



Universidad
Politécnica
de Cartagena

2ª PARTE:

Instalaciones de ACS.



INSTALACIONES I

ESCUELA DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN.



Gemma Vázquez Arenas

Área de Construcciones Arquitectónicas.

Departamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación.

ESCUELA DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA.

TEMA 1: ABASTECIMIENTO DE AGUA

2ª PARTE: AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)

1. INTRODUCCION

A la hora de dotar a los aparatos sanitarios de viviendas, locales o edificios es necesario tener en cuenta en la mayoría de ellos, las instalaciones de agua caliente sanitaria, o también conocida como ACS. Estas instalaciones forman parte de la instalación de fontanería junto con la de instalación de agua fría, estando a su vez íntimamente ligadas a esta, ya que dependen de ella para su funcionamiento. El enfoque principal se va a centrar en edificios de viviendas y por tanto a la demanda necesaria en los locales húmedos de estas, o lo que es lo mismo a los aparatos sanitarios de cuartos de baño, aseos y cocinas.

En la actualidad el servicio de ACS, es una necesidad de primer orden en las instalaciones de viviendas, tanto como el propio servicio de agua fría. Según la utilización de los aparatos sanitarios se exigen diferentes temperaturas de servicio y estas temperaturas son las que se definen a continuación¹⁴:

Lavabos, baños, duchas, bidés, etc.....	de 40 a 50°C
Cocinas (fregaderos)	de 55 a 60°C
Lavadoras de ropa	de 55 a 80°C
Lavavajillas	de 50 a 70°C

Teniendo en cuenta que para su uso, después es mezclada con agua fría y su temperatura de uso es inferior lógicamente a las anteriores. La reglamentación (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificación, RITE), limita la temperatura de almacenamiento a un valor máximo de 60°C, para instalaciones centralizadas, y la temperatura de distribución a la salida de los depósitos de acumulación a 50°C, reduciendo este valor hasta 42°C para instalaciones de ducha, lavabos en colegios, cuarteles y centros deportivos en general².

El gasto de agua caliente presenta saltos y variaciones en el consumo de mucho más acusado que el agua fría, lo cual obliga en ocasiones a disponer de una

reserva acumulada que sea capaz de compensar la demanda en un determinado momento. De no ser así, la exigencia de un caudal punta elevado, obligaría a la utilización de un foco calorífico excesivamente potente para poder compensar a dicha demanda, lo cuál no cumpliría con las reducciones en los gastos energéticos.

2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE

En el siguiente cuadro, se hace un esquema básico de los sistemas de producción de agua caliente para edificios, así como los medios que se utilizan en cada uno de ellos para calentar el agua, pasando seguidamente a hacer una somera descripción de cada tipo.

Sistemas de Producción de ACS	Individual	Colectivo (por local o vivienda)	Calentador	Instantáneos o acumuladores	Gas o Eléctrico
			Caldera	ACS	
				Mixta	
	Central (por edificio)	Energía Fototérmica y Equipo de apoyo	Acumuladores	Equipo auxiliar de gas o eléctrico	
			Calderas	Intercambiadores Interacumuladores	
	Energía Fototérmica y equipos de apoyo	Interacumuladores	Equipo auxiliar de gas o eléctrico		

En términos generales, se van a describir los dos grandes grupos de la clasificación anterior:

- el sistema individual. Se resuelve principalmente a nivel de viviendas, de una forma colectiva para todos los aparatos de cada vivienda, mientras que a nivel individual por locales no es tan usual este tipo de instalación debido a la implicación en inversión que supone, solo se encuentran en situaciones extremas. Cada usuario es el propietario de su generador, pagando por lo que consume y esto dependerá de la temperatura ambiente que establece y/o la cantidad de ACS que haya usado. Además el usuario es el responsable del manejo, conservación y reparación del generador. A nivel de edificio este sistema además supone una heterogeneidad de energías

diferentes que complican las instalaciones, ya que no siempre se cumplen las reglamentaciones que cada caso exige, y requiere un exceso en el dimensionado de la instalación y del generador, ya que hay que considerar cada vivienda como una entidad independiente.

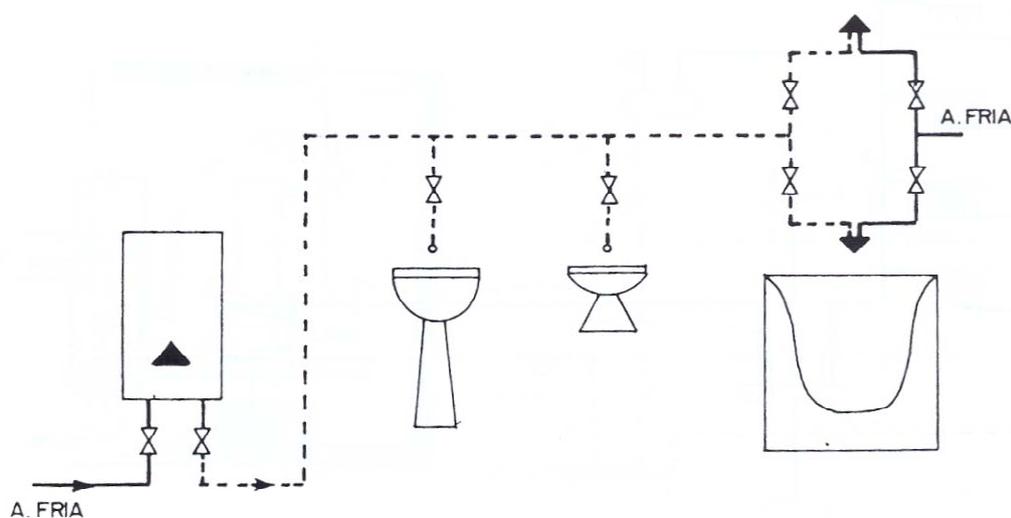
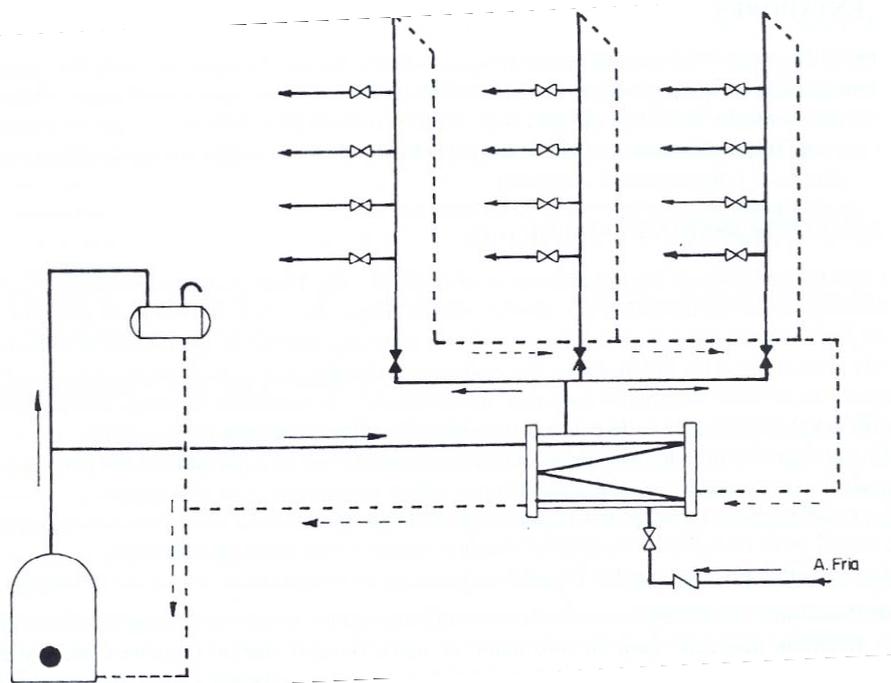


Fig. 1. Sistema Individual⁶.

- las instalaciones centralizadas. Resuelven el problema a nivel de edificio completo, teniendo una mayor disponibilidad de agua caliente, un control más riguroso y, en definitiva, un mejor y más seguro servicio, donde el único problema surgiría en el control del consumo, lo que se resuelve con dotación de contadores individuales, para cada una de las viviendas, como es preceptivo, por el Reglamento de Instalaciones Térmicas en la Edificación. Este sistema implica una homogeneización del confort, minimización del consumo, y con un coste de escasa repercusión para cada usuario. Los sistemas de distribución centralizados pueden adoptar cualquier esquema de los estudiados en agua fría, siendo los más generalizados los de distribución inferior, con el control de consumo por contadores divisionarios por vivienda, según se indica en el esquema figura siguiente siendo además la circulación forzada mediante bomba.

Fig. 2. Sistema centralizado¹⁴.

La instalación, se puede hacer con retornos o sin ellos, lo cual tiene una gran importancia en el buen funcionamiento de la instalación. Las tuberías de retornos permiten un reparto equitativo de las pérdidas de calor en las tuberías, manteniendo sensiblemente las tomas de los usuarios a la misma temperatura, y al mismo tiempo permiten la disponibilidad rápida del agua caliente en los puntos más alejados de la caldera, lo cual, si no lleva retornos hace que esté saliendo un tiempo agua fría (enfriada en las tuberías), hasta que llegue la caliente. Será de obligado cumplimiento en aquellas instalaciones en las que la distancia al punto más desfavorable sea superior a 15 m.

