

## El Binomio Solar-Gas Natural

# Factor de eficiencia energética en los edificios

**José M. Domínguez Cerdeira**

Asistencia y Promoción Técnica Nueva Construcción GN Comercial SDG, S.L.

*Cada día más, las energías renovables están presentes en nuestras vidas. Si circulamos por nuestras carreteras podemos ver ya un gran número de parques eólicos, huertos solares fotovoltaicos y centrales hidroeléctricas que generan energía eléctrica sin consumir energías convencionales y sin un gran impacto medioambiental. Del mismo modo, en la cubierta de nuestros edificios se instalan campos de paneles solares térmicos que permiten cubrir parte de las necesidades térmicas de los mismos, aprovechando la energía del sol. Precisamente sobre estos últimos sistemas solares térmicos se planteará en este artículo sus configuraciones tipo para cubrir la demanda de ACS en edificios plurifamiliares, su interconexión con equipos de apoyo convencionales y el interés global que supone el uso del gas natural como combustible en esos equipos convencionales.*

### EL GAS NATURAL Y LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Las nuevas edificaciones deben disponer de un sistema de producción de ACS constituido por un sistema de captación solar térmica, apoyado por un sistema de apoyo alimentado con energía convencional, preciso para suplir las carencias del sistema solar, por excesivo consumo de ACS o por su propia estacionalidad, aportando así un total confort al usuario, al que debemos garantizar el 100% de la prestación de la demanda térmica en todo momento. Los generadores de ACS (calderas y calentadores) pasan, de este modo, a constituir una parte esencial del sistema de captación solar térmica.

Por tanto, se hace necesario considerar aquellas energías convencionales que sean más idóneas para la utilización conjunta con la energía

solar térmica en la generación de agua caliente en el sector residencial y de servicios, tanto por razones de tipo medioambiental, como de confort y de fiabilidad. La utilización de generadores de ACS alimentados con gas como combustible, constituye para el sector residencial y terciario la mejor solución energética y medioambiental comparada con el uso de otras energías convencionales. Esta afirmación se sustenta en lo siguiente:

**Comparativa medioambiental:** En la Tabla 1 se recogen los factores de emisión en el sector doméstico y de servicios de la producción de ACS. en edificios, según los distintos tipos de energía utilizados mediante tecnologías convencionales.

Observando dicha tabla, puede deducirse rápidamente que el uso del gas en generadores

Energía	Tecnología*	$\eta^{**}$ (%) del aparato	Factores de emisión (g/kWh útil final desde el recurso en su origen natural hasta su uso final)					
			CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	COV	CO	PS
Madera	Caldera	70	413	0,114	1,32	0,95	0,539	1,790
Carbón	Caldera	75	496	6,536	0,83	0,37	0,533	0,978
Gasóleo	Caldera estándar	90	345	0,870	0,46	0,57	0,136	0,037
	Caldera de condensación	>100	307	0,774	0,41	0,51	0,121	0,033
Gas natural	Caldera estándar	90	252	0,008	0,32	0,05	0,050	0,008
	Caldera de condensación	>100	227	0,007	0,28	0,04	0,045	0,007
	Calentador instantáneo	86	263	0,008	0,33	0,05	0,052	0,008
G L P	Caldera estándar	90	291	0,016	0,27	0,05	0,050	0,009
	Caldera de condensación	>100	259	0,015	0,24	0,04	0,045	0,008
	Calentador instantáneo	86	304	0,017	0,28	0,05	0,052	0,009
Electricidad*** (Efecto Joule)		100	410	4,374	1,15	0,05	0,099	0,154
<p><b>CO<sub>2</sub></b> → Responsable del Efecto Invernadero  <b>SO<sub>2</sub></b> → Responsable de la lluvia ácida y de las nieblas urbanas  <b>NO<sub>x</sub></b> → Responsable de la lluvia ácida y de las nieblas urbanas  <b>COV</b> → Compuestos Orgánicos Volátiles (cancerígenos)  <b>CO</b> → Altamente tóxico  <b>PS</b> → Partículas sólidas (nieblas urbanas)</p>								
<p>(*) No se hace distinción entre aparatos para instalación colectiva o individual dado que actualmente los rendimientos de ambos tipos de aparatos son muy similares.  (**) Rendimiento referido al Poder Calorífico Inferior (Hi) en el caso de combustibles fósiles y a la máxima potencia  (***) Según el Mix del Parque eléctrico nacional. Datos de 2001 y con un 9% en pérdidas por transporte y distribución</p>								
Fuente: Gas Natural SDG , CADEM (Grupo EVE) , MIMAM y NaturCorp-HidroCantábrico								

