

GUÍA DE SISTEMAS DE ACUMULACIÓN DE AGUA





Guía de Sistemas de Acumulación de Agua

Esta Guía se puede descargar en formato pdf desde la sección de publicaciones de las páginas web:

www.fegeca.com

Depósito Legal: M-12895-2024

Autores

Guía elaborada por miembros de la Comisión de Depósitos de FEGECA:

Justo Comadira

Director General de Negocio Exterior

Lapesa



Asier Dobaran

MS-MMB / B2B Support - Responsable Normativo y Soluciones

Vaillant Group



Roberto García

Director General

Suicalsa



Jordi Marcé

Jefe de Producto de sistemas solares y ACS

Baxi



Gaspar Martin

Director Técnico España y Portugal

Groupe Atlantic – ACV



José Ramón Gaitero

Responsable de Soporte

Wolf



Manuel J. Ruiz Gil

Responsable de Formación y Soporte Técnicos

Robert Bosch España



José Manuel Silva Vicente

Director General

Mecalia



Luis Fernando Sánchez Carrillo

Estudios y Proyectos

Viessmann



Índice

1. Introducción y motivación de la guía	7
2. Contexto normativo de aplicación a los depósitos de acumulación de agua.	11
a. Directiva 2014/68/UE de equipos a presión.	12
b. Directiva de Ecodiseño y Etiquetado en cuanto requisitos de fabricación.....	13
c. CTE según Real Decreto 450/2022, de 14 de junio	17
d. Real Decreto 178/2021 del RITE en cuanto a aspectos y requisitos de instalación.	19
e. Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, en cuanto a aspectos para la prevención y control de la legionela.....	20
3. Tipos de sistemas de acumulación.....	23
a. Depósitos generadores de ACS.....	27
i. Termos eléctricos.....	28
ii. Acumuladores de ACS a gas.....	30
iii. Bombas de calor para ACS.....	32
b. Depósitos de ACS	36
c. Depósitos interacumuladores de ACS.....	37
i. Depósitos interacumuladores de 1 serpentín	38
ii. Depósitos interacumuladores de 2 serpentines.....	40
iii. Interacumuladores doble tanque	42
d. Depósitos de inercia con producción de ACS.....	43
i. Depósitos Doble tanque.....	43
ii. Depósitos de inercia con producción instantánea de ACS.....	44
ii.a. Depósitos multifunción con intercambiadores internos ...	45
ii.b. Depósitos multifunción con intercambiadores externos...	45
iii. Depósitos de inercia con sistema de estratificación	46

e.	Materiales empleados en la fabricación y su protección	47
i.	Depósitos ACS de acero inoxidable.....	47
ii.	Depósitos ACS en acero al carbono con recubrimiento interno.....	50
iii.	Requisitos de fabricación para asegurar una correcta durabilidad:	53
iv.	Depósitos para inercia.....	54
f.	Aislamiento térmico para depósitos. Cumplimiento de la normativa.....	55
4.	Cálculo y selección de depósitos de acumulación.....	57
a.	Dimensionamiento de depósitos de acumulación ACS.....	59
i.	Análisis del comportamiento de la instalación.....	60
ii.	Cuantificación de periodos y caudales punta de consumo.....	60
iii.	Selección del sistema de acumulación adecuado.....	64
b.	Dimensionamiento de depósitos interacumuladores de ACS	66
i.	Selección de la superficie de serpentín adecuada según uso	66
ii.	Aspectos concretos para aplicaciones de baja temperatura	68
iii.	Aspectos concretos para instalaciones de energía solar térmica	70
iv.	Aspectos a tener en cuenta en instalaciones que combinan fuentes energeticas	72
c.	Dimensionamiento de depósitos de inercia	72
i.	Cálculo para aplicaciones de alta temperatura.....	73
ii.	Calculo para aplicaciones de baja temperatura	77
5.	Integración y uso de los depósitos de acumulación en instalaciones híbridas	85
a.	Características de las instalaciones con sistemas mediante bomba de calor	85
b.	Sistemas multienergía para aprovechamiento de generación renovable.....	86

c. Reutilización de equipos en sistemas a hibridar	88
d. Regulación y control	92
6. Criterios de instalación de los depósitos de acumulación.....	95
a. Elementos adicionales requeridos para su instalación.....	95
b. Sistemas de seguridad asociados a los depósitos de acumulación	98
7. Esquemas tipo.....	105
a. Esquemas y características para instalaciones de tipo residencial.....	105
b. Esquemas y características para instalaciones colectivas	109
8. Criterios de mantenimiento en los depósitos de acumulación.....	115
9. Importancia de la calidad del agua en los sistemas de acumulación	125
a. Sistemas de tratamiento de agua.....	125
b. Corrosión en sistemas de acumulación.....	129
10. Normalización	137
a. Asociación Española de Normalización, UNE.....	137
b. Fegeca en la actividad sectorial de normalización, CTN-UNE Generadores y Emisores de Calor.	138
c. Normas aplicables en los depósitos.	142



1.

Introducción y motivación de la guía

FEGECA, la Asociación de fabricantes de generadores y emisores de calor, se complace en presentar la Guía de Depósitos de Agua, con la que se pretende facilitar a los profesionales del sector una información útil y sencilla que permita conocer los criterios más importantes que hay que tener en cuenta a la hora de diseñar una instalación con depósitos acumuladores de agua, seleccionando el más adecuado en cada caso.

En esta guía, además de recoger información técnica y criterios prácticos, se incluyen referencias a las normativas vigentes en las que se basa el diseño, instalación y mantenimiento de estos depósitos acumuladores, se hace una descripción detallada de los diferentes tipos de sistemas de acumulación existentes en el mercado, se ofrecen orientaciones para el cálculo y selección del equipo más adecuado según las necesidades de demanda, criterios para su instalación, consideraciones para integrarlos en sistemas híbridos, esquemas tipo característicos y aspectos de mantenimiento y calidad de las aguas en las instalaciones que integran sistemas de acumulación.

En la actualidad se estima que un tercio de la energía consumida en Europa está destinada a calentar agua para cubrir las demandas de ACS y calefacción. Es por ello por lo que desde la Unión Europea, se han adoptado en los últimos años medidas que promuevan la reducción del consumo energético y aumento del uso de energías renovables para alcanzar objetivos clave de descarbonización, siendo parte importante para la consecución de estos el optimizar y diseñar correctamente los sistemas de producción almacenamiento y distribución de agua caliente.

Más allá de aspectos energéticos, tampoco podemos ser ajenos a uno de los mayores problemas al que nos enfrentamos como sociedad, que es el de garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible.

La crisis hídrica es nuestra próxima gran amenaza y sin agua no podemos avanzar en sostenibilidad.

Cuando nos planteamos una estrategia de gestión energética eficiente de las instalaciones (sean del tipo que sean), una variable fundamental es plantear el uso de sistemas y tecnologías con el máximo rendimiento posible para satisfacer las demandas de confort solicitadas, utilizando la mínima cantidad de agua y de energía para ese fin.

Los depósitos acumuladores son una pieza fundamental en el marco de las instalaciones térmicas y en la correcta gestión del consumo de energía en las mismas, así como en el óptimo aprovechamiento de las energías renovables que exigen de sistemas de acumulación para almacenar la energía producida (como por ejemplo se requiere en sistemas mediante bomba de calor de tipo aerotérmico o geotérmico o en aplicaciones de energía solar térmica).

El mercado de las tecnologías de acumulación ha ido evolucionando, adaptándose a las necesidades y tendencias cambiantes en las instalaciones. En la actualidad podemos encontrar acumuladores con diseños que favorecen la correcta estratificación en instalaciones con sistemas renovables a baja temperatura, o en sistemas multienergía con diferentes temperaturas de generación. Todo ello reduciendo al máximo las pérdidas estáticas en los depósitos, gracias a los exigentes requisitos en diseño y aislamiento definidos en la Directiva de Ecodiseño ErP, de aplicación para este tipo de productos desde el 2017.

También hay que tener en cuenta que dentro de las posibilidades que ofrecen los depósitos de acumulación, permiten disponer de una solución adecuada en cada caso para el ámbito de la reposición de las instalaciones existentes. Este es un mercado claramente creciente, ya que existe un gran parque de edificación que ha de adaptarse para la consecución de los diversos compromisos en cuanto a descarbonización de las instalaciones. Los depósitos tienen también su lugar en ese objetivo, facilitando la adaptación de las instalaciones a sistemas eminentemente eléctricos o hibridando bombas de calor con calderas de condensación.

Esta guía ha sido elaborada por las empresas asociadas a FEGECA dentro de la Comisión Técnica de Depósitos de Agua, la cual representa a los principales fabricantes de depósitos presentes en nuestro país.

Agradecemos a todas ellas su esfuerzo, tiempo y colaboración en la publicación de un documento de referencia para el sector, que complementa la colección de publicaciones técnicas de FEGECA.



2.

Contexto normativo de aplicación a los depósitos de acumulación de agua

Dentro de una estrategia de gestión energética integral en las instalaciones (sean del tipo que sean), una variable fundamental es plantear el uso de sistemas y tecnologías lo más eficientes posibles para satisfacer las demandas solicitadas utilizando el mínimo de energía.

Las diversas Directivas Europeas van en esta dirección desde hace unos años, promoviendo el uso de energías renovables con el objetivo de alcanzar los edificios nZEB, o marcando el camino a los fabricantes de aquellos productos que podemos comercializar, con el enfoque de la reducción de emisiones de gases contaminantes para la consecución de los diversos compromisos medioambientales. En este sentido la Directiva de Ecodiseño ErP, de aplicación desde el 26 de septiembre del 2015 y que afecta a los productos relacionados con la energía: calderas, bombas de calor, calentadores, depósitos de agua caliente, etc..., supuso un cambio importante en cuanto al salto tecnológico y de eficiencia de los productos afectados. Esta Directiva también afecta desde el 26 de septiembre de 2017 al diseño y requisitos energéticos de los depósitos de acumulación de hasta 2.000 litros.

Más allá de los reglamentos que afectan al diseño y fabricación de los depósitos de acumulación, en España ha habido cambios significativos tanto en relación con el Documento que marca los estándares de eficiencia de nuestros edificios y sus instalaciones (con la modificación del CTE según el BOE Núm. 28 jueves 2 de febrero de 2023, corrección de errores del Real Decreto 450/2022, de 14 de junio, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo) , como a los requisitos de las instalaciones térmicas (con la modificación del RITE según Real Decreto 178/2021 publicado el 24 de marzo de 2021).

También es necesario el cumplimiento del reglamento según Real Decreto 487/2022, última actualización publicada BOE núm. 36, de 11 de febrero de 2023 en cuanto a prevención y control de la legionela en las instalaciones de producción de ACS. Esto tiene especial relevancia en cuanto a las temperaturas de trabajo, así como a las tareas de mantenimiento asociadas a la supervisión y control de los depósitos de acumulación.

Comentaremos a continuación estos reglamentos y documentos normativos, viendo como han afectado y afectarán de forma directa o indirecta según el caso, al tipo de depósitos de acumulación que deberemos utilizar en las futuras instalaciones que acometamos. Los apartados siguientes no intentan ser un resumen exhaustivo de las normativas indicadas, sino una aproximación a las mismas en aquellos puntos que puedan afectar al marco de los depósitos de acumulación de agua.

a. Directiva 2014/68/UE de equipos a presión.

Un depósito de agua caliente tiene la función de acumular agua caliente para satisfacer las demandas de ACS, el calentamiento del agua puede ser directo, a través de una resistencia eléctrica o, indirecto a través de una caldera, energía solar térmica, bomba de calor, etc... que transfieren el calor mediante serpentines intercambiadores.

En la medida en que se produce una variación de temperatura en el interior del depósito, se genera un aumento de presión, ya que entra agua fría que, directa o indirectamente, se calienta hasta la temperatura seleccionada. Al objeto de evitar el retorno del agua caliente, la instalación está provista de un antirretorno; en el interior del depósito sube la presión, por lo cual, y al objeto de evitar el peligro, es necesario controlar dicha presión máxima, para lo cual

se incorpora en la instalación una válvula de seguridad y también un vaso de expansión.

En el diseño de los depósitos, en función del uso y las presiones a las que va a trabajar, hay que tener en cuenta si los requisitos de la directiva 2014/68/UE de equipos a presión es aplicable.

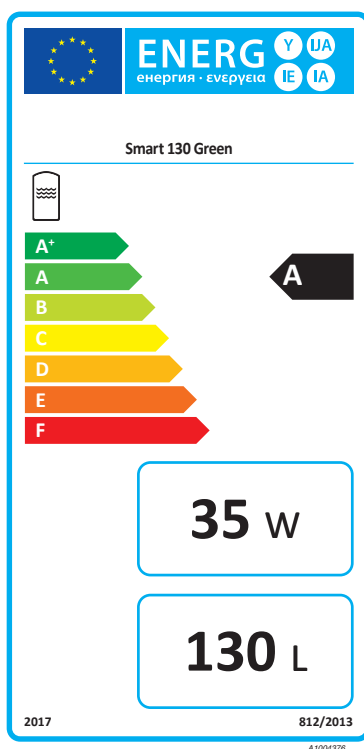
b. Directiva de Ecodiseño y Etiquetado en cuanto a requisitos de fabricación.

En el diseño, fabricación e información para la comercialización de los depósitos hay que tener en cuenta los requisitos recogidos en la directiva de ecodiseño ErP 2009/125/CE y el reglamento (UE) 2017/1369 por el que se establece un marco para el etiquetado energético, de aplicación a todo bien o sistema cuya utilización tiene incidencia en el consumo de energía. El hecho más notable es el cambio de tecnologías en los equipos generadores debido a los rendimientos solicitados, afectando notablemente al sector de las bombas de calor y calderas (recordando que, en gas, la única tecnología posible es la condensación).

La Directiva ErP plantea tres fechas importantes en su aplicación. El ya comentado 26 de septiembre de 2015 (donde se marcaban las exigencias de eficiencia y nivel sonoro para calderas y bombas de calor), el 26 de septiembre de 2017 (para las exigencias de aislamiento en acumuladores de ACS) y el 26 de septiembre de 2018 (para las exigencias de emisiones de NOx).

En aplicación de la directiva de ecodiseño, los depósitos de agua caliente, desde septiembre de 2015 deben aportar la información de las pérdidas de energía por el mantenimiento de la temperatura de ACS en su interior con límite hasta los depósitos de 2000 litros; tal y como se recoge en el Reglamento Delegado (UE) 814/2013. Es importante resaltar, que la empresa fabricante debe

certificar que las pérdidas caloríficas de sus depósitos de acumulación reflejadas en la etiqueta energética están obtenidas según el procedimiento de ensayo de pérdidas de calor estáticas según UNE-EN 12897:2017+A1:2020, tal como indica la norma. Este valor de pérdidas energéticas se indica en la ficha del producto, y adicionalmente para el caso de acumuladores de tipo doméstico (por debajo de 500 litros), se refleja también en la etiqueta energética del producto según Reglamento Delegado (UE) 2018/543 de la Comisión, de 23 de enero de 2018 (ver imagen adjunta).



En la etiqueta, además del valor de pérdidas en W y el volumen en litros del acumulador, también aparece una escala gráfica en colores y letras que indica la clase de eficiencia energética del acumulador en base a los rangos admisibles según la tabla incluida dentro del artículo.

Clase eficiencia energética	Pérdida estática S en vatios, con capacidad V en litros
A+	$S < 5,5 + 3,16 \cdot V^{0,4}$
A	$5,5 + 3,16 \cdot V^{0,4} \leq S < 8,5 + 4,25 \cdot V^{0,4}$
B	$8,5 + 4,25 \cdot V^{0,4} \leq S < 12 + 5,93 \cdot V^{0,4}$
C	$12 + 5,93 \cdot V^{0,4} \leq S < 16,66 + 8,33 \cdot V^{0,4}$
D	$16,66 + 8,33 \cdot V^{0,4} \leq S < 21 + 10,33 \cdot V^{0,4}$
E	$21 + 10,33 \cdot V^{0,4} \leq S < 26 + 13,66 \cdot V^{0,4}$
F	$26 + 13,66 \cdot V^{0,4} \leq S < 31 + 16,66 \cdot V^{0,4}$
G	$S > 31 + 16,66 \cdot V^{0,4}$

Es a partir de septiembre de 2017 cuando sí que hay que cumplir un criterio de pérdidas estáticas máximas admisibles para el acumulador, expresadas en W y calculadas a partir de la fórmula $16,66 + 8,33 \cdot V^{0,4}$. Si no se cumple este requisito, el acumulador no puede conseguir el nivel mínimo de etiquetado energético obligatorio y no puede comercializarse dentro de la Unión Europea.

A nivel informativo, en la tabla siguiente se incluye el cálculo de pérdidas estáticas máximas admisible para cada una de las clases de eficiencia energética (a partir de letra C que es la mínima clase permitida), para diversos tamaños de acumuladores estándar de mercado:

Volumen (l)	P máx. C (W)	P máx. B (W)	P máx. A (W)	P máx. A+ (W)
50	56,49	40,36	28,82	20,61
100	69,22	49,42	35,32	25,44
150	78,47	56,00	40,04	28,95
200	86,01	61,37	43,88	31,81
300	98,22	70,06	50,11	36,44
500	116,71	83,23	59,55	43,46

Este cambio normativo fue muy trascendente dentro del mercado de los acumuladores de ACS de hasta 2.000 litros. El criterio de pérdidas estáticas máximas admisibles supuso un cambio substancial en cuanto el tipo de ais-

lamentos utilizados en los acumuladores, produciéndose un salto cualitativo muy interesante en este aspecto. A nivel de diseño supone la utilización de aislamientos, principalmente de poliuretano de alta densidad y ser muy estricto en aislar adecuadamente las conexiones (para evitar puentes térmicos que provoquen una pérdida energética). Para acumuladores mayores de 2.000 litros (fuera del alcance de ErP), la tendencia general del mercado ha sido igualar la fabricación y estándar de aislamiento a los que están en el marco de la Directiva de Ecodiseño.

Dentro del rango de acumuladores de hasta 500 litros (donde también se aplica la Directiva de Etiquetado ELD), supone que la clase de eficiencia energética mínima es la C tal como se ha comentado.

En el proyecto de borrador de la futura modificación de la Directiva de Ecodiseño (de aplicación en 2025), se exige una mayor eficiencia para los depósitos de acumulación. El criterio de pérdidas estáticas se volverá más restrictivo, resultando que la eficiencia mínima para estos productos será la B.



c. CTE según Real Decreto 450/2022, de 14 de junio.

El Código Técnico de la Edificación (CTE) es el marco normativo que establece las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE), plantea un avance importante en el diseño de nuestros edificios en cuanto al consumo de energía máxima admisible para satisfacer las diferentes demandas de confort requeridas.

El punto clave es la sección HEO del Documento Básico HE, que limita el consumo de energía primaria total y total no renovable para las diversas demandas de confort, con valores variables en función de la zona climática de invierno, así como la tipología de edificio (de uso residencial o terciario). Combinando ambos indicadores nos obliga a una aportación del 50% de origen renovable para todas las demandas en el caso de edificios residenciales (para las demandas de climatización, ACS, ventilación y control de humedad), siendo esta porcentual variable entre el 39 y el 67% para el caso de edificios terciarios (a los que también hay que sumar la demanda de iluminación en los cálculos de energía primaria).

El cumplimiento de estos dos indicadores obliga al uso de sistemas de alta eficiencia y de origen eminentemente renovable. De forma indirecta favorece el uso de soluciones mediante bomba de calor (de tipo aerotérmico o geotérmico), dado su origen renovable y su alta eficiencia en las demandas de confort de climatización y ACS.

Lo anterior afecta directamente al tamaño y tipo de depósitos de acumulación que deberemos utilizar para proyectar adecuadamente las instalaciones (sobre todo las de ACS, aunque también las de calefacción por la mayor inercia requerida por las menores temperaturas de trabajo de las bombas de calor respecto a las calderas).

Mientras que en instalaciones de ACS con generadores de combustión la tendencia en los últimos años ha sido ir reduciendo la acumulación necesaria (para de esa manera reducir el espacio utilizado en la sala de calderas por este elemento y también el consumo energético para mantener el agua a 60° C en los acumuladores), si se resuelven las instalaciones de ACS con sistemas bomba de calor la acumulación necesaria para satisfacer los momentos de consumo punta aumentará. Esto viene dado por los diferentes tiempos de respuesta entre ambas tecnologías de generación, mucho más lentos para los sistemas con bomba de calor. En una instalación resuelta con caldera puede ser suficiente con almacenar un 25% del consumo total diario de agua caliente sanitaria, mientras que en una instalación con bomba de calor aerotérmica sería necesario almacenar entre el 50 y el 100% del total diario. Este funcionamiento más inercial del sistema requerirá también de superficies de intercambio más elevadas que afectarán al tipo de depósito utilizado.

Es evidente que el nuevo CTE, de forma indirecta, supondrá un cambio en la tecnología de depósitos de acumulación que utilizaremos en nuestras instalaciones. Esto se acentúa todavía más cuando también consideramos la sección HE4 del CTE HE, que también facilita de forma indirecta la propuesta de sistemas de bomba de calor para el cumplimiento de la contribución renovable para la demanda de ACS y, por tanto, los acumuladores asociados.

Finalmente, la modificación del CTE también favorece y dinamiza el uso de sistemas hibridados. Estos sistemas híbridos (combinando varias fuentes de calentamiento de origen principalmente renovable), obligan al uso de depósitos con múltiples sistemas de intercambio para almacenar la energía en los mismos. En el capítulo correspondiente de esta guía, se comentará en detalle las características que deben tener los depósitos de acumulación de agua para integrarse correctamente en las instalaciones de tipo híbrido.

d. Real Decreto 178/2021 del RITE. Requisitos de instalación.

En el año 2021 se modificó el RITE en Fase I (según Real Decreto 178/2021), con cambios principalmente en la parte de disposiciones generales para armonizar y alinearse con diversas Directivas Europeas (Ecodiseño, Renovables, Eficiencia Energética) y el propio CTE. También ha habido cambio en la parte de Instrucciones Técnicas (sobre todo en la IT 1 referida al Diseño y Dimensionado), que obliga al uso e instalación de tecnologías alineadas con la Directiva de Ecodiseño antes comentada.

En esta modificación del RITE se plantea una modificación muy trascendente en las instalaciones de ACS, que puede suponer un cambio importante en el sector de los depósitos de acumulación. El cambio principal aparece en la nueva "IT 1.2.4.1.2.4 Preparación de agua caliente para usos sanitarios", en cuyo punto 3 se abre la vía para la utilización de depósitos de acumulación en los que pueden conectarse sistemas de generación renovable y sistemas de generación auxiliar convencional a partir de fuentes no renovables (algo prohibido en España hasta el momento a diferencia de otros países europeos).

Es lógico que lo anterior favorecerá el mercado de interacumuladores capaces de combinar dos o más fuentes de energía (renovables y fósil) con circuitos primarios independientes. Más allá de la permisibilidad legal del uso de estos acumuladores, deberán seleccionarse correctamente en términos de una relación altura/diámetro adecuadas (para favorecer una correcta estratificación), así como plantear superficies de intercambio suficientes para asegurar un buen aprovechamiento de las fuentes de origen renovable o de los sistemas a baja temperatura.

e. Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, en cuanto a aspectos para la prevención y control de legionela.

En 2022 se publicó el Real Decreto 487/2022, de 21 de junio. Incluye corrección de errores publicada en el BOE núm. 36, de 11 de febrero de 2023, donde se indican los requisitos sanitarios para la prevención y control de la legionela. Esta actualización era muy necesaria, de cara a alinear los criterios reglamentarios con lo que se indica en la norma complementaria UNE 100030:2023. Hay que considerar que el ámbito sanitario en cuanto a control y prevención de la legionela afecta directamente a las instalaciones de ACS y en particular a los depósitos de acumulación (priorizando siempre la seguridad de las personas por encima de cualquier otra variable).

Esta reglamentación (que aplica a todas las instalaciones de los edificios a excepción de los dedicados al uso para viviendas), condiciona el diseño de los acumuladores que deben utilizarse en las instalaciones afectadas, así como a las condiciones de trabajo en cuanto a las temperaturas de utilización de estos. Hay que indicar que esta reglamentación solo se aplica a los depósitos para agua de consumo, no afectando a los depósitos para circuitos primarios o cerrados (depósitos de inercia, por ejemplo).

Los acumuladores utilizados en aquellas instalaciones dentro del marco del Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, incluye corrección de errores publicada en el BOE núm. 36, de 11 de febrero de 2023, deberán tener los accesos adecuados para poder realizar las inspecciones y limpiezas necesarias para asegurar que no haya riesgo de proliferación bacteriana.

Los sistemas de acumulación de agua de 750 litros o más deberán disponer de boca registro fácilmente accesible, con un diámetro mínimo de 400 mm que permita realizar operaciones de inspección, limpieza, desinfección mantenimiento y protección contra la corrosión. Los depósitos menores de

750 litros deberán tener un acceso suficiente para realizar estas acciones (generalmente una boca de mano de 150 mm). Los interacumuladores de doble tanque (con un diseño particular y volúmenes de acumulación de agua siempre inferiores a 750 litros) estarán provistos de los correspondientes accesos para inspección, limpieza, vaciado y toma de muestras adecuados a sus características de diseño definidas en la norma UNE-EN 12897:2017+A1:2020. Hablamos en este caso de medios de vaciado indirecto e inspección realizada por medios endoscópicos en caso necesario.

Por otro lado, los acumuladores estarán dotados de un sistema de medida de temperatura representativo del agua interior y dispondrán de llave de purga accesible en la zona más baja del depósito que permita el vaciado completo y la toma de muestras y que además se situará con nivel inferior a la salida del agua (a excepción de los acumuladores doble tanque, que tendrán mecanismos indirectos y adaptados según comentado anteriormente).

En cuanto a las temperaturas de utilización, se asegurará, en toda el agua almacenada en los acumuladores de agua caliente finales, es decir, inmediatamente anteriores a consumo, una temperatura homogénea y mínima de 60 °C. En el caso de interacumuladores de doble tanque, la temperatura del agua debe ser como mínimo de 70 °C.

Finalmente, la instalación de generación permitirá que el agua alcance una temperatura de 70 °C en caso de que se necesite realizar un tratamiento térmico de desinfección, con lo que los depósitos utilizados deberán ser adecuados en materiales para soportar estos choques térmicos.



3.

Tipos de sistemas de acumulación

Cuando se habla de sistemas de acumulación haremos referencia a la acumulación de energía térmica. El fluido de acumulación de referencia siempre ha sido agua, aunque podrían emplearse otros fluidos más utilizados para aplicaciones industriales: aceites, soluciones de sales, ...

Un sistema de acumulación que utiliza agua a distintas temperaturas se ha empleado y se emplea para la mayoría de las aplicaciones de suministro de ACS, calor para servicios de calefacción, frío para refrigeración o aplicaciones industriales. Nos centramos en esta guía en aplicaciones de acumulación de agua para estos servicios anteriormente mencionados.

Todo sistema de acumulación de energía térmica se caracteriza por la necesidad de un depósito y un sistema de intercambio de calor debidamente dimensionado, que sea capaz de proporcionar el caudal punta necesario, con unos tiempos de recuperación suficientemente bajos, y con un rendimiento que proporcione un caudal continuo adecuado teniendo en cuenta las siguientes premisas:

- Un sistema de producción acumulada debe suministrar un caudal de agua caliente en un período de tiempo determinado.
- El caudal de suministro depende del volumen acumulado de agua y de su temperatura.
- El agua caliente que está siendo consumida de un depósito es reemplazada por agua más fría que entra por la parte baja del depósito.

- El agua fría y caliente tienden a estratificarse y no mezclarse, por diferencia de densidades.
- Los depósitos se dimensionan para provocar la estratificación del fluido en su interior, al mismo tiempo que se cuida de aislarlos y protegerlos ante corrosiones.
- La inyección de energía térmica al acumulador se puede hacer en la parte superior del depósito o en la parte inferior, según queramos favorecer o no la estratificación interior.
- La mayoría de los depósitos permiten la recirculación de agua caliente hacia la instalación, a distintas alturas y con otras tomas diferentes a las tomas de entrada de agua de red o de retorno de calefacción.

