

# EDIFICIOS DE ENERGÍA CASI NULOS (EECN) Y MARCO NORMATIVO

# Quienes somos

## Laboratorio de control de Calidad en la Edificación, Gobierno Vasco (LCCE)

EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

INGURUMEN, LURRALDE PLANGINTZA  
ETA ETXEBIZITZA SAILA

*Etxebizitza Saiburuordetza*

*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

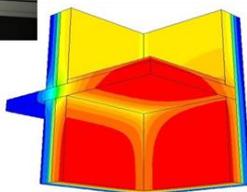
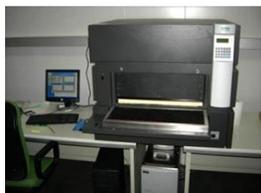


Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea



Aspectos  
térmicos y  
energéticos  
de los  
edificios



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.



EUSKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO

LCCE



Universidad  
del País Vasco Euskal Herriko  
Unibertsitatea

# Contenidos

- Estrategia Europea
  - Objetivo y horizontes 2020, 2030 y 2050
  - Cronología de normativas de la EE en edificación
  - Definición de EECN (nZEB)
  - Recomendación de EECN la Comisión Europea
- Nuevos retos en España
  - Situación actual del parque inmobiliario
  - Borrador de indicadores EECN España
  - Importancia del Control de Calidad en obra
  - Guía Básica para el Control Térmico en Edificación
- Ejemplo de calificación A+ (ó EECN)
  - 176 viviendas en Vitoria-Gasteiz
  - 32 viviendas Portugalete

# Estrategia Europea



EUSKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

# Objetivos y horizontes

Destino: Estrategia Europea 2050



# Objetivos y horizontes

## Compromiso 2020

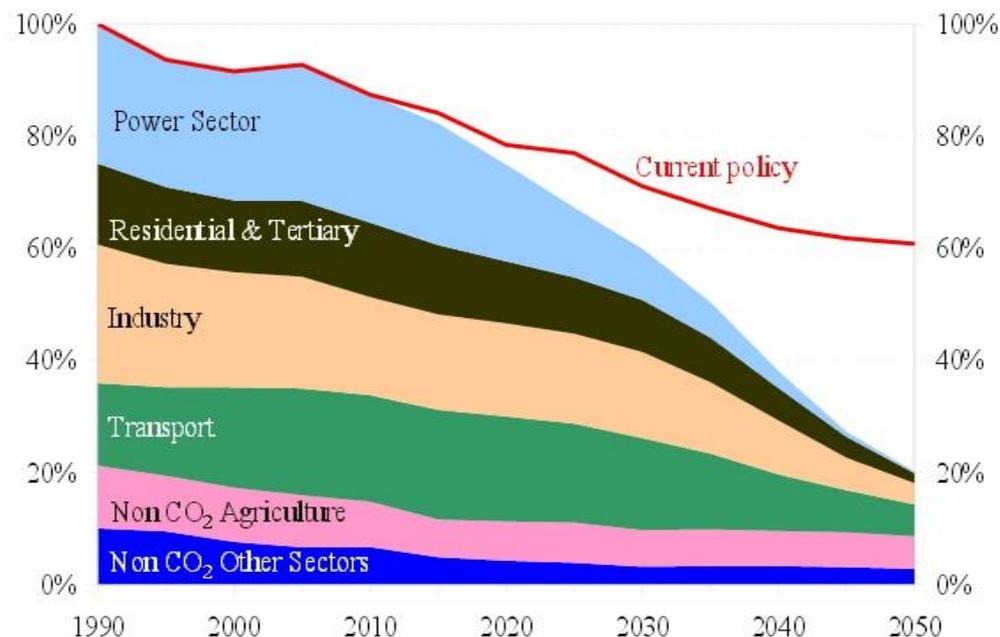
- 20% consumo energético
- 20% emisiones CO<sub>2</sub>
- + 20% energías renovables

## Objetivos 2030

- 40% reducción de emisiones GEI
- 27% renovables
- 27% eficiencia energética

## Estrategia Europea 2050

- 80% reducción de emisiones GEI (referencia 1990)



La utilización **eficiente, prudente, racional y sostenible** de la energía, especialmente productos generadores de emisiones CO<sub>2</sub>.

La **reducción del consumo** de energía y el incremento de uso de energía procedente de fuentes **renovables**

# Objetivos y horizontes

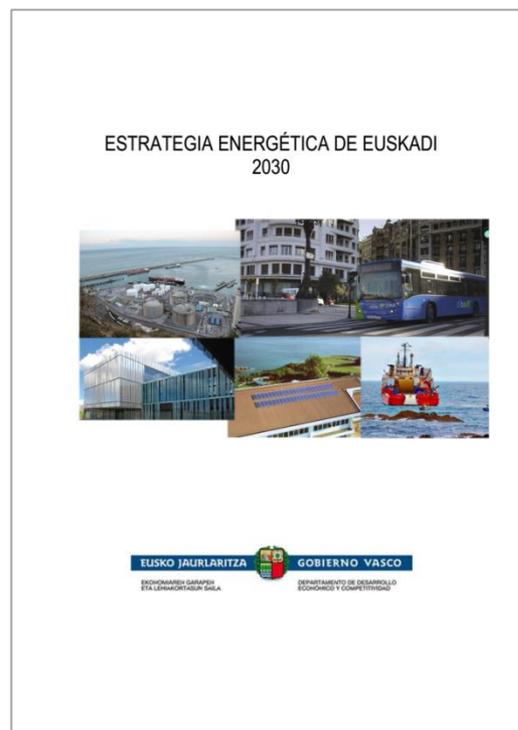
Más información:

<https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/>

[https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/progress\\_es](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/progress_es)



Otros:

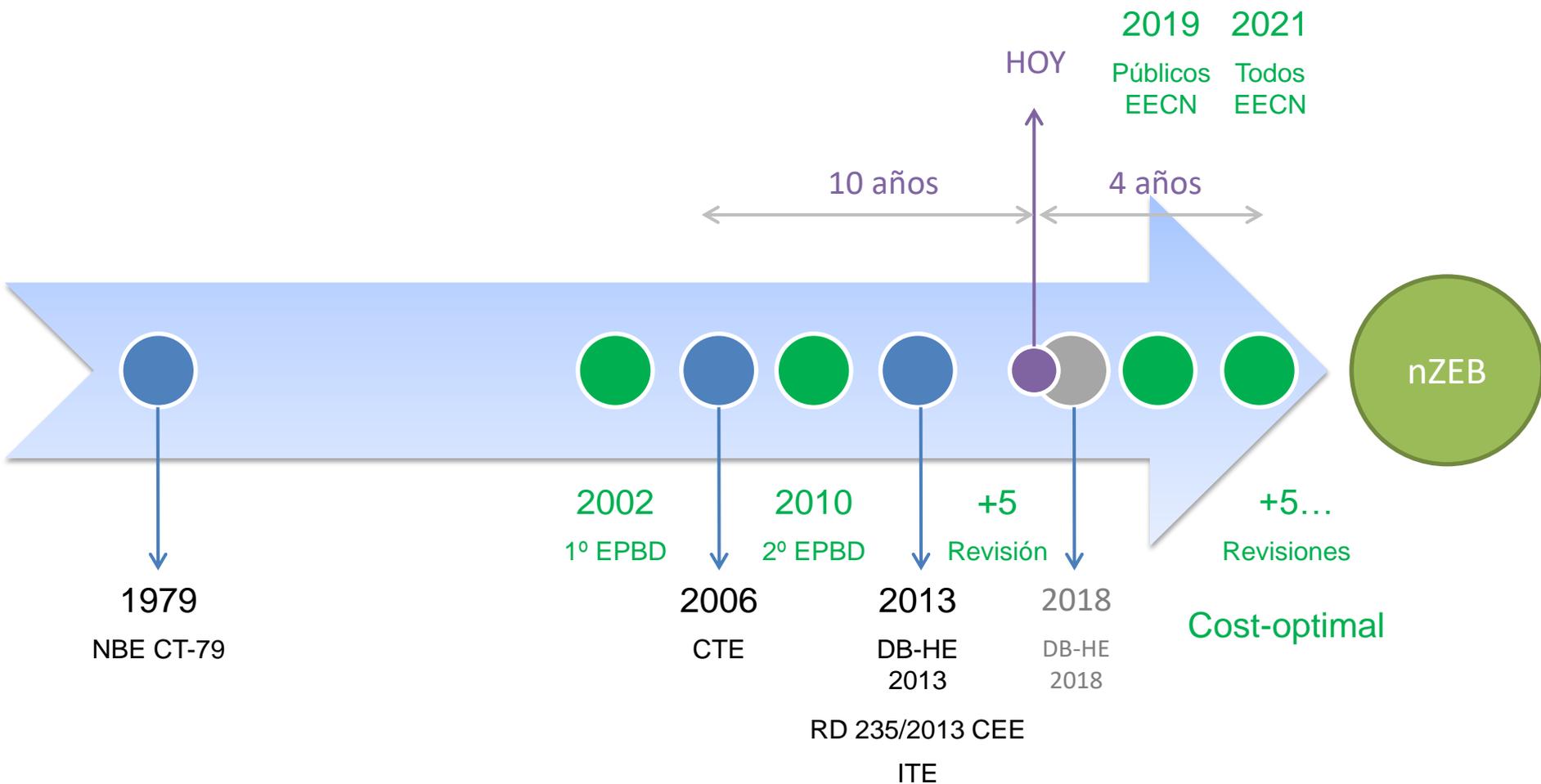


EUSKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO



Universidad  
del País Vasco Euskal Herriko  
Unibertsitatea

# Cronología de normativas EE



# Definición de EECN / nZEB

Directiva UE 31/2010:

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**;

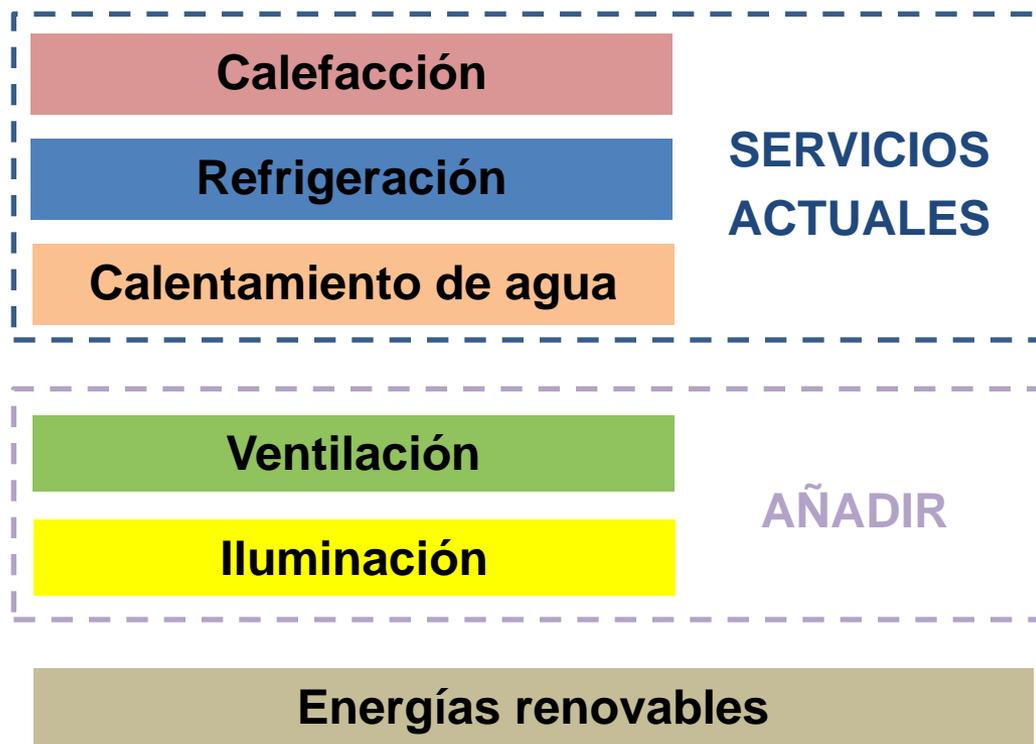
**PLANES NACIONALES**

Revisables cada < 5 años



# Definición de EECN / nZEB

Qué servicios incluye:



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

# Recomendación de la Comisión Europea

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 de la Comisión Europea

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

Zona	Uso edificio	EP total	renovable
Mediterránea	Oficinas	80-90	
	Unifamiliar	50 - 65	
Oceánica	Oficinas	85 - 100	
	Unifamiliar	50 - 65	
Continental	Oficinas	85 - 100	
	Unifamiliar	50 - 70	

**PASSIVHAUS**



**CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA**

< 120 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
(calefacción, agua caliente y electricidad)