En resumen, de las características, de cada sistema podemos sacar algunas consecuencias:

- Las exigencias espaciales de las centralizadas son mayores y su complejidad técnica, asimismo, mucho mayor.
- La instalación centralizada requiere menos potencia total que la suma de las individuales.
- El coste de la instalación es menor en el caso de las centralizadas, si el

programa es unitario. Para un mismo nivel de confort, el coste de servicio, conservación y mantenimiento es notablemente inferior en las instalaciones centralizadas.

- El promotor tiene ventajas con los sistemas individuales, pues no debe poner en servicio una instalación central cuando sólo se han vendido y ocupado parte de las viviendas, teniendo que contribuir el propio promotor en el gasto de las viviendas no vendidas.
- El proyectista tiene notorias ventajas en cuanto a cálculo, exigencias, dimensionamiento, etc., con las instalaciones individuales, particularmente si la instalación de ACS es del tipo eléctrico al no necesitar mecanismos de ventilación y evacuación de humos. El costo unitario del agua a consumir es, sin embargo, notablemente más caro que en otras instalaciones, en este caso.
- La instalación de grupos térmicos mixtos de generación de calor simultánea para calefacción y producción de agua caliente sanitaria mediante sistemas alternativos queda prohibida para potencias superiores a los 70 kW, pero puede ser útil para pequeñas agrupaciones de viviendas de buena calidad, por ejemplo, las adosadas, especialmente en aquellas zonas geográficas en que las temperaturas sean moderadas o que por razones de diseño y construcción las demandas caloríficas para calefacción sean proporcionalmente pequeñas.
- En viviendas de dimensiones reducidas, yuxtaposición de usos, familias integradas por un corto número de miembros, construcción sencilla y con precios ajustados, las soluciones individualizadas con gas ciudad, natural e incluso energía eléctrica son preferibles a las centralizadas desde el punto de vista práctico.

NOTA:

En cuanto a la correspondencia de la instalación de ACS con la calefacción, es evidente que vendrá marcada por las normas legales del Reglamento (que exige en instalaciones centralizadas la previsión de dos calderas: una para cada servicio) y, en este aspecto, el texto es una importante ayuda para clarificar la sistemática de actuación a partir de determinadas potencias.

2.1 Instalación individual.

A) CALENTADORES.

Elementos de producción del agua caliente en las instalaciones individuales, pudiendo ser instantáneos, (cuando producen el agua caliente al mismo tiempo que se consume) o bien acumuladores (cuando calientan el agua y la acumulan hasta el momento en que se consuma) teniendo estos últimos un volumen limitado, que una vez gastado, obliga a esperar un tiempo hasta que se alcance la temperatura de consumo.

- CALENTADOR INSTANTÁNEO DE GAS.

El principio básico de funcionamiento se explicará a partir de la figura siguiente, pudiéndose alimentar el calentador con gas ciudad (G.C.), gas natural (G.N.) o gases licuados del petróleo (G.L.P.), butano o propano.

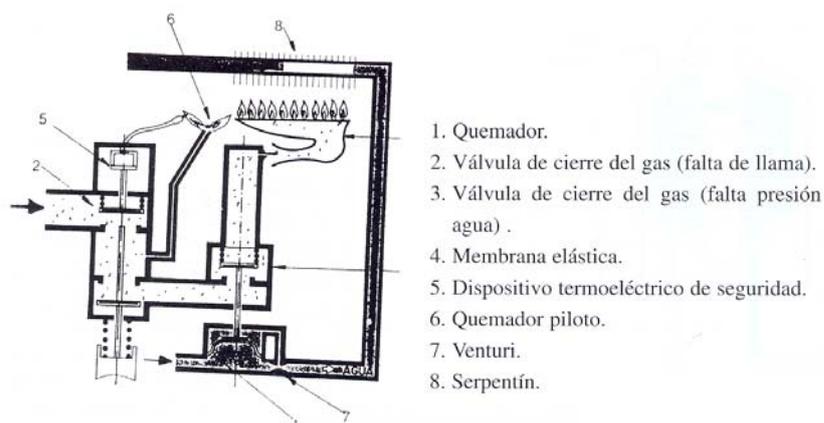


Fig.3. Calentador instantáneo de gas^{12,14}.

Al abrir el grifo de agua caliente, se provoca automáticamente la apertura de la válvula (3), que da paso al gas a los quemadores, los cuáles se encienden por la llama piloto (6), la cual previamente ha de estar encendida para que un dispositivo de seguridad termoelectrónico, mantenga abierta la válvula (2) que es la primera que debe dar el paso para que el gas circule.

El calor que desprenden los quemadores, una vez encendidos, es absorbido por el agua que circula por el serpentín, calentándose ésta de una manera continua, según va saliendo para el consumo.

La temperatura del agua es por tanto inversamente proporcional a su caudal, debiendo regular éste con el grifo de salida, para obtener mayor o menor temperatura de la misma.

Los calentadores instantáneos de gas se clasifican en tres modelos, según sus potencias¹³.

- a) Pequeños, denominados generalmente calienta-aguas, de potencia igual o inferior a 125 Kcal/min, adecuados para un solo punto de agua (lavabo, ducha, fregadero, etc.), y eventualmente para dos puntos de agua (2 lavabos, fregadero y lavabos, etc.). pero no son adecuados para baños. Pueden suministrar un caudal máximo de 5 l/min a 40 °C o bien, 2,5 l/min a 60°C.
- b) Medianos, denominados generalmente calienta-baños, de potencia útil superior a 125 Kcal/min e inferior a 400 Kcal/min. Pueden servir agua caliente a una instalación media, de un baño normal o aseo de uno a tres lavabos, un fregadero, un bidé y una lavadora, pudiendo ofrecer un caudal máximo de 10 l/min a 40°C, o bien 5 l/min, a 65°C, con una potencia de 250 Kcal/min; o un caudal máximo de 13 l/min, a 40°C, con una potencia de 325 Kcal/min. Éstas son las dos potencias más usuales, sirviendo con esta última para los aparatos sanitarios completos de una vivienda normal (un solo cuarto de baño).
- c) Grandes, denominados generalmente calentadores distribuidores de agua caliente. Con una potencia útil superior a 400 Kcal/min que sirven para distribuciones completas de viviendas con más de un cuarto de baño. Necesitan una presión mínima del agua (5 m.c.a), por bajo de la cual la válvula del gas no se abre y el calentador no funciona.

- CALENTADORES ACUMULADORES DE GAS.

Constan, según se indica en la figura de un depósito (4) que es atravesado en toda su altura por uno o varios conductos (6) por los que circulan los gases calientes procedentes de la combustión del quemador (1). El agua llega al depósito a través de un serpentín que rodea el conducto de gases calientes (6), llegando ya al depósito algo caliente, donde se mezcla con el agua calentada hasta alcanzar su temperatura.



Fig. 4. Calentador acumulador de gas^{12,14}.

Cuando esto ocurre, el termostato (2) cierra el paso del gas al quemador (1), y éste se apaga hasta que la temperatura descienda a un valor mínimo en que se volverá a abrir el gas por la acción del termostato y de nuevo se encenderá el quemador, elevando la temperatura del agua. Para esto el sistema lleva también una llama piloto (omitida en la figura), similar a la descrita anteriormente en el tipo instantáneo, con dispositivo de seguridad para que el quemador pueda encenderse cuando el

termostato abra la válvula de paso de gas.

Estos calentadores de acumulación, llevan también otra válvula de seguridad que actúa en caso de que la presión en el depósito supere un cierto límite, bien por un aumento de la presión en la red de distribución o por exceso de calentamiento, por avería del termostato, esta válvula corta el paso del gas y el quemador se apaga.

Se pueden alimentar igual que los instantáneos por gas ciudad (G.C.) gas natural (G.N.) o gases licuados del petróleo (G.L.P.), butano o propano. Estos calentadores se construyen, normalmente, desde 25 l de capacidad hasta 500 l.

Como resumen de estos dos tipos de calentadores de gas descritos hasta ahora (instantáneos y de acumulación) diremos que los primeros son ideales para puntos de consumo próximos, se dispone de agua caliente sin limitación de volumen ni de tiempo, es sencillo de instalar, económico y de capacidad calorífica más bien pequeña. Los segundos (acumulación), pueden alcanzar temperaturas superiores, son mejores para más puntos de consumo y tienen un rendimiento térmico superior a los anteriores.

Las características del local, donde vayan a ir instalados los calentadores, cumplirá las condiciones indicadas en el cuadro siguiente²:

Potencia del calentador Kcal/min	Volumen del local en m ³			
	$V \leq 8$	$8 < V \leq 12$	$12 < V \leq 16$	$V > 16$
$P \leq 150$	NO	SI CH Y Ve	SI	SI
$P \leq 325$	NO	NO	SI CH Y Ve	SI CH Y Ve
$P \geq 325$	NO	NO	NO	SI CH Y Ve

(NO) = No puede instalarse; (SÍ) = Sí puede instalarse; (CH) = Con chimenea; (Ve) = Con rejillas de ventilación.

- CALENTADORES ACUMULADORES ELÉCTRICOS.

Los calentadores acumuladores eléctricos son más lentos en calentar el agua que los de gas, y su constitución es simplemente un depósito, por lo general de chapa de acero inoxidable o con protección vitrificada, en cuyo interior lleva alojado un elemento calefactor que se compone de una resistencia eléctrica, la cual, al pasarle la corriente que se manda por la acción de un termostato, calienta la masa de agua en la cual está inmersa. Cuando alcanza la temperatura deseada, el termostato desconecta la resistencia y el termo queda dispuesto para su utilización, hasta que al ir consumiendo agua caliente, entra de nuevo agua fría, y al bajar la temperatura vuelve de nuevo el termostato a conectar la resistencia.

