

**JORNADA EDIFICIOS DE CONSUMO CASI NULO (ECCN)**

Agrupación Empresarial Innovadora Construcción Eficiente (AEICE)

# Monitorización de edificios ¿Cómo y por qué?

**Juan María Hidalgo**

Investigador UPV/EHU, Grupo ENEDI

Laboratorio Control de Calidad de la Edificación de la  
Dirección de Vivienda y Arquitectura (Gobierno Vasco)



Valladolid, 4 de julio de 2017



# CONTENIDOS

1. ¿QUIENES SOMOS?

2. ¿POR QUÉ MONITORIZAR?

3. ¿CÓMO MONITORIZAR?

4. CASO DE ESTUDIO:  
32 VIVIENDAS EECN PORTUGALETE



# 1. ¿QUIENES SOMOS?

# 1. ¿Quiénes somos?

## Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación, Gobierno Vasco

**EUSKO JAURLARITZA**  **GOBIERNO VASCO**

**INGURUMEN, LURRALDE PLANGINTZA ETA ETXEBIZITZA SAILA**  
 Etxebizitza Sailburuordetza  
 Etxebizitza eta Arkitektura Zuzendaritza  
 ETXEGINTZAREN KALITATEA KONTROLATZEKO LABORATEGIA

**DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE, PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y VIVIENDA**  
 Viceconsejería de Vivienda  
 Dirección de Vivienda y Arquitectura  
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD EN LA EDIFICACIÓN

eman ta zabal zazu



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

Área de Mecánica

Área Acústica

Área Térmica

Un equipo de trabajo formado por profesionales de la Universidad del País Vasco **UPV/EHU** en las áreas de Ingeniería y Arquitectura, con la misión de promover la eficiencia energética en la edificación a través de los servicios y recursos disponibles en el Área Térmica del LCCE del Gobierno Vasco.

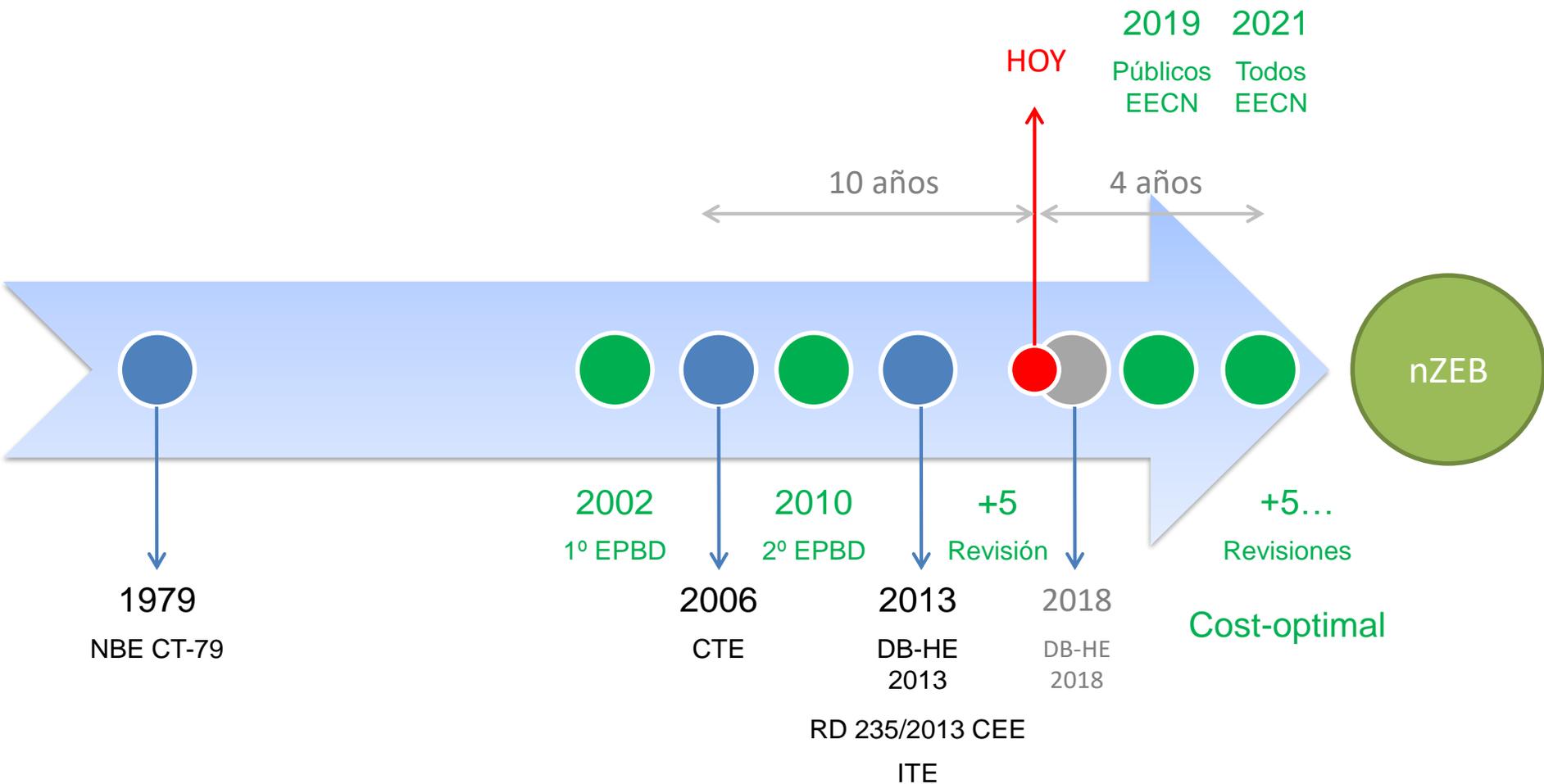
Aspectos térmicos y energéticos de los edificios





## 2. ¿Por qué monitorizar?

# Nos queda mucho por aprender



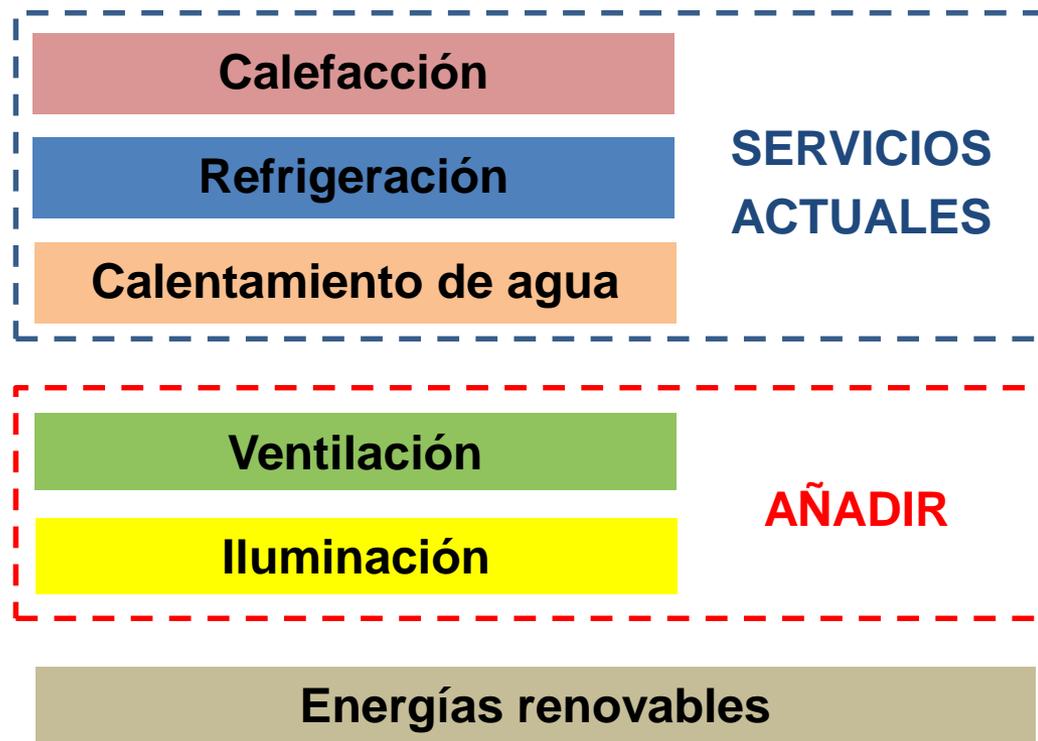
## El objetivo nZEB nos va a obligar a medir

- 2) «edificio de consumo de energía casi nulo»: edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto, que se determinará de conformidad con el anexo I. La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida *in situ* o en el entorno;

## El objetivo nZEB nos va a obligar a medir... MÁS

Los Certificados de Eficiencia Energética actuales van a cambiar.