Tabla 1. Rendimientos y emisiones en la producción de ACS en edificios del sector doméstico y de servicios mediante tecnologías convencionales

de ACS es la mejor alternativa energética y medioambiental para acompañar actualmente a la energía solar térmica como productora de agua caliente en edificios. Por ejemplo, el uso del gas, en comparación con el resto de las energías convencionales, supone siempre una reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> entre un 15% y un 50%.

**Aseguramiento de la calidad del servicio:**

Los sistemas de ACS basados en el uso de EST con una energía de apoyo deben en cualquier caso asegurar la calidad de este servicio térmico, del mismo modo que si solo se dispusiera de un sistema convencional. Por ello, el sistema de apoyo se diseñará de modo que pueda suministrar la totalidad de la energía necesaria para cubrir la demanda de ACS y si fuese el caso, de calefacción, en los períodos de aporte solar mínimo insuficiente o nulo, y además deberá estar adaptado a la utilización de agua precalentada priorizando el aprovechamiento de la energía solar térmica y de este modo evitar el consumo de energía convencional si el aporte solar es suficiente.

Evidentemente, estos conceptos deben tener en cuenta que la utilización de una energía gra-

tuita como es la solar, no puede estar penalizada por la utilización de un aparato que consume energía convencional en exceso para cumplir los objetivos de confort. En este sentido, es una ventaja el uso de generadores instantáneos de agua caliente frente a aquellos sistemas que necesitan una energía de mantenimiento (pérdidas de calor del agua caliente almacenada).

La utilización de energía eléctrica como apoyo no es una solución eficiente, ya que aunque no produce emisiones en el punto final de consumo, si se analiza su ciclo de vida desde la producción de electricidad hasta su uso final, es la mayor

productora de emisiones al ambiente por unidad de energía útil obtenida.

Del resto de combustibles que pueden utilizarse directamente en el punto de demanda, el gas natural es el que, con gran diferencia, produce un menor impacto ambiental, ya que tiene la menor emisión de CO<sub>2</sub> por kWh de energía útil producida y su emisión de contaminantes locales, como los óxidos de azufre y partículas, es prácticamente nula. Por otro lado, las características de su combustión permiten el uso de equipos de gran rendimiento que, para abastecer una misma demanda, precisan un menor consumo de energía primaria

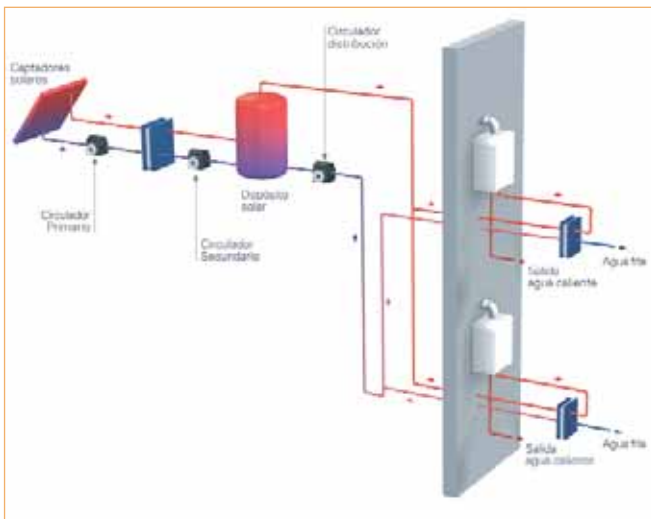
En el caso de los generadores instantáneos de agua caliente a gas, en el mercado se dispone de aparatos adaptados a su interconexión con sistemas solares térmicos, que priorizan el aprovechamiento del agua caliente solar, siempre proporcionando las ventajas tradicionales de estos equipos. El gas natural es, además, la energía más económica y dispone de soluciones técnicas para su uso de modo individual, un aspecto muy demandado por los potenciales compradores de viviendas. Estas soluciones individuales tienen la ventaja adicional de ser mucho más insensibles a los distintos gra-

dos de ocupación de los edificios, ya que la energía fósil sólo se consume cuando existe demanda en las viviendas y sólo si la energía renovable asociada, la solar, no es suficiente.