Dentro de la producción acumulada podemos hacer una primera división dependiendo del número de usuarios o propiedades a los que se suministra servicio:

- Producción mediante **acumulación individual**. Se suministra ACS o energía para calefacción a una propiedad con distintos puntos de consumos con una simultaneidad determinada según el grado de confort o el número de puntos de consumo a los que queramos dar cobertura.
- Producción mediante **acumulación colectiva o centralizada**. Se suministra ACS a distintos propietarios o usuarios según un nuevo coeficiente de simultaneidad dependiente ahora del número de propiedades dentro de un edificio o varios edificios.

Atendiendo a los servicios que ofrece el acumulador en la instalación nos encontraremos esta clasificación:

- **Depósitos de suministro de ACS:** que acumulan agua para su consumo en el servicio de ACS. Deben estar preparados para poder trabajar con las presiones de suministro y composiciones de agua de red con un aporte continuo de sales, cloruros, etc.... disueltos en dicha agua de red.
- **Depósitos de inercia:** normalmente acumulan agua de primario, es decir, de un circuito cerrado de agua previamente tratado. Estos depósitos se pueden utilizar para aportar su energía en forma de agua acumulada al suministro de ACS o para el servicio de calefacción/refrigeración al edificio que se quiera climatizar.

Entrando en detalle de la clasificación anterior, los equipos disponibles en mercado para satisfacer los suministros de ACS y calor para calefacción serán los siguientes:

- **Depósitos generadores de agua caliente sanitaria (ACS),** equipos que además de la acumulación incluye la generación de energía térmica directa para mantener a cierta temperatura el tanque de acumulación. Esta energía del acumulador de ACS puede proceder de:
 - Una resistencia eléctrica que calienta al ACS por efecto Joule, los termos eléctricos.
 - Combustión de gas natural, GLP o gas renovable, los acumuladores de agua a gas.
 - Un ciclo de refrigerante o bombas de calor de ACS, con intercambiador incluido refrigerante-agua.

- **Depósitos interacumuladores de agua caliente sanitaria (ACS),** en este caso el sistema de generación térmica es externa al equipo y en el interior o exterior del depósito se cuenta con un sistema de intercambio de calor:

- Interacumuladores de un serpentín. Con un serpentín en el interior del acumulador que inyecta energía térmica procedente de una fuente energética externa: una caldera, bomba de calor, sistema de energía solar, etc...
- Interacumuladores de doble serpentín. En este caso contamos con dos serpentines en el interior del acumulador pudiendo gestionar su calentamiento dependiendo de las fuentes energéticas exteriores, normalmente un serpentín conectado a un generador que utiliza una fuente convencional de energía y el otro a una fuente de energía renovable, o ambos a distintos sistemas de energía renovable o incluso convencionales
- Interacumuladores de doble tanque. Estos acumuladores se componen de un tanque que envuelve a otro tanque que es calentado con mayores volúmenes de suministro que el tanque envolvente que es el que aporta la energía térmica al fluido del tanque interior.

- **Depósitos de inercia con producción de ACS.** Equipos que además de proporcionar servicio de ACS cuentan con acumulación de energía térmica para satisfacer las necesidades de calor para el servicio de calefacción.

- **Depósitos de inercia.** Estos equipos sólo procuran energía térmica para el servicio de calor para calefacción (o frío para refrigeración) a distintas temperaturas de suministro o a varios circuitos de climatización con distintas temperaturas de trabajo.

a. Depósitos generadores de ACS

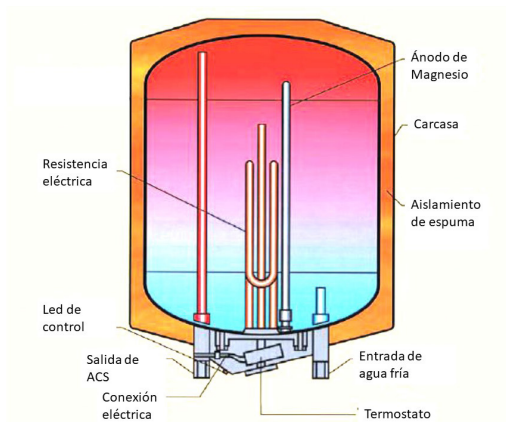
Estos depósitos contienen en su interior la fuente energética de calentamiento de ACS. Esta puede ser gas (acumuladores directos a gas, por medio de combustión), un ciclo de cambio de estado de refrigerante o bomba de calor para producción de ACS o con una resistencia eléctrica (termos eléctricos).

El mayor competidor de estos depósitos de acumulación de ACS son los equipos de producción de ACS instantánea al ser más compactos, pero con la ventaja de necesitar menos potencias instaladas para calentar sus depósitos, por lo que son aptos para la utilización con energías renovables, caracterizadas éstas por el aporte en potencia instantánea más reducida que los equipos de combustión tradicionales de suministro instantáneo.

Una desventaja derivada de la potencia instalada más reducida son los tiempos de preparación que necesitan estos depósitos de acumulación que un equipo de producción instantánea no tiene, pero en su contra éstos tienen unos caudales punta limitados a su potencia máxima..

Los sistemas de acumulación al igual que los sistemas de producción instantánea de ACS requieren tener debidamente aislados tanto el tanque de acumulación o equipo productor de ACS instantánea como la red de suministro de ACS para evitar pérdidas.

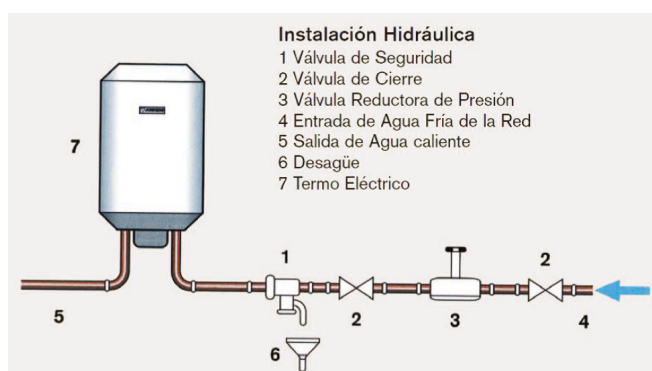
i. Termos eléctricos



Una solución para el suministro de ACS acumulada puede ser un termo eléctrico. En este caso necesitamos una conexión eléctrica de 230 V c.a. monofásica para alimentar una resistencia que a su vez calentaría el agua acumulada. Estos aparatos están compuestos por:

- **Depósito** aislado donde se acumula el ACS con diferentes tratamientos para prevenir la corrosión. Algunos modelos llevan dos acumuladores conectados en serie con una resistencia cada uno de ellos, buscando más estratificación y menores tiempos de recuperación.
- Una **resistencia eléctrica** sumergida en dicho depósito de valores que oscilan de 1,5 a 2 kW dependiendo de la capacidad del termo eléctrico y que puede ir sin envainado o con él. Los equipos con resistencias envainadas permiten el cambio de la resistencia sin necesidad de vaciar todo el acumulador. Algunos equipos pueden contar con dos resistencias.
- **Ánodo de sacrificio** para evitar una corrosión prematura del depósito.
- **Termostato** donde ajustar la temperatura del agua acumulada.

- **Control** donde poder programar tiempos de calentamiento o seguridad antiheladas, por ejemplo. En equipos más avanzados la electrónica incorpora una funcionalidad que registra los tiempos y cantidades de ACS demandadas, función llamada SMART, que permite gestionar los tiempos de calentamiento de la resistencia ajustándolos a los tiempos de demanda, optimizando la eficiencia de estos equipos.



Normalmente el material de construcción de los termos eléctricos es acero vitrificado, esto va a provocar que si unimos la instalación con tubo de cobre u otro material metálico es necesario poner manguitos dieléctricos entre ambos metales para disminuir o evitar la corrosión a causa del par galvánico. En las conducciones que se realicen con tubos de plástico hay que tener en cuenta que las canalizaciones de agua tienen que soportar la presión máxima que puede alcanzar el depósito (la presión de la válvula de seguridad) y la temperatura máxima que alcanza el agua de acumulación.

En la instalación de un termo eléctrico se debe incluir necesariamente una válvula de seguridad o de sobrepresión, que se suministra siempre con el termo. Esta válvula de sobrepresión debe de ser conducida al desagüe en previsión de posibles goteos debidos a eventuales aperturas de dicha válvula.

El goteo de las válvulas de seguridad está producido por el aumento de volumen del agua cuando se incrementa su temperatura. Es decir, 50 litros a 20 °C ocupan 50 litros, este mismo agua a 70 °C ocupa 51,5 litros, como el termo es un espacio cerrado y estanco, y sus paredes normalmente no son elásticas, el aumento del volumen provoca el consiguiente aumento de presión. Cuando se alcanza la presión de la válvula de seguridad, las válvulas gotean impidiendo, de este modo, que se consigan presiones mayores y el termo eléctrico revienta.

Se comercializan termos eléctricos desde 10 litros a 500 litros de acumulación, en formato de depósito vertical y también para colocación en horizontal, con menos rendimientos éstos y con las resistencias con inclinación respecto a la horizontal. Algunos depósitos tienen más altura o más esbeltos para favorecer la estratificación e instalarlos dentro de un armario de cocina o WC por ejemplo. Al respecto, la mayoría son cilíndricos, pero también los podemos encontrar en formato prismático con base rectangular.

La recomendación de la instalación de un termo eléctrico la haremos cuando:

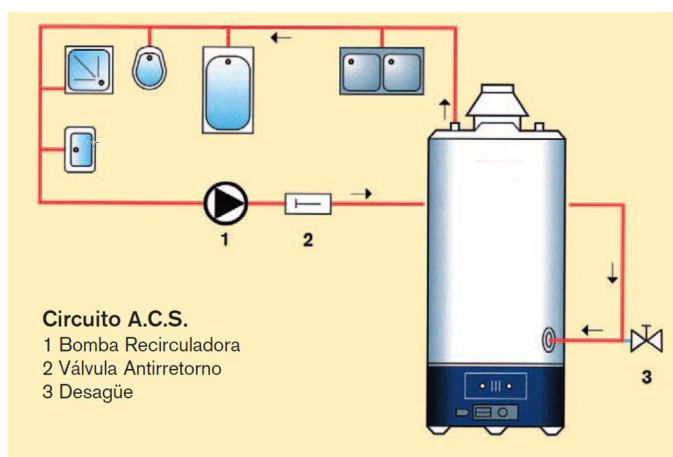
- Se busca una instalación sencilla y rápida con un coste de producto bajo.
- No hay problemas de espacio en la ubicación del equipo.
- Locales sin ventilación o sin posibilidad de instalación de tubos de evacuación de gases quemados.
- Se necesita alimentación de corriente eléctrica monofásica.
- Demandas moderadas de ACS por ejemplo en viviendas o pequeños locales comerciales.

ii. Acumuladores de ACS a gas

Otra solución para producir ACS acumulada con un solo aparato consiste en la utilización de un acumulador de agua a gas. Estos aparatos calientan el agua

en un depósito convenientemente aislado y protegido por un ánodo de magnesio, quemando gas en un quemador situado por debajo de dicho depósito.

Con el requerimiento de los niveles de emisiones de NOx de la normativa europea de Ecodiseño ha quedado una oferta muy residual de equipos en el mercado siendo sustituida la oferta de acumuladores por bombas de calor de ACS.



Los encontraremos en el mercado con cámara de combustión estanca, aunque hay muchos instalados con la cámara de combustión abierta. Son equipos con capacidades de 120 a 300 litros de capacidad con tiempos de recuperación más cortos que los termos eléctricos, al contar con quemadores de gas de mayores potencias que las resistencias de los termos eléctricos.

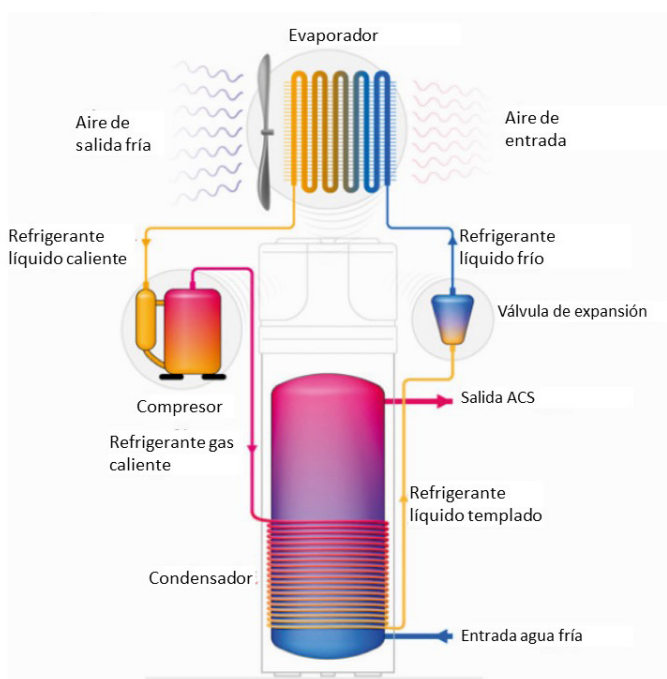
No hay que confundir estos depósitos con los generadores instantáneos a gas para producción de ACS en curva de condensación (con sistemas de intercambio tank in tank), pensados para instalaciones colectivas con altos consumos de ACS, que tienen la consideración de caldera y no de acumulador.

Para el cumplimiento de las normativas de rendimientos y emisiones de NOx de la ErP se comercializan equipos con aprovechamiento de la condensación de los gases de combustión y de bajas emisiones.

Para recomendar la instalación de un acumulador de agua a gas se debe cumplir con los requisitos del Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11, así como los del Real Decreto 178/2021, de 23 de marzo. RITE, y tener en cuenta los siguientes requerimientos:

- Posibilidad de suministro de gas al local, que esté ventilado y que se permita efectuar la evacuación de gases quemados.
- Por los volúmenes de acumulación se instalan de pie sobre el suelo.
- Suministros moderados y altos de ACS con tiempos de recuperación medios, no tan largos como los termos eléctricos o las bombas de calor de ACS.

iii. Bombas de calor para ACS



Una bomba de calor es un dispositivo que transporta energía de una zona a baja temperatura a otra a temperatura mayor, para lo cual utiliza la energía del aire del ambiente en el que está instalado; su eficacia se describe como el coeficiente COP, que es la razón entre el calor transferido y la energía que se necesita para transferirlo.

Partiendo de la alta eficiencia de las bombas de calor para la producción de ACS, su hibridación con otras fuentes de origen renovable o convencional, puede proveer la energía auxiliar suficiente para superar las necesidades de apoyo.

El depósito de agua puede constituir parte de la bomba de calor o bien ir separadamente. El intercambio de calor entre el refrigerante y el depósito se realiza por un serpentín que envuelve al tanque de agua en la mayoría de los casos o por un intercambiador agua-refrigerante en el cabezal de la bomba de calor.

La electricidad es necesaria para hacer funcionar diferentes componentes, como el compresor y el ventilador. Aun así, la bomba de calor aire-agua es considerada renovable si tiene sus rendimientos o COP en funcionamiento de ACS por encima de lo considerado como aerotermia renovable.

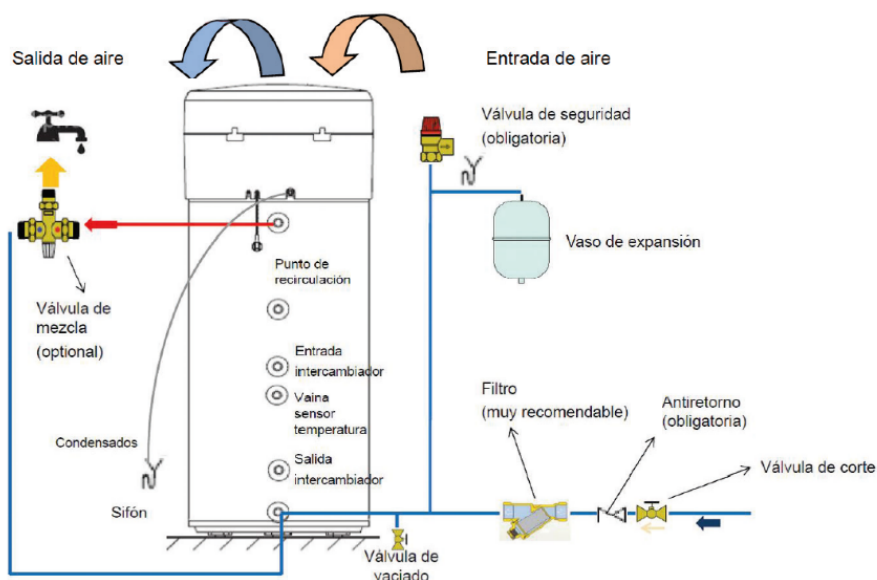
La UNE-EN 16147:2017+A1:2023 y el Reglamento UE 2018/543, de obligado cumplimiento para calentadores de agua con bomba de calor con potencia calorífica nominal ≤ 70 kW, permite evaluar el factor de rendimiento medio estacional de las bombas de calor para obtención de ACS ($SCOP_{DHW}$) que es el requerido en el Código Técnico de la Edificación CTE.

Si una bomba de calor aire-agua tiene un COP en ACS de 3,9, quiere decir que consumiendo 0,4 kW de electricidad es capaz de generar 1,56 kW térmicos ($3,9 \times 0,4 = 1,56$) en unas condiciones ambientales determinadas: clima frío, templado o cálido.

El esquema de instalación hidráulica de una bomba de calor aire-agua con depósito es semejante al de cualquier acumulador, pero necesitan un caudal de aire determinado y que este aire esté entre unas determinadas tempera-

turas para su correcto funcionamiento. Este caudal de aire o bien se coge de la sala donde está instalada o bien, mediante un conducto, se toma el aire del exterior.

En el caso de tomar el aire de la sala es necesario que el local cuente con un volumen mínimo que marca el fabricante del equipo. En el caso de utilizar conductos de aire, el fabricante marcará el diámetro mínimo del conducto y la longitud máxima del mismo.



El aire de aspiración debe estar libre de impurezas así como de:

- Sustancias agresivas (amoníaco, azufre, productos halógenos, cloro, disolvente)
- Sustancias grasas o explosivas
- Concentraciones de aerosoles

Si el aparato sólo dispone de un conducto (conducto de aspiración o de descarga de aire), durante el funcionamiento en la sala de instalación puede producirse vacío o sobrepresión y siempre será enfriada. Una correcta instalación de estos sistemas implica haber tenido en cuenta las presiones que se vayan a generar en la sala en la que vayan a estar instalados. En cualquier caso, siempre habrá que asegurar una diferencia de presión neutra entre los conductos de aire que va a utilizar.



Nos encontramos bombas de calor específicas para la preparación de ACS de tamaños de 80 a 300 litros para aplicaciones domésticas o comerciales, de instalación de pie sobre suelo, o incluso murales para capacidades no superiores a 150 litros. Existen bombas de calor para suministros a edificios o centralizadas ubicadas muchas de ellas al lado de una caldera, con mayores potencias, ya trifásicas, y de mayores volúmenes de acumulación.

Podemos recomendar la instalación de una bomba de calor de ACS cuando:

- No hay acceso a un sistema de suministro de gas natural, gas renovable, butano o propano, o no desee el cliente gas en su instalación, o no se desee o se pueda realizar una evacuación de gases al exterior. La instalación es semejante a la de un termo eléctrico.
- Si tenemos suficiente espacio en el local para instalarla. La bomba de calor se puede instalar con y sin conductos de aire.

- El usuario quiere ahorrar energía respecto al sistema que posee en la actualidad, por ejemplo si tiene un termo eléctrico, acumulador a gas, etc. La bomba de calor permite un ahorro significativo de energía, superior al 70% comparativamente con otros sistemas para calentar el agua. Indicado para peluquerías, gimnasios, centros deportivos, hostales, etc.
- Cuando el usuario desee funcionamiento combinado con un sistema de calefacción o solar para el calentamiento de ACS. No todas las bombas de calor están diseñadas para esto, se necesitaría un serpentín adicional en el tanque de acumulación. Existen unidades que se pueden combinar fácilmente y de forma fiable con sistemas ya existentes – por ejemplo con una caldera de gas o leña o captadores solares. Tal combinación también ofrecerá oportunidades adicionales de ahorro, y mejores tiempos de recuperación.
- Cuando el usuario quiera independizarse de la red eléctrica o cualquier suministro de energía convencional, por ejemplo, en viviendas aisladas en el campo, sin conexión eléctrica. La bomba de calor de ACS permite tener consumo cero simplemente al realizar una instalación solar térmica de apoyo al serpentín del equipo y un sistema fotovoltaico que cubra las necesidades eléctricas de la bomba de calor.

b. Depósitos de ACS

Utilizados para grandes consumos de ACS en instalaciones de viviendas centralizadas, aplicaciones industriales o sector terciario. Almacenan agua caliente proveniente de un intercambiador externo o generador exterior al depósito.

Ofrecen gran flexibilidad en las instalaciones al diseñarse el sistema de acumulación separado al sistema de generación o intercambio, muy adecuados para grandes demandas de ACS.



En el mercado se encuentran para diferentes volúmenes de acumulación y diferentes materiales constructivos y de aislamiento y también son denominados aljibes.

c. Depósitos interacumuladores de ACS

También llamados acumuladores indirectos. Deben ser conectados a una fuente de energía externa, incorporando un intercambiador de calor para el calentamiento del ACS. En estos casos podemos trabajar con potencias más altas y tiempos de recuperación más bajos. Estos depósitos sirven para poder satisfacer las necesidades de ACS de muchos puntos de consumo simultáneamente.

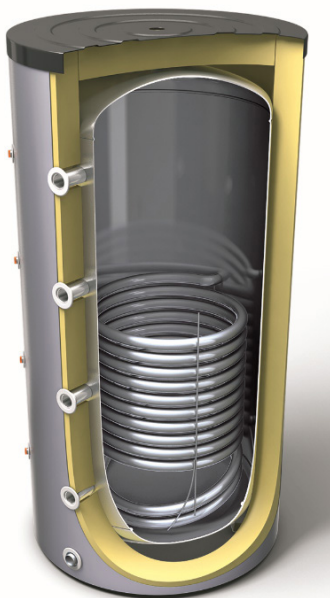
Los depósitos interacumuladores ya sean de acero esmaltado o de acero inoxidable, se combinan eficazmente con cualquier fuente energética que aporte el calor al depósito.

En el mercado encontraremos una amplia gama de depósitos interacumuladores de ACS, según su capacidad de acumulación hasta 5.000 litros, y con distintas disposiciones, formatos y materiales constructivos.

Los esquemas de componentes para la instalación de un depósito interacumulador de ACS sigue el mismo esquema que los depósitos de ACS.

i. Depósitos interacumuladores de 1 serpentín

Indicados para situaciones en las que se necesitan grandes cantidades de agua caliente.



Ideal para viviendas, colegios mayores, residencias, pequeñas industrias, edificios públicos, balnearios deportivos e instalaciones hoteleras, etc. que tengan la necesidad de abastecimiento de ACS en varios puntos simultáneamente y espacio para localizar el depósito y un generador de calor externo.

Dentro de los acumuladores interacumuladores de 1 serpentín, además de la capacidad en litros del tanque acumulador, deberemos tener en cuenta la potencia de intercambio del serpentín. Así nos encontraremos serpentines para trabajar con calderas, por ejemplo, con inyección de una gran cantidad de potencia a temperaturas altas, incluso a 90°C, que requieren menos superficies

de intercambio del serpentín. Por otro lado, tendremos serpentines que trabajarán con fuentes renovables de menos potencia inyectada y a menores temperaturas, que requerirán serpentines de grandes superficies de intercambio.

Siempre tendremos en cuenta las presiones de trabajo, además de las temperaturas, que es lo que definirá el grupo de seguridad y tarado de la válvula de seguridad a instalar siempre con estos acumuladores.

Además de las temperaturas y superficies de intercambio del serpentín tendremos en cuenta la ubicación del serpentín dentro del tanque acumulador. Normalmente se localiza en la parte inferior del tanque para enseguida inyectar la energía térmica en la parte por donde entra agua fría de red en el momento de una demanda de ACS procedente de dicho acumulador. También conseguiremos mejores rendimientos en la transmisión del calor al tener en la parte inferior más gradiente térmico entre el agua del acumulador y la del serpentín.

En cuanto a las tomas del serpentín, normalmente se utiliza la toma superior del serpentín para introducir el aporte procedente del generador de calor (caldera o bomba de calor) y de la toma inferior extraer el agua de primario que vuelve al generador de calor, de esta manera en el intercambio no se produce una fatiga elevada por diferencias de temperaturas si las tomas las colocamos al revés, sobre todo si alimentamos al serpentín con agua de primario a altas temperaturas, como podría ser el caso de proceder de un sistema solar térmico.

En el mercado encontramos depósitos acumuladores de un serpentín integrado en su interior de 75 a 5.000 litros. Con posibilidad de incorporar resistencias de apoyo o no, con tomas de conexión por la parte superior o en el lateral del acumulador, con conexiones de recirculación, aberturas laterales o superiores para inspección o mantenimiento, etc....

Cuando las necesidades de ACS son muy elevadas, de tal forma que requieren depósitos de gran capacidad, y teniendo en cuenta los tiempos de recuperación de ACS, la utilización de intercambiadores externos conectados con el depósito con la ayuda de una bomba de circulación, nos permite satisfacer las necesidades de ACS acorde con los requerimientos de uso.

Recomendaremos un acumulador de un serpentín en aplicaciones:

- De elevada demanda de ACS y niveles de confort altos, con reducidos tiempos de preparación.
- Cuando dispongamos de solo una fuente de energía térmica o generador exterior.
- Fácil integración con distintos generadores de calor: calderas de gas, biomasa, gasóleo, bombas de calor, ...
- Espacio suficiente para ubicar al lado del generador de calor el sistema de acumulación con un serpentín para la producción de ACS.

ii. Depósitos interacumuladores de 2 serpentines

Indicados para situaciones en las que se necesitan grandes cantidades de agua caliente como en el caso anterior, pero en esta ocasión podremos introducir energía térmica de dos fuentes diferentes: caldera y solar térmica, bomba de calor y solar, caldera y bomba de calor, ...

En estos tipos de acumuladores, aparte de tener en cuenta su capacidad, las superficies de intercambio de serpentín y las conexiones de tomas de los serpentines, es indispensable tener una completa gestión del funcionamiento de cada serpentín y de la activación de las fuentes de energía exterior que alimenta a cada uno de ellos.

Por ejemplo, si tenemos un serpentín alimentado por una fuente renovable de energía, siempre dar preferencia a este suministro de energía antes que a la alimentación de una caldera que consume energía convencional. Lo mismo si lo aplicamos a distintos costes de la energía, deberíamos ser capaces de contar con un sistema de control que pueda gestionar siempre si el aporte de energía térmica a uno de los dos serpentines es más barato que el del otro serpentín, para optimizar el gasto energético. Este mismo sistema de control debería en todo momento comprobar que la utilización de un serpentín o del otro no venga en detrimento del confort o de los tiempos de recuperación del depósito.

Como en los acumuladores de un serpentín, siempre tendremos en cuenta las presiones de trabajo, además de las temperaturas, que es lo que nos definirá el grupo de seguridad y tarado de la válvula de seguridad a instalar siempre con estos acumuladores.

Encontraremos en el mercado acumuladores de doble serpentín desde 150 litros hasta grandes capacidades. Cuando se necesiten volúmenes de acumulación muy elevados, debemos pensar en varios acumuladores separados, cada uno con su serpentín de aporte de energía o incluso sin serpentín con un sistema de intercambio en el exterior compuesto por un intercambiador de placas.