Hasta ahora se incluyen estos servicios:



Propuesta modificación Directiva 31/2010 y recomendación CE 2016/1318

## El objetivo nZEB nos va a obligar a medir... MÁS EN DETALLE

2.8.2016

ES

Diario Oficial de la Unión Europea

L 208/55

### Zona oceánica:

- Oficinas: 40-55 kWh/(m<sup>2</sup>/año) de energía primaria neta, con, normalmente, un uso de energía primaria de 85-100 kWh/(m<sup>2</sup>/año) cubierto por 45 kWh/(m<sup>2</sup>/año) procedentes de fuentes renovables *in situ*.
- Vivienda unifamiliar nueva: 15-30 kWh/(m<sup>2</sup>/año) de energía primaria neta, con, normalmente, un uso de energía primaria de 50-65 kWh/(m<sup>2</sup>/año) cubierto por 35 kWh/(m<sup>2</sup>/año) procedentes de fuentes renovables *in situ*.

### Zona continental:

- Oficinas: 40-55 kWh/(m<sup>2</sup>/año) de energía primaria neta, con, normalmente, un uso de energía primaria de 85-100 kWh/(m<sup>2</sup>/año) cubierto por 45 kWh/(m<sup>2</sup>/año) procedentes de fuentes renovables *in situ*.
- Vivienda unifamiliar nueva: 20-40 kWh/(m<sup>2</sup>/año) de energía primaria neta, con, normalmente, un uso de energía primaria de 50-70 kWh/(m<sup>2</sup>/año) cubierto por 30 kWh/(m<sup>2</sup>/año) procedentes de fuentes renovables *in situ*.

### Zona mediterránea:

- Oficinas: 20-30 kWh/(m<sup>2</sup>/año) de energía primaria neta, con, normalmente, un uso de energía primaria de 80-90 kWh/(m<sup>2</sup>/año) cubierto por 60 kWh/(m<sup>2</sup>/año) procedentes de fuentes renovables *in situ*.
- Vivienda unifamiliar nueva: 0-15 kWh/(m<sup>2</sup>/año) de energía primaria neta, con, normalmente, un uso de energía primaria de 50-65 kWh/(m<sup>2</sup>/año) cubierto por 50 kWh/(m<sup>2</sup>/año) procedentes de fuentes renovables *in situ*.

Recomendación CE 2016/1318

## El objetivo nZEB nos va a obligar a medir... MÁS EN DETALLE

Valores en Energía Primaria (kWh/m<sup>2</sup>)

Zona	Uso edificio	EP total	renovables	EP no renovable
Mediterránea	Oficinas	80-90	60	20 - 30
	Unifamiliar	50 - 65	50	0 - 15
Oceánica	Oficinas	85 - 100	45	40 - 55
	Unifamiliar	50 - 65	35	15 - 30
Continental	Oficinas	85 - 100	45	40 - 55
	Unifamiliar	50 - 70	30	20 - 40

Recomendación CE 2016/1318



# 3. ¿Cómo monitorizar?

## Pasos básicos ANTES de monitorizar

Etapas básicas basadas en nuestra experiencia:

### Identificar los objetivos

Conocer el presupuesto disponible

Analizar las prioridades y alcance de la monitorización

**CONOCER LAS  
NECESIDADES**

Proponer los grados de monitorización (según prioridades)

Concretar parámetros y ubicaciones de medida

Adecuar la instrumentación de medida y comunicación

Redactar los alcances, proyectos y presupuestos (alternativas)

**DEFINIR LAS  
PROPUESTAS**

Revisar las alternativas

Considerar todos los costes (inicial, mantenimiento y futuro)

**FEEDBACK  
Y REVISIÓN**

## Consideraciones para monitorizar

- ✓ **Cada caso puede ser distinto:** Considerar alternativas.
- ✓ Incorporar los **puntos de medida del RITE** como base para la monitorización.  
Ejemplos:
  - ✓ ACS: consumos, pérdidas por acumulación y distribución.
  - ✓ Electricidad: consumo de zonas comunes, separando por plantas y/o servicios
  - ✓ Calor y frío: medir los consumos en relación a las condiciones interiores finales (confort)
- ✓ Utilizar **sistemas de monitorización estables** y sencillos de mantener.
- ✓ **Priorizar** el control de los sistemas que más contribuyan a la Calificación Energética
- ✓ **Controlar la calidad de la construcción** durante todo el proceso de construcción
- ✓ Aprovechar la capacidad de la monitorización para **implicar a todos los agentes**

## Problemas frecuentes en monitorización

- ✓ Hacer un **diagnóstico general** de todos los equipos justo tras su montaje.
- ✓ Disponer de un **plano de ubicación** de todos los equipos (final de obra).
- ✓ Actualizar la **tabla de instrumentación** con detalles de todos los equipos.
- ✓ Comprobar in-situ los **alcances de la comunicación inalámbrica**.
- ✓ Cuidar la **accesibilidad de los puntos de medida**, prevenir la futura reposición.
- ✓ Los **sistemas autoarrancables** reducen la cantidad de visitas.



## 4. Caso de estudio: 32 viviendas EECN Portugalete

## 4.1. INFORMACIÓN SOBRE EL EDIFICIO

- Descripción del edificio
- Propiedades innovadoras del edificio
  - Fachadas activas
  - Energías Renovables
  - Instalaciones térmicas
- Herramienta de control

## DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO



## DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

5 pisos  
2 viviendas por piso

3 edificios adyacentes



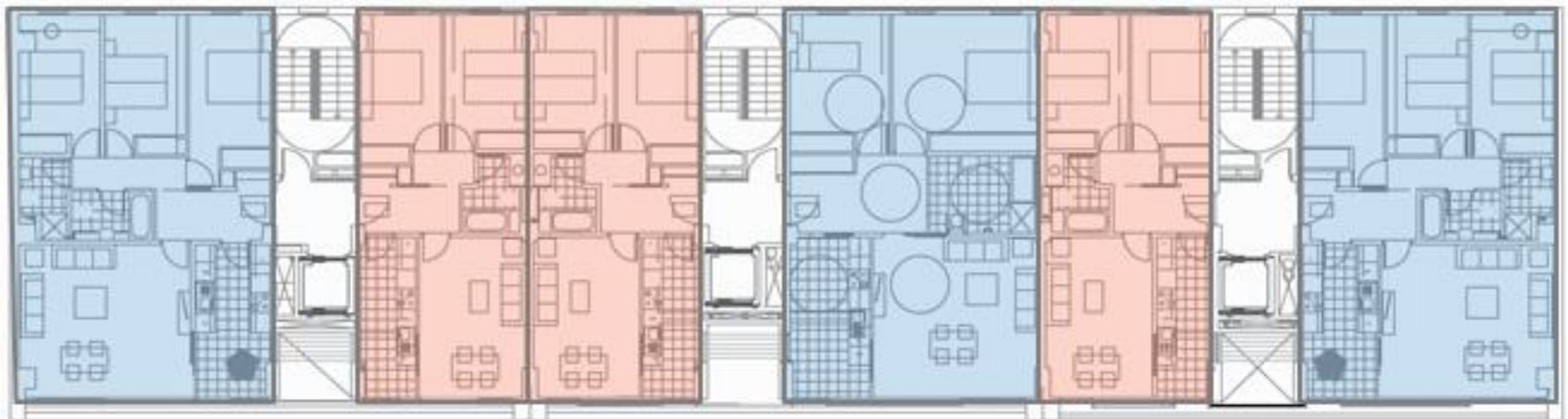
2 viviendas adaptadas

Pendiente  $\approx$   
10%

2 plantas subterráneas parking

## DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

VIVIENDAS		
TAMAÑO	CANTIDAD	SUPERF. [m <sup>2</sup> ]
2 habitaciones	16	57,42
3 habitaciones	14	86,24
2 habitaciones adaptadas	2	88,39
<b>TOTAL</b>	<b>32</b>	<b>2302,86</b>



 2 habitaciones

 3 habitaciones

## DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

**Fachada tradicional**  
Recuperador calor  
32 PV paneles

**Solar Wall + Bomba Calor**  
Recuperador calor  
28 PV panels

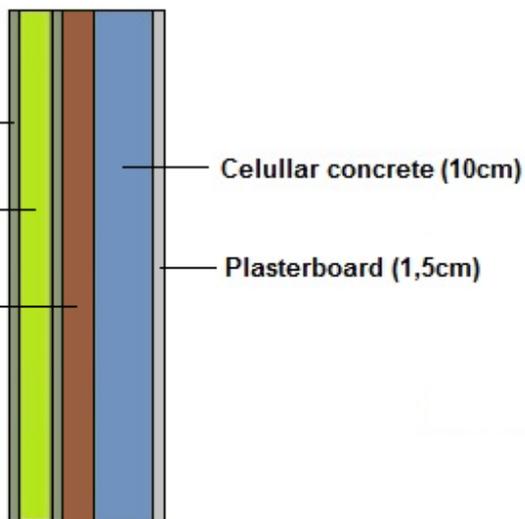
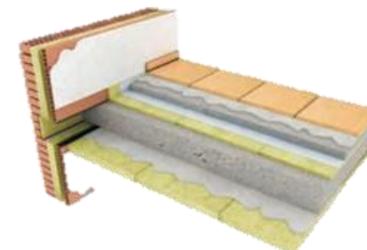
**Trombe Wall + Recuperador calor**  
28 PV panels



## DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

### Materiales Construcción– Envoltente

- Fachadas sur: **SOLUCIONES ACTIVAS**
- Resto orientaciones: **SOLUCIÓN CONVENCIONAL**
- Cubierta: **8 cm Polyestireno extruido (XPS)**
- Ventanas: **6/12/4 + Bajo Emisivo**



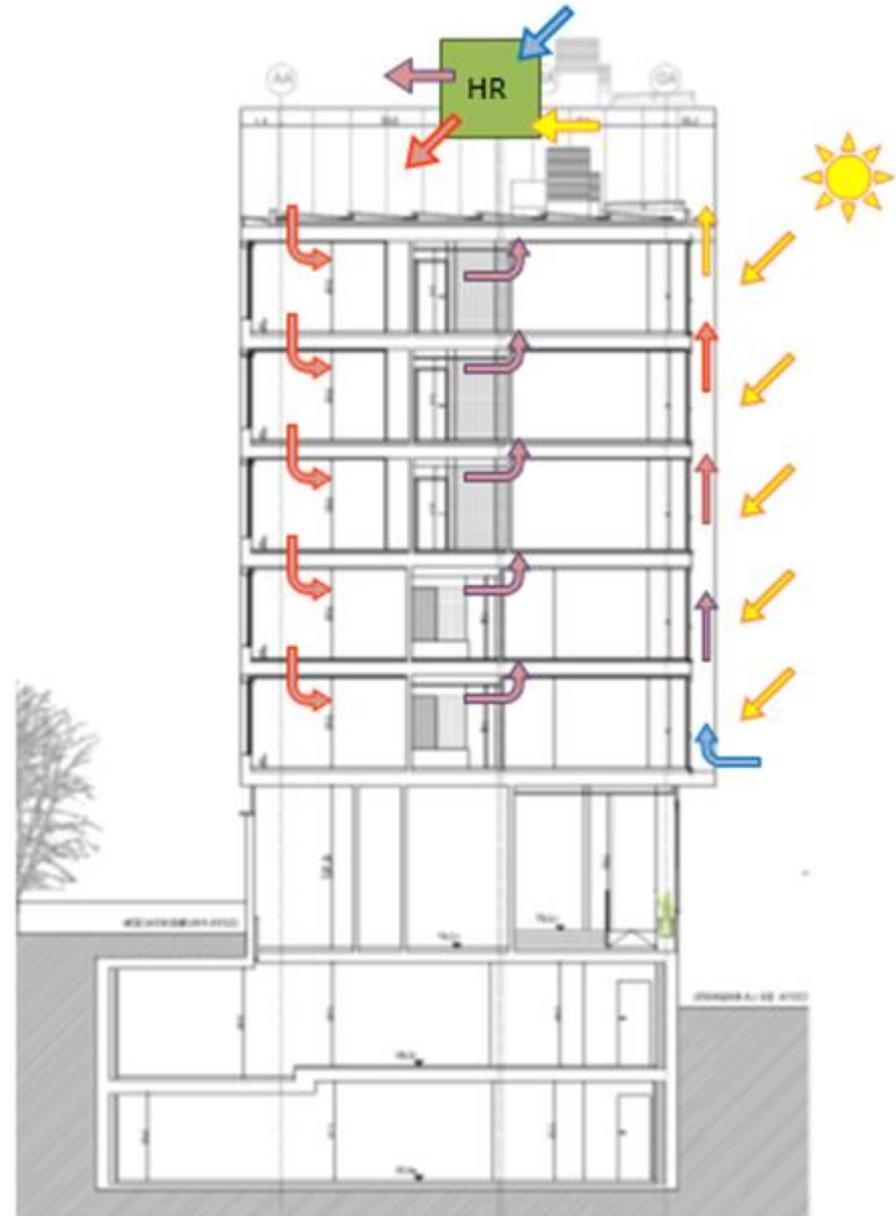
Solución convencional

### Propiedades térmicas

Elemento	Transmitancia térmica [W/m <sup>2</sup> k]
Opaco	0,26
Ventanas	2,20
Cubierta	0,30