# Nuevos retos en Eficiencia Energética



EUSKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO



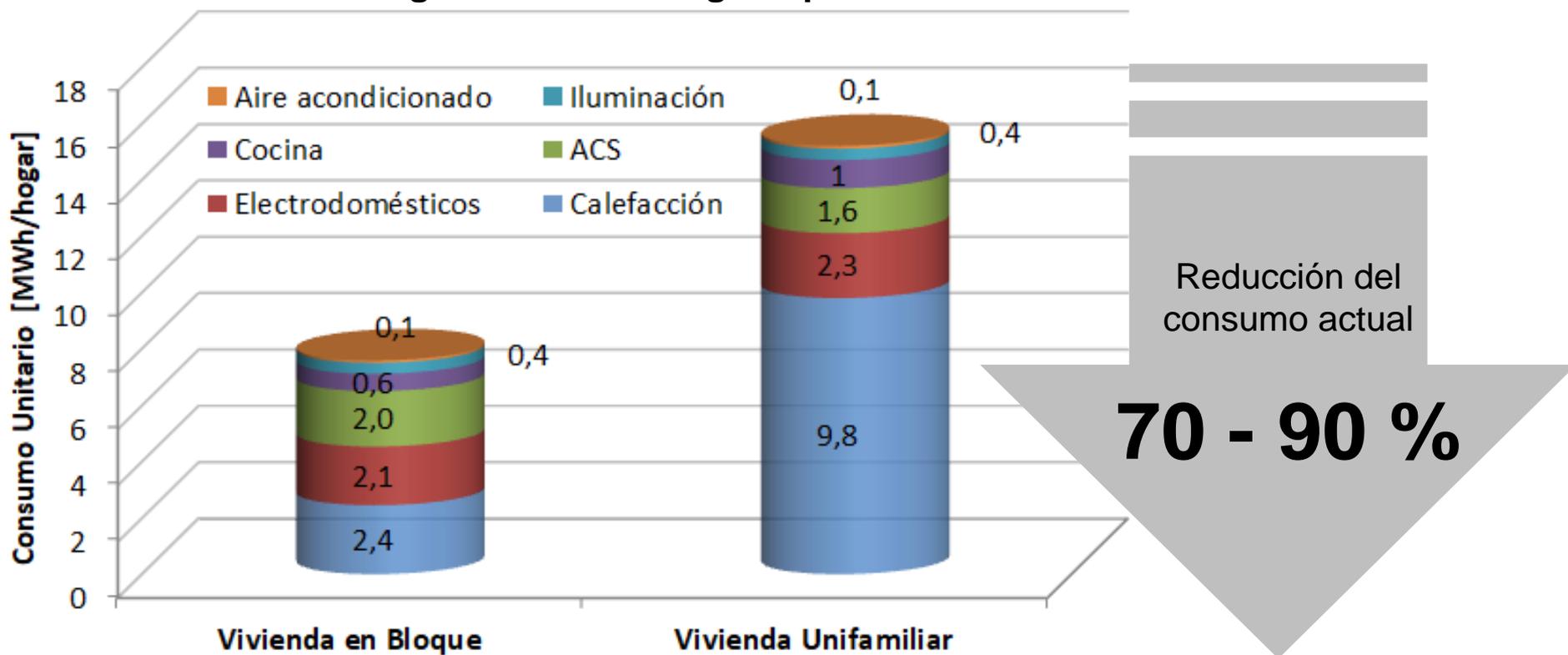
Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

# Situación actual del parque inmobiliario

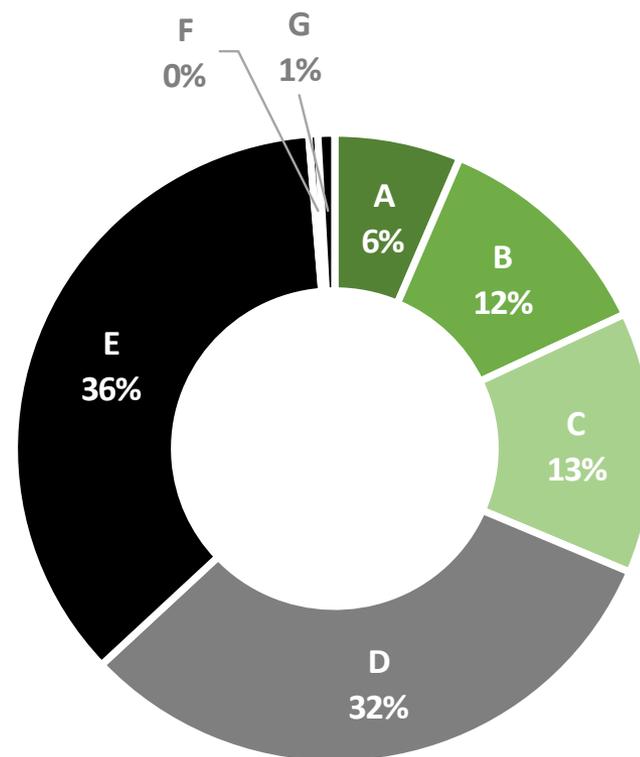
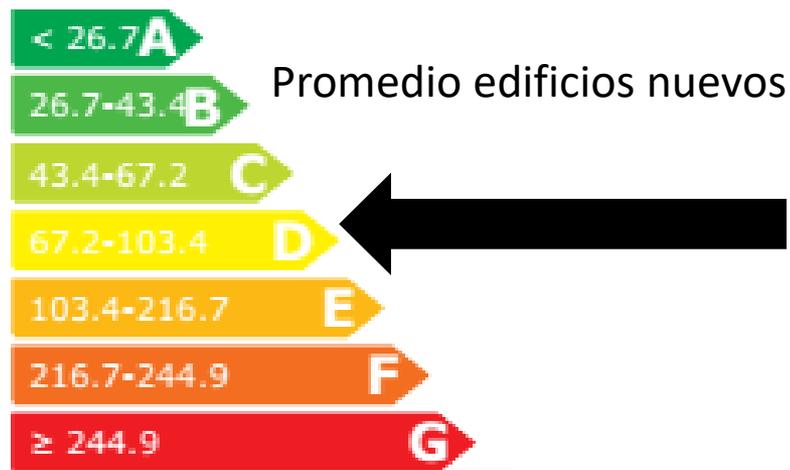
Estudio SECH-SPAHOUSEC, 2011:

### Consumo energético unitario según tipo vivienda



# Situación actual del parque inmobiliario

La implantación de la alta eficiencia del DB-HE 2013 es lenta



Calificación de edificios nuevos terminados entre 2013-2016 (datos del IDAE)

Zona climática D1, Gipuzkoa  
Consumo global de energía primaria [kWh/m<sup>2</sup> año]

Calefacción	¿Ventilación?
Refrigeración	¿Iluminación?
Calentamiento de agua	

# Situación actual del parque inmobiliario

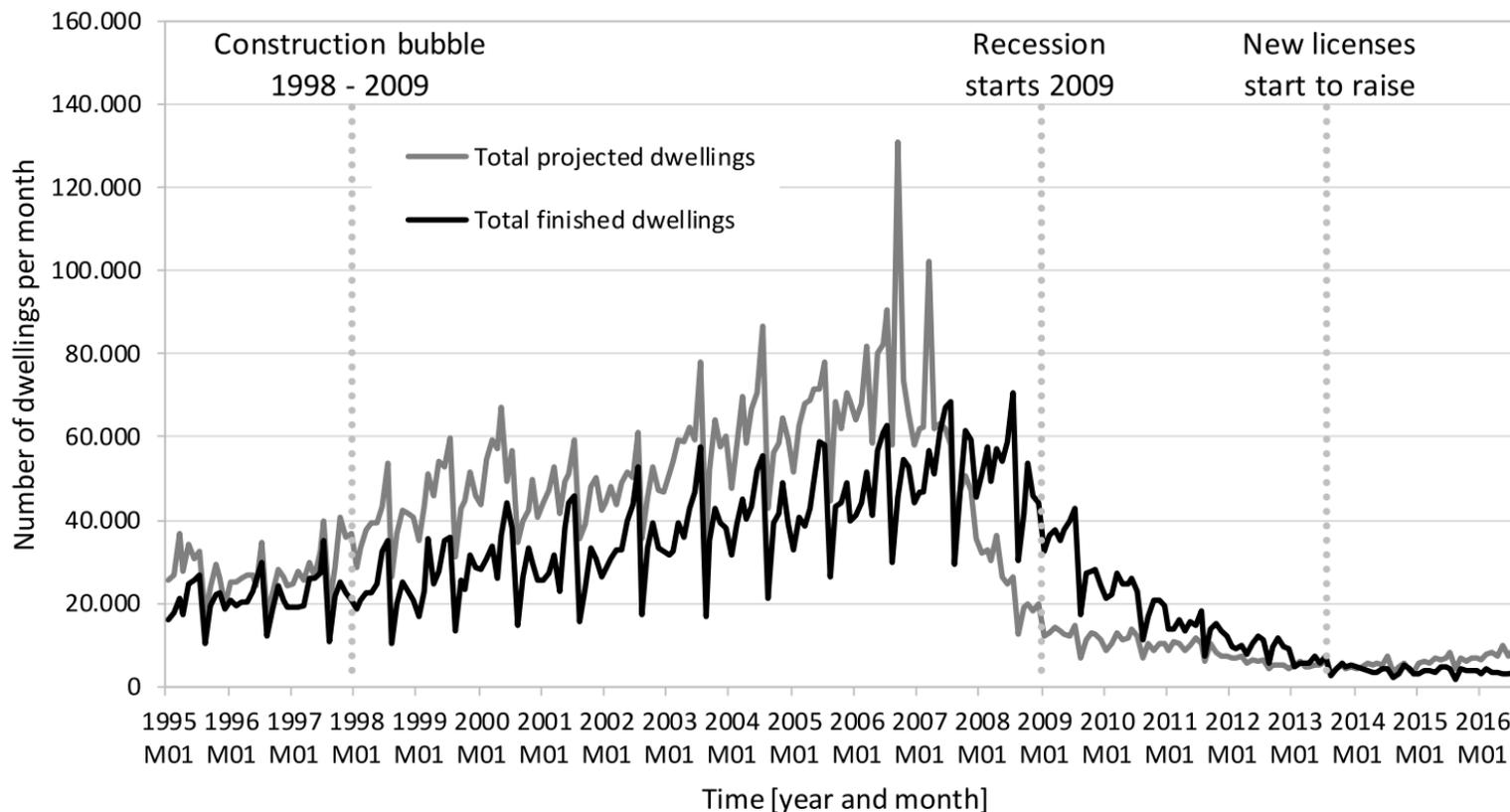


Figure 1.3. Monthly dwelling projects in Spain (1995-2016). Monthly project licences and finished constructions, including new and renovated housing (data source INE, 2016).

# Borrador de indicadores EECN

Publicado en Diciembre de 2016, extracto del 7º workshop EECN, marzo 2017

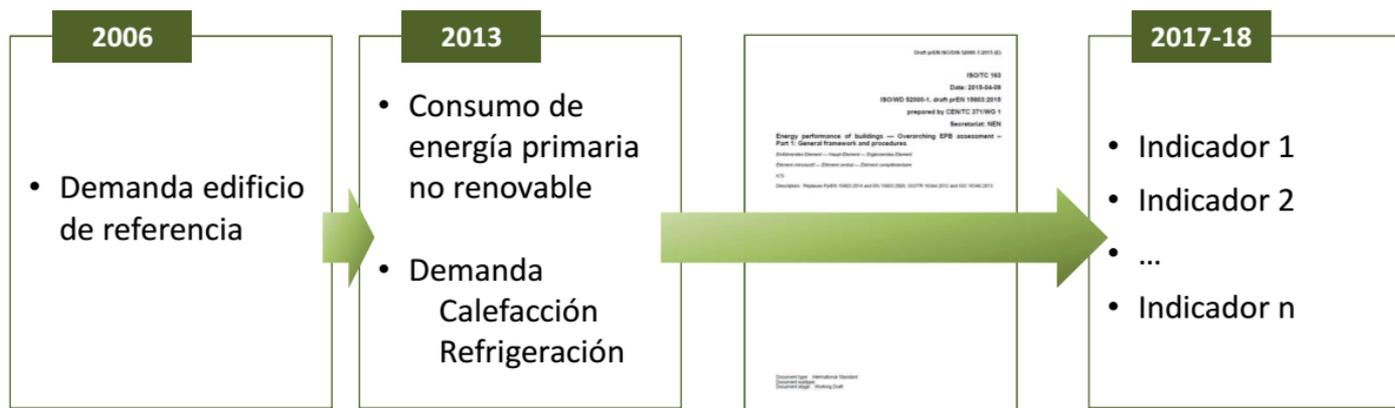
## **Objetivo: Definir un sistema de indicadores consistente**

- Establecer criterios objetivos para evaluar el nivel de eficiencia energética del edificio
- Evitando soluciones inadecuadas,
- Manteniendo la neutralidad, sin:
  - Limitar las posibilidades de actuación del proyectista
  - Limitar la capacidad de mejora de un proyecto
  - Obstaculizar soluciones innovadoras

