de poliestireno expandido, enfoscado hidrófugo, 1/2 asta de ladrillo perforado, enfoscado hidrófugo, 5 cm de lana de roca y placa de cartón yeso de 1,5 cm



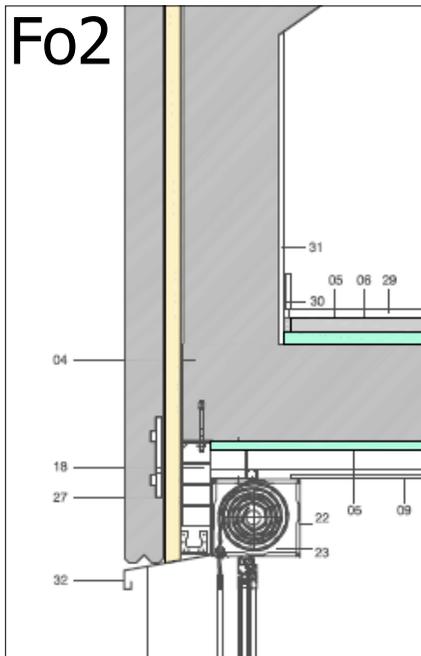
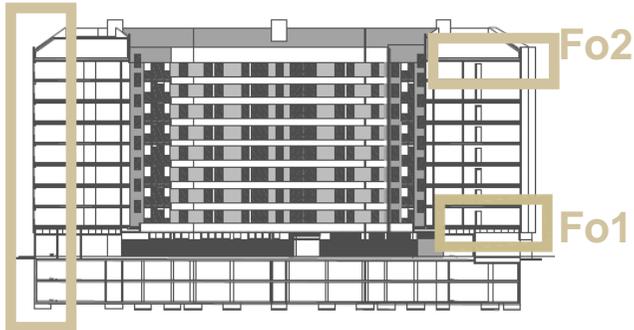
$R_{in-situ} = \text{sin ensayo}$

$U = 0,23 [ W/m^2K ]$



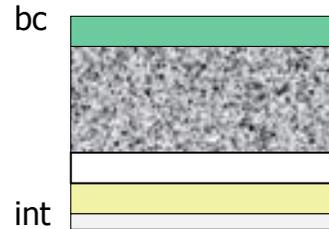
# [ Envoltente térmica del edificio ]

F1



## Forjado superior Fo2 (de arriba hacia abajo)

Revestimiento epoxi, 5 cm de recrecido de mortero, 4 cm de poliuretano proyectado, losa maciza de 25 cm, 3cm de poliuretano, falso techo formada por cámara de aire, 3 cm de lana de roca y placa de catón yeso.



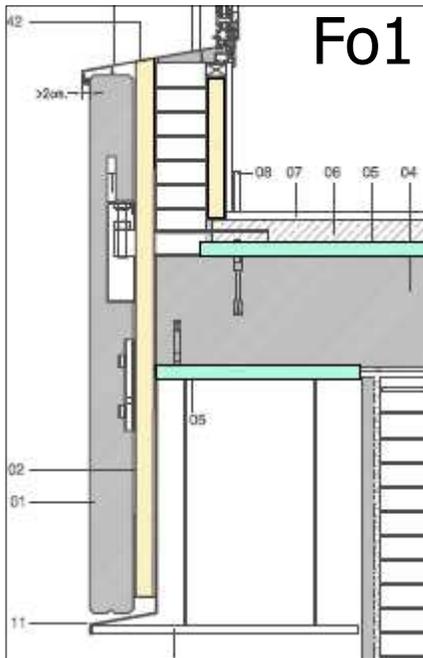
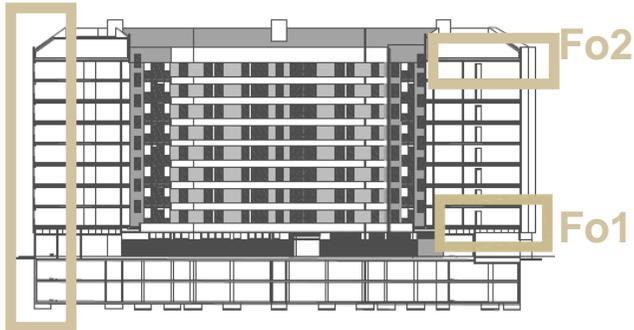
$$R_{in-situ} = 5,21 \pm 0,14 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