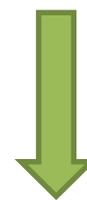
## PROPIEDADES INNOVADORAS

FACHADA ACTIVA → MURO TROMBE  
SISTEMA RECUPERADOR CALOR



## PROPIEDADES INNOVADORAS

FACHADA ACTIVA → MURO TROMBE  
SISTEMA RECUPERADOR CALOR

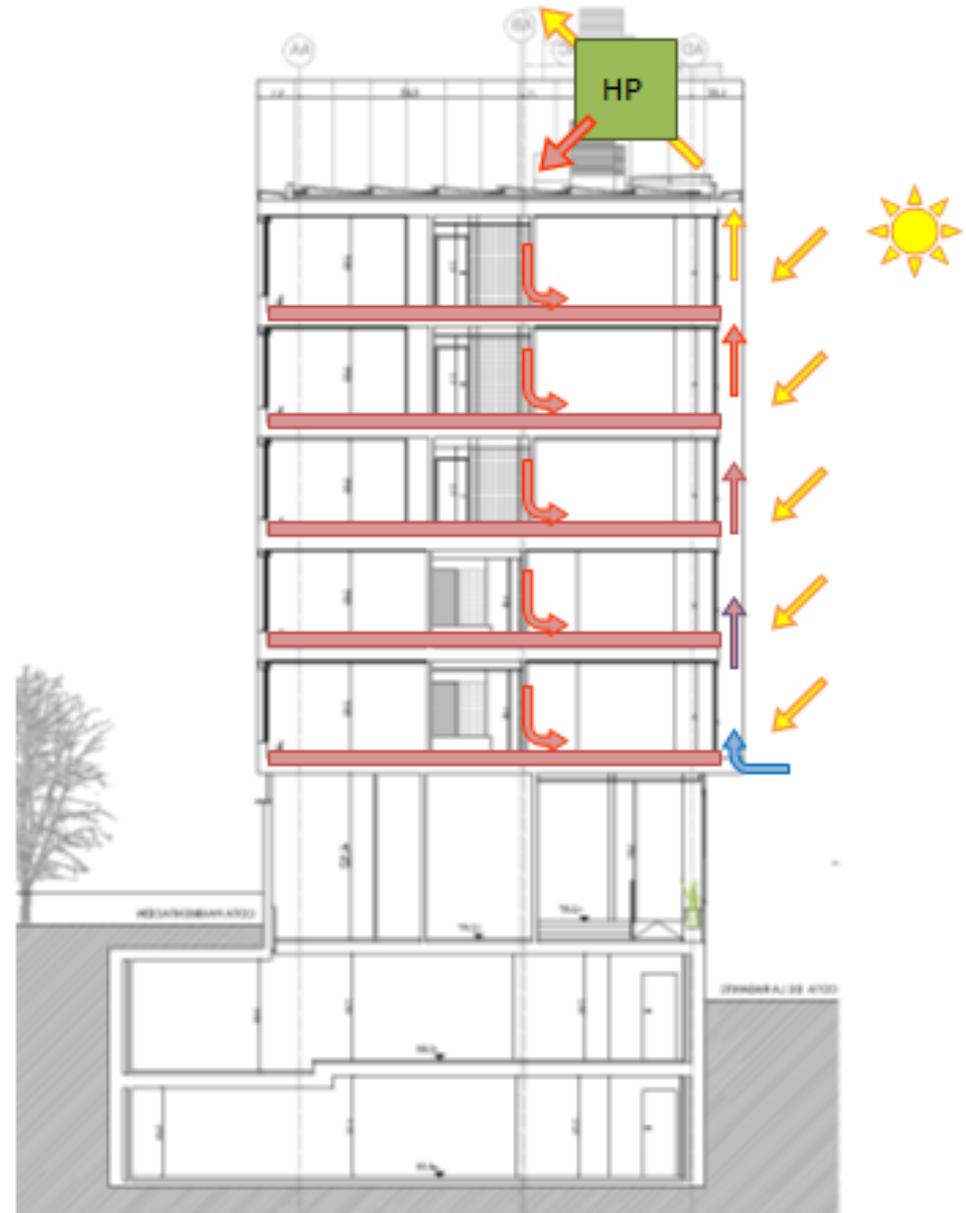


MODEL: DFE + 2000 G4 (885209)	
Nominal airflow	2000 m <sup>3</sup> /h
Nominal efficiency	90 %
Supply	1 x 230 W



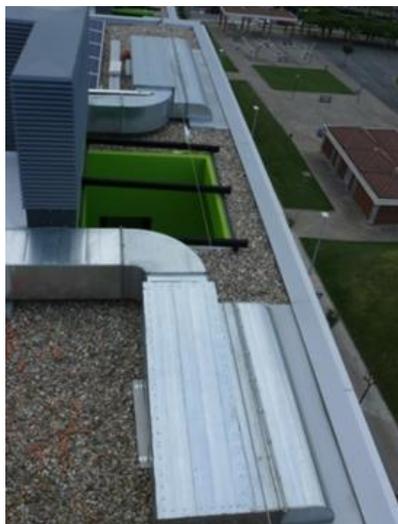
## PROPIEDADES INNOVADORAS

FACHADA ACTIVA → SOLAR WALL  
SISTEMA CALEFACCIÓN



## PROPIEDADES INNOVADORAS

FACHADA ACTIVA → SOLAR WALL  
SISTEMA CALEFACCIÓN



MODEL: CAHV-P500YA-HPB

Power	45. kW
Electrical consumption	12,5 kW
COP	3,49
Outlet water	+25/+70 °C
Exterior air	-20/+40 °C
Air flow	7.5-15 m <sup>3</sup> /h

