

Hibridación de bombas de calor con calderas de condensación en rehabilitación de tipo terciario. Encaje de los gases renovables y opciones con los CAE.

Introducción.

En un mundo cada vez más preocupado por la eficiencia energética y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la búsqueda de soluciones de climatización más sostenibles se ha convertido en una prioridad. Para la consecución del objetivo de descarbonización de cara a 2050 (según la voluntad de la Directiva de Eficiencia Energética en los Edificios o EPBD), es imprescindible apoyarse en tecnologías de origen renovable para cubrir nuestras necesidades de confort térmico.

Es evidente que, en este escenario, las soluciones electrificadas (como pueden ser las bombas de calor de accionamiento eléctrico), han de tener un papel predominante para la consecución de estos objetivos. En cualquier caso, no parece razonable ni viable querer descarbonizar nuestras instalaciones térmicas únicamente electrificándolas (sobre todo en el marco de la rehabilitación energética). En función del tipo de instalación o uso y la zona climática considerada, puede ser necesaria la utilización de sistemas de combustión, sea de forma exclusiva o en combinación con bombas de calor.

En este marco, las soluciones híbridas con bomba de calor y caldera de condensación, tienen su lugar resultando una solución óptima en términos de instalación, ahorro energético y aseguramiento del confort. En este artículo, exploraremos esta combinación de tecnologías y su potencial para proporcionar calefacción y agua caliente sanitaria (en adelante ACS), de manera eficiente y respetuosa con el medio ambiente, así como su encaje con los gases de origen renovable.



Marco normativo de aplicación.

En los últimos años ha habido cambios normativos significativos tanto en relación con el documento que marca los estándares de eficiencia de nuestros edificios y sus instalaciones (con la modificación del CTE según RD 732/2019 y RD 450/2022), como a los requisitos de las instalaciones térmicas (con la modificación del RITE según RD 178/2021 publicado el 24 de marzo de 2021). Estos documentos, de cara a alinearse con la Directiva EPBD, tienen prevista su actualización para este 2026.

El cumplimiento de los indicadores de la sección HE0 del CTE (en cuanto a los límites de energía primaria total y total no renovable) en nueva edificación y reforma integral obliga al uso de sistemas de alta eficiencia y de origen eminentemente renovable. De forma indirecta favorece el uso de soluciones mediante bomba de calor (de tipo aerotérmico o geotérmico), dada su consideración renovable y su alta eficiencia en las demandas de confort de climatización y ACS. En cualquier caso, aunque el CTE en ningún momento prohíbe las calderas de condensación, es cierto que puede ser más sencillo cumplir los límites de consumo de energía con tecnologías fundamentadas en la bomba de calor. Sobre este punto, habrá que ver cómo evoluciona la legislación de cara a poder justificar los consumos de energía renovable mediante el uso de gases de origen verde (como el biometano, el biopropano o el hidrógeno verde).

Características generales de un sistema híbrido bomba de calor – caldera.

La hibridación de bombas de calor con calderas de condensación implica la instalación de ambos sistemas en paralelo, permitiendo que funcionen de manera conjunta y ordenada para generar calefacción y ACS.

La lógica de funcionamiento es que la bomba de calor puede cubrir la demanda de calefacción y ACS durante la mayor parte del año, aprovechando su alta eficiencia y consideración renovable (recordemos que según la Directiva 2009/28/CE, una bomba de calor de accionamiento eléctrico se considera renovable cuando tenga un COP superior a 2,5). Cuando las temperaturas exteriores son extremadamente bajas o la demanda de calor es alta, la caldera de condensación entra en funcionamiento para asegurar el suministro de calor y confort constante.

La hibridación es especialmente útil en zonas climáticas con condiciones ambientales muy variables entre invierno y verano. Las bombas de calor funcionan eficientemente con temperaturas de aire no muy bajas (ya que su potencia y rendimiento disminuyen cuanto más baja es la temperatura exterior), mientras que la caldera de condensación mantiene sus prestaciones independientemente de las condiciones exteriores (aportando también una rápida respuesta ante las variaciones de demanda térmica para calefacción y ACS dada su mayor instantaneidad en comparación con la bomba de calor).