Recomendaremos un acumulador de doble serpentín en aplicaciones:

- Cuando dispongamos dos fuentes de energía térmica o generadores exteriores.
- Fácil integración con distintos generadores de calor en simultáneo: calderas de gas, biomasa, oil, bombas de calor, energía solar térmica, ...
- Espacio suficiente para ubicar al lado del generador de calor el sistema de acumulación con un serpentín para la producción de ACS.

iii. Interacumuladores doble tanque

Los interacumuladores de doble envoltente, doble tanque o “Tank in Tank” fueron creados específicamente para la producción de ACS. Como su denominación “doble tanque” indica, se trata de un tanque fabricado generalmente en acero inoxidable que alberga el agua de consumo a calentar, sumergido en otro tanque de acero al carbono por donde circula el fluido primario. Formalmente se consideran calentadores indirectos cerrados, según la norma de diseño que les aplica UNE-EN 12897:2017+A1:2020.



La filosofía de trabajo de este tipo de interacumuladores, se basa en poder transferir mayor cantidad de energía en el mismo tiempo respecto a otros sistemas de acumulación, dada la elevada relación entre la superficie de intercambio y el volumen de acumulación. Los volúmenes de acumulación utili-

zados con esta tecnología son del orden del 50% respecto a otros sistemas de acumulación (siempre considerando temperaturas de primario de entre 75 y 80 °C). Para generadores a baja temperatura, los tamaños a utilizar con los sistemas doble tanque se igualan respecto a otros sistemas de acumulación.

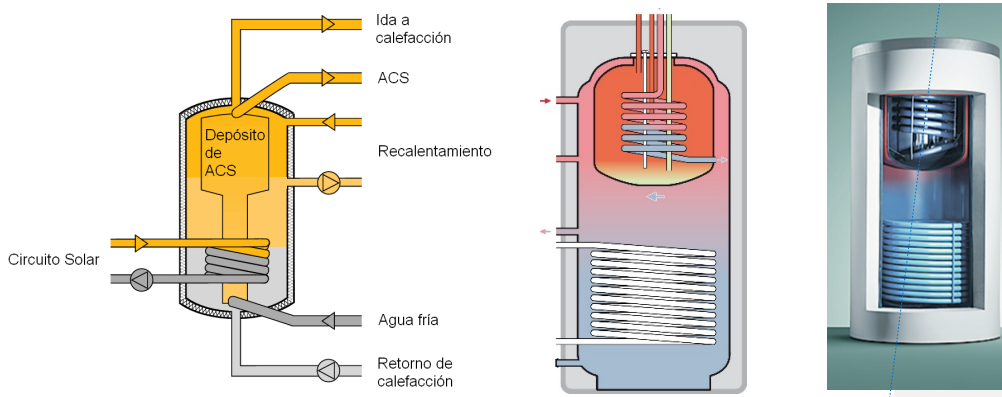
El uso de sistemas de doble tanque supone un cambio sustancial en el diseño de instalaciones centralizadas de producción de ACS, ya que, en lugar de utilizar grandes acumuladores para cubrir puntas de consumo, se emplean sistemas de transferencia de energía mucho más rápidos que permiten trabajar con acumulaciones significativamente menores. Normalmente, con estos sistemas, las instalaciones se dimensionan con temperaturas de almacenamiento de 70 °C. (necesario tanto para asegurar los consumos punta como por requerimiento de la normativa sanitaria según antes comentado).

d. Depósitos de inercia con producción de ACS.

i. Depósitos Doble tanque

Es un depósito de inercia lleno de agua de calefacción con un segundo depósito de ACS de menor volumen en su interior. Dentro del segundo depósito se acumula el ACS que es calentado por el agua de calefacción que lo rodea.

El depósito interior de ACS suele ser de acero inoxidable (tiene mayor conductividad que el acero vitrificado). La gran superficie de intercambio que ofrece este depósito minimiza la susceptibilidad de la calcificación.



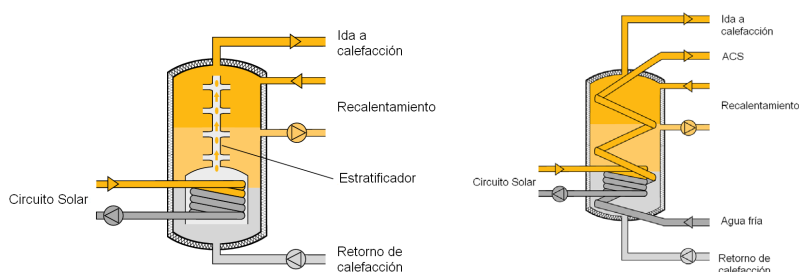
ii. Depósito de inercia con producción instantánea de acs

Los depósitos multifunción (o combi) con producción de ACS permiten el uso de una instalación solar u otra fuente de energía renovable para el calentamiento del ACS, así como para el precalentamiento del depósito de inercia del generador de calefacción. El calor aportado por el generador se envía al depósito de tal forma que los picos de potencia se almacenan en el depósito de inercia. De esta forma se evitan arranques y paradas innecesarias del generador (sobre todo en momentos en los que la demanda de calor es baja) aumentando el rendimiento estacional del generador y evitando emisiones innecesarias.

- Todo el calor se acumula en un circuito cerrado.
- Pueden ser de acero convencional (acero al carbono).
- En la zona superior se encuentra el volumen de disposición para el calentamiento de ACS.
- En la zona media se encuentra la zona para calefacción.
- El intercambiador solar se encuentra en la zona baja del depósito.
- Sirven de depósito de inercia para la caldera.
- El ACS se prepara al paso.
- No es necesario un intercambiador adicional para la preparación de ACS ni acumulación específica.

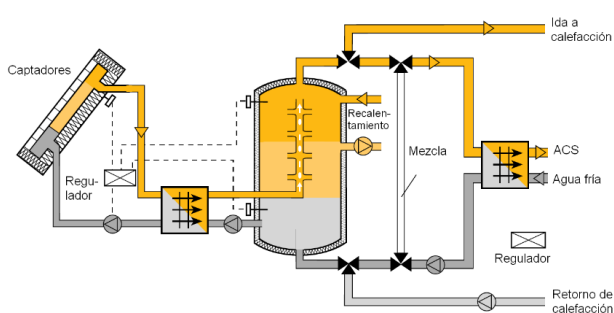
ii.a Depósitos multifunción con intercambiadores internos

La instalación de energía solar se conecta a un intercambiador tubular situado en la parte inferior del depósito. El calentamiento del ACS se realiza “al paso” (a contra flujo) mediante un intercambiador de acero inoxidable corrugado que discurre desde la parte baja hasta la superior del depósito.



ii.b Depósitos multifunción con intercambiadores externos

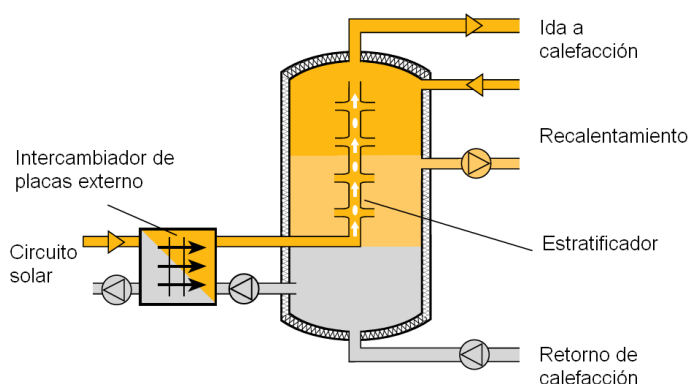
En este tipo de depósitos multifunción los intercambiadores tubulares internos del depósito -de la fuente renovable y del ACS- se sustituyen por sistemas de intercambio (módulos) mediante intercambiador de placas externos. Los sistemas de intercambio externo son más eficientes y la potencia se puede adaptar en función de la demanda de ACS y del generador/instalación solar.



iii. Depósitos de inercia con sistema de estratificación

En los depósitos estratificadores el calor solar de mayor nivel térmico se almacena directamente en la parte superior (zona de disposición), de esta forma se evita que el generador arranque tan a menudo. La estratificación se puede realizar de dos formas:

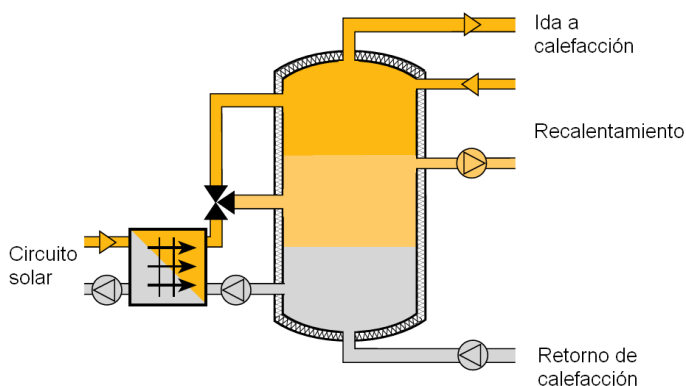
- **Estratificación pasiva:** mediante los elementos estratificadores dentro del depósito. Columnas, chapas de guía, etc ...



La ventaja de los estratificadores pasivos es la sencillez de montaje. El único inconveniente es la limitación de caudal para su correcto funcionamiento.

- **Estratificación activa:** el depósito de inercia se carga a diferentes niveles en función de la temperatura, para ello se utilizan válvulas diversoras o bombas comandadas por la regulación.

En los depósitos con sistemas de estratificación activa normalmente se usan válvulas o bombas para en función de la temperatura de impulsión enviar el calor a la zona del depósito con el nivel térmico adecuado.



Sistemas de estratificación térmica.

Para instalaciones que combinan fuentes energéticas tradicionales con renovable y requieren depósitos de inercia con volumen de acumulación elevado (< 800 litros), son muy útiles los depósitos que incorporan sistemas de estratificación térmica, porque permiten la optimización en la utilización de la energía acumulada, en distintas franjas de temperatura para cada circuito independiente de calefacción o producción de ACS en la instalación.

Una de las características principales de los depósitos de inercia debe ser en cualquier caso, su clasificación energética, al tratarse de acumuladores de energía del sistema y trabajar en muchos casos a altas temperaturas, contribuyendo de este modo a una mejor eficiencia térmica del sistema.

e. Materiales empleados en la fabricación y su protección

i. Depósitos ACS de acero inoxidable.

En el presente apartado se van a destacar los siguientes puntos sobre las características de los depósitos con este material:

- El acero inoxidable.
- Resistencia a la corrosión.
- Material higiénico.

- Mantenimiento.
 - Calidad alimentaria.
 - Temperatura máxima de trabajo.
 - Vida útil.
- El acero inoxidable, es el material por excelencia, que más ventajas ofrece entre los empleados para la fabricación de depósitos acumuladores de ACS, si bien, es importante diferenciar sus cualidades dependiendo de la clasificación del acero y los procesos de fabricación empleados, en el resultado final como producto.

Los aceros inoxidables más utilizados en la confección de los depósitos para ACS, son los de tipo austenítico (series AISI 300), seguidos del tipo ferrítico (series AISI 400) o los denominados dúplex (aleaciones que combinan estructura austenítica y ferrítica).

El tipo de acero inoxidable se elige principalmente por su grado de resistencia a la corrosión, en las condiciones de trabajo a la que se ven sometidos los depósitos acumuladores de ACS y también por sus características mecánicas, que permiten optimizar el diseño de los depósitos, siendo los más apreciados por su relación calidad-precio y sus cualidades mecánicas y de soldabilidad, los de tipo austenítico, en sus distintos niveles de calidad.

Entre las principales ventajas de un depósito acumulador fabricado en acero inoxidable, caben destacar:

- Resistencia a la corrosión, o capacidad de soportar los distintos tipos de corrosión que puede provocar el agua potable a temperaturas habituales de acumulación y cuyo grado de agresividad varía con la composición química del agua en los distintos lugares geográficos. La resistencia a la corrosión de un depósito de ACS en acero inoxidable va a depender esencialmente del tipo y categoría del material y del correcto proceso de fabricación empleados (UNE 112076:2004 IN: Prevención de la corrosión

en circuitos de agua). En zonas con aguas con altos cloruros puede ser necesaria la instalación de un ánodo de protección para evitar problemas de corrosión.

- Material higiénico, de fácil limpieza, que permite tratamientos enérgicos de lavado y desinfección del depósito acumulador, como los tratamientos anti-legionella, sin sufrir alteración (Real Decreto 487/2022 por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. Norma UNE 100030:2023 : Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones.)
- Menor mantenimiento: Los depósitos de ACS fabricados en acero inoxidable, no acumulan residuos procedentes del consumo de ánodos de sacrificio, porque no precisan de protección catódica en condiciones normales de uso, lo que significa una reducción significativa de las labores de mantenimiento y limpieza de los depósitos, además de eliminar la necesidad del mantenimiento de los equipos de protección catódica, obligatoria por otro lado para otras soluciones distintas al acero inoxidable.
- Depósitos acumuladores con calidad alimentaria: El acero inoxidable es un material no tóxico, empleado por excelencia en todos los ámbitos de la industria alimentaria. Llega a igualar en las pruebas de higiene al vidrio y la porcelana, por lo que se considera óptimo para su utilización en la fabricación de depósitos destinados a la producción y acumulación de agua caliente sanitaria.
- Temperatura máxima de trabajo: Soporta sin alteración alguna, las temperaturas máximas de acumulación de ACS manejadas en este tipo de instalaciones (>90°). No obstante, para temperaturas de acumulación del ACS superiores a los 65°C y debido a que, por encima de estas temperaturas y con presencia en el agua de elementos halógenos como el cloro, el grado de agresividad del agua aumenta considerablemente, es

conveniente asegurar la correcta elección del tipo de acero inoxidable, normalmente con contenidos en molibdeno.

- **Larga vida útil:** la calidad de un depósito acumulador de ACS en acero inoxidable y su vida útil, depende principalmente de la correcta elección del tipo de acero inoxidable y su nivel de resistencia a la corrosión, de los procesos de fabricación empleados y de un buen diseño del depósito. Los procesos de soldadura empleados y el tratamiento final de las zonas afectadas térmicamente durante el proceso de fabricación, son determinantes para la vida útil del depósito acumulador en acero inoxidable.

ii. Depósitos ACS en acero al carbono con recubrimiento interno

Los depósitos acumuladores de ACS fabricados en acero al carbono, precisan de un recubrimiento interno a modo de película protectora que actúe como barrera eficaz contra la corrosión. Este recubrimiento puede ser de tipo orgánico o inorgánico.

Los factores principales a tener en cuenta en un producto de este tipo son, el grado de adherencia de la película protectora al sustrato y su impermeabilidad, junto con su capacidad al desgaste y por tanto la duración del recubrimiento a la temperatura máxima de acumulación del ACS prevista.

Todos los depósitos acumuladores de ACS en acero al carbono con recubrimiento interno deben incorporar por norma un sistema de protección catódica de la superficie (UNE 112076:2004 IN: Prevención de la corrosión en circuitos de agua).

– Recubrimiento Inorgánico

El recubrimiento inorgánico más idóneo conocido, entre los existentes en el mercado para este tipo de productos fabricados en acero al carbono, es el esmaltado vitreo.

El esmalte vitreo, es un recubrimiento inorgánico de larga duración a base de cuarzo y silicatos minerales, que aplicado en toda la superficie interior del depósito acumulador y curado en horno a temperaturas > 800 °C, crea una capa impermeable de aspecto porcelánico de gran resistencia química, especialmente resistente a las agresiones del agua y por tanto a los efectos de la corrosión del acero.

El esmaltado vitreo es un recubrimiento impermeable, aplicado a la superficie interna del depósito acumulador de ACS, de aspecto cerámico y “calidad alimentaria” a temperaturas superiores a las máximas utilizadas en este tipo de instalaciones (>90°C).

Todo recubrimiento o revestimiento interno en depósitos de ACS deber ser por ley, de calidad alimentaria (Real Decreto 891/2006 y Reglamentos CE 1935/2004, 2023/2006 y 450/2009), es decir, que no se producen migraciones de sustancias nocivas para la salud, a la temperatura máxima de trabajo del depósito acumulador.

La clasificación de calidad alimentaria de los recubrimientos en depósitos de ACS, debe certificarse por el fabricante, a las temperaturas máximas de trabajo.

Material higiénico: de fácil limpieza, permite tratamientos enérgicos de lavado y desinfección del depósito acumulador, como los tratamientos anti-legionella, sin sufrir alteración, por su dureza y gran resistencia a productos químicos y al desgaste.

(Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, incluye corrección de errores publicada en el BOE núm. 36, de 11 de febrero de 2023, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. Norma UNE 100030:2023: Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones).

En alternativa a los sistemas de protección catódica compuesta por ánodos de sacrificio en los depósitos acumuladores, el esmaltado vi-treo permite la instalación de sistemas de protección catódica elec-trónica permanente sin riesgo de alteración del recubrimiento, como el efecto “disbonding” o ampollamientos, que puede ocurrir en de-pósitos con recubrimientos orgánicos, lo que facilita enormemente el mantenimiento del sistema, al evitar limpiezas periódicas de los residuos de los ánodos de sacrificio y el recambio periódico de estos.

– **Recubrimiento Orgánico**

Los recubrimientos orgánicos para depósitos acumuladores de ACS, son productos normalmente a base de resinas epoxídicas, aplicados a tempe-ratura ambiente, que persiguen el mismo fin de protección contra la co-rrosión que el resto de recubrimientos, si bien, la calidad del producto final y su vida útil, van a depender, del tipo y calidad del recubrimiento, de los procesos de tratamiento previo a la aplicación del recubrimiento de la su-perficie a proteger y del diseño del producto, evitando intersticios internos y zonas o elementos que dificulten la aplicación de los recubrimientos en la totalidad de la superficie y de los procesos de fabricación utilizados.

Aunque existen en el mercado gran variedad de productos para recu-brimientos orgánicos, la limitación más importante, propia en este tipo de soluciones, se centra principalmente en la temperatura máxima de acumulación del ACS con “calidad alimentaria”.

Entre las ventajas de este tipo de recubrimientos, podemos destacar:

Fabricación de depósitos acumuladores de gran capacidad. Es difícil en-contrar en el mercado fabricantes capaces de confeccionar depósitos acu-muladores de ACS en acero al carbono con recubrimiento inorgánico, por

encima de los 6.000 litros de capacidad, por las dificultades propias de los procesos de fabricación y las grandes dimensiones de los productos.

Las soluciones con revestimientos orgánicos permiten abordar la fabricación de depósitos de grandes volúmenes, normalmente para instalaciones centralizadas, comunidades y aplicaciones industriales, con muy buenos resultados.

Recubrimientos de gran elasticidad. Lo que permite reducir los espesores del acero del depósito acumulador, respecto a las soluciones con recubrimiento inorgánico y soportar las fluctuaciones de presión en el interior del depósito, reduciendo a su vez el coste del producto.

Posibilidad de realizar reparaciones del recubrimiento, si fuera necesario o conveniente.

Este tipo de recubrimiento admite reparaciones en zonas deterioradas del interior de los depósitos acumuladores, aunque siempre después de una evaluación correcta del posible deterioro.

iii. Requisitos de fabricación para asegurar una correcta durabilidad:

La durabilidad o vida útil del producto final va a estar determinada no solamente por el tipo de revestimiento interno, que define su resistencia a la corrosión, dureza e impermeabilidad, sino por el grado de adherencia de la película, al sustrato que tiene que proteger. Esto se consigue en el propio proceso de fabricación, en el que la superficie interna del depósito acumulador es sometida a tratamientos adecuados de limpieza y decapado químicos, que garantizan una perfecta preparación del sustrato para recibir el esmalte.

Al igual que en soluciones en acero inoxidable, en donde la durabilidad del producto depende del tipo de acero, del propio proceso de fabricación y tratamiento final de la superficie, en la solución con acero al carbono con

esmaltado vitreo, la preparación de la superficie de acero, previa al esmaltado, es tan importante como la propia calidad del material de la película protectora.

De vital importancia es además el proceso de fabricación del cuerpo del depósito, en el que deben evitarse intersticios o elementos internos, que impidan una correcta aplicación del esmalte en la superficie y por tanto su protección.

iv. Depósitos para inercia.

Los depósitos de inercia se utilizan como pulmón y regulador energético en sistemas de climatización y producción de ACS y con especial aplicación en instalaciones con fuentes energéticas renovables. Los depósitos acumuladores de inercia para circuitos primarios de calentamiento no tienen exigencias especiales para la protección interna, al no ser posible la corrosión del depósito por ausencia de oxígeno en el circuito y están fabricados normalmente en acero al carbono sin tratamiento en su interior.

— Opción inoxidable

No obstante, en la práctica pueden presentarse casos en los que las condiciones propias de la instalación, bien sea por antigüedad o por las características de sus componentes o materiales utilizados, exijan algún tipo de precaución para los depósitos de inercia en acero al carbono, por filtración y/o presencia de oxígeno en el circuito. En estos casos se suele recurrir a la separación y aislamiento de circuitos con sistemas de intercambio térmico o a depósitos fabricados en acero inoxidable, aunque recurriendo normalmente a aceros de calidad inferior a los utilizados en depósitos para la acumulación de ACS y sin los requisitos de tratamiento interno del depósito.

f. Aislamiento térmico para depósitos. Cumplimiento de la normativa

Todos los equipos relacionados con la energía y especialmente aquellos destinados a instalaciones de calefacción y producción de ACS, como son los depósitos acumuladores, están regulados mediante el “etiquetado energético” y una información normalizada, de acuerdo con el Reglamento (UE) 2017/1369 y los requisitos de “diseño ecológico”, según la Directiva 2009/125/CE y Reglamento Delegado (UE) 2016/2282 de la comisión, de 30 de noviembre de 2016.

La eficiencia energética de las instalaciones de calefacción y agua caliente sanitaria depende de la clasificación energética individual de los equipos que la componen y del conjunto de la instalación, por lo que la clasificación “ErP” de los depósitos acumuladores de ACS juega un papel importante en este sentido.

Los datos de pérdidas caloríficas y etiquetado facilitados con los depósitos, son responsabilidad del fabricante, que debe poder confirmar y demostrar, que los ensayos para su obtención se han realizado de acuerdo con la norma UNE-EN 12897:2017+A1:2020, que describe el procedimiento y las condiciones para la realización del ensayo.

Los materiales a utilizar preferentemente para el aislamiento térmico de los depósitos acumuladores de ACS y en consecuencia, la obtención de la mejor clasificación energética posible, son evidentemente aquellos con el menor coeficiente de conductividad térmica, pero también con los que en el proceso de fabricación de los depósitos, se obtiene un producto compacto, sin juntas y que envuelve todas las conexiones hidráulicas, con objeto de evitar al máximo las pérdidas caloríficas.

En este sentido, las espumas de PU inyectadas en molde y un espesor de aislamiento final apropiado, son los productos con los que mejores resultados se

obtienen, con diferencia a otros materiales empleados y a cualquier sistema desmontable.

También hay que valorar, que el sistema de aislamiento térmico con PU inyectado evita condensaciones en el cuerpo del depósito, al tener valores de permeabilidad que se consideran como “barrera de vapor” CTA Real Decreto 450/2022, de 14 de junio y no deja intersticio entre el aislamiento y el cuerpo del depósito, donde se puede iniciar un problema de corrosión desde el exterior de la superficie metálica. Este fenómeno puede agravarse en instalaciones de refrigeración con depósitos de inercia para acumulación de agua fría.

Otros materiales empleados para el aislamiento térmico de los depósitos acumuladores de ACS, a base de lanas minerales, fibra de vidrio, poliestirenos, etc., deben incorporarse con el espesor adecuado para la obtención de una clasificación energética comparable y dotar al depósito de “barrera de vapor” física, en prevención de problemas por condensaciones.

4.

Cálculo y selección de depósitos de acumulación

Las instalaciones centralizadas de agua caliente sanitaria para aplicaciones de tipo residencial centralizado o sector terciario servicios se caracterizan por ser muy exigentes en cuanto a los consumos energéticos que hay que destinar a las mismas para asegurar el confort de sus usuarios.

Históricamente se han utilizado grandes volúmenes de acumulación para asegurar las puntas de consumo (con el correspondiente consumo energético asociado para mantener esta acumulación preparada para los momentos de máxima demanda). Esto, además del aspecto energético ya comentado, plantea la dificultad adicional en cuanto al espacio necesario en las salas de calderas para instalar los depósitos, así como la complicación hidráulica asociada. Este punto es especialmente sensible en instalaciones de reconversión con salas de reducidas dimensiones o accesos complicados (puede suponer un importe en obra civil importante).

En cualquier caso, no hay que olvidar el objetivo principal de una instalación de agua caliente sanitaria, que es asegurar el confort de los usuarios en los momentos punta de consumo. Esta premisa es fundamental en las aplicaciones de tipo terciario, ya que una instalación insuficiente puede suponer potenciales usuarios insatisfechos.

Hoy en día, además de asegurar las prestaciones del sistema en cuanto a producción de agua, también hay que tener en cuenta en el dimensionamiento tanto aspectos energéticos (para reducir la factura energética de la instalación), como económicos (planteando a las propiedades soluciones viables económicamente y con retornos de inversión lo más cortos posible).

Por tanto, habrá que buscar un equilibrio entre las tres variables comentadas (prestaciones, consumo energético y viabilidad económica) para la correcta selección de los depósitos de acumulación.

En cualquier instalación de producción de agua caliente sanitaria centralizada nos encontraremos tres elementos fundamentales:

- **Generador:** Es el elemento que produce la energía necesaria para el sistema, compensando también las pérdidas energéticas que puedan existir en la instalación. Normalmente, por una cuestión de seguridad y redundancia, se deberían instalar un mínimo de dos generadores de la mitad de la potencia total necesaria (para, de esta forma, en caso de incidencia en alguna de ellas disponer de al menos de la mitad de la potencia necesaria). Se comentará más adelante, pero el generador debe estar dimensionado para poder satisfacer la demanda de agua caliente en el período punta de la instalación (junto con la ayuda del acumulador seleccionado). El planteamiento de cálculo será diferente según consideremos generadores tipo caldera o bomba de calor.
- **Sistema de intercambio:** Es el elemento que se encarga de transferir la energía producida por el generador al lado de consumo de la instalación. Esta acción se puede realizar de dos maneras: instalando un elemento externo al sistema de acumulación para hacer esta función (generalmente un intercambiador de placas), o realizando el proceso de intercambio dentro de los acumuladores (hablaríamos en este caso de sistemas de interacumulación que se desarrollarán a lo largo del presente capítulo).
- **Depósito de acumulación:** Este elemento se encarga de almacenar como mínimo 60 °C el agua necesaria para satisfacer la demanda de ACS en los momentos iniciales o en la totalidad del período punta (de-

pendiendo del tipo de generador considerado). Es recomendable instalar al menos dos acumuladores de la mitad de tamaño del total necesario, para asegurar un mínimo servicio en caso de fallo o intervención necesaria de mantenimiento en alguno de los acumuladores.

a. Dimensionamiento de depósitos de acumulación ACS.

Ya se ha comentado que la variable fundamental cuando se plantea el diseño de una instalación de agua caliente sanitaria es satisfacer las necesidades de demanda de agua caliente en los períodos punta de la instalación.

En el presente apartado se mostrarán algunos criterios de cálculo para dimensionar las necesidades de agua caliente para una instalación de tipo centralizado o terciario, teniendo en cuenta que el cálculo de una instalación de ACS no es un proceso mecánico y universal (como se podría plantear para una instalación de climatización), ya que cuando se calcula una instalación se maneja un componente de incertidumbre muy elevado al no conocer el momento exacto en que los usuarios demandarán el agua caliente.

Se puede plantear un proceso de cálculo formado por cuatro fases (necesarias secuencialmente para llegar a calcular el volumen de acumulación y la potencia necesaria para la instalación):

- Fase inicial de análisis del posible comportamiento de la instalación, intentando definir una curva de consumo de la instalación.
- Fase de dimensionamiento y cálculo de las necesidades de agua en el período punta, así como definición de la duración de este.
- Selección del sistema de acumulación adecuado a las necesidades del periodo punta.
- Selección de la potencia necesaria a partir de la acumulación escogida.