El conjunto lleva un aislamiento térmico para evitar las pérdidas de calor, además suelen llevar un termómetro, para vigilar la temperatura desde el exterior y una válvula de seguridad por si el termostato no cortase la corriente y alcanzase una temperatura superior a los 100°C, con lo que se formaría vapor de agua y la presión interna podría llegar a ser peligrosa.

Es muy importante el aislamiento eléctrico de la resistencia o blindaje para evitar derivaciones de corriente. Algunos modelos como el de la figura, llevan interiormente un ánodo de manganeso para protegerlos de la oxidación (como ánodo de sacrificio). Un piloto externo indica el funcionamiento del termostato, encendiéndose cuando la resistencia está conectada y apagándose cuando se desconecta.

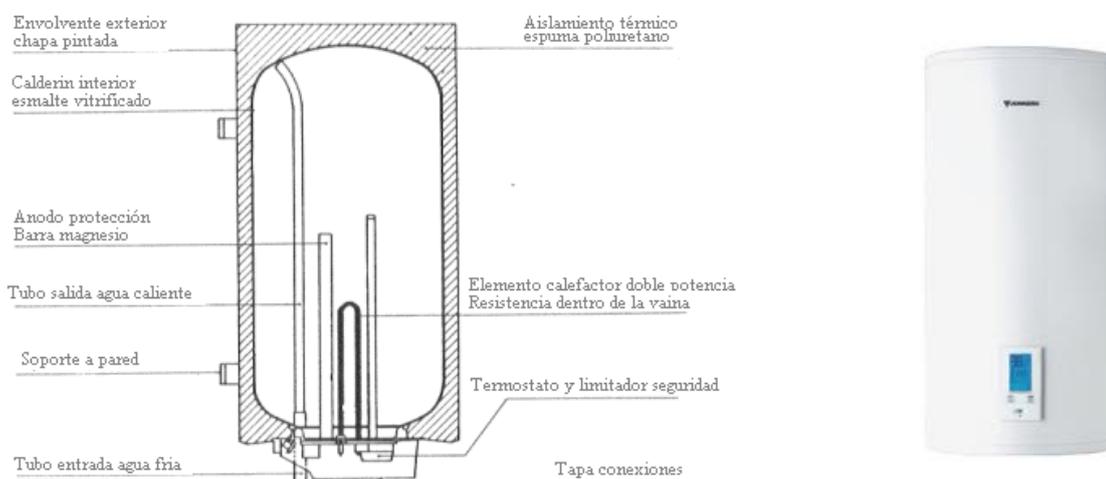


Fig. 5. Calentador acumulador eléctrico¹².

A estos acumuladores eléctricos se les conoce tradicionalmente con el nombre de “termos”. Las capacidades normales en las que se pueden encontrar estos calentadores suelen ser de 10, 15, 20, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 300, 400 Y 500 litros, respectivamente. Aunque a efectos prácticos el volumen nunca debiera ser menor de 50 litros y lo deseable, tanto en viviendas como en locales, es que fuera de 100 litros, como mínimo. En general puede decirse que el sistema es tanto, más flexible y seguro cuanto más elevado sea su volumen de acumulación.

Estos aparatos de acumulación exigen unas potencias muy elevadas, de 1.200-2.400 vatios resultando por ello antieconómicos, pero presentan la gran ventaja de no exigir conductos de evacuación de humos, (puesto que no hay combustión), ni presentar peligro de explosión, por lo que su emplazamiento y exigencias constructivas son mínimas, abarcando una gran multiplicidad de usos. Por lo que la principal ventaja en este tipo de soluciones, es que permite simplificar mucho la organización de la red de ACS.

La temperatura del agua suele llegar a los 80°C, en estos termos y el tiempo que requiere para alcanzarla, depende lógicamente de su volumen y de la potencia eléctrica del mismo.

El calentador se debe instalar con las obligadas válvulas de seguridad, retención, etc., según el esquema de la figura:

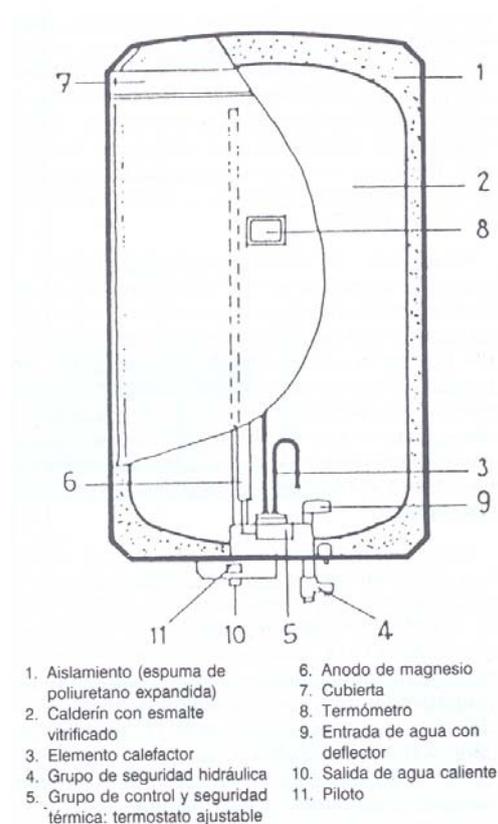
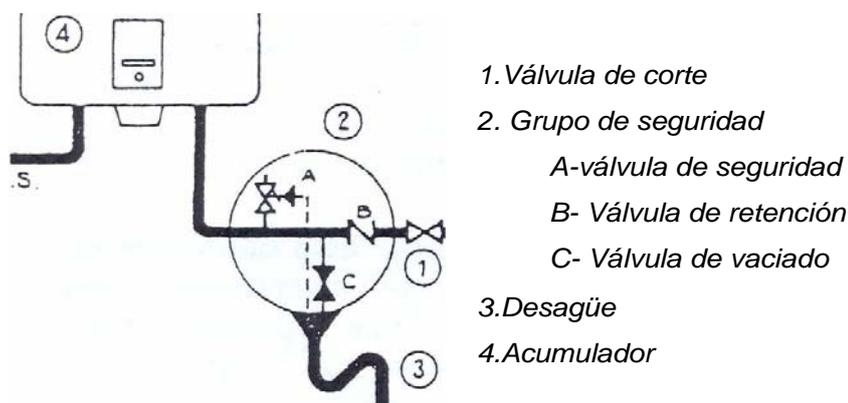


Fig. 6. Acumulador eléctrico⁴.

Fig. 7. Instalación hidráulica de un termo eléctrico⁵

1. Válvula reductora de presión cuando la presión de la red en la acometida supera los 5 bar o atmósferas, pues un aumento de presión nocturna puede causar una fuga importante en la instalación.
2. Válvula de seguridad para cuando la presión de la red sea superior a 7 bar o atmósferas que evitará sobrepresiones en el termo como las anteriormente citadas.
3. Válvula de retención o antirretorno que evitará el retorno de agua caliente o la tubería de agua fría.
4. Válvula de cierre que permite interrumpir la llegada de agua fría al termo.
5. Dispositivo de vaciado que permite vaciar el termo.

Será fundamental el conocimiento del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) para determinar la ubicación del termo eléctrico dentro de la vivienda, lo cual veremos en próximos temas. Realmente, la única posibilidad racional en cuanto a ubicación de los termos se refiere consiste en colocarlos en una posición lo más centrada posible con relación a los puntos de consumo, por lo cual su previsión en los cuartos de baño puede ser ocasionalmente más idónea que en la cocina. Sin embargo, el hecho de necesitar un desagüe junto al grifo de vaciado para una posible emergencia hace que, finalmente, sea en la cocina y sobre el fregadero o lavadero el lugar más idóneo para este aparato.

A modo de resumen es necesario indicar que la práctica menos complicada en las instalaciones de agua, es la de disponer de un sistema de producción individual y a partir de la red de agua fría, utilizar un calentador eléctrico, para la producción individual de ACS.

B) INSTALACIÓN CON CALDERA MIXTA

Otro sistema muy generalizado también, es el de la utilización de la caldera mixta, la cual sirve al mismo tiempo, para calentar el agua de la calefacción y el agua caliente del servicio sanitario. Esta solución es adecuada cuando la calefacción es durante todo el año, pues de lo contrario, en la época en la que la calefacción está apagada, la caldera resulta desproporcionada.

Por ello, la normativa (RITE), limita su uso, y prohíbe este sistema para potencias superiores a 70 KW y, además, la máxima potencia liberada para calefacción no podrá ser superior en un 10 % de las máximas pérdidas de calor calculadas para caldear. Por lo tanto, este sistema, suele ser

bastante utilizado en sistemas de calefacción individual (por viviendas), donde se dispone de una caldera mixta (generalmente de gas), la cual lleva un pequeño intercambiador de calor que da el servicio de agua caliente sanitaria, al mismo tiempo que la calefacción, debiendo tener muy presente, que cuando ambos servicios son simultáneos, tiene prioridad el agua caliente frente a la calefacción.