Diseño y optimización de un sistema híbrido bomba de calor – caldera.

El diseño exitoso de un sistema híbrido de bomba de calor y caldera requiere de la correcta consideración de una serie de variables:

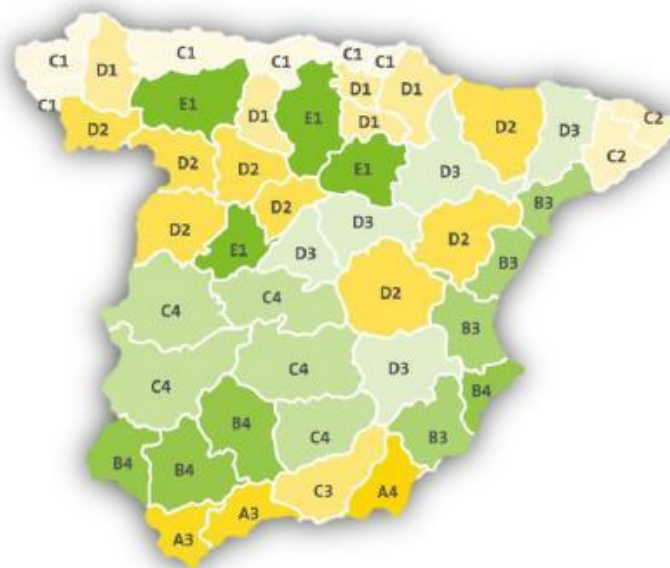
1. Cálculo de las necesidades térmicas del edificio.

Antes de plantearnos una solución de este tipo es fundamental analizar las necesidades térmicas de nuestro edificio para calefacción y ACS. Esto es especialmente recomendable en el marco de la rehabilitación (en obra nueva ya partimos de este punto), dado que es probable que se requiera de una potencia del sistema menor respecto la actualmente instalada, por las mejoras en eficiencia que hayamos hecho sobre la envolvente del edificio. El primer paso para reducir el consumo de energía es partir de una demanda lo más baja posible y correctamente calculada.

2. Diseño de la instalación y selección del punto óptimo de hibridación.

Si escogemos la opción híbrida la pregunta clave es: ¿Qué parte de potencia cubriremos con la bomba de calor y que parte con la caldera? Esta pregunta no tiene una respuesta única y universal, ya que el punto óptimo de hibridación dependerá de dos variables principales:

- Zona climática del edificio: En zonas más frías (con severidad de invierno C, D y E), puede resultar adecuado el utilizar hibridaciones con un porcentual de potencia mayor para la caldera (aproximadamente del orden del 40-50% respecto a la potencia total). En zonas más cálidas con menor demanda de calefacción, la parte de potencia suministrada por la caldera bajará para lograr alcanzar ese punto óptimo (hasta un 10-20%).



- Tipo de demanda térmica: No es lo mismo considerar un edificio de tipo terciario con altas demandas de ACS (como puede ser un hotel, un hospital o una instalación deportiva), que un edificio en que esta demanda es nula o residual (como puede ser un edificio de oficinas o un centro comercial). En el caso que la demanda de ACS sea relevante, podemos plantearnos una hibridación solo para este uso o bien plantearnos una hibridación para el total de la demanda de calor (calefacción y ACS). Si optamos solo por hibridar con caldera la demanda de ACS, tendremos también ventajas con este planteamiento, ya que además de poder reducir la potencia eléctrica instalada con bomba de calor, podremos asegurar las temperaturas de trabajo de este tipo de sistemas (60 °C en acumuladores con puntual choque térmico a 70 °C) trabajando con menor volumen de acumulación (la caldera siempre aportara una mayor instantaneidad ante consumos punta en comparación a una bomba de calor).