$$U = 0,19 \pm 0,01 \text{ [ W/m}^2\text{K]}$$



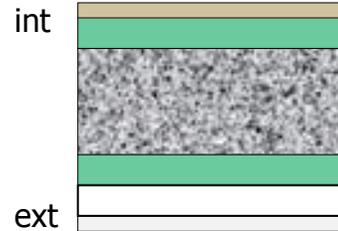
# [ Envoltente térmica del edificio ]

F1



## Forjado inferior Fo1 (de arriba hacia abajo)

Suelo laminado (con 3 mm de espuma), 5 cm de recrecido de mortero, 4 cm de poliuretano proyectado, losa maciza de 23 cm y 4 cm de poliuretano proyectado.



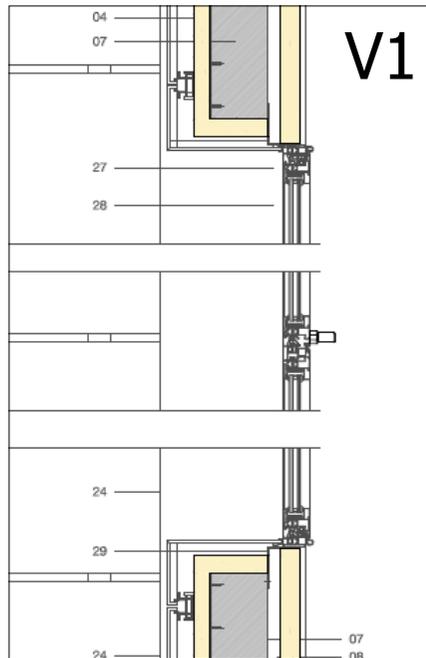
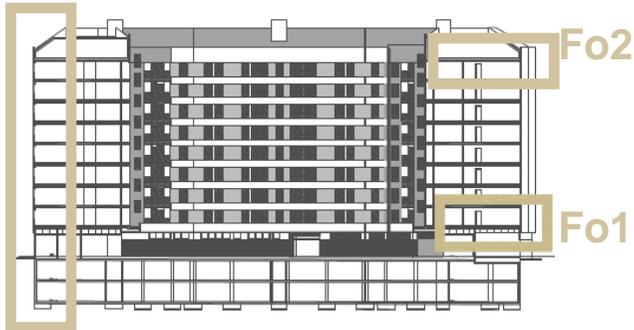
$$R_{in-situ} = 4,26 \pm 0,27 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

$$U = 0,22 \pm 0,02 \text{ [ W/m}^2\text{K]}$$



# [ Envolverte térmica del edificio ]

F1



## Ventana+vidrio

En las siguientes tablas se recogen los valores más importantes de los ensayos:  
ENSAYO SIN CAJON DE PERSIANA

|   |       |
|---|-------|
| $T^*$ ambiente en cámara caliente (°C)                    | 20,09 |
| $T^*$ ambiente en cámara fría (°C)                        | -0,20 |
| $\Delta\theta_c$ diferencia temp. ambiente (°C)           | 20,29 |
| Flujo de calor ( $W/m^2$ )                                | 38,35 |
| $V_i$ Flujo de aire en cámara caliente, descendente (m/s) | 0,01  |
| $V_c$ Flujo de aire en cámara fría, ascendente (m/s)      | 1,49  |
| $R_{w,1}$ ( $m^2 \cdot K / W$ )                           | 0,167 |

