

## Sistemas híbridos de calefacción y producción de ACS

Madrid, 21 de junio de 2022

Una instalación de calefacción híbrida combina diferentes fuentes de energía en un único sistema. Un sistema puede estar formado por dos o más generadores de calor distintos. Sin embargo, sólo unas pocas combinaciones suelen tener sentido desde el punto de vista económico y de eficiencia energética. Una instalación híbrida se caracteriza por su flexibilidad y la posibilidad de ampliar el sistema en cualquier momento posterior.

### Sistemas bivalentes:

Estos sistemas que cuentan con al menos dos generadores de calor se llaman también sistemas bivalentes y aprovechan las ventajas de cada fuente: la fiabilidad, seguridad y rapidez de una caldera frente a la reducción de costes y emisiones de las energías renovables. Para ahorrar costes de calefacción a largo plazo y contribuir al máximo a la protección del medioambiente, tiene especial sentido la integración en el sistema de, al menos, una fuente de calor procedente de energías renovables.



Imagen 1: Sistema híbrido de calefacción

### Hibridación con energía solar térmica:

Gracias a las condiciones climáticas de nuestro país, una instalación solar adecuadamente dimensionada en combinación con una bomba de calor permite un aporte renovable muy elevado, que puede llegar a ser cercano al 100% en los meses estivales cuando la radiación solar es más alta. Esta opción es la más extendida actualmente, sobre todo en obra nueva, pero no es la única posibilidad.

La combinación más común es la de caldera de gasóleo o gas con una instalación de energía solar térmica. Estos sistemas se implantaron poco a poco, después de la crisis del petróleo en la década de los 70. Desde entonces, el uso de la solar térmica combinada con una caldera se ha establecido como un estándar y a partir de la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación (CTE) en el año 2006 se convirtió en un sistema obligatorio en obra nueva en España. Esta obligatoriedad y el boom de la edificación en esta época llevaron a esta tecnología a un crecimiento inesperado de unos 465.000 m<sup>2</sup> de colectores en 2008.

Con la aprobación del RD 732/2019 se realizaron importantes modificaciones en el Código Técnico de Edificación, especialmente en su sección HE4 sobre contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de ACS. Se deja de mencionar específicamente la energía solar térmica facilitando la aplicación de otras fuentes de energías renovables. Esto da lugar a una amplia variedad de aplicaciones de los sistemas híbridos en la construcción de viviendas. Además de la bomba de calor, también es posible el uso de biomasa o cogeneración renovable.

### **Hibridación con energía solar fotovoltaica:**

La solar fotovoltaica es un actor más que ha llegado recientemente a los sistemas híbridos para apoyar, por ejemplo, a la bomba de calor e incrementar su aporte renovable. Esto también requiere más capacidad en temas de regulación y control. Es buena idea aumentar la temperatura de consigna del acumulador de ACS o del depósito de inercia para aprovechar el exceso de producción de la energía fotovoltaica en las horas centrales del día y acumularla en forma de energía térmica. Esta elevación de la temperatura del depósito puede hacerse mediante bomba de calor o incluso encendiendo una resistencia eléctrica, pero únicamente utilizando energía solar excedentaria. Para esto también la regulación tiene que ser capaz de recibir instrucciones del inversor de la instalación fotovoltaica. Sin embargo, un cliente que haya instalado un acumulador demasiado pequeño por ahorrar costes de inversión no podrá sacar tanto provecho de estas funciones inteligentes.

### **Hibridación con biomasa:**

Las calderas de biomasa pueden ser otro elemento viable para completar un sistema. Igual que pasa con las bombas de calor, hay que contar en la instalación con un depósito de inercia de gran volumen. Una vez que se ha encendido la caldera, no se puede apagar y tiene que ceder todo el calor al tanque de acumulación de calor. Las temperaturas de funcionamiento suelen ser más altas que en calderas de condensación y se puede aprovechar para calentar ACS o en circuitos de calefacción para radiadores. El combustible en forma de troncos, pellets o astillas está disponible en toda la geografía española y suele ser el más económico. No obstante, el mantenimiento es más exigente por la recogida de cenizas.

### **El sistema híbrido requiere dos componentes imprescindibles: la acumulación y la regulación**

#### La acumulación:

La parte central, el corazón de una instalación híbrida, es la acumulación, donde se almacena la energía en forma de agua caliente en un depósito bien aislado. Aquí se juntan todas las entradas de los diferentes generadores y las salidas a los consumidores como la producción de ACS o los radiadores de calefacción.