## ENERGÍAS RENOVABLES

88 PV PANELS

22,4 KW instalados

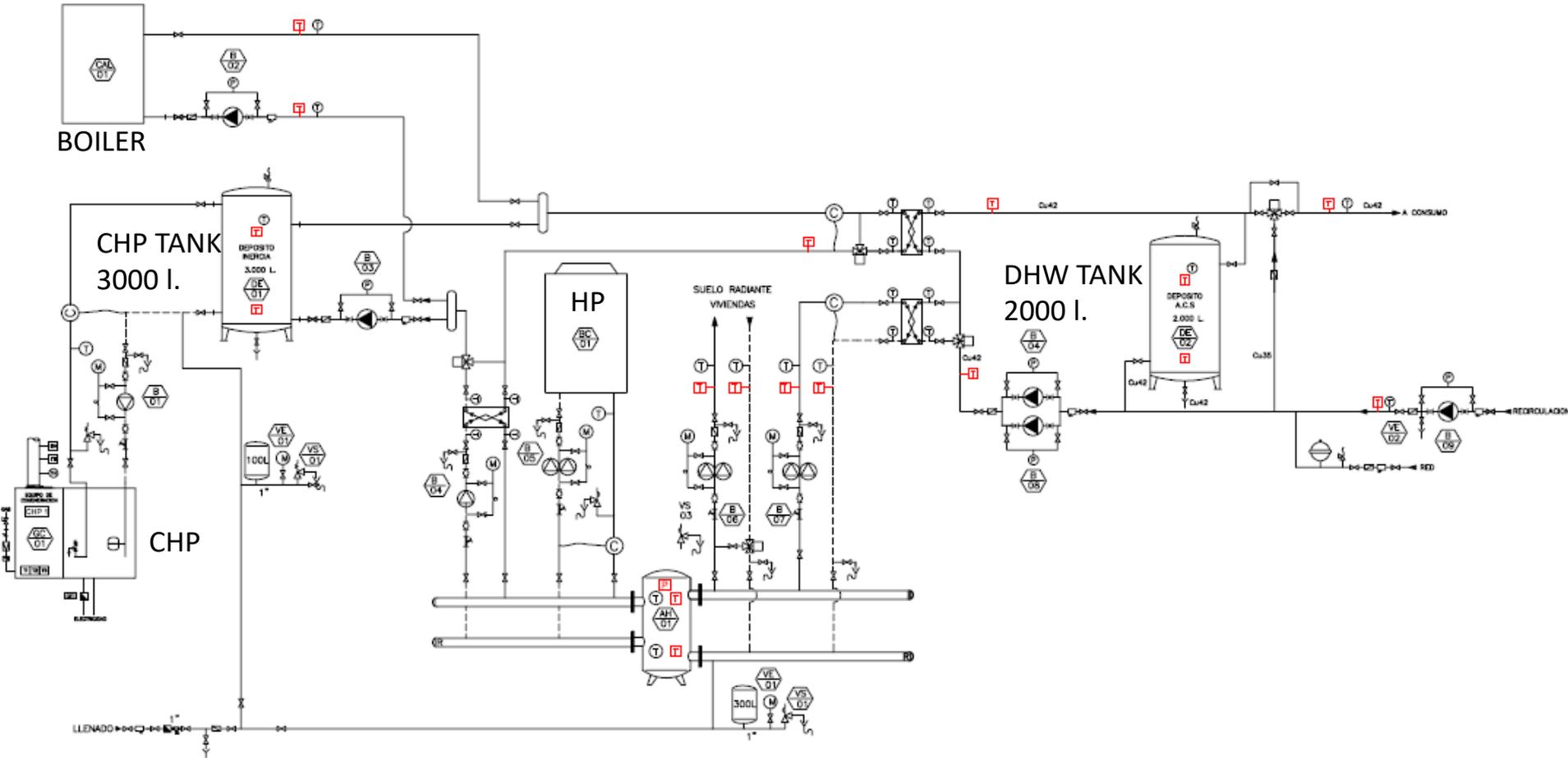
ALIMENTAR BOMBA CALOR



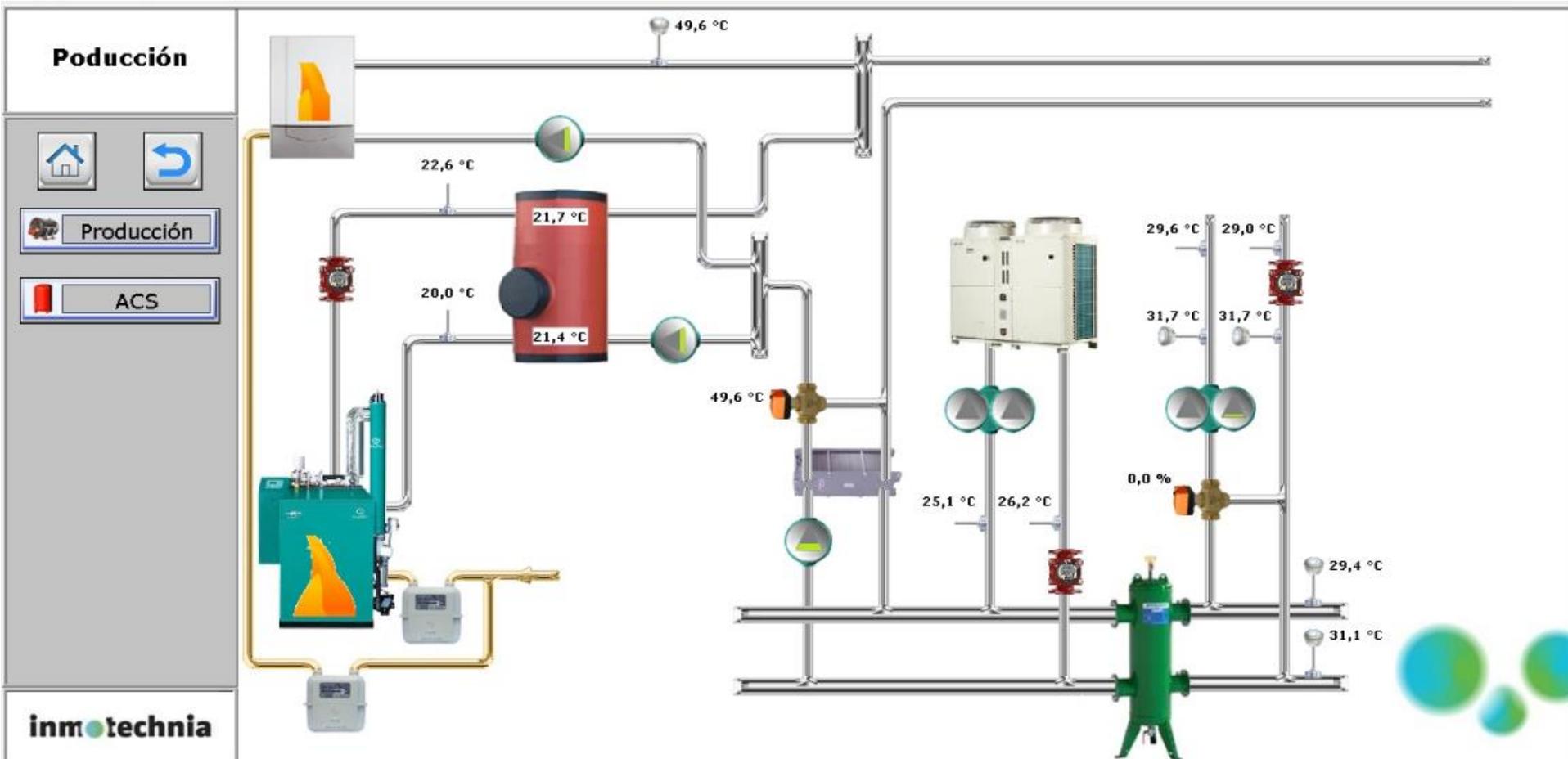
### MODEL: ELIFRANCE EL60255

ELECTRICAL DATA AT STC	
Maximum Power (Pmax)	255 Wp
Voltage at Maximum Power (Vmpp)	30,58 V
Current at Maximum Power (Impp)	8,34 A
Open Circuit Voltage (Voc)	38,14 V
Short Circuit Voltage (Isc)	8,89 V
Panel Efficiency	15,42 %

# INSTALACIONES TÉRMICAS



# INSTALACIONES TÉRMICAS - HERRAMIENTA DE CONTROL



## INSTALACIONES TÉRMICAS

### Caldera condensación



#### MODEL: BIOS PLUS 110F

Rated heat output	102 kW
Electricity consumption	320 W
Weight	320 kg

### Cogeneración (CHP)



#### MODEL: DACHS 5.5

Electricity power	5,5 kW
Thermal power	14,8 kW
Gas consumption	2,1 m3/h
Dimensions (W x L x H)	72 x107 x 100 cm

## INSTALACIONES TÉRMICAS

### Acumulación



### Otros elementos



## 4.2 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

- Estrategia monitorización
  - Viviendas
  - Condiciones exteriores
  - Equipos
- Herramienta de control
- Concepto “*Free energy*”
- Información al usuario