### CONFIGURACIÓN DE UNA INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA. ESQUEMAS TIPO

A continuación se presentan las principales configuraciones que se pueden diseñar para edificios plurifamiliares y su interconexión con los generadores de apoyo que consumen gas natural.

#### CONFIGURACIÓN CON ACUMULACIÓN SOLAR CENTRALIZADA Y APOYO INDIVIDUAL CON GAS NATURAL



En este esquema la acumulación de agua se realiza en unos acumuladores centralizados, en cubierta o en sótano y la transmisión de la energía solar se realiza mediante intercambiadores de placas situados en cada vivienda. Sus características principales son:

- La captación de energía solar se realiza de forma colectiva, a través de los captadores solares situados en la cubierta del edificio.
- La acumulación de la energía captada es también comunitaria y tiene lugar en uno o más acumuladores de agua caliente. El agua de un circuito cerrado (no de consumo humano) se calienta en el depósito solar mediante un intercambiador de calor, para así no tener que incorporar líquido anticongelante al volumen acumulado.
- El agua del acumulador solar se distribuye hasta cada vivienda mediante una red de distribución

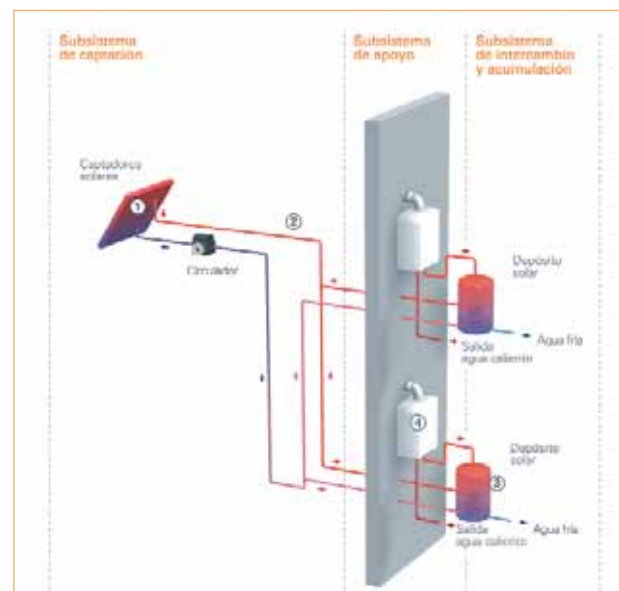
de agua en circuito cerrado, que debe estar equilibrado hidráulicamente, bien mediante un diseño de circuito de retorno invertido (Tickelmann) o bien mediante el uso de válvulas de equilibrio en cada toma de vivienda. Así se asegura que la entrega de energía a cada vivienda se hace uniforme independientemente de su posición en el circuito.

- La entrega de energía en cada vivienda se realiza mediante un intercambiador de placas en cuyo primario circula el agua del circuito cerrado desde acumuladores y por su secundario el agua de consumo, proviniendo el agua fría de entrada de la propia derivación de agua de la vivienda y la salida conectándose con un calentador o caldera mixta situada en vivienda.
- La aportación de la energía de apoyo necesaria para alcanzar la temperatura de servicio tiene lugar en el interior de cada vivienda, mediante una caldera mixta o un calentador instantáneo.

En este caso, el consumo de agua caliente y de gas natural de cada vivienda procede exclusivamente de su acometida particular y, por tanto, cada usuario responde directamente de su gasto ante las compañías suministradoras. Esta es su gran ventaja así como que el espacio ocupado por el intercambiador en vivienda es mínimo.

Con este esquema no es necesaria la instalación de contadores individuales de agua, pero, en cambio, es necesaria la instalación de intercambiadores de placas en cada vivienda.