Las fases anteriores son las que se desarrollan a continuación.

i. Análisis del comportamiento de la instalación.

Es fundamental, antes de empezar el proceso de cálculo, intentar entender cómo se va a comportar la curva de demanda de agua caliente en la instalación. Para ello, es recomendable analizar curvas de consumo de instalaciones similares ya realizadas anteriormente, en vía de disponer de una información inicial que permita una definición más precisa y óptima del sistema de producción de ACS. En el cálculo de agua caliente hay un componente de incertidumbre muy elevado que será tanto mayor cuantos más períodos punta aleatorios tengamos en la instalación.

Si consideramos, por ejemplo, un hotel urbano de negocio, este tiene unos períodos punta más o menos definidos en el tiempo (generalmente, una instalación de este tipo tiene una punta matutina en el que en una hora aproximadamente se consume hasta el 50-60% del total diario). La instalación puede tener un consumo de agua elevado, pero tenemos cierta precisión de cuándo va a ocurrir la demanda de ACS en vías de dimensionar el sistema para este uso. Este análisis y mínimo conocimiento previo de la instalación es fundamental para un cálculo lo más preciso posible.

ii. Cuantificación de períodos y caudales punta de consumo.

Una vez se conozca mínimamente el comportamiento de la curva de consumo de la instalación, habrá que definir el consumo de agua en el período punta, así como la duración de este. Para el diseño del sistema, habrá que calcular y definir las siguientes variables:

- Consumo total de agua caliente a lo largo del día (Q_d).
- Consumo de agua caliente durante el período punta (Q_p).

- Consumo de agua máximo instantáneo durante los primeros 10-15 minutos de la punta (Q_c , útil cuando se dimensionan sistemas con caldera).

Consumo total de agua caliente (Q_d).

Para definir cuánta agua caliente se va a consumir en la instalación a lo largo del día, se puede utilizar como criterio de cálculo el Código Técnico de la Edificación CTE DB-HE Anejo F “Demandas de referencia de ACS”, donde a partir del número de usuarios y el consumo unitario por uso tendremos la demanda total diaria a 60 °C:

Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C⁽¹⁾

Criterio de demanda	Litros/día · unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel*****	69	Por persona
Hotel****	55	Por persona
Hotel***	41	Por persona
Hotel/hostal	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión*	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

(1) Los valores de demanda ofrecidos en esta tabla tienen la función de determinar la fracción solar ----- abastecer mediante la aplicación de la tabla 2.1. Las demandas de ACS a 60 °C se han obtenido de la UNE 94002:2005. Para el cálculo se ha utilizado la ecuación (3.2.) con los valores de $T_i = 12$ °C (constante) y -----

Si planteamos, por ejemplo, un hotel de 4 estrellas 100 habitaciones (considerando 60 habitaciones como uso doble y 40 como uso individual), tendremos un consumo diario de 8.800 litros a 60 °C (55 litros/pax x 160 pax).

Consumo en el período punta (Qp).

Este es el punto más complejo cuando se dimensiona una instalación centralizada de agua caliente, ya que no existe un criterio de cálculo válido para todas las tipologías de instalaciones que nos podemos encontrar. En este caso, hay que definir dos variables fundamentales:

- Porcentaje de agua caliente consumida en el período punta respecto al total diario.
- Duración del periodo punta en horas.

Para definir lo anterior hay que conocer la curva funcional de instalaciones similares a partir del análisis inicial realizado, así como la exigencia en seguridad que tengamos para la instalación. Siguiendo con el ejemplo de un hotel de negocio, se suelen considerar porcentajes de consumo en el período punta del 50-60%, que ocurren en un período punta matutino de una hora, con lo que tendremos un consumo de agua en una hora a 60 °C de 4.400 litros (partiendo del ejemplo considerado en el punto anterior para un consumo diario de 8.800 litros al día).

Consumo en el periodo crítico de consumo (Qc).

Este valor se obtiene a partir de la suma de caudales de todos los puntos terminales del edificio durante un período de tiempo dado, aplicando un coeficiente de simultaneidad de uso, ya que no todos los aparatos de un mismo edificio se utilizan al mismo tiempo. No existe una norma de obligado cumplimiento en este sentido, pero pueden utilizarse con bastante precisión en los resultados los valores de consumo unitario y coeficientes de simultaneidad indicados la Norma UNE 149201:2017.

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato		
	agua fría	ACS
Tipo de aparato	[dm ³ /s]	[dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10

Tipo de edificio	Caudales (l/s)		Coefficientes		
	Q_c	Q_r	A	B	C
Hoteles, discotecas, museos	<0,5	≤20	0,698	0,500	-0,120
	≥0,5	≤1	1,000	1,000	0,000
	≥0,5	≤20	1,000	0,366	0,000
	Sin límite	>20	1,000	0,500	-1,830

$$Q_c (10 -15 \text{ min}) = A \cdot (QT)^A B + C$$

Este valor de cálculo (que puede considerarse como una estimación del período de consumo más elevado dentro del período punta), se suele utilizar para dimensionar la acumulación mínima de la instalación cuando planteamos una caldera como generador, considerando una duración del período crítico de unos 10 – 15 minutos. La acumulación debería poder aportar el consumo de ACS durante este período sin considerar la aportación de la caldera.

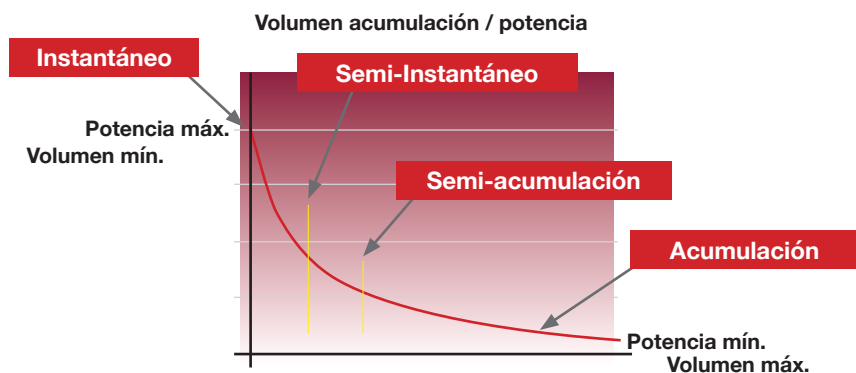
Para el hotel que hemos ido tomando como ejemplo en este apartado y considerando un período crítico de 15 minutos, tendríamos un consumo de agua

a 60 °C de 1.701 litros. En el cálculo, se ha considerado que, aunque todas las habitaciones tengan bañera, solo el 30% de las mismas se utilizarán como tal a efectos de cálculo de consumo de agua caliente (el 70% restante se valoran como uso como ducha).

En el caso de utilizar como generador un sistema bomba de calor, el cálculo del consumo en el período crítico Q_c no sería útil, ya que con este tipo de generadores como mínimo se debería almacenar el total de agua consumido en el período punta Q_p (dado que los tiempos de reacción de las bombas de calor son más elevados en comparación con los de una caldera, además de que en este caso las instalaciones se suelen resolver con una menor relación potencia/acumulación en comparación de los sistemas con generadores de combustión).

iii. Selección del sistema de acumulación adecuado.

Para dimensionar la instalación de producción de ACS debe considerarse que la energía aportada (producción más acumulación) debe igualar a la consumida en el período punta; por eso si los volúmenes de acumulación son menores las potencias deberán ser mayores (sistemas de semi-acumulación, o semi-instantáneos) y si los volúmenes de acumulación son mayores las potencias podrán ser inferiores (sistemas de acumulación).



ENERGÍA APORTADA: Potencia caldera + Acumulación

Ya se ha comentado que la acumulación debería por sí misma aportar el consumo de agua durante el período crítico seleccionado (siempre considerando un sistema de producción con caldera). En principio, siempre que no hablemos de instalaciones particulares con puntas especialmente elevadas, se consideraran períodos de consumo crítico de no más de 20 minutos (a partir de ese valor se entiende que la instalación está sobredimensionada en términos de acumulación).

Hoy en día, por motivos tanto de instalación (reducción del espacio utilizado), como energéticos (para limitar las pérdidas por convección y radiación), como sanitarios (cumplimiento de las exigencias del Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, Incluye corrección de errores publicada en el BOE núm. 36, de 11 de febrero de 2023, de prevención y control de la legionela), dentro de lo posible se intenta reducir al máximo la acumulación instalada en las salas de calderas. Existen soluciones técnicas novedosas, que permiten reducir al máximo este elemento, trabajando con tecnologías que producen gran cantidad de agua caliente sanitaria para asegura el confort de la instalación, sin necesidad de tener una gran cantidad de agua almacenada (soluciones semi-instantáneas de condensación total o incluso de producción instantánea).

Para el hotel tomado como ejemplo, teniendo en cuenta que tenemos un consumo crítico en 15 minutos de 1.701 litros y adaptando esta necesidad a volúmenes de acumulación estándar de mercado, se podrían plantear 2.000 litros de acumulación (repartida en dos acumuladores de 1.000 litros para una mayor seguridad y disponibilidad del sistema).

En caso de que la instalación se resuelva con bombas de calor, según comentado, la selección del volumen de acumulación se realizará considerando que como mínimo los litros almacenados sean iguales al consumo durante el período punta. Para el ejemplo desarrollado en este capítulo, querrá decir que debe-

rían almacenarse 4.400 litros en lugar de los 1.701 para el con caldera (se seleccionarían, redondeando a un valor de 5.000 litros, 2 acumuladores de 2.500 litros).

La realidad de mercado es que la transición hacia los sistemas con bomba de calor está revirtiendo la tendencia en los últimos años de intentar compactar los sistemas de acumulación (deseable por los motivos antes comentados). En sistemas con bomba de calor, la acumulación gana en importancia resultando que deberán almacenarse entre 2,5 y 3 veces la cantidad de agua que se requeriría con un sistema de generación mediante caldera.

b. Dimensionamiento de depósitos interacumuladores de ACS.

i. Selección de la superficie de serpentín adecuada según uso.

Una vez seleccionado el tipo y tamaño de acumulador para la instalación, la definición de la potencia necesaria es un proceso de cálculo relativamente sencillo. Teniendo en cuenta la energía ya disponible en los acumuladores escogidos, la diferencia para poder satisfacer el consumo de agua durante el período punta más la compensación de las pérdidas energéticas de la instalación, deben estar cubiertas con los generadores seleccionados.

Energía total necesaria = (Energía necesaria consumo en el período establecido – Energía almacenada en acumulación) / coeficiente pérdidas del sistema

$$E_{cal} = (E_{acs} - E_{ac})/f$$

$$P(Wh) = \left[[V_{acs} (l.) \cdot (T^{\circ}Acs - TAF)] - [V_{ac} \cdot (T^{\circ}Ac - TAF) \cdot F_{ua}] \right] \cdot 1.16 (Wh \cdot l. \cdot ^{\circ}C) \cdot T(h) / f$$



Para cubrir
consumo en
período punta



Para cubrir
consumo en
período crítico

Una vez tenemos claro el volumen de acumulación necesario y la potencia asociada, hay que decidir si el mismo se calentará mediante un intercambiador de placas (ya sea de placas desmontables o electrosoldado), o utilizando sistemas de interacumulación en lugar de solo de acumulación (con elementos de intercambio interno en forma de serpentín, haz tubular o doble tanque).

El elemento de intercambio deberá tener una superficie suficiente para poder absorber la potencia máxima producida por el generador seleccionado (sea caldera o bomba de calor según el caso).

Independientemente de aspectos de mantenimiento y facilidad de limpieza, en términos energéticos el uso de un intercambiador de placas externo a los acumuladores es la forma menos eficiente de realizar el proceso de intercambio en comparación con los depósitos interacumuladores. Pensemos que, en un intercambiador de placas y dependiendo de su relación entre la anchura y la altura de las placas, hasta el 10-12% de la energía transferida pueden ser pérdidas térmicas (es un sistema muy poco eficiente por ser un elemento que está a alta temperatura y que está cediendo calor constantemente al ambiente de la sala de calderas donde está instalado).

Si se decide utilizar este sistema de intercambio externo en lugar de con interacumuladores, una medida recomendable sería aislar estos intercambiadores de placas para reducir las pérdidas por convección y radiación de este elemento. En este caso, se deberá seleccionar un intercambiador de placas con una superficie de intercambio suficiente para transmitir la potencia máxima desde el circuito primario (con temperaturas que dependerán del tipo de generador escogido), al circuito secundario o de consumo. Los fabricantes disponen de programas de cálculo para seleccionar correctamente el modelo de intercambiador según los datos de entrada indicados.

Si la instalación se resuelve con depósitos interacumuladores (mejor solución en cuanto a pérdidas energéticas y también a nivel hidráulico ya que en este caso podemos ahorrarnos una bomba circuladora en comparación con la solución con intercambiador de placas), se deberá verificar que la superficie del serpentín o elemento de intercambio interno al tanque es suficiente para transmitir la potencia producida por los generadores empleados. Este dato suele ser aportado por el fabricante, que también suele incluir unas tablas de prestaciones de producción de agua sanitaria teniendo en cuenta las potencias máximas que puede transferir el intercambiador interior según diversas temperaturas de trabajo en el circuito primario (a alta o baja temperatura según consideremos caldera o bombas de calor a alta o baja temperatura respectivamente).

Para cerrar el ejemplo que se ha ido planteando en el presente capítulo, y partiendo de los 2.000 litros de acumulación, se requerirían 139 kW de caldera para cubrir los 4.400 litros a 60 °C durante los 60 minutos del período punta. Teniendo en cuenta un rendimiento de la caldera trabajando en producción de ACS del 95% s/PCI, unas pérdidas en el intercambiador de placas del 12% y unas pérdidas en distribución y acumulación del orden del 5%, tendremos que la potencia necesaria a instalar en la instalación sería de unos 175 kW. Seleccionaríamos dos calderas estándar de condensación del mercado, con potencias unitarias de 90 kW.

ii. Aspectos concretos para aplicaciones de baja temperatura.

En el caso de instalación de depósitos acumuladores con generadores a baja temperatura (bomba de calor, por ejemplo), el diseño de estos tanques deberá adaptarse a las menores temperaturas de trabajo respecto a sistemas a mayor temperatura de uso como pueden ser las calderas.

Más allá de que las instalaciones resueltas con generadores de baja temperatura generalmente manejen mayores volúmenes de acumulación (del

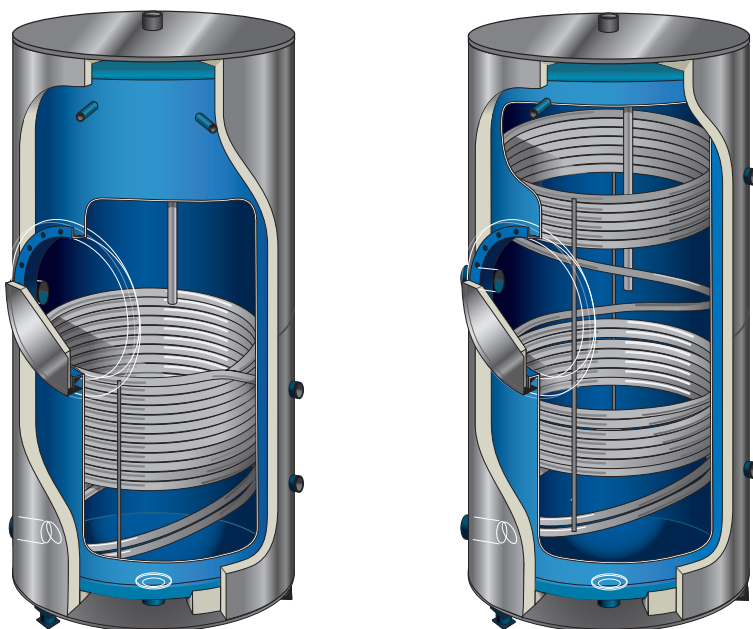
orden de 3 veces más, tal como se ha comentado anteriormente), el diseño del tanque no diferirá en exceso con el utilizado con los generadores de alta.

El aspecto de diseño que sí que habrá que tener en consideración cuando hablamos de interacumuladores, es la superficie de intercambio necesaria para transferir una misma cantidad de energía considerando unas temperaturas de impulsión del generador inferiores. Obviamente, no es lo mismo trabajar con circuitos primarios con temperaturas de trabajo contra el elemento de intercambio de 80-60 °C, que plantear sistemas con saltos térmicos de 60-55 °C.

Lo anterior implicará una mayor superficie del elemento de intercambio interno al tanque. Para una potencia dada y para no penalizar en exceso el tiempo de calentamiento, se requerirá mayor superficie del serpentín. Por otro lado, normalmente los generadores a baja temperatura tipo bomba de calor trabajan con saltos térmicos del orden de 5 a 10 °C, respecto a los tradicionales 15-20 °C con el que suelen trabajar las calderas. Esto supone del orden de hasta 4 veces más caudal necesario para transferir una cantidad de potencia, con lo que las secciones de paso de los serpentines también deberán ser mayores de cara a no penalizar en exceso la pérdida de carga del circuito primario.

En el mercado existen depósitos interacumuladores con serpentines interiores de mayor sección y superficie de intercambio para adaptarse correctamente a las necesidades de transferencia térmica con generadores a baja temperatura. Esto permite una mejor adaptación a la demanda de la instalación, en cuanto a tiempos de respuesta ante los consumos de agua caliente.

En la imagen siguiente se muestran los diseños de serpentín particulares para cada caso (para aplicaciones a alta y baja temperatura) a modo de comparativa.



iii. Aspectos concretos para instalaciones de energía solar térmica.

Los depósitos utilizados en las instalaciones solares térmicas no tienen consideraciones específicas o particulares en relación con los utilizados en otro tipo de instalaciones térmicas. Si que habrá que tener en cuenta que una instalación solar térmica trabajará con unas temperaturas de primario que serán variables en función de las condiciones de radiación solar disponible, siendo necesaria la instalación de una superficie de intercambio suficiente para la condición de máxima potencia con la máxima radiación solar que pueda darse. Además, también hay que tener en cuenta un volumen de acumulación acorde con la demanda diaria de ACS de la instalación, ya que generalmente el consumo punta no será simultáneo con el momento de generación.

Por otro lado, a nivel constructivo y de materiales, se debe tener en cuenta que las instalaciones solares térmicas en su circuito primario trabajan con mezclas glicoladas en lugar de con agua pura.

Más allá de lo anterior, sí que existen un par de recomendaciones de cálculo que tienen su origen en el Código Técnico de la Edificación original del 2006 (Documento Básico HE de Ahorro de Energía según Real Decreto 314/2006 del 17 de marzo). Aunque en su día eran de obligado cumplimiento y hoy formalmente no lo son (por no aparecer de forma explícita en la versión actual del documento), siguen siendo válidas desde un aspecto técnico y de buen funcionamiento de la instalación.

En ese documento, se indica que el sistema solar se debe concebir en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador (captadores solares térmicos), por tanto, se debe prever una acumulación acorde con la demanda al no ser ésta simultánea con la generación.

Para la aplicación de ACS, el área total de los captadores tendrá un valor tal que cumpla la condición siguiente en relación con el volumen de acumulación:

$$50 < V/A < 180$$

siendo

A la suma de las áreas de los captadores [m²];

V el volumen del depósito o depósitos de acumulación solar [litros].

Para el caso de intercambiador independiente a los acumuladores, la potencia mínima del intercambiador P, se determinará para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día suponiendo una radiación solar de 1000 W/m² y un rendimiento de la conversión de energía solar a calor del 50 %, cumpliéndose la condición:

$$P \geq 500 \cdot A$$

siendo

P potencia mínima del intercambiador [W];

A el área de captadores [m²].

Para el caso de intercambiador incorporado al acumulador (tipo serpentín), la relación entre la superficie útil de intercambio y la superficie total de captación no será inferior a 0,15. Este es un valor mínimo para asegurar un correcto aprovechamiento de la radiación solar máxima generada en la instalación, almacenando esta energía en el agua contenida en los tanques.

iv. Aspectos a tener en cuenta en instalaciones que combinan fuentes energéticas

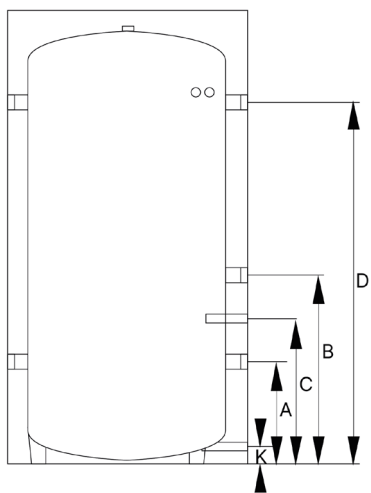
En los depósitos que combinan fuentes energéticas tradicionales con renovable y requieren depósitos de inercia con volumen de acumulación elevado (< 800 litros), son muy útiles los depósitos que incorporan sistemas de estratificación térmica, porque permiten la optimización en la utilización de la energía acumulada, en distintas franjas de temperatura para cada circuito independiente de calefacción o producción de ACS en la instalación.

Una de las características principales de los depósitos de inercia debe ser en cualquier caso, su clasificación energética, al tratarse de acumuladores de energía del sistema y trabajar en muchos casos a altas temperaturas, contribuyendo de este modo a una mejor eficiencia térmica del sistema.

c. Dimensionamiento de depósitos de inercia

En función del tipo de instalación será recomendable o incluso necesaria la instalación de un depósito de inercia. Este elemento producirá una serie de beneficios en nuestra instalación:

- Disminuye el número de ciclos de arranque-parada del generador, aumentando su vida útil y rendimiento estacional.
- Almacena energía en periodos de baja demanda que puede ser aprovechada en periodos de demandas mayores.



- Para instalaciones de bomba de calor, permite asegurar el volumen mínimo necesario para la realización del ciclo de desescarche del equipo.
- Actúa como separador hidráulico entre primario (generación) y secundario (elementos terminales) permitiendo el equilibrado de caudales y presiones.

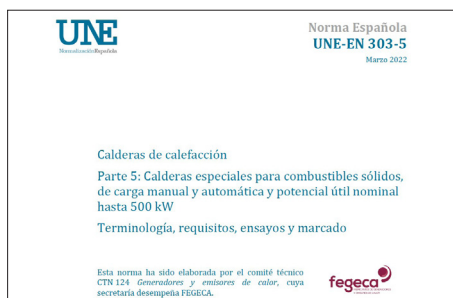
i. Cálculo para aplicaciones de alta temperatura.

Las calderas de combustibles sólidos son generadores que cuentan con una inercia térmica mayor que el resto de los generadores de calor habituales en el mercado.

Aunque los sistemas de regulación de potencia de estas calderas evolucionan rápidamente, por la naturaleza del sistema no se alcanzan la versatilidad de modulación de otros equipos (Calderas modulantes, compresores inverter...).

Por esta razón se hace necesario incluir en este tipo de instalaciones un depósito de inercia que absorba los excesos de producción de calor no demandados por la instalación que, en caso contrario, pueden provocar sobrecalentamientos.

El dimensionado de estas inercias es complejo, ya que depende de múltiples factores como el tipo de combustible, tipo de control de potencia de la caldera, sistema de alimentación, etc.



No obstante la norma UNE-EN 303-5:2022 incluye la siguiente expresión para el dimensionado de depósitos de inercia en aplicaciones de calderas de combustibles sólidos:

$$V = 15 \cdot T_c \cdot P_N \cdot \left(1 - \frac{0,3 \cdot Q_t}{P_{min}}\right)$$

Donde:

- V → Volumen del depósito de inercia (l)
- T_c → Tiempo de autonomía (h)
- P_N → Potencia nominal de la caldera (kW)
- Q_t → Carga térmica de la instalación (kW)
- P_{min} → Potencia mínima de la caldera (kW)

Además de esta expresión, está comúnmente aceptado el cálculo simplificado a partir de la potencia máxima de caldera.

Se considera aceptable que el volumen de acumulación esté comprendido entre 15 y 30 litros por kW de potencia del generador.

a) Energía acumulada / Tiempo de autonomía

La energía acumulada en el depósito se corresponde con la expresión:

$$E = V \cdot C_e \cdot d \left(\frac{T_{max} - T_{min}}{3600} \right)$$

Donde:

- E → Energía acumulada en el depósito de inercia (kW·h)
- V → Volumen del depósito de inercia (l)
- C_e → Calor específico agua (4'184 kJ/kg·°C ⁽¹⁾)
- d → Densidad del agua (0'998 kg/l ⁽¹⁾)

T_{max} → Temperatura parada del generador (°C) ⁽²⁾

T_{min} → Temperatura arranque del generador (°C) ⁽³⁾

(1) Valores para $T = 20$ °C y $p = 1$ atm.

(2) En calderas de biomasa estará en torno de los 80 °C

(3) Dependerá del sistema de emisores (suelo radiante, radiadores...) y de la temperatura exterior.

El tiempo de autonomía es el tiempo máximo durante el cual podemos satisfacer la demanda de la instalación de calefacción sin que sea necesario el arranque del generador.

Lo podemos obtener a partir de la expresión siguiente:

$$P_{dem} \cdot t = E$$

Donde:

P_{dem} → Potencia de demanda de la instalación (kW)

t → Tiempo de autonomía (h)

Despejando de la expresión anterior obtenemos que el tiempo de autonomía del sistema se puede calcular mediante la expresión:

$$t = V \cdot \left(\frac{T_{max} - T_{min}}{862 \cdot P_{dem}} \right)$$

Sería posible dimensionar el depósito a partir de un tiempo de autonomía deseado:

$$V = t \cdot 862 \cdot \left(\frac{P_{dem}}{T_{max} - T_{min}} \right)$$

b) Tiempo de calentamiento

El tiempo de calentamiento del depósito se puede obtener a partir de la expresión:

$$t = V \cdot \left(\frac{T_{max} - T_{red}}{862 \cdot P_{gen}} \right)$$

Donde:

- $t \rightarrow$ Tiempo de calentamiento (h)
- $V \rightarrow$ Volumen del depósito de inercia (l)
- $T_{max} \rightarrow$ Temperatura parada del generador (°C)
- $T_{red} \rightarrow$ Temperatura de llenado del depósito (°C)
- $P_{gen} \rightarrow$ Potencia del generador (kW)

Ejemplo de cálculo

Tenemos una instalación con los siguientes valores:

- Caldera de pellets
- Potencia de caldera = 80 kW
- Demanda de la instalación de calefacción = 72 kW
- Temperatura de parada del generador = 80 °C
- Temperatura de arranque del generador = 45 °C
- Temperatura de agua de red = 10 °C

Para dimensionar el depósito tomamos una ratio de 25 l/kW (entre 15 y 30 l/kW).

$$V = 25 \cdot 80 = 2000 \text{ l}$$

La energía acumulada en el depósito será:

$$E = V \cdot Ce \cdot d \frac{(T_{max} - T_{min})}{3600} = 2000 \cdot 4,184 \cdot 0,998 \cdot \frac{(80 - 45)}{3600} = 81'2 \text{ kWh}$$

El tiempo de autonomía será:

$$t = V \cdot \left(\frac{T_{max} - T_{min}}{862 \cdot P_{dem}} \right) = 2000 \cdot \left(\frac{80 - 45}{862 \cdot 72} \right) = 1'13 \text{ horas}$$

En el caso de que se quiera asegurar una autonomía mínima de 2 horas:

$$V = t \cdot 862 \cdot \left(\frac{P_{dem}}{T_{max} - T_{min}} \right) = 2 \cdot 862 \cdot 72 / (80 - 45) = 3.546 \text{ litros}$$

El tiempo de calentamiento del depósito de 2000 litros será:

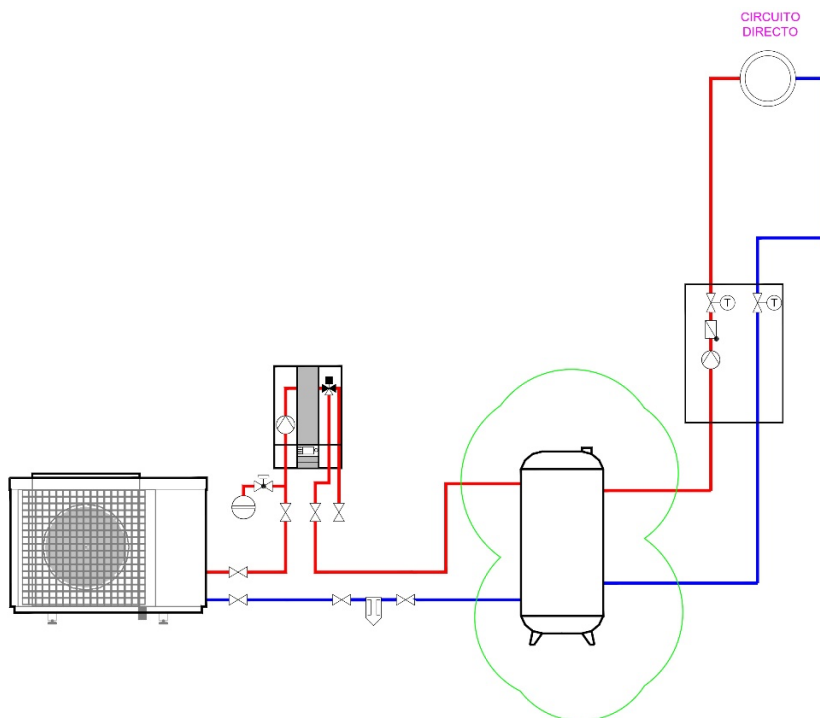
$$t = V \cdot \left(\frac{T_{max} - T_{red}}{862 \cdot P_{gen}} \right) = 2000 \cdot \left(\frac{80 - 10}{862 \cdot 80} \right) = 2'03 \text{ horas}$$

ii. Cálculo para aplicaciones de baja temperatura.

