

INTEGRACIÓN DE CALDERAS INDIVIDUALES EN LAS INSTALACIONES DE ACS CON ENERGÍA SOLAR

Juan V. Martín Zorraquino
ATECYR País Vasco
Ricardo García San José
Factor 4 Ingenieros
Consultores, S. L.
Ricardo López de Subijana
INCAFRISA
Jesús M^a Casado
CADEM

Ante la entrada en vigor de los nuevos *Código Técnico de la Edificación* (CTE) y *Reglamento de Instalaciones Térmicas de la Edificación* (RITE) es importante tratar el tema de la integración de calderas y calentadores individuales en instalaciones de producción de ACS con energía solar. Por su principio de funcionamiento, las instalaciones de energía solar para calentamiento de ACS requieren depósitos de acumulación. La integración de los mismos en edificios con instalaciones individuales de calefacción y ACS puede resolverse de diversas formas, atendiendo a criterios de suministro, condiciones climatológicas, costes económicos y prevención de riesgos de las distintas soluciones.

Configuraciones básicas de instalación de sistemas de ACS mediante energía solar

A. Instalaciones de energía solar totalmente independientes (Fig. 1).

Fig. 01: Instalación individual para producción de ACS con energía solar



Cada usuario tiene sus propios captadores solares y el correspondiente depósito de ACS solar; es la misma solución que el caso de viviendas unifamiliares; la limitación de este tipo de instalaciones es la altura del edificio ya que, para edificios de un número de plantas elevado, se alejan excesivamente los componentes de la instalación.

B. Captadores solares colectivos con acumuladores distribuidos por viviendas (Fig. 2). En este sistema el agua calentada en los paneles se distribuye por todo el edificio hasta los interacumuladores situados en cada vivienda; respecto a la solución individual presenta la ventaja de un mayor aprovechamiento de los captadores que, además, en las épocas en que haya usuarios ausentes (p.e. vacaciones), el resto sigue aprovechando las aportaciones solares, por lo que en el conjunto del edificio su número puede ser menor. Como contrapartida, obliga a compartir unas instalaciones comunitarias. La distribución más adecuada es con retorno invertido, de manera que

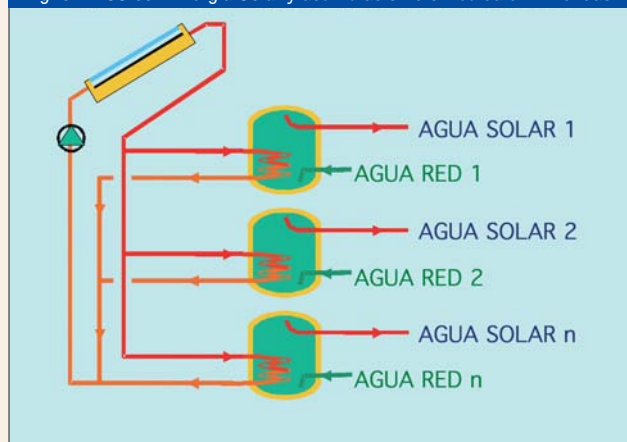
Recibido: 20-7-05

Aceptado: 29-7-05

todos los interacumuladores estén equilibrados por diseño.

C. Captadores solares colectivos con acumulación centralizada. Como en el caso anterior, el número de paneles se puede adecuar mejor a las necesidades conjuntas. Esta solución proporciona una distribución

Fig. 02: ACS con Energía Solar y acumulación distribuida en viviendas



de ACS precalentada a las viviendas para lo cual se dispondrán los correspondientes contadores individuales en las mismas. Para evitar diferencias importantes entre la temperatura que reciben unos y otros usuarios, (según su distancia hasta los depósitos), esta solución suele requerir una bomba de recirculación cuyo funcionamiento debe programarse en función de las temperatu-