En base a las variables anteriores, el punto óptimo de hibridación se seleccionará para conseguir un balance entre un coste de inversión inicial y retorno de inversión lo más corto posible (puede reducirse aún más si nos apoyamos en CAE's), una eficiencia de la instalación lo más alta posible y unos costes de explotación en cuanto a costes de energía lo más reducidos posible. No hay que olvidar tampoco en la selección, que el sistema tiene que cubrir el confort de uso en cuanto a temperaturas requeridas y demandas punta independientemente de las condiciones exteriores.

3. Correcta selección de los depósitos inercia y de ACS y buena regulación y control del sistema.

La correcta selección de los depósitos de inercia y de ACS resulta un elemento clave en sistemas híbridos, especialmente en aplicaciones terciarias donde existen perfiles de demanda variables y consumos punta significativos.

La acumulación térmica permite gestionar adecuadamente los picos de demanda, mejorar el rendimiento estacional de la bomba de calor y facilitar la integración de distintas fuentes energéticas.

La estratificación es clave en el caso de los sistemas de acumulación multienergía, ya que trabajan con temperaturas de calentamiento variables en función del sistema de generación que se esté utilizando en cada momento. La correcta estratificación permitirá aprovechar adecuadamente la energía aportada por cada sistema de calentamiento, evitando mezclas de temperatura no deseadas en el interior del depósito.

Si bien la hibridación puede permitir en determinados casos una reducción del volumen de acumulación necesario, esta dependerá en gran medida del perfil de demanda y del diseño hidráulico de la instalación, siendo en muchos casos recomendable mantener una capacidad adecuada de almacenamiento para maximizar la eficiencia y la flexibilidad operativa del sistema.

En el caso de depósitos de inercia para aplicaciones híbridas (cuando queremos hibridar en el circuito primario tanto calefacción como ACS), se suelen instalar en el interior deflectores para controlar las entradas y salidas de agua de las diversas conexiones que incorporan estos tanques, para evitar los efectos de mezcla antes comentados.

Otro aspecto importante en las instalaciones híbridas es aplicar una correcta regulación y control, para gestionar el sistema de calentamiento más adecuado en cada momento en función de diversas variables (condiciones ambientales, demanda de confort requerida, priorización del sistema renovable, etc...). Esto suele implicar el tener mayor número de sondas en comparación de sistemas mono generador, además de estrategias de control más complejas que articulen el correcto arranque y paro de los generadores utilizados (en función de condiciones exteriores, costes de energía o condiciones de demanda térmica).

Adaptación de las calderas a los gases renovables.

Actualmente, el uso de calderas para calefacción y ACS no tiene consideración de energía renovable, dado que el gas utilizado es de origen fósil. Recordemos que la voluntad de la Directiva EPBD es limitar el uso de este tipo de gases a partir de 2040, fecha a partir de la cual las calderas deberán combustionar gases de origen renovable. Tenemos hasta esa fecha para ir aumentando el mix de gas renovable dentro del consumo de gas total del país.