Las bombas de calor aire-agua son generadores de calor que, por su sistema de funcionamiento, requieren que se mantengan una serie de parámetros mínimos para que éste sea correcto:

- Caudal mínimo de circulación
- Volumen mínimo para garantizar el ciclo de desescarche.
- Temperatura mínima del circuito de agua para garantizar el ciclo de desescarche.

El sistema más sencillo para facilitar el funcionamiento correcto de los equipos es la instalación de un depósito de inercia en paralelo, separando primario y secundario.



Esto unido a los beneficios ya comentados anteriormente de estos elementos, hace que este sistema sea casi universalmente empelado en las instalaciones de bomba de calor aire-agua.

El dimensionado de estas inercias dependerá de qué tipo de ventajas de las ya comentadas se requieran en la instalación.

En primer lugar es necesario asegurar el volumen y caudal mínimos necesarios para poder realizar el ciclo de desescarche para garantizar el correcto funcionamiento del equipo. El caudal se debe asegurar mediante un correcto diseño del circuito primario de la bomba de calor. En cuanto al volumen mínimo necesario se puede calcular mediante la expresión:

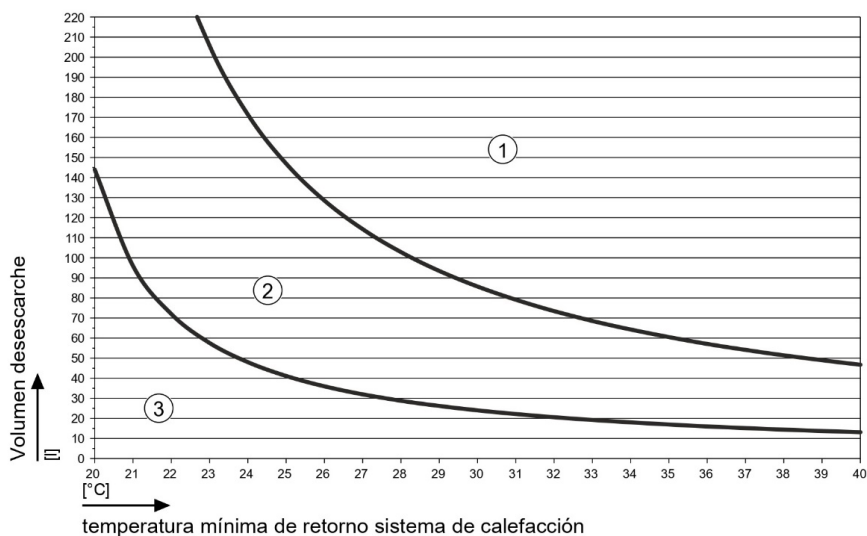
$$M \cdot C_f = V \cdot C_e \cdot d \cdot (T_{max} - T_{min})$$

Donde:

M	→	Masa de escarcha/hielo acumulado en el evaporador (kg)
C _f	→	Calor latente de fusión del hielo (334 kJ/kg)
V	→	Volumen del depósito de inercia (l)
C _e	→	Calor específico agua (4'184 kJ/kg·°C ⁽¹⁾)
d	→	Densidad del agua (0'998 kg/l ⁽¹⁾)
T _{max}	→	Temperatura del depósito de inercia (°C)
T _{min}	→	Temperatura mínima del agua del circuito para el desescarche (°C)
(1)		Valores para T = 20 °C y p = 1 atm.

El valor de T_{min} depende cada fabricante, pero suele estar en el entorno de los 20 °C.

Determinar el valor de la masa de hielo es mucho más complejo ya que depende de múltiples factores como la geometría del evaporador, los parámetros de control que cada fabricante usa para gestionar el ciclo, la temperatura y humedad ambientes...



Cada fabricante suele incluir en su documentación técnica el valor de volumen mínimo de desescarche de la instalación, que está, en términos generales entre 3 y 5 l/kW.

Hay que indicar que, para conseguir este volumen mínimo, debemos contar sólo con el volumen del circuito primario de la bomba de calor, salvo que podamos asegurar el funcionamiento del circuito secundario durante el ciclo de desescarche.

Por tanto, a efectos de este documento, consideraremos como aceptable en términos generales un valor de acumulación comprendido entre 5 y 10 litros por kW de potencia del generador.

a) Energía acumulada / Tiempo de autonomía

La energía acumulada en el depósito se corresponde con la expresión:

$$E = V \cdot C_e \cdot d \cdot \left(\frac{T_{max} - T_{min}}{3600} \right)$$

Donde :

E → Energía acumulada en el depósito de inercia (kW·h)

V → Volumen del depósito de inercia (l)

C_e → Calor específico agua (4'184 kJ/kg·°C ⁽¹⁾)

d → Densidad del agua (0'998 kg/l ⁽¹⁾)

T_{max} → Temperatura parada del generador (°C) ⁽²⁾

T_{min} → Temperatura arranque del generador (°C) ⁽²⁾

(1) Valores para T = 20 °C y p = 1 atm.

(2) (T_{max} - T_{min}) se corresponde con el valor de histéresis arranque y parada, que suele ser un valor modificable, dentro de un rango, en los parámetros de control del equipo. Un valor típico es de 10 °C

El tiempo de autonomía del sistema se puede calcular mediante la expresión:

$$t = V \cdot \left(\frac{T_{max} - T_{min}}{862 \cdot P_{dem}} \right)$$

Donde:

t → Tiempo de autonomía (h)

P_{dem} → Potencia de demanda de la instalación (kW)

Será posible dimensionar el depósito a partir de un tiempo de autonomía deseado:

$$V = t \cdot 862 \left(\frac{862 \cdot P_{dem}}{T_{max} - T_{min}} \right)$$

b) Tiempo de calentamiento

El tiempo de calentamiento del depósito se calcula, al igual que el apartado anterior, mediante la expresión:

$$t = V \cdot \left(\frac{T_{max} - T_{red}}{862 \cdot P_{gen}} \right)$$

Donde:

t	→	Tiempo de calentamiento (h)
V	→	Volumen del depósito de inercia (l)
T _{max}	→	Temperatura parada del generador (°C)
T _{red}	→	Temperatura de llenado del depósito (°C)
P _{gen}	→	Potencia del generador (kW)

c) Ciclos de arranque-parada

Una de las funciones del depósito de inercia es la de disminuir el número de arranques del compresor de las bombas de calor, como medida de seguridad contra posibles averías y alargando, por tanto, su vida útil. Para ello puede resultar útil calcular los tiempos entre arranques con el sistema en régimen de funcionamiento.

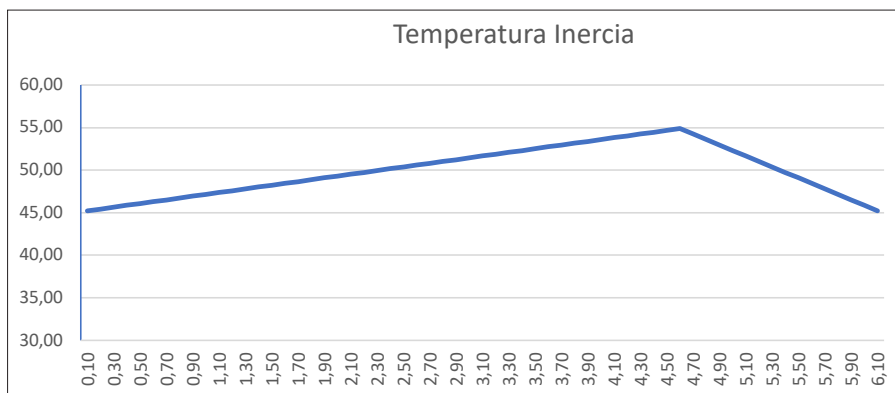
En este ciclo se pueden diferenciar 2 fases:

- En primer lugar, la fase de funcionamiento del generador, desde que la temperatura de arranque, hasta que se alcanza la consigna de parada.

$$t_1 = V \cdot \left(\frac{T_{max} - T_{min}}{862 \cdot P_1} \right)$$

Donde:

t ₁	→	Tiempo de fase 1 (h)
V	→	Volumen del depósito de inercia (l)
T _{max}	→	Temperatura de parada del generador (°C)
T _{min}	→	Temperatura de arranque del generador (°C)
$P_1 = P_{gen} - P_{dem}$		
P _{gen}	→	Potencia del generador (kW)
P _{dem}	→	Potencia de demanda de la instalación (kW)



- En segundo lugar, la fase de parada del generador hasta que se alcanza la consigna de arranque de nuevo:

$$t_2 = V \cdot \left(\frac{T_{max} - T_{min}}{862 \cdot P_{dem}} \right)$$

Donde:

- t_2 → Tiempo de fase 2 (h)
- V → Volumen del depósito de inercia (l)
- T_{max} → Temperatura de parada del generador (°C)
- T_{min} → Temperatura de arranque del generador (°C)
- P_{dem} → Potencia de demanda de la instalación (kW)

Por tanto, el ciclo entre arranques del compresor tiene una duración de:

$$t = t_1 + t_2 = \frac{V \cdot (T_{max} - T_{min})}{862} \cdot \left(\frac{1}{P_{gen} - P_{dem}} + \frac{1}{P_{dem}} \right)$$

Y el número de arranques por hora:

$$N = 1/t = \frac{862}{V \cdot (T_{max} - T_{min})} \cdot \left(\frac{P_{gen} \cdot P_{dem} - P_{dem}^2}{P_{gen}} \right)$$

Ejemplo de cálculo

- Bomba de calor aire-agua
- Potencia máxima = 20 kW
- Rango mínimo modulación = 7 kW
- Demanda de la instalación de calefacción = 16 kW
- Temperatura de parada del generador = 50 °C
- Temperatura de arranque del generador = 40 °C
- Temperatura de agua de red = 10 °C

Para dimensionar el depósito tomamos una ratio de 10 l/kW.

$$V = 10 \cdot 20 = 200 \text{ l}$$

Según la documentación técnica del fabricante el volumen mínimo de desescarche del equipo es de 85 litros, por lo que se asegura el mismo.

La energía acumulada en el depósito será:

$$E = V \cdot C_e \cdot d \frac{(T_{max} - T_{min})}{3600} = 200 \cdot 4,184 \cdot 0,998 \cdot \frac{(50 - 40)}{3600} = 2'32 \text{ kWh}$$

El tiempo de autonomía será:

$$t = V \cdot \left(\frac{T_{max} - T_{min}}{862 \cdot P_{dem}} \right) = 200 \cdot \left(\frac{50 - 40}{862 \cdot 16} \right) = 0'14 \text{ horas}$$

En el caso de que se quiera asegurar una autonomía mínima de 1 hora:

$$V = t \cdot 862 \cdot \left(\frac{P_{dem}}{T_{max} - T_{min}} \right) = 2 \cdot 862 \cdot 16 / (50 - 40) = 2.758 \text{ litros}$$

El tiempo de calentamiento del depósito de 200 litros será:

– A potencia máxima

$$t = V \cdot \left(\frac{T_{max} - T_{red}}{862 \cdot P_{gen}} \right) = 200 \cdot \left(\frac{50 - 10}{862 \cdot 20} \right) = 0,46 \text{ horas}$$

– A potencia mínima

$$t = V \cdot \left(\frac{T_{max} - T_{red}}{862 \cdot P_{gen}} \right) = 200 \cdot \left(\frac{50 - 10}{862 \cdot 7} \right) = 1'31 \text{ horas}$$

En este caso contamos con una bomba de calor con rango de modulación suficiente para adecuar su potencia a la demanda total de la instalación. Sin embargo se prevé que la instalación funcione a una carga parcial de 4 kW durante varios periodos de tiempo, por lo que necesitamos conocer su régimen de arranques en esta situación.

$$P_{gen} = 7 \text{ kW}$$

$$P_{dem} = 4 \text{ kW}$$

$$N_{(arranques \text{ por hora})} = \frac{862}{200 \cdot (50 - 40)} \cdot \left(\frac{7 \cdot 4 - 4^2}{7} \right) = 0'74$$

Si quisiéramos limitar el numero de arranques a 1 cada 2 horas ($N = 0'5$)

$$V = \frac{862}{0,5 \cdot (50 - 40)} \cdot \left(\frac{7 \cdot 4 - 4^2}{7} \right) = 295 \text{ litros}$$

5.

Integración y uso de los depósitos de acumulación en instalaciones híbridas

a. Características de las instalaciones con sistemas mediante bomba de calor.

En este tipo de instalaciones, como antes se ha comentado, un punto característico respecto a instalaciones de agua caliente sanitaria resuelta con otros generadores de tipo más instantáneo como serían las calderas, es el hecho de que la relación volumen de acumulación respecto a potencia instalada es mucho mayor (del orden de 3 veces respecto a sistemas con caldera).

En cuanto al comportamiento térmico (considerando depósitos interacumuladores), el mismo dependerá de las temperaturas de trabajo de las bombas de calor consideradas.

Si la bomba de calor puede trabajar a alta temperatura (con temperaturas de impulsión de entre 75 y 80 °C), las superficies de intercambio pueden asemejarse a las que se requerirían a un funcionamiento con caldera. Si en cambio se plantean bombas de calor a baja temperatura (con temperaturas del orden de los 60 °C de impulsión), se requerirán superficies de intercambio mayores (tal como se ha comentado anteriormente en el apartado genérico para aplicaciones a baja temperatura).

Más allá de lo anterior, el uso de bombas de calor a baja temperatura debería quedar restringido a las aplicaciones de tipo residencial. Recordemos que, en aplicaciones diferentes a este uso, aplica el Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, Incluye corrección de errores publicada en el BOE núm. 36, de 11 de febrero de 2023 en cuanto a prevención y control de la legionela. Si se requiere

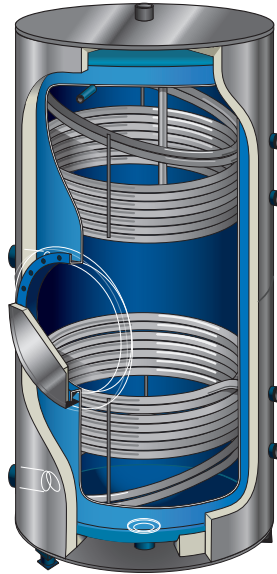
una temperatura de acumulación de mínimo 60 °C, con bombas de calor a baja temperatura no podrán alcanzarse estas temperaturas de acumulación (a no ser que utilicemos un elemento de apoyo como podría ser una resistencia eléctrica o una caldera de gas). Igualmente, los preceptivos choques térmicos a 70 °C, requerirían también del sistema de apoyo.

b. Sistemas multienergía para aprovechamiento de generación renovable.

Hoy en día es habitual utilizar interacumuladores con doble serpentín o bivalentes (que permiten el calentamiento mediante dos fuentes de energía diferentes aprovechando el principio de la estratificación por temperatura). Este tipo de depósitos son fundamentales para plantearse una instalación de generación híbrida, combinando sistemas de aerotermia con energía solar térmica, sistemas de generación apoyados con circuitos de recuperación, etc....

En estos interacumuladores el intercambiador inferior suele utilizarse para la fuente de origen renovable (típicamente solar térmica), que si es suficiente calienta el volumen completo del acumulador. El serpentín superior suele conectarse al generador principal actuando de apoyo si es necesario. Recordemos que desde el 1 de julio de 2021, pueden hibridarse en un mismo depósito, calentamientos a partir de fuentes de energía renovable y no renovable auxiliar (según la modificación del RITE: Real Decreto 178/2021, de 23 de marzo, antes comentada y la IT 1.2.4.1.2.4 en su punto 3). En la imagen siguiente se muestra el diseño interno de un interacumulador con dos serpentines de calentamiento:

En el diseño de estos interacumuladores bivalentes, se deberá asegurar una correcta estratificación de la temperatura del agua almacenada. No se ha comentado pero esta variable es necesaria para una correcta selección del tamaño y geometría del acumulador. La estratificación es un proceso físico que ocurre dentro del tanque, en el que el agua se agrupa por estratos o capas en



función de su temperatura (teniendo las capas superiores mayor temperatura respecto a la parte inferior). Este principio dependerá de la geometría del acumulador (relación entre la altura y el diámetro del tanque).

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

En el caso de depósitos de inercia para aplicaciones híbridas, se suelen instalar en el interior deflectores para controlar las entradas y salidas de agua de las diversas conexiones que incorporan estos tanques, para evitar los efectos de mezcla antes comentados.

Otro aspecto importante en las instalaciones híbridas es aplicar una correcta regulación y control, para gestionar el sistema de calentamiento más ade-

cuado en cada momento en función de diversas variables (condiciones ambientales, demanda de confort requerida, priorización del sistema renovable, etc...). A nivel de acumuladores, suele implicar el tener mayor número de conexiones para la instalación de las sondas requeridas en este tipo de sistemas.

c. Reutilización de equipos en sistemas a hibridar

Una situación muy habitual que nos podemos encontrar a la hora de abordar un proyecto de sustitución de equipos generadores de calor o rehabilitación de viviendas, es la de la existencia en la instalación de equipos de almacenamiento de agua, bien sean depósitos de inercia o acumuladores, o bien interacumuladores, que aparentemente parecen estar en buen estado, o bien tenemos la confirmación de su reciente sustitución, por lo que surge la duda de si es posible la reutilización de los mismos para la nueva instalación.

Habrà que prestar especial atención en el caso de hibridación de sistemas, ya que se puede dar la situación de aporte de energía desde varios sistemas de generación de calor a distintas temperaturas de producción, por lo que la elección de las alturas de las tomas para cada uno deberá ser estudiada cuidadosamente.

Hay que tener en cuenta varios factores, pero principalmente habrá que distinguir entre estos dos casos:

1.- Depósitos de inercia:

Este tipo de depósitos son más sencillos de reutilizar, ya que la función principal es la de almacenamiento de agua de la instalación, normalmente de circuito primario (agua no potable), y que dependiendo de su ubicación dentro del circuito hidráulico, contendrán el agua a temperaturas elevadas (impulsión), o más reducidas (retorno), por lo que lo que determinará su reutilización serán las características del nuevo diseño de la instalación.

Es decir, si la nueva instalación lleva depósito de inercia, habrá que comprobar que el volumen es el adecuado, y que las temperaturas de trabajo especificadas en este nuevo proyecto son adecuadas a las características de diseño del depósito (aislamiento, zona de estratificación...). También es muy importante verificar que el número de tomas de entrada y salida tienen la posición, el tamaño y están en el número correcto.

Si esto es así, sólo habrá que asegurarse de hacer una buena limpieza del mismo (siempre muy recomendable), y comprobar que no hay puntos de fuga, sobre todo en las uniones de las tomas de entrada / salida, ni golpes que hayan podido alterar su estructura y funcionalidad. La comprobación de que se instala la protección correspondiente, en caso de ser necesario, (ánodo de protección catódica, manguitos electrostáticos, válvula de sobrepresión, purgadores, etc.) es también un punto a tener en consideración.

También habrá que tener en cuenta si el material del que está fabricado el depósito es correcto, en el caso de que el agua del circuito del nuevo proyecto necesite de tratamiento con aditivos para la protección antihielo o neutralización de sustancias contenidas en ella, para evitar ataques o corrosiones que aceleren el desgaste prematuro del material de fabricación. En el caso de reposición, comprobar el material también a efectos de aparición de pares galvánicos con los materiales de la nueva instalación.

Por último, es importante comprobar el estado y funcionamiento de posibles accesorios como pueden ser termostatos o manómetros, así como si la ubicación y los rangos de medición de los mismos coinciden con las especificaciones del nuevo proyecto.

Como resumen, si el uso del depósito en el nuevo proyecto es similar al que tenía en la instalación anterior, este tipo de depósitos suelen ser fácilmente reutilizables.

2.- Acumuladores o interacumuladores:

Este tipo de depósitos son los que se utilizan para agua que tiene que guardar ciertas características para ser utilizada, ya que o bien es agua de consumo (AFCH, agua fría de consumo humano, o ACS, agua caliente sanitaria), o agua que forma parte de algún proceso, por lo que las paredes internas del acumulador suelen llevar algún tratamiento de recubrimiento, y suelen disponer de bocas de registro y limpieza de dimensiones más grandes.

En este caso, lo primero que habría que comprobar para asegurar la reutilización del depósito, es que el recubrimiento interior está en buen estado. Para ello, si existe una boca de limpieza o registro, habría que abrirla por completo y mirar el interior con una correcta iluminación. También hay que comprobar que el recubrimiento llega a los extremos del interior de las bocas de entrada y salida. Es conveniente revisar este aspecto de manera minuciosa, ya que cualquier golpe o sobrepresión puede haber agrietado este recubrimiento, y por lo tanto, haber dejado inservible el depósito.

Una vez comprobado el buen estado del recubrimiento, habría que asegurar que las condiciones de trabajo del nuevo sistema son compatibles con los datos de fabricación del depósito a utilizar. Estas son: temperatura y presión de trabajo, diseño de la acumulación, especialmente si hay estratificación, posibilidad de incorporación de accesorios como lanzas de producción, posición y número de bocas para vainas de sondas de temperatura o termómetros o manómetros; posibilidad de montaje de resistencias eléctricas a diferentes alturas, etc.

Además, también hay que comprobar si es necesario disponer de conexiones para estaciones de toma de muestras o aditivación, así como revisar el estado de las protecciones (ánodos de sacrificio, electrónicos,

manguitos electrolíticos, etc.) y purgador y válvula de sobrepresión si hubiera instalados.

Si todos estos puntos están bien, y no hay ningún indicio exterior de fugas o puntos de corrosión, sólo es necesario una buena limpieza interior para asegurar una correcta reutilización del depósito.

Un caso singular, es el caso de los interacumuladores, ya que estos depósitos son utilizados comúnmente para la producción de ACS, y disponen en su interior de uno o varios serpentines por los que circula agua de circuitos de calentamiento, de uno o varios productores de calor.

En este caso, es muy importante tener a mano los datos de las superficies de intercambio de los serpentines del depósito, así como el resto de datos de producción de diseño, como pueden ser el caudal y salto térmico previstos, para poder decidir si es un interacumulador reutilizable o no.

Podemos encontrar acumuladores que, aun estando en perfecto estado, no sean válidos para el nuevo sistema de producción. Un ejemplo muy común es el cambio de generador de calor de una caldera residencial convencional (independientemente del combustible utilizado o de que sea o no de condensación) en el que la temperatura de impulsión (y por tanto de entrada al serpentín) suele estar cerca de los 90° C, con caudales en torno a los 3 m³/h y saltos térmicos de hasta 20° C, por una bomba de calor aerotérmica, en el que la temperatura de impulsión estará en unos 58°/60° C (si no es de alta temperatura), los caudales en torno a los 2 m³/h y un salto térmico como mucho de 10° C. En este caso, la superficie de intercambio para una correcta producción de ACS puede ser de hasta 6 u 8 veces mayor para una misma potencia de generador y perfil de producción.

En el caso de interacumuladores con varios serpentines, se puede considerar el aprovechamiento mediante la unión de los distintos serpenti-

nes en un sólo circuito hidráulico, siempre y cuando la superficie de intercambio total se acerque a la calculada según las características técnicas del interacumulador, y teniendo en cuenta que se perderán opciones de conexión de distintas fuentes de generación (solar térmica, por ejemplo).

A modo de resumen, si el depósito que tratamos de recuperar es un acumulador, y el servicio para el que se va a usar es similar al anterior, no debería haber muchos problemas. Otra situación distinta es el caso de los interacumuladores, en la que dependerá totalmente de las condiciones de producción, por lo que si son distintas, el equipo no será óptimo para su reutilización.

d. Regulación y control

Aunque es cierto que los depósitos son habitualmente una parte esencial de la instalación de climatización o producción de ACS de los edificios, lo usual es que no haya elementos de regulación y control específicos para los mismos, sino que en múltiples ocasiones sirven “de soporte” para estos elementos, ya que el control de las temperaturas de trabajo y de otras características de la instalación, se suelen hacer desde los depósitos.

La situación más habitual es la de encontrar en los depósitos tomas específicas para poder instalar vainas, en las que irán colocadas sondas de temperatura (de cualquier tipo) que son las que sirven para la regulación de otros elementos de la instalación (generadores de calor, válvulas de mezcla..., etc.). También podemos encontrar tomas para la colocación de manómetros, y en las partes inferiores, tomas específicas para purgas (manuales o automáticas), si la instalación así lo requiere.

Otros elementos que pueden formar parte de los depósitos son los puntos de toma de muestra, o purgadores de aire en las zonas superiores, pero que

como ya se ha mencionado, son puntos de regulación y control soportados por los depósitos.

En algunas ocasiones, también se puede aprovechar el volumen de agua acumulado como punto de homogeneización cuando es necesario aditivar la instalación, instalando bombas de aditivado y sondas de lectura de la concentración tanto en las tomas de entrada como en las de salida, pero una vez más, son accesorios de la instalación.

