



(04) Informe sobre prospectiva y evolución futura de los sistemas de climatización y ACS en la edificación residencial

Estudio (04) para la ERESEE 2020 “Estrategia a largo plazo para la Rehabilitación Energética en el Sector de la Edificación en España”

Subdirección General de Políticas Urbanas

Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo

Ministerio de Fomento

Mayo de 2019

(04) Informe sobre prospectiva y evolución futura de los sistemas de climatización y ACS en la edificación residencial

Subdirección General de Políticas Urbanas. Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo. Ministerio de Fomento.

Autores:

Este documento ha sido redactado por la Asociación Técnica Española de la Climatización y la Refrigeración (Atecyr) por encargo del Ministerio de Fomento y han participado en su desarrollo:

- José Manuel Pinazo Ojer
- Ricardo García San José
- Pedro Vicente Quiles
- Arcadio García Lastra

Dirección, coordinación y Revisión:

- Eduardo de Santiago. Subdirección General de Políticas Urbanas. Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo. Ministerio de Fomento.
- Raúl Valiño López. Subdirección General de Arquitectura y Edificación. Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo. Ministerio de Fomento.
- Raquel Lara Campos. Subdirección General de Arquitectura y Edificación. Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo. Ministerio de Fomento.

Mayo de 2019.



El Ministerio de Fomento no se hace partícipe de las opiniones ni de las conclusiones de este estudio, que corresponden exclusivamente a sus autores.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	Objetivo	6
2	Instalaciones del parque inmobiliario existente.....	7
2.1	Tipos de Instalaciones Térmicas.....	9
2.1.1	Instalaciones Individuales	11
2.1.2	Instalaciones Colectivas	20
2.2	Escenario base de estudio	25
3	Propuestas de cambio de instalaciones.....	30
3.1	Vectores energéticos	31
3.2	Propuestas comunes	32
3.2.1	Sustitución de equipos.....	32
3.2.2	Rehabilitación de la envolvente del edificio	32
3.2.3	Instalación térmica.....	38
3.2.4	Ventilación.....	39
3.2.5	Certificado de eficiencia energética y auditoría energética	39
3.2.6	Energías renovables y residuales	40
3.2.7	Contaje de consumos y comprobación de rendimientos	43
4	Propuestas de Reformas para el escenario 2030.....	45
4.1	Consideraciones generales	45
4.2	Zona climática de invierno α	47
4.3	Zonas climáticas de invierno A y B	48
4.4	Zona climática de invierno C	50
4.5	Zonas climáticas de invierno D y E	51
5	Propuestas de Reformas para los escenarios 2040 y 2050.....	52
5.1	Redes de Distrito	54
5.2	Vectores energéticos	56
6	Conclusiones.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Imagen 1 Evolución del consumo eléctrico en viviendas. Fuente Ministerio Industria, Energía y Turismo/IDAE.</i>	7
<i>Imagen 2 Instalación individual. Servicio sólo ACS (I_A_x).</i>	11
<i>Imagen 3 Instalación individual. Servicio sólo ACS (I_A_x) con apoyo de energía solar térmica</i>	12
<i>Imagen 4 Instalación individual. Servicio sólo Calefacción. Sólo unidad terminal (I_C_UT)</i>	13
<i>Imagen 5 Instalación individual. Servicio sólo Calefacción con distribución de refrigerante (I_C_R). Split, multisplit o caudal de refrigerante variable.</i>	14
<i>Imagen 6 Instalación individual. Servicio sólo Calefacción. Con distribución de agua caliente (I_C_A). Izquierda: caldera+radiadores. Derecha: bomba de calor+suelo radiante</i>	14
<i>Imagen 7 Instalación individual. Servicio sólo calefacción. Distribución por aire caliente (I_C_R)</i> ...	14
<i>Imagen 8 Instalación individual. Servicios de ACS y Calefacción. Con distribución mediante tuberías de refrigerante (I_CA_R).</i>	15
<i>Imagen 9 Instalación individual. Servicio de ACS y Calefacción. Con distribución de agua caliente (I_C_R). Generación con bomba de calor a grupo hidráulico. Generación de calor para ACS y calefacción mediante este grupo hidráulico.</i>	15
<i>Imagen 10 Instalación individual. Servicio de ACS y Calefacción. Con distribución de agua caliente (I_C_A). Generación con caldera. Generación de calor para ACS y calefacción mediante esta caldera</i>	16
<i>Imagen 11 Instalación individual. Servicio de ACS y Calefacción. Con distribución de agua caliente (I_CA_A). Generación con caldera mixta. Derecha: con aporte de energía solar para la producción de ACS</i>	16
<i>Imagen 12 Instalación colectiva. Servicios de ACS y Calefacción. Con distribución con agua (C_CA_A). Generación con calderas de combustible, colectores para distribución a los diferentes servicios y producción de ACS con depósito de acumulación.</i>	20
<i>Imagen 13 Producción comunitaria de ACS, con intercambiador de placas y depósito de acumulación, con indicación de las temperaturas para prevención de la legionelosis.</i>	21
<i>Imagen 14 Distribuciones generales de ACS y recirculación en un edificio con instalación común de ACS, en el ejemplo de la figura en paralelo con el ACS discurren las tuberías de suministro de Agua Fría para Consumo Humano (AFCH).</i>	21
<i>Imagen 15 Distribuciones generales de calefacción en un edificio con instalación común para este servicio, desde 1981 las distribuciones con acometidas a las viviendas desde zonas comunes son obligatorias.</i>	22
<i>Imagen 16 Distribuciones generales de calefacción por montantes, solución habitual en instalaciones anteriores a 1981.</i>	23
<i>Imagen 17 Equipos de medida en las derivaciones a viviendas de las instalaciones comunes de calefacción y ACS, los contadores de ACS son obligatorios desde 1981, mientras que los de calefacción lo son desde 1998.</i>	24
<i>Imagen 18 Bloques de viviendas con instalaciones de calefacción y ACS con calderas, individuales y central.</i>	27
<i>Imagen 19 Escenario objetivo del PNIEC. PP: Productos petrolíferos. GN: Gas Natural. ee-: Energía eléctrica. ER: Energía Renovable.</i>	31
<i>Imagen 20 Curvas de funcionamiento de una bomba de calor y de la demanda de calefacción en función de las condiciones exteriores.</i>	46
<i>Imagen 21 Esquema simplificado de la red térmica con generadores y consumidores.</i>	55
<i>Imagen 22 Detalles para la conexión de los generadores y consumidores a la red térmica.</i>	56
<i>Imagen 23 Escenario objetivo que se ha presentado en la segunda reunión de las partes interesadas que están modificando las exigencias de ecodiseño y etiquetado energético de las calderas celebradas el viernes 26. 4. 2019.</i>	58

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Situación probable de instalaciones en el parque de edificios existentes.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 2 Transmitancias máximas (W/m²·K) globales para hidrocarburos.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 3 Potencias (W/m²·K) globales para hidrocarburos.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 4 Transmitancias máximas (W/m²·K) globales.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 5 Potencias (W/m²·K) globales.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 6 Potencia (%) necesaria después de la rehabilitación de un edificio que cumple NBE CT-79.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 7 Tabla 3. 6: Transmitancias máximas (w/m²·k) anteriores a la NBE CT-79.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 8 Potencia (%) necesaria después de la rehabilitación de un edificio que NO cumple NBE CT-79.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 10 Tabla soluciones de rehabilitación de la zona climática α.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 11 Tabla soluciones de rehabilitación de la zona climática A y B.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 12 Tabla soluciones de rehabilitación de la zona climática C.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 13 Tabla soluciones de rehabilitación de la zona climática D y E.....</i>	<i>51</i>

1 Objetivo

Dado que la edificación es el tercer consumidor de energía de nuestro país, por detrás del transporte y la industria (en la UE **representa cerca de la mitad del consumo final** de energía), el sector de **calefacción, agua caliente sanitaria y refrigeración** se considera clave para acelerar la descarbonización del sistema energético además de contribuir a la seguridad energética.

El artículo 2.bis de la **Directiva 2010/31/UE** de Eficiencia Energética de Edificios (versión refundida) obliga a los Estados miembros a establecer una estrategia a largo plazo para movilizar inversiones en la renovación del parque nacional de edificios residenciales y comerciales, tanto públicos como privados.

De conformidad con la citada Directiva, en 2020 deberá presentarse una nueva versión de la Estrategia (ERESEE 2020), para lo cual se estima procedente realizar un estudio prospectivo de la futura evolución de los sistemas de climatización y agua caliente sanitaria en la edificación en el periodo 2020–2050.

Con esta estrategia se pretende apoyar la renovación del parque nacional de edificios residenciales transformándolos en inmuebles con alta eficiencia energética y descarbonizados antes de 2050, facilitando la transformación económicamente rentable de los edificios existentes en edificios de consumo de energía casi nulo.

Motivo de ello se realiza este **Informe sobre prospectiva y evolución futura de los sistemas de climatización y agua caliente sanitaria en la edificación residencial** para que pueda ser tenido en cuenta como parte de los trabajos preparatorios necesarios para redactar la nueva Estrategia a largo plazo para la Rehabilitación Energética en el sector de la edificación en España (ERESEE 2020), en desarrollo del artículo 4 de la Directiva 2012/27/UE (ERESEE) en su edición actualizada al nuevo periodo 2030–2050.

Este informe se estructura en dos partes fundamentalmente:

1. Prospectiva y evolución futura de los **sistemas de climatización** y ACS en la edificación residencial de cara a los escenarios 2030–2040–2050 (descarbonización).
2. Propuestas razonadas de menús de cambio de instalaciones adaptados a los grupos (clústeres) propuestos para el parque residencial (básicamente unifamiliar/plurifamiliar), el tipo de instalación térmica (individual o colectiva) y la zona climática.

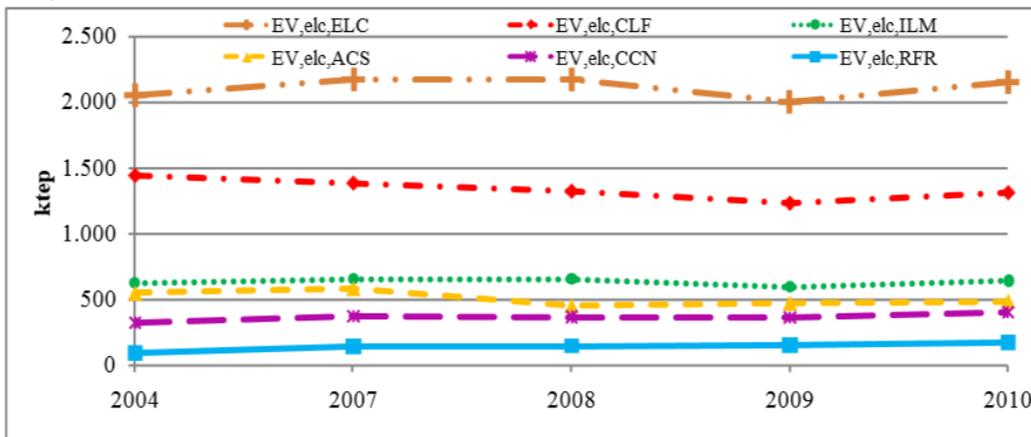
2 Instalaciones del parque inmobiliario existente

Se define a continuación el escenario de partida del informe; para ello se describen, del parque inmobiliario español actual, los tipos de instalaciones térmicas que abastecen las demandas de calefacción, agua caliente sanitaria (ACS) y refrigeración en los edificios de viviendas en los que se prevé su renovación, contemplando de forma más detallada el escenario del **2030** (periodo **2021–2030**) y de manera más descriptiva los escenarios **2040** (periodo **2031–2040**) y **2050** (periodo **2041–2050**).

Se descartan de este estudio las instalaciones de refrigeración, accionadas en su mayoría por fuentes eléctricas, debido a su menor peso relativo en el consumo total. Según los datos del Informe Anual de Consumos Energéticos en el Sector Residencial Hogares del IDAE, en 2016 el consumo en refrigeración fue de 142 Ktpeps, frente a 6.557 Ktpeps para calefacción, y 15.218 Ktpeps en total para todos los usos del sector residencial.

El mayor consumidor de energía eléctrica en las viviendas son los electrodomésticos (EV, elc, ELC), seguidos de la calefacción (EV, elc, CLF), siendo menores los consumos en refrigeración (EV, elc, RFR), cocinas (EV, elc, CCN), ACS (EV, elc, ACS) e iluminación (EV, elc, ILM), como muestra la siguiente gráfica.

Imagen 1 Evolución del consumo eléctrico en viviendas. Fuente Ministerio Industria, Energía y Turismo/IDAE



Nomenclatura: Energía en Viviendas (EV); Electricidad (elc); Electrodomésticos (ELC), Calefacción (CLF), Refrigeración (RFR), Agua Caliente Sanitaria (ACS) e Iluminación (ILM).

Para las Instalaciones Térmicas se propone un escenario sobre el que se plantean las soluciones técnicas más lógicas en la renovación de sus instalaciones, diferenciando dos tipos de construcciones, **viviendas unifamiliares** y **viviendas colectivas**, en adelante, **bloques de viviendas**.

Además de esta consideración arquitectónica en la distribución de las viviendas, también se consideran dos tipos básicos de instalaciones térmicas, las **instalaciones individuales**, entendiendo éstas como una instalación única que abastece una única vivienda, bien sea unifamiliar o una vivienda dentro de un bloque de viviendas y las **instalaciones colectivas** que dan servicio a más de una vivienda.

Por último, en las instalaciones individuales también se diferencia si son **mixtas** o no, es decir, si con un único equipo abastecen conjuntamente la calefacción y el ACS o si requieren equipos, o instalaciones, diferenciadas; en las instalaciones colectivas, aunque la producción térmica se realice con los mismos generadores térmicos se diferencian claramente los dos servicios.

Para cada tipo de las instalaciones que a continuación se detallan, se proponen alternativas para la rehabilitación de viviendas, diferenciadas por cada una de las 6 zonas climáticas de invierno hoy tipificadas en el Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación.

2.1 Tipos de Instalaciones Térmicas

En este apartado se describen las instalaciones térmicas tipo de las viviendas, para luego poder acotarlas al escenario de estudio, que se limita a las instalaciones de calefacción y ACS más probables de encontrar en edificios potenciales de ser rehabilitados en el periodo 2021–2030.

En esta primera descripción se definen todas las instalaciones posibles (no sólo las más probables) en función del servicio que atienden, calefacción, ACS y refrigeración y del **tipo** que se trata, individual (atiende a una única vivienda tanto para edificios unifamiliares como en bloque) o colectiva (da servicio a varias viviendas).

El tipo de instalación existente condiciona no solo el sistema de climatización adoptado en una determinada zona climática, sino también el tipo de equipos más adecuados para una rehabilitación. Cada instalación se clasifica con tres códigos separados con un guion bajo. De esta forma nos encontraremos, en el caso más extenso, con una nomenclatura de este tipo $\xi_ \sigma_ \beta$ donde:

- ξ Indica el tipo de instalación térmica. Puede tomar sólo una de las siguientes letras:
 - **I** Instalación individual
 - **C** Instalación colectiva

- σ Expresa el servicio que atiende la instalación. Puede tomar una o alguna de las siguientes letras. si hay varias indica que la instalación abastece a más de un servicio.
 - **C** Calefacción
 - **A** Agua caliente sanitaria
 - **R** Refrigeración

- β Define el tipo de aparato con el que está conformada la instalación térmica. Puede tomar una de las siguientes letras
 - **UT** Unidad terminal del servicio de calefacción (**Calefactor**), la instalación está conformada sólo con una unidad terminal de calefacción, (por ejemplo, un radiador eléctrico, o una catalítica de gas o líquido, o estufa de biomasa, etc.).
 - **A** Los equipos de generación y emisión que conforman la instalación térmica están conectados mediante una distribución de agua como fluido caloportador (por ejemplo, caldera y radiadores). Si la instalación es individual, y el servicio de ACS se atiende con el mismo generador (**I_CA_A**), se trata de una caldera mixta; en cambio si la instalación es colectiva y el servicio de ACS se abastece con el mismo generador (**C_CA_A**), el generador es una caldera, o varias, para los dos servicios.
 - **R** La instalación térmica está conectada mediante una distribución de refrigerante como fluido portador, por ejemplo, un equipo partido (Split o multisplit) ó con una distribución de aire (distribución por conductos) y la producción térmica se obtiene por la expansión o condensación de un refrigerante. Cuando el servicio sea ACS ($\sigma = A$), el generador será una bomba de calor. Sirve tanto para calefacción como para ACS.
 - **CL** Se utiliza para indicar un calentador de ACS exclusivamente, bien sea un termo eléctrico o un calentador de gas.

Ejemplos de uso de la nomenclatura propuesta:

- **I_C_R** indica que la instalación térmica es individual, que solo proporciona calefacción y que el sistema utiliza refrigerante (por ejemplo, un multisplit, o un único Split, ó una maquina frigorífica que enfría por expansión directa el aire que luego es distribuido a cada zona mediante rejillas y conductos)
- **C_CA_A** muestra que se trata de una instalación colectiva, que abastece las demandas de calefacción y ACS y conformado por un sistema con agua cuyo generador es una caldera que atiende a los dos servicios.
- **I_A_CL** expresa una instalación individual para ACS con un termo eléctrico o un calentador.