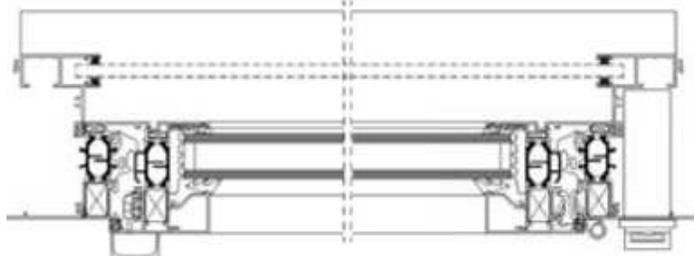
Con los datos obtenidos el valor de la transmitancia térmica total medida del sistema de ventana es:

$$U_m = 1,89 \pm 0,10 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$$

Por lo que el valor de la transmitancia térmica total normalizada, según la expresión [5.2] es:

$$U_w = 1,88 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$$

\* La incertidumbre de las medidas se encuentra dentro del rango fijado por la norma UNE-EN ISO 12567-1:2011.



Fabricante: CARPINTERIA METALICA ALBERDI  
Perfilería: ALUMAFEL TOP 65  
Vidrios: SGG CLIMALIT PLUS:  
Laminar 4+4 Planitherm Ultra (Interior),  
con recubrimiento bajo emisivo  
Cámara de 16 mm con argón  
Laminar 5+5 (Exterior)

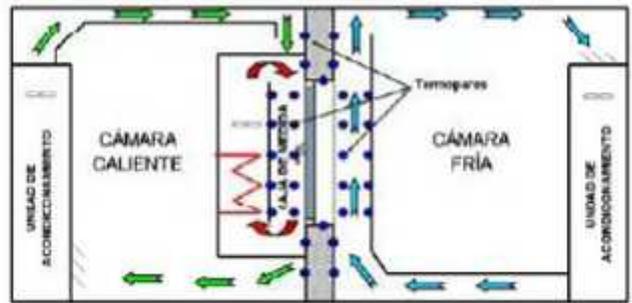
# [ Ensayos en laboratorio y obra ]

Comparativa de transmitancias (U) [W/m<sup>2</sup>.K]:

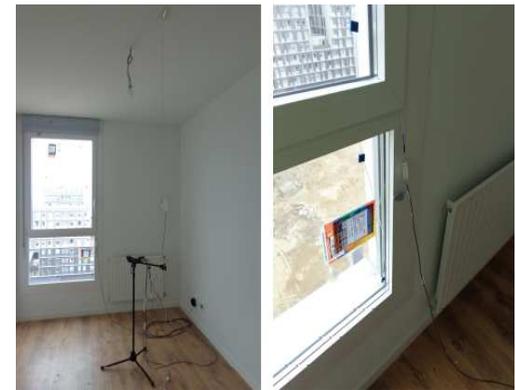
**MÍNIMAS  
DESVIACIONES EN  
OBRA**

|                  | CTE HE-1<br>Zona D1 | Compromiso<br>PIME's | Proyecto<br>ejecución | Real en<br>laboratorio | Real en<br>obra |
|------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------|
| Fachada          | 0,66                | 0,35                 | 0,30                  | 0,30                   | 0,32            |
| Forjado superior | 0,38                | 0,24                 | 0,24                  | 0,18                   | 0,19            |
| Forjado inferior | 0,49                | 0,30                 | 0,29                  | 0,22                   | 0,22            |
| Ventanas         | 3,10                | 2,00                 | 1,90                  | 1,88                   | --              |
| Vidrios          | 2,80                | 2,00                 | 1,80                  | 1,16                   | --              |

Ensayos en LCCE :