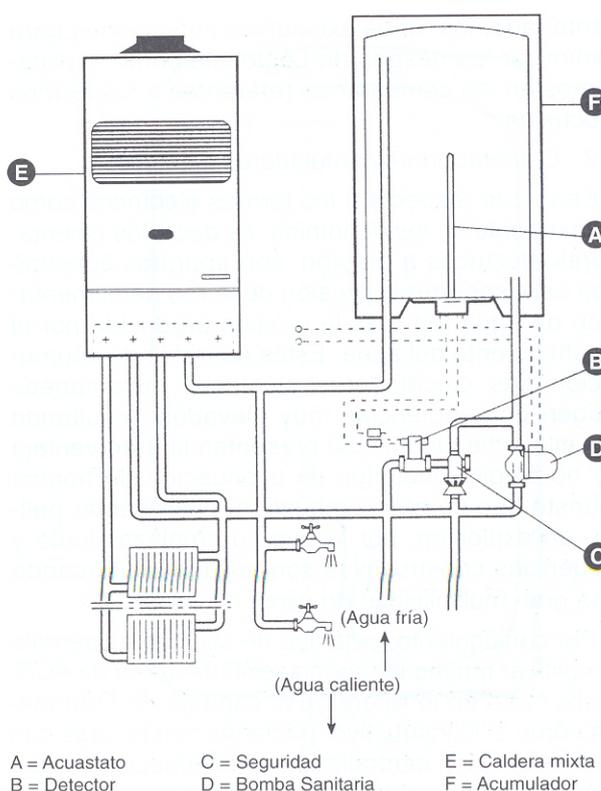
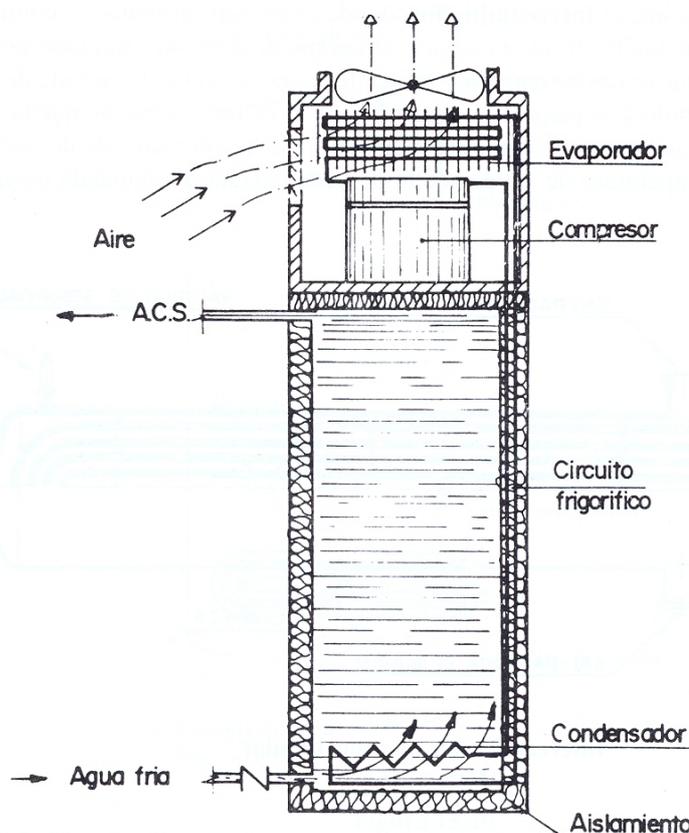


Fig. 8. Caldera mixta para ACS y radiadores⁴.

C) SISTEMA INDIVIDUAL POR BOMBA DE CALOR.

Otro sistema utilizado para la producción de agua caliente es la utilización por la bomba de calor aire-agua, tal y como se indica en la figura de más abajo, donde puede verse que el foco frío es el aire (evaporador), y el foco caliente el agua a calentar (condensador)¹⁴.

En realidad, el sistema consiste en sustituir la resistencia eléctrica por el condensador de una máquina de frío, donde el evaporador le “roba” el calor al aire que después el condensador devuelve al agua, por medio de los cambios de estado de un gas refrigerante que se producen alternativamente en el evaporador y en el condensador. El agua caliente obtenida por este método alcanza la temperatura máxima de 55°C, por ello se suele combinar con unas resistencias eléctricas de apoyo, que incluso permiten su utilización en horas de bajo consumo, con precios más reducidos de energía eléctrica, acumulando el agua para su posterior consumo.

Fig. 9. bomba de calor aire-agua⁶.

El uso de las bombas de calor destaca por su simplicidad de instalación, puesto que para su funcionamiento no se requiere ni la previsión de chimeneas (por no producirse ningún proceso de combustión), ni depósitos de almacenamiento de combustible (puesto que el «combustible» es el aire atmosférico), ni el espacio que ocuparían éstos (por lo que las demandas espaciales son, por tanto, muy pequeñas). Este sistema es adecuado en aquellos lugares donde la bomba de calor funciona con un rendimiento alto⁶.

D) INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOTÉRMICA INDIVIDUAL

La nueva normativa del Código Técnico de la Edificación exige una aportación mínima que provenga del aprovechamiento de la energía solar térmica para la disminución de la utilización de energías convencionales, la aportación afectará a todos aquellos edificios que tengan que suministrar ACS, sea cual sea su uso, y esa

aportación dependerá de la zona climática en la que se encuentre el edificio.

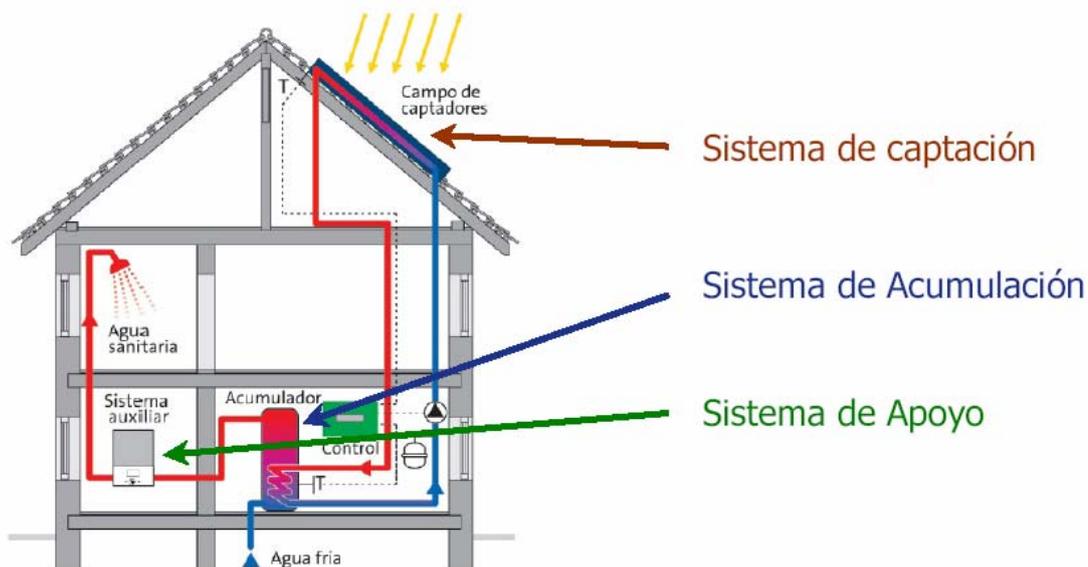


Fig. 10. Aprovechamiento de ACS por energía solar térmica en vivienda unifamiliar¹².

El aprovechamiento mediante energía solar fototérmica se estudiará más adelante, por lo que solo veremos los elementos básicos. Los elementos que formarán esta instalación ya sea individualizada o centralizada serán, los captadores o colectores solares, los que captarán la energía térmica procedente del sol, un intercambiador para el calentamiento del agua de uso y un acumulador para tener siempre una reserva de agua en el sistema, estos dos elementos se pueden combinar en uno solo denominado interacumulador. Además debido a la variabilidad de la fuente de calor es necesario siempre el aporte de un equipo de apoyo auxiliar, para abastecer en los momentos en que el sistema de energía solar no pueda hacer frente a la demanda.

Los sistemas individuales fototérmicos se utilizarán principalmente en las viviendas unifamiliares, y en menor grado en los edificios donde siempre algunos de los elementos de la instalación esta diseñada para todo el edificio.



Fig. 11. Sistema de aprovechamiento de ACS por energía solar en un edificio de viviendas, con sistemas individualizados por vivienda.

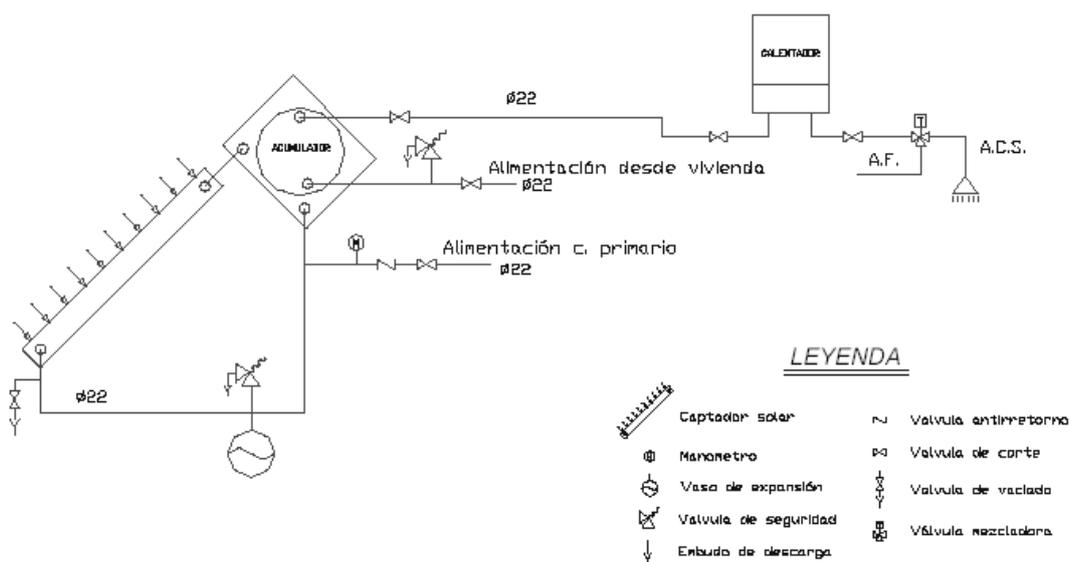


Fig. 12. Esquema de aprovechamiento de ACS por energía solar en un edificio de viviendas, con sistemas individualizados por vivienda.