# Borrador de indicadores EECN

Publicado en Diciembre de 2016, extracto del 7º workshop EECN, marzo 2017

**Objetivo: Definir un sistema de indicadores consistente**



Mandato M/480

FprEN 15603-1 (sustituir a la versión 2008)

Energy performance of buildings — Overarching standard EPB

Draft prEN ISO/DIS 52000-1

**RECOMENDACIÓN (UE) 2016/1318 DE LA COMISIÓN de 29 de julio de 2016 sobre las directrices para promover los edificios de consumo de energía casi nulo ...**

# Borrador de indicadores EECN

Publicado en Diciembre de 2016, extracto del 7º workshop EECN, marzo 2017

## Edificio consumo de energía casi nulo

- Edificio con un nivel de **eficiencia energética** muy alto... La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables ...(producida in situ o en el entorno);
- **Eficiencia energética**: cantidad de **energía** calculada o medida **que se necesita para satisfacer la demanda** de energía asociada a un uso normal del edificio... (la calefacción, la refrigeración, la ventilación, el calentamiento del agua y la iluminación)
- Art.9: "... incluya un indicador numérico de uso de **energía primaria** expresado en kWh/m<sup>2</sup> al año”.
- Propuesta modificación Directiva. Anexo 1: “The **energy performance of a building shall be expressed by a numeric indicator of primary energy use** in kWh/(m<sup>2</sup>.y), harmonised for the purpose of both energy performance certification and compliance with minimum energy performance requirements. The energy performance and the methodology applied for its determination shall be transparent and open to innovation”



# Borrador de indicadores EECN

Publicado en Diciembre de 2016, extracto del 7º workshop EECN, marzo 2017

**Consumo de energía primaria no renovable,  $C_{EP,nren}$**

*[kWh/m<sup>2</sup>a]*

- Similar al actual HE0 –Limitación consumo energético
- Limita indirectamente las emisiones de CO2
- EP asociada al mix energético y combustibles a nivel estatal



# Borrador de indicadores EECN

Publicado en Diciembre de 2016, extracto del 7º workshop EECN, marzo 2017

**Consumo de energía primaria total,  $C_{EP,total}$**

*[kWh/m<sup>2</sup>a]*

- **Computa el consumo total renovable + no renovable**



# Borrador de indicadores EECN

Publicado en Diciembre de 2016, extracto del 7º workshop EECN, marzo 2017

## Calidad mínima del edificio

- **Transmitancia térmica global de envolvente** → *Conducción, radiación, convección*

Tabla E.1. Transmitancia del elemento [W/m<sup>2</sup> K]

Transmitancia del elemento [W/m <sup>2</sup> K]	Zona Climática					
	α	A	B	C	D	E
<b>U<sub>M</sub></b>	0.94	0.50	0.38	0.29	0.27	0.25
<b>U<sub>S</sub></b>	0.53	0.53	0.46	0.36	0.34	0.31
<b>U<sub>C</sub></b>	0.50	0.47	0.33	0.23	0.22	0.19

- **Control solar** → *Capacidad de control efectivo de las ganancias solares*

- **Permeabilidad** → *Asegurar una estanqueidad al aire mínima*

U<sub>M</sub>: Transmitancia térmica de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

U<sub>S</sub>: Transmitancia térmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior)

U<sub>C</sub>: Transmitancia térmica de cubiertas

que a su

- **Orientación**

Tabla E.2. Transmitancia térmica de huecos [W/m<sup>2</sup> K]

Transmitancia térmica de huecos [W/m <sup>2</sup> K]	α	A	B	C	D	E
<b>Alta</b>	5.5 – 5.7	2.6 – 3.5	2.1 – 2.7	1.9 – 2.1	1.8 – 2.1	1.9 – 2.0
<b>Media</b>	5.1 – 5.7	2.3 – 3.1	1.8 – 2.3	1.6 – 2.0	1.6 – 1.8	1.6 – 1.7
<b>Baja</b>	4.7 – 5.7	1.8 – 2.6	1.4 – 2.0	1.2 – 1.6	1.2 – 1.4	1.2 – 1.3

- **Compacidad**

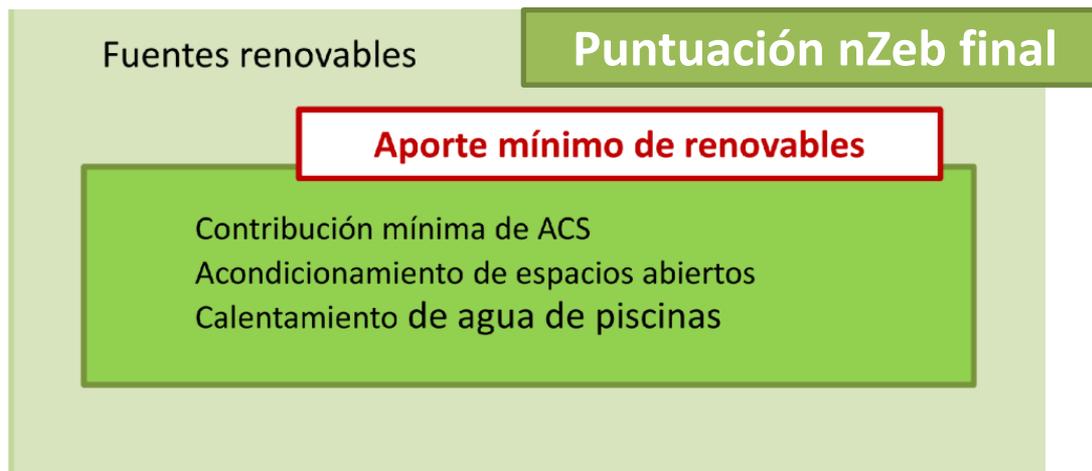
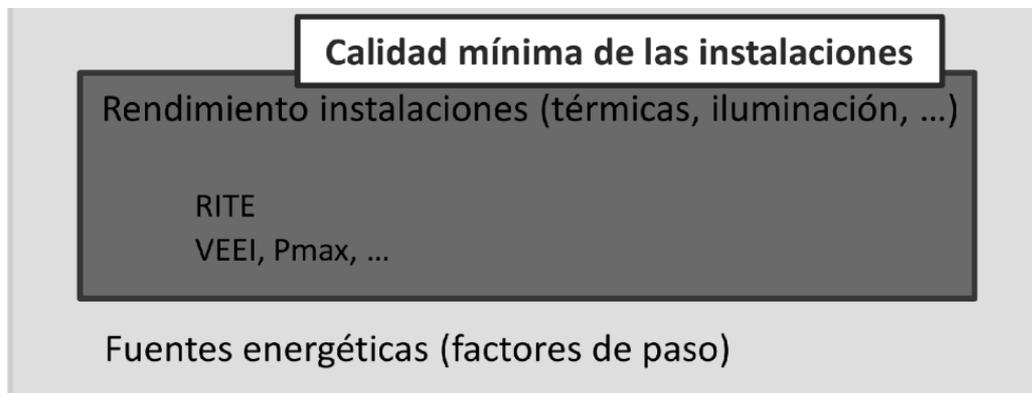
- **Iluminación natural**

NOTA: Para el factor solar modificado se podrá tomar como referencia, para zonas climáticas con un verano tipo 4, un valor inferior a 0,57 en orientación sur/sureste/suroeste, e inferior a 0,55 en orientación este/oeste.



# Borrador de indicadores EECN

Publicado en Diciembre de 2016, extracto del 7º workshop EECN, marzo 2017



# Borrador de indicadores EECN

Publicado en Diciembre de 2016, extracto del 7º workshop EECN, marzo 2017

**Indicador Principal:  
de eficiencia energética (NZEB)**



**Consumo de energía primaria  
no renovable,  $C_{EP,nren}$**

**Indicador complementario:  
de necesidades energéticas**



**Consumo de energía primaria  
total,  $C_{EP,total}$**

**Condiciones/exigencias adicionales:**



**Calidad mínima del edificio**

**Calidad mínima de las instalaciones**

**Aporte mínimo de renovables**



# Modificaciones DB HS3

Orden FOM/588/2017, Jun 2017

## Nuevos límites:

CO<sub>2</sub> media anual < 900 ppm

CO<sub>2</sub> acum >1600 ppm < 500.000 ppm·h

Caudal mínimo estancias > 1,5 l/s

## Comparativa valores anteriores:

- Caudales generales reducidos
- No varían en locales NO habitables (Tabla 2.2)

## 2. Caracterización y cuantificación de la exigencia.

- En los locales habitables de las viviendas debe aportarse un caudal de aire exterior suficiente para conseguir que en cada local la **concentración media anual de CO<sub>2</sub> sea menor que 900 ppm** y que el **acumulado anual de CO<sub>2</sub> que exceda 1.600 ppm sea menor que 500.000 ppm·h**, en ambos casos con las condiciones de diseño del apéndice C.
- Además, el caudal de aire exterior aportado debe ser suficiente para eliminar los contaminantes no directamente relacionados con la presencia humana. Esta condición se considera satisfecha con el establecimiento de un **caudal mínimo de 1,5 l/s por local habitable en los periodos de no ocupación**.
- Las dos condiciones anteriores se consideran satisfechas con el establecimiento de una ventilación de caudal constante acorde con la tabla 2.1. *(ver tabla más abajo)*
- En la zona de cocción de las cocinas debe disponerse un sistema que permita extraer los contaminantes que se producen durante su uso, de forma independiente a la ventilación general de los locales habitables. Esta condición se considera satisfecha si se dispone de un **sistema en la zona de cocción** que permita extraer un **caudal mínimo de 50 l/s**.
- Para los locales no habitables incluidos en el ámbito de aplicación debe aportarse al menos el caudal de aire exterior suficiente para eliminar los contaminantes propios del uso de cada local. En el caso de trasteros, sus zonas comunes y almacenes de residuos los contaminantes principales son la humedad, los olores y los compuestos orgánicos volátiles. En el caso de los aparcamientos y garajes son el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno. *(Los valores de la Tabla 2.2 no cambian)*
- Esta condición se considera satisfecha si el sistema de ventilación es capaz de establecer al menos los caudales de ventilación de la tabla 2.2, ya sea mediante ventilación de **caudal constante** o ventilación de **caudal variable controlada** mediante detectores de presencia, detectores de contaminantes, programación temporal u otro tipo de sistemas.

Tipo de vivienda	Caudal mínimo q <sub>v</sub> en l/s				
	Locales secos <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>			Locales húmedos <sup>(2)</sup>	
	Dormitorio principal	Resto de dormitorios	Salas de estar y comedores <sup>(3)</sup>	Mínimo en total	Mínimo por local
0 o 1 dormitorios	8 10	-	6 6	12	6 15
2 dormitorios	8 10	4 5	8 9	24	7 15
3 o más dormitorios	8 10	4 5	10 12	33	8 15

Límites norma anterior DB-HS3 2006



EUSKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO



# Modificaciones DB HS3

Orden FOM/588/2017, Jun 2017

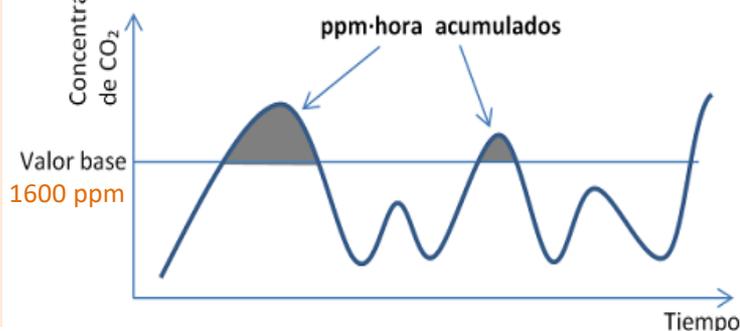
## Nuevos límites:

CO<sub>2</sub> media anual < 900 ppm

CO<sub>2</sub> acum >1600 ppm < 500.000 ppm·h

Caudal mínimo estancias > 1,5 l/s

## Definen una ocupación estándar para verificar el CO<sub>2</sub>



## Acumulado anual de CO<sub>2</sub>:

representa la relación entre las concentraciones de CO<sub>2</sub> alcanzadas por encima de un determinado valor (valor base) y el tiempo que se han mantenido a lo largo de un año.

Puede calcularse como el sumatorio de las áreas (medidas en ppm·hora) contenidas entre la representación de las concentraciones de CO<sub>2</sub> en función del tiempo y el valor base.

## Apéndice C. Condiciones de diseño para la determinación del caudal de ventilación de los locales habitables de las viviendas.