## ESTRATEGIA MONITORIZACIÓN

### VIVIENDAS

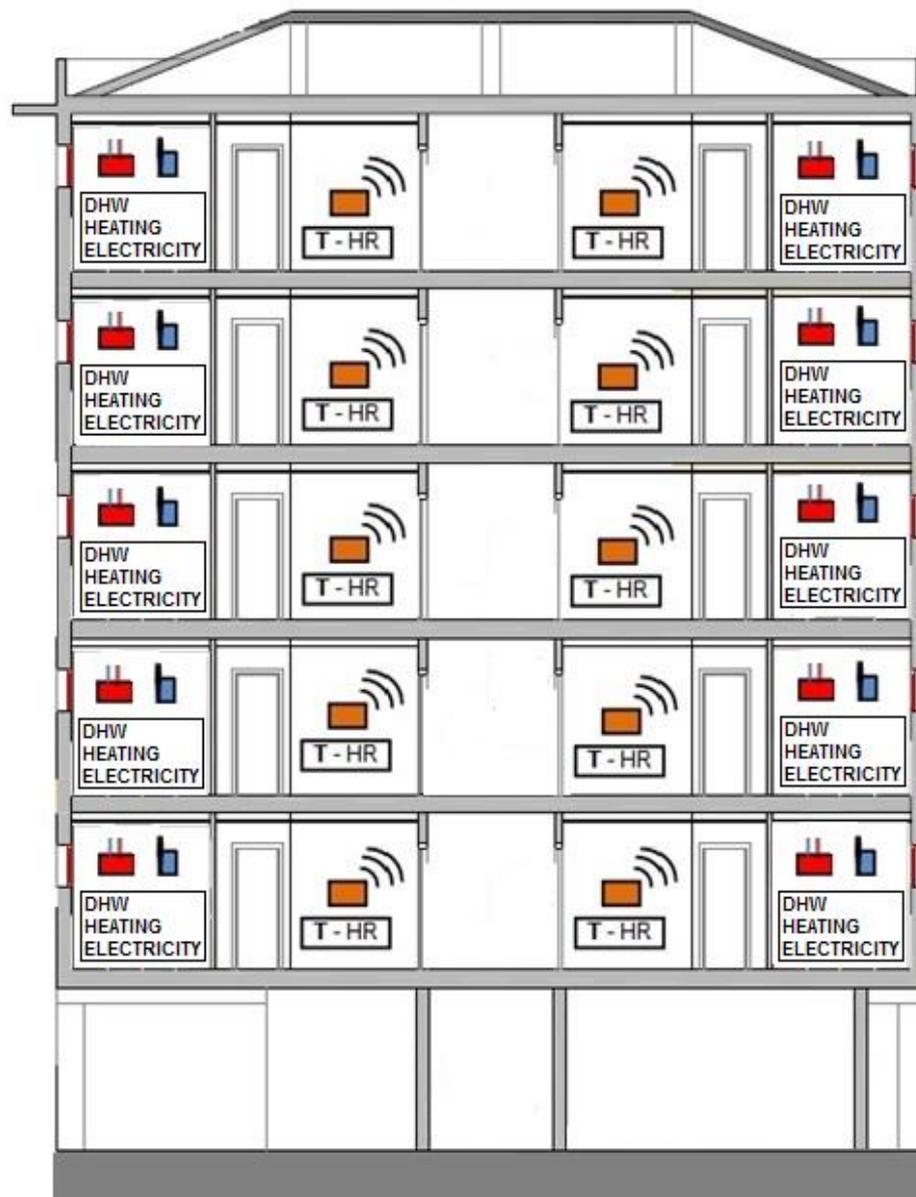
Temperatura interior

Humedad Relativa

Calefacción

ACS

Electricidad



## ESTRATEGIA MONITORIZACIÓN

### VIVIENDAS

Temperatura interior

Humedad relativa

#### MODEL: EE10 Room Transmitter

##### Humedad relativa

Humidity sensor	HC103
Working range	0 - 95% r.H.
Accuracy at 20°C	±2% r.H.

##### Temperatura

Type of sensor	Pt 100 DIN A
Accuracy at 20°C	±0,25 °C



## ESTRATEGIA MONITORIZACIÓN

### VIVIENDAS

Calefacción

ACS

#### MODEL: ALB

Accuracy	HC103
Temperatures Working range	5 – 150 °C
Battery life	6 – 10 years
Type of sensor	Pt 500
Max. lectures per day	24



## ESTRATEGIA MONITORIZACIÓN

Viviendas

Electricidad



## ESTRATEGIA MONITORIZACIÓN

### CONDICIONES EXTERIORES



**Temperatura & Humedad**

**Dirección & velocidad viento**



**SAF25 – Sensor solar**

## ESTRATEGIA MONITORIZACIÓN

### EQUIPOS

### PARÁMETROS MEDIDOS

#### Caldera condensación

- **Tª impulsión**
- **Tª retorno**
- **Caudal**
- **Consumo Gas**



#### CHP

- **Calor producido**
- **Electricidad producida**
- **Consumo Gas**



#### Bomba calor

- **Calor producido**
- **Consumo eléctrico**



## ESTRATEGIA MONITORIZACIÓN

### CONDUCTOS



# ESTRATEGIA MONITORIZACIÓN

## TEMPERATURAS



SPECIFICATIONS	
Sensing element	:Thermistor 10 kΩ at 25 °C
Thermistor accuracy	
-10 °C to +40 °C	:±0.43 °C (14 °F to +104 °F, ±0.77 °F)
-30 °C to +50 °C	:±0.59 °C (-22 °F to +122 °F, ±1.06 °F)
-30 °C to +100 °C	:±1.11 °C (-22 °F to +212 °F, ±2.0 °F)
-30 °C to +110 °C	:±1.28 °C (-22 °F to +230 °F, ±2.30 °F)
Ambient limits	
box	:-40 °C to +50 °C (-40 °F to +122 °F)
/TC probe	:-40 °C to +100 °C (-40 °F to +212 °F)
/TI probe	:-40 °C to +110 °C (-40 °F to +230 °F)
Humidity	:0 to 95 %RH
Measurement ranges	
/TO	:-30 °C to +50 °C (-22 °F to +122 °F)
/TC	:-30 °C to +100 °C (-22 °F to +212 °F)
/TI	:-30 °C to +110 °C (-22 °F to +230 °F)
Cable entry	:M20 conduit with M16 cable gland
Connections	:1 part screw terminals for 0.5 to 2.5 mm <sup>2</sup> cross section (20 to 14 AWG) cable :Pressure tested to 7 bar
Pockets	
Dimensions	
/TC	:57 mm (2.24") x 117 mm (4.61") max diameter, cable 2 m (6'6")
/TO	:57 mm (2.24") x 102 mm (4.02") max diameter
/TI	:(box)57 mm (2.24") x 105 mm (4.13"), /S probe 150 mm (5.91") x 6 mm (0.24") /L probe 400 mm (15.75") x 6 mm (0.24")
Material	
Enclosure	:Impact resistant ABS
/TI, /TO probes	:Brass
/TC probe	:Plated copper
POC/SS/6	:pocket, 316 stainless steel/silver solder
POC/B/6	:pocket, brass/silver solder
Environmental Protection:	IP67 (NEMA6)



## ESTRATEGIA MONITORIZACIÓN

### CONTROL BOX



Easy10-FC-20



IQ4NC

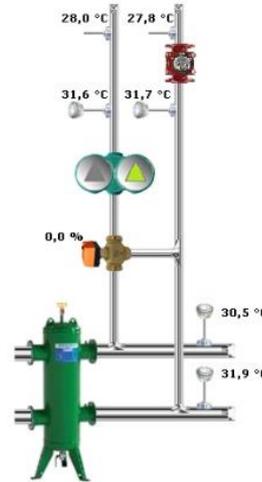


TONN 6



# HERRAMIENTA CONTROL

**Calefacción**



Portal 1	Temperatura	Humedad	Termostato
Bajo	22,1 °C	57,3 %RH	Sin Demanda
1ºA	21,6 °C	60,7 %RH	Con Demanda
1ºB	21,8 °C	58,2 %RH	Sin Demanda
2ºA	22,3 °C	59,6 %RH	Sin Demanda
2ºB	21,7 °C	58,7 %RH	Sin Demanda
3ºA	22,3 °C	59,2 %RH	Sin Demanda
3ºB	21,8 °C	57,3 %RH	Sin Demanda
4ºA	22,6 °C	58,2 %RH	Sin Demanda
4ºB	21,6 °C	57,6 %RH	Sin Demanda
5ºA	22,2 °C	59,3 %RH	Sin Demanda
5ºB	20,6 °C	62,1 %RH	Sin Demanda