Desde la invención de la estufa de baño a finales del siglo XIX, la higiene y la eficiencia energética en los sistemas de calentamiento de ACS han seguido aumentando. Con la llegada de las instalaciones de calefacción central, los sistemas de producción de ACS se siguieron desarrollando. Al principio, se instalaba un depósito de agua caliente directamente en la caldera, que se calentaba mediante una envolvente exterior con el agua de calefacción. Con la introducción de la tecnología de calefacción a baja temperatura, este concepto fue sustituido mediante calentadores de agua de consumo independientes. Debido al aumento del uso de las energías renovables, los requisitos de los sistemas de calefacción y de calentamiento del agua sanitaria son cada vez mayores.

Hoy en día se ofrecen todo tipos de acumuladores avanzados para prácticamente todas las aplicaciones y capacidades. En general, se distingue entre tanques de almacenamiento para:

- Calentamiento de ACS.
- Depósitos de inercia para calefacción.
- Acumulador combinado de calefacción y de ACS.

El sistema híbrido más utilizado, sin duda alguna, es el calentamiento de agua sanitaria mediante colectores solares que transfieren el calor a un interacumulador que abastece la vivienda con ACS. El momento de consumo del agua caliente no suele coincidir con el momento en que la instalación solar la produce, por este motivo la acumulación es indispensable. Y en esto se basa la gran ventaja de los acumuladores modernos: que son capaces de mantener el calor recogido por un sistema durante el día y suministrarlo a la hora deseada por la tarde, llegando a evitar incluso el arranque del generador de calor auxiliar durante el verano.

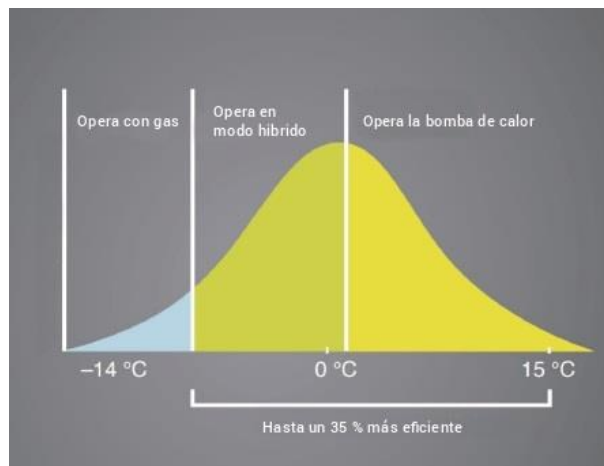
El error más frecuente que se comete en las instalaciones, desde el punto de vista energético, es seleccionar un depósito de inercia o acumulador demasiado pequeño o incluso prescindir de él. Debido al escaso espacio que se deja en obra nueva para una sala técnica o por cuestiones de presupuesto, se reduce su tamaño para ahorrar costes de inversión. Pero este ahorro es mínimo comparado con lo que se puede alcanzar a lo largo del ciclo de vida de la instalación.

El cerebro de la instalación siempre es la regulación, pero más aún, si se trata de un sistema híbrido. El control tiene como primera tarea la toma de datos de los diferentes elementos que componen la instalación, y además debe conocer la temperatura exterior y la temperatura ambiente de los diferentes espacios a calentar o enfriar. En función de los datos obtenidos y, de la demanda, debe activar los generadores, las bombas de circulación, válvulas desviadoras y de mezcla. En un sistema híbrido el control tiene que tomar en cuenta muchos más factores que en una instalación convencional sencilla, porque no se trata sólo de que el sistema funcione, sino que debe hacerlo de manera óptima.

Las primeras instalaciones eran bastante más simples que en la actualidad. Con unos cuantos termostatos y relés era suficiente para controlar el funcionamiento de la caldera y las bombas. Hoy en día los sistemas son más versátiles, beneficiándose de la evolución de las regulaciones con microprocesadores, que ofrecen un sinfín de funciones avanzadas.