Fig. 03: ACS con Energía Solar y acumulación centralizada

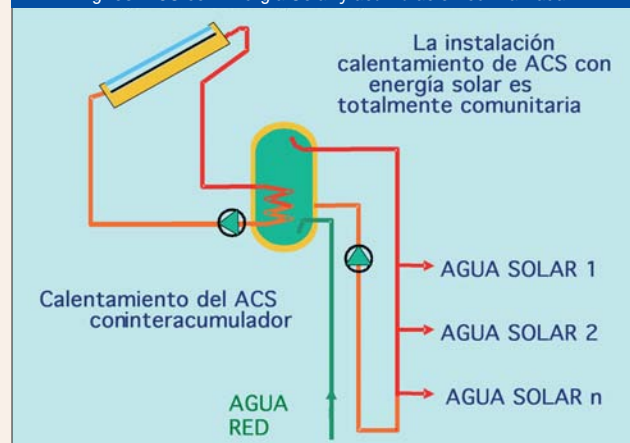
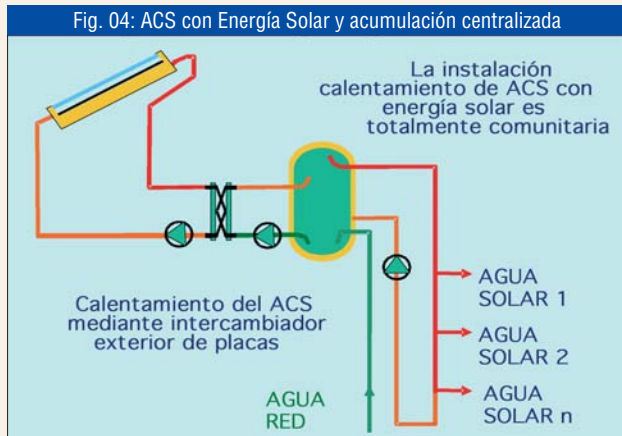


Fig. 04: ACS con Energía Solar y acumulación centralizada



ras que en cada momento haya en la acumulación. La producción centralizada puede realizarse con intercambiadores (Fig. 3) o con depósitos e intercambiadores exteriores de placas (Fig. 4) en cuyo caso se requieren bombas de primario y secundario para la producción del ACS.

D. Captadores solares colectivos con acumulación en primario centralizada e intercambiadores individuales distribuidos por viviendas (Fig. 5). Esta solución ha sido desarrollada fundamentalmente para prevención de la Legionelosis, ya que el agua calentada por el Sol no se consume, de modo que el riesgo se reduce. Por tratarse de un circuito cerrado, el depósito centralizado puede ser de acero negro, sin necesidad de recubrimientos especiales. La distribución general a viviendas es conveniente realizarla con retorno invertido para equilibrar por diseño todos los intercambiadores individuales. La producción en cada vivienda es instantánea ya que el agua se calienta según se consume, ello obliga a dimensionar adecuadamente

las instalaciones individuales se recibe el agua precalentada por los captadores solares debiéndose aumentar su temperatura hasta las condiciones de confort requeridas por cada usuario. Las instalaciones sin energía solar funcionan con la temperatura de entrada de agua de red, que puede estimarse desde mínimos de 5 o 6 °C, hasta máximos de unos 25 °C, según época del año y localización de la instalación; siendo éstas las condiciones para las que han sido diseñados los calentadores y calderas individuales. El calentamiento del ACS con energía solar depende de las condiciones climáticas y de radiación imperantes, por lo que las temperaturas de entrada del agua precalentada pueden oscilar desde las de red hasta temperaturas incluso superiores a 60 °C (Fig. 6).

Estas oscilaciones tienen, para las calderas y calentadores individuales, dos consecuencias fundamentales en regulación. Los materiales con los que se fabrican los elemen-

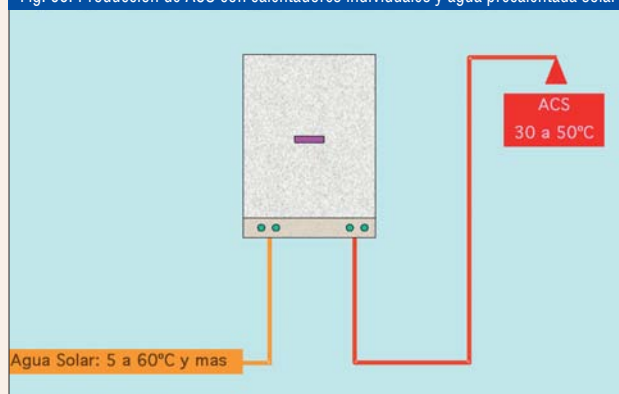
te los intercambiadores individuales, siendo éste el principal inconveniente de esta solución.