Atendiendo a lo anterior se tienen los siguientes tipos de instalaciones:

2.1.1 Instalaciones Individuales

Corresponde tanto a una vivienda unifamiliar como a una vivienda dentro de un bloque, si bien cualquier vivienda unifamiliar siempre tendrá con una instalación individual.

- Servicio sólo ACS (I_A_x), tiene las siguientes alternativas:

- Termo eléctrico (I_A_CL)
- Calentador ACS (Butano, gas natural, biomasa) (I_A_CL)
- Bomba calor ACS (I_A_R)
- Energía solar + apoyo (calentador ACS, bomba de calor o resistencia eléctrica)

Imagen 2 Instalación individual. Servicio sólo ACS (I_A_x)

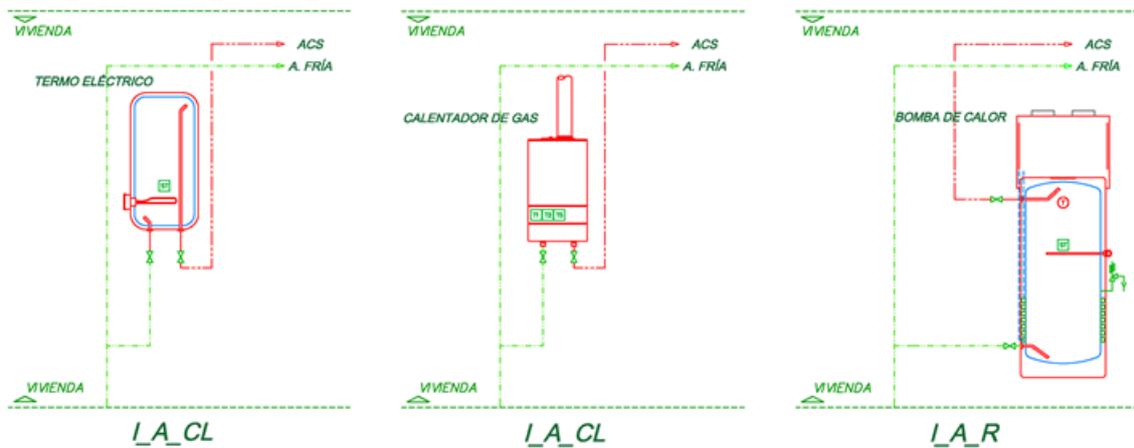
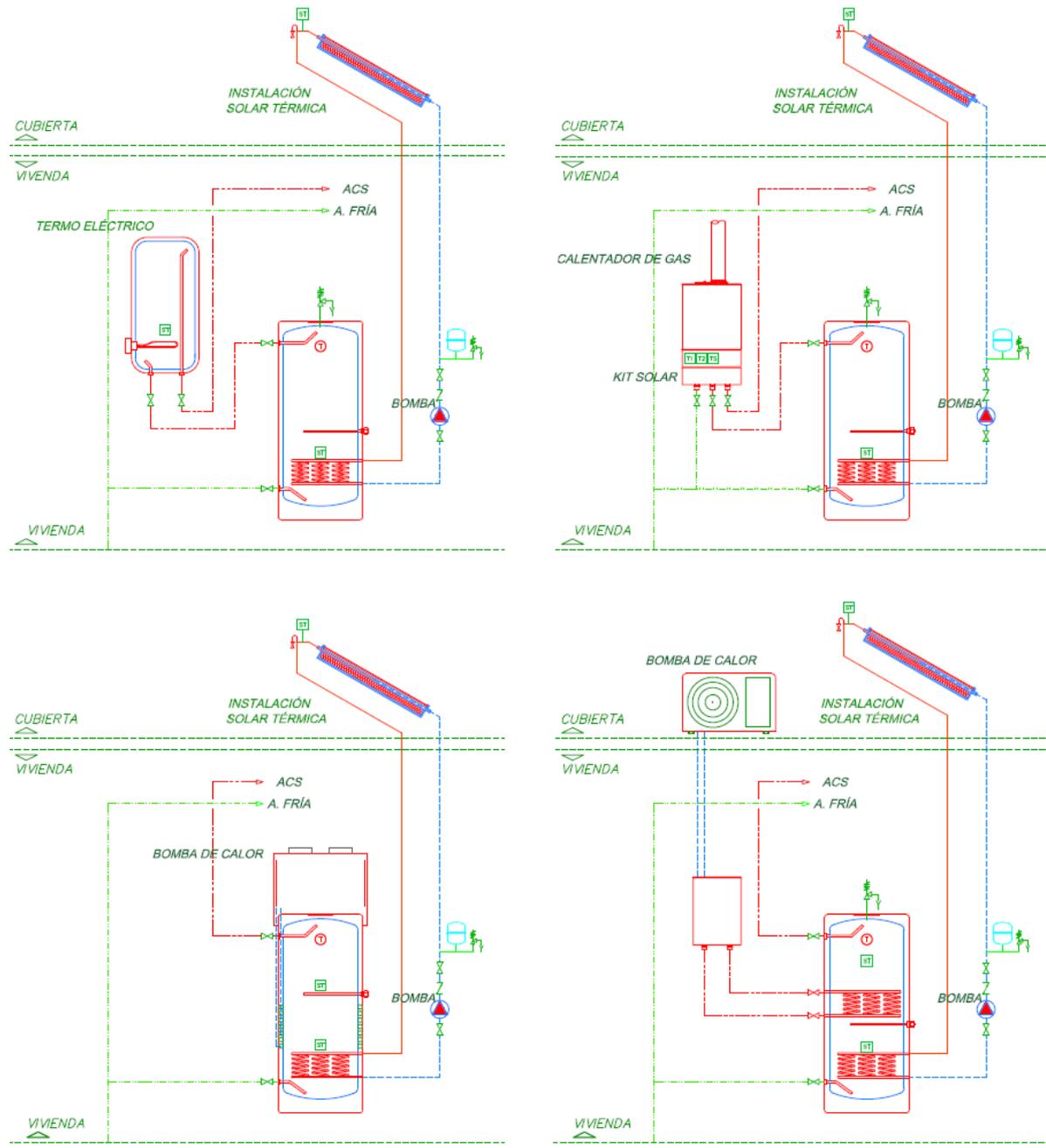


Imagen 3 Instalación individual. Servicio sólo ACS (I_A_x) con apoyo de energía solar térmica.

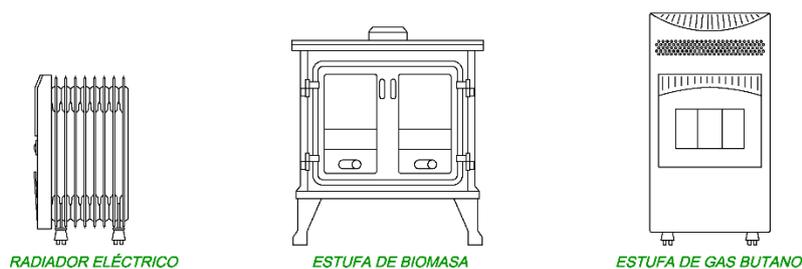


- Servicio sólo **Calefacción (I_G_x)** con las siguientes opciones:

o **Sólo unidad terminal (I_G_UT)** (la instalación la compone un único equipo, en la propia unidad terminal se realiza la generación térmica). Sirven a un único espacio de la vivienda, es decir, se requerirá un equipo por cada estancia o zona que se quiere calentar.

- Radiadores eléctricos
- Estufas de gas butano
- Estufas de biomasa (hogares y chimeneas)

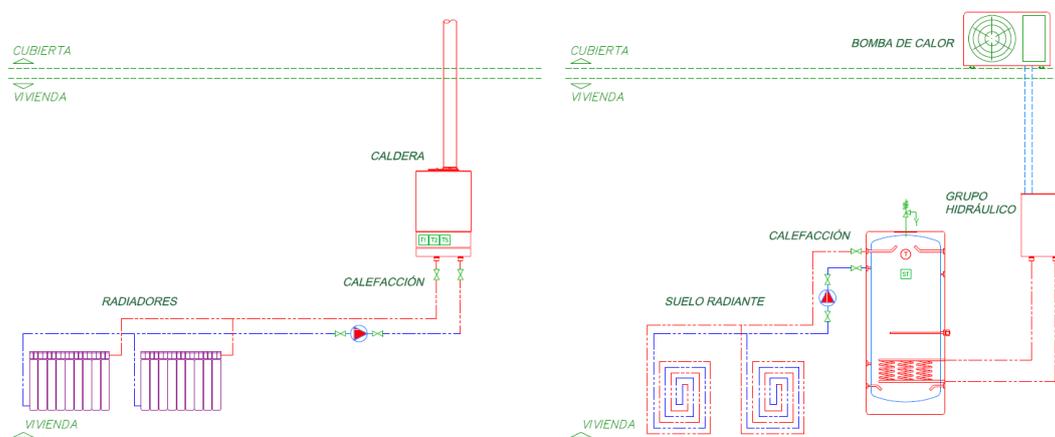
Imagen 4 Instalación individual. Sólo Calefacción. Sólo unidad terminal (I_C_UT)



○ Con **distribución de agua caliente (I_C_A)** (tuberías de agua). Sirven a varios espacios con una única generación térmica, la instalación individual está formada por varias unidades terminales y un único generador. Los tipos de unidades terminales y generadores son:

- Generador
 - ✓ Caldera (gas natural, propano, fuel-oil, biomasa)
 - ✓ Bomba de calor aire/agua (aeroterminia), agua/agua (hidrotermia o geotermia) (en modo calefacción)
- Unidad terminal
 - ✓ Radiadores
 - ✓ Suelo radiante
 - ✓ Intercambiador en red de conductos con aire caliente

Imagen 5 Instalación individual. Servicio sólo Calefacción. Con distribución de agua caliente (I_C_A). Izquierda: caldera+radiadores. Derecha: bomba de calor+suelo radiante

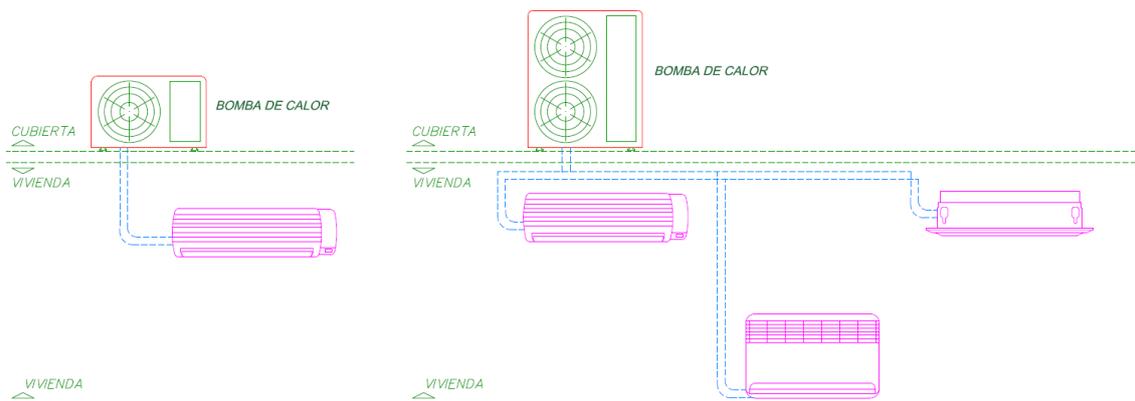


○ Con **distribución de refrigerante (I_C_R)** (tuberías de refrigerante). Atienden a varios espacios con una única generación térmica, es decir, la instalación individual está formada por varias unidades terminales (Split) y un único generador térmico.

- Generador: Bombas de calor. Multisplit o caudal de refrigerante variable (VRF)
- Unidad terminal: Split (murales, suelo, techo, etc.)

Nota: En este caso también se incluyen los equipos de refrigerante constituidos por un único Split, así como los equipos de ventana, diferenciándolos de los UT en que utilizan refrigerante.

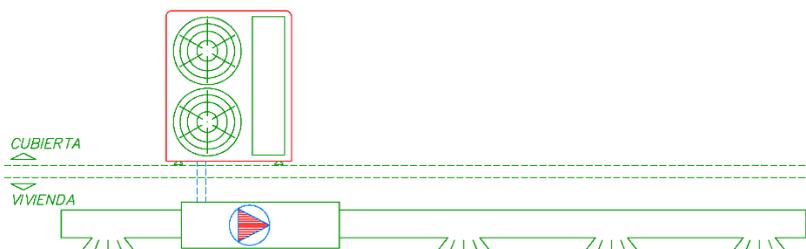
Imagen 6 Instalación individual. Servicio sólo Calefacción con distribución de refrigerante (I_C_R). Split, multisplit o caudal de refrigerante variable.



o Con distribución de aire caliente (**I_C_R**) (conductos). Sirven a varios espacios con una única generación térmica, la instalación individual está formada por varias unidades terminales (rejillas) y un único generador térmico. Los tipos de unidades terminales y generadores pueden ser:

- Generador: Bomba de calor aire/aire de conductos
- Unidad terminal: Rejillas

Imagen 7 Instalación individual. Servicio sólo calefacción. Distribución por aire caliente (I_C_R)

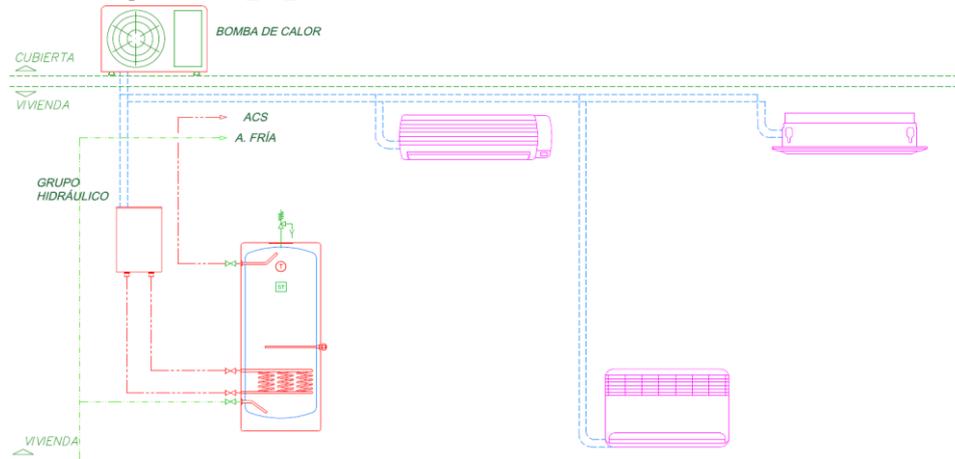


- Servicio **ACS** y **Calefacción (I_CA_x)** con los siguientes sistemas:

o Con instalación **tuberías refrigerante (I_CA_R)** o **red conductos aire (I_CA_R)**. La calefacción se resuelve como en el caso de solo calefacción con distribución de refrigerante o de aire, y para cubrir la demanda de ACS se incorpora un intercambiador de placas entre el condensador de la bomba de calor y el suministro de ACS (hidrokít)

- Generador
 - ✓ Bombas de calor. Multisplit o caudal de refrigerante variable + Hidrokít para el ACS
- Unidad terminal
 - ✓ Split (tubería de refrigerante)
 - ✓ Rejilla (conductos)
 - ✓ Suministro de ACS

Imagen 8 Instalación individual. Servicios de ACS y Calefacción. Con distribución mediante tuberías de refrigerante (I_CA_R).



○ Con instalación de **agua caliente** (tubería de agua) (**I_CA_A** ó **I_CA_R**). Sirven a varios espacios con una única generación térmica, la instalación está formada por varias unidades terminales y un único generador térmico; además puede abastecer la demanda de ACS, para lo cual se puede apoyar en un pequeño acumulador. Los tipos de unidades terminales y generadores que pueden conformar la instalación térmica individual son:

- Generador
 - ✓ Caldera mixta (gas natural, propano, fuel-oil, biomasa)
 - ✓ Bomba de calor aire/agua (aerotermia), agua/agua (hidrotermia o geotermia) + pequeño acumulador ACS
- Unidad terminal
 - ✓ Radiadores
 - ✓ Suelo radiante
 - ✓ Rejilla (existirá un intercambiador en red de conductos con aire caliente)

Imagen 9 Instalación individual. Servicio de ACS y Calefacción. Con distribución de agua caliente (I_CA_R). Generación con bomba de calor mixta a grupo hidráulico. Generación de calor para ACS y calefacción mediante este grupo hidráulico.