#### CONFIGURACIÓN CON ACUMULACIÓN SOLAR INDIVIDUAL Y APOYO INDIVIDUAL CON GAS NATURAL



En este esquema la acumulación de agua se realiza en unos acumuladores instalados en cada vivienda, a través de intercambiadores de calor conectados al circuito primario de captación solar. Las características principales de este esquema se indican a continuación:

- Como en el caso anterior, la captación de energía solar se realiza de forma colectiva, a través de los captadores solares situados en la cubierta del edificio.
- El circuito primario de captación solar llega hasta cada vivienda y calienta los depósitos individuales de acumulación a través de un intercambiador de calor incorporado a los mismos.
- El agua fría de red, calentada en el interior de los acumuladores individuales, se envía a la caldera mixta o el calentador mural para recibir la energía adicional necesaria.

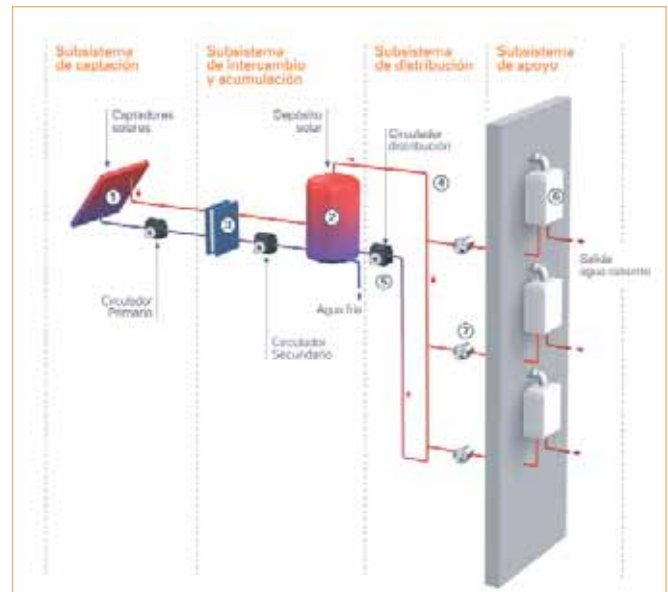
En este caso, el consumo de agua caliente de cada vivienda procede exclusivamente de su acometida particular; por tanto, cada usuario responde directamente de su gasto ante la compañía distribuidora. Obviamente, el consumo de gas natural en la caldera o calentador mural es también individual.

Con este esquema no es necesaria la instalación de contadores individuales de agua, pero, en cambio, es necesaria la instalación de un acumulador para cada vivienda.

### CONFIGURACIÓN CON PRECALENTAMIENTO SOLAR CENTRALIZADO Y APOYO INDIVIDUAL CON GAS

En este esquema, el agua utilizada caliente en las viviendas se toma de una derivación comunitaria, se precalienta en los acumuladores solares y se entrega así a cada vivienda para su calentamiento final, si es necesario, con equipos individuales. Sus características principales son:

- La captación de energía solar se realiza de forma colectiva, a través de un conjunto de captadores solares situados en una zona soleada del edificio (normalmente en la cubierta).
- La acumulación de la energía captada es también comunitaria y tiene lugar en uno o más acumuladores de agua caliente. El agua de red se calienta en el depósito solar mediante un intercambiador de calor.



• El agua procedente del acumulador solar se distribuye hasta cada vivienda mediante una red de distribución de agua precalentada. El circuito cuenta con un retorno conectado al propio acumulador solar. La temperatura de suministro del agua a las viviendas será variable en el tiempo en función de la disponibilidad de energía solar y de las puntas de consumo.

• Se dispondrá de un contador de agua a la entrada de cada vivienda.

• La aportación de la energía de apoyo necesaria para alcanzar la temperatura de servicio tiene lugar en el interior de cada vivienda, mediante una caldera mixta o un calentador instantáneo.

Con esta solución los costes de su uso se repercuten de la siguiente manera:

- El consumo de gas natural como energía de apoyo es individual y, por tanto, sus gastos son soportados directamente por cada usuario.
- El consumo de agua caliente es colectivo. Su coste debe repartirse entre los diferentes usuarios en función de su consumo real, medido con un contador de agua situado a la entrada de cada vivienda.