Integración de calderas o calentadores individuales

Independientemente de la solución adoptada, en

tos de entrada de agua a las calderas (válvulas, juntas, detectores de flujo, etc) deben estar preparados para soportar altas temperaturas, o deben adoptarse medidas especiales para que el agua no llegue en esas condiciones a los aparatos. Por otro lado, los sistemas de regulación de la temperatura de producción del ACS deben igualmente adaptarse a esas variaciones; si el arranque es por detección de flujo se pueden tener temperaturas de producción innecesariamente altas, por lo que es aconsejable diseñar sistemas con arranque por detección de temperatura y modulación de potencia.

Fig. 06: Producción de ACS con calentadores individuales y agua precalentada solar



Es preciso analizar los distintos tipos de regulación:

a) **Regulación de la temperatura de entrada.** Una solución sencilla consiste en dotar a la entrada de agua precalentada de una válvula mezcladora termostática tarada a una temperatura compatible con los materiales de fabricación de la caldera y, de modo fundamental, con la regulación de temperatura de la caldera (Fig. 7). De esta manera, el calentador (o caldera) no precisa requisitos especiales. Las ventajas de esta solución son su sencillez y bajo costo; como inconveniente se tiene un menor aprovechamiento de la energía solar ya que, cuando se produce la mezcla, se reduce la temperatura para, posteriormente, volver a ser calentada con la caldera. Puede ser aplicada en instalaciones donde la fracción solar prevista sea baja, ya que la mayor parte del tiempo la temperatura de calentamiento solar será inferior a la de uso. Para su in-

Fig. 05: ACS con Energía Solar y acumulación en primario centralizada

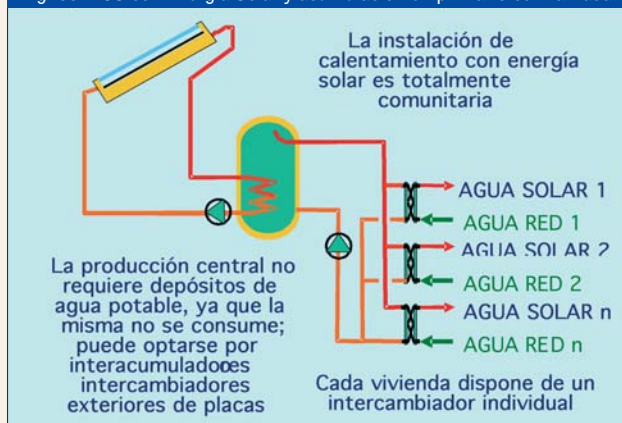
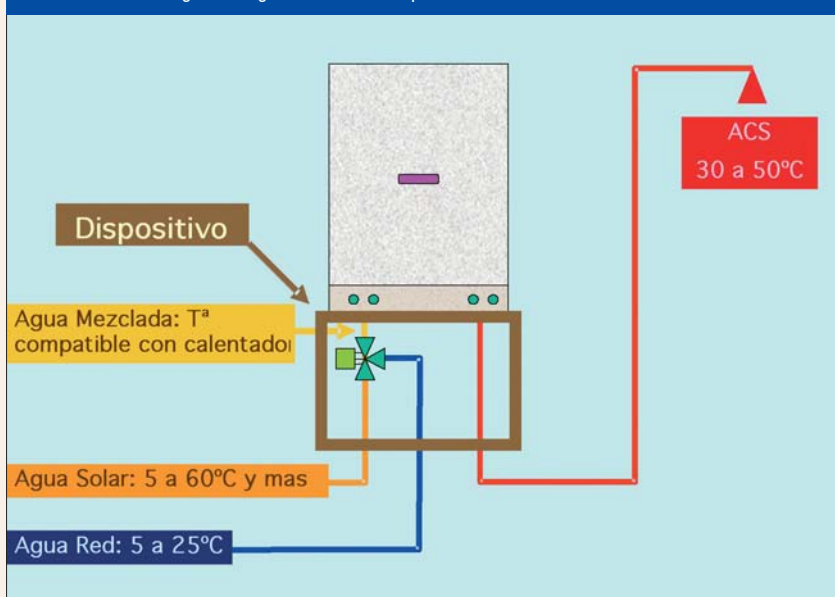


Fig. 07: Regulación de la temperatura de entrada al calentador



tegración no se requieren equipos (calderas o calentadores) especiales.