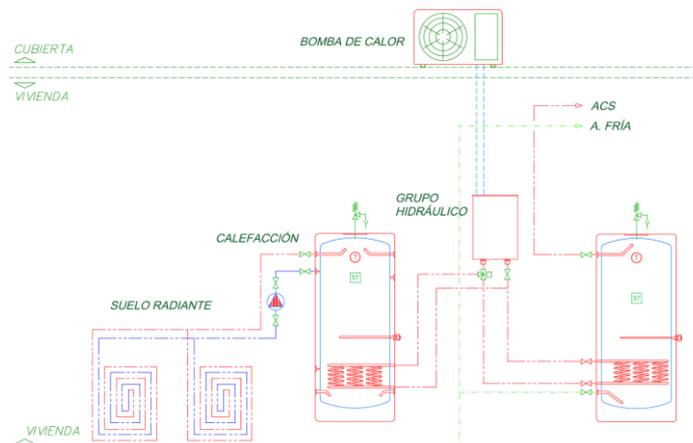


Imagen 10 Instalación individual. Servicio de ACS y Calefacción. Con distribución de agua caliente (I_CA_A). Generación con caldera mixta. Generación de calor para ACS y calefacción mediante esta caldera

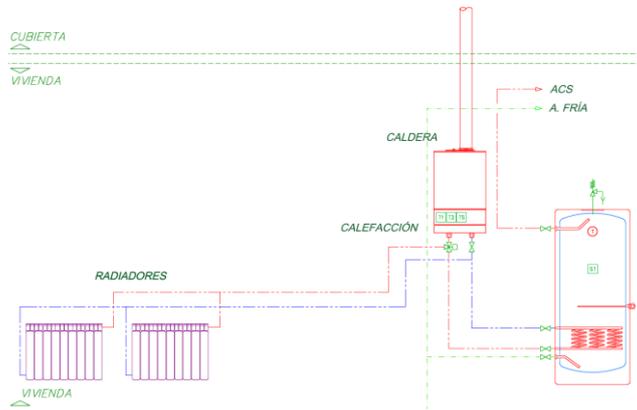
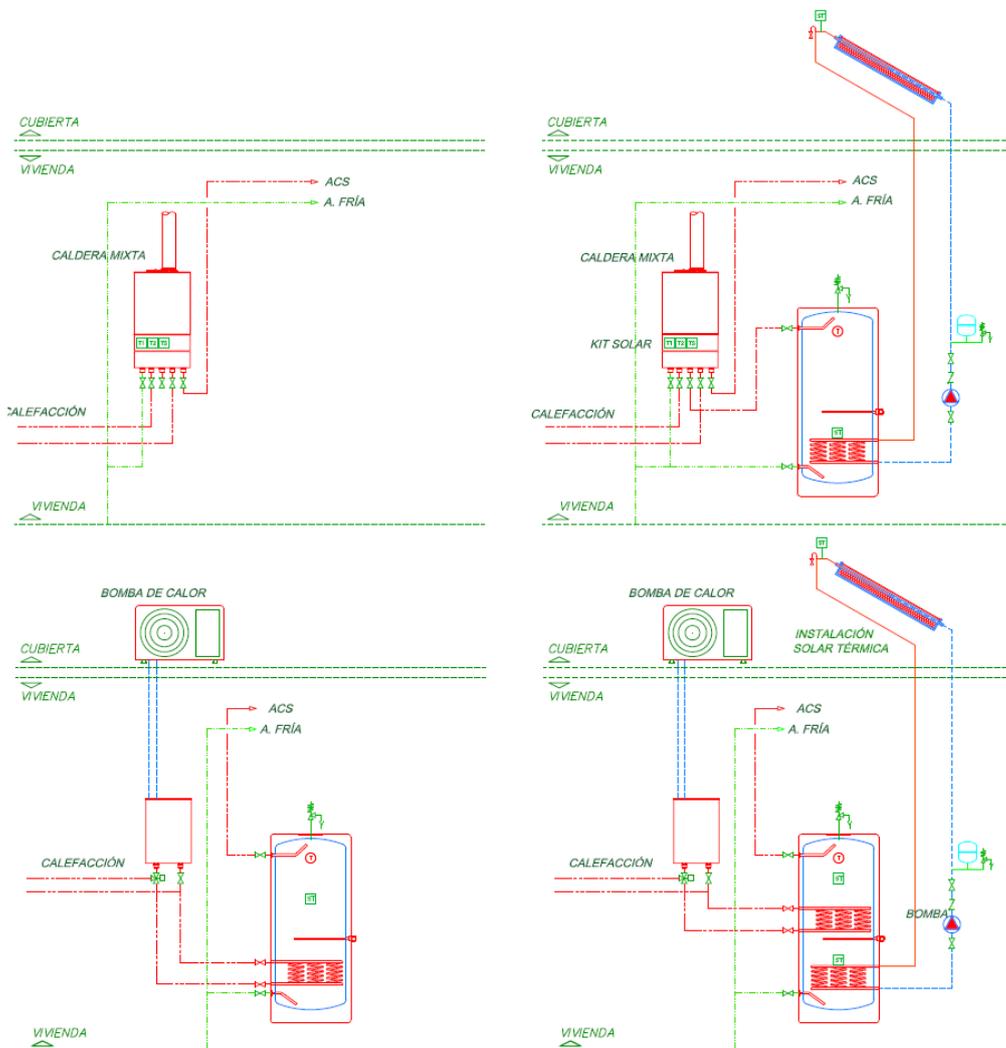


Imagen 11 Instalación individual. Servicio de ACS y Calefacción. Con distribución de agua caliente (I_CA_A). Generación con caldera mixta. Derecha: con aporte de energía solar para la producción de ACS.



- Servicio **solo Refrigeración (I_R_x)**

○ **Sólo unidad terminal (I_R_R)** la instalación la compone un único equipo, en la propia unidad terminal se realiza la generación térmica. Abastecen a un único espacio de la vivienda, es decir, se requerirá un equipo por cada estancia o zona que se quiere atender.

- Equipos sólo frío. Split, equipos ventana

○ Con **distribución de refrigerante (I_R_R)** (tuberías de refrigerante). Sirven a varios espacios con una única generación térmica, la instalación individual está formada por varias unidades terminales (SPLIT) y un único generador térmico.

- Generador
 - ✓ Multisplit o caudal de refrigerante variable (sólo frío)
- Unidad terminal
 - ✓ Split

○ Con **distribución de aire frío (I_R_R)** (conductos). Refrigeran varios espacios con una única generación térmica, es decir, la instalación individual está formada por varias unidades terminales (rejillas) y un único generador térmico. Los tipos de unidades terminales y generadores que pueden conformar la instalación térmica individual son:

- Generador: Multisplit o caudal de refrigerante variable (sólo frío)
- Unidad terminal: Rejillas

- Servicio **Calefacción y Refrigeración (I_CR_x)**

○ **Sólo unidad terminal (I_CR_R)** la instalación la compone un único equipo, en la propia unidad terminal se realiza la generación térmica. Abastecen un único espacio de la vivienda, es decir, se requerirá un equipo por cada estancia o zona que se quiere atender.

- Bomba de calor. Split, aparatos de ventana

○ Con **distribución de refrigerante (I_CR_R)** (tuberías de refrigerante). Sirven a varios espacios con una única generación térmica, la instalación individual está formada por varias unidades terminales (SPLIT) y un único generador térmico.

- Generador
 - ✓ Bomba de calor. Multisplit o caudal de refrigerante variable
- Unidad terminal
 - ✓ Split

○ Con **distribución de aire (I_CR_R)** (conductos). Sirven a varios espacios con una única generación térmica, es decir, la instalación individual está formada por varias unidades terminales (rejillas) y un único generador térmico. Los tipos de unidades terminales y generadores que pueden conformar la instalación térmica individual son:

- Generador
 - ✓ Bomba de calor. Multisplit o caudal de refrigerante variable
- Unidad terminal
 - ✓ Rejillas

- Con **instalación de agua** caliente-fría (I_CR_A)
 - Generador
 - ✓ Bomba de calor.
 - Unidad terminal
 - ✓ Suelo radiante

- Servicio **ACS, Calefacción y Refrigeración** (I_CAR_x)
 - Con instalación **tuberías de refrigerante** (I_CAR_R) o red conductos de aire (I_CAR_R).
 En este caso el servicio de calefacción y refrigeración se resuelve como en el caso anterior, distribución de refrigerante, para abastecer a la demanda de ACS se incorpora un intercambiador de placas entre el condensador de la bomba de calor y el suministro de ACS generalmente con un depósito de acumulación apoyado con una resistencia eléctrica.
 - Generador
 - ✓ Bombas de calor. Multisplit o caudal de refrigerante variable + Hidrokit para el ACS.
 - Unidad terminal
 - ✓ Split (tubería de refrigerante)
 - ✓ Rejilla (conductos)
 - ✓ Suministro de ACS

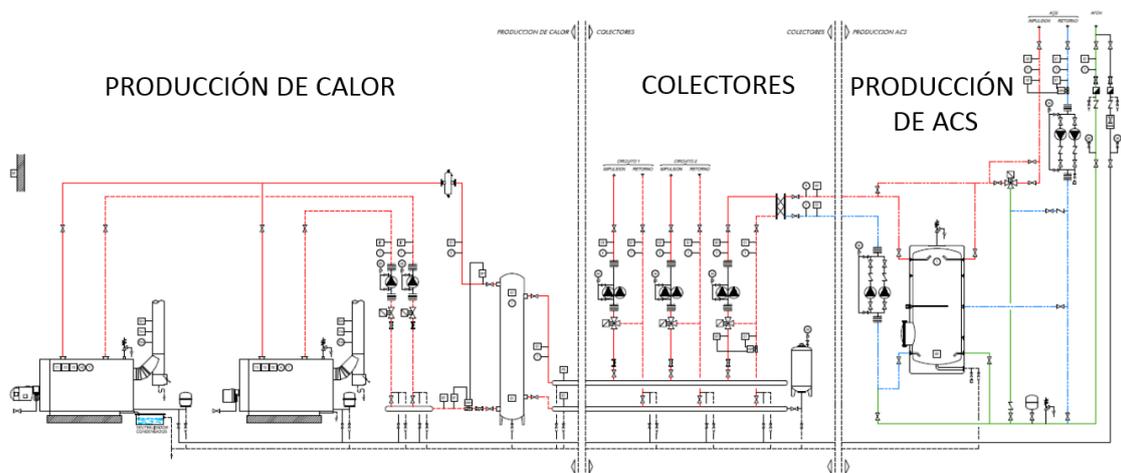
 - Con **instalación de agua** caliente-fría (I_CAR_A)
 - Generador
 - ✓ Bomba de calor.
 - Unidad terminal
 - Suelo radiante

2.1.2 Instalaciones Colectivas

La generación térmica es común para todas las viviendas, estará situada en una sala de máquinas o recinto equivalente, desde este local salen las distribuciones térmicas hasta las unidades terminales que se instalan en los diferentes locales de cada vivienda (generalmente una red de distribución de agua) y atiende así a todo un bloque de viviendas.

Las instalaciones colectivas más habituales de los edificios de viviendas son las de calefacción y ACS que, de manera general, se adecuan al esquema que se muestra a continuación.

Imagen 12 Instalación colectiva. Servicios de ACS y Calefacción. Con distribución con agua (C_CA_A). Generación con calderas de combustible, colectores para distribución a los diferentes servicios y producción de ACS con depósito de acumulación.



- Servicio **Sólo ACS (C_A_x)**

En instalaciones colectivas no es una solución habitual; el ACS se acumula en depósitos desde los que parten las distribuciones hasta las distintas viviendas, para evitar tiempos de espera largos en la llegada del ACS a los puntos de consumo se requieren las tuberías de recirculación, que mediante una bomba retornan el agua desde los puntos más alejados hasta los depósitos de producción. Los generadores térmicos que producen este servicio pueden ser uno de los tres tipos siguientes

- Caldera agua caliente (propano, gas natural, fuel-oil, biomasa, carbón) más depósitos acumuladores (**C_A_CL**)
- Bomba calor aire/agua o agua/agua, más depósitos acumuladores y apoyo térmico (para alcanzar los 60°C de temperatura para prevención de la legionelosis) (**C_A_R**)
- Energía solar más apoyo (caldera de agua caliente o bomba de calor) y depósitos acumuladores

- Servicio **Sólo Calefacción (C_C_x)**

Con distribución de **agua (C_C_A)** (tuberías de agua). Desde la producción térmica común salen las tuberías de agua caliente que se conectan a las unidades terminales en cada local. Los generadores y unidades terminales que pueden conformar este tipo de instalaciones son:

- Generador
 - Caldera (gas natural, propano, fuel-oil, biomasa)
 - Bomba de calor aire/agua (aeroterminia), agua/agua (hidrotermia o geotermia)
- Unidad terminal
 - Radiadores (la más habitual)
 - Suelo radiante
 - Ventilconvectores (fan coils)
 - Intercambiador en red de conductos con aire caliente

Imagen 15 Distribuciones generales de calefacción en un edificio con instalación común para este servicio, desde 1981 las distribuciones con acometidas a las viviendas desde zonas comunes son obligatorias.

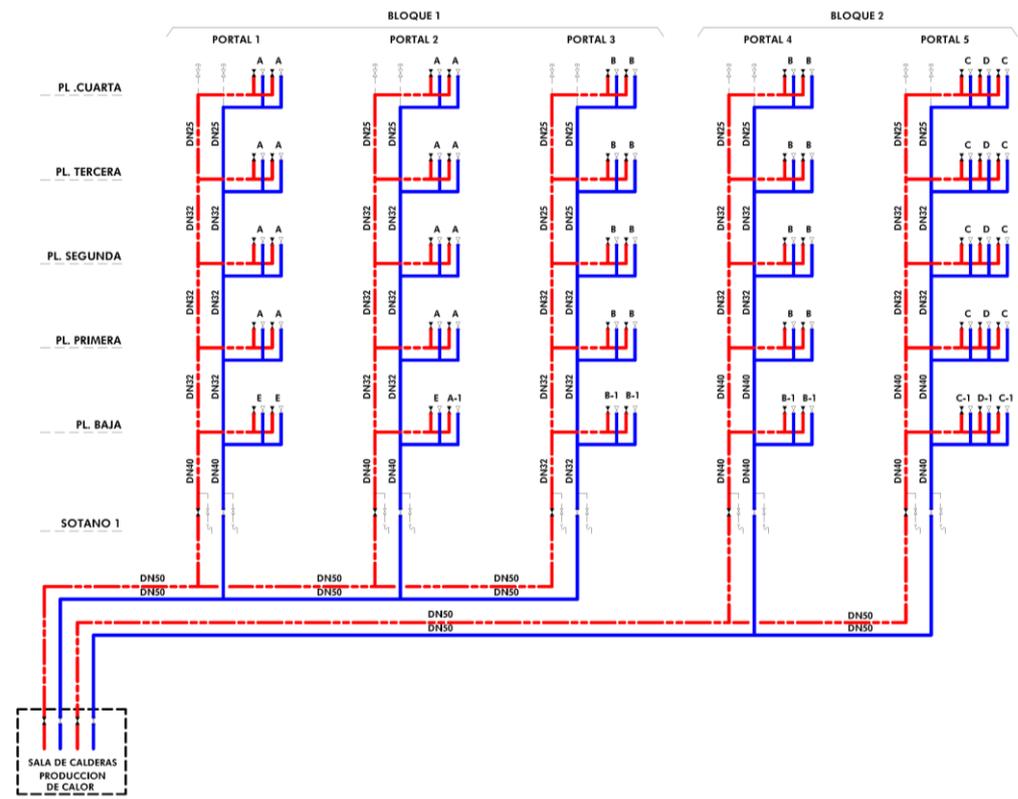
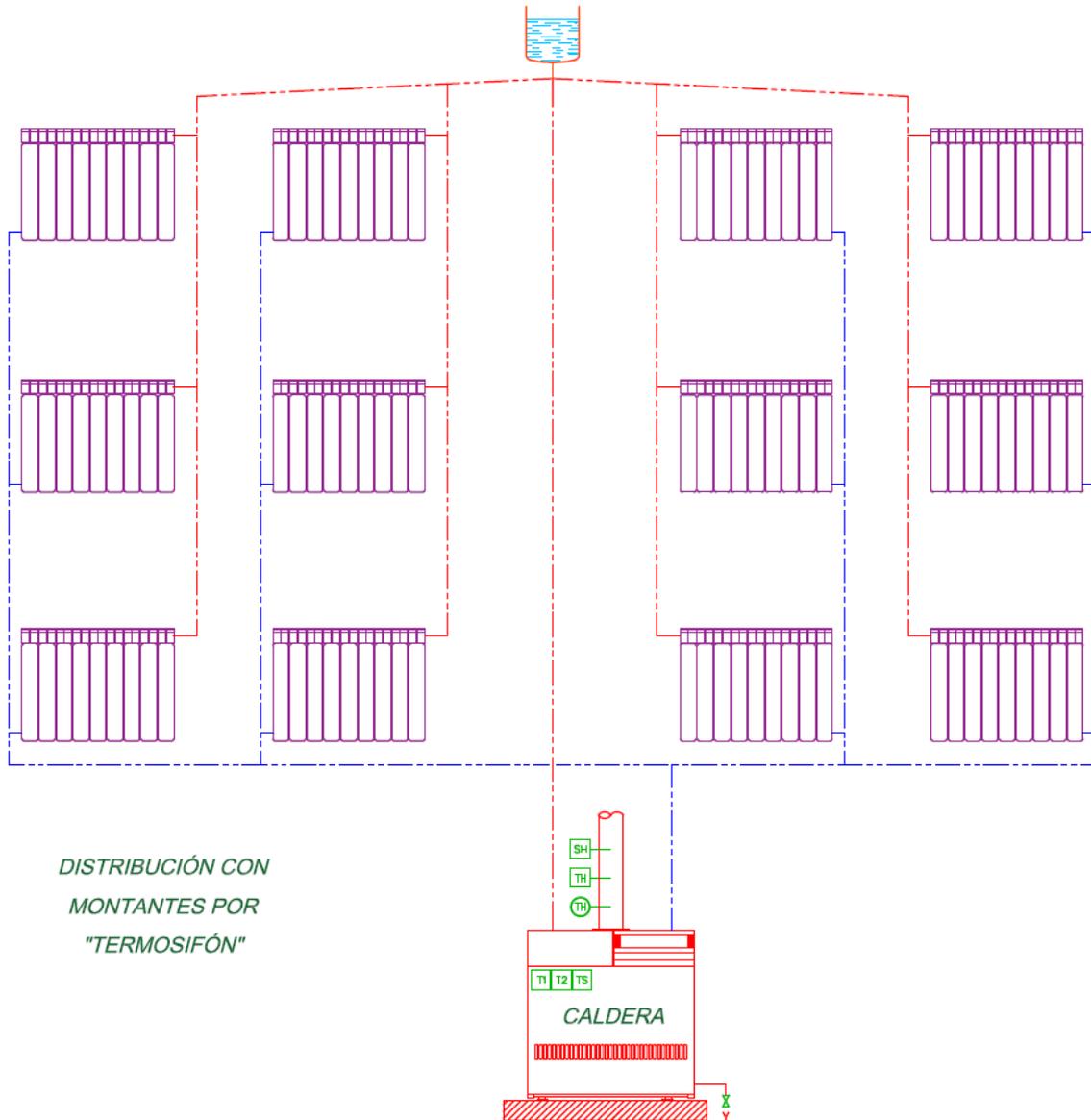


Imagen 16 Distribuciones generales de calefacción por montantes, solución habitual en instalaciones anteriores a 1981.