*Imagen 2: una bomba de calor híbrida combina varias fuentes de energía utilizando una unidad de control inteligente*



*Imagen 3: el sistema híbrido de bomba de calor selecciona automáticamente el modo de operación más eficiente*

### La regulación:

El sistema de control debe dar preferencia a las energías renovables siempre que estén disponibles. Las modernas regulaciones, incluso, pueden integrar el pronóstico del tiempo y reducir con antelación el aporte de calor por parte de la caldera, en previsión de poder aprovechar aún más el componente renovable. La combinación de dos o más generadores de calor no solamente se realiza a través de su unión hidráulica y el depósito de inercia, sino también mediante la comunicación electrónica. Esto convierte finalmente el conjunto en un único sistema, gobernado por la misma unidad de mando.

Las unidades de mando de bombas de calor suelen ser más complejas que las regulaciones para calderas. La regulación de una bomba de calor controla la demanda en todo momento. Por ejemplo, cuando la temperatura es extremadamente baja resulta más difícil obtener calor del ambiente y es más económico arrancar la caldera. La bomba de calor manda una señal al segundo generador de calor, o simplemente cierra un contacto para que se ponga en marcha y aporte el calor necesario en este momento.

También es importante regular de manera eficiente el control de varias bombas de calor en secuencia. Existen regulaciones que son capaces de hacer trabajar varias bombas de calor siempre en su punto óptimo de eficiencia con el COP en su máximo valor posible.

Otro aspecto no menos importante es el control y regulación modulante de la temperatura de las diferentes zonas de una vivienda, para mejorar el bienestar y la eficiencia de la instalación. Como los diferentes generadores inyectan el agua caliente a diferentes temperaturas al depósito de inercia, su consumo también debe ser controlado y llevado, a un nivel adecuado hacia radiadores o suelo radiante. Esto requiere válvulas de mezcla en la parte del circuito secundario para llegar a la temperatura adecuada de cada circuito y no dañar el suelo radiante por una temperatura de impulsión excesiva.

### **Aislamiento:**

Las casas tienen que estar cada vez más aisladas para poder cumplir con las exigencias del CTE H0 que limita el consumo de energía. Se aumentan los aislamientos y se reducen las filtraciones de aire. Pero esta medida pasiva requiere una renovación del aire interior y un posible control de CO<sub>2</sub> o humedad en la vivienda. La ventilación con recuperación de calor representa un componente más en un sistema híbrido de calefacción o climatización, aunque no es exactamente una fuente de energía. Al contrario, evita el consumo de energía, porque se tiene que aportar menos calor o frío a la vivienda. No se tiene que abrir la ventana para la renovación del aire. El control de la calidad del aire es el eslabón restante para conseguir un confort completo. Un sistema integral que transfiere calor y frío al ambiente de la vivienda también debe ser capaz de controlar la humedad con el caudal de ventilación y con la elevación de la temperatura por parte de un generador de calor.

### **Ciclo de absorción:**

Entre las combinaciones de equipos que pueden trabajar hibridados para climatizar edificios y producir a.c.s. están tomando mayor protagonismo los ciclos de absorción que aprovechan el calor residual de un sistema de cogeneración, una pila de combustible, un sistema solar térmico o incluso una caldera compatible en el futuro para trabajar con gases para la combustión renovables.

No es una tecnología nueva, pues se iniciaron los trabajos en los primeros equipos funcionales nada menos que en 1860 por parte de Ferdinand Carré. Durante la segunda mitad del siglo XX los ciclos de refrigeración por compresión mecánica tomaron la iniciativa a la hora de aplicarlos a climatización. Utilizaban refrigerantes fluorados que, al constatarse el efecto dañino que provocaron por la eliminación de la capa de ozono, dieron paso a otros refrigerantes ya a finales de siglo, que no atacaban a la capa de ozono, pero sí producían efecto invernadero. Hoy en día se habla de refrigerantes que tienen equivalencias en emisiones de CO<sub>2</sub> más bajas que los del siglo pasado, pero hasta el actual R32 tiene todavía potenciales GWP de 750 veces superior al CO<sub>2</sub> en 20 años.

Esto hace pensar en un cambio de rumbo y volver a mirar al ciclo de absorción que utiliza como absorbente, por ejemplo, el Bromuro de Litio para aplicaciones de climatización, o amoniaco para refrigeración a temperaturas por debajo de 0°C.