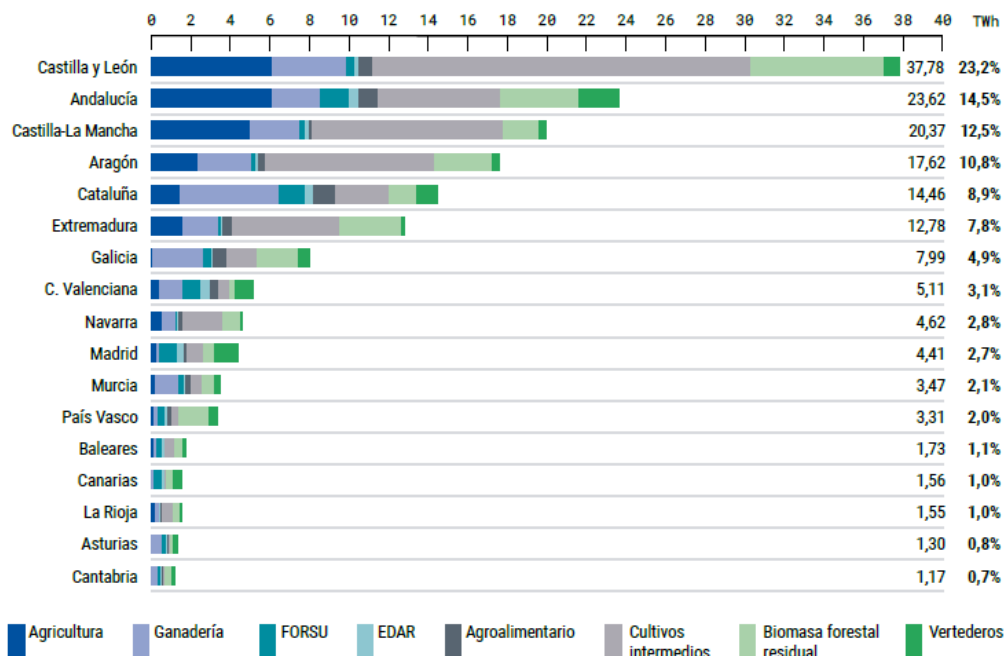
Dentro de las opciones de gases renovables, podemos pensar, por ejemplo, en el biopropano, el biometano y el hidrogeno verde. Esta última opción, dados sus altos costes de producción y presiones de suministro necesarias, entendemos que se utilizarán principalmente para aplicaciones de tipo industrial o en redes de distrito alimentadas por plantas de producción de hidrogeno que alimenten calderas diseñadas para trabajar con cien por cien de hidrogeno.

En el caso de España, dado el alto potencial de producción de biometano por los elevados recursos agropecuarios del país (según datos de SEDIGAS, se estima que el potencial de producción de biometano en España es de unos 163 TWh/año), entendemos que este gas de origen verde será un vector energético fundamental para alcanzar la neutralidad climática de nuestros edificios.

Más allá de este potencial, la realidad es que hay que intensificar el número de plantas que inyectan y mezclan este gas con el actual gas fósil de la red de canalización, de cara a ir aumentando el porcentual renovable respecto al fósil. Actualmente, solo hay 15 plantas de biometano que inyectan gas en la red, cifra insuficiente ya que solo supone del orden del 1% del gas consumido en el país. Habrá que destinar fondos europeos para acelerar el número de proyectos de plantas, así como definir a nivel reglamentario la forma de justificar los consumos energéticos de la sección HE0 cuando podamos demostrar (por garantías de origen) que el gas consumido es de origen renovable.

Potencial de producción total de biometano por CC.AA. en función del tipo de residuo