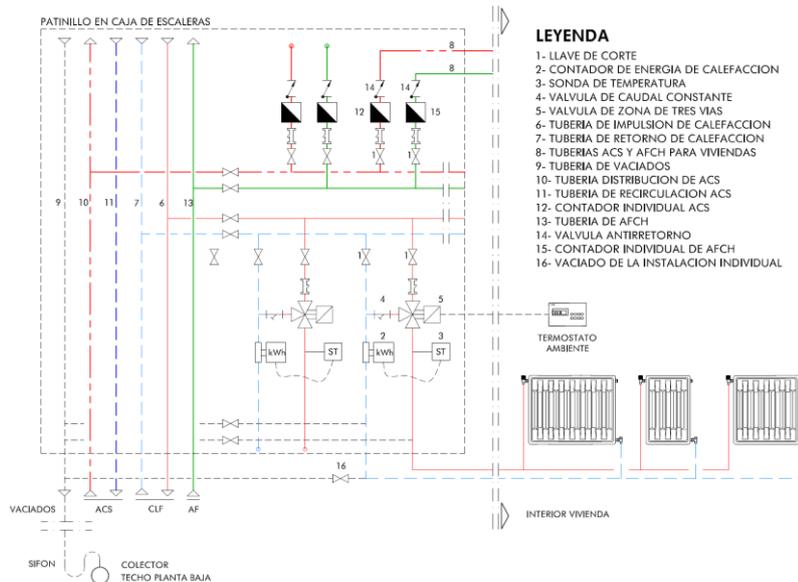
Con la entrada en vigor del Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria (RICGACS 81) las distribuciones interiores de calefacción de las viviendas deben tener dos llaves de corte en el exterior de las mismas, ello obliga a que haya, al menos, un anillo por vivienda, facilitando la instalación de válvulas de control que individualicen los usos de cada vivienda (imagen 15); hasta esa fecha la distribución más utilizada era la de montantes por radiador, en las cuales no es posible instalar válvulas de control por vivienda, ni por supuesto cortar el servicio de calefacción desde el exterior de las mismas (imagen 16)

- Servicios **ACS** y **Calefacción (G_CA_x)**

Con distribución de **agua** (tuberías de agua) (**G_CA_A**). Estas instalaciones son similares a las descritas en los dos apartados anteriores, la generación térmica es común para los dos servicios, el ACS se acumula en depósitos y desde la sala de máquinas parten las distribuciones independientes para cada servicio.

Los generadores y unidades terminales de calefacción son los que se han detallado anteriormente, los generadores para ACS son los mismos que para calefacción.

Imagen 17 Equipos de medida en las derivaciones a viviendas de las instalaciones comunes de calefacción y ACS, los contadores de ACS son obligatorios desde 1981, mientras que los de calefacción lo son desde 1998.



- Servicio sólo **Refrigeración**

En edificios de viviendas no existen instalaciones centrales de solo refrigeración

- Servicio **Calefacción** y **Refrigeración**

En bloques de viviendas con servicios de calefacción y refrigeración, la instalación más habitual es de calefacción comunitaria y la refrigeración individual (por ello corresponde al caso de servicio calefacción colectivo más refrigeración individual).

En los últimos años se han desarrollado algunas instalaciones con distribución de refrigerante, pero en muy pequeño número y que no será necesario renovar en el horizonte 2021-2030 ya que se trata de nuevas edificaciones.

- Servicio **ACS**, **Calefacción** y **Refrigeración**

Al igual que con calefacción la instalación más extendida es la de calefacción y ACS comunitarias y refrigeración individual.

2.2 Escenario base de estudio

Este estudio aborda las alternativas más probables en la rehabilitación de los edificios de viviendas existentes, por ello, en este capítulo, del escenario mostrado en el punto 2.1, se seleccionan, por tipo de instalación, las más habituales que nos podemos encontrar en la obra existente y que estarán expuestas en el corto plazo (2021–2030) a una renovación.

Como se ha indicado en el punto 2.1 sólo se analizan las instalaciones de calefacción y ACS (ξ_{C_β} , ξ_{A_β} y ξ_{CA_β}).

Como hemos visto una instalación térmica consiste en un aparato termodinámico (equipo) que, consumiendo energía, eleva la temperatura del agua fría de la red pública para consumo humano (AFCH) o agua vehiculada en un circuito cerrado. En función de la tecnología empleada para elevar esta temperatura se tienen los distintos equipos existentes. La rehabilitación más sencilla, es mantener el tipo de instalación y sistema que la conforma y cambiar el equipo por otro más eficiente.

Entre las energías más utilizadas por estos equipos, están los combustibles, de los cuales los más extendidos son el gas natural, el gas propano (que es un gas licuado del petróleo), el gasóleo C y el carbón, este último en aras extinción en el sector residencial, pero del que aún sobrevive un pequeño parque de calderas muy contaminantes.

En una proyección a largo plazo, como indica la refundición de la Directiva 2010/31/UE, se deberá atender a un enfoque de rehabilitación adaptada al tipo de fuente de energía final hacia la que migrará nuestro país en función de las pautas que se marcan en la actual política energética, pero en el corto plazo, el objetivo debe centrarse más en la eficiencia que no en el futuro tipo de fuente que deberá alimentar a la instalación. Evidentemente, el cambio eficiente (a corto plazo), debe proyectarse y ejecutarse para adaptarse en el largo plazo, a las energías dominantes.

La bomba de calor a la mejora de la eficiencia energética debida a sus altas prestaciones estacionales, añade la consideración de renovable de un porcentaje de la energía entregada, debido a que el mismo es extraído de fuentes naturales: aire (aeroterminia), agua (hidrotermia) o del terreno (geoterminia), por lo que su aplicación deberá ser creciente.

Es evidente que nuestra economía se está electrificando y, por ende, la estructura energética de nuestras ciudades (el motivo es que la producción de energía eléctrica en el 2030 en España deberá estar cubierta en un 74 % por energía renovable, “Documento participación pública. Borrador del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021–2030” en su punto 1.1 Resumen ejecutivo), y por ello la instalación térmica rehabilitada debe diseñarse para esta futura situación probable.

En el caso de utilizar energías renovables usualmente la instalación térmica se combinará con energías tradicionales (no renovables), en este sentido se debe potenciar el uso combinado de la energía solar térmica, de la cual España tiene un muy alto potencial.

A continuación, se seleccionan, del estudio de campo realizado, los tipos de instalaciones descritas en el punto 2.1 que nos encontraremos a la hora de rehabilitar una vivienda de forma habitual para los servicios de calefacción y agua caliente sanitaria.

○ Instalación térmica individual

1. Cuando se cubre solo el servicio de ACS (**I_A_CL**), habitualmente disponen de un termo eléctrico o un calentador de gas.
2. Con servicio exclusivo de calefacción lo más extendido es disponer únicamente de unidades terminales (**I_C_UT**).
3. En las instalaciones individuales de calefacción y ACS (**I_CA_A**), los equipos más utilizados son las calderas mixtas con radiadores.

Nota: En cualquiera de las tres situaciones anteriores, si el usuario para servicio de refrigeración recurre habitualmente a la instalación de una unidad partida (split).

○ Instalación térmica colectiva

4. En instalaciones centrales de calefacción (**C_C_A**), los más empleados son calderas de combustible y radiadores.
5. Las instalaciones de calefacción y ACS (**C_CA_A**) también utilizan calderas de combustible, con radiadores para calefacción y depósitos de acumulación para el ACS.

La mayor parte de las instalaciones térmicas de las viviendas construidas en España antes del año 2006, que no hayan sido rehabilitadas, se ajustan a alguno de los 5 tipos aquí definidos, o de combinaciones entre ellos.

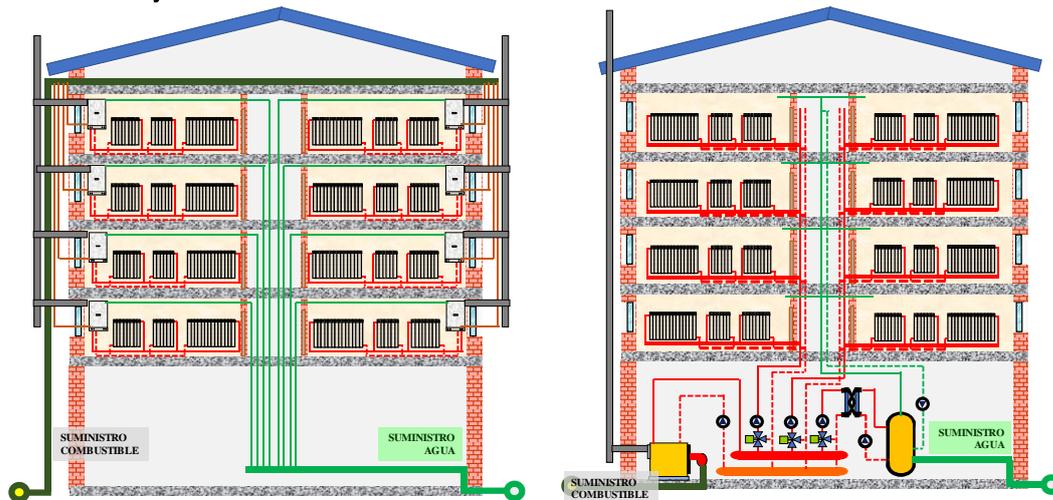
Cruzando el tipo de instalación descrita, con el tipo de construcción prevista, viviendas individuales o colectivas, se tienen las distintas posibilidades, grupos (clústeres), que a continuación describimos y que se exponen de forma matricial en la tabla 2-1:

o Todas las viviendas unifamiliares tendrán una instalación térmica individual, que puede estar conformada:

- Una instalación mixta de calefacción y ACS (**I_CA_A**) o
- Instalaciones individuales. Conforme sean los aparatos existentes se pueden encontrar estas dos combinaciones:
 - ✓ Radiadores eléctricos más termo o calentador (**I_C_UT + I_A_CL**)
 - ✓ Split más termo o calentador (**I_C_R + I_A_CL**)

o Son los bloques de viviendas en las que se encuentran las dos variantes, instalaciones individuales o colectivas.

Imagen 18 Bloques de viviendas con instalaciones de calefacción y ACS con calderas, individuales y central.



Como puede entenderse, al existir esta alternativa se tienen cuatro situaciones posibles:

- o **Instalación individual para calefacción y ACS.**
Con soluciones similares a las descritas para viviendas unifamiliares.
- o **Instalación colectiva para calefacción y ACS (**C_CA_A**)**
Normalmente constituida por una, o varias, calderas para los dos servicios, con depósitos de acumulación para ACS.
- o **Instalación colectiva de calefacción e individual de ACS (**I_A_CL + C_C_A**)**
Lo normal es disponer de una, o varias, calderas para calefacción y cualquiera de los sistemas individuales descrito para el ACS (termo o calentador).
- o **Instalación individual para calefacción y colectiva para ACS.**
No es una instalación habitual.

La prospección realizada sobre las viviendas en nuestro país muestra que el tipo de instalación en los bloques de viviendas, individual o colectiva, está influido por la severidad climática de invierno de la zona.

Por ello, es evidente deducir que en zonas con bajas demandas de calefacción o con muy pocas horas al año de funcionamiento de este sistema, la solución mayoritaria es la de instalaciones individuales, y en cambio, cuanto mayor es la severidad climática de invierno los sistemas colectivos tienen mayor protagonismo.

Por todo lo expuesto se propone la siguiente tabla matriz en la que se indican las posibles instalaciones que existen en el parque edificatorio español con un potencial claro de ser rehabilitadas a partir del año 2021. Cuando en la tabla una casilla tiene una referencia, quiere decir que esa instalación y equipos es habitual en esa zona climática y ese tipo de viviendas; si la celda está vacía indica que esa instalación es infrecuente.

Los valores de la tabla se identifican por seis colores asociados a diferentes tipos de instalaciones; esto indica que son sólo seis los tipos de instalaciones más probables en las viviendas (unifamiliares y en bloque) con un potencial elevado de ser rehabilitadas en el periodo 2021-2030.

La columna “REF” , referencia el número identificativo de los tipos de instalaciones habituales en cada zona climática, esta referencia se mantiene en las tablas de las reformas propuestas en cada zona climática.

Tabla 1 Situación probable de instalaciones en el parque de edificios existentes

TIPOS DE INSTALACIONES HABITUALES EN EDIFICACIÓN EXISTENTE			VIVIENDA			BLOQUE DE VIVIENDAS					
			INSTALACIÓN INDIVIDUAL			INSTALACIÓN INDIVIDUAL			INSTALACIÓN COLECTIVA		
			SERVICIO			SERVICIO			SERVICIO		
ZC	REF	EQUIPOS	CLF	ACS	CLF+ACS	CLF	ACS	CLF+ACS	CLF	ACS	CLF+ACS
a	1	Calentador o Termo		I_A_CL			I_A_CL				
A y B	1	Calentador o Termo		I_A_CL			I_A_CL				
	2	Calefactor + Calentador o Termo	I_C_UT	I_A_CL		I_C_UT	I_A_CL				
	3	SPLIT (Clima) + Calentador o Termo	I_C_R	I_A_CL		I_C_R	I_A_CL				
	4	Caldera Mixta			I_CA_A			I_CA_A			
C	2	Calefactor + Calentador o Termo	I_C_UT	I_A_CL		I_C_UT	I_A_CL				
	3	SPLIT (Clima) + Calentador o Termo	I_C_R	I_A_CL		I_C_R	I_A_CL				
	4	Caldera Mixta			I_CA_A			I_CA_A			
	5	Caldera Sólo Calefacción + Calentador o Termo					I_A_CL		C_C_A		
	6	Caldera dos servicios									C_CA_A
D y E	2	Calefactor + Calentador o Termo	I_C_UT	I_A_CL							
	4	Caldera Mixta			I_CA_A			I_CA_A			
	5	Caldera Sólo Calefacción + Calentador o Termo					I_A_CL		C_C_A		
	6	Caldera dos servicios									C_CA_A

Por facilitar la interpretación de la matriz, a continuación, se comentan los seis tipos de instalaciones, justificando su uso en cada zona climática en las cuales son habituales.

1. **(I_A_CL) Calentador o Termo de ACS:** Corresponde a viviendas en las que solo hay servicio de ACS, son siempre soluciones individuales y solo se encuentran en zonas con inviernos muy benignos; es por tanto la instalación típica de la zona alfa y posible en las zonas A y B; en estas zonas también hay instalaciones con equipos Split para refrigeración, que aquí no se contemplan al limitarse el estudio a las instalaciones de calefacción y ACS.
2. **(I_C_UT + I_A_CL) Calefactor más Calentador o Termo de ACS:** En zonas con demandas de calefacción bajas y con pocas horas de uso de este servicio es muy habitual resolverlo con equipos unitarios en cada local; el ACS se proporcionará con un calentador, o termo; su ámbito de aplicación se reduce a las zonas climáticas A y B. Solo tiene aplicación en instalaciones individuales.
3. **(I_C_R + I_A_CL) Split más Calentador o Termo de ACS:** Con refrigeración se utilizan equipos split o multisplit, y con mucha frecuencia con conductos; casi siempre bomba de calor reversible por lo que además de la refrigeración proporcionan calefacción, la instalación se complementa con un calentador o un termo para el ACS; es una solución habitual en zonas de inviernos suaves, pero con veranos más cálidos (zonas A, B y C); en la zona alfa es muy típica pero con equipos de solo frío, motivo por el que no se incluyen en este estudio.
4. **(I_CA_A) Caldera mixta:** En las zonas con necesidades de calefacción, tanto en viviendas unifamiliares como en bloque, se utilizan calderas mixtas para los servicios de calefacción y ACS; se trata de una instalación muy extendida en las zonas C, D y E y en menor medida en las A y B.
5. **(C_C_A + I_A_CL) Caldera (solo calefacción) y calentador o Termo de ACS:** Esta combinación es habitual, para edificios en bloque, en zonas climáticas frías, donde la caldera corresponde a una instalación colectiva de calefacción y el ACS de cada vivienda se proporciona individualmente con calentadores o termos eléctricos.
6. Ha sido una solución muy utilizada en salas de calderas de carbón, en las cuales cuando se ha cambiado de combustible, típicamente gas natural, se ha mantenido la producción individual de ACS.
7. **(C_CA_A) Caldera colectiva:** Las instalaciones colectivas de calefacción y ACS tienen mayor penetración cuanto más fría sea la zona climática de invierno, zonas C, D y E.