Portal 3	Temperatura	Humedad	Termostato
Bajo	24,8 °C	50,7 %RH	Sin Demanda
1ºA	22,7 °C	56,9 %RH	Sin Demanda
1ºB	22,5 °C	57,7 %RH	Sin Demanda
2ºA	22,3 °C	55,9 %RH	Sin Demanda
2ºB	22,7 °C	56,3 %RH	Sin Demanda
3ºA	22,5 °C	55,0 %RH	Sin Demanda
3ºB	22,7 °C	56,9 %RH	Sin Demanda
4ºA	22,5 °C	54,7 %RH	Sin Demanda
4ºB	23,0 °C	55,9 %RH	Sin Demanda
5ºA	22,0 °C	56,2 %RH	Sin Demanda
5ºB	22,3 °C	58,0 %RH	Sin Demanda

Portal 2	Temperatura	Humedad	Termostato
1ºA	21,9 °C	57,7 %RH	Con Demanda
1ºB	24,8 °C	58,5 %RH	Con Demanda
2ºA	22,2 °C	57,0 %RH	Con Demanda
2ºB	21,9 °C	57,6 %RH	Con Demanda
3ºA	22,3 °C	56,2 %RH	Con Demanda
3ºB	22,8 °C	54,0 %RH	Con Demanda
4ºA	22,0 °C	56,7 %RH	Con Demanda
4ºB	22,6 °C	55,3 %RH	Con Demanda
5ºA	21,6 °C	58,0 %RH	Con Demanda
5ºB	21,9 °C	58,0 %RH	Con Demanda

**Producción**

inmotechnia

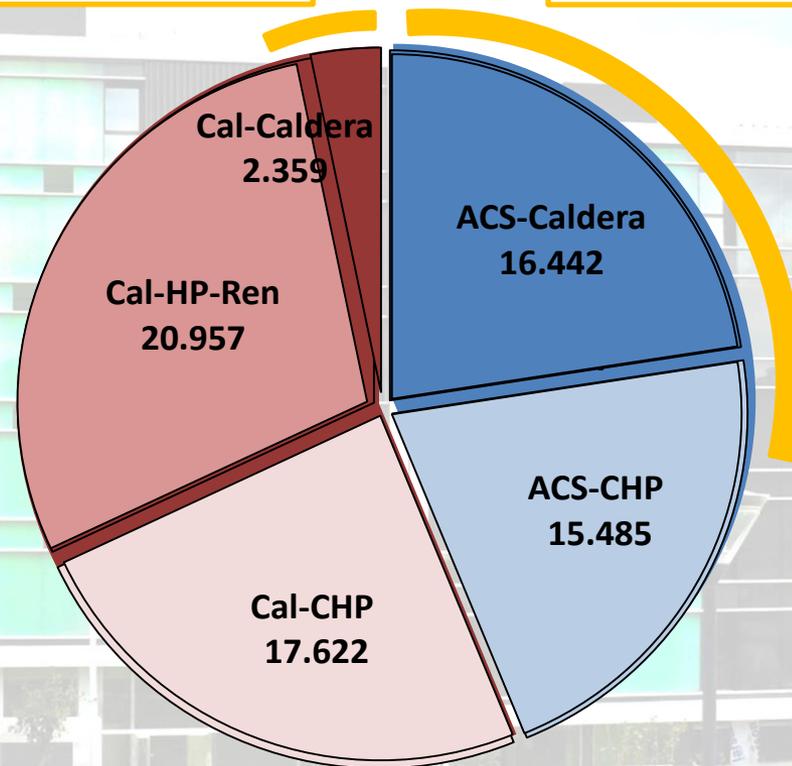
# ESCALA EDIFICIO

HP



PV → HP-Ren  
4.260 kWh

PV Excedente  
19.894 kWh



Calefacción: 56,2 %  
40.938 kWh

ACS: 43,8 %  
31.927 kWh

0.0 m³/hr 23.8 °C



17.8 °C

Cerrada



# ESCALA EDIFICIO

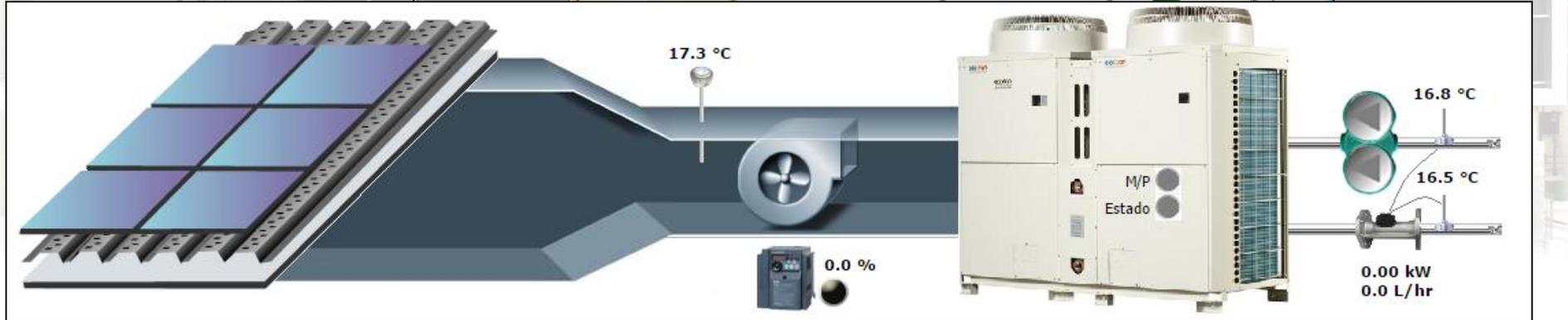
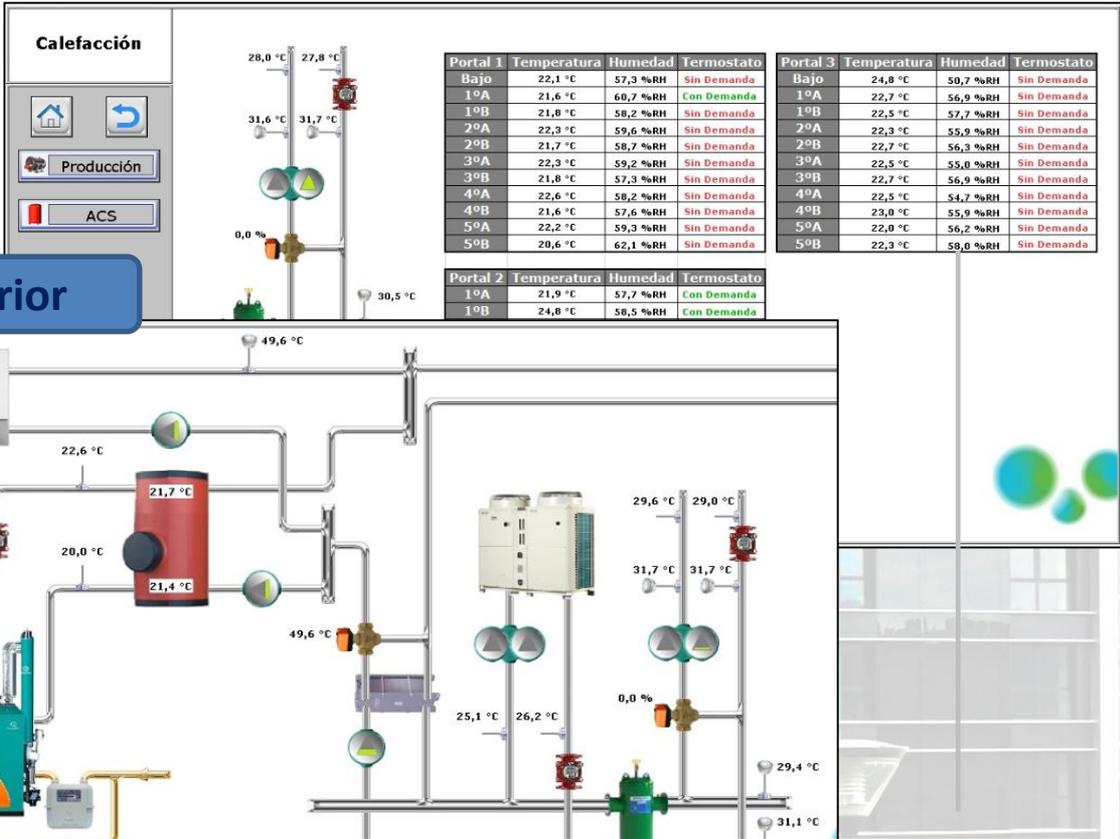
## SISTEMA CONTROL