En un ciclo de absorción el refrigerante es agua, con un GWP equivalente de 0. El absorbente el Bromuro de Litio de muy bajo GWP y a presiones de trabajo en el interior de la máquina mucho más bajas que las presiones de trabajo de los refrigerantes en una máquina de compresión, por lo que el riesgo o potencial de fuga es muy inferior.

Estos ciclos de absorción necesitan de un aporte de calor en el generador para que se desprenda todo el refrigerante y recuperar las sales de bromuro que se llevan nuevamente al absorbedor.

La fuente de calor puede tomarla de un sistema solar térmico por ejemplo ya instalado para producción de a.c.s., con esto, hibridando estos equipos obtenemos servicio de frío y a.c.s. en verano. Hibridando con un sistema de cogeneración o pila de combustible que genera calor residual también en verano, que producen a.c.s. y a su vez aportan el calor necesario para el generador del ciclo de absorción, podremos contar con producción de frío en el edificio, con menos potencial de calentamiento por no utilizar refrigerantes.

### **Conclusiones:**

Los sistemas híbridos pueden ser una llave para llegar a la descarbonización de nuestros sistemas de calefacción existentes. Tenemos mucho parque de calderas que se puede completar con un sistema solar o una bomba de calor. De esta manera se puede evitar el arranque de estos generadores durante más de 6 meses. Esto no ahorra solamente combustible, también evita emisiones de CO<sub>2</sub> y reduce el impacto por los gases de efecto invernadero considerablemente. Igual que en un coche, las emisiones de una caldera durante la fase de arranque pueden ser más elevadas. Una caldera que se enciende en verano únicamente para calentar agua estará funcionando en ciclos cortos, pero sus emisiones se repiten en cada arranque.

Si un usuario ha decidido realizar un cambio, no tiene que cambiar todo el sistema de emisores, como hace unos años, para aprovecharse de la eficiencia de una bomba de calor. Hoy en día ya existen muchos modelos en el mercado que pueden sustituir una caldera con impulsión superior a 60°C en calefacción. Y el usuario que, a pesar de todo, quiere mantener la fiabilidad, puede mantener su sistema actual y añadir la bomba de calor creando un sistema híbrido.

Los sistemas híbridos de calefacción modernos no solamente son capaces de utilizar varias fuentes de energía para calefacción y producción de agua caliente, además, abren la posibilidad de aprovechar el calor para otros usos, por ejemplo, el calentamiento de una piscina. También pueden prestar diferentes servicios como refrigeración o ventilación. La inversión para una instalación híbrida es notablemente más alta que comprar un solo generador. Pero la combinación y planificación correcta para cada aplicación limita el número de componentes y un sistema híbrido es flexible y se puede ampliar en cualquier momento. Una caldera de condensación se puede completar fácilmente con un sistema solar térmico unos años más tarde, siempre y cuando se haya previsto instalar un depósito de inercia o un depósito combinado desde el principio. Lo mismo se puede hacer en caso de una bomba de calor; con el tiempo se puede añadir un sistema solar térmico o solar fotovoltaico. El ahorro de energía y el coste de funcionamiento durante la vida útil del sistema justifican este tipo de inversiones.

Hay que destacar que ya existen en el mercado productos creados como híbridos, orientados a la reposición total o parcial de un generador o sistema de calefacción/agua caliente sanitaria existente por un sistema preconcebido y fabricado como híbrido, por ejemplo, una caldera de condensación en combinación con una bomba de calor (aerotermia), al igual que existen equipos que pueden hibridarse con el generador existente funcionando como complemento en la producción de calefacción o a.c.s.

Evidentemente, toda inversión se tiene que rentabilizar. Tanto fabricantes como instaladores realizan estudios de viabilidad y simulaciones de funcionamiento y consumos de los nuevos sistemas calculando los ahorros previstos respecto a la instalación existente. Con toda esta información se puede calcular la amortización del sistema y trasladar esta información al cliente final.



AUTOR: 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: [FEGECA](#)

Twitter: [@fegeca\\_asoc](#)

*Para conocer todas las tecnologías y sistemas de calefacción y producción de agua caliente sanitaria más eficientes, puede consultar el documento editado por FEGECA: **Sistemas eficientes y renovables en edificación** disponible en [www.fegeca.com](http://www.fegeca.com) que contiene información detallada y ejemplos de casos prácticos.*



91 076 70 56

**Comunicación:**

[fegeca@fegeca.com](mailto:fegeca@fegeca.com)