b) **Derivación del agua de entrada.** Esta solución consiste en colocar a la entrada del agua precalentada por el sol, una válvula termostática desviadora, que derive el agua directamente a consumo cuando la temperatura de entrada sea superior a la de consigna de caldera (Fig. 8); cuando la temperatura sea inferior el agua pasará por caldera hasta alcanzar la temperatura deseada. Esta solución implica que la caldera (o calentador) tenga en la entrada de agua fría materiales que soporten temperaturas más altas y además que esté diseñado con control más preciso de la temperatura, por lo que la solución conjunta es más cara que la mencionada anteriormente; si bien, cuando la fracción solar prevista sea alta, presenta ventajas sobre

la anterior, ya que aprovecha completamente el agua de calentamiento solar.

c) **Derivación del agua de entrada y mezcla en salida.** Un problema característico de las instalaciones de ACS solar es el exceso de temperatura que se puede producir en épocas de alta radiación y bajo consumo, lo cual puede generar escaldamientos; para evitarlo es conveniente complementar la instalación de la válvula desviadora de la entrada de agua precalentada, con una mezcladora antes de la distribución

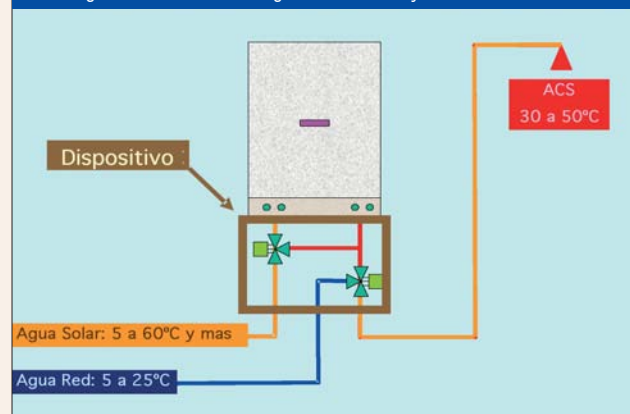
a griferías cuya misión es reducir la temperatura cuando sea excesiva (Fig. 9).

d) **Mezcla en salida.** Con calderas diseñadas para soportar altas temperaturas a la entrada y dotadas de regulación termostática modulante el dispositivo anterior puede sustituirse simplemente por la mezcladora a la salida del agua de consumo (Fig. 10).

Apoyo sobre la acumulación

El uso de calderas (o calentadores) como apoyo directo sobre el consumo tiene como límite la restricción de caudal que se impone al hacer pasar todo el agua por el aparato individual, lo que reduce en cierto modo otra de las ventajas de la energía solar que es la de disponer de gran caudal instantáneo. Ello hace más adecuado el control de las calderas

Fig. 09: Derivación del agua a la entrada y mezcla a la salida



por temperatura, de modo que, cuando el agua precalentada tenga temperaturas favorables, permitan mayores caudales; asimismo la doble regulación es óptima, ya que ta-

Fig. 08: Derivación del agua cuando la temperatura sea superior a la consigna

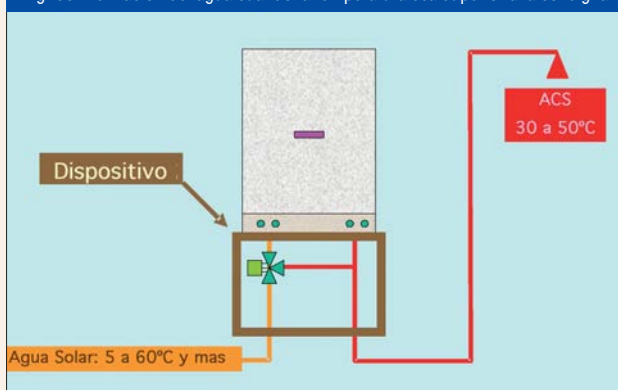
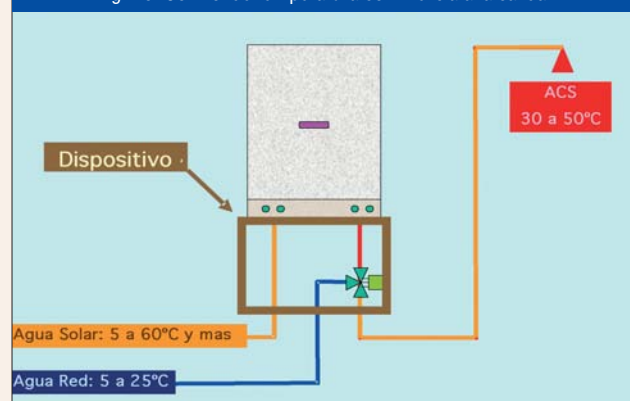