3 Propuestas de cambio de instalaciones

En este capítulo se razonan las alternativas de cambio de instalaciones adaptadas a los grupos (clústeres) propuestos para el parque residencial existente hoy en España.

Las reformas más adecuadas son función de la instalación térmica que se disponga en la vivienda existente (individual o colectiva) y de la zona climática.

Para este análisis detallado se muestran en forma matricial las combinaciones de sustituciones posibles, diferenciándolas por zona climática.

Previamente a describir cada zona climática de invierno en los siguientes subapartados, se detallan las propuestas de cambio comunes a todas las instalaciones, al margen de su zona climática, del tipo de vivienda (unifamiliar y bloque) y del tipo de instalación (individual o colectiva).

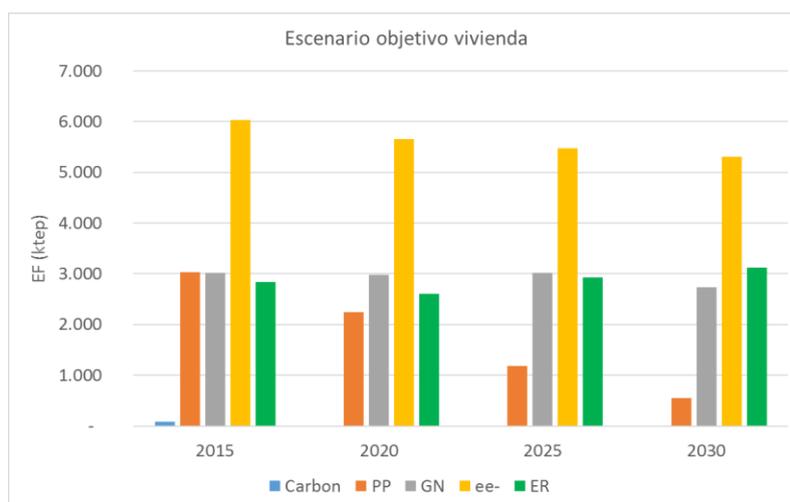
En la rehabilitación se deben fomentar instalaciones alternativas más eficientes, cuando sea técnica, funcional y económicamente viable, que además proporcionen las condiciones interiores y la seguridad de conformidad con las normas nacionales.

En capítulos posteriores se realiza una descripción somera, de un escenario probable de propuestas de cambios de instalaciones en los escenarios 2040 y 2050 en función de las indicaciones que se realizan en los textos legales publicados en la Unión Europea y en el Estado español.

3.1 Vectores energéticos

La estrategia de rehabilitación de las viviendas en este periodo debe coincidir con el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC), en el “Documento participación pública. Borrador del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021–2030” en su punto A.3.2, donde enmarca el escenario objetivo de nuestro país para la proyección en el 2030.

Imagen 19 Escenario objetivo del PNIEC. PP: Productos petrolíferos. GN: Gas Natural. ee-: Energía eléctrica. ER: Energía Renovable



En el mismo se puede comprobar como se cumple el principio de primero la eficiencia energética según enmarcan las Directivas europeas, existiendo una disminución del consumo de energía final de 14.998 ktep en 2015 a 11.710 ktep en el 2030, reducción en torno al 22%.

En segundo lugar, se tienen las siguientes migraciones de los vectores energéticos de las viviendas:

- Eliminación del carbón en el año 2030.
- Fuerte disminución de los productos petrolíferos, reducción en torno al 82 %.
- Muy poca variación del consumo de gas natural, debido, como se verá en los escenarios probables de rehabilitación para este periodo, a que, en las zonas más frías de España, actualmente hay un parque muy importante de calderas que no son de condensación y muchas de ellas con gasóleo C, en esta situación el primer cambio es optar por una caldera de condensación alimentada, si existe red, por gas natural.
- Aumento, del 10 %, de las energías renovables en el consumo de energía final. La incorporación de las energías renovables en este periodo estará caracterizada por dos tendencias:
 - La incorporación de la biomasa (respetando la jerarquía de residuos) sobre todo en zonas rurales (materia prima autóctona).
 - Aplicación de la bomba de calor en las viviendas para los servicios de calefacción y agua caliente sanitaria.

3.2 Propuestas comunes

3.2.1 Sustitución de equipos

El cambio más sencillo en todas las instalaciones térmicas existentes que se vayan a renovar, es el de **sustituir los equipos existentes** por otros que se adapten a la instalación existente y tengan mayor rendimiento energético estacional, y, por consiguiente, menor consumo de energía para las mismas prestaciones.

Los esfuerzos para renovar el parque inmobiliario deben realizarse priorizando la eficiencia energética, aplicando el principio «*primero, la eficiencia energética*» y estudiando el despliegue de las energías renovables como fuente de energía final. Máxime cuando un **1 % de aumento del ahorro de energía** permite reducir en un **2,6 %¹ las importaciones de energía primaria**.

En cualquier rehabilitación siempre se debe verificar si se ha efectuado alguna inspección periódica de eficiencia energética de la instalación térmica, y si es así, comprobar que el informe contenga:

- Valoración del dimensionado de la producción térmica; en general las instalaciones suelen estar sobredimensionadas, lo que implica un mayor consumo de energía, ya que, los generadores térmicos trabajarán más tiempo a cargas parciales y sufrirán más arrancadas y paradas, además de que se circulan mayores caudales de los fluidos térmicos. Si este estudio no existe, previamente a la rehabilitación de cualquier vivienda debiera realizarse.
- Si ya se han propuesto mejoras de eficiencia energética, comprobar su posible ejecución.

3.2.2 Rehabilitación de la envolvente del edificio

Quando en la rehabilitación de un edificio se supere el 25 % de la superficie total de la envolvente se deben cumplir los valores límite de transmitancia térmica legislados en el CTE DB HE, como consecuencia de lo cual se reducirá la potencia térmica necesaria para calefacción, esta reducción permite trabajar con menores temperaturas de distribución de agua, si la mejora es importante puede darse el caso que sin modificar el subsistema de distribución de agua y radiadores, se pueda incorporar directamente la bomba de calor.

Este análisis deberá realizarse en cada caso, como orientación de las posibles temperaturas de funcionamiento en este apartado se analizan las reducciones de temperatura posibles partiendo de que el edificio cumpla las exigencias de la norma NBE CT-79 o que carezca de aislamiento térmico por ser anterior a la misma.

¹ Media de la UE. Directiva 2010/31/UE

Los edificios construidos con posterioridad a la entrada en vigor de la Norma Básica de la Edificación de Condiciones Térmicas, NBE CT-79, deben cumplir los siguientes coeficientes de transferencia térmica de la envolvente global (la coloquialmente llamada K_G de edificio):

Tabla 2 Transmitancias máximas ($W/m^2 \cdot K$) globales para hidrocarburos

TRANSMITANCIAS MÁXIMAS ($W/m^2 \cdot K$) GLOBALES PARA HIDROCARBUROS					
COMPACIDAD	ZONA CLIMÁTICA				
V/A (m)	A	B	C	D	E
≤ 1	1,40	1,08	0,92	0,84	0,80
≥ 4	2,45	1,89	1,61	1,47	1,40

Las zonas climáticas de invierno coinciden con las definidas actualmente en el CTE.

Los valores de la tabla anterior corresponden a edificios con calefacción con hidrocarburos o carbón, en la norma NBE-CT/79 se establecieron límites más exigentes para edificios con calefacción eléctrica por **efecto joule**, si el edificio no tenía calefacción se le aplicaba el límite más exigente.

Con estos valores, se puede estimar la potencia térmica de diseño para el servicio de calefacción fijando dos hipótesis iniciales:

- Se evalúa para una superficie exterior A m^2
- Se realiza en función del salto térmico de diseño que tenga cada zona climática (W/K)
- Se supone que la carga debida a la ventilación es del orden del **25 %** del total de la carga.

$$Q/\Delta T = A * K_G + 0,25 * Q/\Delta T = A * K_G / (1 - 0,25)$$

De lo que se deduce que:

$$Q/\Delta T/A = K_G / 0,75$$

Aplicando esto a la anterior tabla se obtienen las siguientes potencias en $W/m^2 K$ en cada zona climática, compacidad, siendo el A la superficie de la envolvente:

Tabla 3² Potencias (W/m²·K) globales para hidrocarburos

POTENCIAS (W/m ² ·K) GLOBALES PARA HIDROCARBUROS						
POTENCIA	COMPACIDAD	ZONA CLIMÁTICA				
W/m ² K	V/A (m)	A	B	C	D	E
Envolvente Térmica	≤ 1	1,4	1,1	0,9	0,8	0,8
	≥ 4	2,5	1,9	1,6	1,5	1,4
Ventilación	≤ 1	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3
	≥ 4	0,8	0,6	0,5	0,5	0,5
Total	≤ 1	1,9	1,4	1,2	1,1	1,1
	≥ 4	3,3	2,5	2,1	2,0	1,9

Si el edificio rehabilitado debe cumplir el CTE DB HE porque se reforme más del 25 % de su envolvente térmica debe alcanzar los siguientes valores:

Tabla 4 Transmitancias máximas (W/m²·K) globales

TRANSMITANCIAS MÁXIMAS (W/m ² ·K) GLOBALES					
COMPACIDAD	ZONA CLIMÁTICA				
V/A (m)	A	B	C	D	E
≤ 1	0,87	0,83	0,73	0,63	0,54
≥ 4	0,94	0,9	0,81	0,7	0,62

Establecidos estos valores, se puede estimar igual que antes la potencia térmica de diseño para el servicio de calefacción fijando la siguiente hipótesis inicial:

- Al haberse aislado la envolvente de manera significativa, mientras que la carga por ventilación se reduce poco (mejor estanqueidad del edificio), esta tendrá mayor peso en la carga total, entre un 35 y un 45 %. Para esta estimación se toma un **40 %**.

En este caso

$$Q/(A * \Delta T) = K_G / (1 - 0,40) = K_G / 0,60$$

² Todos los cálculos, aunque en las tablas aparezcan dos cifras significativas como máximo, se han realizado en una hoja de cálculo que ha operado con todos los decimales.

Tabla 5 Potencias (W/m²·K) globales

POTENCIAS (W/m ² ·K) GLOBALES						
POTENCIA	COMPACIDAD	ZONA CLIMÁTICA				
W/m ² K	V/A (m)	A	B	C	D	E
Envolvente Térmica	≤ 1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
	≥ 4	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6
Ventilación	≤ 1	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4
	≥ 4	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4
Total	≤ 1	1,5	1,4	1,2	1,1	0,9
	≥ 4	1,6	1,5	1,4	1,2	1,0

Comparando ambas tablas, vemos que la mejora de la envolvente permite reducir la potencia térmica de diseño a los siguientes valores:

Tabla 6 Potencia (%) necesaria después de la rehabilitación de un edificio que cumple NBE CT-79

POTENCIA (%) NECESARIA DEPUÉS DE LA REHABILITACIÓN						
%	COMPACIDAD	ZONA CLIMÁTICA				
POTENCIA	V/A (m)	A	B	C	D	E
TOTAL	≤ 1	78%	96%	99%	94%	84%
	≥ 4	48%	60%	63%	60%	55%

Si se repitiera el cálculo para edificios anteriores al NBE CT-79 (edificios sin aislar), los resultados serían aún menores. Para mostrarlo suponemos las siguientes transmitancias térmicas:

Tabla 7 Tabla 3.6: Transmitancias máximas (w/m²·k) anteriores a la NBE CT-79

TRANSMITANCIAS MÁXIMAS (W/m ² ·K) ANTERIORES A LA NBE CT-79						
COMPACIDAD		ZONA CLIMÁTICA				
V/A (m)		A	B	C	D	E
≤ 1		3			2,5	
≥ 4						

Con estos valores iniciales para las transmitancias máximas vemos que la mejora de la envolvente permite reducir la potencia térmica de diseño a los siguientes valores con respecto a un edificio sin aislar:

Tabla 8 Potencia (%) necesaria después de la rehabilitación de un edificio que NO cumple NBE CT-79

POTENCIA (%) NECESARIA DEPUÉS DE LA REHABILITACIÓN						
%	COMPACIDAD	ZONA CLIMÁTICA				
POTENCIA	V/A (m)	A	B	C	D	E
TOTAL	< 1	44%	42%	30%	26%	23%
	> 4	47%	45%	34%	29%	26%

Esta reducción permite que la temperatura de impulsión con la que trabajan los radiadores también pueda rebajarse, y, por tanto, radiadores que inicialmente están diseñados con temperaturas de impulsión de 90°C y retorno de 70°C o impulsión de 80°C y retorno de 60°C (temperaturas de diseño a partir de 1998) puedan hacerlo a 60°C y 50°C respectivamente, por ello, los mismos radiadores pueden adecuarse para funcionar con bombas de calor. (Nótese que se ha disminuido el salto de temperaturas ya que las cargas térmicas se han reducido prácticamente a la mitad).

Es importante señalar que en estas reformas como se reduce la potencia de los generadores y con ello la que se puede transferir en los radiadores por trabajar a menor temperatura, deben modificarse las condiciones de uso, los usuarios suelen asociar “calefacción” con “temperatura de los radiadores” que al ser más baja genera la sensación de falta de calefacción, se les debe concienciar de que estas soluciones requieren horarios de calefacción más amplios que aquellos a los que están acostumbrados.

Para calcular la potencia de un emisor a distintas temperaturas de trabajo se aplican las ecuaciones que tipificadas en la norma UNE EN 442.

$$Q_{rdr} = Q_{rdr_60} * (\Delta T_{rdr_i} / 60)^n$$

Siendo:

- Q_{rdr} Potencia calorífica del radiador a la temperatura de trabajo
- Q_{rdr_60} Potencia calorífica del radiador a $\Delta T_{rdr} = 60^\circ\text{C}$
- ΔT_{rdr_i} Salto térmico logarítmico medio del radiador en las condiciones de trabajo.

Para su cálculo se necesitan las temperaturas de impulsión (T_{imp}) y retorno (T_{rtr}) del agua a los radiadores y temperatura ambiente (T_{amb}), normalmente 20°C:

$$\Delta T_{rdr_i} = \Delta T_{rdr_Timp/Trtr} = (T_{imp}/T_{rtr}) / \text{Ln}((T_{imp} - T_{amb}) / (T_{rtr} - T_{amb}))$$

- n Exponente de la curva característica de emisión calorífica del radiador, del orden de 1,3

Si la instalación que va a ser rehabilitada trabaja con una temperatura de impulsión de 90°C y retorno de 70°C, su potencia (tomando como referencia la potencia que dé el fabricante a 60°C) sería Q_{rdr_0} :

$$Q_{rdr_0} = Q_{rdr_60} * (\Delta T_{rdr_90/70} / 60)^{1,3}$$

Si después de la reforma ese mismo radiador trabajara con una temperatura de impulsión de 60°C y retorno de 50°C, su potencia (tomando como referencia la potencia de catálogo a 60°C) sería Q_{rdr_R} :

$$Q_{\text{rdr}_R} = Q_{\text{rdr}_{60}} * (\Delta T_{\text{rdr}_{60}/50}/60)^{1,3}$$

Y por tanto la potencia del radiador se habrá reducido:

$$Q_{\text{rdr}_R}/Q_{\text{rdr}_0} = Q_{\text{rdr}_{60}} * (\Delta T_{\text{rdr}_{90}/70}/60)^{1,3} / Q_{\text{rdr}_{60}} * (\Delta T_{\text{rdr}_{60}/50}/60)^{1,3} = \mathbf{50 \%}$$

Si la instalación que va a ser rehabilitada trabaja con una temperatura de impulsión de 80°C y retorno de 60°C, la potencia del radiador se habrá reducido (cálculo análogo al anterior):

$$Q_{\text{rdr}_R}/Q_{\text{rdr}_0} = Q_{\text{rdr}_{60}} * (\Delta T_{\text{rdr}_{80}/60}/60)^{1,3} / Q_{\text{rdr}_{60}} * (\Delta T_{\text{rdr}_{60}/50}/60)^{1,3} = \mathbf{78 \%}$$

Del análisis de estos valores se tienen las siguientes consideraciones:

- En edificios poco compactos que cumplieran la NBE CT-79 la mejora de la envolvente no reducirá la carga térmica hasta el punto de poder utilizar los radiadores existentes para poder trabajar a unas temperaturas de 60°C/50°C (aceptables para bombas de calor), en estos casos, muy probablemente, si se opta por la instalación de bombas de calor será necesario sustituir los radiadores por otros mayores.

- En edificios compactos que cumplieran la NBE CT-79 la mejora de la envolvente puede permitir reutilizar los mismos radiadores ya instalados con las nuevas temperaturas de trabajo, permitiendo la integración directa de la bomba de calor.

- Cualquier edificio sin aislar (anterior a la NBE CT-79) que deba cumplir el CTE DB HE (superficie envolvente rehabilitada superior al 25 %) y que disponga de calefacción por radiadores, permitirá la incorporación de bombas de calor reutilizando la distribución por radiadores, ya que la reducción de la potencia será suficiente para ello.