### CONFIGURACIÓN CON ACUMULACIÓN SOLAR Y APOYO CENTRALIZADO CON GAS NATURAL



Este tipo de instalaciones es una de las más habituales dentro del sector terciario y se caracteriza por tratar de forma colectiva todos los componentes necesarios para el calentamiento de agua, normalmente en la cubierta del edificio o, en ocasiones, repartidos entre la cubierta (captadores solares) y la planta baja o sótano (acumulación y calderas). Sus características principales son:

- La captación de energía solar se realiza de forma colectiva, a través de un conjunto de captadores solares situados en una zona soleada del edificio (normalmente en la cubierta).
- La acumulación de la energía captada es también comunitaria y tiene lugar en uno o más acumuladores de agua caliente.
- El agua procedente del acumulador solar pasa al acumulador de apoyo donde una caldera centralizada calienta el agua precalentada hasta la temperatura de utilización. La distribución hasta cada uno de los puntos de consumo se realiza en condiciones de servicio.
- El circuito cuenta con un retorno conectado al propio acumulador de apoyo.

Este tipo de instalaciones se caracteriza por colectivizar todos los gastos, ya que tanto el consumo de agua caliente del edificio como el de gas combustible para el calentamiento adicional son facturados por las compañías suministradoras a un único cliente. En el caso de que esta configuración se aplique a un bloque de viviendas, el consumo global de agua y gas se deberá repartir posteriormente entre todos los usuarios. Para permitir un reparto proporcional al servicio prestado, se deben instalar contadores individuales a la entrada de cada vivienda.

### CÁLCULO DE INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS. LAS PÉRDIDAS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN

Actualmente, el cálculo de la demanda térmica del servicio de ACS se está realizando, generalmente, considerando solo las demandas útiles de los usuarios, sin tener en cuenta la demanda adicional que representan las redes de distribución de agua, tal como exige el propio CTE.

Estas pérdidas por distribución se concentran especialmente en la red de tuberías del sistema de distribución secundaria, que distribuye la

energía solar a lo largo del edificio, ya que tanto la red de tuberías de circuito primario que conecta con los paneles solares, por su pequeño diámetro y espesores de aislante mínimo exigidos no representan una cantidad importante, del mismo modo que ocurre con los depósitos habituales en el mercado.

En el circuito secundario, ya el RITE exige una eficiencia mínima del mismo. Efectivamente, de acuerdo con el párrafo 6 de la IT 1.2.4.2.1.1.1 del RITE, las pérdidas térmicas globales en el conjunto de conducciones no superarán el 4% de la potencia máxima que transporta.

Esto lleva a la obligatoriedad de realizar la medición de la red de tuberías y de acuerdo con el tipo de aislamiento diseñado y su espesor, aplicar la expresión:

$$P_d = \frac{2 \times \pi \times L \times \lambda}{\ln(D_{ext} / D_{int})} \times (T_{int} - T_{ext})$$

Donde:

- P<sub>d</sub>**: Potencia de pérdidas en el tramo (w)
- L**: Longitud del tramo (m)
- λ**: Conductividad del aislamiento (w/m/°C)
- T<sub>int</sub>**: Temperatura del fluido vehiculado (°C)
- T<sub>ext</sub>**: Temperatura en el recinto donde discurre la tubería (°C)
- D<sub>ext</sub>**: Diámetro exterior del conjunto tubería-aislamiento (mm)
- D<sub>int</sub>**: Diámetro exterior de la tubería (mm)

Este cálculo se debe realizar para cada mes del año, ya que el cálculo de pérdidas depende de la temperatura del fluido que circula por el interior de la tubería y de la temperatura de los espacios por los que circulen estas tuberías.

La temperatura del fluido interior de las tuberías dependerá del tipo de configuración del sistema que se decida. Si el sistema es centralizado completamente (solar y apoyo), la circulación se realizará siempre a la temperatura que se defina de suministro a las viviendas, por ejemplo impulsión a 55°C y retorno a 53°C. Si el sistema solo circula agua calentada con el sistema de EST, la temperatura máxima de circulación será la máxima que se defina al sistema en diseño, para los meses en que el grado de cobertura sea del 100%, mientras que en los meses que la cobertura sea parcial, la temperatura de circulación, respecto a la temperatura máxima, será proporcional a ese grado de cobertura.