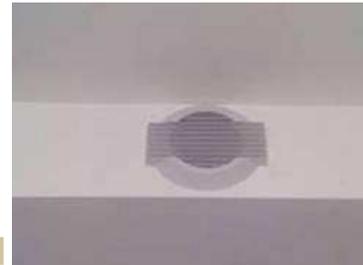
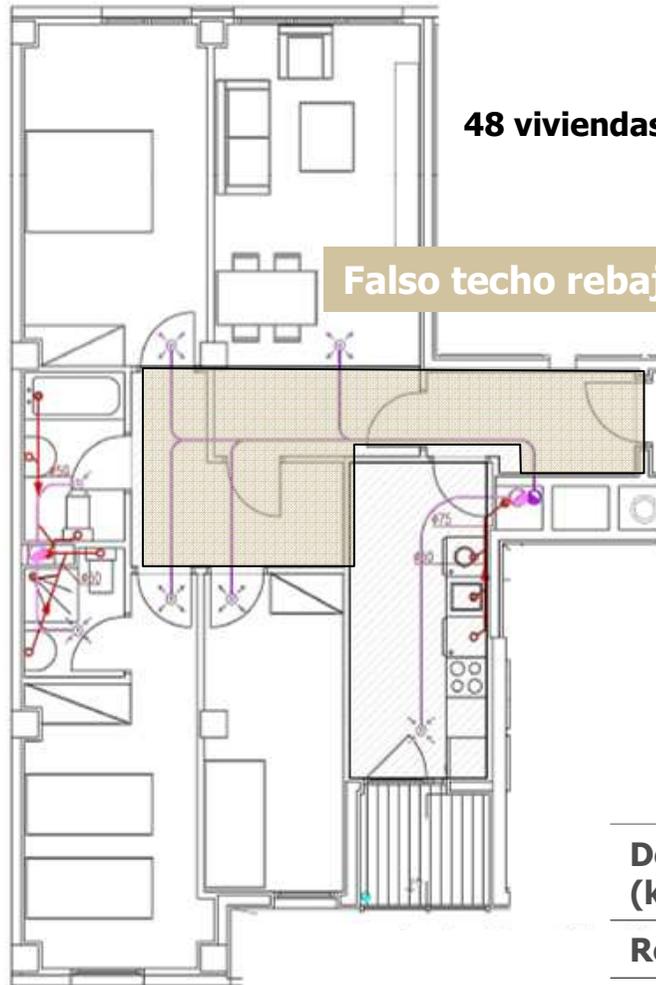


Ensayos en obra :



Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación (Vitoria-Gasteiz)

# [ Ventilación con Recuperador de Calor ]



**Rejillas**



**Recuperadores**

|  | Sin VRC    | Con VRC     | Edificio    |
|--|------------|-------------|-------------|
| <b>Demanda de calefacción (kWh/m<sup>2</sup>año)</b> | <b>46</b>  | <b>15,2</b> | <b>37,3</b> |
| <b>Reducción demanda (vs CTE)</b>                    | <b>44%</b> | <b>69%</b>  | <b>51%</b>  |

[3]