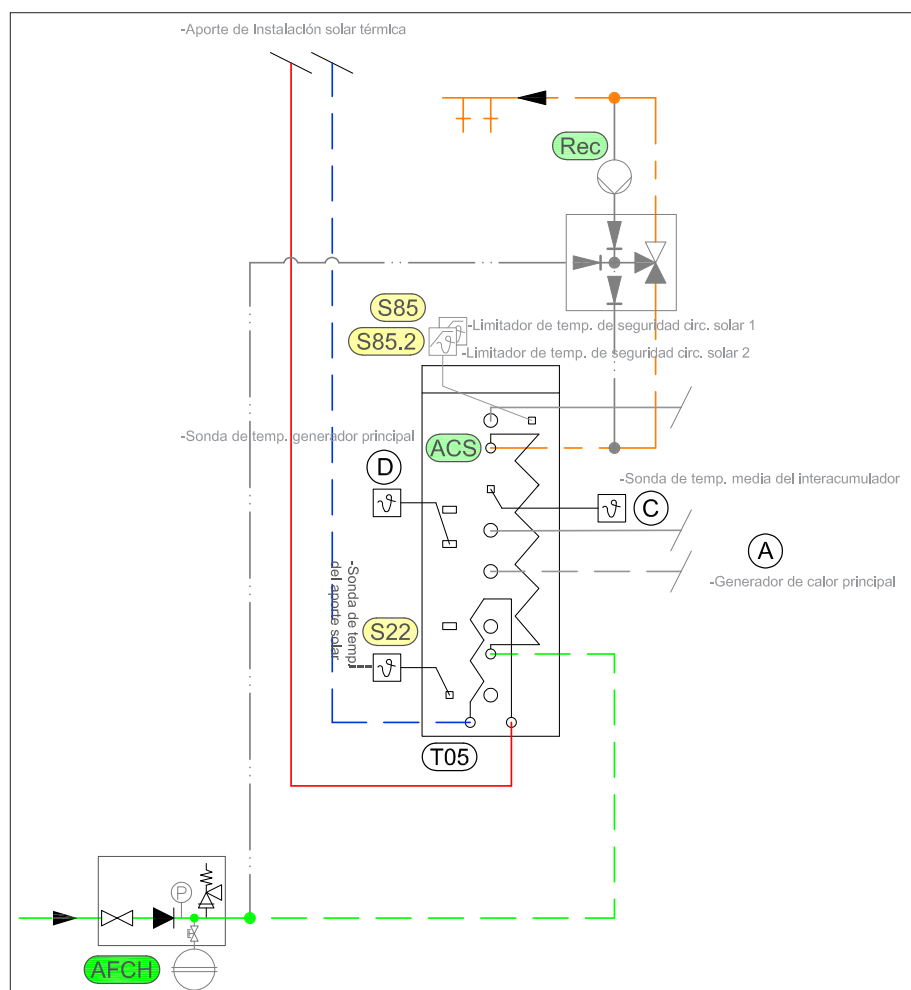
En el caso de acumuladores o interacumuladores, en muchas ocasiones hay tomas específicas para la instalación de resistencias eléctricas, para apoyo puntual al calentamiento del agua de consumo, o para la realización de tratamientos térmicos para la prevención de la Legionella. En estas ocasiones, es importante la instalación de sondas de temperatura que permitan comprobar la temperatura en todo el volumen del acumulador, en el caso de unidades de gran contenido.

Otros elementos importantes son los de protección de los acumuladores, como son los ánodos de sacrificio, o ánodos de corriente inducida, que aseguran la durabilidad de los acumuladores, siempre que se realicen revisiones periódicas de los mismos. También existen grupos de seguridad contra sobrepresiones (con más o menos elementos adicionales), que se suelen colocar en la entrada de los depósitos, ya que es el punto de la instalación donde se suelen producir los cambios de presión debido a las diferencias de temperatura que se pueden llegar a dar.

Los modelos con smart control aprenden los hábitos de uso, adaptando los horarios de calentamiento del agua a los más adecuados para los consumos demandados (de esta forma al trabajar con temperaturas de acumulación variables se reducen las pérdidas del acumulador por el mantenimiento de la temperatura), a nivel de control, existen modelos que incorporan funciones

de conectividad remota. Mediante el control inteligente se puede gestionar la utilización de la energía mas económica, de la obtenida a través de instalaciones fotovoltaicas, etc.

Como resumen, se puede decir que los depósitos son, en muchas ocasiones, el punto desde el que se realiza parte de la regulación de la instalación, y los puntos de soporte para multitud de accesorios que permiten un funcionamiento óptimo de la misma, pero que apenas disponen de elementos de regulación y control como tal para sí mismos.



6.

Criterios de instalación de los depósitos de acumulación

a. Elementos adicionales requeridos para su instalación:

En este apartado se aportará una breve explicación de los elementos adicionales al propio acumulador que serán necesarios en toda instalación de manera general.

■ **Generador:**

Para poder tener la aportación térmica necesaria en el acumulador, siempre necesitaremos un elemento generador de este calor. Actualmente, los más habituales son la caldera, la bomba de calor, y las placas solares térmicas.

■ **Acometida de agua fría de consumo humano (AFCH) o acometida de agua fría sanitaria (AFS):**

Siempre será necesario proporcionar al acumulador una entrada de agua fría para consumo humano que provenga del exterior del edificio (red pública) y que esté lo más cerca posible a los propios acumuladores.

■ **Válvulas de regulación:**

Estos elementos serán totalmente necesarios para la regulación de las temperaturas del agua de consumo y su cuerpo deberá estar preparado para trabajar con este tipo de agua. En este tipo de instalaciones encontramos dos tipos de válvulas:

- Motorizadas: Este tipo de válvulas son de 3 vías, una para la entrada que proviene de la acumulación de ACS, una segunda de agua

fría, y una tercera para la distribución de ACS. Se accionan mediante servomotores comandados por reguladores receptores de señales externas.

- Termostáticas: En este caso no tenemos servomotores, funcionan mediante un elemento sensible a la temperatura que las hace cambiar de posición según dicha temperatura.

■ **Bombas de circulación:**

Otro elemento importante de la instalación de preparación de ACS es la bomba de circulación del agua desde el generador hasta el acumulador, interacumulador o sistema de intercambio. La bomba debe ser capaz de mover el caudal de agua requerido contra la pérdida de presión del circuito. En caso de tener intercambiador de calor externo también tendremos una bomba de circulación secundaria entre el propio intercambiador y el acumulador. En este tipo de instalaciones podemos encontrarnos bombas de circulación en 3 puntos:

- Circuito primario
- Circuito secundario
- Recirculación

A excepción del primer caso, en circuito secundario y en recirculación, se está recibiendo agua de consumo continuamente y es por ello que el circulador debe tener el material del cuerpo preparado para ello, siendo los más recomendados el acero inoxidable o el bronce.

Es necesario comentar que encontramos dos tipos de circuladores, de rotor húmedo y de rotor seco, siendo los primeros las más habituales en este tipo de instalaciones considerando los caudales necesarios.

■ **Contadores:**

Si la instalación que estamos tratando es una instalación centralizada de ACS, se requieren contadores homologados en la entrada de agua fría para contabilizar el consumo general del edificio, y contadores individuales de ACS en el caso que tengamos diferentes usuarios en el propio edificio.

■ **Red de tuberías:**

La red de tuberías mediante la que podremos transportar el agua caliente está compuesta de las propias tuberías y otros elementos como uniones y accesorios.

Todos los elementos deben garantizar su capacidad de soportar la presión de trabajo de la instalación y de mantener la estabilidad de las temperaturas de trabajo de la instalación. También se deberá tener en cuenta que el material utilizado no afecte a la propia composición del fluido a transportar ni provoque reacciones en el mismo. Por esta razón es importante considerar manguitos dieléctricos siempre que la red de tuberías sea de cobre.

■ **Aislamiento térmico:**

Este es uno de los elementos cada vez más importantes en este tipo de instalaciones para conseguir el mínimo valor posible de pérdidas tanto en la propia acumulación como en la red de tuberías. El aislamiento de las tuberías tanto en las impulsiones como retornos del propio acumulador, deberán ajustarse a lo dispuesto en el RITE y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.

■ **Sondas de temperatura:**

Elementos totalmente necesarios para el control del sistema de ACS y para el correcto funcionamiento y protección del propio acumulador.

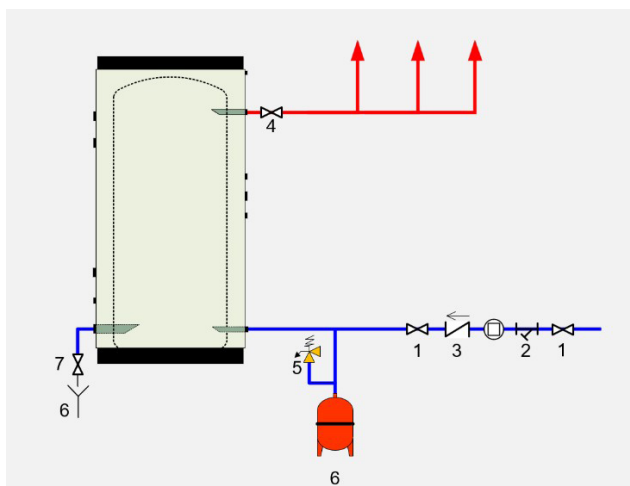
■ Protección catódica:

Los depósitos acumuladores, están expuestos de manera continua a la corrosión. Por esta razón, deben ser protegidos y esta protección debe ser revisada continuamente en las operaciones de mantenimiento de la instalación. Para proporcionar la protección catódica conectamos el acumulador a algún elemento que tenga una diferencia de potencial con su material, suficiente para hacer circular la corriente en el sentido apropiado. Las dos maneras más habituales son mediante ánodo de magnesio o mediante corriente impresa.

b. Sistemas de seguridad asociados a los depósitos de acumulación.

En este apartado se aportará una breve explicación de los elementos a tener en consideración para la protección del sistema de acumulación, tanto en aspectos hidráulicos como térmicos.

En referencia a los aspectos hidráulicos nos fijaremos en la acometida de agua fría sanitaria, y en la protección y las conexiones de entradas y salidas del propio depósito.



– **Entrada de agua fría sanitaria:**

La acometida de agua fría comentada anteriormente con la que alimentaremos al acumulador de agua fría que proviene de la red pública, deberá tener los siguientes elementos dentro de la propiedad:

- **Válvula de corte de entrada de agua de red.** Deben ser de tipo esfera, asiento o cilindro. El diámetro del tubo de entrada es determinado por el diámetro del equipo al que vamos a conectar, en el caso de realizar una conexión en cascada se determina en función de la simultaneidad de caudales de los equipos. El diámetro nominal mínimo de esta llave y de la tubería para equipos de menos de 50 kW es de 20 mm. Este elemento está representado en la anterior imagen con el número 1.
- **Filtro de la instalación general.** Se instalará a continuación de la llave de corte general. El filtro debe ser de tipo Y con un umbral de filtrado entre 25 y 100 μm . Este elemento está representado en la anterior imagen con el número 2.
- **Válvula antirretorno.** Este elemento evita que el agua caliente del depósito pueda circular hacia los grifos de agua fría o hacia el contador de agua en la red de suministro. Está representado en la anterior imagen con el número 3.
- **Armario o arqueta del contador general.** Este armario contendrá, la llave de corte general, un filtro de instalación general, el contador, una llave, grifo o racor de prueba, una válvula de retención y una llave de salida.

– **Protección del depósito:**

- **Llaves de corte.** Se deberá instalar una llave de corte en todas las conexiones de entrada y salida del depósito. Este elemento está representado en la imagen anterior con el número 4.
- **Válvula de seguridad del circuito secundario.** Todos los depósitos, para que queden protegidos contra sobrepresiones originadas por el calentamiento del agua sanitaria, deben ir provistos de válvula de seguridad. Esta indicación la podemos encontrar en el propio RITE Real Decreto 178/2021, de 23 de marzo, en la IT 1.3 sobre exigencias de seguridad. Existen grupos de seguridad que engloban la válvula de seguridad, la válvula antirretorno y la llave de paso. También podremos encontrar en el RITE la obligatoriedad de conducir dicha válvula de seguridad a un desagüe de tal manera que se puedan ver las eventuales descargas de la válvula. Este elemento está representado en la imagen anterior con el número 5.
- **Vaso de expansión.** Para amortiguar las variaciones de volumen que experimenta el agua al calentarse en un depósito cerrado y evitar las continuas descargas de la válvula de seguridad por el incremento de presión debido este calentamiento del agua, es conveniente dotar a este circuito de un vaso de expansión especial para absorber la dilatación del agua. Este elemento debe conectarse en la tubería de



entrada de agua fría, en el tramo comprendido entre el depósito y la válvula de seguridad, y en vertical, para protegerlo de las altas temperaturas. Se recomienda la instalación de una pieza plástica en la T entre el tubo de ACS y el depósito de expansión para asegurar el movimiento de agua en su interior. Este elemento está representado en la imagen anterior con el número 6.

En caso de presiones de red superiores a 6 bar habría que colocar un reductor de presión.

La capacidad del vaso de expansión recomendada para ACS según presión de red para una válvula de seguridad de 6 bar y temperatura de preparación de 60°C es la siguiente:

	Capacidad del depósito (litros)				
	50	100	150	200	300
Suministro a 2 bar	1,5	3	4,5	6	9
Suministro a 3 bar	2	4	6	8	12
Suministro a 4 bar	3	6	9	12	18

- **Boca de registro.** Para depósitos de ACS que deban cumplir los requisitos para prevención y control de legionelosis y tengan 750 litros o más deberán disponer de una boca de registro que sea fácilmente accesible con un diámetro mínimo de 400 mm. Este acceso nos permitirá realizar operaciones de inspección, limpieza, desinfección, mantenimiento y protección contra la corrosión.

Para los depósitos inferiores de 750 litros y los interacumuladores de doble tanque con dicho volumen, estarán provistos de los correspondientes accesos para inspección, limpieza, vaciado y toma de muestras.

- **Llave de vaciado.** El RITE: Real Decreto 178/2021, de 23 de marzo, dispone que los aparatos de acumulación de ACS tengan habilitada una llave para el vaciado y un punto para el retorno de la recirculación de ACS cuando el punto de consumo más alejado esté a más de 15 metros de recorrido de tubería. La llave de vaciado será de tipo esfera, asiento o cilindro y cuyo diámetro nominal mí-

nimo para equipos de menos de 50 kW será de 25 mm. Este elemento está representado en la imagen anterior con el número 7. La conexión entre la llave de vaciado y el desagüe se hará de tal forma que el paso de agua resulte visible. El desagüe está representado en la imagen anterior con el número 8.

En referencia a los aspectos térmicos, nos fijaremos en los elementos para el control y la protección de sobre temperaturas en algunos casos:

— **Elementos para el control de temperatura:**

En las instalaciones de ACS se regulará y se controlará la temperatura de preparación y la de distribución.

La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C excepto en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo de vivienda.

El agua acumulada normalmente se mantiene a una temperatura superior a la de consumo, por lo que a la salida de los depósitos se deberá realizar una regulación mediante una válvula motorizada de tres vías o válvula termostática que mezcla agua de acumulación con agua fría. Este agua que se utiliza para enfriar el agua caliente que nos llega del acumulador, también puede venir procedente de una recirculación.

En estos sistemas, un punto sumamente importante es la regulación mediante sondas de temperatura en la parte inferior de los depósitos que arrancan la bomba del primario cuando la temperatura de acumulación sea inferior a la de consigna. En el caso de trabajar con intercambiador de calor externo, arrancará tanto la bomba de primario como la de secundario.

— **Protección de sobre temperaturas:**

Por otro lado, los depósitos tienen limitaciones en cuanto a la temperatura máxima de acumulación cuyo valor viene normalmente determinado por el tipo de revestimiento utilizado. Para algunas instalaciones como en las que tenemos un sistema de solar térmica, se pueden obtener temperaturas muy altas en el primario y el sistema de control es importante para garantizar que no se superarán estas temperaturas y proteger el depósito. Para limitar la temperatura máxima del acumulador se utilizará un sensor de temperatura, preferentemente situado en la parte alta del mismo, que es la más caliente, que actuará anulando el aporte de energía. La manera más habitual de hacerlo es utilizar la señal de este sensor para desviar el flujo del primario a un disipador y proteger el depósito y otros elementos.

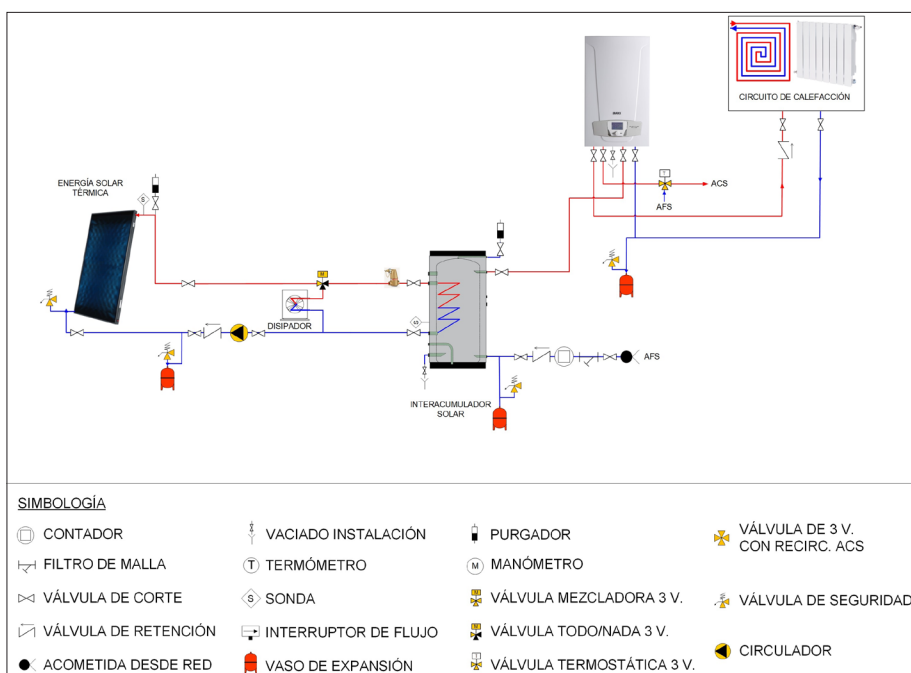


7.

Esquemas tipo

a. Instalaciones Individuales.

- **A. 1. Energía solar térmica para ACS y apoyo de caldera con un sólo acumulador.**

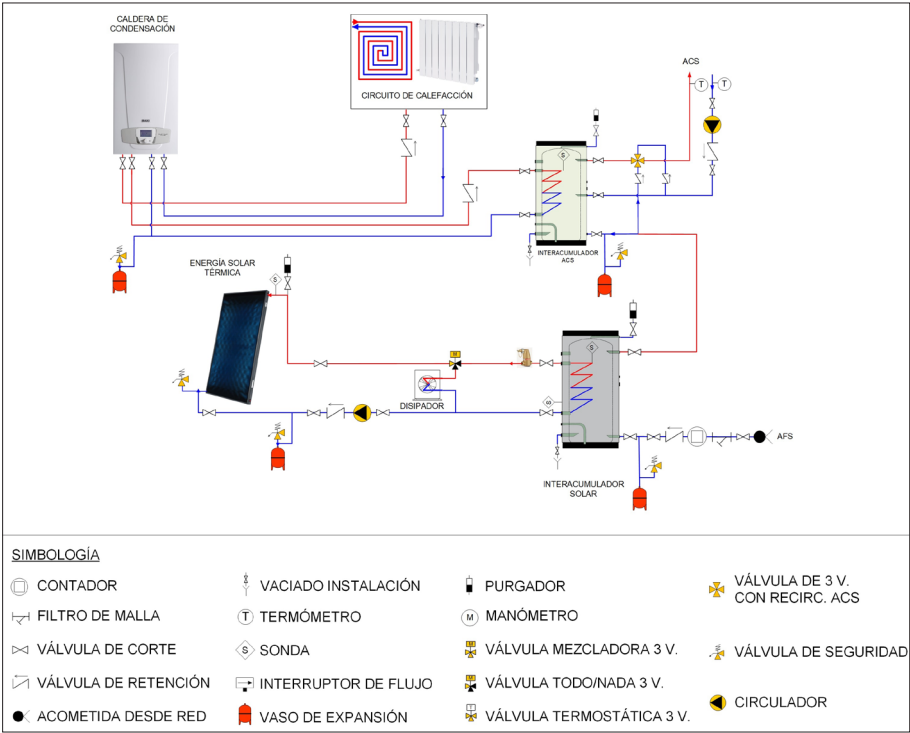


Esquema compuesto por un sistema renovable de energía solar térmica, y un sistema auxiliar con caldera instantánea.

El sistema renovable está compuesto de uno o varias placas solares térmicas que abastecerán un interacumulador con la ayuda de una bomba circuladora y con un sistema de disipación para evitar sobre temperaturas. Este interacumulador dará servicio de agua precalentada a la caldera para poder

abastecer el agua caliente sanitaria. Con esta tipología de esquema podremos abastecer demandas de ACS y calefacción.

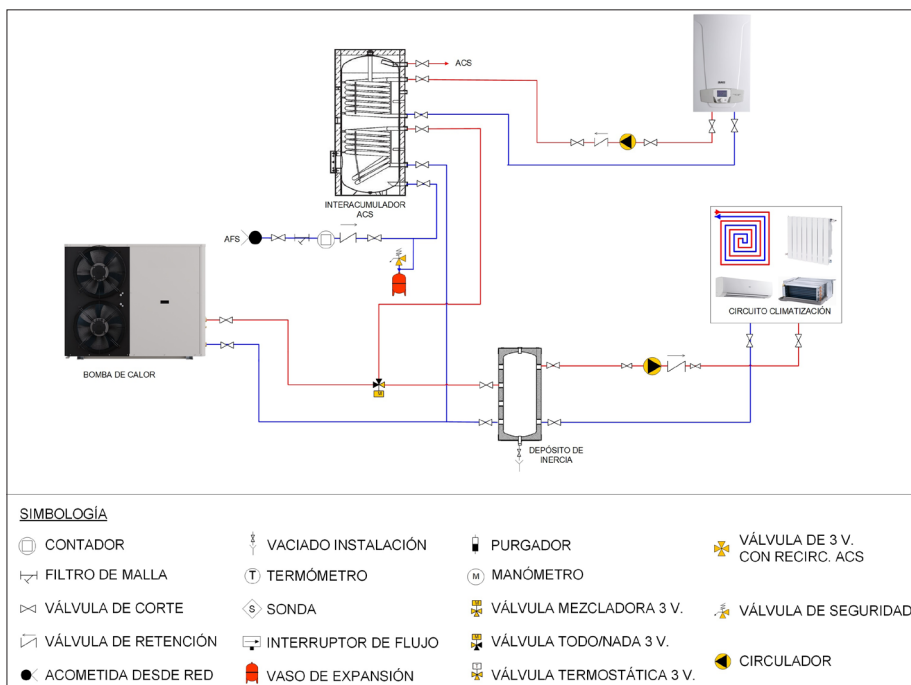
- A. 2. Energía solar térmica para ACS y apoyo de caldera con dos acumuladores.**



Esquema compuesto por un sistema renovable de Energía solar térmica, y un sistema auxiliar con caldera y un segundo interacumulador.

El sistema renovable está compuesto de uno o varias placas solares térmicas que abastecerán un interacumulador con la ayuda de una bomba circuladora y con un sistema de disipación para evitar sobre temperaturas. Este interacumulador dará servicio de agua precalentada a un segundo acumulador auxiliar donde se calentará hasta la temperatura de consigna mediante la fuente auxiliar que en este caso es una caldera. Con esta tipología de esquema podremos abastecer demandas de ACS y calefacción.

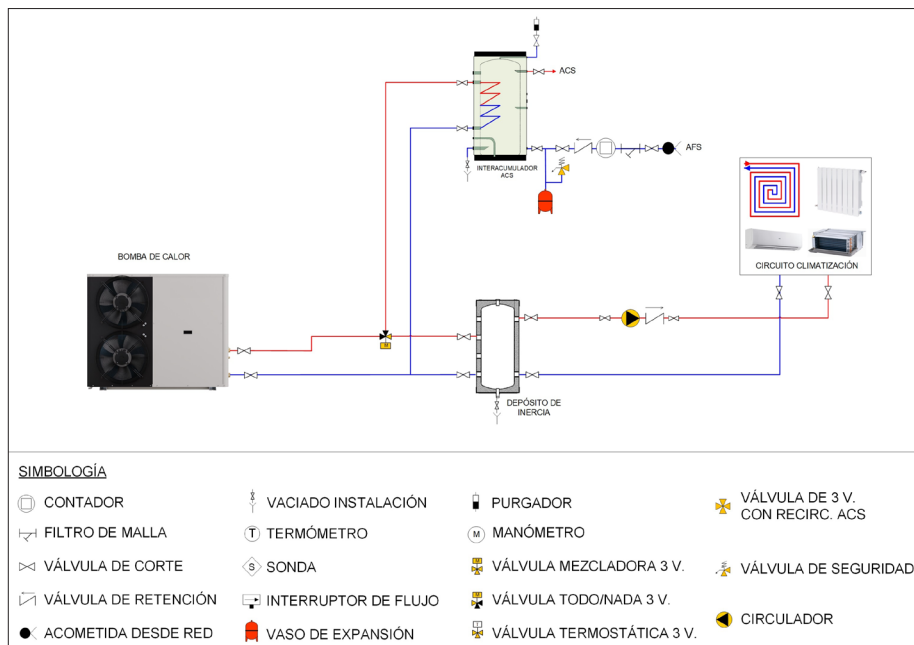
— **A. 3. Bomba de Calor con depósito de inercia y apoyo de caldera con un solo acumulador.**



Esquema compuesto por una bomba de calor monobloc, un depósito de inercia y una caldera auxiliar que darán servicio a un mismo interacumulador.

En este esquema tenemos un sistema principal como es la bomba de calor que dará servicio a toda la demanda de calefacción/refrigeración. Para el buen funcionamiento de la instalación se ha añadido un depósito de inercia y un circulador en el circuito secundario. Esta bomba de calor también dará servicio al ACS mediante un interacumulador de doble serpentín. La bomba de calor, al ser un generador de menor temperatura, se conectará al serpentín inferior del interacumulador y paralelamente, tenemos una caldera como fuente auxiliar que conectaremos al serpentín superior para que pueda dar apoyo en el caso que la bomba de calor no llegue a la temperatura solicitada. Con esta tipología de esquema podremos abastecer demandas de ACS, calefacción y/o refrigeración.

— A. 4. Bomba de Calor con depósito de inercia y acumulador de ACS.

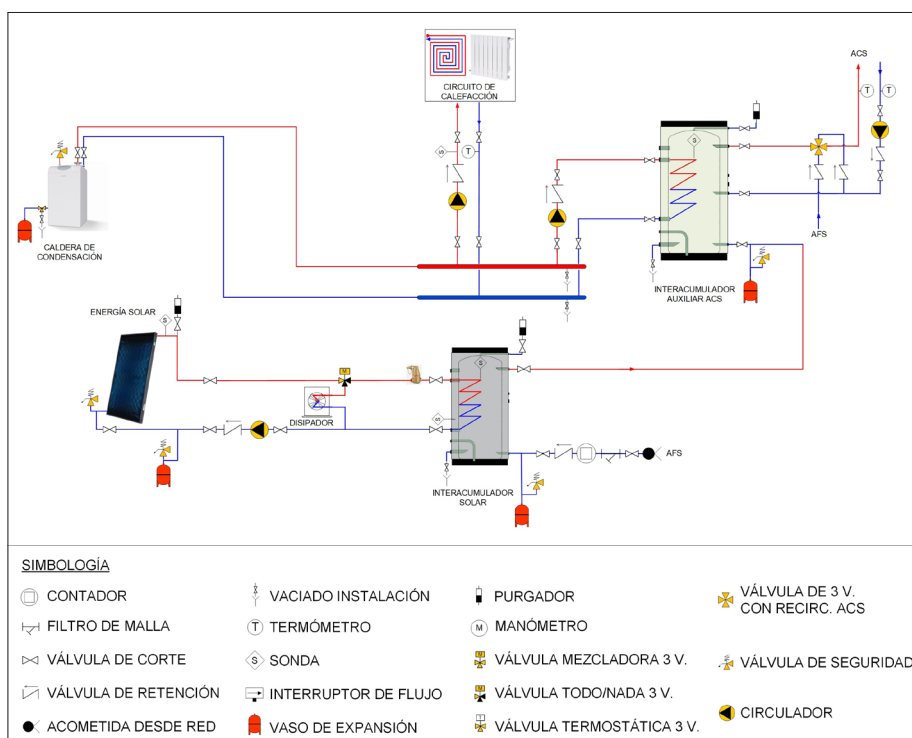


Esquema compuesto por una bomba de calor monobloc, un depósito de inercia, y un interacumulador de ACS.

En este esquema tenemos una bomba de calor que dará servicio a toda la demanda de calefacción/refrigeración. Para el buen funcionamiento de la instalación se ha añadido un depósito de inercia y un circulador en el circuito secundario. Esta bomba de calor también dará servicio al ACS mediante un interacumulador de 1 serpentín que se calentará hasta la temperatura de consigna. Con esta tipología de esquema podremos abastecer demandas de ACS, calefacción y/o refrigeración.

b. Instalaciones Colectivas.