3.2.3 Instalación térmica

En las reformas de las instalaciones de calefacción por agua se propone aplicar las siguientes medidas comunes a todo tipo de reforma.

- Si las **unidades terminales son radiadores**, tanto en instalaciones individuales como colectivas, si en las unidades terminales no existen **válvulas con cabezal termostático**, estas deben instalarse de manera que puedan controlarse independientemente las temperaturas secas de cada estancia.
- **Equilibrado hidráulico**. Se deberá realizar el equilibrado hidráulico de la instalación hidráulica. En el caso de radiadores, éstos suelen contar con un detentor situado en uno de sus extremos inferiores. El circuito se equilibra actuando sobre éstos de forma que a todos los radiadores les entre el agua a una temperatura similar y que en todos ellos exista una diferencia de temperatura de 10 grados o más entre la parte superior y la parte inferior del mismo. El detentor se deja abierto en los radiadores más alejados y se cierra más en los radiadores situados más próximos a la caldera.
- **En instalaciones centrales** además de la integración de válvulas termostáticas en los radiadores, cuando las distribuciones interiores de las viviendas sean anillo se recomienda la instalación en ellas de válvulas de control de dos vías con equilibrado dinámico; asociadas a bombas de caudal variable y equilibrado de las distribuciones generales, utilizando válvulas de presión diferencial o soluciones equivalentes.
- Si las **distribuciones son por montantes** las bombas también serán de caudal variable y se deben prever los accesorios para el equilibrado de los montantes.
- Cuando se sustituyan las **bombas de circulación** debe colocarse con variador de velocidad, que adecuen realmente el caudal de agua vehiculado por la red de distribución al realmente demandado, cuidando que su selección lo sea en el punto óptimo de la bomba.
- El control de la **temperatura de impulsión** a las unidades terminales debe realizarse en función de la temperatura exterior (sonda de temperatura exterior), actuando sobre la temperatura de producción de calderas hasta el límite compatible con los equipos y servicios existentes.
- En cualquier **instalación térmica colectiva**, las tuberías y accesorios, así como equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones deben estar aisladas térmicamente, por ello se deben **aislar todas las tuberías accesibles**, como mínimo con los espesores indicados en el RITE. Las pérdidas en las distribuciones pueden tener un peso muy importante, sobre todo en la recirculación del ACS y en las instalaciones colectivas de calefacción, por ello, es muy importante que en el estudio de rehabilitación estas se tengan en cuenta de forma específica.

Los equipos bomba de calor aire/agua, deben ser instalados en la cubierta o cualquier zona exterior habilitada, que garantice los caudales de aire exterior necesarios.

En las alternativas que se van a analizar para rehabilitaciones por zonas climáticas, se debe advertir, que la bomba de calor, tendrá una aplicación inmediata con severidades climáticas de verano altas (veranos duros) ya que al ser necesario un equipo para refrigeración si el mismo es bomba de calor reversible puede cubrir las demandas de refrigeración y de calefacción.

3.2.4 Ventilación

La obligatoriedad de sistemas de ventilación mecánica controlada (VMC), conforme a lo requerido en el CTE DB HS3 afecta a obra nueva, pero no es jurídicamente obligatorio en la rehabilitación de los edificios, lo más habitual es que en la edificación existente no haya este tipo de sistemas.

Un sistema mecánico asegura el caudal de ventilación que entra en cada local, estos sistemas permiten la recuperación de energía con la consiguiente reducción del consumo energético, aunque para ello deben ser de doble conducto y con dos ventiladores (impulsión y extracción), su integración en viviendas unifamiliares es muy sencilla, siendo más compleja en bloques de viviendas.

Cuando se rehabilite la envolvente del edificio el consumo de ventilación adquiere mayor peso en el consumo total, es por ello muy importante analizar la conveniencia de incluir este tipo de sistemas; en este sentido, esta ventilación mecánica siempre debe contar con sistemas de recuperación de energía del aire extraído que transfiera ese calor recuperado al aire impulsado. Por tanto, no siendo obligatorio en la rehabilitación de edificios (HS-3), se recomienda la inclusión de la ventilación mecánica con recuperación de calor en la zona E, siendo como mínimo aconsejable en la D, en zonas con inviernos más suaves debe estudiarse el costo de integración y la posible recuperación.

3.2.5 Certificado de eficiencia energética y auditoría energética

Es práctica común proceder a la reforma de las instalaciones solo cuando el sistema se estropea, manteniendo en uso tecnologías obsoletas y poco eficientes; la mayor parte de los consumidores no encuentran fácilmente información disponible relativa las ventajas de los sistemas alternativos o datos para comparar los costos de las diferentes soluciones.

Con el objetivo de apoyar las mejoras necesarias en el parque nacional de **inmuebles rehabilitados se debe contemplar el exigir un nivel mínimo de rendimiento energético** a los edificios, de conformidad con los **certificados de eficiencia energética**.

Para garantizar que las medidas financieras relacionadas con la eficiencia energética en la renovación de edificios se apliquen de la mejor forma posible, las ayudas deben vincularse a la calidad de las obras de renovación en proporción al ahorro de energía alcanzable o fijado.

Dichas medidas deben por tanto vincularse a la eficiencia del equipo o material utilizados para la renovación, nivel de certificación o cualificación del instalador, a una auditoria energética o a la mejora conseguida como resultado de la renovación, que debe valorarse comparando los certificados de eficiencia energética expedidos antes y después de esta, utilizando valores estándar o mediante otro método transparente y proporcionado.

En la rehabilitación energética debe estimularse la asimilación de las recomendaciones de las auditorías energéticas.

Cuando se instale, se sustituya o se mejore una instalación técnica de un edificio, **se debe evaluar la eficiencia energética global de la parte modificada**, y, en su caso, de toda la instalación modificada. Los resultados de dicha evaluación se documentarán y se facilitarán al **propietario** del edificio, de manera que puedan consultarse y utilizarse para verificar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en la reglamentación española y **expedir los certificados de eficiencia energética**.

Todos los equipos que se sustituyan deben cumplir los reglamentos derivados de las Directivas de etiquetado energético (2010/31/UE) y diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía (2009/125/CE), que les sean de aplicación según su potencia.

Para garantizar los ahorros energéticos que se proyecten en una rehabilitación energética se deben potenciar los contratos de rendimiento energético tal como se definen en el artículo 2, punto 27, de la Directiva 2012/27/UE.

3.2.6 Energías renovables y residuales

Aunque cualquier energía renovable o residual es muy beneficiosa en la rehabilitación de un edificio, se reseñan de forma específica las siguientes por su penetración más avanzada en el sector de la rehabilitación de viviendas:

o Biomasa

La biomasa se recomienda en calefacción doméstica si sus emisiones cumplen con estrictos límites de emisiones y son utilizadas de forma apropiada.

Dentro de las ciudades se debe garantizar el uso de tecnologías apropiadas para lograr su adecuada combustión mediante dispositivos automatizados, y la elección de biocombustibles poco contaminantes. En grandes instalaciones de biomasa se deben utilizar equipos de limpieza de los gases de combustión para reducir las emisiones a niveles aceptables y monitorizar las emisiones, asegurando en todo momento que no se altera la calidad de aire exterior del entorno donde están ubicadas.

En cualquier caso, se debe aprovechar la **biomasa autóctona** del lugar fundamentalmente en núcleos de **población rurales** (ultra periféricos) mediante la movilización sostenible de la madera y de los recursos agrarios existentes y el desarrollo de nuevos sistemas de

silvicultura y de producción agrícola sostenibles. Hay que asegurarse que las materias primas agrarias no proceden de zonas con una rica biodiversidad o, en el caso de las zonas designadas con fines de protección de la naturaleza o para la protección de especies o ecosistemas raros, amenazados o en peligro.

La biomasa se debe considerar siempre como biomasa disponible para un abastecimiento sostenible y tener debidamente en cuenta los principios de la economía circular y de la jerarquía de residuos establecidos en la Directiva 2008/98/CE

o **Energía solar**

Evidentemente, siempre que exista la posibilidad de integrar la **energía solar** y esto sea técnicamente y económicamente rentable debe realizarse.

Previo a la rehabilitación de un edificio debe de comprobarse si ya existe una instalación solar térmica para ACS; en muchos edificios se dispone de ellas, pero no funcionan o por una defectuosa instalación y puesta en marcha o porque no han sido adecuadamente mantenidas.

La instalación Solar Térmica para ACS se integra en la instalación térmica del edificio, de manera que la instalación solar precalienta el agua, hasta los valores que pueda alcanzar en cada momento, y la instalación térmica lleva el agua hasta las condiciones de consigna fijadas por los usuarios, el consumo de energía convencional se reducirá en la proporción aportada por la instalación solar, pero si esta no funciona correctamente (mala ejecución o puesta en marcha, o por un mantenimiento inadecuado) al alcanzarse las consignas con la instalación térmica el usuario no percibe el fallo de la instalación solar ya que no detecta falta de servicio de ACS, esto solo puede ser percibido si se analizan los consumos registrados ya que aumentan cuando no hay aportaciones solares; si la instalación carece de contadores o los mismos no se leen periódicamente se tienen instalaciones que no aprovechan la energía solar con eficacia, situación que por desgracia se presenta con mucha frecuencia.

En la rehabilitación de un inmueble debe comprobarse esta situación y si sucede, ponerla en funcionamiento, recalando que se debe realizar un mantenimiento mínimo, que permita su adecuado aprovechamiento; la rentabilidad económica de una reparación de una instalación ya existente es muy favorable.

En las viviendas rehabilitadas en las que se mejore la envolvente térmica, al reducirse de manera importante la demanda de calefacción, el ACS tendrá un papel más protagonista, pudiendo ocupar más del 50 % de la energía final demandada por los consumos EPBD (calefacción, refrigeración y ACS). En viviendas anteriores al año 2006, este consumo se sitúa en torno al 30 % pudiendo, en zonas con inviernos suaves, ser superior; por ello es fundamental asegurar que la instalación solar para este servicio funcione correctamente.

○ **Otros**

Siempre que en las proximidades del edificio exista una red local de energía o la oportunidad de aprovechar energía residual debe utilizarse si es técnicamente y económicamente rentable.

Hay muchos municipios que están próximos a industrias donde su actividad genera una energía térmica residual que se puede aprovechar para las instalaciones térmicas de las viviendas. Para ello se requieren infraestructuras adicionales que comuniquen los edificios, generador del subproducto (industria) y demandante (viviendas), que normalmente no existen, es importante indicarlo en los estudios de rehabilitación para que la administración local sea conocedora de su potencial, si no lo era ya, se debe analizar su viabilidad en futuros planes de ordenamiento urbanístico y del territorio.

3.2.7 Contaje de consumos y comprobación de rendimientos

En la práctica la gran mayoría de los usuarios desconoce el consumo de sus instalaciones, en las conversaciones se escuchan opiniones como mi calefacción consume “mucho”, este mes me han cobrado una “barbaridad”, pero sin analizar que se trate de viviendas de 70 m² o 200 m², o que la familia este compuesta por 2 u 8 personas; asimismo el usuario suele conocer si gasta 75 € o 175€, pero no suele discriminar la época del año y por supuesto desconoce si su consumo ha sido de 2.000 kWh o 6.000 kWh.

Se debe promover una educación que conciencie a las personas del orden de magnitud de los consumos razonables según tamaño de viviendas, servicios y zonas climáticas y las emisiones de contaminantes asociadas.

Es imprescindible requerir la **instalación de contadores** en las reformas de las instalaciones, incluso se debiera aconsejar su instalación previa, de manera que se puedan tener datos fiables de las mejoras alcanzadas con las nuevas instalaciones.

Siempre se debe recomendar que la lectura de todos los contadores pueda realizarse en remoto, lo que facilita el seguimiento de las instalaciones.

Evidentemente en el contaje se tienen dos situaciones claramente diferenciadas: Instalaciones individuales o colectivas.

○ Instalaciones Individuales

En las instalaciones individuales el objetivo del contaje es determinar su rendimiento ya que el gasto pasa por los contadores de facturación de cada usuario.

Es muy infrecuente que existan estos contadores, cuando el combustible se utiliza exclusivamente para las instalaciones térmicas el dato de consumo se tiene de las facturas, sin embargo, no se conocen las aportaciones y por ello no se pueden determinar con precisión los rendimientos.

Se debe promover la incorporación de contadores que permitan obtener estos datos; al menos debieran requerirse los contadores eléctricos en los equipos de generación térmica, ya que el contador de facturación incluye todos los consumos eléctricos de la vivienda: Electrodomésticos, Iluminación, Generación Térmica, etc.

○ **Instalaciones Centralizadas**

Las necesidades de contaje en estas instalaciones son debidas por un lado para conocer el consumo de las mismas y con ello determinar su rendimiento, pero por otro es necesario también conocer los consumos individuales de cada vivienda para el reparto de gastos.

El RITE establece un número mínimo de contadores obligatorios, con los que se pueden determinar los rendimientos y el reparto de gastos, estos contadores son obligatorios cuando se realicen las reformas de las instalaciones; está pendiente la transposición de la Directiva que obliga a la instalación de contadores individuales para el reparto de gastos incluso en las instalaciones existentes, aunque las mismas no se reformen.

Se recomienda el contaje exclusivo de energía en las instalaciones térmicas centrales cumpliendo siempre la normativa en vigor, tanto para el servicio de calefacción, como los de ACS y refrigeración.

Los contadores de calefacción y repartidores de costes deberán ser de lectura remota para garantizar que se facilita información rentable y frecuente sobre el consumo no siendo necesario el acceso a cada vivienda para su lectura.

4 Propuestas de Reformas para el escenario 2030

Las soluciones que se proponen en estos apartados son generalistas, el estudio previo y particular de cada edificio, o el análisis sistemático realizado en una auditoría energética puede aconsejar otro tipo de reformas debidas a sus condiciones de contorno particulares; lo aquí expuesto, son las propuestas para la reforma de las instalaciones de Calefacción y ACS que consideramos técnicamente más viables para la rehabilitación de viviendas en el escenario 2030 (periodo 2021–2030).

Las propuestas se organizan de manera matricial en unas tablas donde se indica la reforma aconsejada (columna de rehabilitación) para cada zona climática de invierno. Se mantienen las referencias a los tipos de instalación definidos en la tabla 2.1, que se indican en la columna “REF”, en la columna “EQUIPO INICIAL” se recuerdan los generadores térmicos de la instalación existente, mientras que en la columna “REHABILITACIÓN” se indican los equipos de producción propuestos.

4.1 Consideraciones generales

En cada tabla se diferencian tres colores de fondo de las casillas:

- El color rojo conlleva un cambio de sistema, por lo que además de sustituir los equipos de producción, deberán realizarse otras reformas en las instalaciones.
- El color amarillo indica que el tipo de instalación, individual o colectiva, propuesta mantienen el mismo sistema existente, por lo que la reforma se basa en la mejora de los equipos de producción.
- El color verde indica que solo se proponen las mejoras generales descritas en el apartado 3.2.

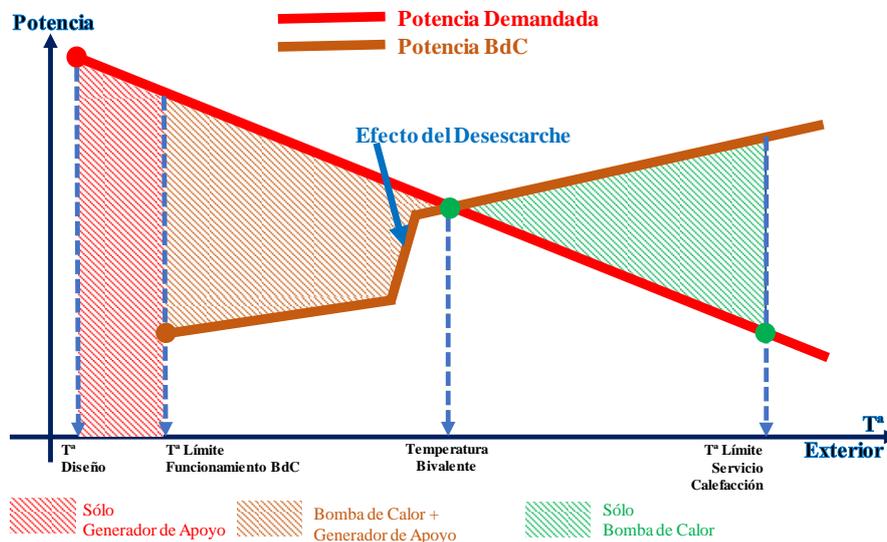
La integración de Energía Solar Térmica para ACS debe estudiarse siempre, proponiendo su aplicación cuando sea económica y técnicamente rentable; si la producción de ACS se realiza con termos eléctricos por efecto Joule la energía solar es aún más importante, recomendándose siempre que llegue a cubrir el 70% de este servicio.

Las bombas de calor tienen unas características de funcionamiento que en el corto plazo (2021–2030) dificultan su integración, debido a la limitación de la temperatura que pueden alcanzar, en general máximos de 60°C, y a que su eficiencia disminuye con la temperatura exterior, sobre todo cuando la misma baja de 7°C, debido a los ciclos de desescarche, pudiendo requerirse una energía de apoyo.