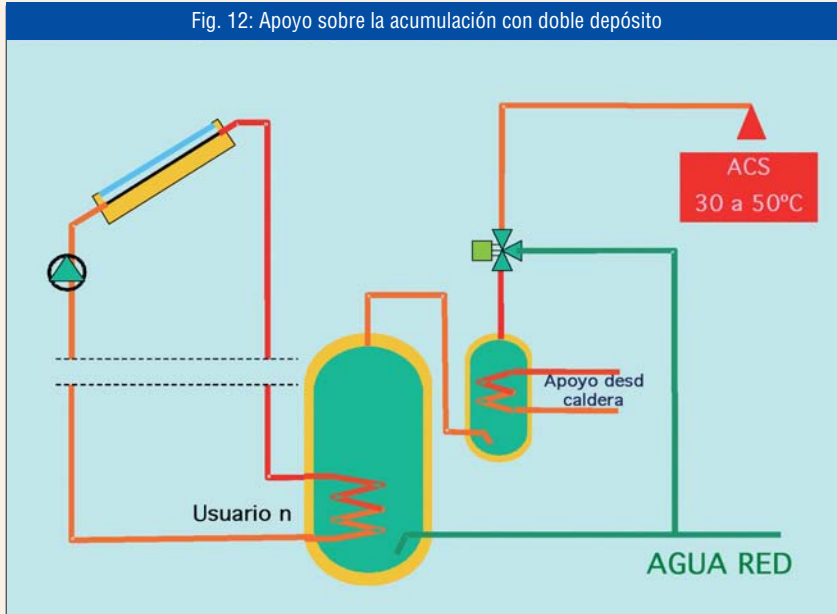
Fig. 10: Control de temperatura con Mezcla a la salida



rando el agua de caldera a 60 °C y mezclando a la salida se obtienen mayores caudales de consumo y se reduce el riesgo de Legionelosis, como se indica posteriormente.

Una forma de paliar la posible restricción del caudal es realizar los apoyos sobre depósitos de acumulación en lugar de efectuar el calentamiento en serie, que es la solución clásica en viviendas unifamiliares, donde el número de baños por vivienda suele ser mayor, con las consiguientes exigencias de caudal instantáneo. Con estos sistemas no se precisan requisitos especiales para las calderas, si bien para esta aplicación no son válidos los calentadores siendo suficiente con calderas exclusivas de calefacción. El apoyo se produciría sobre el depósito controlado por un termostato.

a) **Depósitos de doble serpentín.** Para instalaciones de calentamiento de agua con energía solar se han desarrollado los depósitos de doble serpentín que aprovechan el efecto de estratificación del agua, el serpentín inferior es calentado por el agua de paneles y el superior por la energía de apoyo. En el caso de edificios colectivos con instalaciones individuales, únicamente aplicable a las soluciones independientes (A) o a las de acumulación distribuida (B) (Fig. 11). En previsión de que las aportaciones solares sean altas, es conveniente colocar una válvula



mezcladora previa a la distribución a consumo que limite la temperatura evitando los riesgos de escaldamiento; el apoyo podría mantener de forma continua 60 °C. La solución de doble serpentín complica el control de la energía de apoyo, pudiendo ser demandada en exceso y reduciendo la aportación solar, lo más adecuado es controlar el apoyo con programador horario adaptándolo a los momentos de uso.