- **B. 1. Energía solar térmica para ACS con acumulador y apoyo centralizado de caldera con acumulador.**

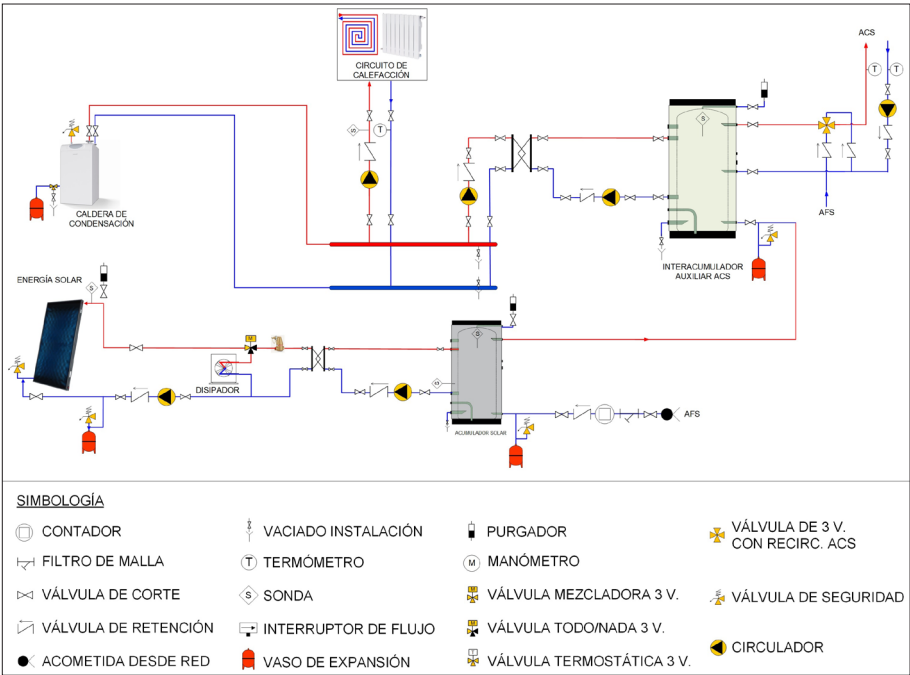


Esquema compuesto por un sistema renovable de energía solar térmica con intercambiador, y un sistema auxiliar con caldera y un segundo intercambiador.

El sistema renovable está compuesto de un conjunto de placas solares térmicas que abastecerán un intercambiador con la ayuda de una bomba circuladora y con un sistema de disipación para evitar sobre temperaturas. Este intercambiador dará servicio de agua precalentada a un segundo acumulador auxiliar donde se calentará hasta la temperatura de consigna mediante la fuente auxiliar que en este caso es una caldera. Mediante este segundo in-

teracumulador auxiliar se dará servició a la demanda de ACS de este edificio colectivo con la opción de hacer la recirculación de agua de retorno. Con esta tipología de esquema podremos abastecer demandas de ACS y calefacción.

– **B. 2. Energía solar térmica para ACS con intercambiador externo y acumulador y caldera centralizada con intercambiador externo y acumulador.**

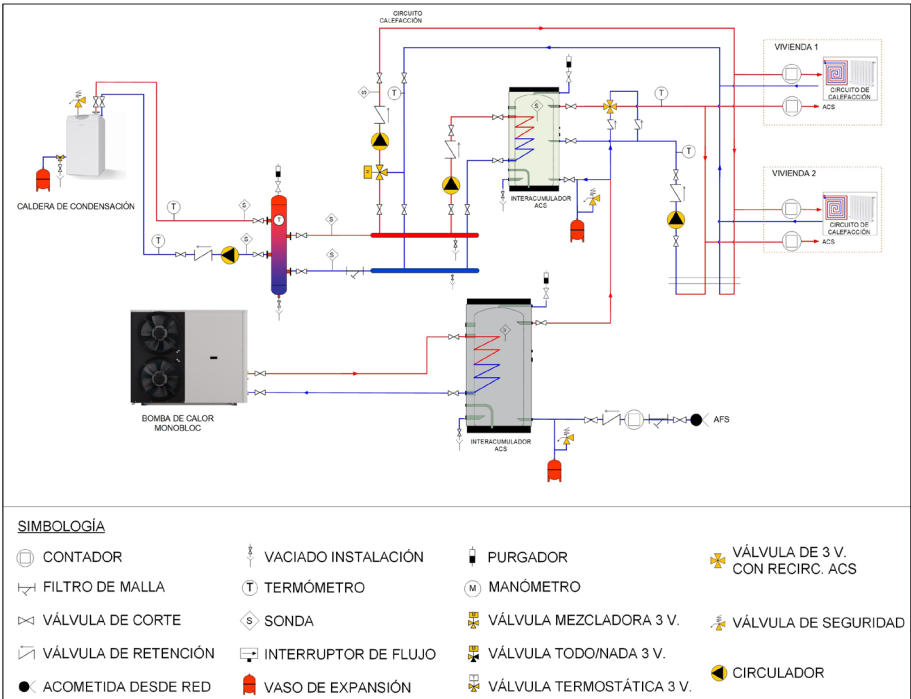


Esquema compuesto por un sistema energía solar térmica con intercambiador de placas y acumulador, y un sistema auxiliar con caldera y un segundo acumulador con intercambiador de placas externo.

El sistema renovable está compuesto de un conjunto de placas solares térmicas que abastecerán de calor a un intercambiador de placas para dar servicio a un acumulador con la ayuda de una bomba circuladora y con un sistema de disipación para evitar sobretemperaturas. Este acumulador dará servicio de agua precalentada a un segundo acumulador auxiliar donde se calentará hasta la temperatura de consigna mediante la fuente auxiliar que

en este caso es una caldera que abastecerá a un segundo intercambiador de placas externo para abastecer un segundo acumulador. Mediante este segundo acumulador auxiliar se dará servicio a la demanda de ACS de este edificio colectivo con la opción de hacer la recirculación de agua de retorno. Con esta tipología de esquema podremos abastecer demandas de ACS y calefacción.

— **B. 3. Bomba de Calor para ACS con acumulador y apoyo de caldera para calefacción y acumulador para ACS.**

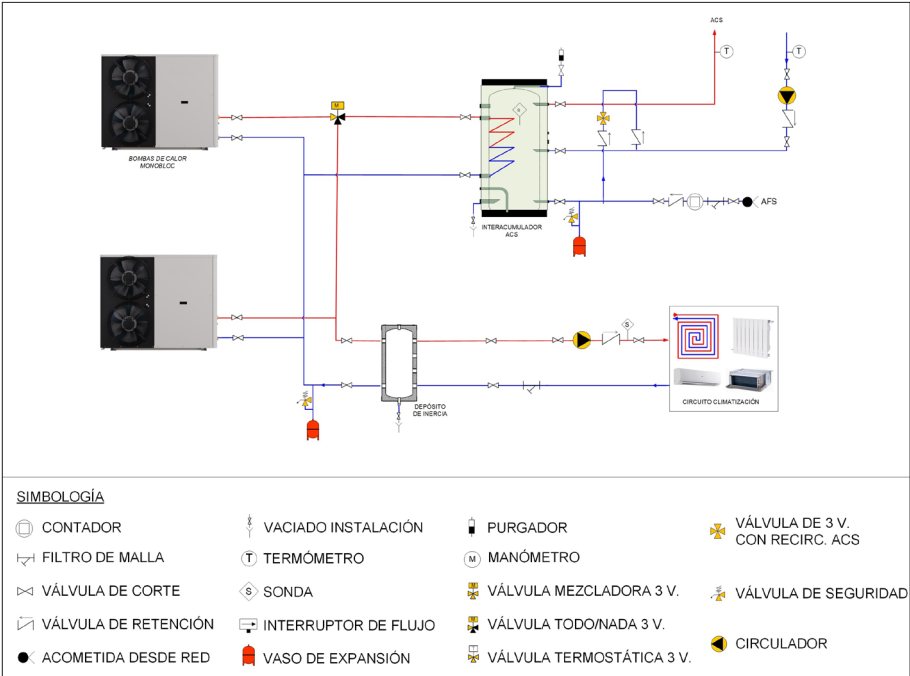


Esquema compuesto por un sistema de bomba de calor con interacumulador, y un sistema auxiliar con caldera y un segundo interacumulador.

El sistema está compuesto de una bomba de calor que abastecerá un interacumulador. Este interacumulador dará servicio de agua precalentada a un segundo acumulador auxiliar donde se calentará hasta la temperatura de consigna mediante la fuente auxiliar que en este caso es una caldera. Mediante

este segundo interacumulador auxiliar se dará servicio a la demanda de ACS de este edificio residencial con la opción de hacer la recirculación de agua de retorno. A su vez la caldera atacará un circuito de calefacción que estará impulsado por un circulador adicional. Con esta tipología de esquema podremos abastecer demandas de ACS y calefacción.

– **B. 4. Bombas de Calor con depósito de inercia y acumulador para ACS.**

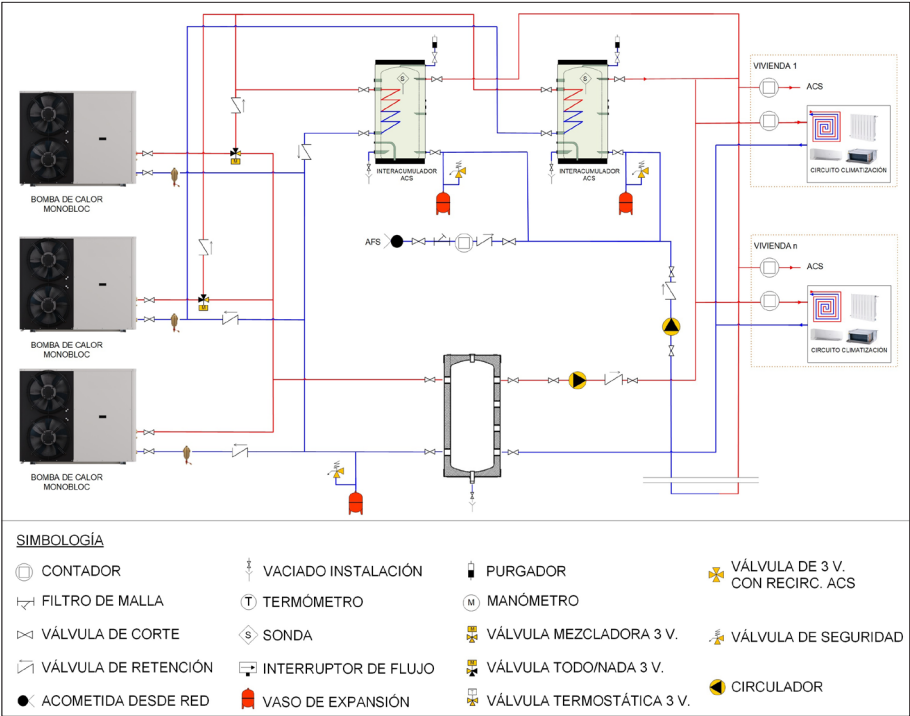


Esquema compuesto por 2 bombas de calor con un interacumulador de ACS y depósito de inercia.

El sistema está compuesto de una cascada de 2 bombas de calor monobloc que abastecerán un depósito de inercia para poder dar servicio a la calefacción/ refrigeración de este edificio colectivo. Adicionalmente, una de las dos bombas de calor dará servicio de ACS abasteciendo un interacumulador en el que acumularemos el agua a la temperatura solicitada para dar servicio a la demanda de ACS del edificio colectivo con la posibilidad de hacer la recirculación de

agua de retorno. Con esta tipología de esquema podremos abastecer demandas de ACS, calefacción y/o refrigeración.

— **B. 5. Bombas de Calor con depósito de inercia y dos acumuladores para ACS.**



Esquema compuesto por 3 bombas de calor con un 2 interacumuladores de ACS y depósito de inercia.

El sistema está compuesto de una cascada de 3 bombas de calor monobloc que abastecerán 1 depósito de inercia para poder dar servicio a la calefacción/refrigeración de este edificio residencial. Adicionalmente, dos de las dos bombas de calor podrán dar servicio de ACS abasteciendo 2 interacumuladores en el que acumularemos el agua a la temperatura solicitada para dar servicio a la demanda de ACS del edificio residencial con la posibilidad de hacer la recirculación de agua de retorno. Con esta tipología de esquema podremos abastecer demandas de ACS, calefacción y/o refrigeración.



8.

Criterios de mantenimiento en los depósitos de acumulación

Partiendo de la base de que la instalación del depósito ha sido realizada por personal cualificado y por tanto dispone de los elementos de seguridad correspondientes e instalados correctamente (válvula de seguridad, antirretorno, etc.,) de acuerdo con las normativas vigentes (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, Real Decreto 178/2021, de 23 de marzo; Reglamento de Seguridad de Instalaciones Frigoríficas, Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre; Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto; Código Técnico de la Edificación, CTE Real Decreto 450/2022, de 14 de junio; Reglamento de Aparatos a Presión) y del fabricante, Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre. Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11. Teniendo todo esto en cuenta, los procesos de limpieza y mantenimiento son esenciales tanto por la seguridad del usuario como para mantener los depósitos al 100% de sus prestaciones, así como para garantizar la eficiencia energética de las instalaciones térmicas. Mantenimiento y limpieza se extienden a todos los elementos de la instalación, equipos, circuitos hidráulicos...

Para la realización de las operaciones de mantenimiento y limpieza es imprescindible considerar la normativa en vigor. En este caso las principales a tener en cuenta son el Real Decreto 03/2023 por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, el Real Decreto Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, Incluye corrección de errores publicada en el BOE núm. 36, de 11 de febrero de 2023 por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis y las normas UNE 100030:2023, Prevención y control de la proliferación y disemi-

nación de legionela en instalaciones y UNE 149101:2015 Equipo de acondicionamiento de agua en el interior de los edificios. Criterios básicos de aptitud de equipos y componentes utilizados en el tratamiento del agua de consumo humano en el interior de edificios y la UNE 112076:2004 IN de Prevención de la Corrosión en circuitos de agua.

El mantenimiento de las instalaciones normalmente incluye operaciones sencillas de control a realizar con cierta frecuencia. La observación y cumplimiento de las indicaciones de mantenimiento dispuestas en los manuales de uso y funcionamiento del fabricante son imprescindibles tanto para conservar la garantía como para obtener un alto rendimiento y larga vida útil del equipo. El manual del equipo debe estar a disposición y al alcance de todos, tanto del instalador, mantenedor como del usuario final en caso de instalaciones domésticas ya que parte de las acciones a revisar pueden ser realizadas por el propio usuario.

Los criterios de mantenimientos son comunes para todo tipo de depósitos. Verificar de forma exhaustiva el correcto funcionamiento de los equipos y dispositivos, efectuar las operaciones de limpieza adecuadas (incrustaciones calcáreas, corrosión...) Llevar a cabo las acciones preventivas necesarias para mantener los equipos en correcto estado de conservación y sustituir periódicamente los componentes sujetos a desgaste. Si bien, dependiendo del uso o tipo de instalación o del material del que este fabricado el depósito, se deben tener en cuenta también otras consideraciones particulares.

En instalaciones con generadores de calor o frío de más de 70 KW, es obligatorio, pero en instalaciones con potencias menores no, aunque es muy recomendable tener un mantenedor contratado, que efectúe revisiones periódicas. Asimismo, es muy aconsejable que se registren cuidadosamente todas las operaciones de mantenimiento realizadas en todas aquellas instalaciones dónde no sea obligatorio.

Los puntos comunes de mantenimiento para los depósitos son los que enumeramos a continuación:

- Comprobar la correcta presión de tarado de la válvula de seguridad, con la placa de características del depósito.
- El mantenedor debe verificar periódicamente, al menos una vez al mes, el funcionamiento de la válvula de seguridad accionando las palancas de descarga durante unos segundos y comprobando que sale agua por el tubo de descarga. Esta acción es necesaria para asegurarse del correcto funcionamiento del elemento de seguridad para constatar que el depósito está protegido.
- Verificar el correcto funcionamiento de las válvulas antirretorno.
- Comprobar la presión de aire del vaso de expansión.
- Comprobar la estanqueidad del depósito, de las tuberías y válvulas.
- Comprobar el correcto estado del aislamiento del depósito y las tuberías.
- Comprobar que no existen muestras de corrosión en el exterior del depósito.
- En la entrada de agua de red de todas las instalaciones es necesario disponer de un filtro de partículas para evitar que entren de la red de agua todo tipo de residuos como lodos o arena que puedan dañar los equipos como por ejemplo bombas circuladoras, válvulas, etc.... dichos residuos pueden dar lugar a la obstrucción total o parcial, por ejemplo, de la válvula de seguridad o de la válvula antirretorno, que podría provocar daños irreversibles en los depósitos. Por ello, las labores de limpieza y cambio del filtro deben estar también consideradas dentro del mantenimiento del depósito.

- La calidad del agua es un factor imprescindible porque de ello depende la durabilidad del depósito por lo que, es necesario vigilar la calidad del agua de las instalaciones. Sería ideal realizar análisis del agua que va a contener el depósito previamente a la instalación de este y periódicamente para su control. Es importante evitar aguas de pozo o de dudosa procedencia. Se tienen que mantener las condiciones del agua dentro de los parámetros indicados en el Real Decreto 03/2023 en el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo. En caso de realizar algún tipo de tratamiento al agua, tales como cloración, descalcificación, etc., vigile que las condiciones del agua contenida siguen dentro de dichos parámetros. Como ejemplo en caso de aguas excesivamente calcáreas, instale un descalcificador confirmando con el fabricante del mismo, que el pH del agua no descienda de lo indicado en el Real Decreto 03/2023.
- Todo depósito de ACS, se tiene que limpiar a la puesta en marcha de la instalación por primera vez además de periódicamente por tratamientos anti legionela, tras paradas superiores a un mes, tras reparaciones o modificaciones estructurales, cuando la revisión de la instalación lo aconseje o cuando así lo determine la autoridad sanitaria. Dichas limpiezas se realizan para evitar las incrustaciones calcáreas, suciedad, sedimentos, deposiciones de lodos, etc., que dañan y reducen el rendimiento del depósito. También es importante efectuar con la misma asiduidad limpiezas de los elementos de la instalación tales como intercambiadores de placas, ... para asegurar su correcto funcionamiento. Las incrustaciones calcáreas o similares reducen la transmisión de calor, la suciedad en el interior reduce el caudal, ... Estas limpiezas se tienen que realizar con el depósito abierto, normalmente se realizan con agua a presión no superior a 30 bar y sin cepillos metálicos u otros instrumentos que puedan dañar el depósito.

Consulte con el fabricante acerca del uso de disolventes, detergentes o agentes químicos ya que en la mayoría de los casos puedan dañar el interior de los depósitos o su recubrimiento interior, por lo que no son recomendables.

- En caso de que el depósito deje de estar en funcionamiento durante un periodo largo de tiempo es aconsejable vaciar el depósito y dejar la boca abierta. No es recomendable dejar el depósito lleno de agua para evitar el estancamiento de la misma. Antes de ponerlo de nuevo en funcionamiento es necesario realizar una limpieza interior. La no realización de estos lavados pueda dar como consecuencia la proliferación de bacterias provocando una corrosión por ataque bacteriano.

Dependiendo del tipo de instalación o del tipo de depósito, es importante tener en cuenta:

- Depósitos de circuito cerrado, o de inercia: El mantenimiento para circuitos cerrados es prácticamente nulo. La dureza del agua puede provocar formación de precipitados, sin embargo, al no existir una renovación ni aporte constante de agua, las incrustaciones que se forman son generalmente muy reducidas. El principal problema que se presenta en todo circuito cerrado es la corrosión. En muchos casos, la única operación de mantenimiento que se realiza en estos circuitos es la purga del hidrógeno o bien por medio de purgadores automáticos o bien de forma manual. Dicha operación, si no se acompaña de un tratamiento inhibidor de la corrosión puede agravar más la situación ya que la reacción de corrosión metal + agua: óxido + hidrógeno seguiría produciendo más hidrógeno. Lo más importante para tener en cuenta en este tipo de circuitos es la hermeticidad del circuito, ya que cualquier entrada de oxígeno favorecerá los procesos de corrosión. La separación de partículas en suspensión mediante aplicación

de filtros y el uso de inhibidores de la corrosión, que formen una capa protectora para bloquear los procesos de corrosión y evitar la formación de hidrógeno, son muy recomendables y en ocasiones obligatorios. No es recomendable realizar sustituciones completas del agua del sistema, salvo rellenos puntuales originados por causas ajenas para evitar la incorporación de oxígeno al circuito.

- Circuitos abiertos o de ACS: Para un correcto mantenimiento y limpieza en depósitos de ACS es importante, y para aquellas instalaciones que deban cumplir el Real Decreto 487/2022, de 21 de junio corrección de errores publicada en el BOE num. 36, de 11 de febrero de 2023, de legionela obligatorio, que dispongan de boca de registro (a excepción de los interacumuladores de doble tanque que tienen consideraciones particulares) y vaciado en el punto más bajo del depósito.

Las aguas de traídas municipales habitualmente deberían cumplir con la legislación vigente, no obstante, en algunos casos contienen diversos componentes los cuales pueden no ser favorables para los depósitos. Por ello el instalador/usuario/mantenedor debe conocer el tipo de agua que va a tener en su instalación con el fin de evitar daños en la misma.

Los problemas más habituales son las formaciones de lodos e incrustaciones debidas a la dureza del agua que favorece la formación de "cal". El calcio y el magnesio están disueltos en el agua junto con otros iones. Las incrustaciones calcáreas conocidas como tal son bicarbonatos de dichos elementos, solubles en agua, que precipitan en forma de cal. Las incrustaciones de cal se producen siempre en los puntos con mayor temperatura del circuito (Resistencias eléctricas, serpentines, etc.) y funcionan como un "aislante térmico" lo que impide la correcta transmisión de calor. Este hecho aumenta el consumo de energía y el tiempo requerido para el calentamiento de agua. En

algunos casos la falta de disipación incluso puede llegar a dañar de forma irreversible el sistema de calentamiento. El mantenimiento en estos casos de dureza elevada tiene que ser más constante, se deben realizar limpiezas tanto de los depósitos como de los elementos calefactores más periódicamente y con los productos que recomiende el fabricante, desincrustantes con carácter ácido adecuados para las características del circuito y las deposiciones existentes. En caso de utilizar productos químicos desincrustantes, es necesario realizar un lavado posterior al tratamiento desincrustante, y asegurarse que se elimina totalmente, el producto desincrustante, a fin de prevenir daños en el acumulador y sus elementos de transmisión de calor.

Otro problema común es la ausencia de protección catódica/anódica o protección catódica/anódica inadecuada.

En muchos casos se emplean ánodos de magnesio. Dichos ánodos, dependiendo de la calidad del agua, son de baja durabilidad y hay que reemplazarlos periódicamente en función del desgaste. Si no se reemplaza dicho ánodo, el depósito queda sin protección, produciéndose daños en el mismo. Además de esto, el ánodo, a medida que se va gastando, genera lodos que tienen que ser limpiados para evitar obstrucciones y prevenir el crecimiento de la bacteria legionela.

En cuanto a la protección catódica electrónica permanente, tiene como ventaja que no forma deposición de lodos y que no hay que reemplazarla, así como la falta de mantenimiento y su facilidad para chequear su funcionamiento, pero esto no exime la revisión de su funcionamiento. El usuario/mantenedor debe comprobar que esté correctamente conectada, que la masa esté conectada directamente a la parte metálica del depósito y no a la tierra del edificio, tuberías, o cualquier otro punto que impida la correcta conexión eléctrica con

el cuerpo metálico del depósito y el funcionamiento sea el correcto, evitar inversiones de polaridad que puedan dañar el depósito en lugar de protegerlo y evitar la desconexión del dispositivo que dejaría al depósito sin protección catódica.

Por otro lado y aunque no sean estrictamente operaciones de mantenimiento, sino operaciones higiénico-sanitarias, hay que recordar la necesidad de realizar las operaciones de prevención y control de legionela, obligatorias en muchas instalaciones.

El Real Decreto 487/2022 de prevención y control de legionelosis nos indica las instalaciones en las que son obligatorios los tratamientos. En el caso de instalaciones con depósitos, se aplicará a instalaciones con depósitos de ACS, de pública concurrencia, tales como hoteles, gimnasios, cuarteles, etc.

Es responsabilidad del titular de la instalación el cumplimiento del Real Decreto. En caso de contratar una empresa especializada, será su responsabilidad la realización de llevar a cabo correctamente las labores de control y prevención, y registrar documentalmente dichas labores.

La persona o empresa responsable de la realización de tratamientos anti-legionela deberá tener la adecuada formación y estar en posesión de la cualificación profesional relativa al mantenimiento higiénico sanitario de instalaciones susceptibles de proliferación de legionela de acuerdo el Real Decreto 830/2010 de 25/06.

Las instalaciones deberán estar diseñadas para evitar puntos de estancamiento del agua, disponer de suficientes puntos de eliminación de residuos, facilitar las labores de mantenimiento higiénico sanitarias y estar construidas con materiales adecuados y deberán cumplir los requisitos del Real Decreto 487/2022, siendo los principales:

- Garantizar una total estanqueidad.
- Los depósitos de ACS con capacidad igual o superior a 750 litros deberán estar dotados de una boca de registro de tamaño mínimo DN-400 y los de menor capacidad disponer de un acceso adecuado para la inspección y limpieza.
- Disponer de suficientes puntos de purga en los puntos bajos para permitir el vaciado total de la instalación, en particular en los depósitos de ACS.
- Los depósitos de ACS dispondrán de un sistema de medición de temperatura del agua interior.
- Se asegurará que la temperatura interior de los depósitos de ACS anteriores a los puntos de consumo sea homogénea y como mínimo de 60°C. En caso de interacumuladores de doble pared deberá ser de 70°C.
- En sistemas de ACS sin acumulación se deberá asegurar una temperatura de salida de al menos 60°C.
- En sistemas con circuito de recirculación, el agua de retorno deberá volver a calentarse antes de volver a incorporarse al circuito de distribución.
- La temperatura en el circuito de ACS se deberá mantener por encima de 50°C.
- Disponer de válvulas antirretorno y filtros en la alimentación de agua fría de los depósitos de ACS.

Los parámetros de calidad del agua también deberán cumplir las indicaciones del Real Decreto 487/2022.

Las operaciones de control de legionela, tales como inspección, toma de muestras, medición de parámetros, limpieza, desinfección, eliminación de productos de desinfección, etc., están indicadas tanto en su forma de realización como en su periodicidad periódica en el Real Decreto, y para depósitos de ACS, fundamentalmente, son:

- Control de temperatura en acumulador y circuito de retorno - diariamente.
- Purga de lodos en acumulador - semanalmente.
- Purga de lodos en tuberías - mensualmente.
- Limpieza y desinfección de depósitos de ACS - trimestralmente.

EJEMPLO DE CHECK LIST COMPROBACIÓN DE DEPÓSITOS

COMPROBACIÓN	SOLUCIÓN	CHECK
Comprobar existencia de fugas en depósito y resto instalación elemento averiado	Reparar fugas o sustituir	
Comprobar que la válvula de seguridad tiene el tarado correcto	En caso necesario sustituir	
Comprobar funcionamiento válvula seguridad, accionando descarga	En caso necesario sustituir	
Comprobar presión de entrada a depósito	En caso de exceso de presión instalar reductor de presión	
Comprobar funcionamiento válvula antirretorno	En caso necesario sustituir	
Comprobar presión aire vaso expansión	Recargar aire o sustituir	
Comprobar estanqueidad válvulas de corte y otras	Reparar fugas o sustituir	
Comprobar estado de aislamiento depósito y tuberías.	Reparar o sustituir aislamiento	
Comprobar corrosión en exterior depósito, patas, conexiones cuerpo.	Retirar óxido, repintar o sustituir	

9.

Importancia de la calidad del agua en los sistemas de acumulación

El agua no siempre tiene las mismas características, nunca la encontraremos en forma pura, sino que contiene distintos elementos en disolución y es el principal responsable de la corrosión en las instalaciones. Por ello es de vital importancia conocer qué tipo de agua se tiene en la instalación para poder tratarla, o prevenir sus efectos corrosivos de la manera más adecuada.