En la Figura 4.1 se muestran las condiciones de funcionamiento de una bomba de calor, contrastado con la curva de demanda de calefacción y las temperaturas exteriores: las bombas de calor tienen una temperatura mínima exterior por debajo de la cual no funcionan; a partir de ella aumentan su potencia y eficiencia conforme aumenta la temperatura exterior, en el entorno de 0°C a 7°C el efecto de las necesidades de desescarche modifican de manera brusca sus prestaciones y a partir de esa temperatura vuelven a mejorar paulatinamente con el aumento de la temperatura exterior.

Teniendo en cuenta estas características como norma general, en el horizonte 2030 se aconseja la alternativa de bombas de calor en las zonas de inviernos más suave, hasta la G, mientras que para las zonas más frías este cambio no se contempla de modo general, sino que quedará supeditado a un estudio detallado de la rehabilitación prevista.

Imagen 20 Curvas de funcionamiento de una bomba de calor y de la demanda de calefacción en función de las condiciones exteriores. Fuente: elaboración propia.



Para proponer una bomba de calor para calefacción debe comprobarse que el subsistema de distribución y emisión existente puede entregar la potencia necesaria con temperaturas inferiores a 60°C; si la vivienda ha sido rehabilitada, y por tanto se ha mejorado su envolvente térmica según el CTE DB HE, la instalación existente puede ser suficiente, de no ser así sería necesario modificar la distribución y los emisores. Estos aspectos deben estar siempre documentados. Ver punto 3.1.1.

Previo a la sustitución de las calderas por bombas de calor se debe comprobar que se dispone de potencia eléctrica suficiente, o que se vaya a poder ampliar la acometida, de no ser así no es posible recomendar su instalación.

4.2 Zona climática de invierno α

Para la zona climática de invierno α , en el periodo 2021–2030, se proponen como soluciones técnicas y económicamente más aconsejables, las expuestas en la siguiente tabla.

Tabla 9 Tabla soluciones de rehabilitación de la zona climática α

Zona Climática α		Equipos propuestos para la Rehabilitación	VIVIENDA UNIFAMILIAR			BLOQUE DE VIVIENDAS					
			INSTALACIÓN INDIVIDUAL			INSTALACIÓN INDIVIDUAL			INSTALACIÓN COLECTIVA		
REF	EQUIPO INICIAL		SERVICIO			SERVICIO			SERVICIO		
		CLF	ACS	CLF + ACS	CLF	ACS	CLF + ACS	CLF	ACS	CLF + ACS	
1 (*)	Calentador	Calentador Condensación (**)		LA_CL			LA_CL				
	Termo	Termo Smart + Energía Solar (***)		LA_CL			LA_CL				
	Calentador o Termo	Bomba de Calor		LA_R			LA_R				
(*) Siempre se debe analizar si resulta técnica y económicamente rentable la integración de energía solar térmica para ACS											
(**) Si existe posibilidad de conexión a red de gas natural será este el combustible preferente.											
(***) Siempre que haya termos eléctricos se debe contemplar la instalación de energía solar térmica para el 70% del consumo de ACS											

En esta zona no se requiere calefacción, al no estudiarse las instalaciones de refrigeración se contemplan únicamente las reformas de las instalaciones de ACS que como norma general tendrán calentadores de gas o termos eléctricos.

Quando se disponga de calentadores la opción de rehabilitación más habitual será la de sustituirlos por calentadores de condensación más eficientes, preferiblemente de gas natural si se dispone de distribución del mismo en la ubicación del edificio.

Si el equipo es un termo eléctrico se aconseja su sustitución por otro con función **smart**³, recordando la conveniencia de acompañarlo con una instalación solar térmica.

La alternativa de bomba de calor para ACS será una solución muy eficiente para las condiciones de temperaturas exteriores de esta zona climática.

³ La función Smart los convierte en termos inteligentes, capaces de aprender los hábitos de utilización del agua caliente de los usuarios para ayudarles a ahorrar hasta un 20% de electricidad.

4.3 Zonas climáticas de invierno A y B

Las reformas contempladas para las zonas climáticas A y B se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 10 Tabla soluciones de rehabilitación de la zona climática A y B

Zonas Climáticas A y B		Equipos propuestos para la Rehabilitación	VIVIENDA UNIFAMILIAR			BLOQUE DE VIVIENDAS					
			INSTALACIÓN INDIVIDUAL			INSTALACIÓN INDIVIDUAL			INSTALACIÓN COLECTIVA		
REF	EQUIPO INICIAL		SERVICIO			SERVICIO			SERVICIO		
			CLF	ACS	CLF+ACS	CLF	ACS	CLF+ACS	CLF	ACS	CLF+ACS
1 (*)	Calentador	Calentador Condensación (**)		I_A_CL			I_A_CL				
	Termo	Termo Smart + Energía Solar (***)		I_A_CL			I_A_CL				
	Calentador o Termo	Bomba de Calor		I_A_R			I_A_R				
2 (*)	Calentador + Calefactor + Calefactor	Calentador Condensación (**)	I_C_UT	I_A_CL		I_C_UT	I_A_CL				
	Calentador + Termo	Termo Smart + Energía Solar (***)	I_C_UT	I_A_CL		I_C_UT	I_A_CL				
	Calentador + Calefactor + Calefactor o Termo	Bomba de Calor	I_C_UT	I_A_R		I_C_UT	I_A_R				
	Calentador + Calefactor + Calefactor	Split + Calefactor Condensación (**)	I_C_R	I_A_CL		I_C_R	I_A_CL				
	Calentador + Calefactor + Termo	Split + Termo Smart + Energía Solar (***)	I_C_R	I_A_CL		I_C_R	I_A_CL				
	Calentador + Calefactor + Calefactor o Termo	Bomba de Calor			I_CA_R			I_CA_R			
3 (*)	Split (Clima) + Calefactor + Calefactor	Split + Calefactor Condensación (**)	I_C_R	I_A_CL		I_C_R	I_A_CL				
	Split (Clima) + Termo	Split + Termo Smart + Energía Solar (***)	I_C_R	I_A_CL		I_C_R	I_A_CL				
	Split (Clima) + Calefactor + Calefactor o Termo	Split (Clima) + Bomba de Calor	I_C_R	I_A_R		I_C_R	I_A_R				
	Split (Clima) + Calefactor + Calefactor o Termo	Bomba de Calor			I_CA_R			I_CA_R			
4 (*)	Caldera Mixta	Caldera Mixta Condensación (**)			I_CA_A			I_CA_A			
		Caldera Mixta Biomasa (****)			I_CA_A						
		Bomba de Calor			I_CA_R			I_CA_R			

(*) Siempre se debe analizar si resulta técnica y económicamente rentable la alternativa de energía solar térmica para ACS

(**) Si existe posibilidad de conexión a red de gas natural se debe cambiar a este combustible

(***) Siempre que haya termos eléctricos se debe contemplar la instalación de energía solar térmica para el 70% del consumo de ACS

(****) Sólo para edificios residenciales unifamiliares en poblaciones de menos de 20.000 habitantes

En algunas localidades de estas zonas se tienen viviendas con servicio exclusivo de ACS, para las cuales son válidas las recomendaciones que se han descrito para la zona α .

Como las necesidades de calefacción son bajas se tiene un número importante de viviendas con aparatos unitarios de calefacción, en esta situación se plantean dos alternativas:

- Solo se reforma la instalación de ACS manteniendo los equipos unitarios de calefacción; en este caso, las opciones son las comentadas antes.
- Se reforma la instalación completa (ACS y Calefacción) conjuntamente con las soluciones indicadas para ACS. En este caso, se sustituyen los equipos unitarios de calefacción por bombas de calor Split (o multisplit).

Se contempla la solución de reformar completamente la instalación instalando una bomba de calor para los dos servicios, para ello se debe instalar una nueva distribución de calefacción con unidades terminales que pueden ser de agua, de refrigerante o de conductos.

○ En las viviendas con equipos Split bomba de calor reversible (calefacción y refrigeración) las medidas propuestas se limitan al sistema de ACS ya analizadas, o incluir una bomba de calor para los dos servicios.

Por último, también son habituales las instalaciones con calderas mixtas, las reformas recomendadas en estos casos son bien sustituir las calderas por otras de condensación o si los niveles térmicos necesarios son suficientes cambiarlas por bombas de calor con distribución por agua. En este caso también se propone como posible sustitución, en usos residenciales unifamiliares, en poblaciones de menos de 20.000 habitantes, la caldera de biomasa.

Como se ha indicado anteriormente en estas zonas climáticas las instalaciones centralizadas son meramente testimoniales.

4.4 Zona climática de invierno C

Para la zona climática de invierno C se proponen las siguientes reformas.

Tabla 11 Tabla soluciones de rehabilitación de la zona climática C

REF	Zona Climática C	Equipos propuestos para la Rehabilitación	VIVIENDA UNIFAMILIAR			BLOQUE DE VIVIENDAS					
			INSTALACIÓN INDIVIDUAL			INSTALACIÓN INDIVIDUAL			INSTALACIÓN COLECTIVA		
			SERVICIO			SERVICIO			SERVICIO		
EQUIPO INICIAL	CLF	ACS	CLF + ACS	CLF	ACS	CLF + ACS	CLF	ACS	CLF + ACS		
2 (*)	Calefactor + Calentador o Termo	Caldera Mixta Condensación (**)			I_CA_A			I_CA_A			
		Bomba de Calor			I_CA_R			I_CA_R			
	Calefactor + Calentador	Split + Calefactor Condensación (**)	I_C_R	I_A_CL		I_C_R	I_A_CL				
		Split + Termo Smart + Energía Solar (***)	I_C_R	I_A_CL		I_C_R	I_A_CL				
3 (*)	Split (Clima) + Calentador	Split + Calefactor Condensación (**)	I_C_R	I_A_CL		I_C_R	I_A_CL				
		Split + Termo Smart + Energía Solar (***)	I_C_R	I_A_CL		I_C_R	I_A_CL				
	Split (Clima) + Calentador o Termo	Split (Clima) + Bomba de Calor	I_C_R	I_A_R		I_C_R	I_A_R				
		Bomba de Calor			I_CA_R			I_CA_R			
4 (*)	Caldera Mixta	Caldera Mixta Condensación (**)			I_CA_A			I_CA_A			
		Caldera Mixta Biomasa (****)			I_CA_A						
		Bomba de Calor			I_CA_R			I_CA_R			
5 (*)	Caldera Sólo Calefacción + Calentador o Termo	Caldera + Calefactor Ambos Condensación (**)				I_A_CL		C_C_A			
		Caldera Condensación (**) + Bomba de Calor				I_A_R		C_C_A			
6 (*)	Caldera dos servicios	Caldera dos servicios Condensación (**)								C_CA_A	
		Bomba de Calor + Caldera Condensación								C_CA_R	

(*) Siempre se debe analizar si resulta técnica y económicamente rentable la alternativa de energía solar térmica para ACS
(**) Si existe posibilidad de conexión a red de gas natural se debe cambiar a este combustible
(***) Siempre que haya termos eléctricos se debe contemplar la instalación de energía solar térmica para el 70% del consumo de ACS
(****) Sólo para edificios residenciales unifamiliares en poblaciones de menos de 20.000 habitantes

Las necesidades de calefacción son mayores que las de las zonas estudiadas en los subapartados anteriores, por lo que en todas las viviendas habrá calefacción; en los edificios con equipos unitarios en esta zona se recomienda la instalación de una caldera mixta de condensación lo que requiere realizar una distribución interior con tuberías y radiadores, si los niveles térmicos necesarios son suficientes también se puede optar por bombas de calor con distribución por agua. Si las demandas de calefacción no son muy altas se contempla la posibilidad de sustituir los equipos unitarios de calefacción por bombas de calor Split (o multisplit).

En las viviendas con equipos Split bomba de calor reversible (calefacción y refrigeración) las medidas propuestas se limitan al sistema de ACS ya analizadas, o incluir una bomba de calor para los dos servicios.

Con calderas mixtas, las reformas recomendadas son bien sustituir las calderas por otras de condensación o bien si los niveles térmicos necesarios son suficientes, cambiarlas por bombas de calor con distribución por agua. También existe la posibilidad de introducir la caldera de biomasa en viviendas unifamiliares para poblaciones menores de 20.000 habitantes.

Por último, en estas zonas hay edificios con instalaciones centralizadas, cuando el servicio central es solo calefacción se recomienda sustituir las calderas centrales por otras de condensación y las producciones individuales de ACS por calentadores de condensación o por bombas de calor para este servicio.

Si las instalaciones centrales atienden a los dos servicios la solución más habitual será la sustitución de las calderas por otras de condensación; en esta zona cabe la posibilidad de hibridar calderas y bombas de calor en la solución centralizada.

4.5 Zonas climáticas de invierno D y E

Para las zonas climáticas de invierno D y E se proponen las siguientes reformas.

Tabla 12 Tabla soluciones de rehabilitación de la zona climática D y E

Zonas Climáticas D y E		Equipos propuestos para la Rehabilitación	VIVIENDA UNIFAMILIAR			BLOQUE DE VIVIENDAS				
			INSTALACIÓN INDIVIDUAL			INSTALACIÓN INDIVIDUAL		INSTALACIÓN COLECTIVA		
REF	EQUIPO INICIAL		SERVICIO			SERVICIO		SERVICIO		
		CLF	ACS	CLF + ACS	CLF	ACS	CLF + ACS	CLF	ACS	CLF + ACS
2 (*)	Calefactor + Calentador o Termo	Caldera Mixta Condensación (**)			I_CA_A			I_CA_A		
4 (*)	Caldera Mixta	Caldera Mixta Condensación (**)			I_CA_A			I_CA_A		
		Caldera Mixta Biomasa (***)			I_CA_A					
5 (*)	Caldera Sólo Calefacción + Calentador o Termo	Caldera + Calentador Ambos Condensación (**)					I_A_CL		C_C_A	
6 (*)	Caldera dos servicios	Caldera dos servicios Condensación (**)								C_CA_A

(*) Siempre se debe analizar si resulta técnica y económicamente rentable la alternativa de energía solar térmica para ACS

(**) Si existe posibilidad de conexión a red de gas natural se debe cambiar a este combustible

(***) Sólo para edificios residenciales unifamiliares en poblaciones de menos de 20.000 habitantes

Las demandas de calefacción son muy altas por lo que lo habitual es que los edificios dispongan bien de calderas mixtas individuales o bien de instalaciones centrales; teniendo en cuenta las condiciones climáticas exteriores en estas zonas las reformas propuestas con el horizonte 2030 son las calderas de condensación y los calentadores asimismo de condensación en aquellos edificios que tengan calefacción central y ACS individual. También existe la posibilidad de introducir la caldera de biomasa en viviendas unifamiliares para poblaciones menores de 20.000 habitantes.

En aquellos edificios que dispongan de aparatos unitarios de calefacción la instalación de las calderas mixtas requieren la realización de nuevos circuitos interiores con tuberías y radiadores.

5 Propuestas de Reformas para los escenarios 2040 y 2050

Se muestra a continuación una exposición somera de cuáles podrían ser las alternativas de instalaciones térmicas en una rehabilitación de viviendas a partir del 2030. El estudio pormenorizado deberá realizarse al inicio de ese periodo, momento en el que las redes, la medición, los hogares y edificios inteligentes, la autogeneración y el almacenamiento térmico y eléctrico se habrán desarrollado, o no, en el mercado de forma madura y se conozcan realmente los ahorros de energía conseguidos hasta entonces con las medidas aplicadas, el mix real de producción de energía eléctrica, el consumo de biocombustibles y el consumo e importación real de energía de nuestro país. En este periodo (no como en el periodo anterior, en el que se fomenta el cambio a calderas de condensación más eficientes) la rehabilitación debería centrarse hacia **tecnologías de calefacción y refrigeración** no basadas en combustibles fósiles.

Aunque en el primer escenario (2021–2030) se han planteado reformas basadas en sustituir la instalación térmica actual por otra igual más eficiente o distinta que requiera pocas modificaciones en su diseño, en este apartado se relatan los cambios más profundos que deberán realizarse con cierta perspectiva de futuro en el largo plazo (2050).

Todo parece indicar que la transición energética está encaminada a llegar en el 2050 a una economía hipocarbónica y electrificada con un alto porcentaje de su producción distribuida en los consumidores (**Autoconsumo**).

Es por ello, que, en este periodo, 2031–2050, la transformación de un edificio, en un edificio eficiente, opte por cambios en la fuente de energía, y por tanto, previsiblemente, potenciando el cambio a **bombas de calor (aeroterminia, hidrotérminia y geotérminia)** u otras soluciones de calefacción y refrigeración basada en energías renovables, o pilas de combustible, o calor residual.

Para facilitar la penetración de las soluciones con bombas de calor e integración de energías renovables, así como para reducir los consumos, será fundamental que las envolventes de los edificios también se hayan rehabilitado energéticamente.

La previsible modificación del Reglamento sobre los gases fluorados de efecto invernadero (Reglamento 517/2014 F-Gas) que surja del análisis del mismo por parte de la Comisión en el **año 2021** y la madurez hoy existente con determinados refrigerantes, acelerará, asimismo, la renovación de los sistemas de calefacción y refrigeración hacia tecnologías de bomba de calor.

Las tendencias que intuimos de las instalaciones con bombas de calor nos llevan a pensar a que la expansión directa se producirá solo con limitados volúmenes de refrigerante, lo que entendemos que llevará a mayor cantidad de instalaciones con distribución de agua (esta consideración podría cambiar si se desarrollaran nuevos refrigerantes).