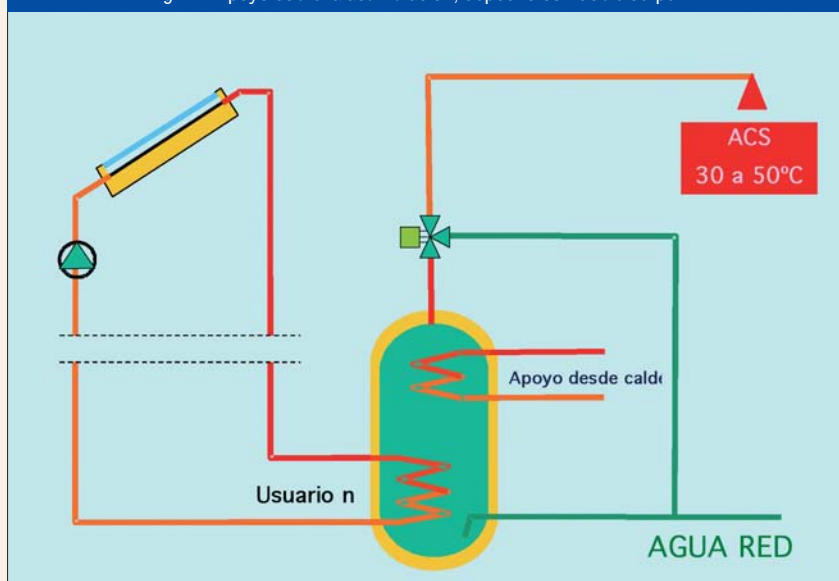
b) **Doble depósito.** Otra solución con apoyo en la acumulación consiste en la instalación de un segundo depósito, de menor volumen, en serie con el de precalentamiento solar (Fig. 12). Este sistema es válido tan-

to para las instalaciones individuales como para las de acumulación central o distribuida; en el caso de acumulación central el segundo depósito se ubicaría en cada vivienda.

El inconveniente del doble depósito (además del económico) es que en épocas de gran aportación solar se pueden dar situaciones de menor aprovechamiento de la misma, debido a que, en horas de poco consumo y gran aportación solar, la temperatura del agua en el depósito de cabeza puede ser inferior a la del de precalentamiento solar, solicitándose el apoyo innecesariamente; este aspecto se soluciona con una bomba entre ambos depósitos que mueva el agua de uno a otro cuando dicha situación se presente, esta bomba puede ser la propia de recirculación de ACS (Fig. 13). En este sentido se debe indicar que en las instalaciones de calentamiento de ACS con energía solar no se deben instalar bombas de recirculación y, si las mismas existen, limitar su funcionamiento a breves periodos de tiempo o a momentos en los que la aportación solar sea muy alta, lo que puede efectuarse simplemente con termostatos.

c) **Calderas con microacumulación.** Una solución interesante puede ser la utilización de calderas con microacumulación, siempre que la regulación se efectúe sobre la temperatura del microacumulador (Fig.

Fig. 11: Apoyo sobre la acumulación, depósito con doble serpentín

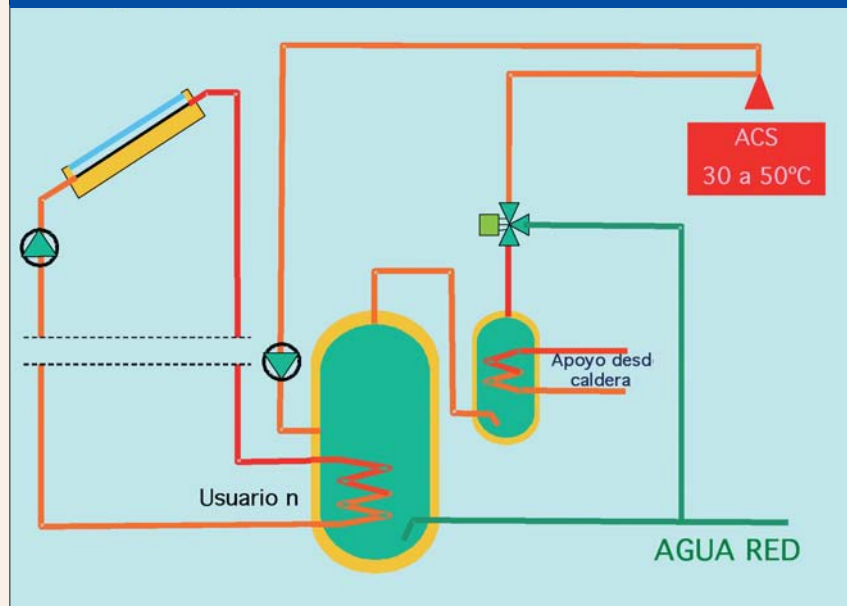


14); como complemento es conveniente colocar una válvula termostática mezcladora previa a consumo.