2.2 Instalación centralizada

El sistema óptimo de instalación de agua caliente, es el centralizado, en el cual los focos caloríficos son calderas centrales instaladas en los cuartos de máquinas de la calefacción, pero son calderas expresamente para agua caliente, que pueden funcionar mediante combustibles sólidos, líquidos y gaseosos, en este caso no es rentable la utilización de energía eléctrica, existiendo en el mercado toda una gama de potencias y modelos que cubren ampliamente todas las necesidades. Con ellas se puede realizar una instalación totalmente independiente de calefacción, como se indica en la figura habiendo dos sistemas de ejecución de la instalación:

- a) Por calentamiento directo.
- b) Por calentamiento indirecto.

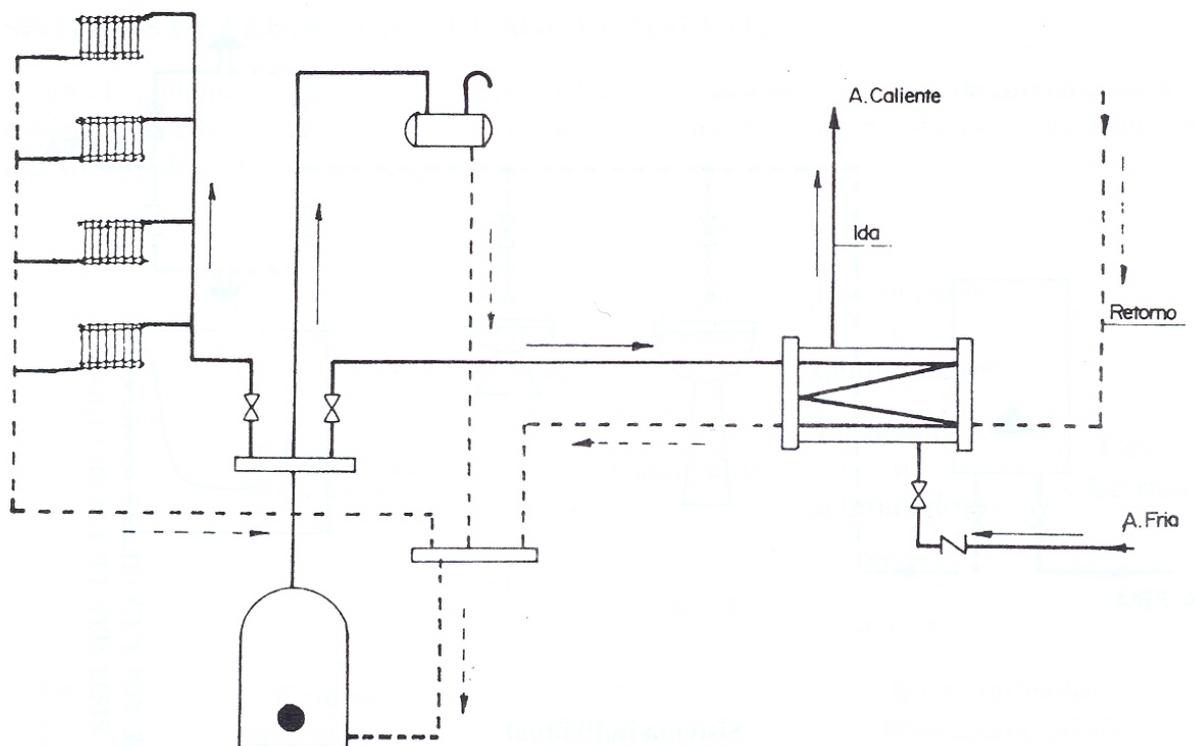


Fig. 13. Sistema centralizado de ACS y calefacción⁴.

El primero, es menos utilizado, ya que requiere una elevación rápida y alta de la temperatura, que implica elementos de calefacción muy enérgicos, por lo tanto no lo vamos a estudiar, sin embargo lo más normal es utilizar el sistema indirecto, en el cual

el agua de consumo se calienta en un intercambiador de calor, donde llega un circuito primario desde la caldera en circuito cerrado, que va cediendo el calor a la masa de agua almacenada en el mismo.

En la figura se muestra el **intercambiador**, donde el circuito primario se compone de un haz tubular de cobre, por donde circula el agua y el cuerpo de depósito formado por chapa de acero, y en él se indican las tomas de entrada y salida del agua, así como la válvula de seguridad.

El intercambiador debido a su pequeño volumen tiene el inconveniente de que la temperatura del agua depende del caudal de consumo, y si bien es verdad que el recorrido del serpentín está calculado para que la temperatura de salida sea la deseada, cuando la demanda es grande, esta temperatura baja.

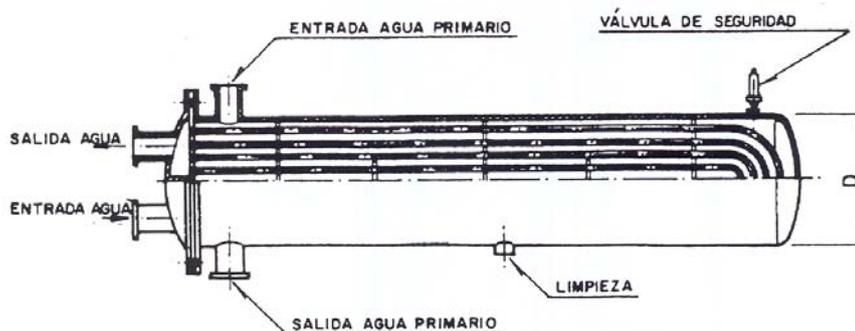
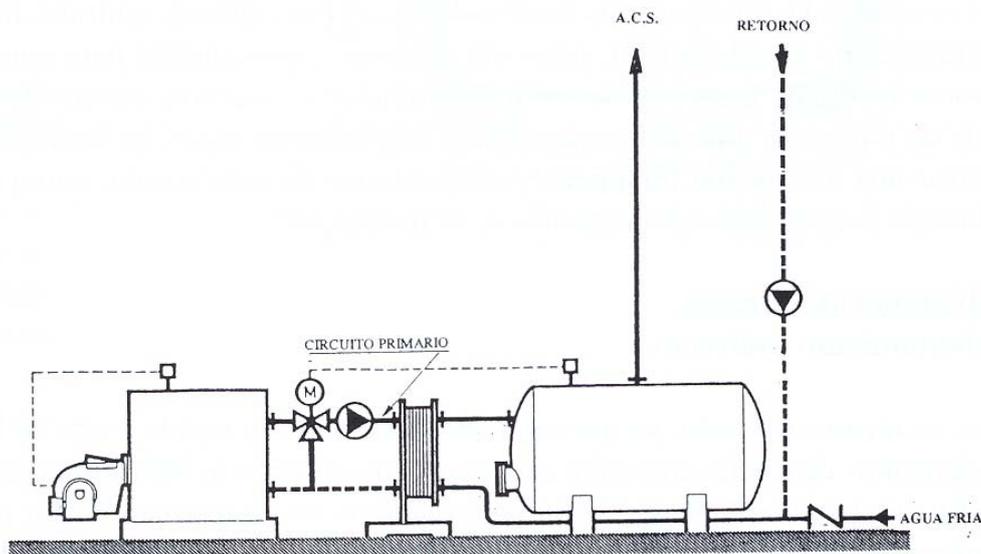


Fig. 14. Intercambiador de calor tubular¹⁴.

Otro tipo de intercambiadores muy utilizados hoy en día, son los intercambiadores de placas, éstos están constituidos por un conjunto de placas de acero estampadas y enrolladas en espiral según un procedimiento que permite una gran relación, superficie de calefacción con respecto a su volumen, consiguiendo un elevado coeficiente de transmisión térmica, que permite un calentamiento instantáneo del agua.

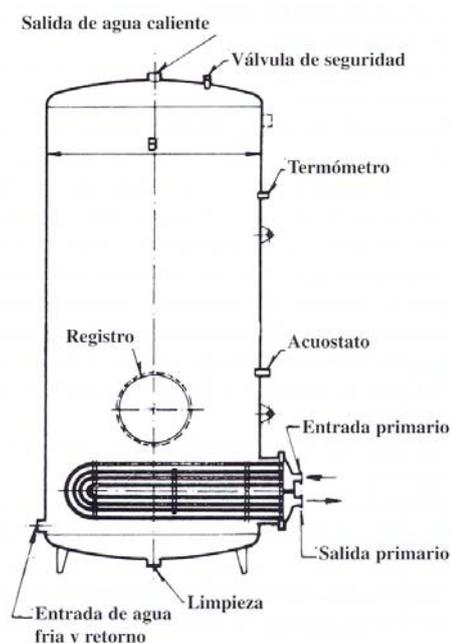
Con este sistema tendremos un rendimiento elevado, y además una gran economía de espacios, al no tener tanques de acumulación por lo que su instalación ocupa muy poco.

La regulación, tal y como se indica en la figura siguiente, se suele hacer en el primario, mediante una válvula de tres vías accionada por termostato.