## Sistemas energéticos

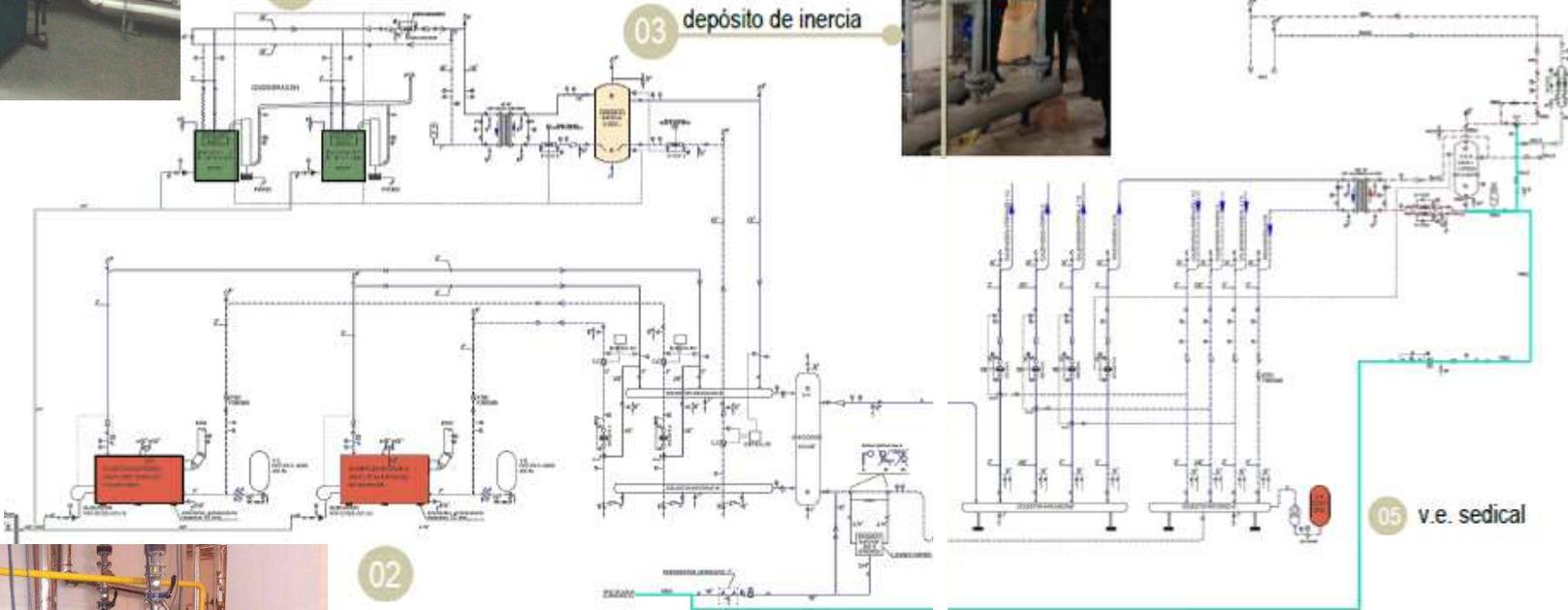
# [Producción de energía térmica]



01 equipos de cogeneración



03 depósito de inercia

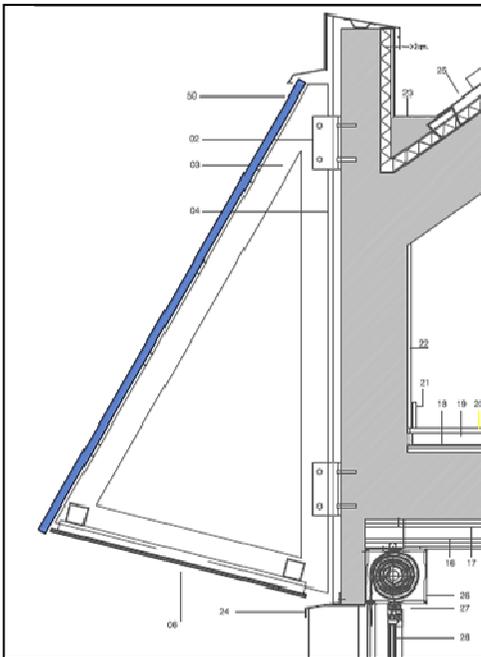


02 Calderas de gas

05 v.e. sedical

|                 | Potencia instalada                                  | Energía generada anual  |
|-----------------|---|---|
| Cogeneración    | 2 x 12,5 kW <sub>t</sub><br>2 x 5,5 kW <sub>e</sub> | 216.810 kWh <sub>t</sub> (89% ACS)<br>88.330 kWh <sub>e</sub> |
| Calderas de gas | 2 x 420 kW <sub>t</sub>                             |   |

# [Fachada Fotovoltaica]



2. Inversores en planta baja

1. Placas en fachada



Fachada fotovoltaica (256 paneles)

Potencia instalada

59 kWp (416 m<sup>2</sup>)

Energía generada anual

55.900 kWh

[4]

En construcción

# [Desarrollo de la obra]

2011

sept. 2011 Acta de replanteo



2012



2013



2014

feb. 2014 fin de obra

[5]