1. En este apéndice se establecen las condiciones de diseño para la evaluación del cumplimiento de la exigencia establecida en el apartado 2, párrafo 1 de esta sección relativa a la concentración de CO<sub>2</sub>, en el caso de que no se empleen los caudales constantes establecidos en la tabla 2.1.
2. Las concentraciones de CO<sub>2</sub> de la exigencia deben cumplirse para las siguientes **condiciones de diseño**:
  - a) **generación de CO<sub>2</sub> de 19 l/h-ocupante**, salvo que se diferencie entre **periodos de sueño y de vigilia** con generaciones de **12 l/h-ocupante y 19 l/h-ocupante** de CO<sub>2</sub>, respectivamente;
  - b) **número de ocupantes**, a efectos de generación de CO<sub>2</sub>, de 2 para viviendas con un único dormitorio, 3 para viviendas con 2 dormitorios y 4 para viviendas con 3 o más dormitorios. Los ocupantes se sitúan en los distintos locales de la vivienda en función del escenario de ocupación.
  - c) **escenario de ocupación** acorde con las siguientes **condiciones**:
    - i) **periodos de sueño** para cada uno de los ocupantes de 8 horas ininterrumpidas desde las 24:00 horas a las 08:00 en los dormitorios;
    - ii) **ausencias** diurnas de la vivienda: de lunes a viernes una ausencia de 13 horas al día para uno de los ocupantes y de 8 horas al día para el resto; los sábados y los domingos dos ausencias de 2 horas de duración por cada ocupante y día;
    - iii) 2 ocupantes en el dormitorio principal y 1 ocupante en cada uno de los demás dormitorios. Al limitarse el número máximo de ocupantes a 4, si la vivienda dispone de más de 3 dormitorios no todos los dormitorios están ocupados. En este caso, el sistema de ventilación debe ser capaz de cumplir con las exigencias establecidas en el apartado 2, párrafo 1 de esta sección independientemente de en qué dormitorio se sitúen el ocupante tercero y cuarto y qué dormitorios queden sin ocupación;
    - iv) **estancia simultánea** de todos los ocupantes en la sala de estar o comedor de al menos 2 horas continuas de lunes a viernes y de al menos 4 horas continuas los sábados y los domingos;
    - v) **estancias** de cada ocupante de media hora continua al día en uno de los **baños**. Si el sistema de ventilación es sensible a la presencia de los ocupantes en los baños o aseos, 2 estancias breves diarias de cada ocupante de 5 minutos a alguno de ellos. Estas estancias breves puede considerarse que no interrumpen la continuidad de la estancia en la sala de estar o comedor;
    - vi) el **resto de horas** de ocupación se distribuyen entre los locales habitables de la vivienda conforme a las necesidades consideradas en cada caso;
  - d) **puertas** de las distintas estancias **cerradas**.
3. Si no se dispone de valores de concentración de **CO<sub>2</sub> en el aire exterior** en el emplazamiento del edificio, se considera una **media anual de 400 ppm**.
4. En ausencia de datos climáticos representativos del lugar, puede emplearse el **clima de referencia de la zona climática** según el apéndice B del DB HE.1.

# Modificaciones DB HS3

Orden FOM/588/2017, Jun 2017

## Nuevos límites:

$CO_2$  media anual < 900 ppm

$CO_2$  acum >1600 ppm < 500.000 ppm·h

Caudal mínimo estancias > 1,5 l/s

## Conclusiones

- Se han reducido los mínimos de ventilación respecto al anterior DB-HS
- Con los valores de caudal constante de la Tabla 2.1, se asegura una calidad del aire adecuada, con un uso normal.
- Se permite que haya diseños alternativos con caudales medios por debajo de la Tabla 2.1, justificando:
  - Media de  $CO_2$  < 900 ppm
  - Periodos por encima 1600 ppm < 500.000 ppm·h/año
- Los espacios más críticos serán probablemente los pequeños dormitorios y los comedores donde se reúnen los ocupantes a la vez en un breve plazo.

Ejemplos de espacios diseñados con caudal de ventilación reducida, con periodos de $CO_2$ > 1600 ppm *	Dormitorio pequeño	Comedor	Estar
Media concentración anual $CO_2$	890	700	800
Valor medio de la concentración $CO_2$ durante la ocupación máxima	1.800	2200	2000
Horas de exceso	8	2	4
Diferencia concentración	200	600	400
Total acumulado anual >1600 ppm	584.000	438.000	292.000
Cumple el exceso de $CO_2$ anual acumulado?	NO	SI	SI

\* Posibles casos de acumulación anual de sistemas de ventilación con caudales por debajo de la Tabla 2.1 del DB-HS 2017

## Ámbito de aplicación y plazo de obligatoriedad:

... Serán de aplicación obligatoria a las obras de nueva construcción y a las intervenciones en edificios existentes para las que se solicite licencia municipal de obras una vez transcurrido el plazo de tres meses desde la entrada en vigor de la presente orden (*solicitudes de licencia de obra a partir del 16 de septiembre*)



EUSKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO



# Importancia del Control de Calidad en obra

Los **requisitos de los edificios se han endurecido considerablemente** desde la primera versión del CTE DB-HE de 2006 hasta la última versión de 2013, como se ha visto en los apartados anteriores. En consecuencia, el **control de la ejecución en obra debe adaptarse para cumplir las nuevas exigencias** y garantizar la calidad de los resultados.

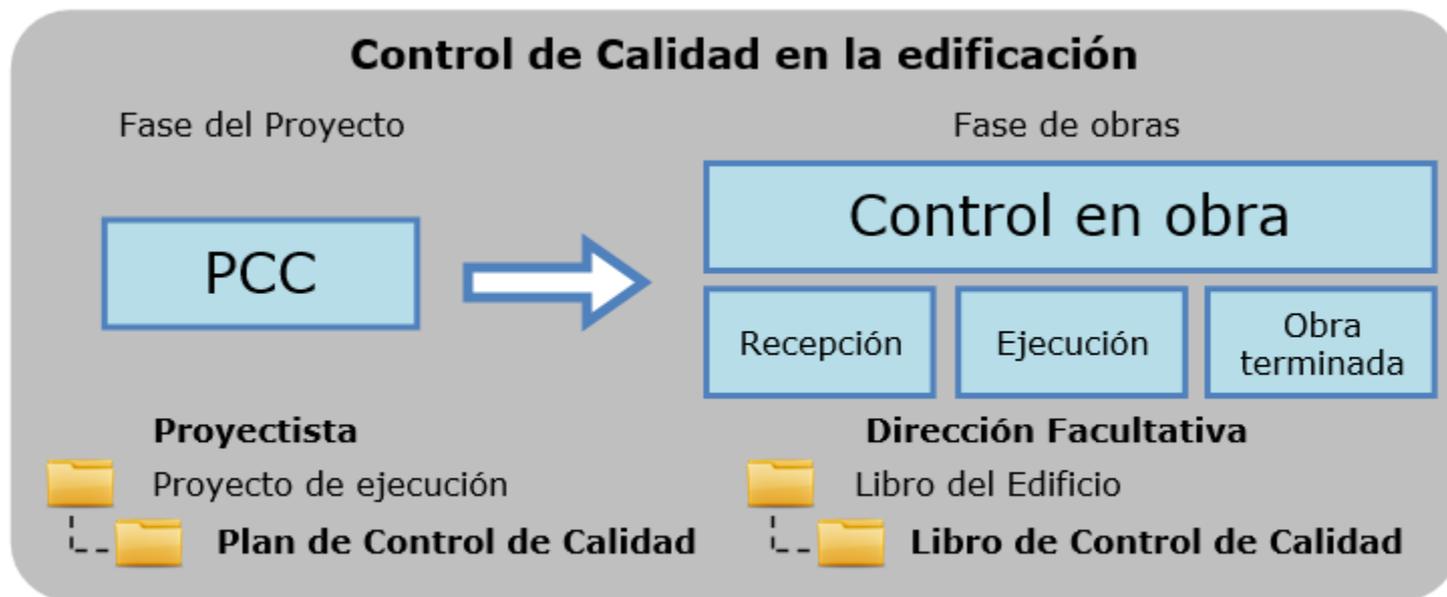
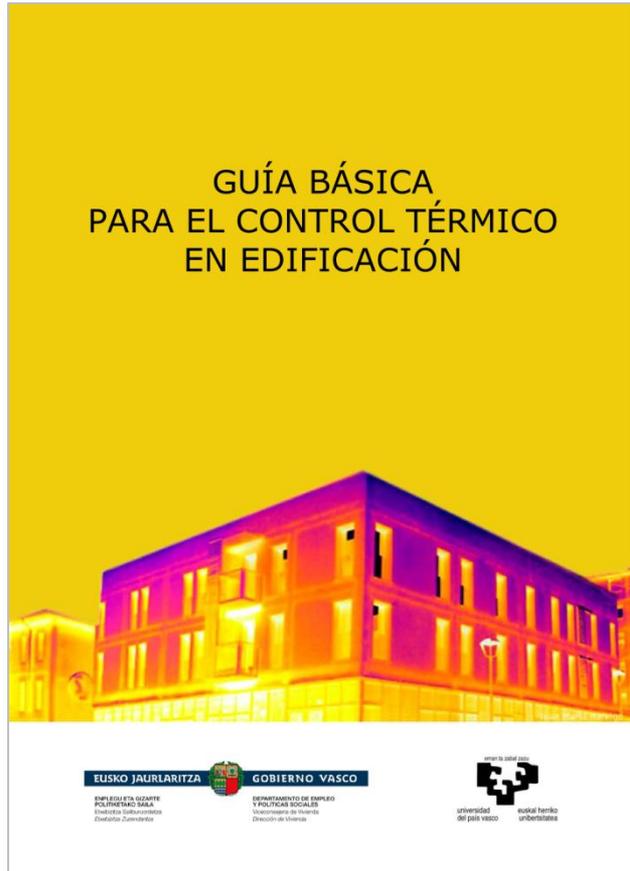


Figura 6. Esquema del Control de Calidad en la edificación

# Importancia del Control de Calidad en obra

## Guía Básica para el Control Térmico en Edificación



La guía propone unos **procedimientos de control** para completar el mínimo legal actual: PCC y fichas normalizadas.

Comienza con una **planificación** que se podría incluir en el Plan de Control de Calidad.

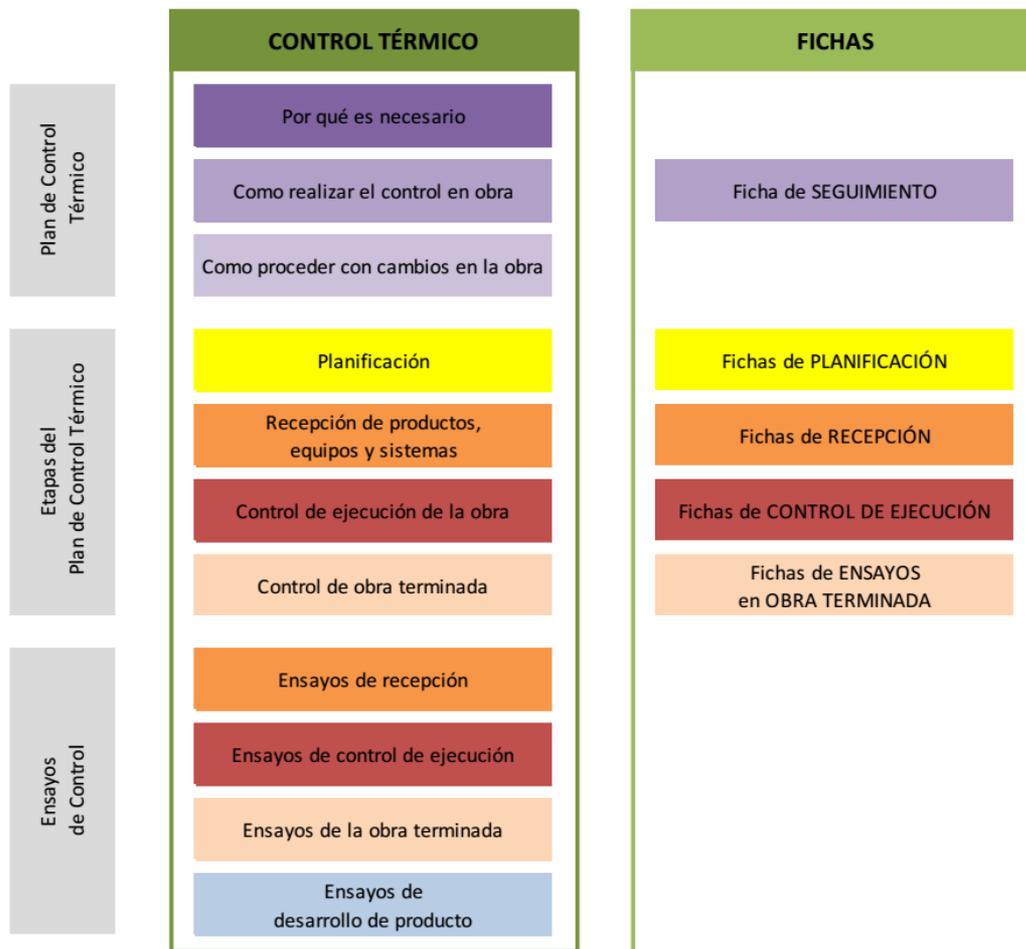
Seguido de un control de **recepción** específico que recoge en detalle los principales parámetros térmicos para mejorar su verificación.

A continuación se propone una comprobación de la **ejecución** en obra, atendiendo en detalle al montaje y a las prestaciones finales de cada unidad de obra.

Finalmente, se proponen unas comprobaciones finales en **obra terminada** que permiten consignar el comportamiento final del edificio en el Libro de Control de Calidad.

# Importancia del Control de Calidad en obra

## Guía Básica para el Control Térmico en Edificación



# Importancia del Control de Calidad en obra

## Guía Básica para el Control Térmico en Edificación

Ejemplos de puntos críticos de los aspectos más relevantes

A continuación se muestran unos casos comunes a modo de ejemplo de los **puntos críticos de la estanqueidad al aire** en edificios residenciales:

### Encuentro de fachada y forjados

Los frentes de forjado o suelo son un **punto débil** por dos razones: unión geométrica y cambio de materiales.

Debe estudiarse la composición de los cerramientos horizontal y vertical para proponer un **materi al de unión** que sea **compatible con las capas de estanqueidad** de ambos elementos.

En general, el **solape** debe ser **elástico**, ya que puede haber pequeños movimientos y/o dilatación en los elementos expuestos a radiación solar.

Es necesario un **mayor control en obra** que proteja todos los elementos de estanqueidad y evite roturas o perforaciones indeseadas.

### Ejemplo mala estanqueidad:

La capa de PU proyectado de fachada se suplementa con cordones proyectados desde arriba y abajo en los forjados. Sin embargo, se han localizado diversos puntos donde se ha roto dicho cordón de sellado durante la construcción.



### Mal acopio de materiales

El acopio de cada producto debe respetar las especificaciones del fabricante, especialmente sus condiciones de protección frente a la lluvia o humedad a cielo abierto.



Fuente: TECOWOB

### Ejecución incorrecta

El **espesor** y tipo de los aislamientos térmicos debe comprobarse de manera regular, especialmente en los aislamientos proyectados.

El **orden de montaje** de las capas sucesivas debe revisarse según el sistema especificado en proyecto.

La **planificación en obra** debe evitar que se dañen los aislamientos ya montados en las etapas posteriores, en general son frágiles.

Las **uniones y solapes** deben garantizar la continuidad de la solución constructiva.



### Puentes Térmicos propios del cerramiento

Se deben seguir las **especificaciones de montaje** de cada sistema, utilizando los productos indicados para minimizar los puentes térmicos internos del sistema, como perfiles metálicos, paraguas o anclajes.

Durante el control de ejecución se comprobará el **tipo de entramado**, la anchura entre perfiles y otras exigencias de cada producto.



# Importancia del Control de Calidad en obra

## Guía Básica para el Control Térmico en Edificación

Principales ensayos de control de calidad de los aspectos térmicos

ELEMENTOS ENSAYADOS	DESARROLLO DE PRODUCTO	RECEPCIÓN	EJECUCIÓN	FINAL DE OBRA
Materiales aislantes	Conductividad	Conductividad		
	THASYS	THASYS		
Cerramientos y particiones	Caja caliente Muro			Termografía IR
	PASLINK			R in-situ
Carpinterías	Caja Caliente de Ventana	Caja Caliente de Ventana		
Estanqueidad			Puerta Ventilador en obra	Puerta Ventilador de final de obra
Ventilación				Gases Trazadores

# Importancia del Control de Calidad en obra

## Guía Básica para el Control Térmico en Edificación

E2.2	CONTROL TÉRMICO	EJECUCIÓN DE LA OBRA	P. TÉRMICOS Y ESTANQUEIDAD AL AIRE (II)				
OBRA							
La Dirección Facultativa debe comprobar que durante la ejecución de los puentes térmicos se realizan las siguientes actuaciones:							
TIPO DE PUENTES TÉRMICOS (tipos de puente térmico según DA-DB-HE/3, descripción completa en ficha P3)	FF Frente forjado	CP Cubierta Plana	E Esquina	FI Forjado Inferior	S Suelo terreno		
<b>IDENTIFICACIÓN DEL PUENTE TÉRMICO</b>							
1. Comprobar la compatibilidad de los materiales del encuentro	SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>						
<b>2. Continuidad del aislamiento</b>							
2.1. Comprobación previa del soporte: integridad, limpieza, adherencia, planeidad y verticalidad.	SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>						
2.2. Comprobar correcto estado de conservación/integridad del aislamiento antes de su colocación.	SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>						
2.3. Comprobar replanteo del aislamiento según las indicaciones del producto.	SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>						
2.4. Comprobar ausencia de juntas abiertas en aislamiento	SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>						
2.5. Comprobar fijaciones y accesorios de remate según las indicaciones del producto.	SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>						
2.6. Comprobar elementos exteriores de fachada que puedan afectar al replanteo o continuidad de la	SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>						
2.7. Comprobar montaje de aislamiento complementario	SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>						
<b>3. Continuidad de la capa de estanqueidad al aire</b>							
3.1. Comprobar correcto estado de conservación/integridad del material antes de su colocación.	SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>						
3.2. Comprobar sujeción de capa de estanqueidad al aire	SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>						
3.3. Comprobar solapes según especificaciones del producto	SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>						
3.4. Comprobar montaje complementario de materiales de estanqueidad al aire	SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>						
<b>4. Continuidad de la lámina para-vapor</b>							
4.1. Comprobar correcto estado de conservación/integridad del material antes de su colocación.	SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>						
4.2. Comprobar sujeción de capa de lámina de vapor	SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>						
4.3. Comprobar solapes según producto	SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>						
<b>5. Adjuntar foto de la ejecución del encuentro: identificación y fecha</b>							
<b>6. Puentes Térmicos no definidos en proyecto</b>							
6.1. Informar a la dirección facultativa	SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>						
6.2. Informar al Agente de control de la CEE	SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>						
6.3. Ejecutar la solución aprobada por la DF	SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>						
7. Documentación complementaria adjunta (fotografías, planos, etc) con identificación y fecha							
Observaciones/ Medidas Correctoras:			Dirección Facultativa/ Constructor:				

E4	CONTROL TÉRMICO	EJECUCIÓN DE LA OBRA	SISTEMAS DE VENTILACIÓN	
OBRA				
La Dirección Facultativa debe comprobar que durante la instalación del sistema de ventilación se realizan las siguientes actuaciones:				
	SI	NO	Observaciones	
<b>IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN</b>				
<b>1. Aberturas de ventilación</b>				
1.1. Identificar las aberturas de ventilación				
1.2. Comprobar el montaje de aberturas de ventilación según proyecto				
1.3. Comprobar la regulación de las aberturas de ventilación				
1.4. Comprobar las dimensiones de las aberturas de paso integradas en puertas y particiones.				
<b>2. Conductos de ventilación</b>				
2.1. Identificar los conductos de ventilación				
2.2. Comprobar montaje de conductos según proyecto				
2.3. Comprobar montaje de válvulas (antiretorno, anti-incendio, etc.)				
<b>3. Unidades de ventilación</b>				
3.1. Identificar las unidades de ventilación				
3.2. Comprobar montaje de las unidades de ventilación según proyecto				
3.3. Comprobar los filtros instalados según proyecto				
<b>4. Regulación de la ventilación:</b>				
4.1. Comprobar el montaje de sondas de control (CO2, humedad, presencia, etc.)				
5. Comprobar el estado de los filtros antes en el fin de obra (sustituirlos si es necesario)				
6. Previsión de ensayo de puerta ventilador, Norma UNE-EN 13829				
7. Documentación complementaria adjunta (fotografías, planos, etc) con identificación y fecha				
Observaciones/ Medidas Correctoras:			Dirección Facultativa/ Constructor:	



# Ejemplo de calificación A+ (ó EECN)



EUSKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO



# 176 viviendas en Vitoria-Gasteiz

Edificio del proyecto europeo PYMEs, englobado en el programa CONCERTO initiative.

Objetivos: Reducción de la demanda en al menos un 30% sobre el CTE.

Implementación de energías renovables.

Socios: Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, VISESA, TECNALIA, EVE y Acciona.

Control: Monitorización y ensayo de las características.



## Estrategias de reducción de demanda:

- ✓ Volúmenes **compactos**, orientación al sur
- ✓ Elementos de **sombreamiento** en fachadas sur
- ✓ Viviendas con **doble orientación**
- ✓ Aislamiento térmico de forjados entre viviendas
- ✓ **Alta estanqueidad**: minimización infiltraciones
- ✓ Ventilación con **recuperación de calor**
- ✓ Aislamiento continuo para **minimización puentes térmicos**
- ✓ Cerramientos de **alto aislamiento** (baja transmitancia)
- ✓ Vidrios dobles **bajo emisivos** con argón



## Microrred:

- ✓ **Integración fotovoltaica** en fachada sur
- ✓ Sistema de **cogeneración** de energía térmica y eléctrica
- ✓ **Gestión energética inteligente**, basada en predicción de la demanda y despacho económico



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



# 176 viviendas en Vitoria-Gasteiz

Transmitancias térmicas de la envolvente

	$U_{\text{project}}$ [W/m <sup>2</sup> k]	$U_{\text{tested in lab}}$ [W/m <sup>2</sup> k]	$U_{\text{tested in situ}}$ [W/m <sup>2</sup> k]
ROOF	< 0,24	0,18	0,19
FACADE	< 0,35	0,30	0,32
FLOOR	< 0,30	0,22	0,22
WINDOW	< 2	1,89	-



# 176 viviendas en Vitoria-Gasteiz

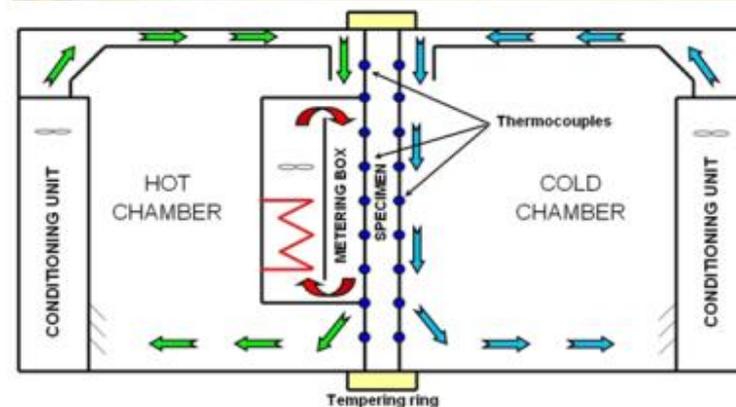
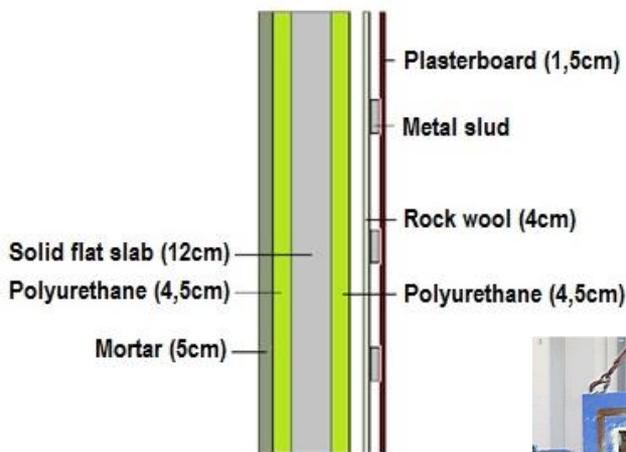
Fachada, ensayo de laboratorio:

UNE-EN ISO 8990:1997

PROPOSAL  
 $< 0,24 \text{ W/m}^2\text{k}$

$R_{\text{test}} = 5,40 \text{ [m}^2\text{K/W]}$

$U_{\text{roof}} = 0,18 \text{ [W/m}^2\text{K]}$



# 176 viviendas en Vitoria-Gasteiz

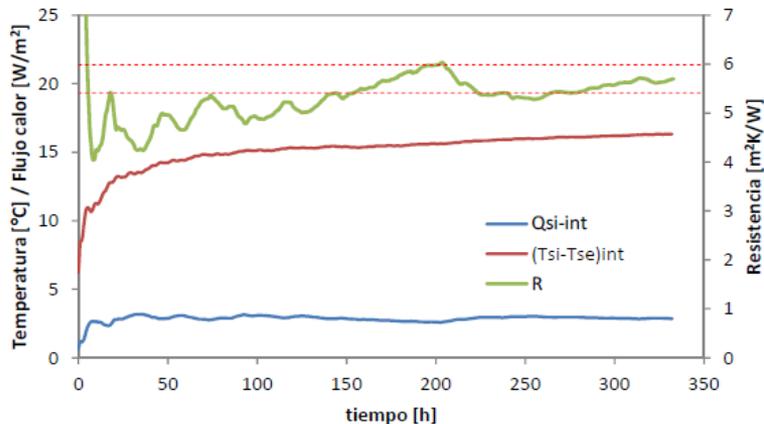
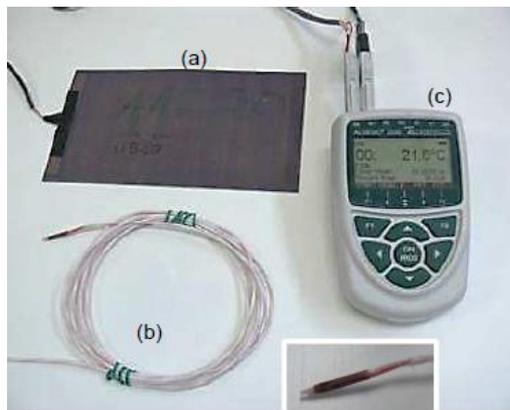
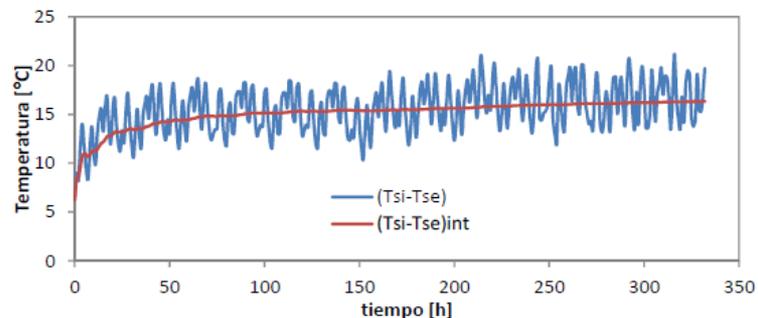
Cubierta ensayo in-situ

ISO 9869:1998

PROPOSAL < 0,24 W/m<sup>2</sup>k

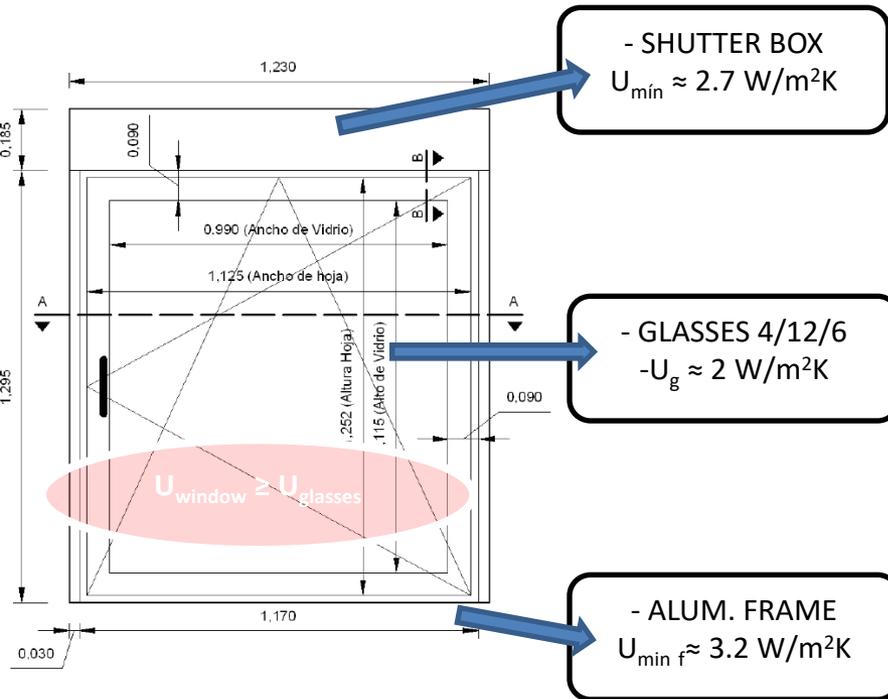
$R_{\text{test}} = 5,21 \text{ [m}^2\text{K/W]}$

$U_{\text{roof}} = 0,19 \text{ [W/m}^2\text{K]}$



# 176 viviendas en Vitoria-Gasteiz

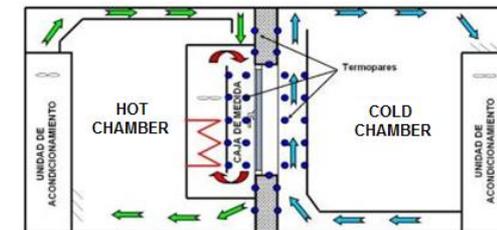
Ventana, ensayo en laboratorio



UNE-EN ISO 12567-1:2001

$U_{\text{window test}} = 1,89 \text{ [W/m}^2\text{K]}$

PROPOSAL  $< 2,00 \text{ W/m}^2\text{k}$



# 176 viviendas en Vitoria-Gasteiz

Estanqueidad: Puerta ventilador, infiltraciones.

$N_{50} = 2,01$  [1/h]

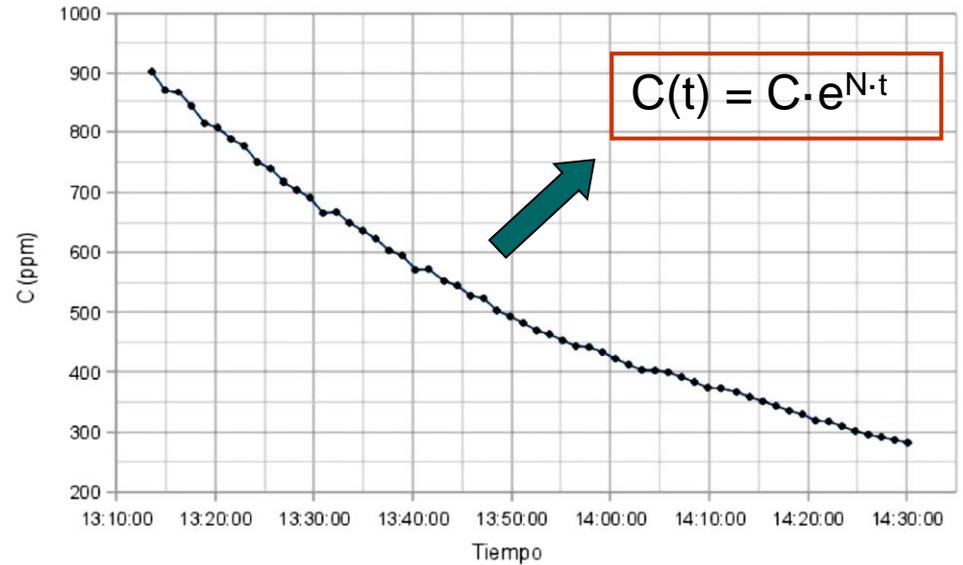
UNE EN 13829:2002



# 176 viviendas en Vitoria-Gasteiz

Calidad de la ventilación, ensayo de gases trazadores

EN ISO 12569:2012



- Medidas complementarias:

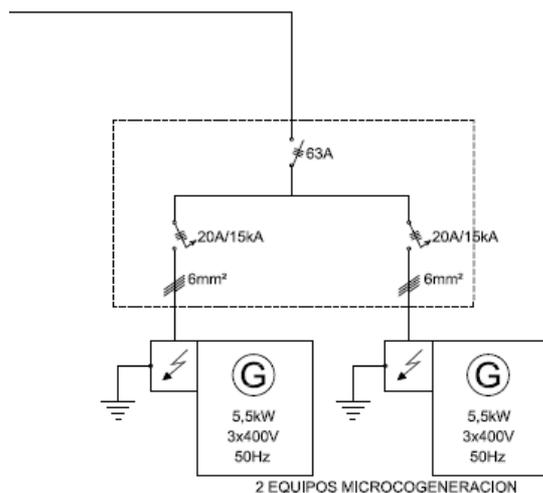


# 176 viviendas en Vitoria-Gasteiz

Aporte de renovables o de alta eficiencia  
Cogeneración: 41% menos emisiones CO<sub>2</sub>



## 176 SALBURUA



Datos del proyecto			
Provincia	Alava	Superficie útil calefactada	1529 m <sup>2</sup>
Ciudad	Vitoria-Gasteiz		
Tipo edificio	Bloque		
Zona Climática (HE1)	D1		

Sistema de Cogeneración			
Tipo de equipo	Genérico	Modelo	Genérico
Potencia Elec. Equipo	5,5 kW	Nº Equipos	2
Potencia Elec. Total	11 kW	Condensación	Sí
Volumen de inercia	3 m <sup>3</sup>	Combustible	Gas natural
Volumen de ACS	3 m <sup>3</sup>		

Sistema de apoyo			
Tipo	Caldera convencional	Combustible	Gas natural

Demandas de Calefacción y ACS			
Fichero de demandas	176salburua_sistema3_DH.csv		
Demanda de Calefacción	654.953 kWh/año	428,35 kWh/m <sup>2</sup> .año	97,0%
Demanda de ACS	19.918 kWh/año	13,03 kWh/m <sup>2</sup> .año	3,0%

Ahorro 88.984 kgCO<sub>2</sub>/año -41% respecto a referencia

Consumos de Energía Final Equivalentes			
Calefacción	598.941 kWh	ACS	18.215 kWh

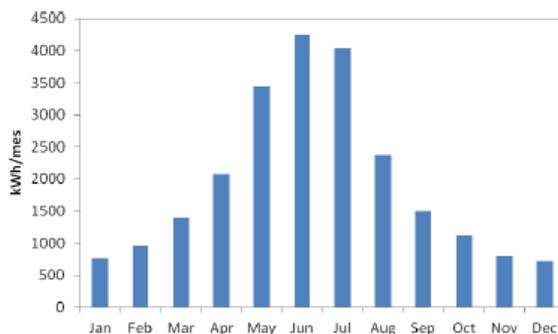


# 176 viviendas en Vitoria-Gasteiz

Aporte de renovables o de alta eficiencia

Paneles PV: 13% reducción emisiones CO<sub>2</sub>

Fixed system: inclination=60°, orientation=180°				
Month	E <sub>d</sub>	E <sub>m</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>m</sub>
Jan	24.5	761	0.56	17.3
Feb	34.4	962	0.78	21.9
Mar	45	1400	1.02	31.8
Apr	69.3	2080	1.65	49.4
May	111	3440	2.75	85.3
Jun	142	4250	3.45	103
Jul	130	4040	3.25	101
Aug	76.8	2380	1.95	60.4
Sep	49.9	1500	1.14	34.2
Oct	36.5	1130	0.83	25.7
Nov	26.9	808	0.61	18.4
Dec	23.1	717	0.53	16.3
<b>Yearly average</b>	<b>64.3</b>	<b>1950</b>	<b>1.55</b>	<b>47.1</b>
<b>Total for year</b>		<b>23500</b>		<b>565</b>



PV Estimation
Monthly radiation
Daily radiation
Stand-alone PV

### Performance of Grid-connected PV

Radiation database: Climate-SAF PVGIS [\[What is this?\]](#)

PV technology: Unknown/Other

Installed peak PV power 58.688 kWp

Estimated system losses [0;100] 14 %

**Fixed mounting options:**

Mounting position: Free-standing

Slope [0;90] 60 °  Optimize slope

Azimuth [-180;180] 180 °  Also optimize azimuth

(Azimuth angle from -180 to 180. East=-90, South=0)

**Tracking options:**

Vertical axis Slope [0;90] 0 °  Optimize

Inclined axis Slope [0;90] 0 °  Optimize

2-axis tracking

Horizon file Examinar... No se ha seleccionado ningún archivo.

**Output options**

Show graphs  Show horizon

Web page  Text file  PDF

Calculate
[help]



# 176 viviendas en Vitoria-Gasteiz

- Fachadas:  $U_f$  **0,30 W/m<sup>2</sup>K** (in situ: 0,32 W/m<sup>2</sup>K)
- Cubierta y suelo:  $U_{\text{cub./suelo}}$  **0,19 W/m<sup>2</sup>K**
- Ventanas:  $U_{\text{ventana}}$  **1,89 W/m<sup>2</sup>K** (vidrios: 1,16 W/m<sup>2</sup>K)
- Estanqueidad:  $n_{50}$  **2 h<sup>-1</sup>**.
- Ventilación: **85% recuperación de calor**
- Cogeneración: 11 kW eléctricos
- Fotovoltaica: 226 paneles PV

## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA A<sup>++</sup>

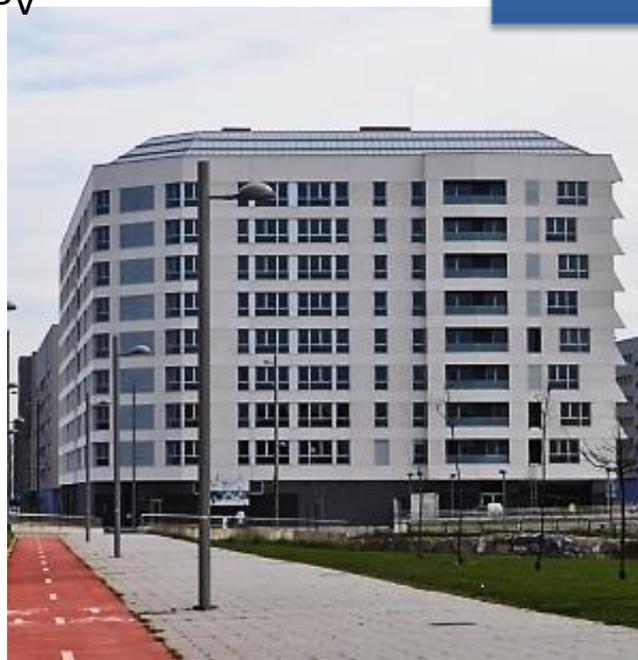
Consumo ener. final: 17,5 kWh/m<sup>2</sup>a  
Emisiones: 2,9 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a

Certificación Energética de Edificios  
Indicador kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>



Edificio  
Objeto

2,9 A



EUSKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO



Universidad  
del País Vasco Euskal Herriko  
Unibertsitatea

# 32 VIVIENDAS SOCIALES PORTUGALETE



EUSKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO

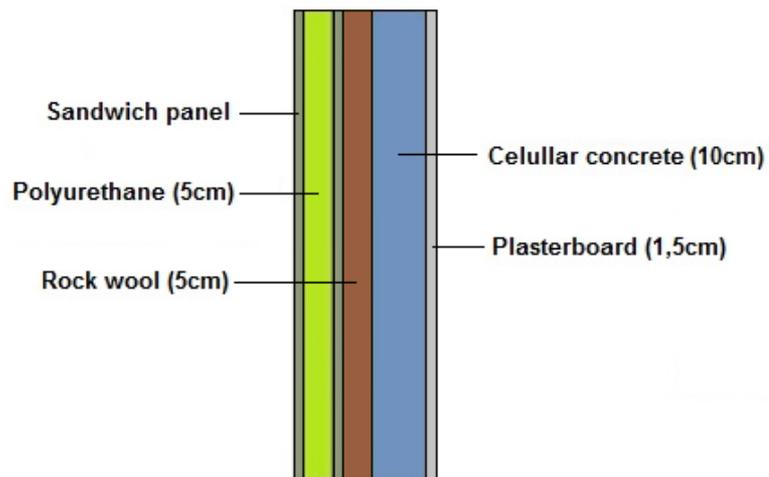
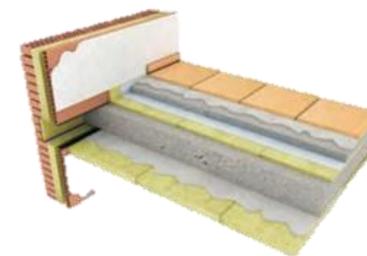


Universidad  
del País Vasco Euskal Herriko  
Unibertsitatea

# DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

## Materiales Construcción– Envolverte

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



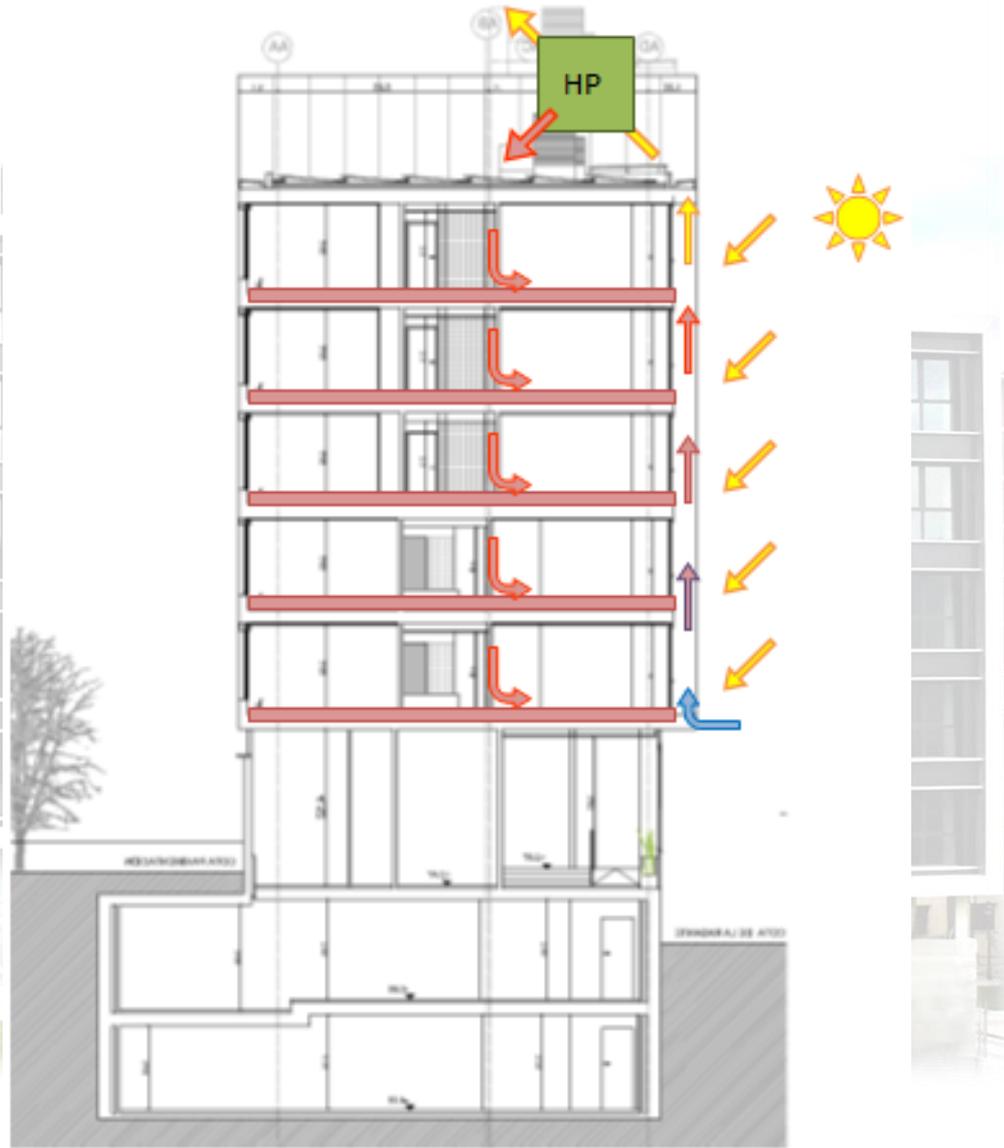
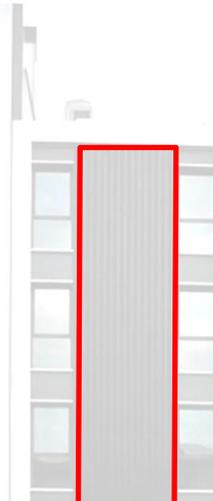
## Solución convencional