Fig. 15. Sistema centralizado mediante intercambiador de placas⁶.

El sistema más complejo, es el **interacumulador** (boilers), que es un depósito donde el agua, además de calentarse se almacena, teniendo siempre un volumen de reserva para compensar la demanda de un momento determinado. En la figura anexa se indica la disposición de un interacumulador, donde vemos que el circuito primario, ahora, es el formado por el serpentín que va unido a la caldera, teniendo una reserva que constituye el circuito secundario, lo que garantiza que antes de agotarse este volumen, le dá tiempo a calentarse al agua fría que entra de nuevo, existiendo un volumen de acumulación y otro de producción que aseguran el servicio.

El funcionamiento de la instalación con un interacumulador, se ve en el esquema de la figura siguiente, en el cual se destaca, la regulación del circuito primario, mediante una válvula de 3 vías, mandada por un termostato desde el propio acumulador. La bomba

Fig. 16. Interacumulador¹⁴.

de este circuito primario, la cual puede estar colocada igualmente en la ida como en el retorno, y la bomba de recirculación del circuito secundario, la cual mantiene el agua del depósito a una temperatura sensiblemente constante. También se indica, cómo el agua fría de la red pasa a través del intercambiador entrando ya caliente al depósito de acumulación.

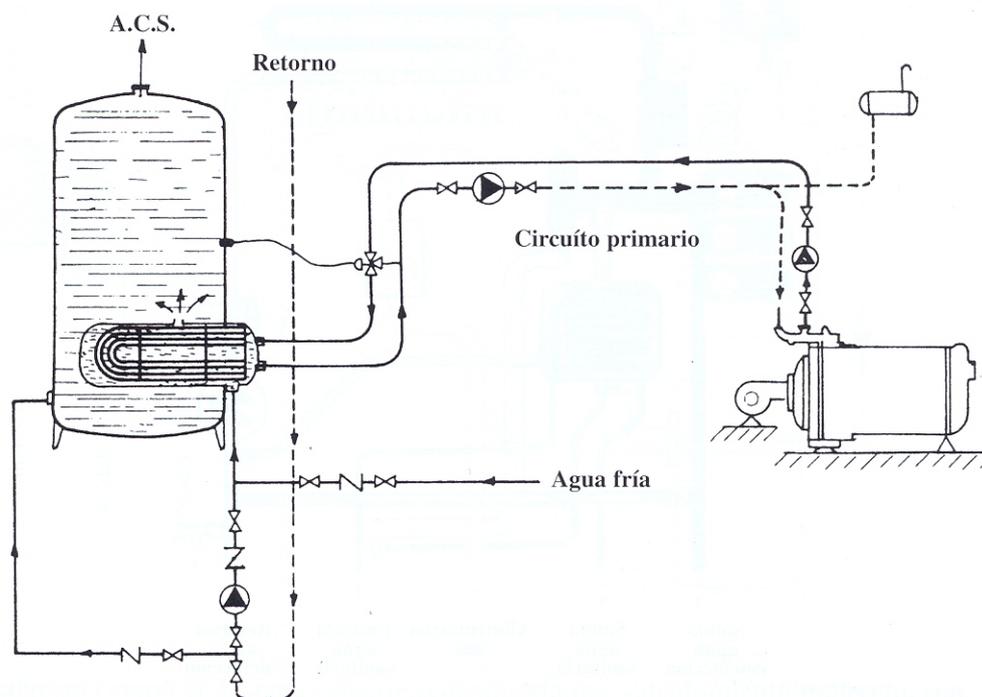


Fig. 17. Sistema centralizado mediante intercambiador⁴.

- **INSTALACIÓN CENTRALIZADA DE ENERGÍA SOLAR**

Recordando lo que se decía en el apartado de la instalación individualizada, en las instalaciones centralizadas lo que vamos a encontrar son tres tipos principales de sistemas según el grado de centralización de la instalación:

a) **Sistema todo centralizado:** Tanto los captadores, como el interacumulador, como el sistema de apoyo, se encuentra centralizado para todo el edificio. Este sistema será el más energético, pero el menos utilizado.

b) **Sistema con apoyo descentralizado.** Es igual que el anterior, excepto que los equipos de apoyo se encuentran en el interior de cada vivienda, ya no hay un equipo central. Este es un sistema que se llegará a implantar en bastantes edificios.

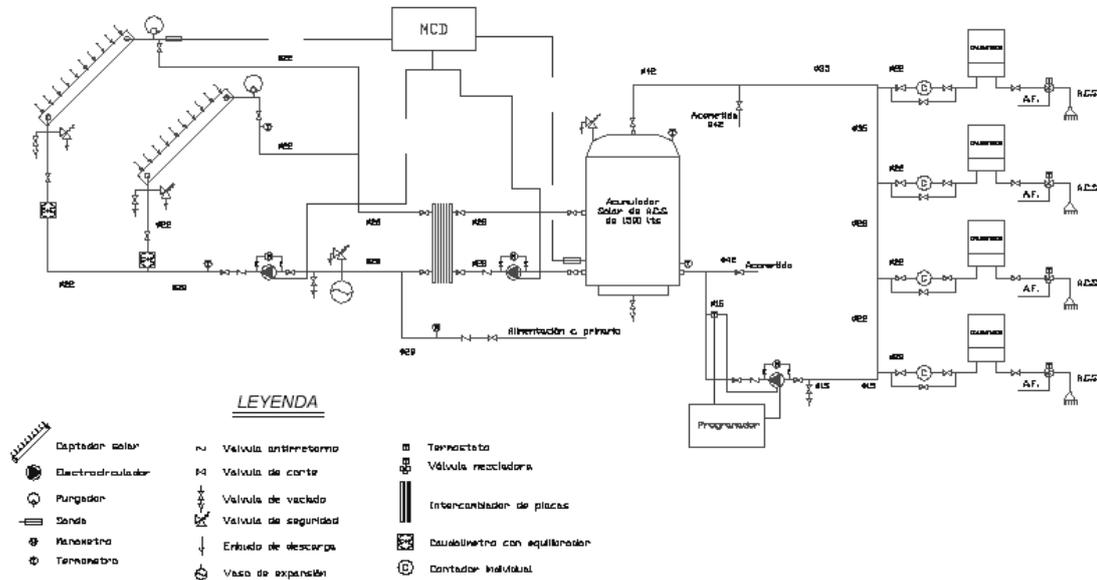


Fig. 18. Sistema centralizado de energía solar tipo apoyo descentralizado.

c) **Captación centralizada.** En este sistema el único elemento que estará centralizado serán los captadores de energía solar en la cubierta, el interacumulador y el apoyo será individual en cada vivienda. También será de los más utilizados

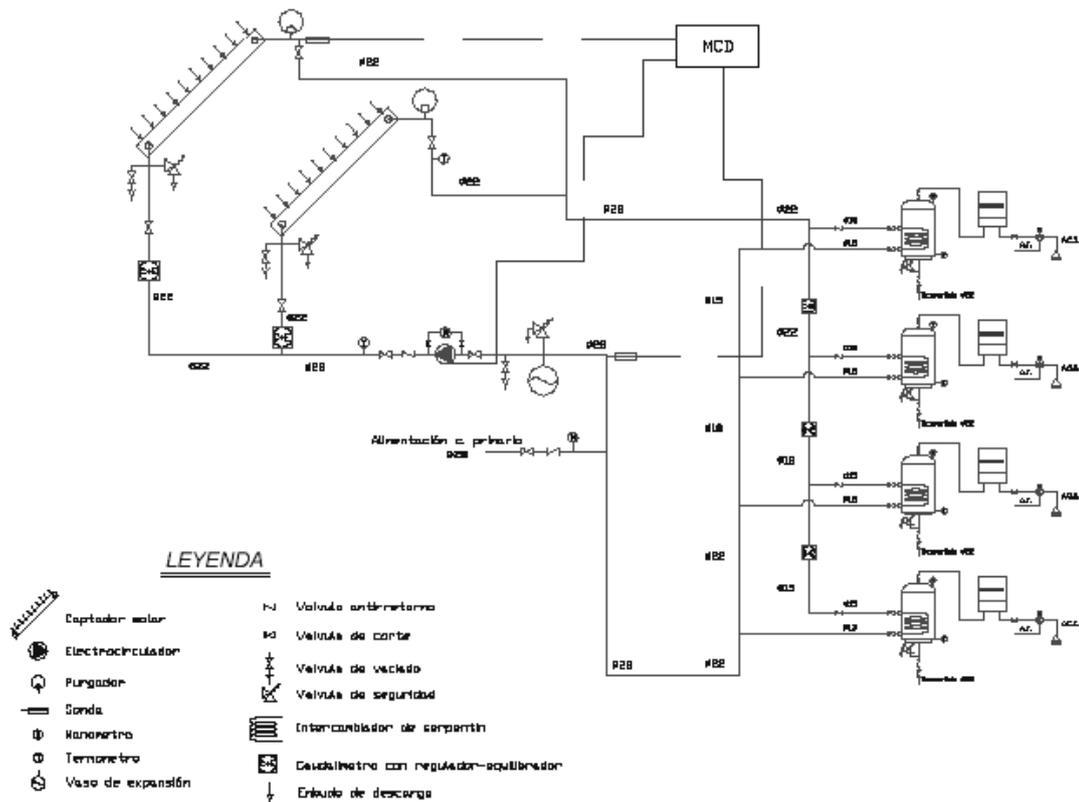


Fig. 19. Sistema centralizado de energía solar tipo captación centralizada.