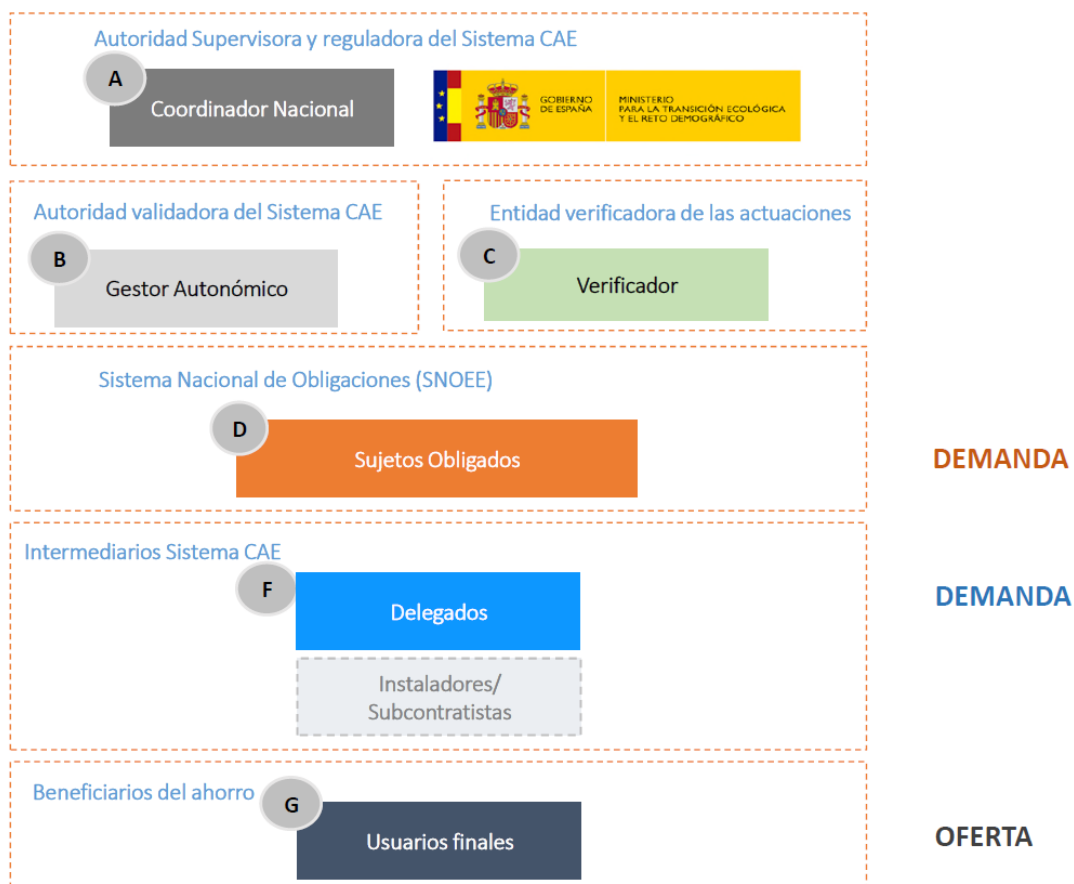
Fuente: análisis de PwC y Biovic



De cara a futuro, el uso del biometano (metano en un 95-96 %) es una solución muy adecuada para descarbonizar las instalaciones existentes, ya que se puede distribuir por las mismas redes gasistas que hoy canalizan gas natural (que también es metano en un 92-93% de su composición). Lo anterior permite que cualquier caldera actual (tenga los años que tenga) pueda trabajar con biometano sin hacer ninguna modificación sobre la misma (cosa que no ocurre, por ejemplo, con el hidrogeno verde con concentraciones superiores al 20% de mezcla en gas).

Opciones de los CAE en las soluciones híbridas en la rehabilitación.

Dentro del marco de la rehabilitación energética, hoy en día hay un recurso muy útil para facilitar estas actuaciones reduciendo los plazos de retorno de las inversiones, que es la monetización de los ahorros obtenidos mediante el uso de los Certificados de Ahorro Energético (CAE). Los CAE (1 kWh/año de ahorro certificado conseguido) no deja de ser un mercado en que los sujetos obligados (empresas energéticas) o los sujetos delegados (que actúan como intermediarios), compran y pagan a los propietarios de los ahorros una cantidad que según mercado actual oscila entre los 115 y 140 €/MWh de energía ahorrada por la mayor eficiencia de los equipos planteados.



Para justificar y calcular de forma sencilla estos ahorros (más allá del cálculo singular que también está permitido), el modelo ha definido unas fichas estandarizadas (116 en la actualidad, clasificadas según sectores de actividad), que pretenden facilitar el cálculo y trámite administrativo y de verificación del ahorro.