La temperatura del recinto por donde discurre la tubería, depende de su ubicación. Las situadas al exterior deben tomar la temperatura ambiente media de cada mes como dato de cálculo. Las situadas en patinillos de distribución deben tomar como temperatura de cálculo, en los meses en los que el edificio esté calefactado, la temperatura de diseño para “espacios no calefactados” incrementada por una temperatura de sobrecalentamiento, que se puede evaluar entre 4 y 6°C. En los meses de no calefacción, en los cuales se estima que la temperatura media ambiente en el exterior es superior a la temperatura de “espacios no calefactados”, se debe tomar como temperatura de diseño esa temperatura media ambiente mensual incrementada de nuevo por una temperatura de sobrecalentamiento (4 -y 6°C). De este modo se puede calcular la potencia de pérdidas, calculada mes a mes.

Pero calcular estas potencias de pérdidas no es suficiente. Se puede presuponer que si cumplimos la condición de que la potencia de pérdidas es menor del 4% de la potencia máxima de la instalación, las pérdidas de energía corresponden al 4% del total de demanda de energía útil del edificio. Y esto no es así. Efectivamente, estas redes de distribución, en particular las correspondientes a sistemas centralizados deben circular el agua en condiciones de uso, 24 horas al día (para mantener la disposición del servicio de ACS) por lo que la potencia de pérdidas debe multiplicarse por el número de horas diarias de funcionamiento y el número de días del mes para calcular las pérdidas por distribución de cada mes.

Como las pérdidas de energía por distribución son casi constantes e independientes de la energía vehiculada (cantidad de energía útil transmitida al conjunto de viviendas) y esta, en el caso del servicio de ACS, no es de un valor muy importante, lleva a que las pérdidas representen un porcentaje

importante respecto a esa energía útil. Esto lleva a resultados que, en sistemas con apoyo individual las pérdidas pueden evaluarse entre el 10 y el 15% de la energía útil y en sistemas con apoyo centralizado pueden llegar a representar hasta un 40% de pérdidas.

Especialmente a considerar son los edificios diseñados como segundas residencias, en los que el nivel de ocupación media a lo largo del año es un

porcentaje pequeño (20 a 60%) respecto a edificios de primera residencia (100%) y por tanto las pérdidas en distribución representan un porcentaje muy considerable de la demanda total del servicio de ACS. Una vez calculadas estas pérdidas por distribución, se puede calcular la demanda total de energía en ACS para el edificio calculado.

## CONCLUSIONES

Como resumen de lo indicado, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Nuestra sociedad precisa una gestión cada más inteligente de la energía, centrándose primero en obtener ahorros de consumos como parámetro de un uso eficiente de la energía, es decir, evitar un consumo evita directamente su impacto. En segundo lugar se debe potenciar el uso de energías renovables como factor de reducción del uso de energías convencionales y en tercer lugar, en el uso de las energías convencionales se debe primar el uso de las que produzcan menor impacto medioambiental. En este punto, el gas natural supone un factor estratégico para esa gestión inteligente de la energía.

- En el sector edificios, con una gran demanda térmica, los sistemas de Energía Solar Térmica representan el sistema renovable que mejor se adapta a esta necesidad, por no precisar transformación del tipo de energía.

- De las demandas de los edificios, la de ACS es la más constante a lo largo del año, por lo que aplicar los sistemas EST a esta demanda permite el aprovechamiento del mayor número de kWh producidos por unidad de superficie instalada, optimizando la rentabilidad de la instalación.

- El cálculo y diseño de las instalaciones EST no debe centrarse exclusivamente en el cálculo de elementos inconexos, sino que debe realizarse de un modo conjunto, empezando por la definición de la configuración y a partir de ello, tomar las decisiones más eficientes para cada uno de sus elementos.

- En el cálculo de la demanda total del sistema, nunca se debe olvidar el cálculo de las pérdidas energéticas de las redes de distribución, por su gran repercusión en los sistemas de ACS.

- Como energía de apoyo, el gas natural constituye un factor estratégico de eficiencia, por su bajo impacto medioambiental y gran rendimiento energético. ■