3. ACCESORIOS

3.1 Griferías Mezcladoras

Se debe admitir que cada vez que se maneja un aparato de agua fría, agua caliente sanitaria o mezcla de ambos líquidos mediante la grifería de mando, supone un factor de confort y ahorro de energía de la mayor importancia en el conjunto de la instalación.

Particularmente, no disponer de una temperatura adecuada en el grifo o equipamiento higiénico de que se trate (bañeras hidromasaje, saunas domésticas, grifos cocina, etc.) puede suponer la inadecuación de la instalación correctamente concebida en los pasos anteriores. Por consiguiente, la previsión de una grifería adecuada es del todo imprescindible, tanto en instalaciones centralizadas como individuales.



Fig. 20.A) Grifo monomando.

Modelo:Candile. Kholer



Fig. 20.B) Grifo mezclador termostático para bañera/ducha. Modelo:25605. Brass

Las tradicionales griferías convencionales simples, que regulan e interrumpen exclusivamente el caudal agua fría o el de agua caliente, no son adecuadas a este respecto, siendo obligada la instalación griferías mezcladoras las cuales, como su nombre indica, poseen dos entradas de agua, una para fría y otra para la caliente, con un dispositivo de mezcla. Este último puede ser del tipo mezclador monomando o bien mezclador termostático, pudiendo o no incluir un dispositivo temporizador con el cual se

obtendrían las griferías temporizadas, cuya misión resulta reglamentariamente obligada en determinados edificios de carácter público.

Tanto por razones de confort como por su incidencia en el ahorro de energía las griferías termostáticas están experimentando una rápida expansión, por lo que referencia a ellas resulta imprescindible.

3.2 Dilatadores

Para compensar las dilataciones de las tuberías con agua caliente, es preciso disponer de dilatadores, que absorban los incrementos de longitud por efecto térmico, sin que por ello se pierda su hermeticidad; para ello se dispondrán en tramos rectos no superiores a los 20 o 25 m dilatadores en forma de coca o liras o de tipo axial; o compensadores.

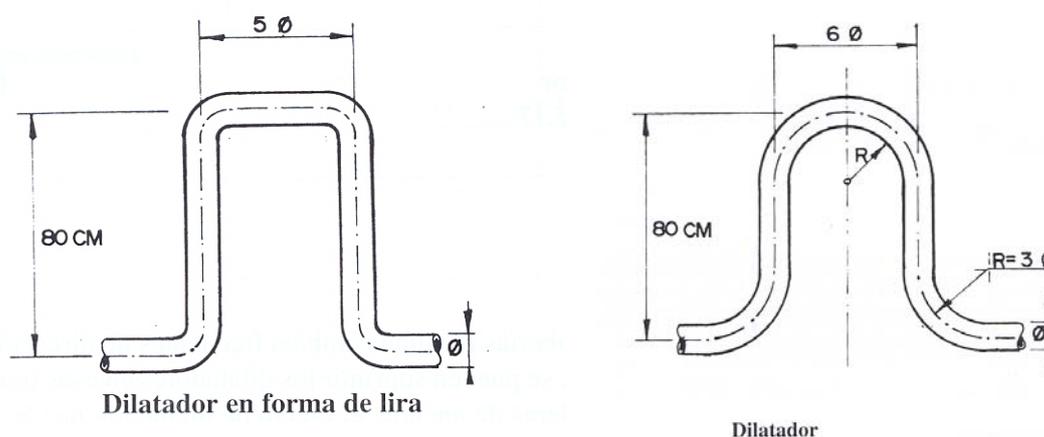


Fig. 21. Dilatadores⁶.

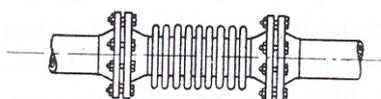


Fig. 22. Compensadores⁶.

3.3 Materiales Aislantes

En este apartado simplemente recordaremos la necesidad aislar las canalizaciones que transportan agua caliente (o agua fría de $T < 5^{\circ}\text{C}$), así como los depósitos acumuladores (en el caso de que existan).

Deben calorifugarse con materiales aislantes adecuados cuyas dimensiones mínimas, para un coeficiente de conductividad ($\alpha=0,04$ kcal/mh °C), serán las indicadas en la siguiente tabla².

Diámetro de las tuberías (mm)	Espesor mínimo aislante (mm)		Depósitos	
	T ≤ 50°C	T > 50°C	Superficie de pérdidas (m ²)	Espesor mínimo del aislante (mm)
D ≤ 30	20	20	< 2	30
30 < D ≤ 50	20	30		
50 < D ≤ 80	30	30		
80 < D ≤ 125	30	40	> 2	50
125 < D	30	40		

4. CONSIDERACIONES GENERALES DE LAS INSTALACIONES DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS).

4.1 Distribución.

- En el diseño de las instalaciones de ACS deben aplicarse condiciones análogas a las de las redes de agua fría.
- En los edificios en los que sea de aplicación la contribución mínima de energía solar para la producción de agua caliente sanitaria, de acuerdo con la sección HE-4 del DB-HE, deben disponerse, además de las tomas de agua fría, previstas para la conexión de la lavadora y el lavavajillas, sendas tomas de agua caliente para permitir la instalación de equipos bitérmicos.
- Las columnas de alimentación en los sistemas centralizados servirán como máximo a 8 plantas.
- En la parte superior de cada columna se colocarán elementos de purga para eliminar el aire que allí pudiera acumularse.

-
- En instalaciones centralizadas es obligatorio el prever contadores de ACS en cada una de las viviendas o unidades de consumo, preferiblemente ubicados en el exterior de las viviendas y a ser posible formando una unidad con los de agua fría.
 - Se colocará una llave de paso, tipo esfera en el interior de la vivienda, para el corte general de la red de ACS, al igual que en agua fría, y también se colocará en cada uno de los locales húmedos.
 - No deben disponerse calentadores individuales de cualquier tipo que distribuyan a distancias superiores a los 15 m.
 - Tanto en instalaciones individuales como en instalaciones de producción centralizada, la red de distribución debe estar dotada de una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m. Hasta ahora solo se consideraban redes de retorno en situaciones de redes centralizadas.
 - La red de retorno se compondrá de:
 - a) un colector de retorno en las distribuciones por grupos múltiples de columnas. El colector debe tener canalización con pendiente descendente desde el extremo superior de las columnas de ida hasta la columna de retorno; Cada colector puede recoger todas o varias de las columnas de ida, que tengan igual presión;
 - b) columnas de retorno: desde el extremo superior de las columnas de ida, o desde el colector de retorno, hasta el acumulador o calentador centralizado.
 - Las redes de retorno discurrirán paralelamente a las de impulsión.
 - En los montantes, debe realizarse el retorno desde su parte superior y por debajo de la última derivación particular. En la base de dichos montantes se dispondrán válvulas de asiento para regular y equilibrar hidráulicamente el retorno.
 - Excepto en viviendas unifamiliares o en instalaciones pequeñas, se dispondrá una bomba de recirculación doble, de montaje paralelo o “gemelas”, funcionando de

forma análoga a como se especifica para las del grupo de presión de agua fría. En el caso de las instalaciones individuales podrá estar incorporada al equipo de producción.

- Para soportar adecuadamente los movimientos de dilatación por efectos térmicos deben tomarse las precauciones siguientes:
 - a) en las distribuciones principales deben disponerse las tuberías y sus anclajes de tal modo que dilaten libremente, según lo establecido en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE para las redes de calefacción;
 - b) en los tramos rectos se considerará la dilatación lineal del material, previendo dilatadores si fuera necesario, cumpliéndose para cada tipo de tubo las distancias que se especifican en el Reglamento antes citado.
- El aislamiento de las redes de tuberías, tanto en impulsión como en retorno, debe ajustarse a lo dispuesto en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.

4.2 Regulación y control.

- En las instalaciones de ACS se regulará y se controlará la temperatura de preparación y la de distribución.
- En las instalaciones individuales los sistemas de regulación y de control de la temperatura estarán incorporados a los equipos de producción y preparación. El control sobre la recirculación en sistemas individuales con producción directa será tal que pueda recircularse el agua sin consumo hasta que se alcance la temperatura adecuada.

4.3 Separaciones respecto de otras instalaciones

- El tendido de las tuberías de agua fría debe hacerse de tal modo que no resulten afectadas por los focos de calor y por consiguiente deben discurrir siempre separadas de las canalizaciones de agua caliente (ACS o calefacción) a una distancia de 4 cm, como mínimo. Cuando las dos tuberías estén en un mismo plano vertical, la de agua fría debe ir siempre por debajo de la de agua caliente.

- Las tuberías deben ir por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, guardando una distancia en paralelo de al menos 30 cm.
- Con respecto a las conducciones de gas se guardará al menos una distancia de 3 cm.

5. DIMENSIONADO

Nos centraremos en sistemas individualizados para los cuales, tendremos acumuladores eléctricos o de gas; o calentadores instantáneos de gas. Estos elementos se dimensionarán sin la influencia de la producción de ACS mediante sistemas fototérmicos. Aunque los sistemas individuales se convierten en los sistemas auxiliares de aporte de energía de los generadores solares, estos pueden llegar a tener que soportar toda la generación de ACS en algunos casos puntuales por lo que deben tener capacidad para ello.

El aporte de ACS mínimo procedente de la energía solar se estudiará más adelante.

El cálculo de la instalación de agua fría y agua caliente variará en función de si tenemos un calentador acumulador o un calentador instantáneo.

- Calentador instantáneo de gas.