Prevención de la legionelosis

Recientes estudios demuestran que casos esporádicos de legionelosis se contraen en sistemas de ACS de viviendas por lo que no puede menospreciarse este tipo de fuente. La necesidad de los depósitos de acumulación asociados a los sistemas de captación de energía solar incrementan el riesgo frente a los sistemas de producción instantánea; por ello lo más adecuado es programar las regulaciones indicadas para temperaturas de 60 °C de manera que el agua de consumo previamente a su uso pase por temperaturas que reducen el riesgo de legionelosis. Para compatibilizar el aprovechamiento de la energía solar con esta prevención la solución más adecuada es la de mezcla en salida de manera que la caldera puede regularse a 60 °C y distribuir a una temperatura compatible con el uso. El apoyo sobre la acumulación también se adecúa co-

Fig. 13: Apoyo sobre la acumulación, doble depósito con recirculación



Conclusiones

La expansión de las instalaciones de energía solar para calentamiento del ACS y su integración en los edificios colectivos con calderas (o calentadores) individuales, que es una solución ampliamente utilizada, obliga a los fabricantes a diseñar equipos

crítico es el control del caudal y temperatura del agua. En un futuro próximo se tendrá una oferta que podrá ser denominada como "calderas solares".

Referencias

- *Legionella in residential water systems.* J. E. Stout & R. R. Muder. ASHRAE Journal. Mayo 2004.

- *Integración de calderas y calentadores individuales en las instalaciones de ACS con energía solar.*

J.V. Martín Zorraquino, R. García San José, R. Lopez de Subijana, J.M. Casado de Pradas.

XII Congreso Ibérico y VII Iberoamericano de Energía Solar. Vigo, 14 a 18 de septiembre de 2004.

- Reflexiones sobre los objetivos y la aplicación del Real Decreto 865/2003 de prevención de la Legionelosis.

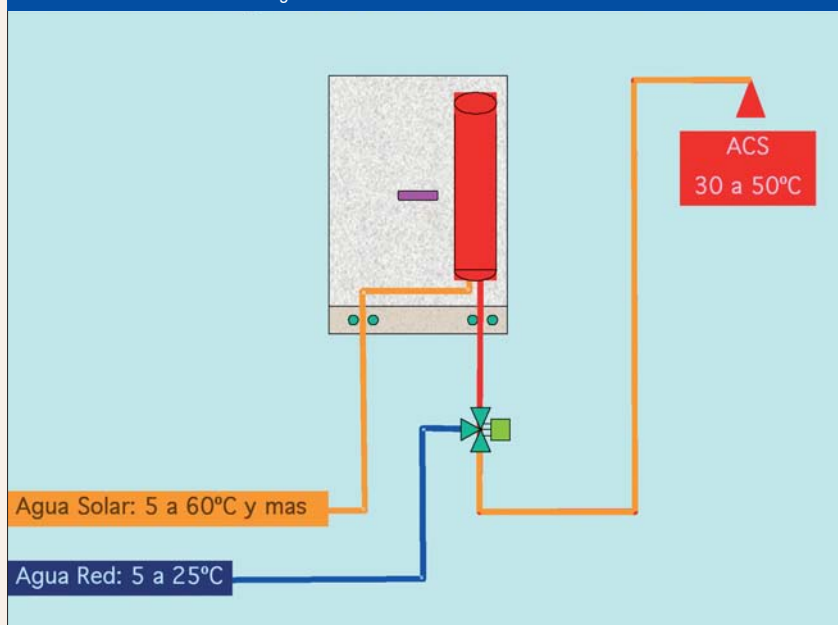
J.V. Martín Zorraquino, P.A. Gurrutxaga Arruza.

El Instalador, enero 2005

- Criterios Higiénico - Sanitarios para la prevención y control de la Legionelosis. RD 865/2003 de 27 de julio.

- Prevención de la Legionella en instalaciones de edificios (UNE 100.030/01). ■

Fig. 14: Caldera con Microacumulación



rectamente, sobre todo las soluciones con doble depósito o microacumulación, que permitirían mantener, en pequeños volúmenes, temperaturas de hasta 70 °C de modo permanente.

con características adecuadas a las variaciones de temperatura que se tienen en la entrada de agua. Existen algunas soluciones que incluso pueden ser ofertadas como dispositivos o conjuntos de montaje. Un aspecto