## Resultados energéticos

# [Certificación de Eficiencia Energética]

con VRC (48 viviendas):

A

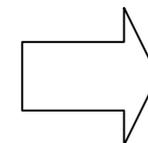
|   |        |
|---|--------|
| Consumo energético final anual [kWh/año]                      | 63.921 |
| Emisiones de CO <sub>2</sub> anuales [kgCO <sub>2</sub> /año] | 10.690 |

|  |       |
|--|-------|
| Consumo energético final anual [kWh/m <sup>2</sup> año]                      | 17,46 |
| Emisiones de CO <sub>2</sub> anuales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año] | 2,92  |

**Ahorro de energía frente a normativa**  
**Ahorro económico para el usuario en calefacción + ACS:**

80%

64%



67%

sin VRC (123 viviendas):

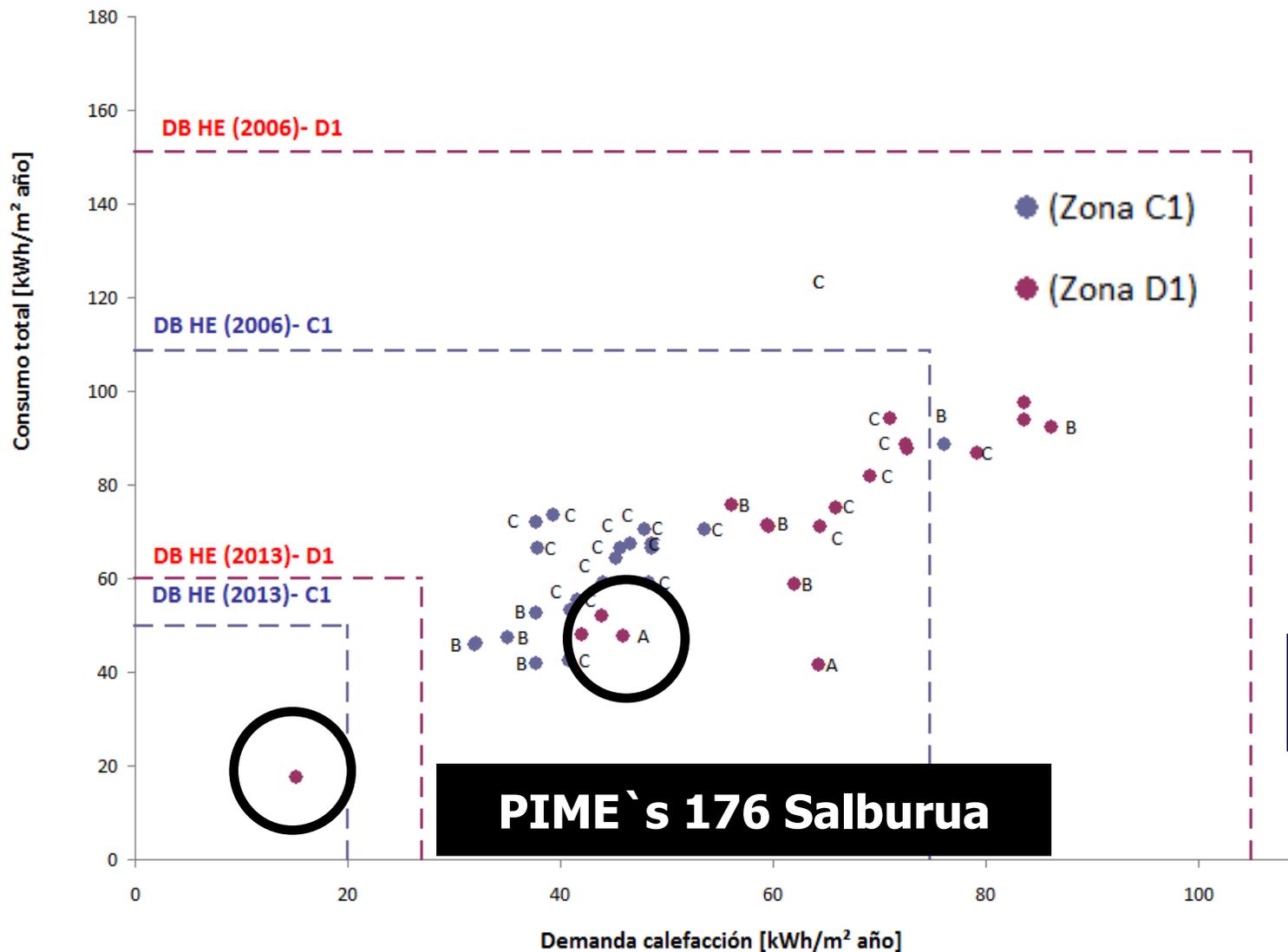
A

|   |         |
|---|---------|
| Consumo energético final anual [kWh/año]                      | 448.802 |
| Emisiones de CO <sub>2</sub> anuales [kgCO <sub>2</sub> /año] | 84.807  |

|  |       |
|--|-------|
| Consumo energético final anual [kWh/m <sup>2</sup> año]                      | 47,84 |
| Emisiones de CO <sub>2</sub> anuales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año] | 9,04  |



# [Comparativa con otras promociones]



Muestra para el análisis:

# 38

promociones de viviendas de la CAV

Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación. Vitoria-Gasteiz

[6]

## Resultados económicos

# [Estudio de costes finales]

## Costes de la obra:

**SIMILAR A ESTÁNDAR VISESA**

|  |              |
|--|--------------|
| Coste final de obra (PEC)              | 11.837.175 € |
| Coste final de obra por vivienda (PEC) | 67.257 €     |

## PIME's vs CTE:

|   |              |
|---|--------------|
| Mejora de la envolvente                           | 0,39%        |
| Mejora en ventanas+vidrios                        | 1,24%        |
| Mejora en el sistema de ventilación (27% con VRC) | 0,88%        |
| <b>TOTAL</b>                                      | <b>2,51%</b> |