La mayoría de los autores consideran que para el dimensionado mediante calentadores instantáneos de gas, el valor del caudal en la acometida es diferente que suponiendo única y exclusivamente la instalación de agua fría, por lo cual se considera que los aparatos en los que sea necesario el agua caliente (lavabos, fregadores, duchas, etc.), se considerará a efectos de cálculo como un grifo más de agua fría⁴.

La distribución de la red de agua caliente se realiza de igual forma que la red de agua fría y el dimensionado de las tuberías es también igual, teniendo también en cuenta cuales son los diámetros mínimos de las derivaciones individuales y de los ramales de enlace que indica la normativa⁶.

Si existen tuberías de retorno, estas se consideraran que recirculan un 10% del caudal tota de agua caliente, considerándose siempre un diámetro mínimo de ½” o 12 mm.

La potencia calorífica necesaria de este tipo de calentadores dependerá del caudal máximo de agua, y del salto térmico del agua en su interior⁴.

$$Q = \frac{q \cdot P_e \cdot C_e \cdot \Delta t}{\rho} \text{ Kcal/h}$$

siendo: Q= Potencia calorífica del calentador Kcal/h

q= caudal máximo de agua caliente (l/h)

P_e= Peso espeffico del agua caliente (1kg/l)

C_e= Calor específico del agua (1Kcal/kg°C)

Δt =incremento de temperatura (°C)

ρ= rendimiento del calentador.

En el siguiente cuadro se determina la cantidad de agua caliente en l/h que podrá obtenerse de un calentador instantáneo de gas según su potencia útil para diferentes temperaturas de salida, teniendo una temperatura de entrada de 10°C.

Potencia del calentador	Temperatura de salida en °C							
	35	40	45	50	55	60	65	70
125 Kcal/min	300	250	215	188	167	150	136	125
250 Kcal/min	600	500	426	375	366	300	273	250
325 Kcal/min	780	650	557	488	433	390	355	325
Cantidad de agua caliente l/h para T ^a de entrada de 10°C								

- Calentador acumulador eléctrico.

Al igual que en caso anterior el calculo de las tuberías se hace igual que en agua fría, pero hay que tener en cuenta que las conexiones de entrada y salida del calentador están normalizadas a un diámetro de ¾” o 20 mm, las derivaciones a los cuartos húmedos tendrán ese diámetro. Algunos autores consideran necesario incluirlos únicamente como un grifo más en todas las

viviendas, unido a los grifos de agua fría con gastos de:

- 0,15 l/s para acumuladores de 50 litros.
- 0,2 l/s para acumuladores de 75 litros.
- 0,25 l/s si los termos son de 100 litros.
- 0,30 l/s si son de 150 litros.

Aunque la práctica diaria nos indica que esto es una medida de seguridad no estrictamente necesaria, si es conveniente aplicarla. Pero quien decida ignorarlos puede estar tranquilo, pues no hay inconveniente alguno en el cálculo de la instalación como si fuera para agua fría exclusivamente y a continuación instalar el termo del ramal de la derivación a la vivienda. En nuestro caso si se considerarán como un grifo más.

La potencia calorífica en este caso se calcula⁴:

$$Q = \frac{V \cdot P_e \cdot C_e \cdot \Delta t}{\rho \cdot t} \text{ Kcal/h}$$

siendo: Q= Potencia calorífica del calentador Kcal/h

V= volumen de agua almacenada (m³)

P_e= Peso específico del agua caliente (1kg/l)

C_e= Calor específico del agua (1Kcal/kg°C)

Δt = incremento de temperatura (°C)

t= tiempo máximo de funcionamiento en servicio (seg)

ρ= rendimiento del calentador.

Se suele estimar para el agua caliente en viviendas: t₁=60°C, t₂=10°C y t=2 horas.

También exigen muchos datos para estimar las necesidades de agua caliente, que se basan en experiencias y estadísticas, existiendo tablas de consumos medios para un hogar tipo (considerando la temperatura de entrada 10°C):

USO	Cantidad de agua (l) a la Tª de utilización	Tª del agua durante la utilización (°C)	Cantidad de agua (l) a Tª de 60°C
Lavabo	5-10	40	3-6
Baño	130-180	40	70-90
Bidet	8-12	40	5-7,2
Ducha	25-40	40	15-24
Lavavajillas	12	50-70	10
Lavadora	35-50 (por kg ropa seca)	50-80	20-28
Fregadero	7-10	50-60	4-6

Una de las posibles formas de **calcular el volumen del depósito**, para adecuarse a las necesidades, será aproximándose a: $V = \frac{3}{4} C$, siendo C= consumo en periodo punta de un baño completo y un aparato de cocina, según los valores de la tabla anterior. (RITE, Norma UNE 100.030).

La temperatura óptima de regulación está en los 60°C, por encima de esta temperatura se contribuye al despilfarro de energía y se favorece la formación de corrosión y descalcificación de la instalación. Pero la mayor cantidad de agua se utiliza a 40°C, por lo que se tiene que mezclar con agua fría mediante elementos hidromezcladores (grifería monomando por ejemplo), conociéndose que el porcentaje de agua a 60°C para lograr una mezcla de 40°C es del 60%, lo cual se puede aplicar al volumen calculado.

- **Demanda para ACS a partir de un sistema fototérmico.**

La utilización de energía solar para el calentamiento de agua se ha utilizado durante muchos años pero la mayor incidencia se está produciendo actualmente por la implantación de las nuevas normativas, tal y como se a explicado anteriormente, que obligan a un aporte mínimo de energía solar para la generación de ACS, como se puede ver de las tablas y figura siguientes sacadas del código técnico de edificación (CTE DB HE-4). En ellas se indica la cantidad anual de energía que es necesaria obtener mediante energía fototérmica dependiendo de la zona climática en la que nos encontremos, considerando que la temperatura de referencia del agua generada estará a 60°C y del tipo de sistema auxiliar de

generación de energía que es necesario que cuente cualquier sistema solar fototérmico.



Fig. 23. Zonas climáticas¹.

Tabla 2.1. Contribución solar mínima en %. Caso general

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	63	70	70
8.000-9.000	30	52	65	70	70
9.000-10.000	30	55	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000	30	70	70	70	70
15.000-17.500	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
> 20.000	52	70	70	70	70

Tabla 2.2. Contribución solar mínima en %. Caso Efecto Joule

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

El caso general se refiere a cuando el sistema auxiliar o de apoyo de energía se sustenta con gas natural, propano u otras energías de este tipo, mientras que en el caso con efecto Joule se refiere a sistemas que utilizan energía eléctrica y se exige un mayor aporte de energía solar.

Para conocer la demanda energética es necesario conocer las necesidades de ACS en la edificación para ello se utilizan los gastos o caudales mínimos necesarios para cada aparato sanitario tal, y como se ha indicado en la 1ª parte de

este bloque temático, pero otra forma que nos plantea la normativa es hacerlo de forma generalizada para todo el edificio a partir de la tablas siguientes.

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

(1) Los litros de ACS/día a 60°C de la tabla se han calculado a partir de la tabla 1 (Consumo unitario diario medio) de la norma UNE 94002:2005 "Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética".

Demanda de ACS/día para una temperatura de 60°C¹.

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	7	más de 7
Número de Personas	1,5	3	4	6	7	8	9	Nº de dormitorios

Número de personas por vivienda en uso residencial¹.

Si la temperatura del agua es diferente a 60°C, los valores anteriores de demanda deben corregirse mediante la siguiente fórmula¹:

$$D_i(T) = D_i(60^\circ \text{C}) \times \left(\frac{60 - T_i}{T - T_i} \right)$$

siendo:

D(T) = Demanda de agua caliente para el mes i a la temperatura T elegida;

D_i(60°C) = Demanda de agua caliente para el mes i a la temperatura de 60°C;

T = Temperatura del acumulador final;

T_i = Temperatura media del agua fría en el mes.

Por último, hay que tener en cuenta el volumen de acumulación que es necesario para el buen funcionamiento de este sistema. El volumen del depósito de acumulación cumplirá siempre con la relación:

$$50 < V/A < 180$$

siendo: V = volumen de acumulación

A = superficie de captación

Bibliografía

1. Código Técnico de la Edificación. Ministerio de la Vivienda. Marzo 2006. (RD 314/2006 de 17 de marzo).
2. RITE + Instrucciones Técnicas Complementarias. RD 1027/2007 20 de julio (BOE nº 207, 29 de agosto 2007).
3. Resumen de normas UNE.
4. Instalaciones de Fontanería, Saneamiento y Calefacción. Franco Martín Sánchez. 4ª edición. 2007.
5. Cálculo y normativa básica de las instalaciones en los edificios. J.L. Arizmendi Barnes. Ed.: Eunsa. 6ª edición. 2000.
6. Nuevo Manual de Instalaciones de Fontanería y Saneamiento. Franco Martín. Ed. A. Vicente 2007.
7. Instalaciones en la edificación y su ejecución. E. Maestre Gordo; J.A. López Davó. Gabinete Técnico del COAATMU. 2001.
8. Instalaciones de fontanería. M. Roca Suárez , J. Carratalá y J. Solís Robaina. Univ. De las Palmas de Gran Canaria. 2005.
9. Instalaciones sanitarias. Pedro Mª Rubio Requena. 1974.
10. Manuales técnicos ROCA.
11. Pliego de especificaciones técnicas para tuberías. Serie normativa 2001.
12. Catálogos comerciales.
13. NTE. Instalaciones 1ª Parte. Ministerio de Fomento. 2002.
14. Manual de instalaciones de calefacción por agua caliente. Franco Martín Sánchez. AMV ediciones. 3ª edición. 2008.