En el caso de edificios terciarios, tenemos actualmente 38 fichas disponibles que abarcan diversas opciones de rehabilitación de los edificios y sus instalaciones. Más allá de la ficha TER100 (que plantea la sustitución de una caldera por bomba de calor en un edificio terciario), existen fichas posibles para los planteamientos híbridos combinando calderas con bombas de calor. Estas fichas para soluciones híbridas (considerando sistemas con funcionamiento en paralelo), están definidas para cada

zona climática con la designación TER170 (zonas A3 o A4), TER171 (B3 o B4), TER172 (C1, C2, C3 o C4), TER173 (D1, D2 o D3) y TER174 (E1). Estas fichas permiten plantear rehabilitaciones híbridas solo para calefacción, solo para ACS o para ambas demandas de confort.

En cualquier caso, se considera relevante que las actuaciones de rehabilitación energética y los mecanismos de ayuda asociados prioricen la reducción efectiva del consumo energético y de emisiones, más allá de la tecnología instalada, favoreciendo soluciones técnicamente viables y adaptadas a las características reales de cada edificio.

Conclusiones.

Estamos en un momento en donde todas las acciones y propuestas que hagamos en nuestros edificios y en sus instalaciones, tienen que ir enfocadas a la consecución de los objetivos de descarbonización que nos hemos marcado de cara a 2050. En este camino, las soluciones de tipo eléctrico (pensamos en bombas de calor) han de tener un papel predominante (sobre todo en la nueva edificación tanto de tipo residencial como de tipo colectivo para el sector servicios). De hecho, tanto las diversas Directivas Europeas (Eficiencia Energética, ErP, etc....) como Reglamentos locales (CTE, por ejemplo) favorecen de forma más o menos indirecta los planteamientos con soluciones de tipo eléctrico en las instalaciones térmicas.

No obstante, también deberíamos tener claro que resulta inviable en la actualidad el resolver todas las instalaciones térmicas solo con bombas de calor (sobre todo en el ámbito de la reposición y renovación energética de edificios existentes). Según la zona climática donde estemos, el tipo de edificio considerado o las necesidades térmicas del mismo, sustituir una caldera obsoleta por una caldera de condensación puede ser la opción más lógica (aportando ahorros energéticos del orden del 25-30% por la mayor eficiencia de los equipos considerados).

Entendemos que la combinación de bombas de calor apoyadas con calderas de condensación es una solución interesante (sobre todo para soluciones de tipo centralizado), que puede combinar las ventajas de ambos sistemas de generación. Siempre que haya gas en el edificio, plantear una carga base con BC y un sistema de combustión como apoyo, permite obtener una solución óptima en términos de eficiencia energética y contribución renovable, manteniendo la producción térmica independientemente de las condiciones exteriores. Además, permite reducir la potencia eléctrica necesaria en la instalación (en ocasiones puede ser un punto limitante del edificio), así como optimizar el volumen de acumulación en las instalaciones de ACS en función del perfil de demanda y del diseño del sistema, garantizando al mismo tiempo la capacidad de respuesta ante consumos punta en comparación con soluciones solo BC.

Por otro lado, queda la incógnita de ver cómo pueden evolucionar y tener cabida soluciones de combustión apoyadas en biocombustibles como el biometano o el hidrogeno verde (combustibles que, en cualquier caso, deberán buscar su encaje

normativo en el futuro en cuanto a su posible consideración renovable y de huella de carbono cero).

Descarbonizar, al menos de momento, entendemos que no es solo electrificar.

Autor: Gaspar Martín
Miembro de la Comisión Técnica de FEGECA

SOBRE FEGECA

Fundada en 1982, FEGECA es la Asociación de Fabricantes de Generadores y Emisores de Calor. Su principal objetivo es la representación y defensa de los intereses de sus miembros a nivel nacional. Entre su ámbito de actuación se encuentran las calderas, calentadores de agua caliente sanitaria, emisores de calor por agua caliente, captadores solares, controladores, bombas de calor, termo eléctrico, depósitos de a.c.s. y accesorios afines.

LinkedIn: www.linkedin.com/in/fegeca

Twitter: @fegeca_asoc

Persona de contacto:

Estrella Gómez Ramos

Responsable Comunicación

677 21 07 16

egomez@fegeca.com