Viviendas

Instalaciones

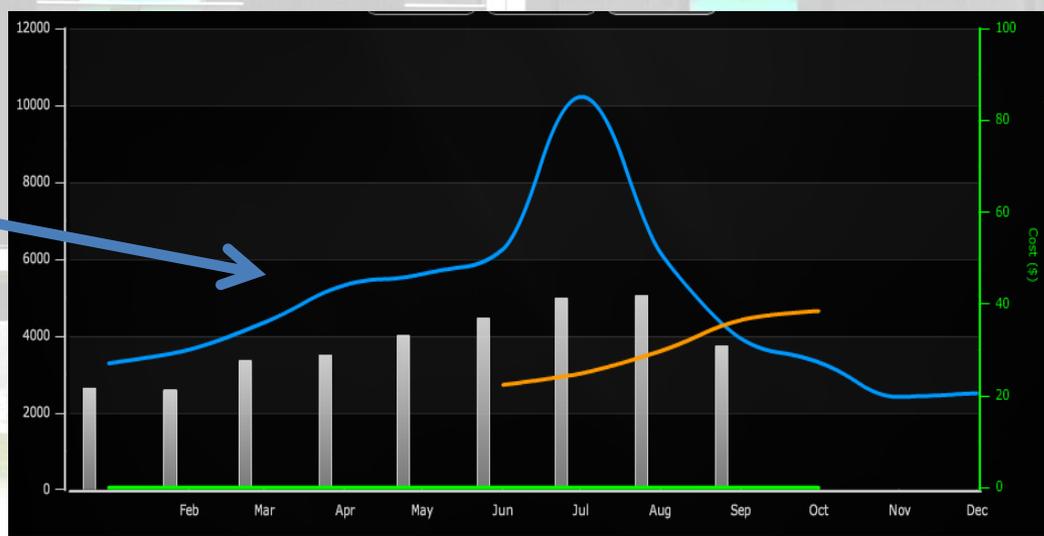
Envolventes Activas

Tª Interior



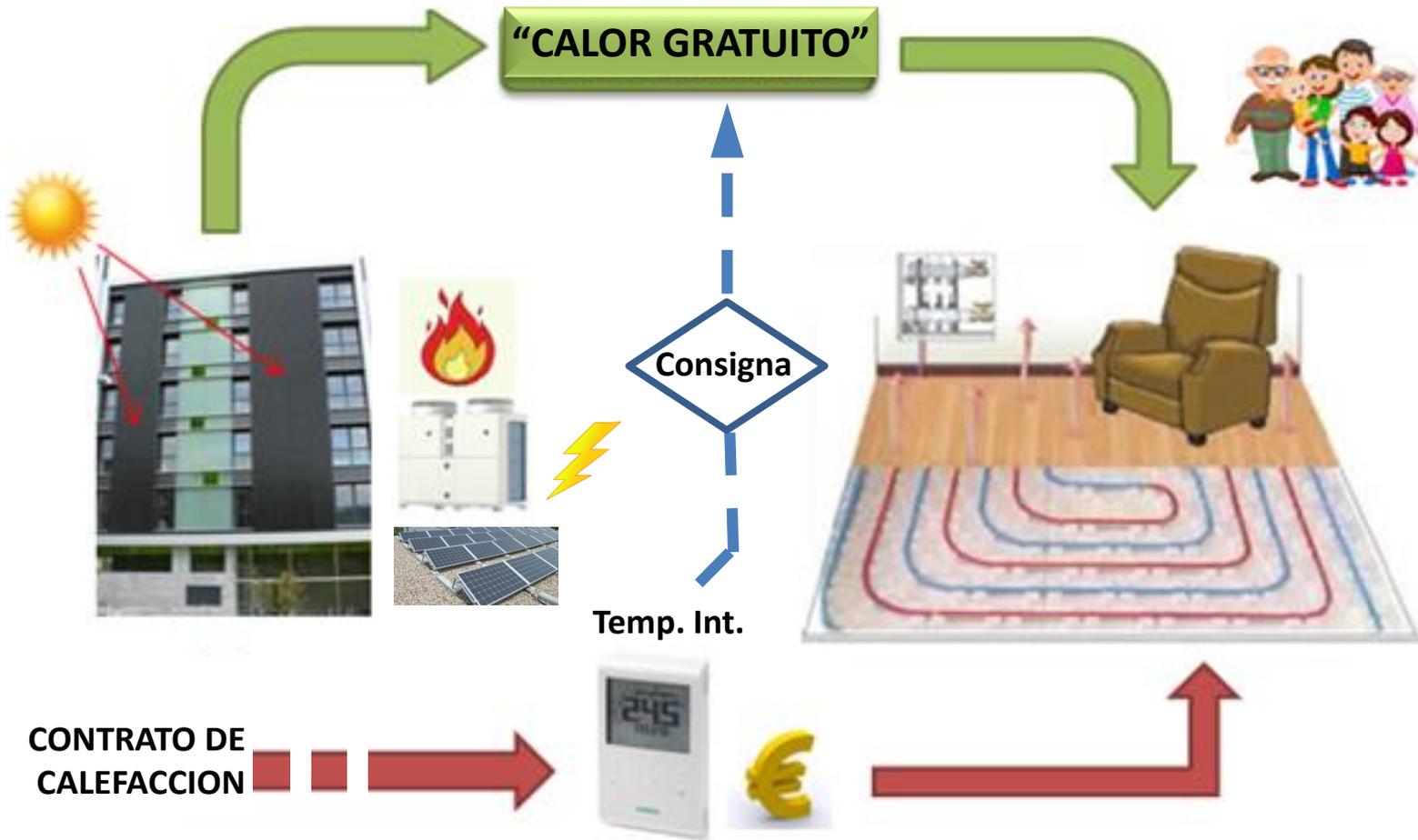
## ESCALA EDIFICIO

### INFORMACIÓN AL USUARIO



# ESCALA EDIFICIO

CONCEPTO "FREE HEATING"



## ESCALA EDIFICIO – Próximos Pasos

**GESTIÓN + CONTROL  
INTEGRADO EDIFICIO**



## ESCALA EDIFICIO – Próximos Pasos

### GESTIÓN + CONTROL INTEGRADO EDIFICIO



### CONEXIÓN USUARIO



# Monitorización de edificios. ¿Cómo y por qué?

*Muchas gracias por su atención*



[termica@euskadi.eus](mailto:termica@euskadi.eus)



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

**Juan María Hidalgo**

Investigador UPV/EHU, Grupo ENEDI

Laboratorio Control de Calidad de la Edificación de la  
Dirección de Vivienda y Arquitectura (Gobierno Vasco)



eman ta zabal zazu



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea



**EUSKO JAURLARITZA**  
**GOBIERNO VASCO**

INGURUMEN, LURRALDE PLANGINTZA  
ETA ETXEBIZITZA SAILA

DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE,  
PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y VIVIENDA