La bomba de calor se acercará rápidamente a su madurez comercial en este periodo de estudio para todas las zonas climáticas españolas y podrán instalarse en la rehabilitación de viviendas en un escenario técnico y económicamente posible en la mayoría de los municipios debido a su consolidación en mercado con la consecuente reducción de su precio, sobre todo también en las zonas climáticas D y E.

Otro aspecto importante para llegar a una economía independiente del carbono es el poder aprovechar el **calor o frío residual** de la industria en el sector de la edificación. Algunas industrias generan calor o frío como subproducto y en muchos casos no es reutilizado en la propia industria, o, aun siendo reutilizado, existen todavía excedentes. Es por ello que las rehabilitaciones que se produzcan en zonas próximas a núcleos industriales, con estas características, deben estar planteadas dentro de los planes de ordenación territorial y urbanística de cada comunidad autónoma o municipio para que puedan ser utilizados (para que pueda aprovecharse esta energía residual por un edificio debe de existir una infraestructura de distribución de energía desde el centro de producción industrial hasta los bornes del edificio). En un escenario de producción de energía distribuida previsible también debe potenciarse en la rehabilitación de generadores térmicos la **cogeneración**, pues puede producir importantes ahorros de energía y de CO₂ en comparación con la generación separada de calor y electricidad. Combinada con el almacenamiento térmico, aumenta su eficiencia, ya que la producción de calor puede almacenarse en lugar de limitarse si no se necesita en ese momento. Muchas de las tecnologías de cogeneración de calor y electricidad son capaces de usar energías renovables (energía geotérmica, biogás), combustibles alternativos (por ejemplo, hidrógeno) y calor residual.

Si el edificio se somete a una rehabilitación importante debe llevarse a este a ser un **edificio inteligente** conectado a una red que permita el control remoto o automático de la calefacción y la refrigeración, el calentamiento del agua, la iluminación y los aparatos en función de la fecha y hora, humedad, temperatura exterior y ocupación del edificio. Los edificios deben de tener cada vez mayor capacidad de utilizar las tecnologías de la información y la comunicación y los sistemas electrónicos a fin de adaptar el funcionamiento del edificio a las necesidades del ocupante y a la red local de energía y de mejorar su eficiencia energética y su rendimiento. La rehabilitación propuesta debe ayudar a la gestión de la demanda de energía en los edificios permitiendo a los consumidores participar en la respuesta a esa demanda y ajustar el momento de su consumo en respuesta al precio de la electricidad.

5.1 Redes de Distrito

Con el horizonte 2040-2050, la rehabilitación debe realizarse desde un enfoque holístico de **distrito o barrio** y debe estar integrada en la política urbanística y de eficiencia energética del barrio, garantizando que todos los edificios cumplan los requisitos mínimos de energía mediante regímenes generales de renovación aplicables al conjunto de edificios en un entorno en lugar de a un único edificio.

Creemos que será muy difícil rentabilizar en nuestro clima instalaciones de distrito con las temperaturas normales de funcionamiento (calefacción 70°C y refrigeración 7°C); debido a la proporción entre consumo necesario para abastecer las demandas y las pérdidas y consumos eléctricos por bombeo en las redes de distribución, solo se podrían desarrollar en aplicaciones muy concretas.

Por ello, con un criterio similar a las “smart grid” eléctricas, creemos que se deberán desarrollar redes térmicas de distrito, que pueden trabajar con temperaturas entre 15°C y 40°C, los edificios dispondrían de bombas de calor agua/agua, o agua/aire, según sean sus subsistemas de distribución interior, utilizando la red para evaporación, o condensación, adecuándose a los usos instantáneos del edificio.

Los equipos agua/agua con temperaturas en el evaporador del orden de 15°C a 20°C pueden alcanzar, con altas prestaciones, temperaturas de producción superiores a 70°C, integrándose directamente en los subsistemas de los edificios.

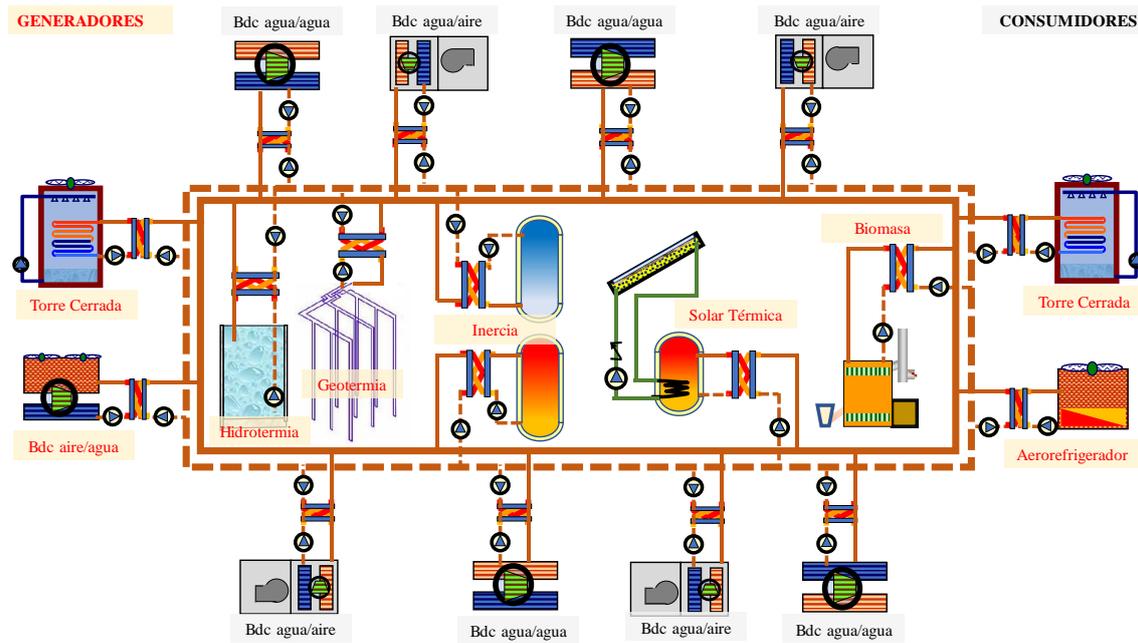
La red debe ser alimentada con generación renovable: Solar Térmica, Geotermia, hidrotermia, biomasa, etc. También permite la integración de sistemas de cogeneración y aprovechamiento de calores residuales; optimizando el uso de todas las energías.

Otra ventaja importante es la compensación entre edificios con solicitudes térmicas opuestas, por ejemplo, si un edificio de oficinas está demandando frío y un polideportivo calor, a través de la condensación y evaporación de sus bombas de calor se transfieren la energía entre ellos, sin solicitarla de los generadores conectados a la red.

Las temperaturas de trabajo de la red simplifican las exigencias de las tuberías, menores necesidades de aislamiento térmico, prácticamente solo el necesario para la protección contra las corrosiones, se reducen las pérdidas, o ganancias, de calor y los caudales en los momentos en que exista compensación entre edificios.

La red debe ser capaz de hacer frente a los momentos de máxima demanda de calor en invierno y de frío en verano, para lo que se deben disponer generadores suficientes, para los momentos punta se pueden disponer generadores “tradicionales” ya que su uso será mínimo; para reducir las puntas de potencia se pueden intercalar depósitos de inercia.

Imagen 21 Esquema simplificado de la red térmica con generadores y consumidores.



El calor puede alimentarse con: Solar Térmica, Biomasa, Cogeneración, etc.

El frío requiere torres de refrigeración, pueden situarse alejadas de los edificios, siendo equipos de mayor potencia, menor número y con mayores facilidades de mantenimiento que si se ubican en cada edificio; también pueden utilizarse Aerorefrigeradores.

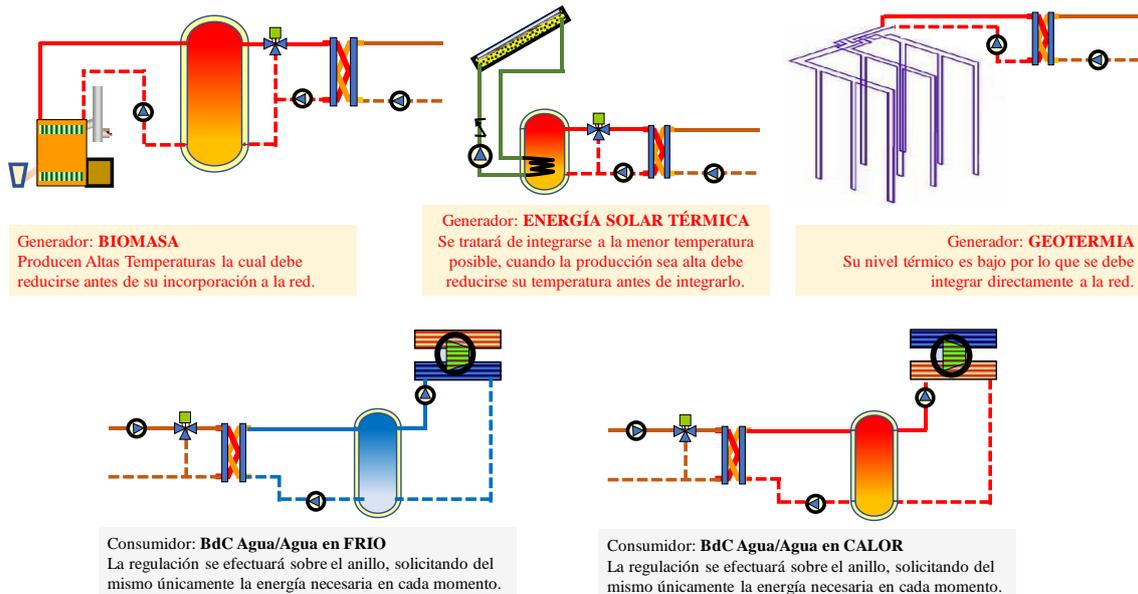
La hidrotermia y geotermia proporcionan tanto calor como frío, pero con niveles térmicos bajos. Para integrar los equipos de producción en la red deben considerarse las temperaturas de funcionamiento de cada tipo, las calderas de biomasa trabajan a altas temperaturas, por ello para su integración se utilizarán depósitos de inercia reduciendo, mediante válvulas motorizadas, la temperatura de los depósitos hasta la necesaria en la red.

La energía solar térmica también requiere depósitos de acumulación y reducción de la temperatura antes de su integración en la red, pero el control debe actuar de manera que siempre se utilice el agua de estas instalaciones a las temperaturas más bajas posible, con el fin de mejorar el rendimiento de los captadores solares.

La hidrotermia y la geotermia se integrarán directamente con las temperaturas que se hayan alcanzado.

Todos los equipos se conectarán hidráulicamente mediante intercambiadores para evitar que se transfieran a la red problemas de cada productor.

Imagen 22 Detalles para la conexión de los generadores y consumidores a la red térmica.



La conexión de los consumidores dispondrá, además de los intercambiadores, de depósitos de inercia que atenúen las potencias instantáneas solicitadas de la red; el control de temperatura aportada se regulará en red mediante válvulas motorizadas.

5.2 Vectores energéticos

Atendiendo a lo anterior y observando la ruta energética que se describe de forma cualitativa en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima la tendencia es electrificar nuestras ciudades para poder dar cobertura y flexibilidad a un mix de generación eléctrica mayoritariamente renovable en el año 2050.

En este sentido, como se ha mencionado, las demandas de calefacción y refrigeración serán abastecidas en gran medida por energía eléctrica, siendo el equipo predominante, la bomba de calor.

Pese a lo cual no deben olvidarse, que existirán equipos de combustión:

- **Combustibles gaseosos:** Fundamentalmente los combustibles gaseosos que se prevé para este periodo son el **hidrógeno verde** (denominado así porque se obtendrá de la electrolisis del agua producida a partir de períodos de sobrecarga de turbinas eólicas o parques solares fotovoltaicos. Otros de los combustibles gaseosos será el **biometano** (el biogás emite CO₂ durante la combustión, pero obtiene créditos de sumidero de carbono y se considera renovable, es decir es metano que se obtiene a partir de residuos o biomasa).
- **Combustibles sólidos:** sobre todo en el uso directo de la biomasa autóctona

Por ello también se deben realizar las rehabilitaciones estudiando la conexión a redes de gas integradas a nivel europeo. La promoción de la producción y el uso de **biometano**, y su introducción en la red de gas natural jugará un papel importante en la rehabilitación de ciertos edificios, sobre todo en zonas climáticas de invierno no benignas.

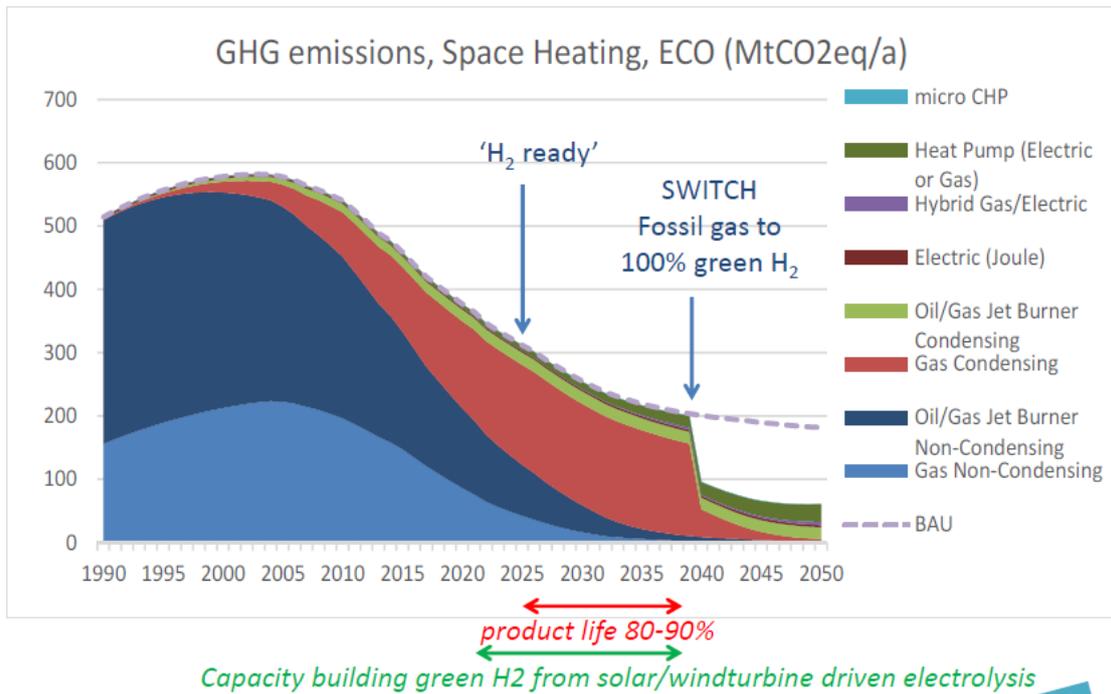
Las actas de las segundas reuniones de partes interesadas para los estudios de revisión sobre ecodiseño y regulaciones de etiqueta energética para calentadores de caldera y combinación de calderas (Lote 1) y Calentadores de agua (Lote 2) están disponibles en las [web](#).

Se reproduce a continuación el **escenario objetivo** que se ha presentado en la segunda reunión de las partes interesadas celebradas el viernes 26.4.2019.

En esta, uno de los principales temas que se trataron, fueron los puntos de vista sobre la descarbonización en la calefacción de espacios (escenario de la **Comisión Europea 2050**).

En el mismo se muestra un descenso muy drástico de las emisiones de gases de efecto invernadero en el año 2040 por la sustitución de las calderas de condensación, que, aunque es previsible que así suceda, este transcurrirá de una forma más suave, prolongándose este descenso en más de un año como el gráfico parece querer mostrar.

Imagen 23 Escenario objetivo que se ha presentado en la segunda reunión de las partes interesadas que están modificando las exigencias de ecodiseño y etiquetado energético de las calderas celebradas el viernes 26.4.2019.



(source: VHK scenario analysis 2019)

6 Conclusiones

En el periodo 2030 (2021-2030) un porcentaje elevado de las rehabilitaciones en viviendas consistirá en un cambio de las instalaciones actuales por otras con equipos más eficientes. Se prevé una penetración importante de las calderas de condensación y en las zonas climáticas de invierno menos severas cada vez adquirirá más importancia la bomba de calor.

En todo caso se deberán implantar las medidas más eficientes en los subsistemas de distribución y emisión.

Debe replantearse el uso de la energía solar térmica con especial incidencia de la recuperación de las instalaciones existentes hoy fuera de uso.

El nuevo marco regulatorio de autoconsumo facilitará el desarrollo de la producción de generación eléctrica de forma distribuida.

En los periodos 2040 y 2050 (2031-2050) se prevé un mix de generación eléctrica con un mayor porcentaje de energía renovable, en paralelo se habrá ido desarrollando el plan de rehabilitación, por lo que es de esperar que el número de viviendas con un buen nivel de aislamiento térmico permita la penetración más sencilla de la bomba de calor incluso en las zonas climáticas más severas.

Al mismo tiempo se habrán desarrollado nuevas tecnologías para combustibles renovable como pueden ser el biogás o el hidrogeno que podrán ser utilizados en la rehabilitación de las viviendas.

En este periodo también se espera que se desarrollen las redes que permitan la integración óptima de todos estos recursos.