**2,51% INVERSIÓN → 51% REDUCCIÓN DEMANDA**

## Otras inversiones:

|   |       |
|---|-------|
| Sistema de cogeneración (89% de la demanda ACS) | 0,43% |
| Fachada fotovoltaica                            | 2,44% |

**67% AHORRO DE ENERGÍA**  
**73% AHORRO DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub>**

[7]

## Conclusiones

# [ Proyecto PIME's ]

## metodología:

En colaboración con otras empresas, desarrollo de medidas innovadoras eficientes e implementación en un **caso real piloto**, que sirva para extraer conclusiones.

## aplicación:

El proyecto PIME's ha servido para realizar una selección de medidas eficaces y rentables a implementar de cara a conseguir edificios con alta eficiencia energética y elevados niveles de bienestar para sus usuarios y para su bolsillo => inclusión en los **criterios de diseño de Visesa para futuras**

### promociones:

- **Limitación del aislamiento** en los cerramientos:

|                  | Transmitancia (U) [W/m <sup>2</sup> K] |
|------------------|--|
| Envolvente opaca | 0,25-0,3 (9-10 cm aprox)               |
| Ventanas         | 1,6 (equilibrio marco-vidrios)         |

- Es clave el **sistema de ventilación** => doble flujo con recuperación de calor, regulación por CO<sub>2</sub> ...
- Reto: **estanqueidad de las viviendas** => necesidad de adaptación del sector de la construcción
- **Incorporación de renovables** => dependiente de la gran inestabilidad normativa (RD 1/2012, 413/2014)

# [ Proyecto PIME's ]

En conclusión, es posible construir viviendas **eficientes energéticamente** (cumpliendo las exigencias europeas para 2020) con un **coste similar** al de las viviendas sociales que promueve actualmente Visesa y consiguiendo **ahorros del 70% para sus futuros usuarios/as**

**LA GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN ORIENTADA AL BENEFICIO DE LAS PERSONAS**



Mila esker - Gracias