### Propiedades térmicas

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



# 32 VIVIENDAS PORTUGALETE

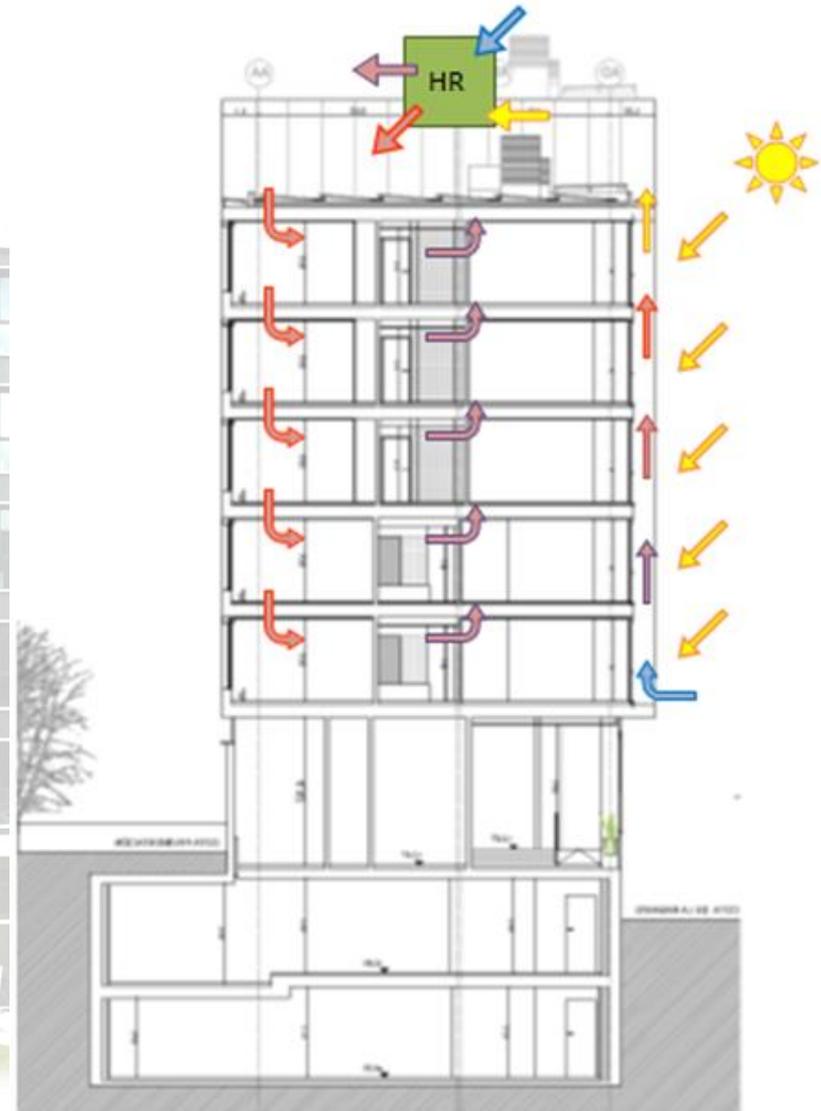


EUSKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO



Universidad  
del País Vasco Euskal Herriko  
Unibertsitatea

# 32 VIVIENDAS PORTUGALETE



EUSKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO



# 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 %

## 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

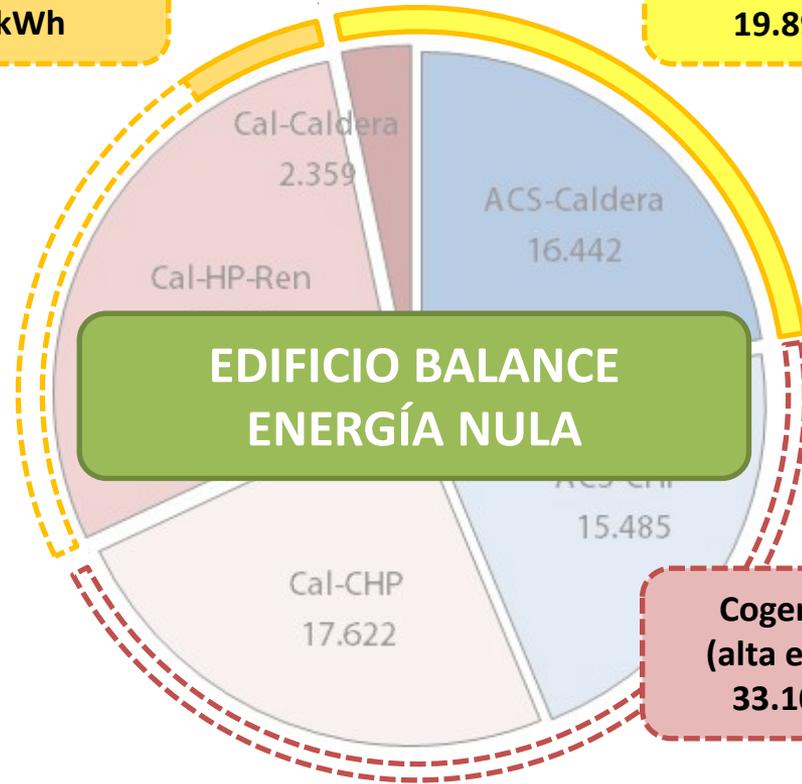
# 32 VIVIENDAS PORTUGALETE

PANELES EXCEDENTES



Paneles PV  
→ HP-Ren.  
4.260kWh

Paneles PV  
(excedente)  
19.894 kWh



Calefacción: 56,2 %  
40.938 kWh

ACS: 43,8 %  
31.927kWh



EUSKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO



Universidad del País Vasco  
Euskal Herriko Unibertsitatea

# 32 VIVIENDAS PORTUGALETE

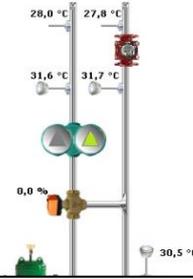
SISTEMA CONTROL

Viviendas

Instalaciones

Envoltantes Activas

Calefacción



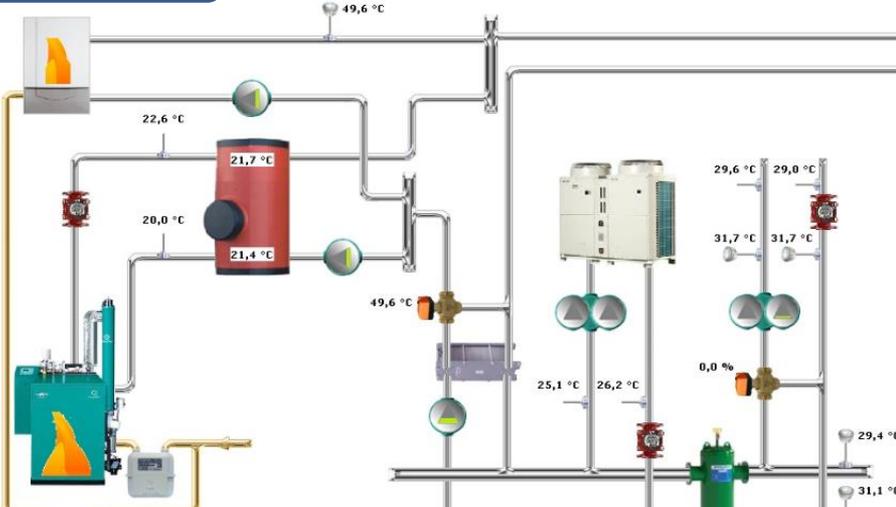
Portal 1	Temperatura	Humedad	Termostato
Bajo	22,1 °C	57,3 %RH	Sin Demanda
1ºA	21,6 °C	60,7 %RH	Con Demanda
1ºB	21,8 °C	58,2 %RH	Sin Demanda
2ºA	22,3 °C	59,6 %RH	Sin Demanda
2ºB	21,7 °C	58,7 %RH	Sin Demanda
3ºA	22,3 °C	59,2 %RH	Sin Demanda
3ºB	21,8 °C	57,3 %RH	Sin Demanda
4ºA	22,6 °C	58,2 %RH	Sin Demanda
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	24,0 °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	59,0 %RH	Sin Demanda

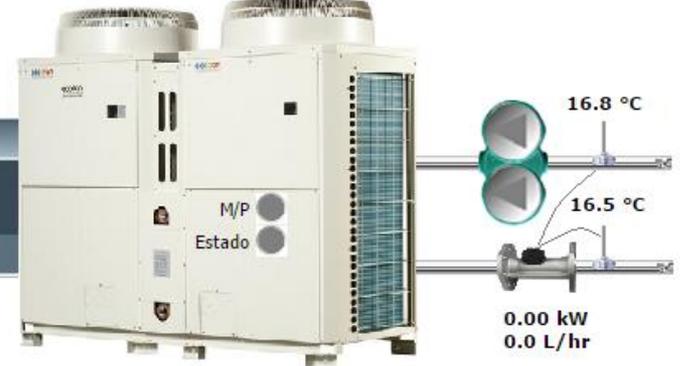
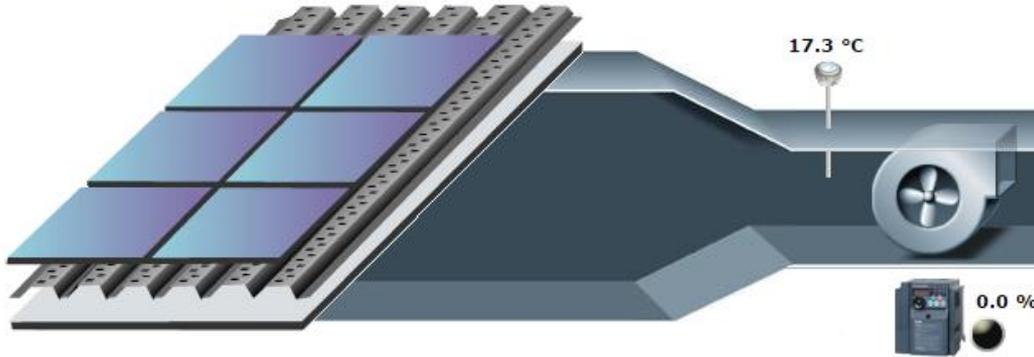
Portal 2	Temperatura	Humedad	Termostato
1ºA	21,9 °C	57,7 %RH	Con Demanda
1ºB	24,8 °C	58,5 %RH	Con Demanda

Tª Interior

Producción



17.3 °C

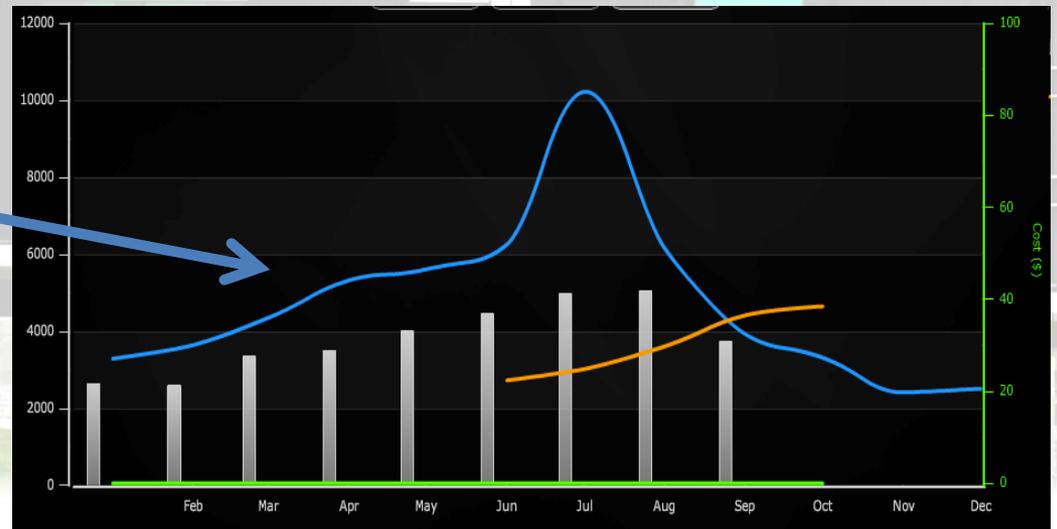


EUSKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO



# 32 VIVIENDAS PORTUGALETE

## INFORMACIÓN AL USUARIO

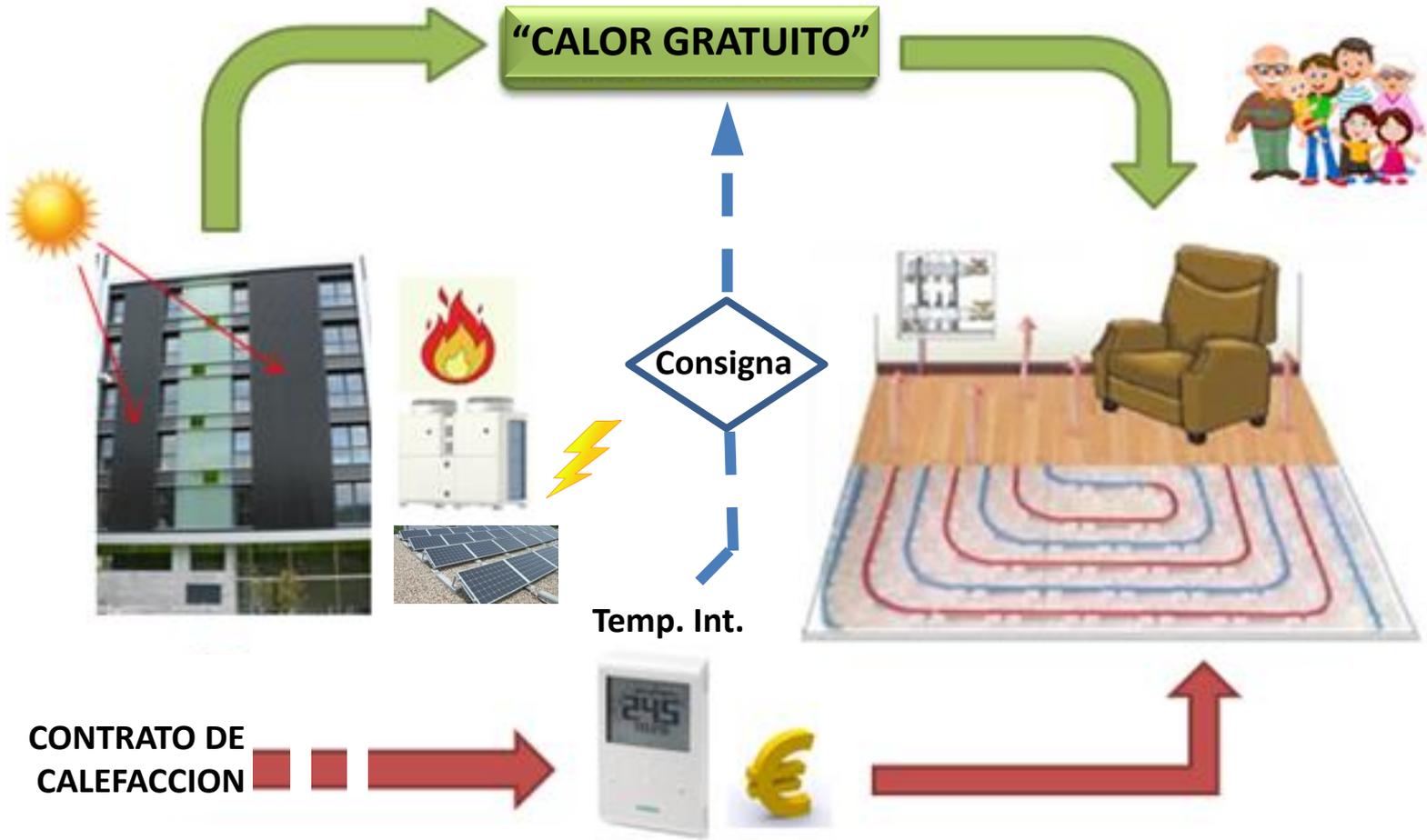


EUSKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO



# 32 VIVIENDAS PORTUGALETE

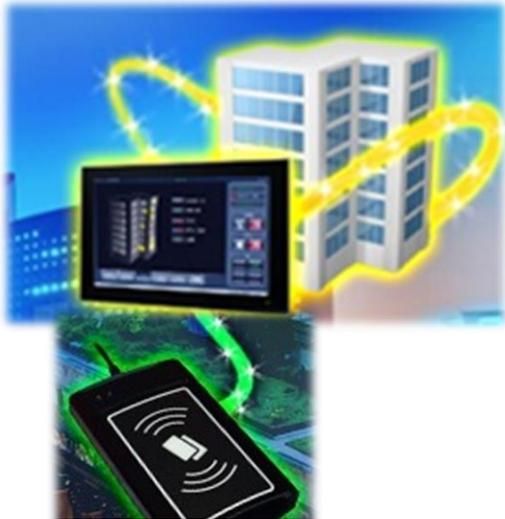
## CONCEPTO "FREE HEATING"



CONTRATO DE CALEFACCION

# 32 VIVIENDAS PORTUGALETE

## GESTIÓN + CONTROL INTEGRADO EDIFICIO



# Conclusiones



EUSKO JAURLARITZA  
GOBIERNO VASCO



# Conclusiones

- Marco normativo:
  - Los **límites de EP** de los EECN están sensiblemente definidos en la recomendación de la Comisión Europea de 2016 (uso de oficina y de vivienda unifamiliar).
  - Los parámetros no serán absolutos.  
Revisión de las exigencias cada 5 años, aplicando el método de coste-óptimo.
- Nuevos retos:
  - La futura normativa EECN (DB-HE 2018) será probablemente **más flexible** que la actual en cuanto a diseños innovadores.
    - Por ejemplo, el indicador de calidad de la envolvente incluye el diseño pasivo y los sistemas de sombreado más en detalle.
  - El **control de calidad** cobrará mayor importancia (estanqueidad al aire, puentes térmicos, sistemas de baja temperatura, desequilibrios en la ventilación,...)
  - Se ha presentado un procedimiento para mejorar los aspectos térmicos del edificio.
- Casos de estudio A+:
  - Es posible **combinar fuentes renovables** y minimizar las necesidades energéticas.
  - La **caracterización térmica y la verificación in-situ**, son herramientas fundamentales para mantener un buen control de los procesos de construcción.
  - Sistema de **gestión y control** se antoja fundamental para su óptimo funcionamiento

# MUCHAS GRACIAS



Podéis consultar dudas en:  
[termica@euskadi.eus](mailto:termica@euskadi.eus)

**Imanol Ruiz de Vergara**

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