Las aguas pueden ser:

- Aguas incrustantes: las que por su composición tienen tendencia a formar incrustaciones de cal y se caracterizan por poseer una elevada dureza.
- Aguas agresivas: las que por su composición tienden a disolver las incrustaciones de cal y se caracterizan por poseer una dureza reducida.
- Aguas corrosivas: las que por su composición favorecen la corrosión de los metales y se caracterizan por incorporar parámetros que facilitan la disolución de los metales (pH, cloruros, sulfatos, nitratos, ...)

Los procesos de corrosión rápidos se producen habitualmente por aguas corrosivas y agresivas.

Los parámetros a medir para determinar el tipo de agua son el pH, la dureza y la conductividad.

a. Sistemas de tratamiento de agua.

Los tratamientos de agua pueden eliminar o mitigar elementos contenidos en el agua que puedan ser indeseables o perjudiciales para la salud o las instalaciones, pero no siempre son aplicables, por ejemplo, en instalaciones de

ACS en las que el agua no se recupera no es viable la adición de inhibidores de corrosión o agentes antiincrustantes, que se perderían con el agua consumida haciendo el tratamiento muy caro. Sin embargo, estos mismos tratamientos son altamente recomendables en instalaciones de circuitos cerrados, tales como instalaciones de calefacción, climatización, primarios de calderas, etc.

Tipos de sistemas de tratamiento de agua:

- **Filtración de protección:** Es un tratamiento imprescindible y obligatorio para el cumplimiento de la legislación vigente. Toda instalación tiene que llevar un filtro auto limpiante manual o automático.
- **Inhibidores de incrustaciones:** Dosificación de inhibidores de incrustaciones de calidad alimentaria en dosis muy reducidas que evitan que la cal se incruste. La cal no se elimina, simplemente se evita que precipite en las partes calientes o que forme deposiciones en tuberías, resistencias, serpentines, Son especialmente adecuados para circuitos cerrados.
- **Descalcificación del agua:** Es uno de los tratamientos más habituales en casos de aguas duras con carácter incrustante. La descalcificación se basa en el intercambio iónico de iones sodio o potasio. Cuando el agua atraviesa este sistema, se intercambian los iones calcio y magnesio por el ion sodio o potasio de tal forma que los primeros quedan retenidos y estos últimos se incorporan al agua. Es un tratamiento bastante habitual en circuitos de ACS que adecuadamente realizado obtiene muy buenos resultados.
- **Tratamiento con Cloro/Hipoclorito:** El cloro es el desinfectante más utilizado en la actualidad. Puede usarse en forma de cloro gas o en forma de ion hipoclorito. Todo sistema de tratamiento de este tipo debe tener un control exhaustivo sobre el valor final del pH para garantizar su eficacia.

El Cloro disuelto en agua puede estar en varias formas, cloro libre, que es el cloro que no está asociado con la materia orgánica, cloro combinado, asociado a materia orgánica y cloro activo que es la parte del cloro libre en forma de ácido hipocloroso.

El cloro es eficaz contra la mayoría de las bacterias, pero su acción es limitada frente a virus. Necesita un tiempo de contacto mínimo de 20 a 45 minutos para tratar el agua por lo que toda la instalación, tanto depósito como circuito hidráulico como valvulería debe permitir dicha exposición. La dosis de aplicación depende de las características del agua, así como del valor del pH.

El cloro se puede formar de manera electrolítica por ejemplo mediante equipos de aporte de sal al agua, método utilizado principalmente en circuitos con recirculación de agua o mediante equipos con aporte de sal independiente, los cuales toman la sal de un depósito de salmuera y generan el cloro a través de una célula electrolítica.

Suele utilizarse en instalaciones de agua fría y ACS. En estos equipos debe vigilarse minuciosamente las dosificaciones, ya que dosificaciones excesivas pueden dar lugar al deterioro por corrosión de la instalación y en particular del depósito de ACS, puesto que el cloro es un oxidante muy activo.

- **Dióxido de Cloro:** Es un gas de color amarillento, parcialmente soluble en agua. Es eficiente frente a bacterias y virus en un tiempo relativamente corto. Su poder de desinfección no depende de pequeñas variaciones de pH y los productos de reacción con la materia orgánica son menores que los que se forman a partir del cloro/hipoclorito. El dióxido de cloro se usa en las plantas de tratamiento de agua que producen agua potable y también se ha usado para descontaminar edificios públicos. Es un sistema de tratamiento para ACS pero no es de los más utilizados.

- **Tratamiento con Ozono:** El ozono es un gas incoloro de olor característico que se forma en la naturaleza a partir de un aporte local de energía. Es muy inestable.

El Ozono es un poderoso oxidante que no solo destruye las bacterias, sino que también actúa contra los virus. Necesita un tiempo de actuación relativamente pequeño, alrededor de los 3-5 minutos. Los subproductos de reacción que forma con la materia orgánica son moléculas que en su mayor parte quedan retenidas en filtros de carbón activo.

Las reacciones de oxidación del ozono no dependen en forma significativa de las variaciones de pH. La dosis depende de las características del agua.

Como contrapunto, el Ozono presenta una importante toxicidad para el ser humano, es irritante y en dosis elevadas puede producir lesiones en nuestro organismo, por lo tanto, una vez realizado el tratamiento, es imprescindible que el ozono sea eliminado del agua antes de que esta sea enviada a consumo.

- **Radiación ultravioleta:** Los generadores UV crean una radiación con una longitud de onda de 254 nm, al irradiar a esta longitud de onda el metabolismo de los gérmenes queda neutralizado. Un factor muy importante a considerar para este tipo de tratamiento es la transparencia del agua a la radiación ultravioleta, la “transmitancia”. La transmitancia normal del agua de las redes municipales se sitúa como máximo en un 70%. En general los equipos estándar de radiación UV son adecuados para agua hasta 35-40°C. Para temperaturas elevadas se requieren equipos especiales.

La radiación UV no deja ningún tipo de efecto residual por lo cual el agua a la salida del equipo no está protegida frente a una posterior

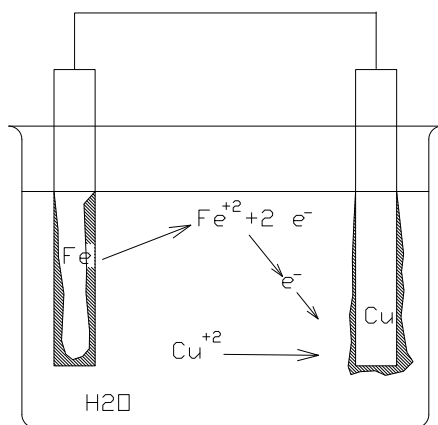
re-contaminación, por dicho motivo, este tratamiento se suele aplicar en los puntos finales de consumo.

Las ventajas de este sistema son por ejemplo la eliminación de gérmenes incluyendo la Legionela, funciona frente a bacterias y a virus, no introduce ningún producto químico ni genera subproductos, no favorece los procesos de corrosión y tiene fácil mantenimiento.

b. Corrosión en sistemas de acumulación.

La corrosión es un proceso electroquímico que sucede entre dos elementos con intermediación de un electrolito, que normalmente es agua. Uno de los elementos, generalmente un metal, pierde electrones, oxidándose, y el otro capta electrones, quedando protegido frente a la corrosión.

Los procesos de corrosión se regulan mediante potenciales de oxidación de cada sustancia que interviene en un proceso. El potencial de oxidación es la energía que se cede o que se precisa para pasar de metal a ion, a mayor energía positiva más favorecida está la reacción.



Los metales con potenciales electropositivos como el cobre, plata y oro se denominan nobles y no reaccionan con ácidos minerales, aunque si pueden oxidarse. Los metales con potenciales electronegativos reaccionan con los ácidos minerales y se corroen con mayor facilidad. Cuando dos metales con diferentes potenciales están en contacto, el más positivo se protege a expensas del más negativo que se corroe. Este efecto es más pronunciado cuanto mayor sea la diferencia de potencial entre los dos metales, de forma que, por ejemplo, metales como el cobre en contacto con el hierro, darán lugar a una rápida corrosión del hierro, mientras que otros metales con características similares, como cobre con bronce, tendrán un deterioro mucho más lento, o incluso inapreciable.

El potencial de oxidación varía en función de la temperatura y de la concentración del propio ion metálico, así como de los iones que reaccionan con él. Por este motivo, en algunos casos las variaciones de temperatura o la presencia de determinado tipo de sustancias pueden favorecer en forma muy significativa los procesos de corrosión.

En las instalaciones, los tipos de corrosión que nos podemos encontrar pueden llegar a ser muy complejas, y combinarse distintos tipos, pero las más comunes son:

- **Corrosión generalizada:** que se produce uniformemente sobre toda la superficie metálica, en forma de capas de hidróxidos que producen agua de color rojizo (excepto en tuberías de cobre que produce coloración verde en el agua). La corrosión ataca por igual toda la superficie metálica y avanza lentamente.
- **Corrosión localizada:** Es un tipo de corrosión no uniforme que se localiza en una zona particular, en el mismo metal se crean zonas anódicas y catódicas que crean células de concentración, es típico de metales con propiedades protectoras, pero sin una inhibición completa de la corro-

sión. Este tipo de corrosión es muy peligrosa, porque actúa de forma muy concentrada en un punto pudiendo ocasionar la perforación del metal en poco tiempo, además de ser difícil de detectar.

- **Corrosión galvánica:** Es un tipo de corrosión localizada que ocurre cuando dos metales diversos con potenciales de oxidación muy diferentes entran en contacto físico directo entre ellos y con el agua como medio de transporte de iones. Cuando esto ocurre, el metal activo se corroe de forma muy rápida. Esto ocurre cuando las instalaciones se realizan con tuberías de distintos materiales tales como acero galvanizado, cobre o acero inoxidable unidos directamente o cuando se realizan reparaciones y se sustituyen tramos de tubería por materiales distintos.

En estos casos, si la conexión se realiza directamente, los procesos de corrosión son inevitables y conducirán a la destrucción de la parte más débil.

- **Corrosión bajo depósito:** Este tipo de corrosión es debido a la presencia de partículas extrañas, normalmente arrastradas por el agua (lodos, residuos, etc.) que se depositan sobre el metal. Cuando esto sucede, se produce un proceso de aireación diferencial entre la superficie cubierta por los residuos y el resto del metal, dando lugar a la corrosión del metal cubierto por los residuos. Este es un caso particular de la corrosión por picadura.
- **Corrosión en hendiduras:** Es típica en metales donde existe una ranura, grieta o rincón, debido a la geometría de construcción de la pieza, es una variante de la corrosión bajo depósito. En ella el oxígeno se vuelve deficiente en la grieta, lo que causa una diferencia de potencial y provoca corrosión.
- **Corrosión bajo tensiones:** Sucede en metales sometidos a elevados esfuerzos en presencia de medios agresivos, lo que da lugar a la formación de grietas intergranulares que avanzan hasta la rotura total del material. Es típico en depósitos de ACS de acero inoxidable sometidos a presiones

mayores de las de diseño con aguas con elevados contenidos de cloruros. Como todas las corrosiones localizadas es especialmente peligrosa porque se presenta sin indicios alarmantes previos y se desarrolla tras un periodo de incubación. Es de muy difícil detección y cuando se detecta la pieza suele estar profundamente dañada.

Los factores que influyen en la velocidad de la corrosión son:

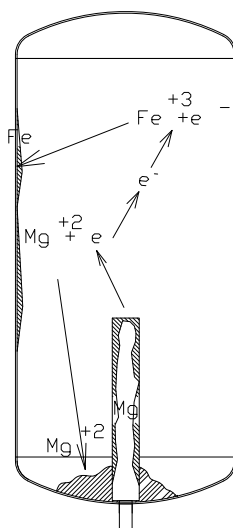
- pH del agua
- Sólidos disueltos
- Temperatura
- Mezclas de metales
- Presencia de oxígeno en el agua
- Exceso de cloro en el agua
- Calidad y características de los materiales de la instalación
- Corrientes galvánicas

Si se detecta un proceso de corrosión en primer lugar se debe determinar su origen, comprobar la composición del agua, las características del circuito, condiciones de trabajo de la instalación, inspección de tuberías, ...Una vez establecido el motivo se debe establecer el tratamiento adecuado, o las modificaciones correspondientes en la instalación, para que no vuelva a ocurrir.

Los tratamientos y acciones que realizar son:

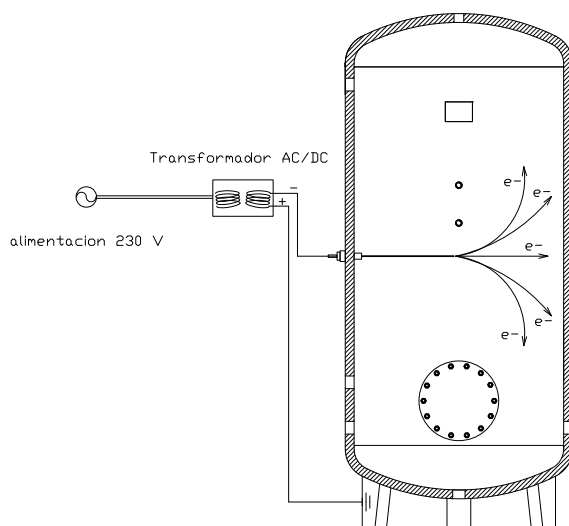
- **Filtración del agua:** Es un tratamiento imprescindible para evitar que puedan pasar partículas a las tuberías que puedan depositarse en ellas provocando una perforación.
- **Corrección del agua:** Se realiza modificando o eliminando las propiedades corrosivas del agua.

- **Inhibidores de la corrosión:** No modifican las características fisicoquímicas del agua, actuando a dosis muy débiles. Los inhibidores se fijan al metal formando una “barrera” entre el metal y el agua. Para aguas de consumo humano solamente se pueden utilizar inhibidores para proteger el acero galvanizado y el acero inoxidable.
- **Protección catódica por ánodos de sacrificio:** Con estos dispositivos, se protege un metal conectándolo eléctricamente a otro metal menos noble, para que se corroa a expensas del metal a proteger. Este tipo de protección es muy habitual en depósitos de ACS, usándose ánodos de magnesio que es necesario sustituir periódicamente para reponer el metal corroído.



- **Protección catódica por inyección de corriente:** Este tipo de protección funciona de forma similar al anterior pero la transferencia de electrones se realiza desde la red eléctrica a través de un transformador de baja intensidad y voltaje, soportado por un ánodo de metal muy noble

(generalmente de titanio) a través del cual se transfieren electrones al depósito metálico evitando su corrosión. Este tipo de protección no requiere cambios periódicos del ánodo ya que no sufre desgaste, sin embargo, debe estar permanentemente conectado a la red eléctrica, aunque su consumo sea de varios mA.



- **Evitar materiales “poco nobles”**, como hierro o acero galvanizado, que actualmente están prohibidos en instalaciones de ACS, pero podemos encontrarlos en instalaciones antiguas. En caso de no poder evitarlos instalar manguitos anti electrolíticos y nunca conectar un metal menos noble aguas debajo de un metal más noble, por ejemplo, nunca conectar tubería de cobre antes de una tubería de hierro o de acero galvanizado.
- **Efectuar limpiezas periódicas de los depósitos.** Los depósitos de residuos pueden generar corrosión bajo depósito, o incluso contribuir al crecimiento de bacterias, que puedan dar lugar a compuestos corrosivos. La eliminación periódica reducirá el riesgo de este tipo de corrosión.

- **Evitar temperaturas elevadas**, o mantener la temperatura de los depósitos lo más baja posible. Evitar recalentamientos como los habituales en instalaciones de ACS calentadas por energía solar durante el verano. La temperatura es siempre un catalizador de los procesos de corrosión.
- **En circuitos cerrados y en particular depósitos de inercia** evitar fugas y posteriores rellenos de agua, que aportarán oxígeno a la instalación y crearán más corrosión.
- **Instalar puntos de purga** en las partes altas de los circuitos, especialmente en las salidas de los depósitos de acumulación, para eliminar o minimizar la presencia de oxígeno en la instalación.
- **En caso de tratamientos de agua**, vigilar que las concentraciones de aditivos añadidos no excedan concentraciones recomendadas y no puedan ocasionar corrosión en la instalación. Vigilar también los parámetros finales después del tratamiento a fin de no deteriorar la instalación. Por ejemplo, el tratamiento de descalcificación por dosificación de sodio, una dosificación excesiva podría dar lugar a un agua final agresiva o corrosiva que provoque corrosión en la instalación.
- **En instalaciones con tuberías plásticas**, debemos tener en cuenta que, aunque éstas no sufran de corrosión, existen elementos en la instalación que necesariamente serán metálicos (conexiones roscadas de las tuberías plásticas, válvulas, bombas circuladoras, calderas, depósitos, etc.). En estas instalaciones la corrosión actuará más intensamente que si la instalación fuera íntegramente metálica.



a. Asociación Española de Normalización, UNE

La Asociación Española de Normalización, UNE, es una organización global cuyo propósito es desarrollar normas técnicas o estándares que contribuyan al progreso compartido de la sociedad y a la creación de un mundo más seguro, sostenible y competitivo.

Las normas recogen el consenso del mercado sobre las mejores prácticas en aspectos clave para la competitividad de las organizaciones y para los intereses de toda la sociedad, siendo el resultado del diálogo y la colaboración conjunta de los sectores económicos y las Administraciones públicas. Esta metodología de trabajo convierte a la Asociación en un modelo de éxito de colaboración público-privada y en uno de los principales generadores de conocimiento en español.

Por medio de las normas, UNE ayuda a las empresas a superar con éxito sus grandes desafíos en campos como la transición ecológica, transformación digital, industria 4.0, exportaciones, innovación, sostenibilidad, capacitación de profesionales o buen gobierno corporativo, entre otros; e impulsa su posicionamiento en los mercados internacionales. Además, apoya a las Administraciones en el despliegue eficaz de políticas públicas.

UNE es el representante español ante los organismos de Normalización internacionales y europeos como es el CEN (Comité Europeo de Normalización) y lleva la voz de los expertos españoles a los foros mundiales en los que se discuten normas clave para la competitividad de las empresas y de los sectores económicos españoles.

UNE está formada por cerca de 550 miembros, que representan a la práctica totalidad del tejido productivo español. Entre estos, se encuentran 150 relevantes asociaciones sectoriales de ámbito nacional siendo FEGECA una de ellas.

Los estándares recogen el consenso del mercado sobre las mejores prácticas en aspectos clave para la competitividad de las organizaciones, siendo el resultado de la labor conjunta de los sectores económicos y administraciones.

Las normas técnicas tienen beneficios económicos. La aportación de las normas técnicas al crecimiento económico de nuestro país se estima en el 0,9 % del PIB, una magnitud similar a la de los países más avanzados de nuestro entorno, y la utilización de las normas contribuye a mejorar la productividad de las empresas en un 13% y a reducir sus costes en más de 7%.

Asimismo, las normas técnicas o estándares facilitan también a las empresas la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), ya que proporcionan el lenguaje común y criterios medibles que requiere este reto global.

En el caso del sector de la generación y emisión de calor, como veremos más adelante, es el CTN-UNE 124, Generadores y Emisores de Calor, liderado por FEGECA a través de su secretaría, el encargado de desarrollar esta actividad en ese ámbito.

b. FEGECA en la actividad sectorial de normalización, CTN-UNE 124 Generadores y Emisores de Calor.

La actividad de normalización sectorial en el ámbito de los Generadores y Emisores de Calor se desarrolla en el seno del comité técnico de normalización CTN-UNE 124 cuya secretaría desempeña FEGECA (Asociación de Fabricantes de Generadores y Emisores de Calor). Este comité se encarga de la normalización de:

- Calderas de calefacción;
- Radiadores, convectores y similares;
- Estufas y cocinas;

- Intercambiadores de calor;
- Acumuladores de agua caliente sanitaria, incluyendo los elementos y equipos auxiliares específicos (válvulas, quemadores, etc.) en sus aspectos de terminología, características, diseño, cálculo, mantenimiento y métodos de inspección y ensayo.

La normalización de los equipos y unidades anteriores es competencia de otros comités técnicos de normalización. Sin embargo, existe la posibilidad de seguimiento de esa actividad, tanto de forma directa como indirecta, a través de la participación en el CTN-UNE 124 como comité interesado en esos ámbitos.

En cuanto a la estructura del CTN, éste está dividido en subcomités (SC) para facilitar el seguimiento y capacidad de influencia en los comités europeos de normalización (TC) de los que es responsable a nivel nacional como comité espejo. Los subcomités son los siguientes:

- SC 1, Calderas de calefacción por agua caliente
- SC 2, Emisores de calor (radiadores, convectores y similares)
- SC 3, Estufas, cocinas (CEP) e insertables de chimeneas de hogar
- SC 4, Acumuladores e intercambiadores para agua
- SC 5, Quemadores ("domésticos")
- SC 6, Intercambiadores de calor

Siendo en CEN los comités europeos de normalización bajo su responsabilidad:

- CEN/TC 46, Estufas de petróleo
- CEN/TC 47, Quemadores de combustibles petrolíferos por pulverización y sus componentes. Funcionamiento
- CEN/TC 57, Calderas para calefacción central

- CEN/TC 109, Calderas de gas para calefacción central
- CEN/TC 110, Intercambiadores de calor
- CEN/TC 130, Aparatos de calefacción sin fuentes de calor integradas
- CEN/TC 295, Aparatos de uso doméstico que utilizan combustibles sólidos
- CEN/SS H07, Calefacción de espacios
- CEN/WS 073, Subestaciones ecoeficientes

Mientras que a nivel internacional en ISO se hace seguimiento del comité ISO/TC 285, Cocinas elementales de combustible sólido y soluciones para el cocinado limpio.

El CTN-UNE 124 lo componen más de 20 vocalías en representación de fabricantes, laboratorios, asociaciones sectoriales, centros de investigación, etc. De esta manera se garantiza la participación compensada del sector, aglutinando a todas las partes interesadas, y haciendo más robusta la toma de decisiones que, por los principios de la normalización, deben ser prioritariamente consensuadas.

Fruto de su trabajo, el CTN tiene alrededor de 70 documentos técnicos publicados (entre Normas, Especificaciones e Informes técnicos). Estos documentos son mayoritariamente adopción de las normas europeas como normas nacionales, así como las internacionales que así lo requieran.

Para garantizar la capacidad de influencia nacional directa en todas las fases del desarrollo de los documentos normativos, el CTN aprueba las acreditaciones de las delegaciones nacionales que participan en las reuniones plenarias de los comités europeos e internacionales, así como de los expertos que participan en los grupos de trabajo (WG) de dichos comités. En este caso, estos expertos, representan los intereses de las organizaciones a las que pertenecen.

Finalmente, el CTN ayuda en la resolución de consultas que le sean planteadas sobre cuestiones relacionadas con la normalización de su sector.

En el ámbito del CTN-UNE 124, un ejemplo práctico de la capacidad de influencia que tienen los sectores en la regulación de su actividad, son las respuestas a las solicitudes de normalización que periódicamente hace la Comisión Europea (CE) al Comité Europeo de Normalización (CEN) para el desarrollo de normas que den soporte a los reglamentos europeos. A través del trabajo de los comités europeos de normalización (TC), el CEN proporciona a la CE dichas normas. Las CE las evalúa, y decide su uso como norma armonizada para el cumplimiento de la reglamentación o como método transitorio para ese mismo fin.

En la siguiente figura, se esquematiza este proceso para los reglamentos de diseño ecológico (Reglamento 813/2013) y de etiquetado energético (Reglamento 811/2013) para aparatos de calefacción. En este caso la CE solicita al CEN normas que den soporte a dichos reglamentos y el CEN, a su vez, transmite el encargo al comité técnico CEN/TC 109, Central heating boilers using gaseous fuels. Éste desarrolla la Norma UNE-EN 15502-1, Calderas de calefacción central que utilizan combustibles gaseosos. Parte 1: Requisitos generales y ensayos, que a su vez es reconocida por la CE como un método transitorio para el cumplimiento con los mencionados reglamentos. En todo este proceso, el comité nacional CTN-UNE 124, tiene capacidad de influencia transmitiendo el posicionamiento del sector nacional.



Figura: Ejemplo práctico de la capacidad de influencia que tienen los sectores en la regulación de su actividad.

Este mismo esquema de colaboración público-privada se reproduce para los reglamentos europeos que impactan a los depósitos de acumulación y de los que se habló anteriormente, es decir, el Reglamento Delegado (UE) 814/2013, de aplicación para el diseño ecológico de los productos de uso exclusivo para agua caliente sanitaria dentro del Lote 2, y el Reglamento Delegado (UE) 812/2013, en lo que respecta al etiquetado energético de los calentadores de agua, los depósitos de agua caliente y los equipos combinados de calentador de agua y dispositivo solar.

c. Normas aplicables en los depósitos.

A continuación, se relacionan las normas de las que se ha ido desglosando su impacto en relación con el diseño de los depósitos de acumulación:

- UNE 100030:2023 Prevención y control de la proliferación y diseminación de *Legionella* en instalaciones.
- UNE-EN 16147:2017+A1:2023 Bombas de calor con compresor accionado eléctricamente. Ensayos y requisitos para el marcado de equipos para agua caliente sanitaria.
- UNE-EN 12897:2017+A1:2020 Abastecimiento de agua. Especificaciones para los calentadores de agua de acumulación por calentamiento indirecto sin ventilación (cerrados).
- UNE 112076:2004 IN Prevención de la corrosión en circuitos de agua.
- UNE 149201:2017 Abastecimiento de agua. Dimensionado de instalaciones de agua para consumo humano dentro de los edificios
- UNE-EN 303-5:2022+A1:2023 Calderas de calefacción. Parte 5: Calderas especiales para combustibles sólidos, de carga manual y automática y potencial útil nominal hasta 500 kW. Terminología, requisitos, ensayos y marcado.

- UNE 149101:2015 Equipo de acondicionamiento de agua en el interior de los edificios. Criterios básicos de aptitud de equipos y componentes utilizados en el tratamiento del agua de consumo humano en el interior de edificios.

Asimismo, se relacionan otras normas que, aun no mencionándose en anteriores capítulos, pueden asimismo servir de referencia para todos los actores de la cadena de valor de este sector:

- UNE 149201:2017 Abastecimiento de agua. Dimensionado de instalaciones de agua para consumo humano dentro de los edificios.
- UNE-EN 60335-1:1997 Seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos. Parte 1: Requisitos generales
- UNE-EN 60335-2-15:2016 Aparatos electrodomésticos y análogos. Seguridad. Parte 2-15: Requisitos particulares para aparatos de calentamiento de líquidos.
- UNE-EN 60335-2-21:2004 Aparatos electrodomésticos y análogos. Seguridad. Parte 2-21: Requisitos particulares para calentadores de agua de acumulación.
- UNE 94041-1:2010 Sistemas domésticos de apoyo de consumo calorífico nominal inferior o igual a 70 kW y volumen de acumulación inferior o igual a 300 l, utilizados en instalaciones solares térmicas. Parte 1: Sistemas de apoyo que utilizan combustibles líquidos y gaseosos.
- UNE-EN 14359:2017 Acumuladores hidroneumáticos para transmisiones hidráulicas.
- UNE-EN 15332:2021 Calderas de calefacción. Evaluación energética de los sistemas de acumulación de agua caliente.

- UNE-EN 50440:2016/A1:2021 Eficacia de los calentadores de agua domésticos eléctricos de acumulación y métodos de ensayo.
- UNE-EN 13203-1:2015 Aparatos de uso doméstico que utilizan combustibles gaseosos para la producción de agua caliente. Parte 1: Evaluación de las prestaciones de abastecimiento de agua caliente.
- UNE-EN 15033:2007 Aparatos de producción de agua caliente por acumulación, de circuito estanco, para usos sanitarios que utilizan gases licuados del petróleo (GLP), para vehículos y barcos.



www.fegeca.com

Guía patrocinada por:

