

Edificios

Ahorro y Eficiencia Energética en Climatización 8

Guía técnica

Agua caliente sanitaria central

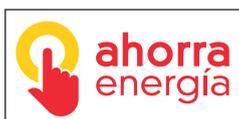


Edificios

Guía técnica

Agua caliente sanitaria central

Ahorro y Eficiencia Energética en Climatización 



TÍTULO

Guía técnica de agua caliente sanitaria central

AUTOR

La presente guía ha sido redactada por la Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR) para el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), con el objetivo de promocionar la eficiencia en el uso final de la energía en los edificios.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todas las personas que han participado en la elaboración de esta guía y en particular a D. Ricardo García San José y al Comité Técnico de ATECYR responsable de su revisión técnica.

.....

Esta publicación está incluida en el fondo editorial del IDAE, en la serie “Ahorro y Eficiencia Energética en la Climatización”.

Cualquier reproducción, total o parcial, de la presente publicación debe contar con la aprobación del IDAE.

ISBN: 978-84-96680-52-4

.....

IDAE

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

c/ Madera, 8

E - 28004 - Madrid

comunicacion@idae.es

www.idae.es

Madrid, junio de 2010

ÍNDICE

1 Objeto	5
2 Formas de producción	7
2.1 Producción instantánea	7
2.2 Producción con acumulación	7
3 Prevención de la legionelosis	9
4 Componentes de las instalaciones de ACS	11
4.1 Intercambiadores	11
4.2 Depósitos	12
4.3 Válvulas de regulación	13
4.4 Bombas de circulación	14
4.5 Contadores	14
4.6 Tuberías	14
4.7 Aislamiento térmico	17
5 Esquemas tipo	19
5.1 Producción instantánea	19
5.2 Producción con acumulación	22
5.3 Conexión de los acumuladores	26
5.4 Esquemas especiales para prevención de la legionelosis	29
5.5 Integración de la energía solar térmica	30
5.6 Otros sistemas de recuperación de calor	34
5.7 Distribuciones generales	37
6 Dimensionado de las instalaciones	43
6.1 Caudales	43
6.2 Consumos	46
6.3 Producción instantánea	47
6.4 Sistemas con acumulación	48
6.5 Recomendaciones para la selección de potencias	51
6.6 Distribución	52
6.7 Recirculación	61

7 Mantenimiento	67
7.1 Mantenimiento general de instalación de ACS	67
7.2 Mantenimiento para sistemas de ACS con sistema solar térmico	68
7.3 Mantenimiento para prevención de legionelosis.....	69
Anexo 1: Tablas	71
Anexo 2: Normativa	125
Anexo 3: Prevención de la legionelosis	127
1 Legionella Pneumophila y legionelosis	127
2 Instalaciones de riesgo.....	128
3 Prescripciones reglamentarias básicas.....	128
4 Instalaciones interiores de agua para consumo humano	129
5 Recogida de muestras	131
6 Agua fría para consumo humano.....	131
7 Análisis de los puntos de riesgo	132
Anexo 4: Bibliografía	133

1

Objeto

El objeto de la presente guía es analizar las instalaciones de producción centralizada de Agua Caliente Sanitaria (ACS), desde los puntos de vista de la eficiencia energética y del cumplimiento reglamentario.

El documento se estructura en una primera parte en la que se analizan las formas de producción de ACS, los componentes básicos de estas instalaciones y los requisitos para la prevención de la legionelosis.

En los apartados 2 y 3 se ofrece la explicación de algunos conceptos generales determinantes en estas instalaciones, pasando a desarrollar más en profundidad sus componentes y esquemas más comunes en los capítulos 4 y 5.

En el capítulo 5 se desarrollan los esquemas de producción de ACS analizando los cometidos de cada componente; se contempla especialmente la integración de los sistemas solares, obligatorios en aplicación del HE4 para todo edificio, de nueva construcción o rehabilitación, en el que haya consumos de ACS.

El dimensionado de las instalaciones se desarrolla en el capítulo sexto mediante tres ejemplos correspondientes a tres edificios representativos: viviendas, hotel y polideportivo.

Para finalizar, en el capítulo séptimo se recogen las acciones que deben contemplarse para un correcto mantenimiento de estas instalaciones.

Se incluye un anexo (Anexo I) en el que se recopilan todas las tablas de cálculo empleadas en el texto, aparte de otros anexos de referencia.

A lo largo del documento se realizan referencias a las indicaciones del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE) del Código Técnico de la Edificación (CTE) en sus documentos básicos HE4 (Energía solar térmica para ACS) y HS4 (Suministro de agua) para lo que se emplean las siglas HE4 y HS4.

2

Formas de producción

Las instalaciones de producción centralizada de ACS habitualmente se integran en las de calefacción de los edificios. La producción de calor que se realiza en la sala de calderas es conjunta para todos los servicios térmicos del edificio y las calderas se conectan con los colectores desde los que parten los diferentes servicios de calefacción y el circuito primario del ACS.

El agua de consumo se lleva desde la instalación para suministro de agua del edificio hasta la sala con una derivación exclusiva para este uso.

Debido a que el agua de calderas no es apta para el consumo humano, siempre deben existir intercambiadores en cuyo interior se transfiera el calor de las calderas (primario) al ACS (secundario) sin que exista mezcla entre ambos circuitos.

Una vez calentada el agua se distribuye por todo el edificio hasta los puntos de consumo, mediante una red de tuberías exclusivas para este servicio.

Como las distancias que normalmente existen entre los puntos de producción y los de consumo son largas, si no se adoptasen medidas para ello, los usuarios deberían esperar un tiempo excesivo para recibir el ACS, lo que implicaría consumos innecesarios de agua, además de la correspondiente falta de confort. Para evitarlo, las instalaciones centrales cuentan con los circuitos de recirculación, que consisten en una red de tuberías que retornan el agua desde los puntos de consumo más alejados, hasta el lugar de producción, mediante bombas de recirculación, que la mueven continuamente por toda la instalación, manteniendo las tuberías a la temperatura adecuada para el uso, de manera que salga de forma prácticamente inmediata por los grifos.

Por la forma de producción del ACS se distinguen dos tipos de instalaciones, con o sin acumulación; respecto a las distribuciones todas las instalaciones son similares.

2.1 PRODUCCIÓN INSTANTÁNEA

La característica más destacable de los sistemas de producción instantánea es que el diseño de los intercambiadores está condicionado al momento de máxima demanda de la instalación, pues en ellos el agua de calderas calienta el agua de consumo al mismo tiempo que se demanda.

Como elementos auxiliares estos sistemas requieren de bombas en el circuito primario, encargadas de hacer circular el agua de los colectores de calderas a los intercambiadores.

2.2 PRODUCCIÓN CON ACUMULACIÓN

Para reducir la potencia necesaria en producción y al mismo tiempo obtener funcionamientos más homogéneos de la instalación se utilizan los sistemas con acumulación en depósitos en los que se mantiene el agua caliente hasta el momento de su uso, de manera que en las puntas de demanda del edificio se utiliza el agua acumulada, solicitándose una potencia inferior a la del sistema de producción.

Los sistemas de acumulación a su vez se clasifican, dependiendo del volumen de acumulación, en:

- Acumulación.
- Semiacumulación.

Los volúmenes de acumulación se diseñan para atender a la demanda punta con el agua acumulada, mientras que los de semiacumulación solo pueden hacer frente a una parte de esa demanda, requiriendo el apoyo de la producción para cubrir la punta completa.

3

Prevención de la legionelosis

Debido a la importancia de la prevención de la legionelosis en la producción de ACS, en el Anexo IV se analizan con más detalle las prescripciones reglamentarias; de las mismas se destacan:

Las instalaciones de producción de ACS con acumulación y recirculación son instalaciones del grupo 1; es decir, de mayor riesgo. Las instalaciones de ACS sin recirculación son de menor riesgo.

Las condiciones de funcionamiento habituales serán:

- El agua se debe acumular a una temperatura de al menos 60 °C.
- Se deben asegurar los 50 °C en los puntos más alejados.
- La instalación permitirá que el agua alcance los 70 °C.
- Cuando se utilice un sistema de aprovechamiento térmico en el que se disponga de un acumulador conteniendo agua que va a ser consumida y en el que no se asegure de forma continua una temperatura próxima a 60 °C, se garantizará posteriormente

que se alcance una temperatura de 60 °C en otro acumulador final antes de su distribución hacia el consumo.

- La temperatura del agua fría se debe mantener lo más baja posible procurando, donde las condiciones climáticas lo permitan, una temperatura inferior a los 20 °C. Para esto, las tuberías estarán suficientemente alejadas de las de agua caliente, o en su defecto, aisladas térmicamente.
- Disponer en el agua de aporte de sistemas de filtración según la norma UNE-EN 13.443 parte 1, filtros mecánicos de partículas, de dimensiones comprendidas entre 80µm y 150µm.
- Facilitar la accesibilidad a los equipos para su inspección, limpieza, desinfección y toma de muestras.
- Disponer de un sistema de válvulas de retención según la norma UNE-EN 1.717, que evite retornos de agua por pérdida de presión o disminución del caudal suministrado y, en especial, cuando sea necesario, para evitar mezclas de agua de diferentes circuitos, calidades o usos.

4

Componentes de las instalaciones de ACS

En este apartado se analizan los componentes básicos de las instalaciones para producción de ACS centralizada, destacando las características principales que se debe tener en cuenta para su selección.

4.1 INTERCAMBIADORES

Con el fin de conservar las características sanitarias deben existir elementos que separen el agua de las calderas del agua de consumo; estos son los intercambiadores.

Los intercambiadores son de dos tipos: tubulares y de placas.

4.1.1 Intercambiadores tubulares

Constan de un haz tubular por el interior del cual discurre el agua caliente primaria (calentada mediante calderas), colocado en el interior de una carcasa cilíndrica, por la que circula el agua a calentar (secundario ACS); el volumen de este cilindro es muy pequeño.

Habitualmente el haz tubular, o serpentín, se coloca en el interior de un depósito de acumulación, formando los denominados interacumuladores.

Considerando que el material no debe afectar a las características de potabilidad del agua, estos intercambiadores por lo general son de acero inoxidable.

4.1.2 Intercambiadores de placas

Un intercambiador de placas está compuesto por:

- Conjunto de placas y juntas.

- Placa fija.
- Placa móvil.
- Guía de alineamiento.

La placa representa la superficie de intercambio térmico y es la esencia de este tipo de intercambiadores; la misma se obtiene por estampación en frío de una chapa metálica de espesor homogéneo.

El diseño de corrugación de las placas determina sus características de transmisión de calor; cuando el intercambiador se cierra se crean los canales a través de los cuales circulan los fluidos primario y secundario.

Los materiales más habituales de las placas son:

- Acero Inoxidable AISI 304.
- Acero Inoxidable AISI 316 L.
- Acero Inoxidable 254 SMO.
- Titanio.

Los fluidos son conducidos a través del intercambiador mediante las juntas. Cada placa posee una junta principal que rodea la periferia y dos juntas anulares que rodean los orificios de entrada y conducen alternativamente a los fluidos primario y secundario hacia las dos caras de la placa.

Para las juntas se emplean los siguientes materiales:

- NBR (Nitrilo).
- EPDM.
- EPDM Prx.
- FPM (Vitón).
- HNBR.

El material de las juntas debe seleccionarse en función de las condiciones de operación del intercambiador.

La duración de un intercambiador de placas la determina la vida útil de las juntas, la cual viene dada por las condiciones de trabajo, teniendo suma importancia la temperatura de trabajo; la vida útil habitual es de 4 a 5 años, transcurridos los cuales se debe proceder a la sustitución de las juntas.

Fluidos		Material intercambiador	
Primario	Secundario	Juntas	Placas
Agua glicolada (20% al 50%)	Agua	Nitrilo	304 o 316
Agua (hasta 90 °C y 12 bar)	Agua	Nitrilo	304 o 316
Agua (hasta 120 °C y 16 bar)	Agua	EPDM	304 o 316
Agua (hasta 150 °C y 6 bar)	Agua	EPDM	304 o 316

Intercambiadores de placas electrosoldadas

Cada vez es más amplia la oferta de intercambiadores de placas soldadas; respecto a los de placas desmontables tienen el inconveniente de que no se pueden desmontar, sin embargo presentan mejores características de funcionamiento, y son más baratos, por lo que teniendo en cuenta que las juntas deben sustituirse periódicamente a largo plazo resultan más económicos.

El material más frecuente de las placas es el acero inoxidable AISI 316. Se unen por termosoldadura con cobre y sus condiciones habituales de trabajo son:

- Temperaturas de trabajo: -180 °C a 200 °C.
- Presión máxima de trabajo: 25 bar.

4.2 DEPÓSITOS

Los depósitos de acumulación de ACS pueden ser interracumuladores o acumuladores, según contengan o no en su interior al intercambiador.

La característica más importante para su selección es el material con el que están fabricados, existiendo tres tipos fundamentales:

- Acero Inoxidable.
- Acero con tratamientos especiales, los más habituales con resinas epoxi.
- Acero con esmalte vitrificado, generalmente para pequeños volúmenes.

Otros aspectos básicos para su selección son la presión y la temperatura de trabajo.

Atendiendo a los requisitos de presión a garantizar en los puntos de consumo establecidos en el documento

HS4 (Tabla 05) la presión mínima de trabajo debe ser de 6 bar, siendo recomendable 8 bar.

En cuanto a la temperatura de trabajo, atendiendo a los requisitos de prevención de la legionelosis, la misma no deberá ser inferior a 70 °C.

Los depósitos (Figura 01) deben disponer de las siguientes conexiones:

- Entrada de agua de consumo con un deflector que la dirija hacia la parte inferior del depósito, de manera que se reduzca la zona de mezcla favoreciendo la estratificación del agua en su interior.
- Salida del ACS hacia consumo, situada en la parte superior del depósito.
- Vaciado en la parte inferior para la purga de lodos y para la toma de muestras para los análisis de legionela.
- Registro para limpieza; para capacidades inferiores a 750 l se admiten tamaños de registro que permitan la limpieza interior manual; para capacidades superiores el tamaño mínimo del registro será DN 400, también denominado "Boca de Hombre" ya que permiten el acceso de una persona a su interior.
- Tomas para la conexión de los sistemas de producción, bien con intercambiadores exteriores de placas, o bien con serpentines interiores; estos últimos habitualmente tienen su acceso por la Boca de Hombre, a través de la cual pueden ser extraídos.
- Se requieren otras conexiones para sondas de regulación, termómetros, válvula de seguridad, recirculación de ACS, etc.
- Asimismo, por tratarse de equipos metálicos con riesgo de corrosión, suelen incorporar la posibilidad de protecciones catódicas.

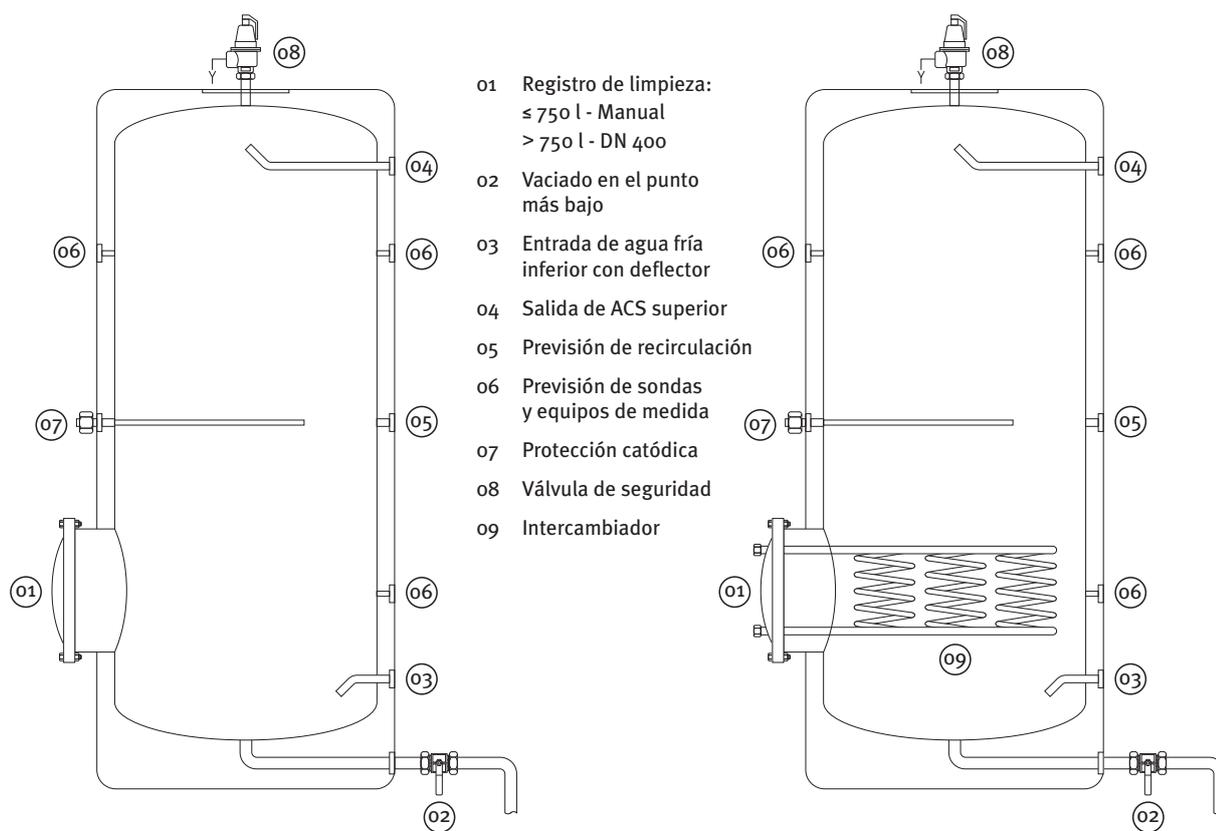


Fig. 01: Conexiones necesarias en acumuladores e interacumuladores

4.2.1 Interacumuladores

Los hay de dos tipos:

Los de doble envolvente, con una envolvente exterior al depósito por la que circula el agua de calderas, rodeando al acumulador; el conjunto se termina con un aislamiento exterior. Se utilizan exclusivamente en instalaciones pequeñas.

Y los de serpentín interior, depósitos sencillos con el intercambiador tubular en su interior; existe una amplísima gama de capacidades, alcanzando grandes volúmenes.

4.2.2 Acumuladores

Únicamente almacenan el ACS, por lo que requieren un intercambiador exterior y una bomba que circule el agua a calentar entre el depósito y el intercambiador.

4.3 VÁLVULAS DE REGULACIÓN

Para la regulación de las temperaturas de ACS se emplean dos tipos de válvulas:

- Motorizadas.
- Termostáticas.

En ambos casos el cuerpo de la válvula debe estar diseñado para trabajar con agua de consumo, siendo los materiales más habituales acero inoxidable, bronce o aleaciones especiales.

4.3.1 Válvulas motorizadas

Son válvulas de tres vías (acumulación, agua fría, distribución de ACS) que actúan mediante servomotores proporcionales comandados por reguladores que reciben las señales de las sondas de temperatura.

Considerando las variaciones tan importantes que se producen en las demandas de ACS, deben ser de respuesta muy rápida.

4.3.2 Válvulas termostáticas

Funcionan directamente mediante un elemento sensible a la temperatura que las posiciona de manera continua.

Existen dos tipos, las diseñadas para colocar a la salida de los depósitos de acumulación, que son válvulas de 4 vías: las tres correspondientes a las motorizadas (acumulación, agua fría y ACS) y una cuarta vía en la que se conecta la recirculación; el caudal de recirculación mantiene a la válvula continuamente en actuación y facilita la adecuación a las condiciones de demandas variables. Los propios fabricantes especifican cuál es el caudal mínimo de recirculación para mantener la válvula activa, que como mínimo suele ser el 10% del caudal nominal.

Otro tipo de válvulas termostáticas están diseñadas para su ubicación próxima a los puntos de consumo siendo exclusivamente de tres vías, no admitiendo la recirculación.

Por último se han diseñado válvulas termostáticas de dos vías para instalar exclusivamente en montantes de recirculación, que reducen el caudal al necesario para mantener las temperaturas de consigna en los mismos.

4.4 BOMBAS DE CIRCULACIÓN

En las instalaciones de ACS se emplean bombas en el circuito primario para transferir el calor desde el circuito de calderas hasta el de agua de consumo; bombas de secundario cuando la producción se realiza por acumulación con intercambiadores externos, y bombas de recirculación para la circulación del agua por todo el edificio.

El circuito primario es un circuito cerrado en el cual el agua tiene muy poca agresividad, ya que tras las primeras purgas se le elimina el oxígeno disuelto y habitualmente es un circuito que solo recibe agua nueva en las reparaciones o reposiciones de fugas.

Sin embargo, los circuitos secundarios y de recirculación son circuitos abiertos, en los que se está recibiendo de manera continua agua de consumo, la cual es mucho más agresiva con los materiales constitutivos de las instalaciones, además los materiales en contacto con esa agua no deben modificar su potabilidad.

Estos aspectos se tendrán en cuenta a la hora de seleccionar los equipos, todos los fabricantes de bombas en sus catálogos especifican las apropiadas para estos servicios, siendo las más adecuadas las de bronce o acero inoxidable.

Para los caudales necesarios en estas instalaciones, las bombas más habituales son las de rotor húmedo; si bien considerando que a altas temperaturas se aceleran las precipitaciones calcáreas, cada vez se están aplicando bombas más pequeñas de rotor seco.

Para más información sobre este tema, consultar la “Guía Técnica nº 10: Selección de Equipos de Transporte de Fluidos”.

4.5 CONTADORES

En las instalaciones centrales de ACS se requieren contadores en la entrada general de agua fría, para control del consumo general y contadores individuales de ACS en los edificios en los que haya diferentes usuarios, como los de viviendas.

Los contadores deberán estar homologados.

Estos equipos se analizan con más detalle en la “Guía Técnica nº 6: Contabilización de Consumos”.

4.6 TUBERÍAS

Al seleccionar las tuberías apropiadas para una determinada aplicación hay que tener en cuenta que realmente se trata de sistemas compuestos por:

- Tuberías.
- Uniones.
- Accesorios.

Además de los tres componentes fundamentales indicados es preciso tener en cuenta otros elementos, que también forman parte de los sistemas, como son:

- Soportes.
- Aislamiento.
- Dilatadores.
- Etc.

Tuberías: son el componente fundamental, para su selección se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

1º Compatibilidad con el fluido

En primer lugar se cuidará que el material con el que están fabricadas sea compatible con el fluido a transportar, por lo que no afectarán a su composición ni producirán reacciones con el mismo.

2º Presión de trabajo

Las tuberías deben ser capaces de soportar la presión de trabajo en su instalación.

3º Temperatura de trabajo

Asimismo deben mantenerse estables con las temperaturas de trabajo de las instalaciones.

Accesorios y uniones: cumplirán las mismas características que las propias tuberías; en ocasiones las condiciones de trabajo están limitadas por las uniones o accesorios y no por las tuberías.

4.6.1 Compatibilidad con el fluido

Los componentes del sistema de tuberías no deben modificar las características de potabilidad del agua, no debe olvidarse que aunque el ACS no se beba sí está en contacto con las personas, por lo que en el apartado 6.2 del documento básico HS4 se indica expresamente que el ACS debe considerarse agua de consumo humano.

Las tuberías que se pueden emplear en estas instalaciones son las indicadas en el documento HS4 del CTE y se dan en la Tabla 09.

En la recepción del material en obra siempre se deberá comprobar el correcto marcado de las tuberías según la norma correspondiente; además, según se especifica en la Decisión de la Comisión de 13 de mayo de 2002, publicada en el DOCE de 14 de mayo de 2002, los certificados de conformidad de los productos en contacto con el agua de consumo humano se realizarán mediante un procedimiento en el cual, además del sistema de control de producción en la fábrica aplicado por el fabricante, intervenga en la evaluación y la vigilancia del control de producción o del producto en sí un organismo de certificación autorizado. Es decir, que los productos en contacto con el agua de consumo humano deberán estar marcados y certificados.

Los materiales a emplear podrán ser:

• Metálicos:

- Acero galvanizado, UNE-EN 10.255 serie M (solo en agua fría).

- Acero inoxidable, UNE-EN 10.312, series 1 y 2.
- Cobre, UNE-EN 1.057.

En el HS4 se menciona para el acero galvanizado la norma UNE 19.047 que ha sido derogada, y para el inoxidable la UNE 19.049 que coincide con la serie 1 de la UNE-EN 10.312.

• Termoplásticos:

- Policloruro de vinilo no plastificado (PVC), UNE-EN 1.452.
- Policloruro de vinilo clorado (PVC-C), UNE-EN ISO 15.877.
- Polietileno (PE), UNE-EN 12.201.
- Polietileno reticulado (PE-X), UNE-EN ISO 15.875.
- Polibutileno (PB), UNE-EN ISO 15.876.
- Polipropileno (PP) UNE-EN ISO 15.874.
- Multicapa polímero/aluminio/polietileno (PE-RT), UNE 53.960 EX.
- Multicapa polímero/aluminio/polietileno (PE-X), UNE 53.961 EX.

Quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo.

4.6.2 Temperatura de trabajo

El material empleado en las tuberías debe soportar las temperaturas de trabajo de la instalación; para prevención de la legionelosis deben ser capaces de soportar periódicamente 70 °C, siendo las temperaturas habituales superiores a 50 °C.

Respecto al acero galvanizado, aunque se admite en el documento HS4 en el apartado 3.2.2 del HE4, se prohíbe expresamente para temperaturas superiores a 60 °C, que periódicamente se van a presentar en las instalaciones; el resto de los materiales metálicos indicados no tienen problemas por temperatura de trabajo.

En cuanto a los termoplásticos, la resistencia a la temperatura de trabajo se define por la clase que se tiene en las diversas normas de cada tipo de tubería (Tabla 10); para ACS a 70 °C los mismos deben ser clase 2.

Clase	T ₀ (°C)	Años	T _{MAX} (°C)	Años	T _{MAL} (°C)	Horas	Campo aplicación típico
2	70	49	80	1	95	100	ACS a 70 °C

La clase 2 es una tubería que puede trabajar permanentemente a 70 °C, que periódicamente puede alcanzar los 80 °C y esporádicamente pueden alcanzarse incluso 95 °C y la tubería seguiría resistiendo con una esperanza de vida de al menos 50 años.

4.6.3 Presión

Además de las temperaturas hay que tener en cuenta la presión de trabajo; en el campo de aplicación del ACS los metales, con la excepción del galvanizado, no presentan problemas de temperatura ni de presión.

Los termoplásticos, sin embargo, cuanto mayor es la temperatura de trabajo menor presión soportan, por lo que al seleccionar el material hay que tener en cuenta los dos criterios.

La presión de trabajo de los materiales termoplásticos se define por la serie; en la Tabla 11 se muestran las diferentes series en función de la clase y de la presión de trabajo, para los tipos de tuberías más empleados en ACS, obtenidos de las diferentes normas UNE-EN ISO.

En el apartado 2.1.3 del HS4 se indica que se debe garantizar en todos los puntos de consumo una presión mínima de 1 bar y una máxima de 5 bar; por lo que se puede tomar 5 bar como presión para la selección de la serie, si bien teniendo en cuenta que las válvulas de seguridad de los depósitos suelen estar taradas a 8 bar esta es una presión de diseño más adecuada.

Si por ejemplo se ha optado por realizar la instalación en PE-X la serie máxima sería 4,4 y la serie comercial deberá ser la inmediatamente inferior.

Series máximas a emplear según material, presión de diseño y aplicación					
Material	P Diseño bar	Aplicación			
		Clase 1	Clase 2	Clase 4	Clase 5
PE-X	4	7,6	7,6	7,6	7,6
	6	6,4	5,9	6,6	5,4
	8	4,8	4,4	5,0	4,0
	10	3,8	3,5	4,0	3,2

Para ello, en la Tabla 12 se dan directamente las series comerciales correspondientes.

Cada material termoplástico requiere sus propias series y no puede utilizarse la misma tabla de selección para todos ellos.

Series comerciales a emplear según material, presión de diseño y aplicación					
Material	P Diseño bar	Aplicación			
		Clase 1	Clase 2	Clase 4	Clase 5
PE-X	4	6,3	6,3	6,3	6,3
	6	5,0	5,0	6,3	5,0
	8	4,0	4,0	5,0	4,0
	10	3,2	3,2	4,0	3,2

4.7 AISLAMIENTO TÉRMICO

Uno de los aspectos más importantes de las instalaciones centrales de ACS es el aislamiento térmico; no debe olvidarse que se trata de instalaciones que funcionan durante todo el año, y aunque las temperaturas de distribución puedan ser inferiores a las de las instalaciones de calefacción, en el conjunto de la temporada pueden presentar mayores pérdidas de calor.

Asimismo, para la prevención de la legionelosis se utilizan en la actualidad temperaturas más altas, lo que implica mayores necesidades de aislamiento; además, cuanto mayor sea el mismo menos problemas se tendrán para mantener las temperaturas necesarias en los puntos más alejados.

Otro aspecto del aislamiento térmico que no debe olvidarse es el de las tuberías de agua fría cuando las mismas discurren próximas a las de ACS.

Para más información sobre el diseño del aislamiento térmico consultar “Guía Técnica nº 3: Diseño y cálculo del aislamiento térmico de conducciones, aparatos y equipos”.

En la IT 1.2.4.2.1.2 del RITE se especifica el aislamiento térmico para las instalaciones de ACS; los espesores mínimos son los que se dan en la Tabla 20.

El aislamiento mínimo de los depósitos es el correspondiente a tuberías de más de 140 mm.

5

Esquemas tipo

En este capítulo se analizan diferentes esquemas de producción de ACS, en los cuales se irán describiendo los componentes de las instalaciones, así como sus actuaciones; se trata de un estudio no exhaustivo de diversos sistemas, evidentemente existen multitud de esquemas cuyo análisis detallado excede el objetivo de esta guía.

Los apartados se han estructurado en producción instantánea y producción con acumulación; debido a la importancia de las instalaciones de calentamiento del ACS con energía solar térmica, se estudian con especial detalle la integración de las mismas en los sistemas de producción de ACS tradicionales.

5.1 PRODUCCIÓN INSTANTÁNEA

El componente básico de los sistemas de producción instantánea es el intercambiador, siendo los más habituales los intercambiadores de placas de acero inoxidable; a los mismos se conecta en el primario el circuito de calderas y en el secundario el de agua de consumo. En la Figura 02 (pág. siguiente) se muestra un esquema de producción instantánea.

En la entrada del agua de consumo después de la llave de corte general se debe disponer un filtro que cumpla las condiciones fijadas en la norma UNE-EN 13.443, parte 1, al cual, posteriormente, se colocará el contador para control del consumo de ACS.

A continuación del contador se situará una válvula antirretorno con las características indicadas en la norma UNE-EN 1.717. La obligatoriedad de este dispositivo tiene por objeto prevenir el retroceso del agua una vez que la misma se haya incorporado a la instalación, evitando la posibilidad de contaminación de la red de suministro de otros usuarios.

Debido a la importancia de esta válvula antirretorno, previamente a la misma ha de colocarse un dispositivo de comprobación, que consiste simplemente en una llave de corte. Las operaciones de comprobación son:

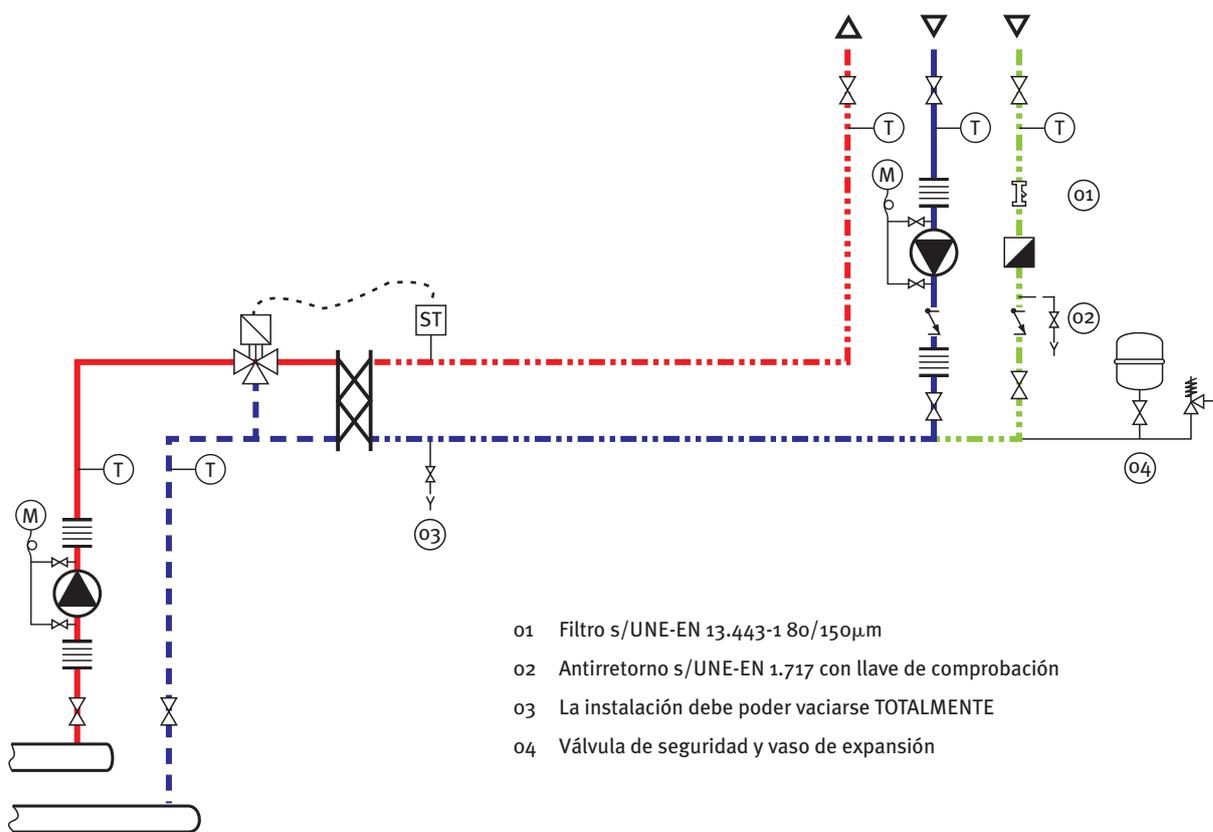
- 1 Se cierra la llave general de entrada de agua fría.
- 2 Se abre el dispositivo de comprobación.
- 3 Si la válvula antirretorno funciona correctamente, por el dispositivo de comprobación no saldrá agua, en caso de mal funcionamiento del dispositivo retornará agua de la instalación.
- 4 Si se comprueba un mal funcionamiento de la válvula antirretorno, se debe proceder a su reparación inmediata, antes de volver a abrir la llave de corte general; si el funcionamiento es correcto se puede restaurar el servicio.

La periodicidad de las comprobaciones será, como mínimo, la fijada en la reglamentación sobre prevención de la legionelosis; en el Anexo IV se detallan las mismas.

El dispositivo de comprobación de la válvula antirretorno también puede ser utilizado para valorar el funcionamiento del contador general.

Asimismo, para un correcto mantenimiento de las instalaciones, es obligatorio que las mismas puedan vaciarse en su totalidad, para lo que se colocarán en todos los puntos bajos las llaves de vaciado que sean necesarias.

El agua fría se conecta al secundario del intercambiador y la salida del mismo a la distribución general de ACS; para poder mantener la temperatura en los puntos más alejados se realiza un circuito de recirculación cuyo retorno se conecta a la entrada de agua fría, dotándole al mismo de una bomba de circulación. Esta conexión



- 01 Filtro s/UNE-EN 13.443-1 80/150µm
- 02 Antirretorno s/UNE-EN 1.717 con llave de comprobación
- 03 La instalación debe poder vaciarse TOTALMENTE
- 04 Válvula de seguridad y vaso de expansión

Fig. 02: Producción instantánea de ACS. Regulación en primario con válvula diversora

requiere una válvula antirretorno para evitar que por el circuito de recirculación pueda pasar agua fría directamente a consumo.

El agua al ser calentada incrementará su volumen, habitualmente esta dilatación es absorbida por las aperturas de los grifos, evitándose los aumentos de presión asociados a la dilatación del agua; sin embargo, en previsión de los periodos en los que no haya consumo, es imprescindible dotar a las instalaciones de válvulas de seguridad, siendo además aconsejable instalar vasos de expansión, que eviten disparos innecesarios de las válvulas de seguridad, ayudando además a reducir los problemas de los golpes de ariete por cierres bruscos de griferías.

Para la regulación de la temperatura de producción se requieren dispositivos especiales; los más habituales son las válvulas motorizadas de tres vías, actuadas por una sonda de temperatura en la producción. Hay que tener en cuenta que la instalación se dimensiona para las demandas punta, por lo que en la mayor parte del tiempo la potencia será muy superior a las necesidades instantáneas.

En la Figura 02 se tiene una válvula diversora, de manera que varía el caudal primario en el intercambiador, adecuándolo a la demanda.

Otra forma de regular la producción es utilizar bombas con variador de velocidad, de manera que la adecuación del caudal primario se obtiene actuando directamente sobre la bomba en lugar de sobre la válvula de tres vías.

La instalación se complementa con las llaves de corte manual, necesarias para poder reparar los diferentes elementos de la instalación, sin necesidad de vaciar totalmente los circuitos.

Se precisan termómetros en todos los circuitos para poder analizar de manera inmediata el comportamiento de la instalación.

Las bombas de circulación requieren manómetros para comprobar su funcionamiento; lo más adecuado es utilizar un único manómetro conectado con llaves de corte en la aspiración e impulsión de la bomba, de manera que si el dispositivo tiene algún error afecte por igual a ambas

mediciones. La conexión del manómetro se realizará con dispositivo amortiguador, que evite las oscilaciones continuadas de la aguja de lectura.

Asimismo, conviene colocar las bombas entre elementos antivibratorios, de manera que no se transmitan ruidos y vibraciones hacia el interior de los edificios.

Cuando la producción de ACS sea crítica (hospitales, clínicas, hoteles, etc.) las bombas serán dobles, de manera que, en caso de fallo de la principal, entre en funcionamiento la bomba de reserva.

Para las bombas de primario existe una amplia oferta de bombas dobles, que incorporan las dos bombas en un mismo cuerpo simplificando su instalación; sin embargo, en los circuitos de consumo se debe recurrir a la instalación de dos bombas independientes (Figura 04), su conexión requiere dotarlas de válvulas antirretorno para evitar que el circuito de la bomba en marcha se cierre a través de la bomba de reserva.

Los detalles comentados de filtración, antirretorno, vaciados, elementos de medida y colocación de bom-

bas son comunes a todas las instalaciones, por lo que en lo que sigue se aplicarán en todos los esquemas, si bien no se volverán a mencionar a lo largo de este capítulo.

La ubicación en primario de la válvula de regulación como diversora ha sido habitualmente utilizada para poder proporcionar el caudal de circulación mínima por calderas con las bombas de primario de ACS; sin embargo, obligan a trabajar a los intercambiadores siempre con las temperaturas más altas y con caudales variables; otra forma de proporcionar la misma regulación es colocando la válvula como mezcladora (Figura 03). En esta posición, la potencia aportada al primario se regula mezclando agua de calderas con agua de retorno reduciendo la temperatura del agua impulsada al intercambiador, en el cual el caudal se mantiene constante, de este modo el intercambiador trabaja siempre con la temperatura más baja posible, provocando menor fatiga en las juntas de estanqueidad. Esta solución obliga a proporcionar la circulación mínima por calderas de manera independiente (ver Guía Técnica nº 11: Diseño de centrales de calor eficientes).

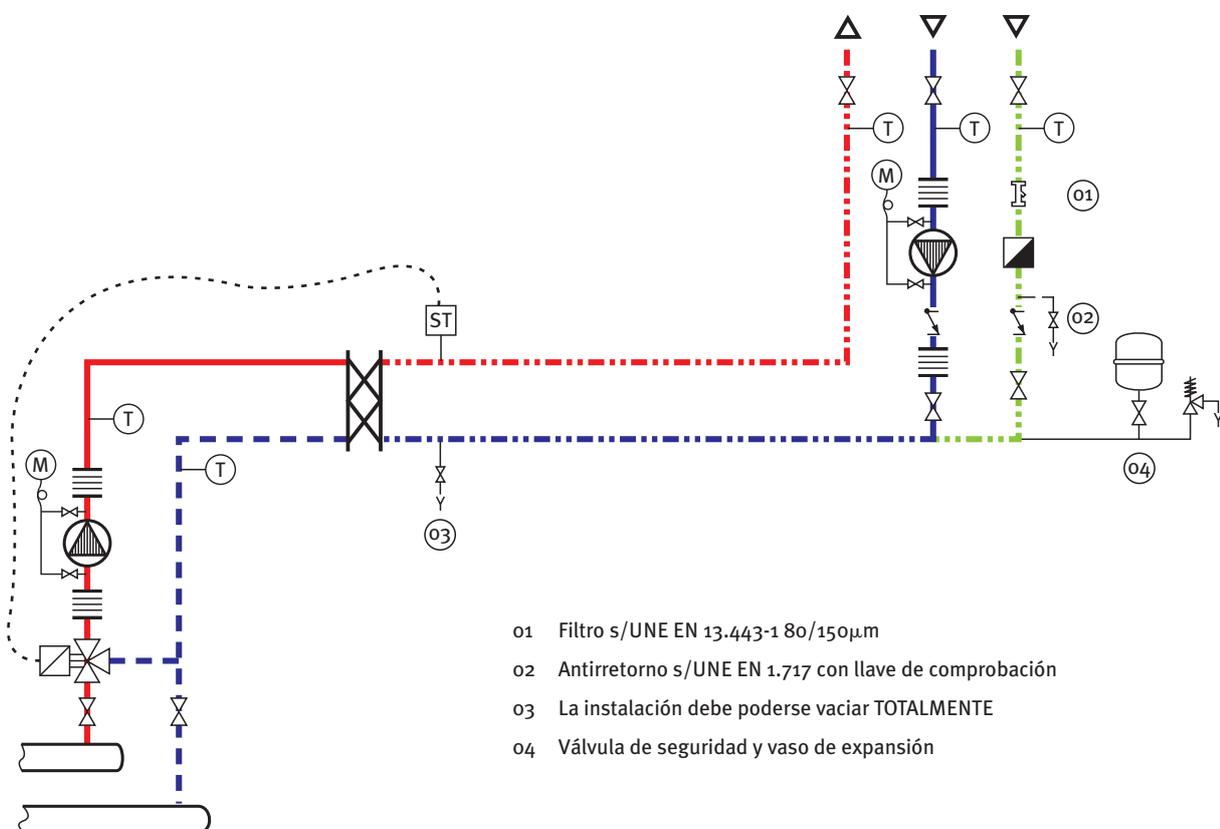


Fig. 03: Producción instantánea de ACS. Regulación en primario con válvula mezcladora

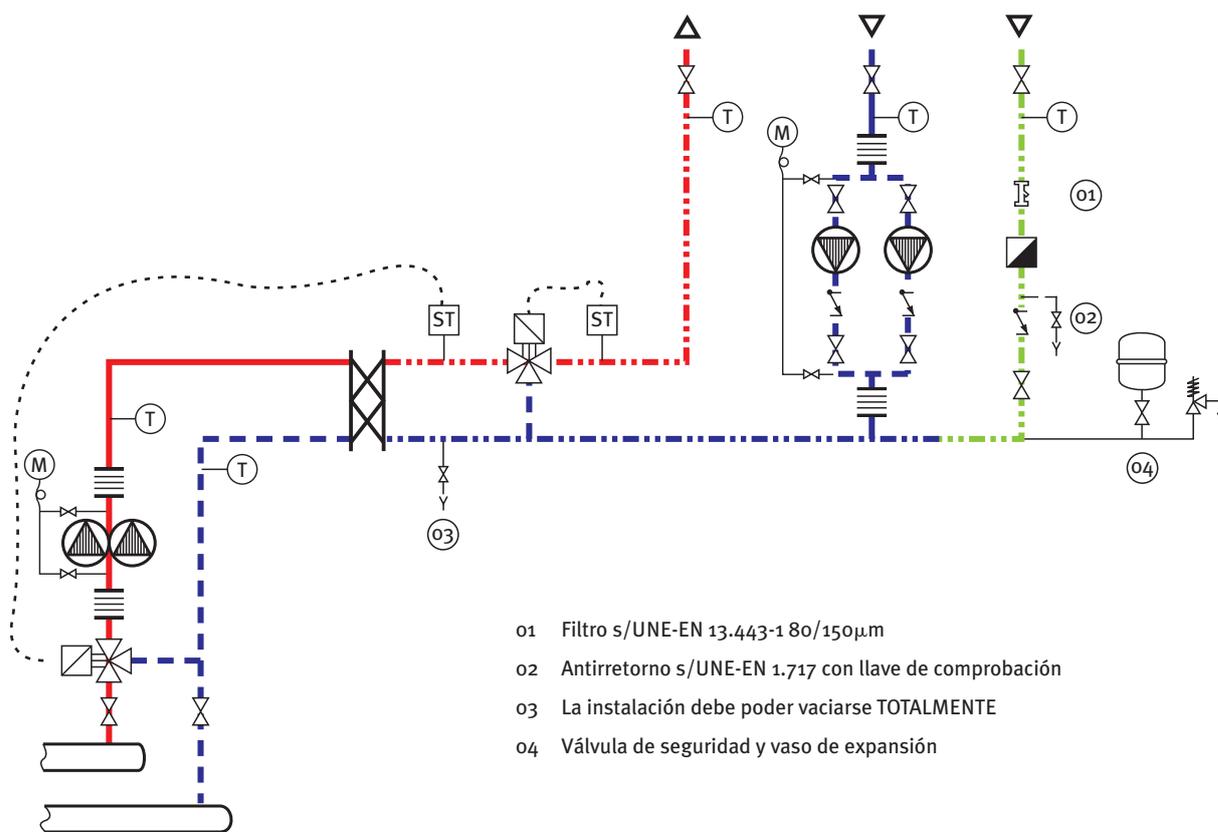


Fig. 04: Producción instantánea de ACS. Regulaciones en primario y secundario. Bombas dobles en primario y recirculación

En las aplicaciones en que se requiera un control más ajustado puede ser necesario realizar una doble regulación (Figura 04) en primario y secundario; la producción se puede mantener por encima de la temperatura de consigna (con bombas con variador de velocidad, o con válvulas de tres vías divisoras o mezcladoras) y posteriormente ajustar la temperatura de distribución con una válvula mezcladora en el secundario.

En la Figura 04, en la recirculación se tienen dos bombas en paralelo; esta es una exigencia del HS4, que en su apartado 3.2.2.1 indica que excepto en viviendas unifamiliares o en instalaciones pequeñas, se dispondrá de una bomba de recirculación doble. El objeto es evitar consumos de agua en caso de fallo de la bomba, ya que hasta que la misma no se repare, la instalación se quedaría sin recirculación; con el mismo fin la bomba de primario también debería ser doble.

En los esquemas que se analizan a continuación, por simplicidad, se muestran bombas sencillas.

5.2 PRODUCCIÓN CON ACUMULACIÓN

Además de los intercambiadores, en esta forma de producción, los elementos básicos son los depósitos de acumulación; como se ha descrito en el apartado 4 los mismos pueden ser interacumuladores, que incorporan el intercambiador, o sólo acumuladores.

El uso de los interacumuladores debe limitarse a instalaciones pequeñas, ya que la potencia que proporcionan está muy limitada por la superficie de intercambio, además presentan mayores problemas de limpieza que los depósitos acumuladores.

5.2.1 Sistemas con interacumuladores

El circuito de calderas se conectará al serpentín del interacumulador, para ello, además de la de recirculación, se requiere una bomba de primario (Figura 05).

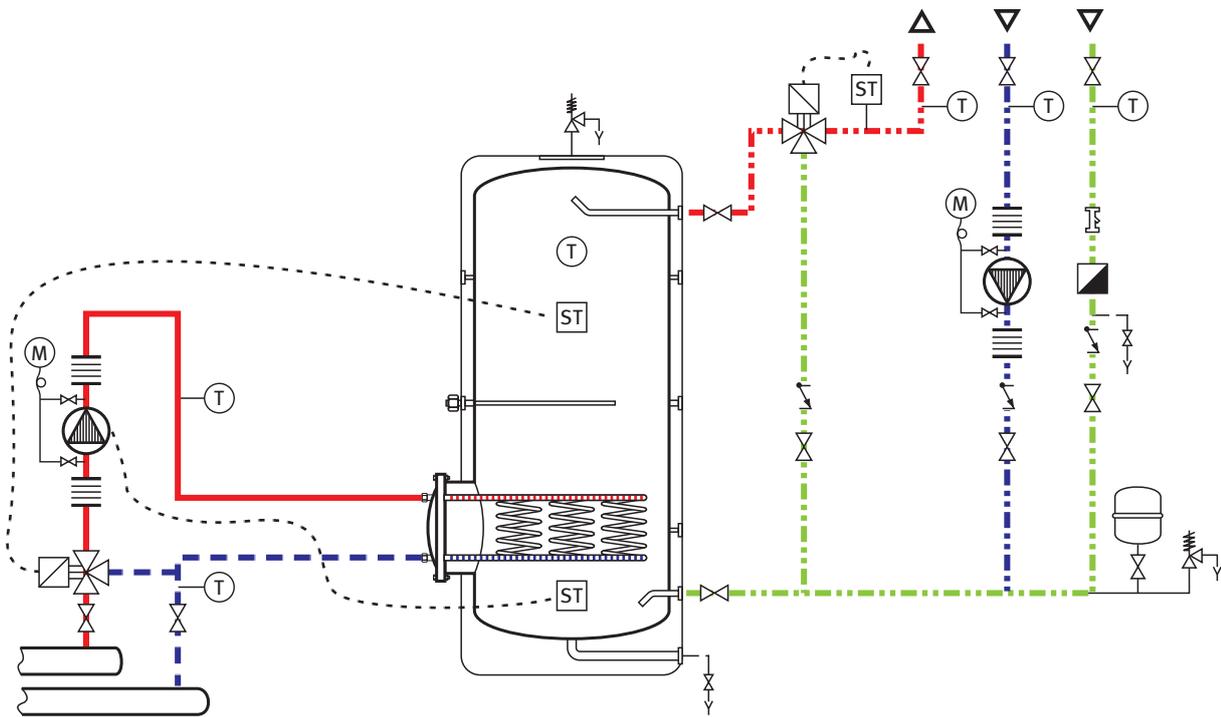


Fig. 05: Producción con interacumulador. Regulaciones en primario y secundario

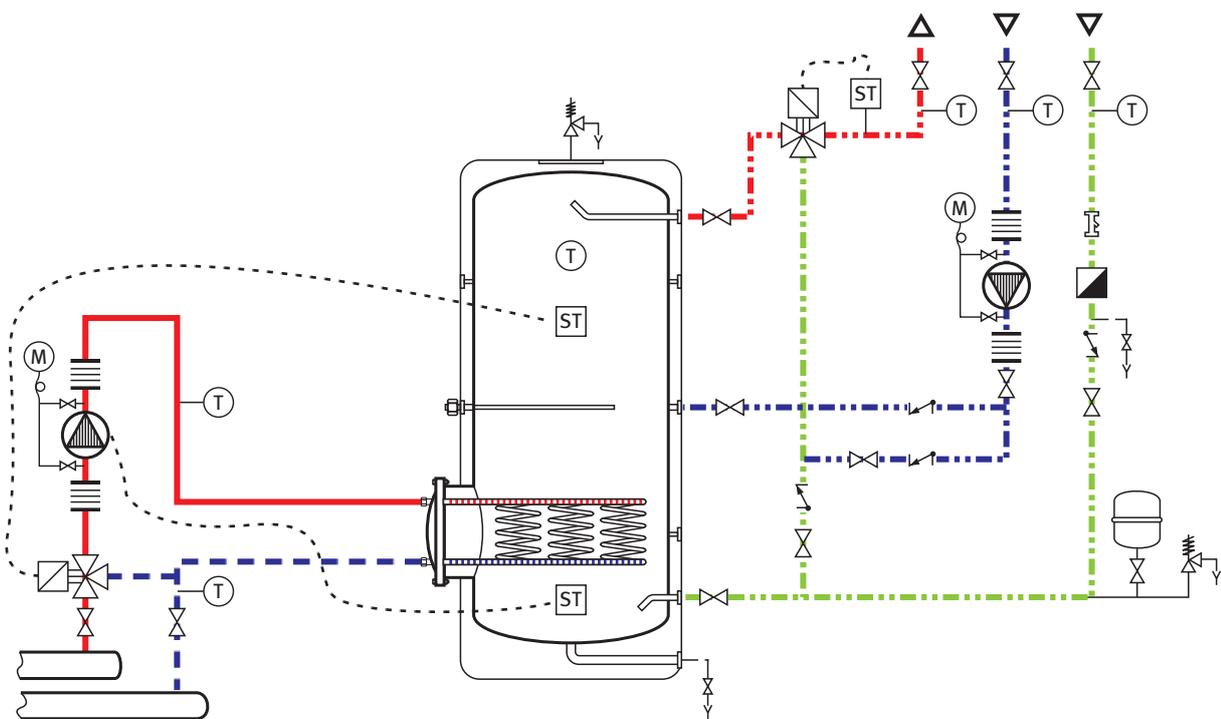


Fig. 06: Producción con interacumulador. Regulaciones en primario y secundario

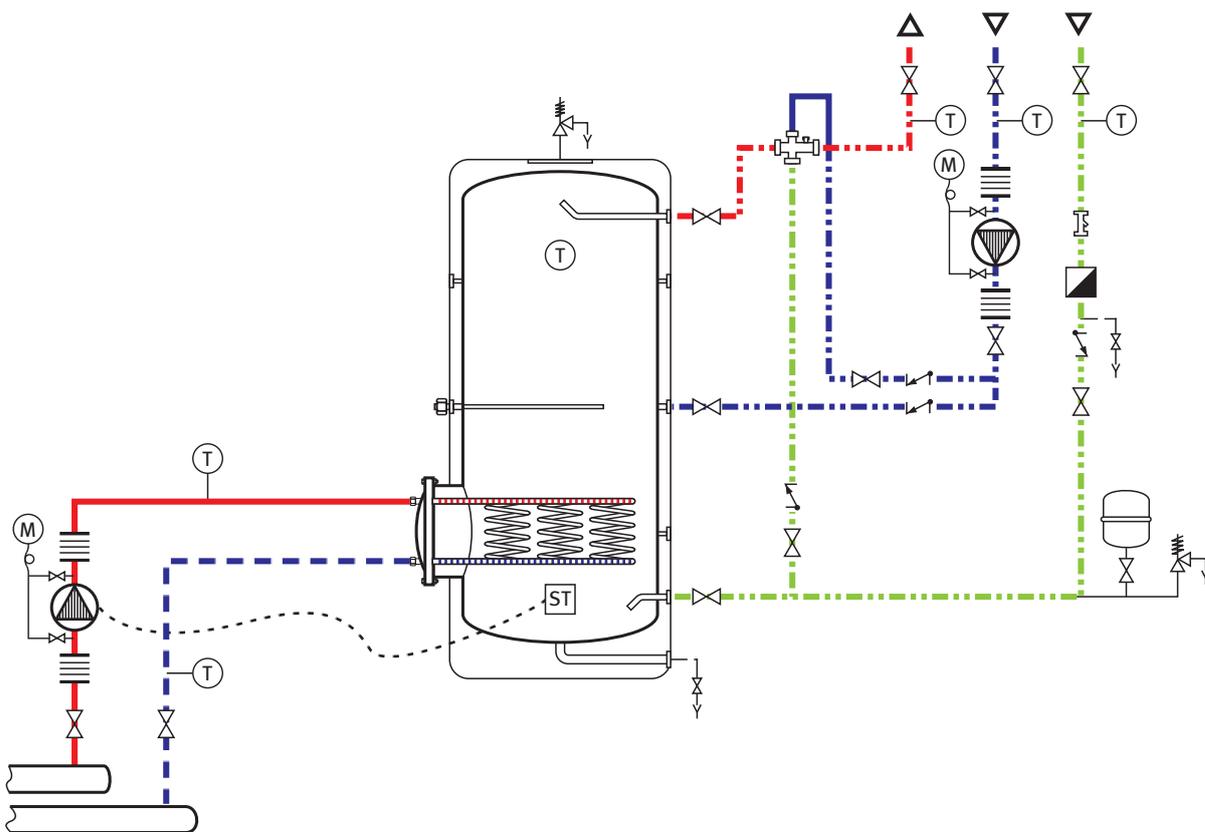


Fig. 07: Producción con interacumulador. Regulación sólo en secundario con válvula termostática de 4 vías

El agua acumulada habitualmente se mantiene a una temperatura superior a la de consumo, por lo que a la salida de los depósitos se efectúa una regulación, mediante una válvula motorizada de tres vías que mezcla agua de acumulación con agua fría.

Una solución muy extendida es la de conectar el circuito de recirculación a la entrada de agua fría (Figura 05). En estos casos, cuando el consumo es alto, la bomba de recirculación trabaja con pérdidas de carga muy variables lo que afecta a su funcionamiento; la solución más adecuada es realizar una doble conexión del retorno, al depósito y a la tercera vía de la válvula de regulación (Figura 06), de manera que la bomba de recirculación trabaja sobre un circuito de retorno cuya pérdida de carga no depende del consumo, obteniéndose un comportamiento más homogéneo.

El circuito de retorno se debe conectar a la tercera vía de la válvula de regulación para que cuando no haya consumo no se eleve la temperatura en la distribución; si la bomba se conectase únicamente al depósito, al no haber consumo por la entrada de agua fría no habría aportación de agua, extrayéndose únicamente agua del

depósito que se encuentra a alta temperatura. La conexión de la recirculación al depósito y a la tercera vía consigue que en los momentos de bajo consumo, sólo circule el caudal estrictamente necesario para compensar las pérdidas de calor, facilitando la estratificación del agua en los depósitos.

Para la regulación se disponen sondas de temperatura en la parte inferior de los depósitos que arrancan la bomba de primario cuando la temperatura de acumulación sea inferior a la de consigna, y siempre que se esté dentro del horario fijado para este servicio.

Las aportaciones de calor al depósito se pueden regular con sondas de temperatura que actúen sobre las válvulas de primario (diversoras o mezcladoras) o sobre bombas con variador de velocidad, con las mismas alternativas que se han comentado para la producción instantánea; si bien cuando se tienen depósitos de acumulación esta regulación no es tan necesaria ya que los primarios suelen trabajar a 80 °C, y teniendo en cuenta que son habituales temperaturas de acumulación de 70 °C, se puede permitir que la aportación de calor a los depósitos produzca diferenciales de temperatura que

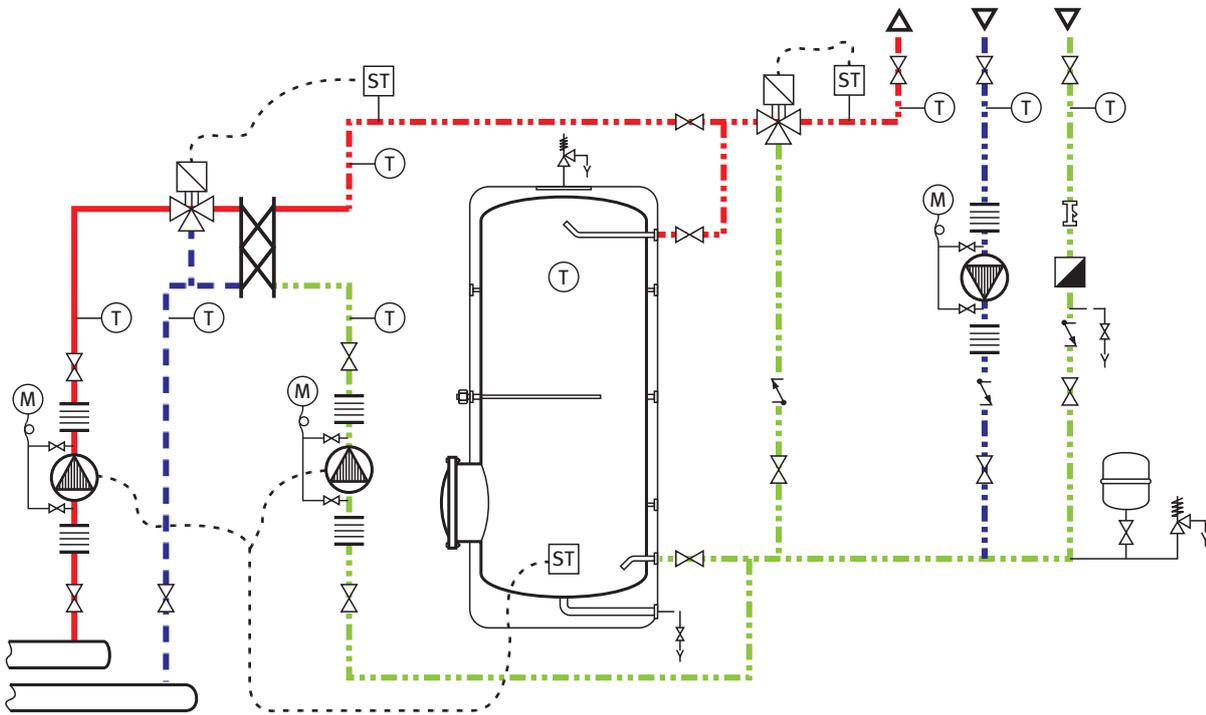


Fig. 08: Producción con acumulador. Regulaciones en primario y secundario. Conexiones directas al intercambiador

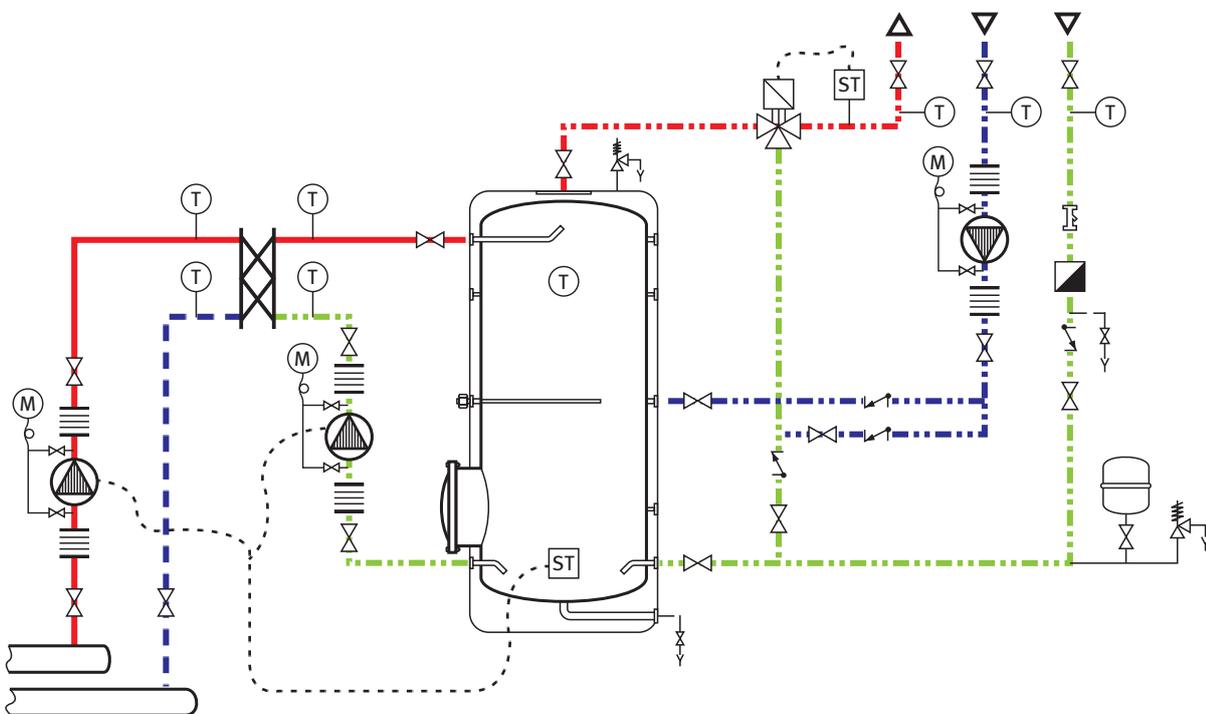


Fig. 09: Producción con acumulador. Regulación de temperatura sólo en secundario. Conexiones del intercambiador independientes del consumo

serán corregidos por las válvulas mezcladoras que controlan las temperaturas de distribución (Figura 07).

Como se ha indicado en el apartado 4 existen válvulas de regulación termostáticas, en sustitución de las motorizadas de tres vías. Las válvulas termostáticas para estas aplicaciones disponen de una cuarta vía para la conexión del circuito de retorno (Figura 07) de manera que la solución es similar a la de válvula motorizada; en lo que sigue se analizan los esquemas con válvulas motorizadas, si bien en todos la solución puede ser con válvula termostática de 4 vías.

5.2.2 Sistemas con acumuladores

Los acumuladores requieren una bomba adicional de secundario, que mueva el agua entre los depósitos y los intercambiadores; es muy empleada la conexión directa de la entrada de agua fría al depósito y al intercambiador, y la salida del mismo al depósito y a consumo (Figura 08); la recirculación también se conecta directamente a la entrada de agua fría.

Esta solución, que desde el punto de vista del montaje es más sencilla requiriendo menos conexiones en los depósitos, provoca que las condiciones de funcionamiento de la bomba de secundario varíen continuamente en función de los consumos instantáneos; cuando los mismos sean muy altos, la bomba puede llegar a trabajar sin circular agua, ya que es el propio consumo el que mantiene la circulación.

Respecto a la bomba de recirculación son válidos los comentarios del apartado de interacumuladores.

Para lograr funcionamientos homogéneos de la bomba de secundario conviene conectar el intercambiador directamente a los depósitos, de manera que la bomba siempre trabaja en las mismas condiciones, el agua de consumo se mueve sólo a través de los depósitos (Figura 09).

En cuanto a la regulación, las sondas de la parte inferior de los depósitos pondrán en marcha al mismo tiempo las bombas de primario y secundario. El control de las aportaciones del primario se puede realizar con válvulas (mezcladoras o diversoras) o con bombas de velocidad variable; si la conexión se efectúa directamente a consumo esta regulación tiene mayor importancia, ahora bien, si se conecta a los depósitos en los mismos se pueden absorber los diferenciales de temperatura que se originan, pudiendo prescindirse de la regulación en el primario (Figura 09).

5.3 CONEXIÓN DE LOS ACUMULADORES

Los esquemas analizados en el apartado anterior tienen un único depósito de acumulación (acumulador o interacumulador), sin embargo, en muchas ocasiones es necesario recurrir a soluciones con varios depósitos, básicamente por tres razones:

- Necesidades de acumulación altas.
- Espacios disponibles de baja altura, lo que limita el tamaño de los depósitos.
- Fiabilidad de servicio, que permita realizar las operaciones de mantenimiento en algún depósito, manteniendo los restantes en disposición de servicio.

Cuando se disponga de varios depósitos las posibilidades de conexión hidráulica entre ellos son en paralelo (Figura 10) o en serie (Figura 11). La conexión en paralelo es más sencilla y provoca menores pérdidas de carga; como contrapartida se tiene una mayor zona de mezcla, ya que la misma se da en todos los depósitos, con un menor aprovechamiento del volumen acumulado y mayor riesgo de desarrollo de la legionela.

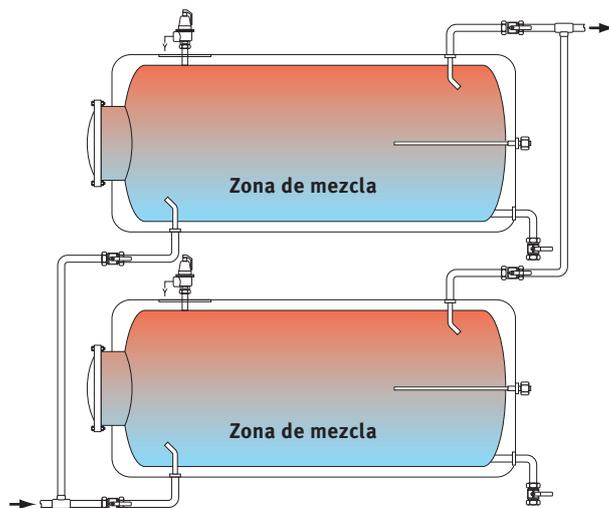


Fig. 10: Conexión de depósitos en paralelo

La conexión en serie reduce la zona de mezcla, aprovechando mejor la estratificación; las conexiones hidráulicas son más complejas: en caso de avería en alguno de los depósitos hay que prever conexiones que permitan dejarlos fuera de servicio sin afectar al resto de los depósitos, y las pérdidas de carga son mayores, ya que el agua de consumo debe pasar por el conjunto de depósitos.

Teniendo en cuenta que la estratificación en los depósitos mejora el aprovechamiento del volumen acumulado y al mismo tiempo reduce el riesgo de desarrollo de la legionelosis, son preferibles los depósitos verticales y lo más esbeltos posible (Figura 12).

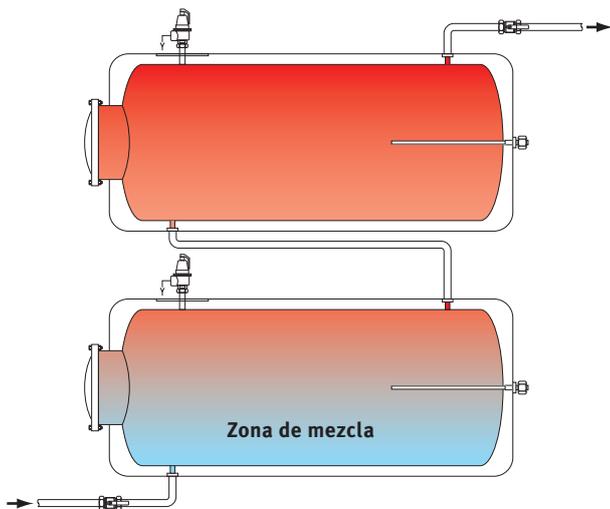


Fig. 11: Conexión de depósitos horizontales en serie

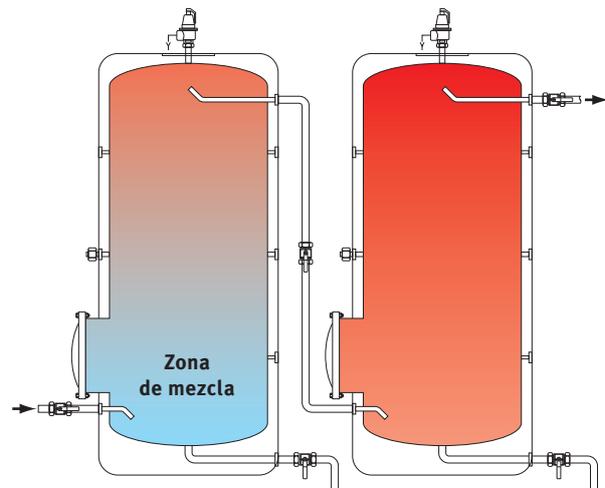


Fig. 12: Conexión de depósitos verticales esbeltos en serie

5.3.1 Sistemas con interacumuladores

Los interacumuladores deben conectarse siempre en paralelo, puesto que si se conectasen en serie, al llegar el agua a mayor temperatura al depósito más próximo al consumo, su intercambiador no aportaría calor, reduciéndose la potencia disponible para este servicio.

Siempre es aconsejable realizar las conexiones con retorno invertido (Figura 13) de modo que la instalación esté totalmente equilibrada, tanto en la producción como en el consumo.

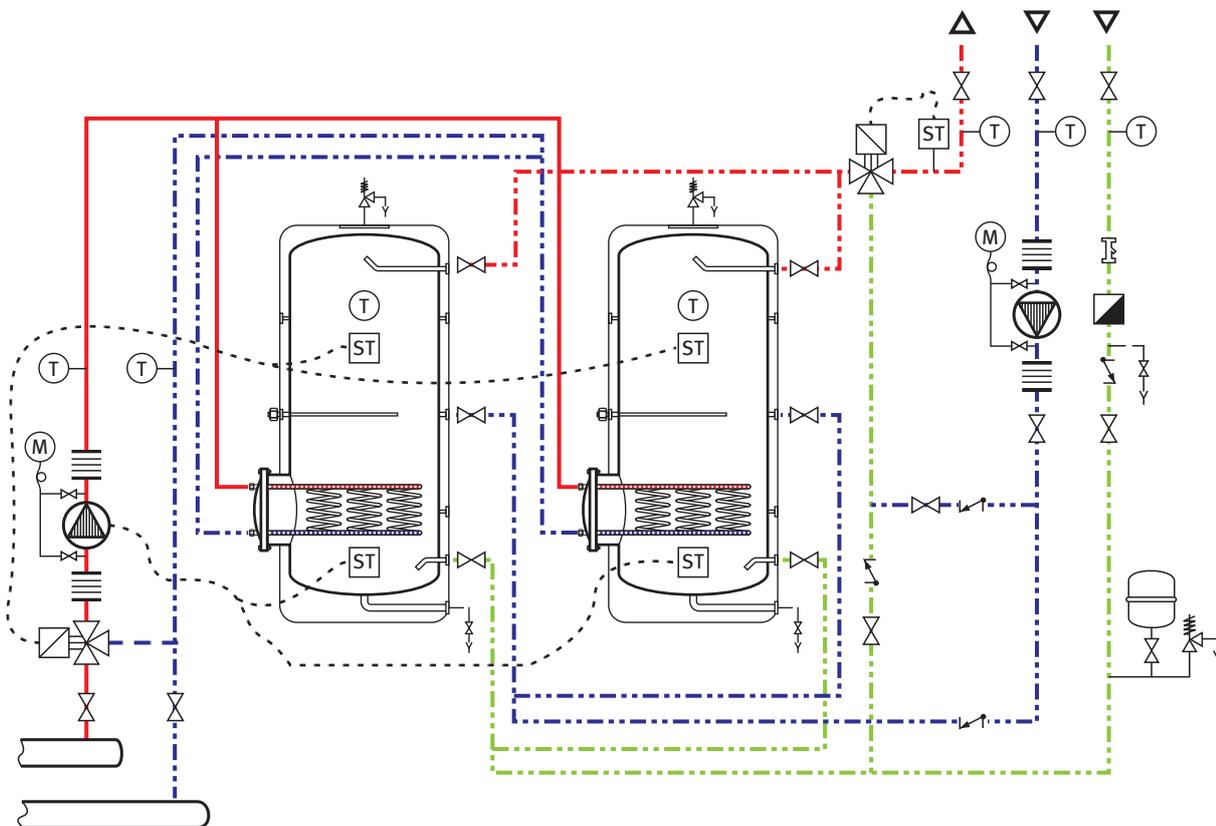


Fig. 13: Producción de ACS con dos interacumuladores con conexiones con retorno invertido, tanto en primario como en secundario y recirculación. Regulaciones en primario y secundario

5.3.2 Sistemas con acumuladores

Los acumuladores permiten su conexión en serie; para ello el secundario de producción se debe conectar con la entrada al intercambiador desde la parte inferior del depó-

sito más próximo a la entrada de agua y la salida a la parte superior del depósito más próximo a consumo (Figura 14), para poder realizar las operaciones de mantenimiento en los depósitos de manera independiente es necesario prever las conexiones necesarias para ello (Figura 15).

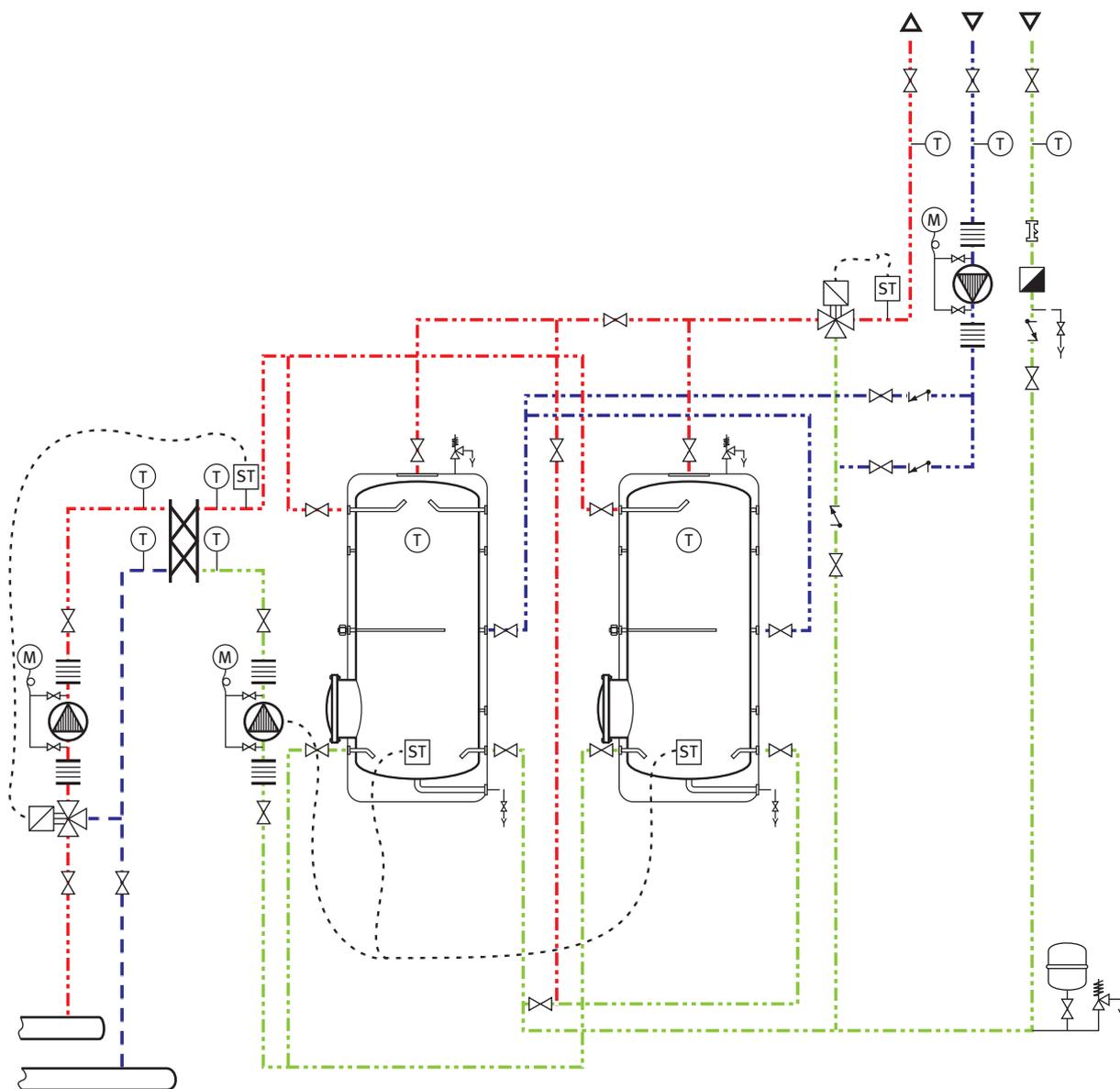


Fig. 14: Producción de ACS con dos acumuladores e intercambiador exterior; las conexiones de entrada de agua y recirculación se han realizado con retorno invertido. Regulaciones en primario y secundario

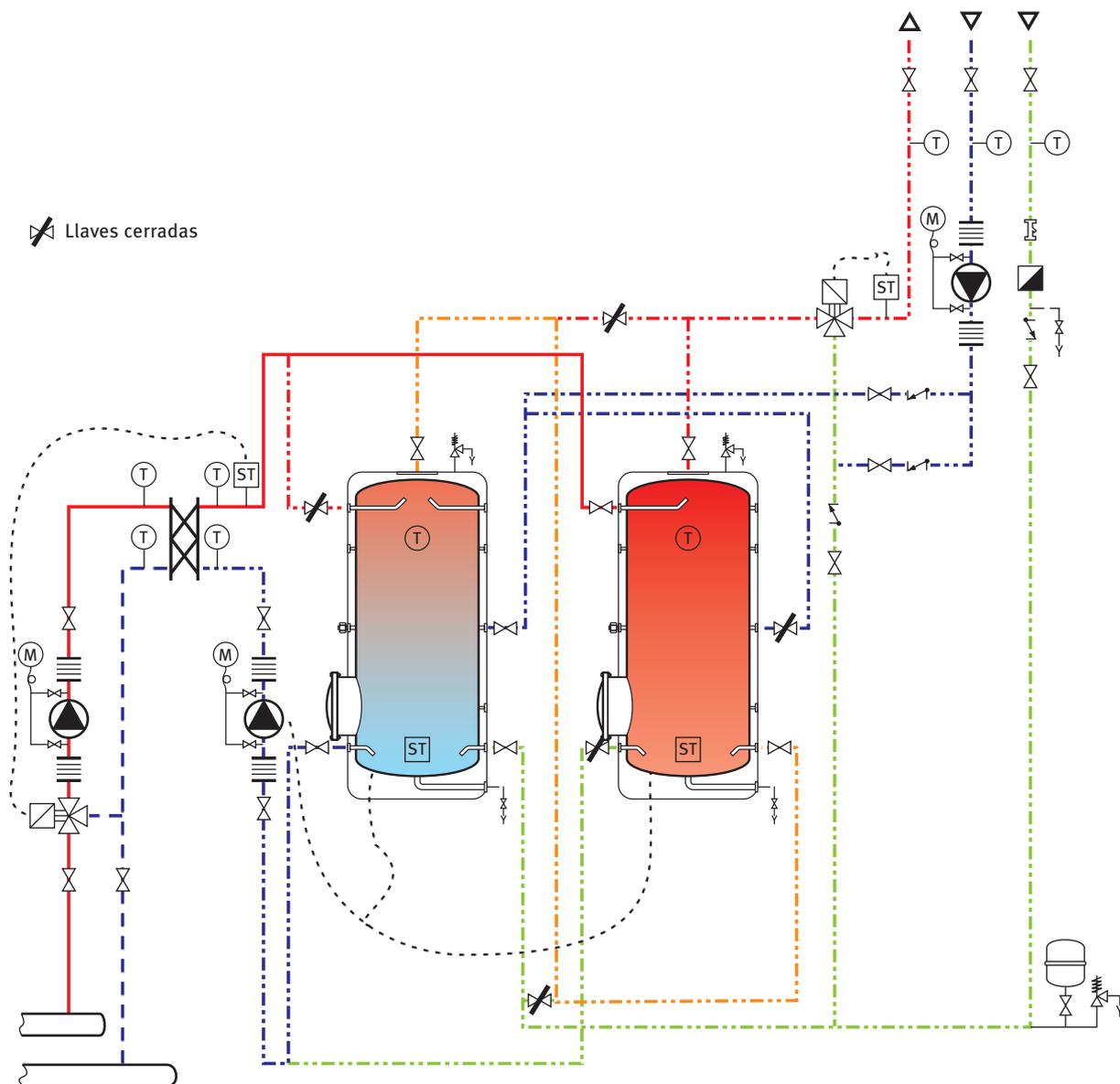


Fig. 15: Funcionamiento normal de la instalación de la figura 14, las llaves cerradas permiten el funcionamiento en serie de ambos depósitos

5.4 ESQUEMAS ESPECIALES PARA PREVENCIÓN DE LA LEGIONELOSIS

En edificios de alto riesgo como hospitales, residencias, etc., es conveniente adoptar mayores medidas para prevención de la legionelosis; teniendo en cuenta que el riesgo es muy bajo cuando el agua alcanza los 70 °C los sistemas de acumulación, en este tipo de edificios, se diseñarán para mantener el agua permanentemente a esa temperatura, de modo que el agua que salga a consumo previamente haya permanecido a 70 °C, o se mezcle directamente de la red, a través de las válvulas de regulación (motorizadas o termostáticas), no pasan-

do por la zona de riesgo; este tipo de funcionamiento puede ser realizado con los esquemas de acumulación hasta ahora analizados.

Sin embargo, el agua del circuito de retorno podría permanecer en condiciones de riesgo de desarrollo de la Legionella, asimismo el agua de aportación, sobre todo cuando las temperaturas de los locales sean altas, o cuando las tuberías de agua fría se vean afectadas por fuentes de calor, también puede alcanzar las condiciones de riesgo; por ello, sobre todo para edificios ocupados por personas de riesgo (enfermos, personas mayores, etc.) se han desarrollado sistemas con doble

intercambiador, que consiguen que todo el agua (ACS, recirculación y entrada de agua fría) pase por 70 °C antes de ser distribuida a consumo (Figura 16).

Constan de un primer intercambiador por el que pasa el agua fría y el agua de recirculación, la misma se calienta a contracorriente con el agua a 70 °C que sale del depósito de acumulación, enfriando a esta última hasta la temperatura de distribución; el agua de aporte precalentada es llevada hasta la acumulación donde, con un segundo intercambiador, se eleva su temperatura hasta 70 °C.

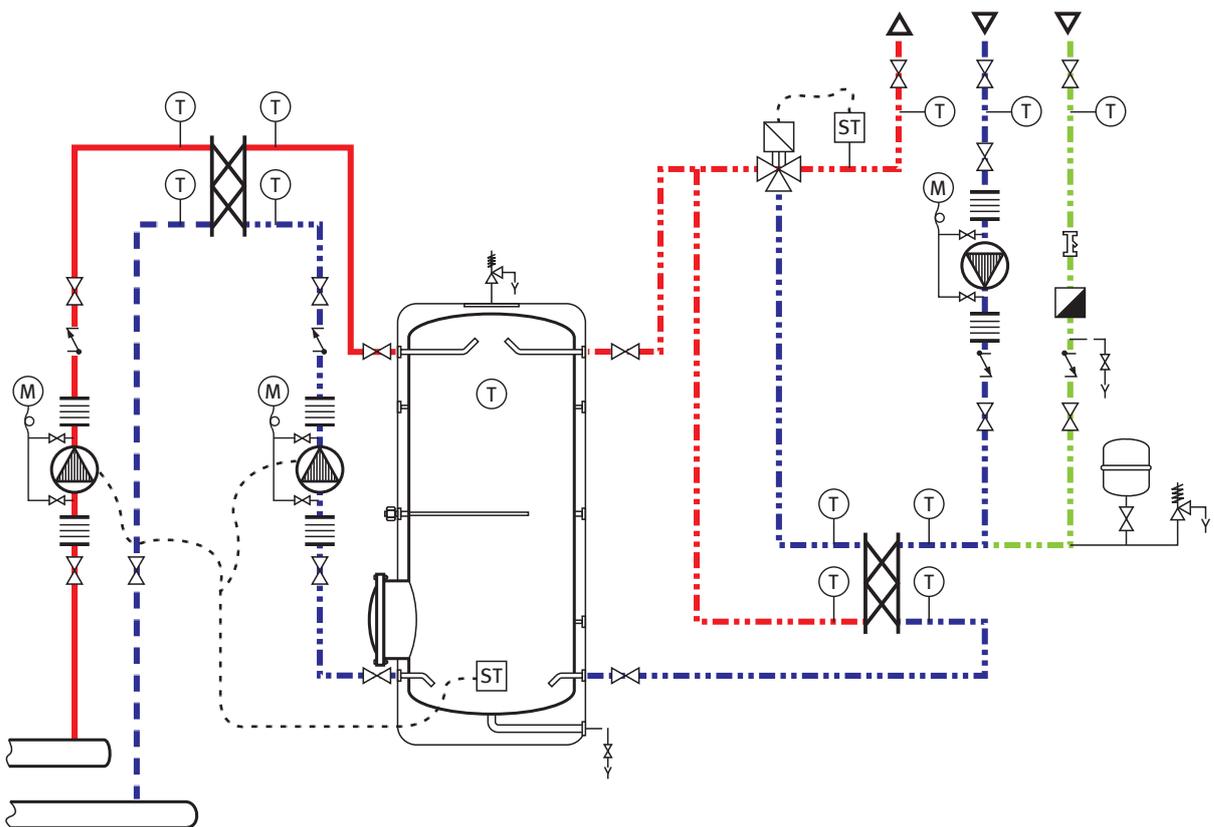


Fig. 16: Sistema de producción de ACS mediante doble intercambiador, para conseguir que todo el agua (ACS, recirculación y agua fría) pase por la temperatura de 70 °C

Existen varios fabricantes que ofrecen estos equipos en conjuntos que incluyen todos los elementos: acumuladores, intercambiadores, bombas, regulaciones, etc.; para su implantación simplemente deben conectarse a los primarios de calderas y a las distribuciones de agua caliente y fría.

5.5 INTEGRACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Con la entrada en vigor del CTE todos los edificios de nueva construcción que consuman ACS dispondrán, salvo algunas excepciones debidamente justificadas, de instalaciones para calentamiento de agua con energía solar térmica, que deben integrarse en las instalaciones térmicas del edificio; la energía solar proporcionará un porcentaje del consumo de ACS, siendo la instalación

térmica tradicional la que deba llevar el agua, cuando las aportaciones solares no sean suficientes, hasta las condiciones de uso.

La fracción solar mínima depende de la zona de ubicación del edificio y del consumo diario de ACS, debiendo ser más alta en las localidades con mayor radiación solar incidente y en los edificios con mayor consumo; al margen de ello la instalación solar enviará a la instalación tradicional agua cuya temperatura puede variar desde la del agua de la red, en las épocas en las que no haya aportaciones solares, hasta temperaturas incluso superiores a las necesarias para consumo.

En instalaciones centrales la integración de las instalaciones solares es relativamente sencilla, la instalación tradicional se puede realizar con los criterios analizados

en los apartados anteriores, con la diferencia de que al sistema de producción de ACS en lugar de llegarle agua de la red se le suministrará el agua proveniente de la instalación solar.

Para poder alcanzar aportaciones solares altas es conveniente que la acumulación tradicional tenga el menor volumen posible, compatible con las necesidades de consumo, destinando las mayores acumulaciones a la energía solar.

Para disponer de una potencia de intercambio alta, con acumulaciones menores, lo más adecuado es que las instalaciones tradicionales se realicen con depósitos e intercambiadores externos de placas, que se pueden dimensionar para altas potencias; si se optase por interacumuladores para obtener las superficies de intercambio necesarias se deben incrementar los depósitos, lo que obliga a atender a un mayor volumen con las calderas, reduciendo las posibilidades de aportación solar.

Un aspecto que debe cuidarse especialmente es la selección de las conexiones de los depósitos. Habitualmente cuando los depósitos son pequeños, también lo son sus conexiones; sin embargo, con la integración de la instalación solar se va a hacer pasar todo el consumo por el depósito de cabeza (calentado con las calderas), lo que obligará a dimensionar adecuadamente las secciones de sus conexiones conforme a los caudales punta solicitados por el edificio.

En cuanto a la producción del ACS con energía solar no es objeto de esta guía analizarla, pero son válidas todas las soluciones con acumuladores o interacumuladores, y con conexiones tanto en serie como en paralelo; las precauciones para protección de heladas o sobrecalentamiento también son exclusivas de la instalación solar.

Los aspectos a cuidar en la integración son:

- Conexión entre la instalación solar y la instalación tradicional, que salvo muy contadas excepciones será en serie, de manera que la instalación solar aporta un agua precalentada.
- Tratamiento antilegionela; en el RD 865/2003 se especifica que cuando se disponga de una instalación de recuperación de calor, entre las que clasifica las de energía solar térmica, el agua antes de ser enviada a consumo experimentará un calentamiento con una temperatura mínima de 60 °C, esto se llevará a efecto en el depósito calentado por calderas; además el diseño se realizará de modo que con la periodicidad que se determine los depósitos solares alcancen los 70 °C; para ello se pueden emplear

las calderas, lo que afectará al diseño hidráulico de la conexión entre ambas instalaciones.

En los esquemas que se analizan a continuación los depósitos solares son interacumuladores en paralelo, pero como se ha indicado anteriormente es válido cualquier otro tipo de solución.

En las Figuras 17A y 17B de la página siguiente se muestra un esquema de conexión. La recirculación se conecta al depósito de cabeza (calentado por calderas) ya que habitualmente el agua de recirculación está a mayor temperatura que la de los depósitos solares, de manera que si la recirculación se enviase a estos últimos acabarían siendo calentados con las calderas. Sin embargo en las épocas de alta radiación solar, cuando la temperatura de los depósitos solares sea superior a la de recirculación, conviene efectuar la recirculación sobre ellos, de modo que la instalación solar podría llegar a calentar, cuando la radiación sea suficiente, todos los depósitos e incluso compensar las pérdidas por recirculación.

Esto se logra mediante dos válvulas motorizadas de dos vías (puede obtenerse el mismo efecto con una válvula de tres vías) después de la bomba de recirculación, una permite el paso al depósito de calderas y otra a los depósitos solares; la apertura o cierre de las válvulas se regulará mediante la sonda de temperatura de los depósitos solares y una sonda en la recirculación, cuando la temperatura de esta última sea superior a la de los depósitos solares se cerrará la de paso a estos últimos y se abrirá la de paso al depósito de cabeza; desde el momento en que se detecte que la temperatura en los depósitos solares supera a la de recirculación se invertirá la posición de ambas válvulas.

El tratamiento térmico para prevención de la legionelosis de los depósitos solares se puede realizar con el intercambiador de la instalación centralizada (Figura 18); para ello se realiza una derivación hidráulica desde la entrada de agua fría hasta la aspiración de la bomba de secundario y desde la salida del intercambiador hasta la salida de ACS de los depósitos solares; cerrando las llaves del depósito de cabeza y abriendo las de las derivaciones indicadas se pueden calentar los depósitos solares con el intercambiador.

Esta operación se limitará al tratamiento térmico de los depósitos solares, con la periodicidad establecida en la reglamentación de prevención de la legionelosis; la operación se realizará de manera manual por el personal de mantenimiento si bien en edificios con ocupantes de mayor riesgo (hospitales, residencias de personas mayores, etc.) si la frecuencia del tratamiento debe ser mayor, se puede automatizar motorizando las correspondientes válvulas de corte.

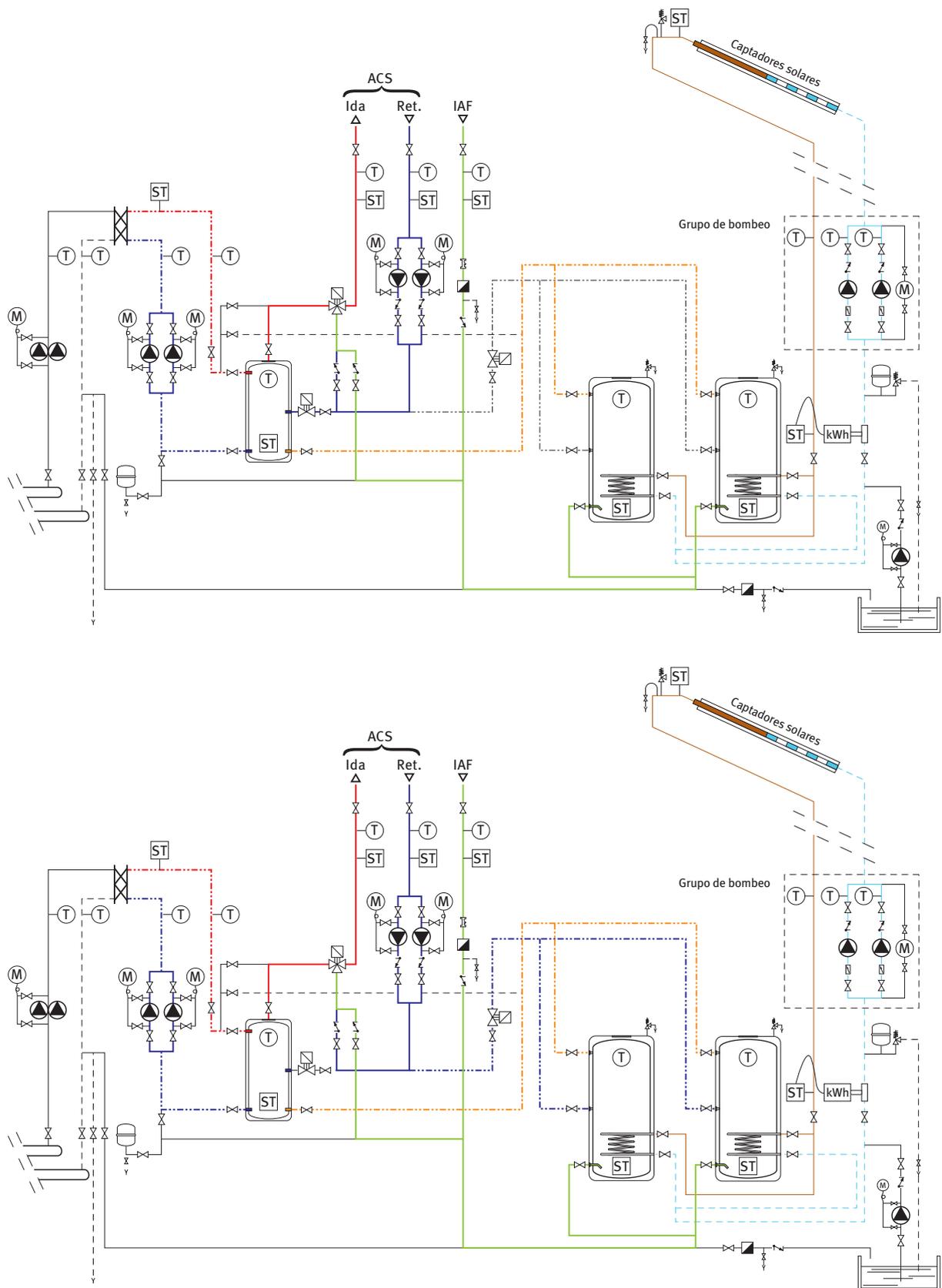


Fig. 17A y B: Integración de la producción de ACS con energía solar térmica en la instalación de producción de ACS centralizada; recirculación sobre el depósito de cabeza y sobre los depósitos solares

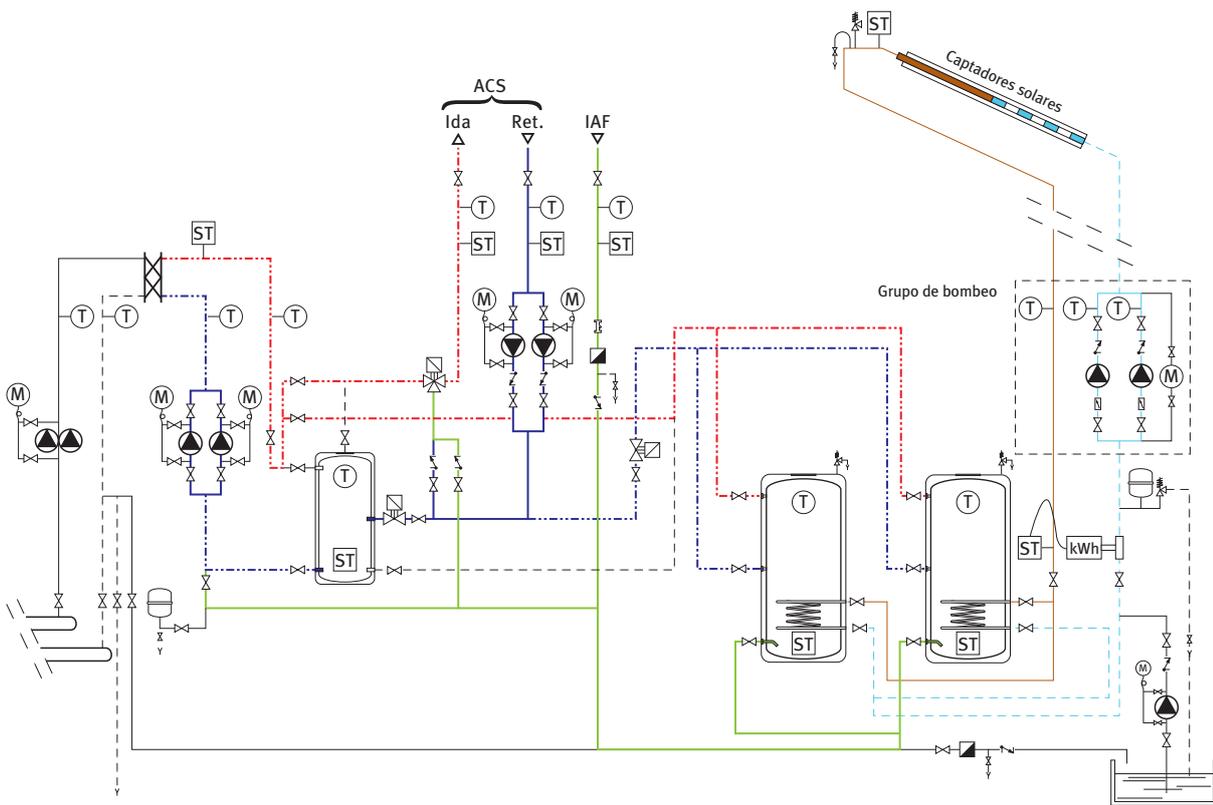


Fig. 18: Tratamiento térmico para prevención de la legionelosis en los depósitos solares con el intercambiador de la instalación centralizada de producción de ACS. La instalación se corresponde con la de la figura 17

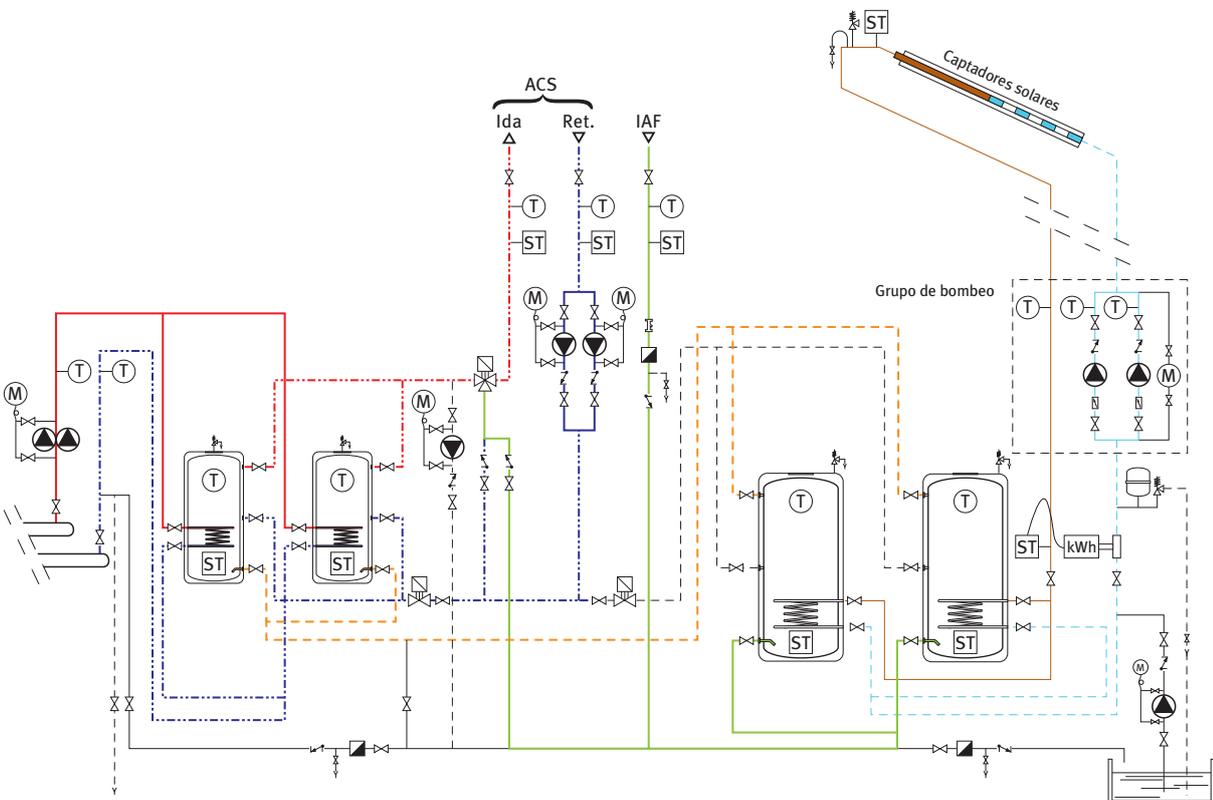


Fig. 19: Instalación central con intercumuladores

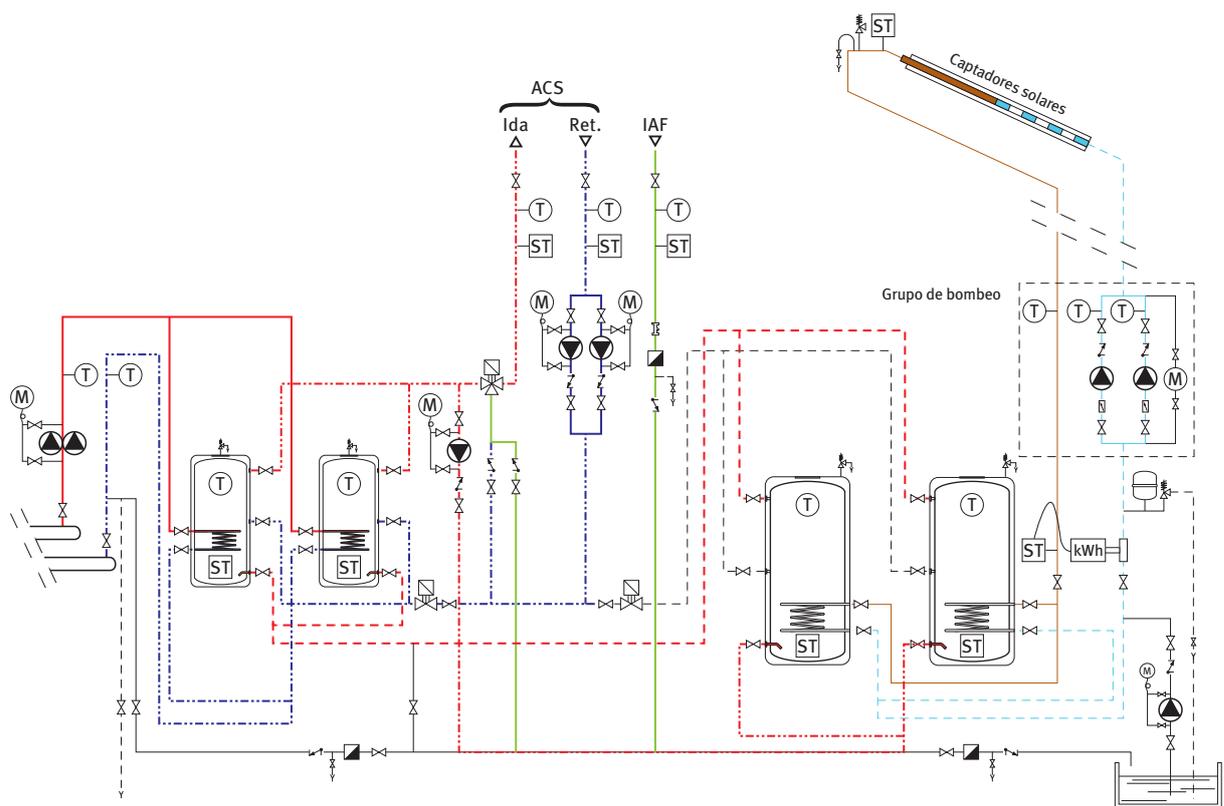


Fig. 20: Tratamiento térmico de la instalación de la figura 19

Si la instalación central se resuelve con interacumuladores (Figura 19), la integración de la energía solar es idéntica, con la misma solución de recirculación que en el caso de depósitos con intercambiador; en la conexión de los interacumuladores se deberán respetar los detalles indicados en el apartado 5.3.1; si bien para el tratamiento térmico de los depósitos solares con las calderas debe instalarse una bomba que conecte la salida de los interacumuladores de la instalación central con la entrada de agua a los depósitos de la instalación solar.

Cuando deba realizarse el tratamiento térmico se arranca la bomba dispuesta para este servicio, de manera que se envía agua caliente desde los interacumuladores de la instalación central hacia la entrada de agua a los depósitos solares, hasta que los mismos alcancen la temperatura requerida (70 °C).

5.6 OTROS SISTEMAS DE RECUPERACIÓN DE CALOR

Lo indicado anteriormente para la integración de instalaciones solares térmicas es válido para otro tipo de instalaciones de recuperación de calor, como: recuperación de calor de la salida de los compresores de las

plantas enfriadoras; compresores de instalaciones de aire comprimido, etc.

Si bien la diferencia fundamental en estos casos estriba en el nivel térmico que se pueda alcanzar en el sistema de recuperación: si el mismo es suficiente para llegar a las temperaturas de prevención de la legionelosis el depósito de recuperación puede conectarse directamente a consumo; en caso contrario deberá conectarse en serie con el depósito de cabeza para, mediante las calderas, alcanzar la temperatura necesaria, como ha sido descrito para la integración de la energía solar térmica.

Por su importancia en los edificios se analizan algunas posibilidades de recuperación de calor de los compresores de las plantas enfriadoras de climatización. Los esquemas que se presentan analizan exclusivamente las posibilidades de integración en las instalaciones de ACS centrales, siendo los detalles de conexiones y regulaciones idénticos a los descritos en los apartados anteriores.

En la figura 21 se muestra el esquema básico de la recuperación de calor a la salida del compresor; los fabricantes de equipos de frío ofrecen diferentes soluciones técnicas, si bien desde el punto de vista de integración en la

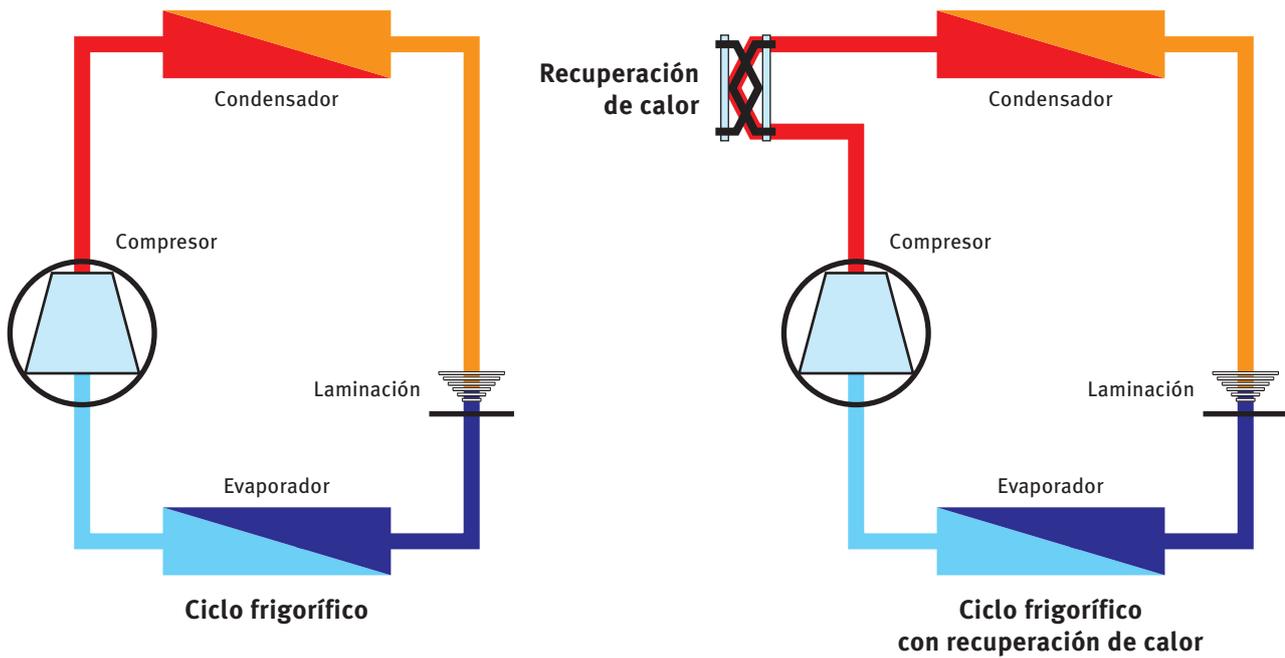


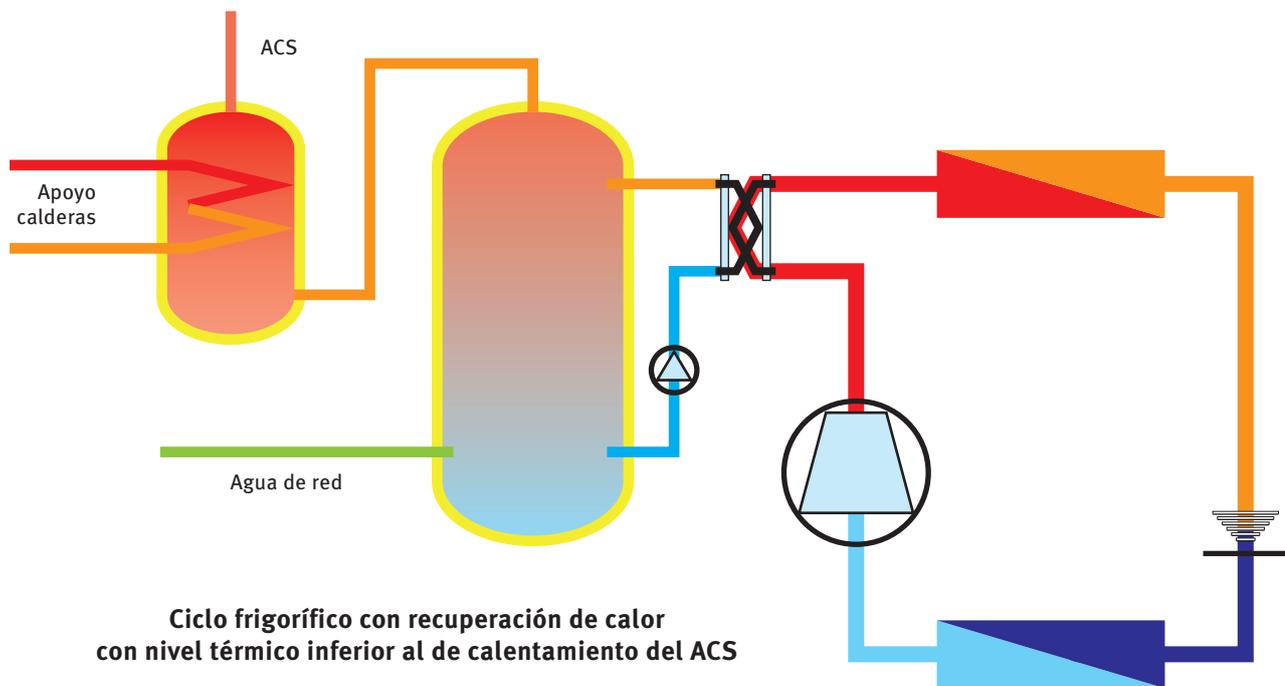
Fig. 21: Esquema de la recuperación de calor a la salida del compresor de un ciclo frigorífico

instalación central de ACS son idénticas, disponiendo de tomas para el calentamiento de la misma.

Para la integración deben contemplarse dos aspectos: la temperatura alcanzable por el agua precalentada y la potencia y horario disponibles; no debe olvidarse que se trata de una recuperación de calor y que, por lo tanto,

la misma sólo podrá obtenerse en el horario de funcionamiento del equipo de producción de frío, coincidente con el uso de la climatización, y con la potencia que la regulación del mismo proporcione en cada momento.

Si la temperatura a la salida del recuperador es inferior a la de acumulación para prevención de la legionelosis



Ciclo frigorífico con recuperación de calor con nivel térmico inferior al de calentamiento del ACS

Fig. 22: Aportación de la recuperación de calor a un depósito previo, produciendo agua precalentada

(60 °C), el agua se acumulará en un depósito previo, conectado en serie con el calentado por las calderas; en este caso son válidos todos los esquemas indicados para las instalaciones solares. En la figura 22 (página anterior) se muestra un sencillo ejemplo en el que se han simplificado los elementos.

Si la temperatura que proporciona la recuperación es suficiente, el calor se puede aportar directamente al depósito de consumo (Figuras 23A y 23B); ahora bien, como la potencia y el horario de funcionamiento del equipo de refrigeración no tienen por qué coincidir con el consumo de ACS, es muy habitual que funcionen sólo en verano. La instalación deberá complementarse con la aportación de calor desde calderas, pudiendo realizarse sobre el mismo depósito, o pudiendo instalarse más de uno.

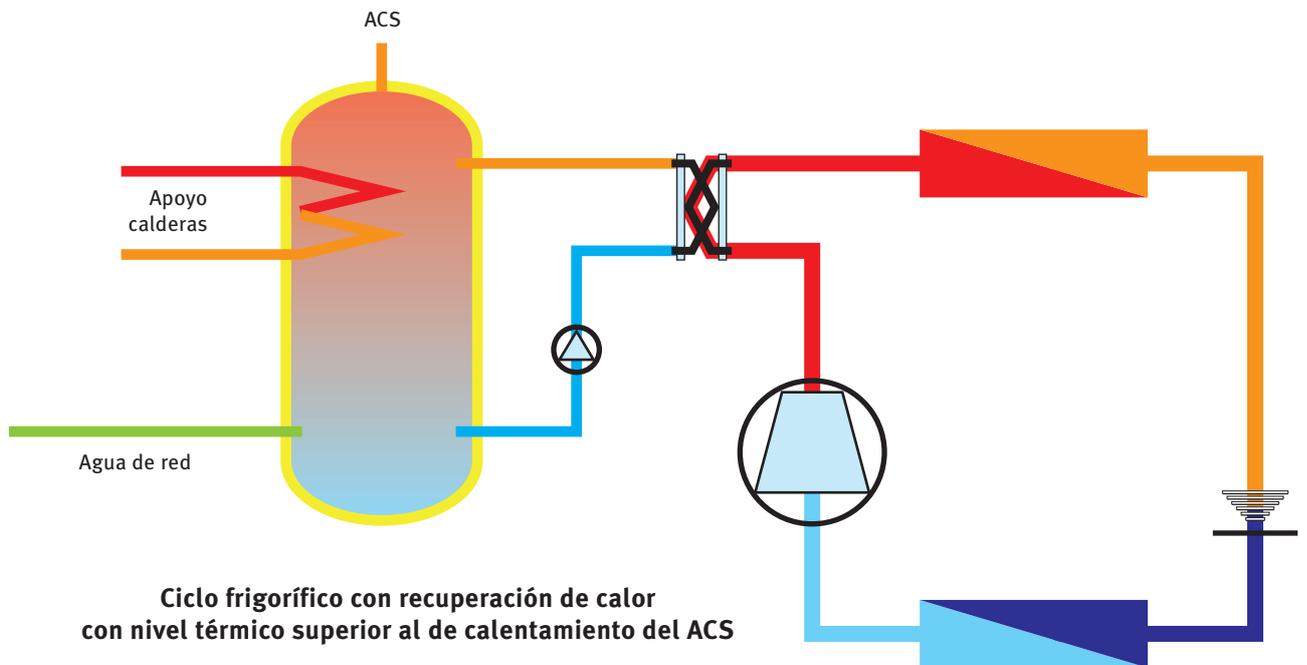


Fig. 23A: Aportación de la recuperación de calor al depósito de consumo; apoyo de calderas mediante interacumulador

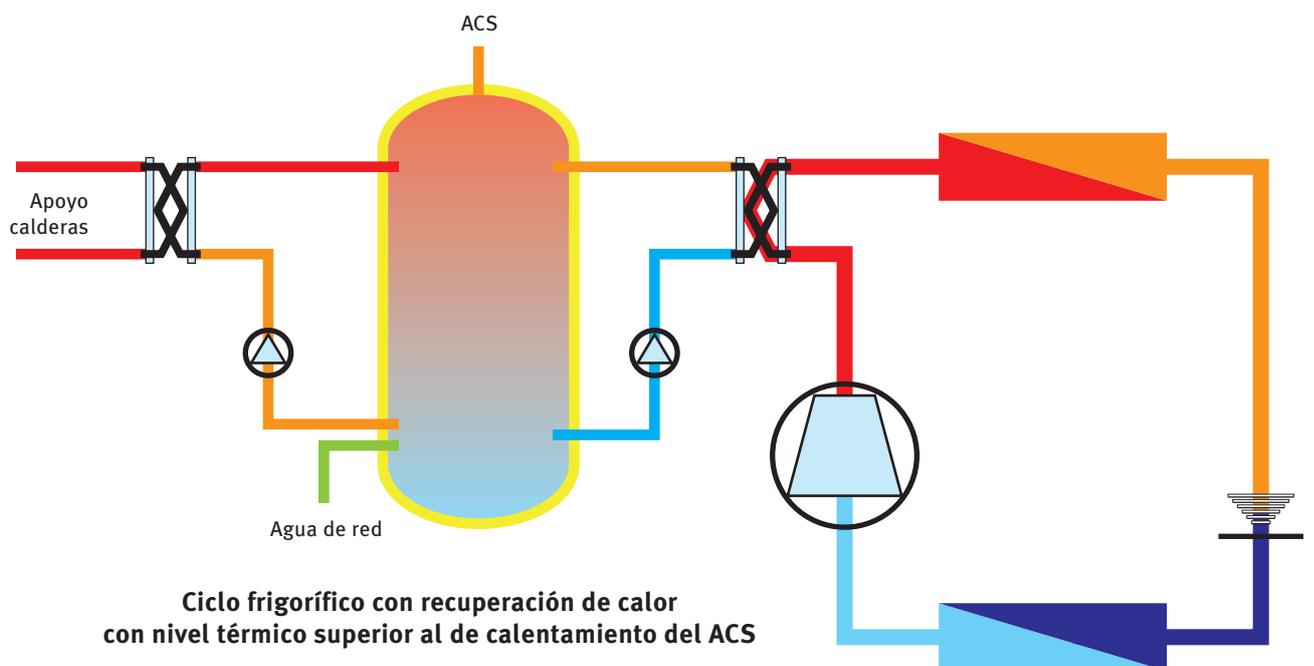
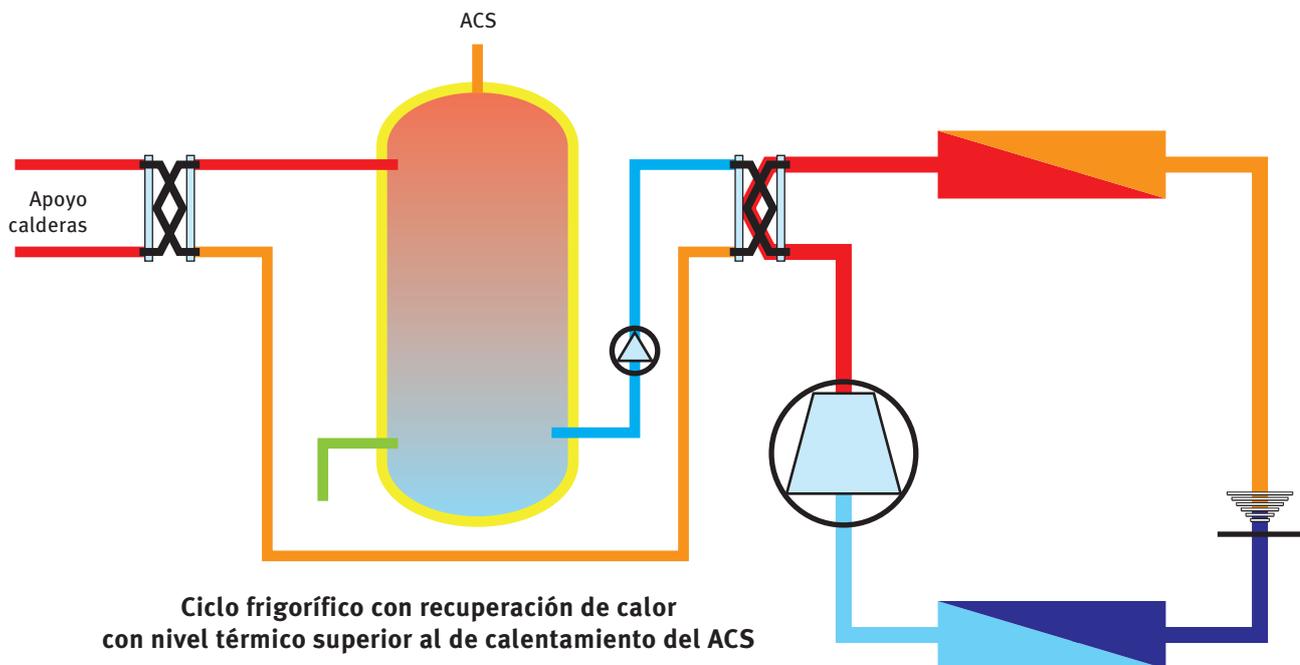


Fig. 23B: Aportación de la recuperación de calor al depósito de consumo; apoyo de calderas mediante intercambiador exterior de placas

Si el equipo de refrigeración se utiliza todo el año (aplicaciones de frío comercial, etc.) puede plantearse su uso permanente conectando el recuperador en serie con el intercambiador de calderas (figura 24), que complementará el calor recuperado en los momentos en que sea necesario.

Evidentemente existen otras múltiples combinaciones que exceden el objetivo de esta guía. En este capítulo sólo se ha pretendido recordar la importancia de estas posibilidades de recuperación, que redundan en un mejor rendimiento medio estacional del conjunto de la instalación térmica.



Ciclo frigorífico con recuperación de calor con nivel térmico superior al de calentamiento del ACS

Fig. 24: Aportación de la recuperación de calor al depósito de consumo; apoyo de calderas mediante intercambiador exterior de placas en serie

5.7 DISTRIBUCIONES GENERALES

Desde los locales de producción de ACS central, habitualmente las propias salas de calderas o locales muy próximos a ellas, parten las distribuciones hacia el interior del edificio; las mismas constarán de las tuberías de distribución y de recirculación.

Estas distribuciones son las mismas para todos los sistemas de producción; constarán de uno o varios circuitos dependiendo de la complejidad del edificio.

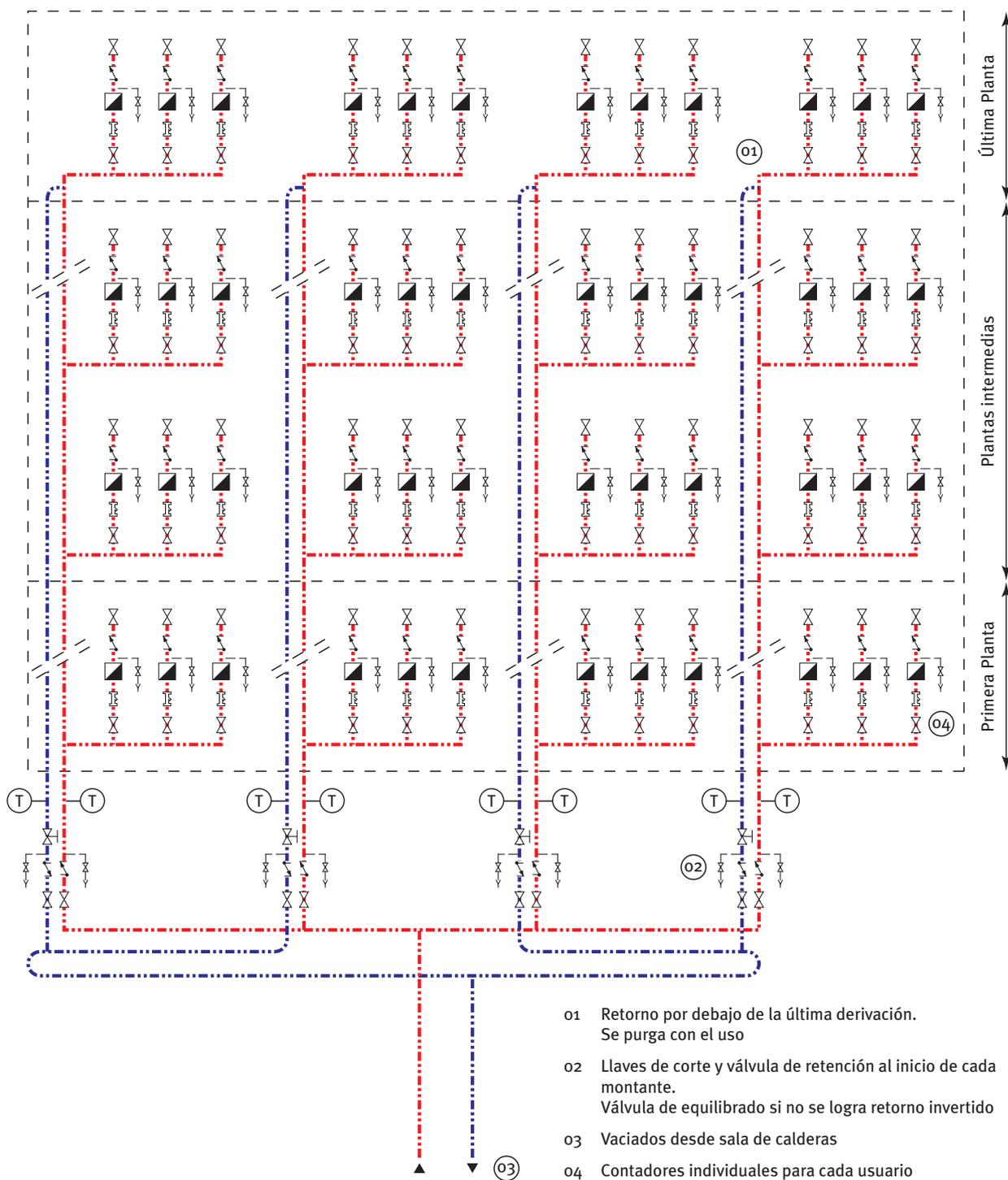
En el diseño de las instalaciones se debe procurar que las distribuciones sean lo más cortas posibles, con trazados por lugares comunes accesibles para mantenimiento. Habitualmente constan de unas distribuciones horizontales por las plantas bajas, si bien cada vez está más extendida la implantación de las salas de calderas con gas natural en las cubiertas de los edificios, en cuyo caso la distribución general se realiza por la planta superior.

Las distribuciones horizontales se conectan a las montantes verticales, que disponen de las derivaciones en planta, hasta cada punto de consumo.

En paralelo con las distribuciones generales discurren las tuberías de recirculación; si las montantes son ascendentes es conveniente que la recirculación se conecte por debajo de la última derivación a consumo, de manera que las tuberías se purguen con el propio consumo de ACS.

En el arranque de cada montante se deben disponer llaves de corte y válvulas antirretorno que impidan que el agua una vez suministrada pueda volver hacia otros puntos de consumo.

Debe cuidarse especialmente el que toda la instalación pueda vaciarse en su totalidad; en cada montante se colocarán llaves de vaciado después de las llaves de corte, de manera que se puedan efectuar reparaciones parciales sin necesidad de cortar el servicio al conjunto de la instalación; en todos los puntos bajos que se originen en el trazado de las distribuciones se dispondrán vaciados.



- 01 Retorno por debajo de la última derivación. Se purga con el uso
- 02 Llaves de corte y válvula de retención al inicio de cada montante. Válvula de equilibrado si no se logra retorno invertido
- 03 Vaciados desde sala de calderas
- 04 Contadores individuales para cada usuario

Fig. 25: Distribuciones generales de ACS y recirculación

Si hay diferentes usuarios (por ejemplo, viviendas), en la derivación a cada uno se dispondrán una llave de corte, un filtro, un contador, una válvula antirretorno y otra llave de corte; las válvulas antirretorno son muy importantes ya que en ocasiones en las griferías monomando se ponen en comunicación las instalaciones de agua

caliente y fría, provocándose circulaciones de agua fría por las redes de agua caliente.

Es conveniente analizar la posibilidad de reducir el retorno, realizando un anillo en la planta opuesta (superior o inferior) a la distribución general, en lugar de un

retorno por montante; lo que facilita el funcionamiento de la instalación y reduce las pérdidas de calor.

Por último se debe cuidar especialmente el correcto equilibrado del retorno, asegurando que en todos los puntos se alcanzan las temperaturas fijadas por la reglamentación, para ello se pueden realizar anillos con retorno invertido o instalar válvulas de equilibrado; en cualquier caso conviene que antes de la llave de corte de cada ramal de recirculación se coloque un termómetro que permita controlar de manera inmediata el correcto funcionamiento de la instalación.

5.7.1 Edificios con temperaturas de uso prefijadas

En algunos edificios como polideportivos, vestuarios, etc., la temperatura de uso del ACS se fija para todos los usuarios, o se les permite un margen pequeño de regulación; estas temperaturas habitualmente son inferiores a 40 °C, por lo que para poder asegurar los 50 °C en el punto más alejado se deben establecer dos niveles de regulación (Figura 26), uno en la sala de producción de ACS, que se correspondería con los analizados a lo largo de este capítulo y un segundo nivel en los propios locales de consumo, por grupos de aparatos.

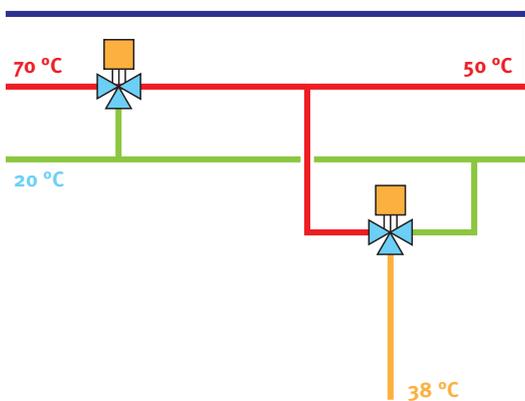


Fig. 26: Regulaciones para edificios con temperaturas de uso preestablecidas

5.7.2 Edificios de gran altura

Las instalaciones de suministro de agua para consumo humano, entre las que se incluyen las de ACS, deben diseñarse conforme a lo especificado en el documento HS4, en el que se fijan las presiones que se deben garantizar en los puntos de consumo (Tabla 05).

En las griferías comunes la presión mínima es de 1 bar y la máxima de 5 bar; lo que implica que si el edificio es de gran altura estas presiones no se pueden conseguir en

todas las plantas con una distribución única, ya que la presión estática debida a la altura del edificio haría que en las plantas bajas se superasen los márgenes fijados.

En la Tabla 21 se muestran las presiones mínima y máxima que debe haber en la cota de calle para que en cada planta la presión se mantenga dentro de los límites indicados. Si por ejemplo se tiene un edificio de 14 plantas se requieren:

Plantas	Altura (m)	Presión suministro (mCA)	
		Mínima	Máxima
Baja	5	15	55
14 ^a	47	57	97

Para que en la planta 14 se asegure una presión mínima de 1 bar, se requiere una presión en suministro de 57 mCA (5,7 bar); sin embargo, para que en la planta baja no se supere la presión de 5 bar, la presión en suministro debe ser como máximo de 55 mCA; es imposible con el mismo suministro mantener en un edificio de 14 plantas los márgenes de presión reglamentariamente establecidos.

Por ello, en edificios de gran altura, habitualmente a partir de unas 8 ó 10 plantas, las instalaciones de ACS se deben dividir en zonas; los primarios pueden ser comunes conectados directamente a los colectores de calderas, pero se requieren secundarios (intercambiadores, depósitos, etc.) independientes.

Lo más adecuado antes de diseñar las instalaciones es, con el dato de la presión de suministro, calcular hasta qué planta se puede suministrar directamente con la presión de red, realizando una instalación para esa zona, y dotar de un grupo de presión a las restantes plantas, para lo que se realizará otra distribución independiente; pueden ser necesarios incluso grupos de presión independientes.

El ACS se debe proyectar coordinadamente con el suministro de agua fría, siendo adecuado utilizar los mismos grupos de presión para ambas instalaciones; en caso de realizarse con grupos diferentes, habrá momentos en que coincida la arrancada a la presión mínima de un grupo (por ejemplo, el de agua fría), con la parada a la presión máxima del otro (en el ejemplo el del ACS) originando problemas de temperatura en los puntos de consumo, sobre todo en las plantas más altas.

Desde el punto de vista de eficiencia energética no se debiera admitir la conexión en serie de grupos de presión, que consumen energía eléctrica para elevar la presión, con válvulas reductoras en las plantas bajas, que reducen una presión que ha implicado un consumo de energía; lo correcto es establecer zonas en altura del edificio según las presiones de suministro.

Simbología:

— Tubería impulsión	⌘ Llave de corte	⊠ Filtro	TH Termostato de humos
- - - Tubería retorno	⌞ Válvula antirretorno	⊠ Contador	TS Termostato de seguridad
— Tubería ACS	⌞ Válvula de equilibrado	⊠ Contador de energía	T1 Termostato primera marcha
- - - Tubería recirculación	⌞ Válvula de seguridad	⊠ Bomba	T2 Termostato segunda marcha
— Tubería agua fría	⌞ Válvula de 2 vías	⊠ Termómetro	ST Sonda de temperatura
— Tubería combustible	⌞ Válvula de 3 vías	⊠ Termómetro de humos	PS Presostato
— Tubería llenado	⌞ Vaciado	⊠ Manómetro	IF Interruptor de flujo

ESQUEMA DE PRINCIPIO.
PRODUCCIÓN DE CALOR - ACS Y CALEFACCIÓN

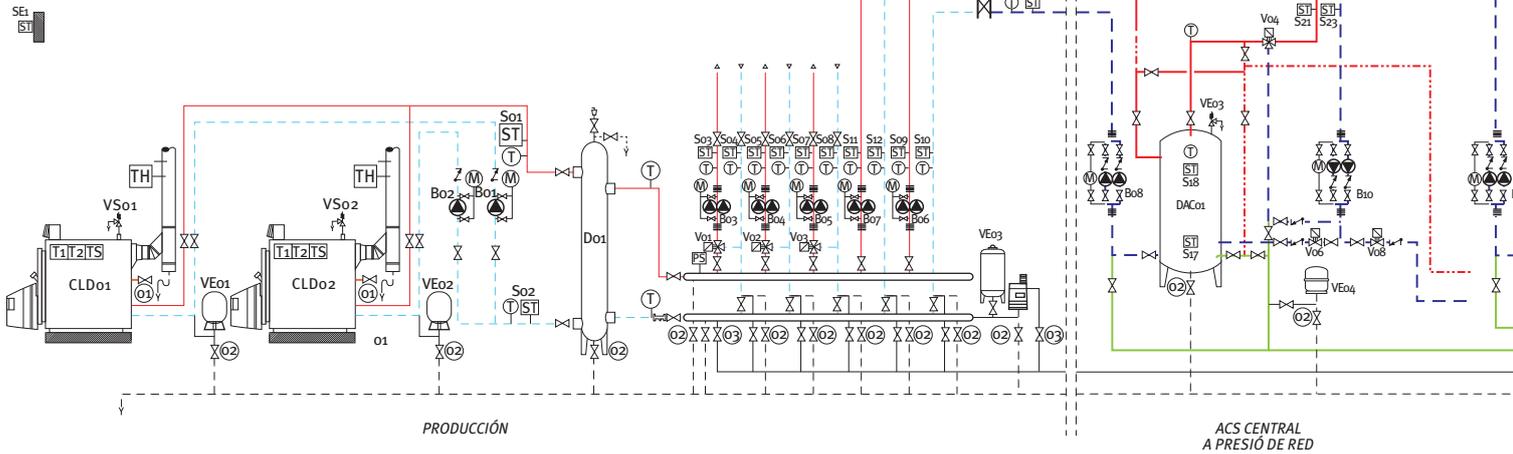
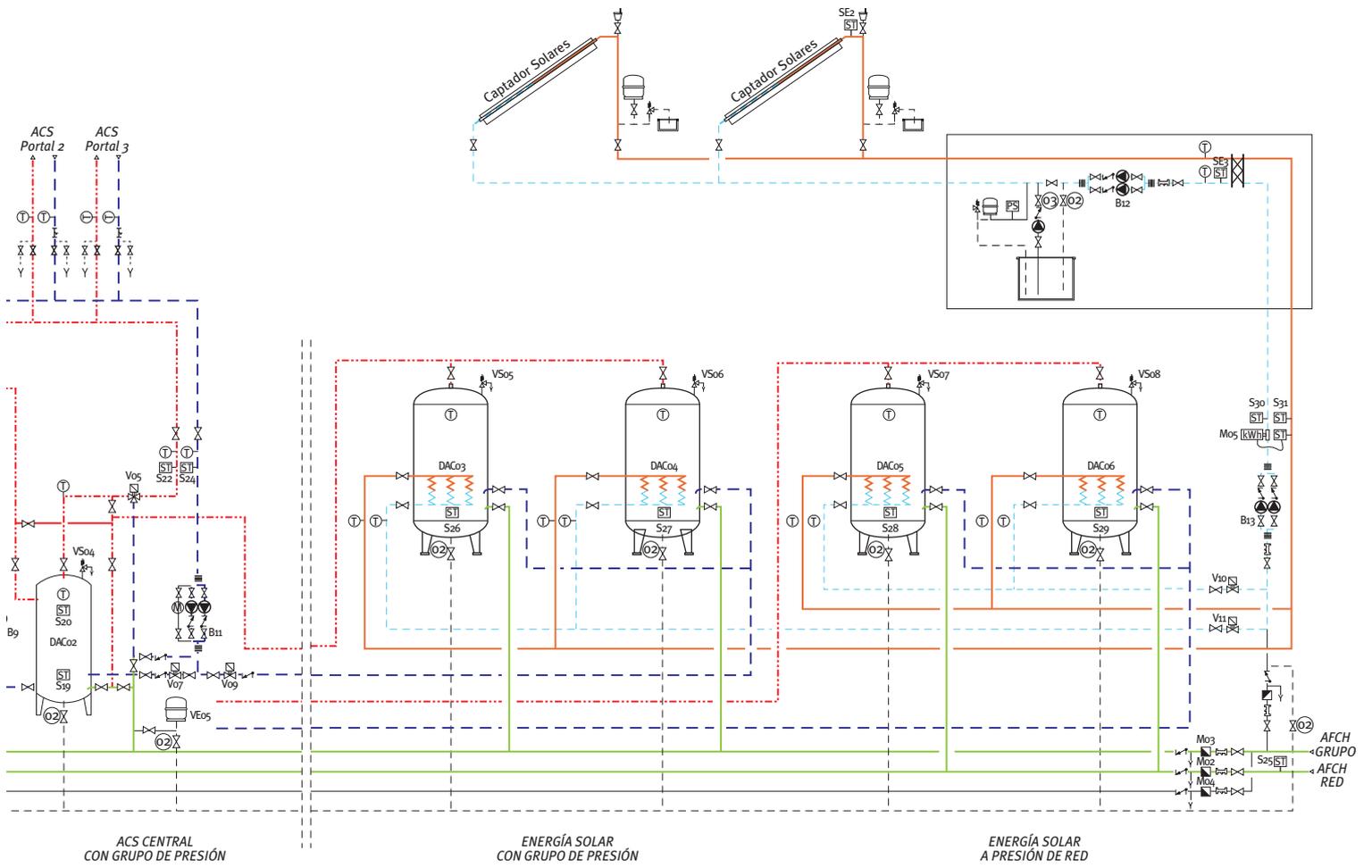


Fig. 27 (A y B): Distribución en edificios de gran altura





Dimensionado de las instalaciones

6.1 CAUDALES

Este apartado se desarrolla con tres ejemplos representativos, cuyos resultados se van dando en cada punto; los edificios seleccionados como ejemplo son:

- Edificio de 60 viviendas de tres dormitorios.
- Hotel de 3 estrellas con 100 habitaciones dobles.
- Polideportivo con 200 duchas.

6.1.1 Caudales por aparatos

El caudal que se debe asegurar en cada aparato está fijado en el Código Técnico de la Edificación en su documento HS4 “Instalaciones de Salubridad: Suministro de agua” y es el que se adjunta en la Tabla 01 del Anexo I al cual se hace referencia a lo largo de este apartado.

6.1.2 Caudales instantáneos

Los caudales instantáneos se obtienen con la suma de los caudales de todos los aparatos del edificio, aplicando un coeficiente de simultaneidad de uso, ya que no

todos los aparatos de un mismo edificio se utilizan al mismo tiempo.

Aunque no existe una norma de obligado cumplimiento en la que se indiquen los coeficientes de simultaneidad, pueden utilizarse los datos obtenidos con la aplicación de la Norma UNE 149.201/07, en la cual los caudales instantáneos se tienen con la siguiente expresión:

$$Q_c = A \cdot (Q_r)^B + C$$

Siendo:

Q_c: Caudal simultáneo de cálculo (l/s).

Q_r: Caudal total, suma de todos los aparatos del edificio (l/s).

A, B y C: Coeficientes que dependen del tipo de edificio, de los caudales totales del edificio y de los caudales máximos por aparatos.

En la Tabla 02 se dan los coeficientes (A, B y C) para cada tipo de edificio.

Donde:

Q_u: Caudal mayor de los aparatos unitarios (l/s).

Ejemplo 1: Edificio de 60 viviendas

Edificio de 60 viviendas de 3 dormitorios con cocina, baño y aseo en cada vivienda.

Cálculo de los caudales (l/s) y aparatos							
Zonas y locales	AFCH			ACS			
	Aparatos	Unitario	Total	Aparatos	Unitario	Total	
Cocina	Fregadero	1	0,2	0,2	1	0,1	0,1
	Lavadora	1	0,2	0,2	1	0,15	0,15
	Lavavajillas	1	0,15	0,15	1	0,1	0,1
	Total cocina	3	-	0,55	3	-	0,35
Baño	Bañera >1,40 m	1	0,3	0,3	1	0,2	0,2
	Lavabo	1	0,1	0,1	1	0,065	0,065
	Bidé	1	0,1	0,1	1	0,065	0,06
	Inodoro con cisterna	1	0,1	0,1	-	-	-
	Total baño	4	-	0,6	3	-	0,33
Aseo	Ducha	1	0,2	0,2	1	0,1	0,1
	Lavabo	1	0,1	0,1	1	0,065	0,065
	Inodoro con cisterna	1	0,1	0,1	-	-	-
Total aseo	3	-	0,4	2	-	0,165	
Total vivienda	10	-	1,55	8	-	0,845	

En cada vivienda se tienen 8 aparatos consumidores de ACS con un total de 0,845 l/s; el aparato de mayor caudal es la bañera, con 0,2 l/s.

El caudal total del edificio será: $60 \times 0,845 = 50,7$ l/s.

Para el cálculo del caudal simultáneo se requieren los coeficientes A, B y C (Tabla 02).

- Uso del edificio: Viviendas.
- Caudal total (Q_T) 50,7 l/s > 20 l/s.
- Coeficientes: A: 1,7; B: 0,21; C: -0,7.

Tipo de edificio	Caudales (l/s)		Coeficientes		
	Q_u	Q_T	A	B	C
Viviendas	<0,5	≤ 20	0,682	0,450	-0,140
	$\geq 0,5$	≤ 1	1,000	1,000	0,000
	$\geq 0,5$	≤ 20	1,700	0,210	-0,700
	→ Sin límite	>20	1,700	0,210	-0,700

$$Q_c \text{ (l/s)} = 1,7 \cdot 50,7^{0,21} - 0,7 = 3,177 \text{ l/s}$$

Ejemplo 2: Hotel*** (3 estrellas) con 100 habitaciones dobles

Hotel de 3 estrellas con 100 habitaciones dobles con baño completo.

Cálculo de los caudales (l/s) y aparatos							
Zonas y locales	AFCH			ACS			
	Aparatos	Unitario	Total	Aparatos	Unitario	Total	
Baño	Bañera >1,40 m	1	0,3	0,3	1	0,2	0,2
	Lavabo	1	0,1	0,1	1	0,065	0,065
	Bidé	1	0,1	0,1	1	0,065	0,06
	Inodoro con cisterna	1	0,1	0,1	–	–	–
Total habitación	4	–	0,6	3	–	0,33	

En cada habitación hay 3 aparatos consumidores de ACS con un total de 0,33 l/s; el aparato de mayor caudal es la bañera, con 0,2 l/s.

El caudal total del edificio será: $100 \times 0,33 = 33$ l/s.

En la Tabla 02 se obtienen los coeficientes A, B y C para el cálculo de caudal simultáneo.

- Uso del edificio: Hotel.
- Caudal total (Q_T) 33 l/s > 20 l/s.
- Coeficientes: A: 1,08; B: 0,5; C: -1,83.

Tipo de edificio	Caudales (l/s)		Coeficientes		
	Q_u	Q_T	A	B	C
Hoteles, discotecas, museos	<0,5	≤ 20	0,698	0,500	-0,120
	$\geq 0,5$	≤ 1	1,000	1,000	0,000
	$\geq 0,5$	≤ 20	1,000	0,366	0,000
	→ Sin límite	>20	1,080	0,500	-1,830

$$Q_c \text{ (l/s)} = 1,08 \cdot 33^{0,5} - 1,83 = 4,374 \text{ l/s}$$

En el ejemplo se han considerado sólo las habitaciones; en el conjunto del edificio habrá que tener en cuenta otros locales como cocinas, cafetería, vestuarios, etc.

Ejemplo 3: Polideportivo con 200 duchas

Polideportivo con 200 duchas.

El caudal total del edificio será: $200 \times 0,1 = 20$ l/s.

Los coeficientes A, B y C, resultan:

- Uso del edificio: Polideportivo.
- Caudal total (Q_T) 20 l/s = 20 l/s.
- Coeficientes: A: 4,4; B: 0,27; C: -3,41.

Tipo de edificio	Caudales (l/s)		Coeficientes		
	Q_u	Q_T	A	B	C
Escuelas, polideportivos		$\leq 1,5$	1,000	1,000	0,000
	→ Sin límite	≤ 20	4,400	0,270	-3,410
		> 20	-22,500	-0,500	11,500

$$Q_c \text{ (l/s)} = 4,4 \cdot 20^{0,27} - 3,41 = 6,47 \text{ l/s}$$

6.2 CONSUMOS

El consumo de ACS no tiene por qué estar directamente relacionado con el caudal instantáneo, el cual se dará durante periodos muy cortos; para determinar los consumos se aplica el documento HE 4 del CTE, en el que se dan los consumos diarios de ACS a 60 °C, en función del tipo de edificio (Tabla o3).

La temperatura de referencia de 60 °C se corresponde con la de acumulación del ACS para prevención de la legionelosis y será la mínima habitual en los sistemas centralizados.

En el caso de viviendas, para determinar el número de ocupantes también en el documento HE4 se incluye la Tabla o4, que fija la ocupación en función del número de dormitorios.

En el mismo documento (HE4) se indica que cuando se elija una temperatura diferente a los 60 °C el consumo de agua se debe modificar en función de la siguiente expresión:

$$D_{ACS} = D_{60^\circ C} \cdot (60 - T_{AFCH}) / (T_{ACS} - T_{AFCH})$$

Siendo:

D_{ACS} : Consumo (l/día) de ACS a una temperatura (ACS) diferente de 60 °C.

$D_{60^\circ C}$: Consumo (l/día) de ACS a 60 °C, valor indicado en el HE4 (Tabla o3).

T_{ACS} : Temperatura (°C) de consumo de ACS diferente de 60 °C.

T_{AFCH} : Temperatura (°C) del agua de la red, depende del mes y la localidad (Tabla o7).

Con esta forma de calcular el consumo de ACS lo que realmente se está definiendo es una demanda de energía, por ello en muchas ocasiones al dimensionar las instalaciones de ACS pueden simplificarse los cálculos tomando siempre como temperatura de referencia 60 °C.

Ejemplo 1: Edificio de 60 viviendas

- Número de ocupantes por vivienda: 3 dormitorios, 4 personas por vivienda.
- Usuarios total edificio: 60 x 4 = 240 personas.
- Consumo diario: 240 x 22 = 5.280 l/día a 60 °C.

Con el caudal instantáneo calculado en el apartado 6.1.2 se tendría un tiempo de consumo punta sostenido de: 5.280 l/día / 3,177 l/s = 1.662 s/día (28 minutos diarios).

Si se eligiese 45 °C como temperatura de ACS, el consumo resultaría:

$$D_{45^\circ C} = D_{60^\circ C} \cdot (60 - T_{AFCH}) / (T_{45^\circ C} - T_{AFCH}) = 5.280 \cdot (60 - 5) / (45 - 5) = 7.260 \text{ l/día a } 45^\circ C.$$

La energía demandada para el calentamiento del ACS en ambos supuestos de temperatura resulta:

$$E_{60^\circ C} = 5.280 \text{ l/día} \cdot (60 - 5)^\circ C \cdot 1,16 \text{ Wh}/(^\circ C \cdot l) / 1.000 \text{ W/kW} = 337 \text{ kWh/día}$$

$$E_{45^\circ C} = 7.260 \text{ l/día} \cdot (45 - 5)^\circ C \cdot 1,16 \text{ Wh}/(^\circ C \cdot l) / 1.000 \text{ W/kW} = 337 \text{ kWh/día}$$

Como temperatura del agua de la red se ha tomado 5 °C, que es la más desfavorable para todas las capitales y todos los meses (Tabla o7); si el cálculo se hiciese en otra localidad u otro mes con temperatura del agua de red más elevada, se obtendrían otros resultados, pero la energía necesaria será siempre igual para temperaturas de uso de 60 °C o de 45 °C, o cualquiera otra.

Ejemplo 2: Hotel de 3* con 100 habitaciones dobles

- Número de ocupantes a hotel completo: 200 personas.
- Consumo diario: 200 x 55 = 11.000 l/día a 60 °C.

En este caso se tendría un consumo punta sostenido: 11.000 l/s / 4,374 l/s = 2.515 s/día (42 minutos al día).

Si se tomase 50 °C como temperatura de ACS, el consumo resultaría:

$$D_{50^{\circ}\text{C}} = D_{60^{\circ}\text{C}} \times (60 - T_{\text{AFCH}}) / (T_{50^{\circ}\text{C}} - T_{\text{AFCH}}) = 11.000 \cdot (60 - 5) / (50 - 5) = 13.444 \text{ l/día a } 50^{\circ}\text{C}.$$

La energía necesaria para el calentamiento del ACS en ambos supuestos de temperatura resulta:

$$E_{60^{\circ}\text{C}} = 11.000 \text{ l/día} \cdot (60 - 5)^{\circ}\text{C} \cdot 1,16 \text{ Wh}/(^{\circ}\text{C}\cdot\text{l}) / 1.000 \text{ W/kW} = 702 \text{ kWh/día}$$

$$E_{50^{\circ}\text{C}} = 13.444 \text{ l/día} \cdot (50 - 5)^{\circ}\text{C} \cdot 1,16 \text{ Wh}/(^{\circ}\text{C}\cdot\text{l}) / 1.000 \text{ W/kW} = 702 \text{ kWh/día}$$

Ejemplo 3: Polideportivo con 200 duchas

Para la estimación del consumo diario de ACS en polideportivos es preciso conocer la afluencia prevista, no siendo suficiente con el número de duchas, ya que las mismas serán utilizadas varias veces al día.

En el presente ejemplo la afluencia se estima en 2.000 personas diarias.

$$\text{Consumo: } 2.000 \times 15 = 30.000 \text{ l/día a } 60^{\circ}\text{C}.$$

El tiempo de consumo punta sostenido sería: 30.000 l/día / 6,47 l/s = 4.637 s/día (77 minutos diarios).

Si se tomasen 38 °C como temperatura del ACS en duchas, el consumo resultaría:

$$D_{38^{\circ}\text{C}} = D_{60^{\circ}\text{C}} \times (60 - T_{\text{AFCH}}) / (T_{38^{\circ}\text{C}} - T_{\text{AFCH}}) = 30.000 \cdot (60 - 5) / (38 - 5) = 50.000 \text{ l/día a } 38^{\circ}\text{C}.$$

La energía demandada para el calentamiento del ACS en ambos supuestos de temperatura resulta:

$$E_{60^{\circ}\text{C}} = 30.000 \text{ l/día} \cdot (60 - 5)^{\circ}\text{C} \cdot 1,16 \text{ Wh}/(^{\circ}\text{C}\cdot\text{l}) / 1.000 \text{ W/kW} = 1.914 \text{ kWh/día}$$

$$E_{38^{\circ}\text{C}} = 50.000 \text{ l/día} \cdot (50 - 5)^{\circ}\text{C} \cdot 1,16 \text{ Wh}/(^{\circ}\text{C}\cdot\text{l}) / 1.000 \text{ W/kW} = 1.914 \text{ kWh/día}$$

6.3 PRODUCCIÓN INSTANTÁNEA

La potencia en producción debe ser capaz de proporcionar las necesidades del momento punta más desfavorable del año, el resto del tiempo la regulación adecuará la potencia a las necesidades de cada momento.

El caudal punta corresponde al caudal simultáneo calculado en el apartado 6.1.2.

La potencia resulta:

$$P \text{ (W)} = Q_c \text{ (l/s)} \cdot 3.600 \text{ (s/h)} \cdot (T_{\text{ACS}} - T_{\text{AFCH}}) \text{ (}^{\circ}\text{C)} \cdot 1,16 \text{ (Wh/l}^{\circ}\text{C)}$$

La temperatura de distribución (T_{ACS}) dependerá del tipo de edificio, si bien considerando las especificaciones para prevención de la legionelosis, según las cuales la temperatura en el punto más alejado de la producción debe ser de 50 °C, se puede tomar esta como temperatura de producción instantánea; siendo los usuarios quienes mezclarán en los puntos de consumo hasta la temperatura adecuada.

La temperatura del agua fría (T_{AFCH}) dependerá de la localidad en la que se encuentre el edificio; en la Tabla 07 se dan las temperaturas del agua de la red para cada mes del año en las diferentes capitales de provincia. Para los ejemplos, como en los apartados anteriores, se toma el valor menor que es de 5 °C.

Ejemplo 1: Edificio de 60 viviendas

El caudal simultáneo de cálculo es: 3,177 l/s.

$$P = 3,177 \cdot 3.600 \cdot (50 - 5) \cdot 1,16 = 597.022 \text{ W (9,95 kW/vivienda)}.$$

Ejemplo 2: Hotel de 3 * con 100 habitaciones dobles

El caudal simultáneo de cálculo es: 4,3741 l/s.

$$P = 4,3741 \cdot 3.600 \cdot (50 - 5) \cdot 1,16 = 821.981 \text{ W (8,22 kW/habitación)}.$$

Ejemplo 3: Polideportivo con 200 duchas

El caudal simultáneo de cálculo es: 6,47 l/s.

$$P = 6,47 \cdot 3.600 \cdot (50 - 5) \cdot 1,16 = 1.215.843 \text{ W (1.216 kW)}.$$

Como se puede comprobar en estos ejemplos, la potencia de producción instantánea es muy elevada, si bien la misma será solicitada en muy contadas ocasiones: sólo en los momentos punta y coincidiendo con los meses de menores temperaturas del agua de la red; el resto de los meses la potencia necesaria será inferior.

En el cálculo de la potencia instantánea no se ha considerado el rendimiento de producción de ACS, puesto que la punta será muy corta y el rendimiento se compensa por el agua ya calentada contenida en las tuberías de distribución y recirculación.

Si bien no debe olvidarse que la potencia se corresponde con la que puedan entregar los intercambiadores, no con la de calderas, que como mínimo debe ser igual.

6.4 SISTEMAS CON ACUMULACIÓN

La producción de ACS está determinada por el binomio “potencia/capacidad de la acumulación”. Se denominan sistemas de acumulación a aquellos cuyo volumen cubre la hora punta, mientras que la denominación semiacumulación se reserva para capacidades de acumulación que sólo cubren unos minutos punta.

La energía útil que proporcione el sistema debe ser capaz de cubrir la demanda en la punta que es:

$$E_{hp} (Wh) = Q_{punta} (l) \cdot (T_{ACS} - T_{AFCH}) (°C) \cdot 1,16 \text{ Wh/l} \cdot °C$$

Donde:

T_{ACS} = Temperatura de utilización del ACS.

T_{AFCH} = Temperatura del agua de la red.

La energía proporcionada por el sistema es la suma de la que aporta la producción (intercambiador) más la almacenada en los depósitos de acumulación.

La energía que aporta la producción referida a 1 hora, resulta:

$$E_{producción} (Wh) = P_{calderas} (W) \cdot 1h \cdot \eta_{prdACS}$$

Donde:

$P_{calderas}$ = Potencia Útil de las calderas.

η_{prdACS} = Rendimiento del sistema de producción de ACS, incluye las pérdidas por intercambio, acumulación, distribución y recirculación.

La energía acumulada en los depósitos, que puede ser utilizada durante la punta de consumo es:

$$E_{acumulación} (Wh) = V_{acumulación} (l) \cdot (T_{acumulación} - T_{AFCH}) (°C) \cdot 1,16 \text{ (Wh/l} \cdot °C) \cdot F_{uso \text{ acumulación}}$$

Donde:

$V_{acumulación}$ = Volumen total de los depósitos (acumulación o interacumuladores).

$T_{acumulación}$ = Temperatura de acumulación del agua, puede ser igual o superior a la de uso (T_{ACS}).

$F_{uso \text{ acumulación}}$ = Es el factor de uso del volumen acumulado, depende de la geometría (esbeltez) y del número de depósitos de acumulación, ya que en el interior de los mismos existe una zona de mezcla entre las aguas fría y caliente, en la cual la temperatura resulta inferior a la de uso, por lo que dicho volumen no puede ser utilizado.

$$F_{uso \text{ acumulación}} = 0,63 + 0,14 \cdot H/D$$

(H y D: altura y diámetro del depósito, respectivamente).

Si existen varios depósitos conectados hidráulicamente en serie, el factor de uso se aplicará a uno solo, los demás contribuirán con su volumen total; si la conexión es en paralelo afecta a todos.

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

La potencia a instalar resulta:

$$P_{calderas} = [Q_{punta} \cdot (T_{ACS} - T_{AFCH}) - V_{acumulación} \cdot (T_{acumulación} - T_{AFCH}) \cdot F_{uso \text{ acumulación}}] \cdot 1,16 / \eta_{prdACS}$$

Se tiene una ecuación con tres incógnitas: el caudal durante la punta, el volumen de acumulación y la potencia a instalar; la potencia será mayor cuanto mayor sea el consumo en punta y cuanto menor sea el volumen de acumulación.

El problema fundamental es conocer el caudal punta, tanto en valor como en duración de la misma, para lo cual no existen datos oficiales publicados ni normas establecidas.

Hay algunos métodos de cálculo que determinan la punta y la duración de la misma, pero todos son métodos empíricos, basados en estimaciones.

Hipótesis conservadoras, que conllevan sistemas que no presentan problemas de funcionamiento, son tomar como consumo en la hora punta el 50% del consumo medio diario en edificios como viviendas y hoteles, mientras que en polideportivos el consumo presenta más puntas, por lo que se puede considerar que en la hora punta se tiene un consumo del 30% del medio diario.

Ejemplo 1: Edificio de 60 viviendas

El consumo diario anteriormente calculado es: 5.280 l/día a 60 °C, (7.260 l/día a 45 °C).

Con la estimación conservadora anteriormente expresada se tendrá un consumo en la hora punta de 2.640 l a 60 °C ó 3.630 a 45 °C. Este consumo no se dará todos los días, sino en la hora punta del año, y evidentemente la instalación debe ser capaz de hacer frente a la misma.

Los sistemas con acumuladores (semiacumulación o acumulación) se dimensionan con la pareja de valores acumulación/potencia.

Acumulacion del 30%

Capacidad de acumulación: 30% del consumo en la punta $2.640 \cdot 0,3 \sim 750$ l.

Se toma un depósito de 750 l, de 900 mm de diámetro y 1.450 mm de altura.

$$F_{\text{uso acumulación}} = 0,63 + 0,14 \cdot H/D = 0,63 + 0,14 \cdot 1.450/900 = 0,86 \text{ (86\%)}$$

η_{prdACS} : Estimado del 75%.

Para simplificar el cálculo de la potencia necesaria en calderas se supone que la temperatura de uso es de 60 °C; los resultados apenas van a variar, ya que si se toma otra temperatura en primer lugar se debe modificar el consumo, pero las necesidades de energía, como se ha comprobado en el apartado 6.2, son idénticas.

Como temperatura de acumulación se toma 70 °C.

$$P_{\text{calderas}} = [Q_{\text{punta}} \cdot (T_{\text{ACS}} - T_{\text{AFCH}}) - V_{\text{acumulación}} \cdot (T_{\text{acumulación}} - T_{\text{AFCH}}) \cdot F_{\text{uso acumulación}}] \cdot 1,16 / \eta_{\text{prdACS}} = [2.640 \cdot (60 - 5) - 750 \cdot (70 - 5) \cdot 0,86] \cdot 1,16 / 0,75 = 159.732 \text{ W (2,66 kW/vivienda)}$$

El tiempo de recuperación para el calentamiento del depósito será:

$$750 \text{ (l)} (70 - 5) \text{ (}^\circ\text{C)} \cdot 1,16 \text{ (Wh/l}^\circ\text{C)} / [159.732 \text{ (W)} \cdot 0,75] = 0,47 \text{ horas (28 minutos)}$$

Si se realiza el cálculo para una temperatura de ACS de 45 °C (3.630 l consumo en hora punta), manteniendo el mismo depósito y 70 °C como temperatura de acumulación la potencia necesaria sería:

$$P_{\text{calderas}} = [3.630 \cdot (45 - 5) - 750 \cdot (70 - 5) \cdot 0,86] \cdot 1,16 / 0,75 = 159.732 \text{ W}$$

Como se comprueba el resultado es el mismo, ya que el cálculo se basa en energía, que como se ha reiterado es igual en todos los casos; por ello en los ejemplos que se dan a continuación los cálculos se realizan con la temperatura de referencia de 60 °C.

Acumulacion del 50%

Capacidad de acumulación: 50% del consumo en la punta $2.640 \cdot 0,5 \sim 1.500$ l.

Se toman dos depósitos de 750 l, de 900 mm de diámetro y 1.450 mm de altura, cada uno.

$$F_{\text{uso acumulación}} = 0,63 + 0,14 \cdot H/D = 0,63 + 0,14 \cdot 1.450/900 = 0,86 \text{ (86\%)}$$

Más el 100% del depósito de cabeza.

$$P_{\text{calderas}} = [Q_{\text{punta}} \cdot (T_{\text{ACS}} - T_{\text{AFCH}}) - V_{\text{acumulación}} \cdot (T_{\text{acumulación}} - T_{\text{AFCH}}) \cdot F_{\text{uso acumulación}}] \cdot 1,16 / \eta_{\text{prdACS}} = [2.640 \cdot (60 - 5) - (750 + 750) \cdot 0,86] \cdot (70 - 5) \cdot 1,16 / 0,75 = 84.332 \text{ W (1,41 kW/vivienda)}$$

El tiempo de recuperación para el calentamiento de los depósitos es:

$$1.500 \text{ (l)} (70 - 5) \text{ (}^\circ\text{C)} \cdot 1,16 \text{ (Wh/l}^\circ\text{C)} / [84.332 \text{ (W)} \cdot 0,75] = 1,78 \text{ horas (107 minutos)}$$

Acumulacion del 100%

Capacidad de acumulación: 100% del consumo en la punta $2.640 \cdot 1 \sim 2.500$ l.

Se toman dos depósitos: uno de 1.500 l, de 1.200 mm de diámetro y 1.660 mm de altura, y otro de 1.000 l, de 900 mm de diámetro y 1.850 mm de altura.

$$F_{\text{uso acumulación}} = 0,63 + 0,14 \cdot H/D = 0,63 + 0,14 \cdot 1.660/1.200 = 0,82 \text{ (82\%)}$$

Más el 100% del depósito de cabeza.

$$P_{\text{calderas}} = [Q_{\text{punta}} \cdot (T_{\text{ACS}} - T_{\text{AFCH}}) - V_{\text{acumulación}} \cdot (T_{\text{acumulación}} - T_{\text{AFCH}}) \cdot F_{\text{uso acumulación}}] \cdot 1,16/\eta_{\text{prdACS}} = [2.640 \cdot (60 - 5) - (1.000 + 1.500 \cdot 0,82) \cdot (70 - 5)] \cdot 1,16/0,75 = 387 \text{ W}$$

Con el cálculo así realizado se tiene un tiempo de calentamiento de los depósitos de:

$$2.500 \text{ (l)} \cdot (70 - 5) \text{ (}^\circ\text{C)} \cdot 1,16 \text{ (Wh/l}^\circ\text{C)} / [387 \text{ (W)} \cdot 0,75] = 649 \text{ horas}$$

Evidentemente este valor es inadmisibles, en los sistemas de acumulación total la potencia de calderas vendrá impuesta por un tiempo preestablecido para calentamiento de los depósitos, del orden de tres o cuatro horas; en el reglamento de 1981 se establecía un tiempo mínimo de 2 horas:

$$\text{Potencia} = 2.500 \text{ (l)} \cdot (70 - 5) \text{ (}^\circ\text{C)} \cdot 1,16 \text{ (Wh/l}^\circ\text{C)} / [4 \text{ h} \cdot 0,75] = 62.833 \text{ W (1,05 kW/vivienda)}$$

Ejemplo 2: Hotel de 3 * con 100 habitaciones dobles

El consumo diario anteriormente calculado es: 11.000 l/día a 60 °C.

Con la hipótesis anteriormente expresada se tendrá un consumo en la hora punta de 5.500 l.

Acumulacion del 30%

Capacidad de acumulación: 30% del consumo en la punta 5.500 · 0,3 ~ 1.500 l.

Se toma un depósito de 1.500 l, de 1.200 mm de diámetro y 1.660 mm de altura.

$$F_{\text{uso acumulación}} = 0,63 + 0,14 \cdot H/D = 0,63 + 0,14 \cdot 1.660/1.200 = 0,82 \text{ (82\%)}$$

η_{prdACS} : Estimado en el 75%.

$$P_{\text{calderas}} = [Q_{\text{punta}} \cdot (T_{\text{ACS}} - T_{\text{AFCH}}) - V_{\text{acumulación}} \cdot (T_{\text{acumulación}} - T_{\text{AFCH}}) \cdot F_{\text{uso acumulación}}] \cdot 1,16/\eta_{\text{prdACS}} = [5.500 \cdot (60 - 5) - 1.500 \cdot (70 - 5) \cdot 0,82] \cdot 1,16/0,75 = 344.210 \text{ W (3,44 kW/habitación)}$$

El tiempo de recuperación del calentamiento del depósito será:

$$1.500 \text{ (l)} \cdot (70 - 5) \text{ (}^\circ\text{C)} \cdot 1,16 \text{ (Wh/l}^\circ\text{C)} / [344.210 \text{ (W)} \cdot 0,75] = 0,44 \text{ horas (26 minutos)}$$

Acumulacion del 50%

Capacidad de acumulación: 50% del consumo en la punta 5.500 · 0,5 ~ 3.000 l.

Se toman dos depósitos de 1.500 l de 1.200 mm de diámetro y 1.660 mm de altura, cada uno.

$$F_{\text{uso acumulación}} = 0,63 + 0,14 \cdot H/D = 0,63 + 0,14 \cdot 1.660/1.200 = 0,82 \text{ (82\%)}$$

Más el 100% del depósito de cabeza.

$$P_{\text{calderas}} = [Q_{\text{punta}} \cdot (T_{\text{ACS}} - T_{\text{AFCH}}) - V_{\text{acumulación}} \cdot (T_{\text{acumulación}} - T_{\text{AFCH}}) \cdot F_{\text{uso acumulación}}] \cdot 1,16/\eta_{\text{prdACS}} = [5.500 \cdot (60 - 5) - (1.500 + 1.500 \cdot 0,82) \cdot (70 - 5)] \cdot 1,16/0,75 = 193.410 \text{ W (1,93 kW/habitación)}$$

El tiempo de recuperación del calentamiento de los depósitos será:

$$3.000 \text{ (l)} \cdot (70 - 5) \text{ (}^\circ\text{C)} \cdot 1,16 \text{ (Wh/l}^\circ\text{C)} / [193.410 \text{ (W)} \cdot 0,75] = 1,56 \text{ horas (94 minutos)}$$

Acumulacion del 100%

Capacidad de acumulación: 100% del consumo en la punta 5.500 · 1 ~ 6.000 l.

Se toman tres depósitos de 2.000 l, de 1.200 mm de diámetro y 2.110 mm de altura, cada uno.

$$F_{\text{uso acumulación}} = 0,63 + 0,14 \cdot H/D = 0,63 + 0,14 \cdot 2.110/1.200 = 0,88 \text{ (88\%)}$$

Más el 100% de los dos depósitos restantes.

$$P_{\text{calderas}} = [Q_{\text{punta}} \cdot (T_{\text{ACS}} - T_{\text{AFCH}}) - V_{\text{acumulación}} \cdot (T_{\text{acumulación}} - T_{\text{AFCH}}) \cdot F_{\text{uso acumulación}}] \cdot 1,16/\eta_{\text{prdACS}} = [5.500 \cdot (60 - 5) - (4.000 + 2.000 \cdot 0,88) \cdot (70 - 5)] \cdot 1,16/0,75$$

Se tiene una potencia negativa, absurda, ya que se ha tomado un volumen de acumulación superior al consumo punta y una temperatura de acumulación también superior.

Como se ha indicado antes, la potencia de calderas en estos casos vendrá impuesta por un tiempo de calentamiento de tres o cuatro horas:

$$\text{Potencia} = 6.000 \text{ (l)} \cdot (70 - 5) \text{ (}^\circ\text{C)} \cdot 1,16 \text{ (Wh/l}^\circ\text{C)} / [4 \text{ h} \cdot 0,75] = 150.080 \text{ W}$$

Ejemplo 3: Polideportivo con 200 duchas

El consumo diario anteriormente calculado es: 30.000 l/día a 60 °C.

Con la hipótesis de consumo en la hora punta del 30% se tienen 10.000 l.

Acumulacion del 30%

Capacidad de acumulación: 30% del consumo en la punta $10.000 \cdot 0,3 = 3.000$ l.

Se toman dos depósitos de 1.500 l, de 1.200 mm de diámetro y 1.660 mm de altura, cada uno.

$$F_{\text{uso acumulación}} = 0,63 + 0,14 \cdot H/D = 0,63 + 0,14 \cdot 1.660/1.200 = 0,82 \text{ (82\%)}$$

Más el 100% del otro depósito.

η_{prdACS} : Estimado en el 75%.

$$P_{\text{calderas}} = [Q_{\text{punta}} \cdot (T_{\text{ACS}} - T_{\text{AFCH}}) - V_{\text{acumulación}} \cdot (T_{\text{acumulación}} - T_{\text{AFCH}}) \cdot F_{\text{uso acumulación}}] \cdot 1,16/\eta_{\text{prdACS}} = [10.000 \cdot (60 - 5) - (1.500 + 1.500 \cdot 0,82) \cdot (70 - 5)] \cdot 1,16/0,75 = 576.210 \text{ W}$$

El tiempo de recuperación del calentamiento del depósito será:

$$10.000 \text{ (l)} \cdot (70 - 5) \text{ (}^\circ\text{C)} \cdot 1,16 \text{ (Wh/l}^\circ\text{C)} / [576.210 \text{ (W)} \cdot 0,75] = 1,75 \text{ horas (105 minutos)}$$

Acumulacion del 50%

Capacidad de acumulación: 50% del consumo en la punta $10.000 \cdot 0,5 = 5.000$ l.

Se toman dos depósitos de 2.500 l, de 1.500 mm de diámetro y 1.810 mm de altura, cada uno.

$$F_{\text{uso acumulación}} = 0,63 + 0,14 \cdot H/D = 0,63 + 0,14 \cdot 1.810/1.500 = 0,80 \text{ (80\%)}$$

Más el 100% del depósito de cabeza.

$$P_{\text{calderas}} = [Q_{\text{punta}} \cdot (T_{\text{ACS}} - T_{\text{AFCH}}) - V_{\text{acumulación}} \cdot (T_{\text{acumulación}} - T_{\text{AFCH}}) \cdot F_{\text{uso acumulación}}] \cdot 1,16/\eta_{\text{prdACS}} = [10.000 \cdot (60 - 5) - (2.500 + 2.500 \cdot 0,80) \cdot (70 - 5)] \cdot 1,16/0,75 = 398.266 \text{ W}$$

El tiempo de recuperación del calentamiento de los depósitos será:

$$10.000 \text{ (l)} \cdot (70 - 5) \text{ (}^\circ\text{C)} \cdot 1,16 \text{ (Wh/l}^\circ\text{C)} / [398.266 \text{ (W)} \cdot 0,75] = 2,52 \text{ horas (151 minutos)}$$

Acumulacion (100%)

Capacidad de acumulación: 100% del consumo en la punta $10.000 \cdot 1 = 10.000$ l.

Se toman dos depósitos de 5.000 l, de 1.750 mm de diámetro y 2.540 mm de altura, cada uno.

$$F_{\text{uso acumulación}} = 0,63 + 0,14 \cdot H/D = 0,63 + 0,14 \cdot 2.540/1.750 = 0,83 \text{ (83\%)}$$

Más el 100% del depósito de cabeza.

$$P_{\text{calderas}} = [Q_{\text{punta}} \cdot (T_{\text{ACS}} - T_{\text{AFCH}}) - V_{\text{acumulación}} \cdot (T_{\text{acumulación}} - T_{\text{AFCH}}) \cdot F_{\text{uso acumulación}}] \cdot 1,16/\eta_{\text{prdACS}} = [10.000 \cdot (60 - 5) - (5.000 + 5.000 \cdot 0,83) \cdot (70 - 5)] \cdot 1,16/0,75$$

Como en el ejemplo anterior se llega al absurdo de obtener una potencia negativa; se toma un tiempo de calentamiento de cuatro horas.

$$\text{Potencia} = 10.000 \text{ (l)} \cdot (70 - 5) \text{ (}^\circ\text{C)} \cdot 1,16 \text{ (Wh/l}^\circ\text{C)} / [4 \text{ h} \cdot 0,75] = 251.333 \text{ W}$$

6.5 RECOMENDACIONES PARA LA SELECCIÓN DE POTENCIAS

En el cuadro adjunto de la página siguiente se da el resumen de resultados de los ejemplos anteriores.

Los resultados se han obtenido con hipótesis conservadoras; para la estimación de potencias se han tomado las temperaturas más desfavorables, lo que implica que en la mayor parte del tiempo la potencia disponible va a ser superior a las necesidades.

Pequeñas acumulaciones permiten reducir de manera importante la potencia necesaria ya que las puntas de consumo se presentan durante periodos muy cortos.

Sin embargo, llega un momento en el que las grandes acumulaciones no suponen reducciones de potencia proporcionales, ya que los sistemas requieren un tiempo de calentamiento que no sea excesivamente largo.

Variable	Edificio ejemplo		
	60 viviendas 3 dormitorios	Hotel 3* 100 habitaciones dobles	Polideportivo 200 duchas
Caudal instantáneo	3,177 l/s	4,374 l/s	6,470 l/s
Consumo ACS	5.280 l/día a 60 °C 7.260 l/día a 45 °C	11.000 l/día a 60 °C 13.444 l/día a 50 °C	30.000 l/día a 60 °C 50.000 l/día a 38 °C
Potencia instantánea	597 kW	822 kW	1.216 kW
Acumulación 30%	750 l acumulación 160 kW	1.500 l acumulación 344 kW	3.000 l acumulación 576 kW
Acumulación 50%	1.500 l acumulación 84 kW	3.000 l acumulación 193 kW	5.000 l acumulación 398 kW
Acumulación 100%	2.500 l acumulación 63 kW	6.000 l acumulación 150 kW	10.000 l acumulación 252 kW

Teniendo en cuenta que en la mayor parte de las instalaciones se cubren de manera conjunta los servicios de calefacción y ACS, resulta muy adecuado ajustar la potencia de producción a la potencia instalada para calefacción, de manera que la potencia total de generación sea la necesaria exclusivamente para el servicio de calefacción. Cuando las instalaciones se realicen con una única caldera la potencia destinada al ACS puede ser la total; si se dispone de varias calderas, la potencia de ACS se corresponderá, al menos, con la caldera de menor potencia.

Evidentemente en edificios en los que el servicio de ACS sea considerado como crítico (hospitales, hoteles, residencias, etc.), la producción de calor deberá realizarse con un mínimo de 2 calderas.

Esta solución permite capacidades de acumulación menores, lo que resulta más adecuado para el cumplimiento de las medidas de prevención de la legionelosis, ya que las instalaciones de mayor riesgo son las de acumulación con recirculación.

La obligatoriedad de instalaciones de energía solar térmica reduce las necesidades de potencia para este servicio, ya que habitualmente el agua vendrá a temperaturas sensiblemente superiores a las de la red.

Sin embargo, para poder extraer la potencia de calderas con temperaturas de entrada de secundario más altas, se obliga a sobredimensionar los intercambiadores.

6.6 DISTRIBUCIÓN

Independientemente del tipo de producción de ACS (instantánea o con acumulación), la distribución debe diseñarse para los caudales máximos, garantizando en los puntos de consumo los caudales y presiones mínimas fijadas en el CTE HS4.

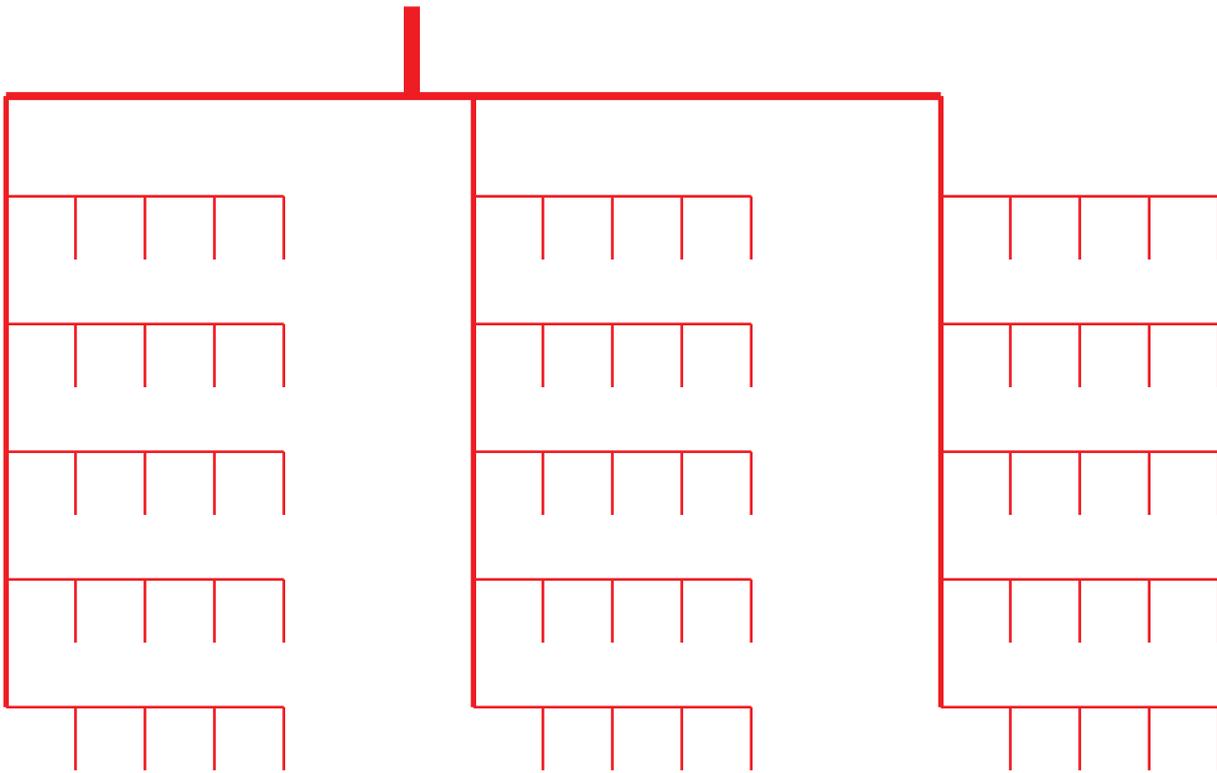
El cálculo se realiza con los siguientes pasos:

- 1 Se determina el caudal total del tramo en estudio, suma de los caudales de todos los aparatos (Tabla 01).
- 2 Con el tipo de edificio y el caudal total se determina el caudal máximo simultáneo, con los coeficientes de la norma UNE 149.201 (Tabla 02).
- 3 La sección de la tubería se determina con el caudal simultáneo para la velocidad de diseño, esta velocidad está fijada en el documento HS4 (Tabla 06); se recomiendan valores de 1,5 m/s para tuberías metálicas y 2 m/s para tuberías termoplásticas. Para este cálculo pueden utilizarse las Tablas del anexo según la tubería seleccionada.
- 4 Una vez seleccionadas las tuberías, se calcula la pérdida de carga en todo el circuito, comprobando que en los puntos de consumo se asegura una presión mínima de 1 bar y una máxima de 5 bar. Para calcular las pérdidas de carga en el anexo se dan tablas para las tuberías más habituales.

Ejemplo 1: Edificio de 60 viviendas

Para el dimensionado de las tuberías de distribución es necesario conocer el trazado de las mismas; en el presente caso se trata de un edificio de 5 plantas, con tres escaleras que disponen de 4 viviendas en cada planta.

La sala de depósitos de ACS se encuentra junto a la sala de calderas en la cubierta del edificio, sobre el portal central; desde la misma parte la distribución general que se muestra en la figura de la página siguiente.



La distribución general se compone de tres tramos iguales (uno por escalera) cada uno atendiendo a 20 viviendas; en el cuadro siguiente se da el cálculo del caudal simultáneo de cada tramo:

Tramo	Nº viv.	Q_T	A	B	C	Q_c
Total edificio	60	50,70	1,700	0,210	-0,700	3,18
Dos escaleras	40	33,80	1,700	0,210	-0,700	2,86
Hasta planta 5ª	20	16,90	0,682	0,450	-0,140	2,29
Hasta planta 4ª	16	13,52	0,682	0,450	-0,140	2,06
Hasta planta 3ª	12	10,14	0,682	0,450	-0,140	1,79
Hasta planta 2ª	8	6,76	0,682	0,450	-0,140	1,47
Hasta planta 1ª	4	3,38	0,682	0,450	-0,140	1,04
Conexión viviendas	1	0,85	0,682	0,450	-0,140	0,49

Con el número de viviendas y el caudal total de cada vivienda (0,85 l/s por vivienda) se tiene el caudal total (Q_T) de cada tramo; con ese caudal en la Tabla 02 se tienen los coeficientes A, B y C para el cálculo del caudal simultáneo.

Aplicando la ecuación $A \cdot (Q_T)^B + C$, con los coeficientes calculados, se tienen los Q_s (l/s) mostrados en el cuadro anterior.

Para dimensionar las tuberías, en primer lugar hay que definir el material de las mismas; en el ejemplo se toma

tuberías termoplásticas serie 3,2; en el apartado 4.6 se ha mostrado la forma de selección de este tipo de tuberías.

Por tratarse de tuberías termoplásticas se adopta como velocidad de diseño 2 m/s, entrando en la tabla correspondiente a la serie 3,2, en la fila de 2 m/s se buscan los caudales inmediatamente superiores a los instantáneos anteriormente calculados y con ellos en la cabecera de la columna correspondiente se tiene la tubería a instalar.

En la siguiente figura se muestra la selección de las tuberías correspondientes a la distribución general de las 60 viviendas.

Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)											
Velocidad (m/s)	Tubería:										
	Termoplásticos UNE-EN ISO Serie 3.2										
	P 12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Diámetro interior (mm)										
	8,8	11,6	14,6	18,2	23,4	29,2	36,4	46,0	54,8	65,6	80,2
1,25	0,08 274	0,13 476	0,21 753	0,33 1.171	0,54 1.935	0,84 3.013	1,30 4.683	2,08 7.479	2,95 10.614	4,22 15.209	6,31 22.733
1,50	0,09 328	0,16 571	0,25 904	0,39 1.405	0,65 2.322	1,00 3.616	1,56 5.619	2,49 8.974	3,54 12.736	5,07 18.251	7,58 27.279
1,75	0,11 383	0,18 666	0,29 1.055	0,46 1.639	0,75 2.709	1,17 4.219	1,82 6.556	2,91 10.470	4,13 14.859	5,91 21.293	8,84 31.826
2,00	0,12 438	0,21 761	0,33 1.205	0,52 1.873	0,86 3.096	1,34 4.822	2,08 7.492	3,32 11.966	4,72 16.982	6,76 24.335	10,10 36.372
2,25	0,14 493	0,24 856	0,38 1.356	0,59 2.107	0,97 3.483	1,51 5.424	2,34 8.429	3,74 13.461	5,31 19.105	7,60 27.377	11,37 40.919
2,50	0,15 547	0,26 951	0,42 1.507	0,65 2.341	1,08 3.870	1,67 6.027	2,60 9.366	4,15 14.957	5,90 21.227	8,45 30.419	12,63 45.466
2,75	0,17 602	0,29 1.046	0,46 1.657	0,72 2.576	1,18 4.258	1,84 6.630	2,86 10.302	4,57 16.453	6,49 23.350	9,29 33.461	13,89 50.012
3,00	0,18 657	0,32 1.141	0,50 1.808	0,78 2.810	1,29 4.645	2,01 7.232	3,12 11.239	4,99 17.949	7,08 25.473	10,14 36.502	15,16 54.559

En la línea superior se tienen los caudales en l/s
En la línea inferior se tienen los caudales en l/h

En el cuadro siguiente se muestra la selección de tuberías de cada tramo; en la derivación a vivienda la tubería mínima es de 20 mm (Tabla 01):

Tramo	Nº viv.	Q _r	Q _c	Tubería (mm)
Total edificio	60	50,70	3,18	63 x 8,5
Dos escaleras	40	33,80	2,86	63 x 8,5
Hasta planta 5 ^a	20	16,90	2,29	63 x 8,5
Hasta planta 4 ^a	16	13,52	2,06	50 x 6,8
Hasta planta 3 ^a	12	10,14	1,79	50 x 6,8
Hasta planta 2 ^a	8	6,76	1,47	50 x 6,8
Hasta planta 1 ^a	4	3,38	1,04	40 x 5,4
Conexión viviendas	1	0,85	0,49	25 x 3,4

Las instalaciones interiores de las viviendas se realizan con las secciones mínimas fijadas en el HS4 para las conexiones de los diferentes aparatos, las cuales se incluyen en la Tabla 01.

Una vez seleccionadas las tuberías se deben comprobar las pérdidas de carga que se originan.

En el anexo de tablas se adjunta un conjunto de tablas para calcular las pérdidas de carga de las tuberías más habituales en este tipo de instalaciones; en las figuras siguientes se muestra el detalle del cálculo de las pérdidas de carga producidas con las tuberías seleccionadas en el presente ejemplo:

Tipo de tubería: Lisa							*Temperatura media del agua: 50 °C					
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO							*Densidad: 988 kg/m ³					
*Norma: Serie 3.2							*Viscosidad: 0,582 cST					
Pa/m	DN	P 12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	8,8	11,6	14,6	18,2	23,4	29,2	36,4	46,0	54,8	65,6	80,2
200	l/s	0,02	0,04	0,07	0,13	0,26	0,47	0,86	1,63	2,62	4,27	7,36
	l/h	66	139	260	473	936	1.706	3.104	5.859	9.423	15.354	26.491
	m/s	0,30	0,37	0,43	0,50	0,60	0,71	0,83	0,98	1,11	1,26	1,46
500	l/s	0,03	0,07	0,12	0,22	0,44	0,80	1,46	2,75	4,42	7,20	12,42
	l/h	111	235	439	798	1.579	2.881	5.240	9.891	15.906	25.919	44.720
	m/s	0,51	0,62	0,73	0,85	1,02	1,19	1,40	1,65	1,87	2,13	2,46
800	l/s	0,04	0,09	0,16	0,29	0,57	1,05	1,90	3,59	5,78	9,42	16,25
	l/h	145	308	574	1.044	2.066	3.768	6.854	12.938	20.807	33.905	58.498
	m/s	0,66	0,81	0,95	1,12	1,33	1,56	1,83	2,16	2,45	2,79	3,22
1.100	l/s	0,05	0,10	0,19	0,35	0,69	1,26	2,28	4,31	6,93	11,30	19,49
	l/h	174	369	689	1.253	2.478	4.520	8.222	15.520	24.960	40.672	70.173
	m/s	0,80	0,97	1,14	1,34	1,60	1,88	2,19	2,59	2,94	3,34	3,86
1.400	l/s	0,06	0,12	0,22	0,40	0,79	1,44	2,62	4,95	7,96	12,97	22,37
	l/h	200	423	791	1.438	2.844	5.188	9.437	17.813	28.648	46.681	80.541
	m/s	0,91	1,11	1,31	1,54	1,84	2,15	2,52	2,98	3,37	3,84	4,43
1.700	l/s	0,06	0,13	0,25	0,45	0,88	1,61	2,93	5,53	8,89	14,49	25,00
	l/h	224	473	883	1.607	3.178	5.797	10.544	19.903	32.009	52.158	89.991
	m/s	1,02	1,24	1,47	1,72	2,05	2,40	2,81	3,33	3,77	4,29	4,95
2.000	l/s	0,07	0,14	0,27	0,49	0,97	1,77	3,21	6,07	9,76	15,90	27,43
	l/h	245	519	969	1.763	3.487	6.361	11.570	21.840	35.124	57.234	98.749
	m/s	1,12	1,36	1,61	1,88	2,25	2,64	3,09	3,65	4,14	4,70	5,43

Tipo de tubería: Lisa							*Temperatura media del agua: 50 °C					
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO							*Densidad: 988 kg/m ³					
*Norma: Serie 3.2							*Viscosidad: 0,582 cST					
Pa/m	DN	P 12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	8,8	11,6	14,6	18,2	23,4	29,2	36,4	46,0	54,8	65,6	80,2
200	l/s	0,02	0,04	0,07	0,13	0,26	0,47	0,86	1,63	2,62	4,27	7,36
	l/h	66	139	260	473	936	1.706	3.104	5.859	9.423	15.354	26.491
	m/s	0,30	0,37	0,43	0,50	0,60	0,71	0,83	0,98	1,11	1,26	1,46
500	l/s	0,03	0,07	0,12	0,22	0,44	0,80	1,46	2,75	4,42	7,20	12,42
	l/h	111	235	439	798	1.579	2.881	5.240	9.891	15.906	25.919	44.720
	m/s	0,51	0,62	0,73	0,85	1,02	1,19	1,40	1,65	1,87	2,13	2,46
800	l/s	0,04	0,09	0,16	0,29	0,57	1,05	1,90	3,59	5,78	9,42	16,25
	l/h	145	308	574	1.044	2.066	3.768	6.854	12.938	20.807	33.905	58.498
	m/s	0,66	0,81	0,95	1,12	1,33	1,56	1,83	2,16	2,45	2,79	3,22
1.100	l/s	0,05	0,10	0,19	0,35	0,69	1,26	2,28	4,31	6,93	11,30	19,49
	l/h	174	369	689	1.253	2.478	4.520	8.222	15.520	24.960	40.672	70.173
	m/s	0,80	0,97	1,14	1,34	1,60	1,88	2,19	2,59	2,94	3,34	3,86
1.400	l/s	0,06	0,12	0,22	0,40	0,79	1,44	2,62	4,95	7,96	12,97	22,37
	l/h	200	423	791	1.438	2.844	5.188	9.437	17.813	28.648	46.681	80.541
	m/s	0,91	1,11	1,31	1,54	1,84	2,15	2,52	2,98	3,37	3,84	4,43

(Continuación)

Tipo de tubería: Lisa		*Temperatura media del agua: 50 °C										
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO		*Densidad: 988 kg/m ³										
*Norma: Serie 3.2		*Viscosidad: 0,582 cST										
Pa/m	DN	P 12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	8,8	11,6	14,6	18,2	23,4	29,2	36,4	46,0	54,8	65,6	80,2
1.700	l/s	0,06	0,13	0,25	0,45	0,88	1,61	2,93	5,53	8,89	14,49	25,00
	l/h	224	473	883	1.607	3.178	5.797	10.544	19.903	32.009	52.158	89.991
	m/s	1,02	1,24	1,47	1,72	2,05	2,40	2,81	3,33	3,77	4,29	4,95
2.000	l/s	0,07	0,14	0,27	0,49	0,97	1,77	3,21	6,07	9,76	15,90	27,43
	l/h	245	519	969	1.763	3.487	6.361	11.570	21.840	35.124	57.234	98.749
	m/s	1,12	1,36	1,61	1,88	2,25	2,64	3,09	3,65	4,14	4,70	5,43

Tipo de tubería: Lisa		*Temperatura media del agua: 50 °C										
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO		*Densidad: 988 kg/m ³										
*Norma: Serie 3.2		*Viscosidad: 0,582 cST										
Pa/m	DN	P 12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	8,8	11,6	14,6	18,2	23,4	29,2	36,4	46,0	54,8	65,6	80,2
200	l/s	0,02	0,04	0,07	0,13	0,26	0,47	0,86	1,63	2,62	4,27	7,36
	l/h	66	139	260	473	936	1.706	3.104	5.859	9.423	15.354	26.491
	m/s	0,30	0,37	0,43	0,50	0,60	0,71	0,83	0,98	1,11	1,26	1,46
500	l/s	0,03	0,07	0,12	0,22	0,44	0,80	1,46	2,75	4,42	7,20	12,42
	l/h	111	235	439	798	1.579	2.881	5.240	9.891	15.906	25.919	44.720
	m/s	0,51	0,62	0,73	0,85	1,02	1,19	1,40	1,65	1,87	2,13	2,46
800	l/s	0,04	0,09	0,16	0,29	0,57	1,05	1,90	3,59	5,78	9,42	16,25
	l/h	145	308	574	1.044	2.066	3.768	6.854	12.938	20.807	33.905	58.498
	m/s	0,66	0,81	0,95	1,12	1,33	1,56	1,83	2,16	2,45	2,79	3,22
1.100	l/s	0,05	0,10	0,19	0,35	0,69	1,26	2,28	4,31	6,93	11,30	19,49
	l/h	174	369	689	1.253	2.478	4.520	8.222	15.520	24.960	40.672	70.173
	m/s	0,80	0,97	1,14	1,34	1,60	1,88	2,19	2,59	2,94	3,34	3,86
1.400	l/s	0,06	0,12	0,22	0,40	0,79	1,44	2,62	4,95	7,96	12,97	22,37
	l/h	200	423	791	1.438	2.844	5.188	9.437	17.813	28.648	46.681	80.541
	m/s	0,91	1,11	1,31	1,54	1,84	2,15	2,52	2,98	3,37	3,84	4,43
1.700	l/s	0,06	0,13	0,25	0,45	0,88	1,61	2,93	5,53	8,89	14,49	25,00
	l/h	224	473	883	1.607	3.178	5.797	10.544	19.903	32.009	52.158	89.991
	m/s	1,02	1,24	1,47	1,72	2,05	2,40	2,81	3,33	3,77	4,29	4,95
2.000	l/s	0,07	0,14	0,27	0,49	0,97	1,77	3,21	6,07	9,76	15,90	27,43
	l/h	245	519	969	1.763	3.487	6.361	11.570	21.840	35.124	57.234	98.749
	m/s	1,12	1,36	1,61	1,88	2,25	2,64	3,09	3,65	4,14	4,70	5,43

Con las pérdidas lineales de carga se tiene la pérdida total de carga de la distribución, que se muestra en el siguiente cuadro:

Tramo	Nº viv.	Q _c	Tubería (mm)	Pa/m	m	Pa
Total edificio	60	3,18	63 x 8,5	700	10	7.000
Dos escaleras	40	2,86	63 x 8,5	550	20	11.000
Hasta planta 5 ^a	20	2,29	63 x 8,5	400	3	1.200
Hasta planta 4 ^a	16	2,06	50 x 6,8	900	3	2.700
Hasta planta 3 ^a	12	1,79	50 x 6,8	700	3	2.100
Hasta planta 2 ^a	8	1,47	50 x 6,8	500	3	1.500
Hasta planta 1 ^a	4	1,04	40 x 5,4	800	3	2.400
Conexión viviendas	1	0,49	25 x 3,4	2.000	6	12.000
Pérdida de carga de tuberías distribución general						39.900

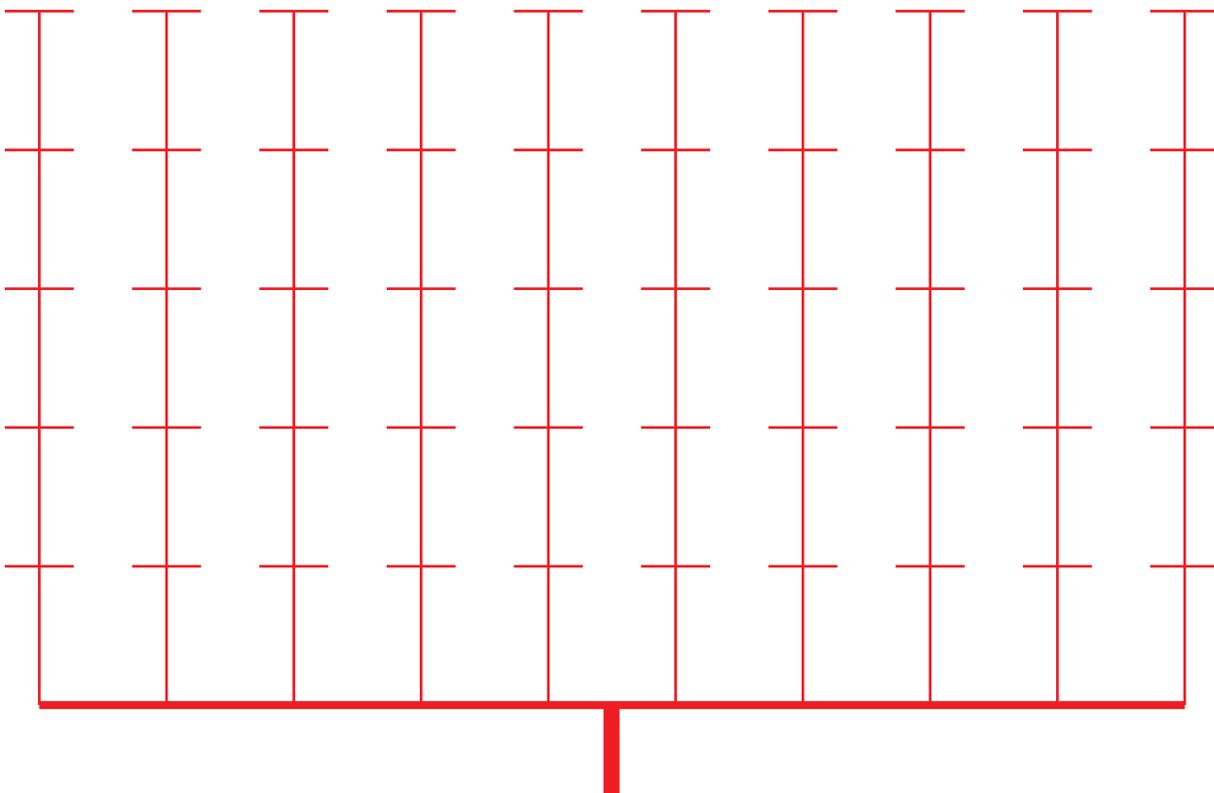
La pérdida total de carga en las tuberías de distribución es de 4 mCA, a la cual hay que añadir las correspondientes a accesorios y elementos de la instalación; posteriormente debe comprobarse que con la presión disponible en la red de suministro, o la proporcionada por los grupos de presión, es suficiente para garantizar la presión mínima de 1 bar en griferías.

Si las pérdidas de carga resultan muy elevadas se debe aumentar la sección de las tuberías para reducirlas.

Ejemplo 2: hotel de 3 * con 100 habitaciones dobles

En este ejemplo la sala de depósitos de ACS se encuentra en la planta sótano; la distribución de ACS hasta las habitaciones se lleva mediante un anillo en la planta baja y montantes para cada dos habitaciones.

El hotel dispone de 5 plantas de habitaciones, con 20 habitaciones por planta. En el gráfico siguiente se muestra la distribución general de ACS, compuesta de 10 montantes que atienden a 10 habitaciones cada una (2 por planta).



Los caudales simultáneos de cálculo se muestran en el siguiente cuadro:

Tramo	Nº hab.	Q _T	A	B	C	Q _c
Total edificio	100	33,00	1,080	0,500	-1,830	4,37
Cinco montantes	50	16,50	0,698	0,500	-0,120	2,72
Cuatro montantes	40	13,20	0,698	0,500	-0,120	2,42
Tres montantes	30	9,90	0,698	0,500	-0,120	2,08
Dos montantes	20	6,60	0,698	0,500	-0,120	1,67
Hasta planta 1 ^a	10	3,30	0,698	0,500	-0,120	1,15
Hasta planta 2 ^a	8	2,64	0,698	0,500	-0,120	1,01
Hasta planta 3 ^a	6	1,98	0,698	0,500	-0,120	0,86
Hasta planta 4 ^a	4	1,32	0,698	0,500	-0,120	0,68
Hasta planta 5 ^a	2	0,66	0,698	0,500	-0,120	0,45
Conexión habitación	1	0,33	0,698	0,500	-0,120	0,28

Con el número de habitaciones y el caudal total de cada una (0,33 l/s por baño) se tiene el caudal total (Q_T) de cada tramo; con ese caudal en la Tabla 02 se tienen los coeficientes A, B y C para el cálculo del caudal simultáneo. Con estos coeficientes aplicando la ecuación $A \cdot (Q_T)^B + C$, se tienen los Q_c (l/s) mostrados en el cuadro anterior.

Para dimensionar las tuberías, en primer lugar hay que definir el material de las mismas; en el ejemplo se toman tuberías de cobre estirado sin soldadura con características según norma UNE-EN 1.057. Por tratarse de tuberías metálicas se adopta como velocidad de diseño 1,5 m/s; en la tabla correspondiente al cobre, en la fila de 1,5 m/s se buscan los caudales inmediatamente superiores a los instantáneos anteriormente calculados y con ellos en la cabecera de la columna correspondiente se tiene la tubería a instalar.

En la siguiente figura se muestra la selección de las tuberías correspondientes a la distribución general de las 100 habitaciones:

Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)												
Velocidad (m/s)	Tubería:		Cobre								UNE-EN 1.057	
	10x1	12x1	15x1	18x1	22x1	28x1	35x1	42x1	54x1,2	64x1,5	76,1x1,5	
	Diámetro interior (mm)											
	8,0	10,0	13,0	16,0	20,0	26,0	33,0	40,0	51,6	61,0	73,1	
1,00	0,05	0,08	0,13	0,20	0,31	0,53	0,86	1,26	2,09	2,92	4,20	
	181	283	478	724	1.131	1.911	3.079	4.524	7.528	10.521	15.109	
1,25	0,06	0,10	0,17	0,25	0,39	0,66	1,07	1,57	2,61	3,65	5,25	
	226	353	597	905	1.414	2.389	3.849	5.655	9.410	13.151	18.886	
1,50	0,08	0,12	0,20	0,30	0,47	0,80	1,28	1,88	3,14	4,38	6,30	
	271	424	717	1.086	1.696	2.867	4.619	6.786	11.292	15.781	22.663	
1,75	0,09	0,14	0,23	0,35	0,55	0,93	1,50	2,20	3,66	5,11	7,34	
	317	495	836	1.267	1.979	3.345	5.388	7.917	13.174	18.412	26.440	
2,00	0,10	0,16	0,27	0,40	0,63	1,06	1,71	2,51	4,18	5,84	8,39	
	362	565	956	1.448	2.262	3.823	6.158	9.048	15.056	21.042	30.217	

En la línea superior se tienen los caudales en l/s
En la línea inferior se tienen los caudales en l/h

Las derivaciones para habitaciones por cálculo es suficiente con tubería de 18x1 mm; sin embargo, en el HS4 se fija una sección mínima de 20 mm, por lo que se seleccionan tuberías de 22x1 mm. Para las conexiones de los aparatos en los baños se toman las secciones mínimas indicadas en el documento HS4 que se dan en la Tabla 01.

Tramo	Nº hab.	Q _r	Q _c	Tubería (mm)
Total edificio	100	33,00	4,37	64x1,5
Cinco montantes	50	16,50	2,72	54x1,2
Cuatro montantes	40	13,20	2,42	54x1,2
Tres montantes	30	9,90	2,08	54x1,2
Dos montantes	20	6,60	1,67	42x1,0
Hasta planta 1 ^a	10	3,30	1,15	35x1,0
Hasta planta 2 ^a	8	2,64	1,01	35x1,0
Hasta planta 3 ^a	6	1,98	0,86	35x1,0
Hasta planta 4 ^a	4	1,32	0,68	28x1,0
Hasta planta 5 ^a	2	0,66	0,45	22x1,0
Conexión habitación	1	0,33	0,28	22x1,0

Una vez seleccionadas las tuberías es preciso calcular las pérdidas de carga que se originan, para comprobar que se llega a las griferías con una presión mínima de 1 bar; para ello se toma la tabla correspondiente al cobre de las adjuntadas en el anexo de tablas. En las figuras siguientes se muestra el detalle del cálculo de las pérdidas de carga creadas con las tuberías seleccionadas en el presente ejemplo:

Tipo de tubería: Lisa		*Temperatura media del agua: 50 °C										
*Material: Cobre		*Densidad: 988 kg/m ³										
*Norma: UNE-EN 1.057		*Viscosidad: 0,582 cST										
Pa/m	DN	10x1	12x1	15x1	18x1	22x1	28x1	35x1	42x1	54x1,2	64x1,5	76,1x1,5
	Φ int.	8,0	10,0	13,0	16,0	20,0	26,0	33,0	40,0	51,6	61,0	73,1
100	l/s	0,01	0,02	0,04	0,06	0,11	0,23	0,44	0,75	1,50	2,36	3,85
	l/h	34	63	128	224	411	838	1.601	2.698	5.386	8.482	13.862
	m/s	0,19	0,22	0,27	0,31	0,36	0,44	0,52	0,60	0,72	0,81	0,92
400	l/s	0,02	0,04	0,08	0,14	0,25	0,51	0,98	1,65	3,30	5,20	8,50
	l/h	75	138	282	495	908	1.851	3.535	5.958	11.892	18.730	30.609
	m/s	0,42	0,49	0,59	0,68	0,80	0,97	1,15	1,32	1,58	1,78	2,03
700	l/s	0,03	0,05	0,11	0,19	0,35	0,71	1,35	2,28	4,55	7,16	11,71
	l/h	104	190	388	682	1.250	2.548	4.866	8.203	16.374	25.788	42.144
	m/s	0,57	0,67	0,81	0,94	1,11	1,33	1,58	1,81	2,17	2,45	2,79
1.000	l/s	0,04	0,06	0,13	0,23	0,43	0,87	1,66	2,79	5,58	8,78	14,35
	l/h	127	234	476	836	1.533	3.124	5.967	10.058	20.075	31.618	51.671
	m/s	0,70	0,83	1,00	1,16	1,36	1,63	1,94	2,22	2,67	3,01	3,42
1.300	l/s	0,04	0,08	0,15	0,27	0,49	1,01	1,93	3,25	6,48	10,20	16,67
	l/h	148	271	553	972	1.780	3.629	6.932	11.684	23.322	36.732	60.029
	m/s	0,82	0,96	1,16	1,34	1,57	1,90	2,25	2,58	3,10	3,49	3,97

Tipo de tubería: Lisa		*Temperatura media del agua: 50 °C										
*Material: Cobre		*Densidad: 988 kg/m ³										
*Norma: UNE-EN 1.057		*Viscosidad: 0,582 cST										
Pa/m	DN	10x1	12x1	15x1	18x1	22x1	28x1	35x1	42x1	54x1,2	64x1,5	76,1x1,5
	Φ int.	8,0	10,0	13,0	16,0	20,0	26,0	33,0	40,0	51,6	61,0	73,1
100	l/s	0,01	0,02	0,04	0,06	0,11	0,23	0,44	0,75	1,50	2,36	3,85
	l/h	34	63	128	224	411	838	1.601	2.698	5.386	8.482	13.862
	m/s	0,19	0,22	0,27	0,31	0,36	0,44	0,52	0,60	0,72	0,81	0,92

(Continuación)

Tipo de tubería: Lisa		*Temperatura media del agua: 50 °C										
*Material: Cobre		*Densidad: 988 kg/m ³										
*Norma: UNE-EN 1.057		*Viscosidad: 0,582 cST										
Pa/m	DN	10x1	12x1	15x1	18x1	22x1	28x1	35x1	42x1	54x1,2	64x1,5	76,1x1,5
	Φ int.	8,0	10,0	13,0	16,0	20,0	26,0	33,0	40,0	51,6	61,0	73,1
400	l/s	0,02	0,04	0,08	0,14	0,25	0,51	0,98	1,65	3,30	5,20	8,50
	l/h	75	138	282	495	908	1.851	3.535	5.958	11.892	18.730	30.609
	m/s	0,42	0,49	0,59	0,68	0,80	0,97	1,15	1,32	1,58	1,78	2,03
700	l/s	0,03	0,05	0,11	0,19	0,35	0,71	1,35	2,28	4,55	7,16	11,71
	l/h	104	190	388	682	1.250	2.548	4.866	8.203	16.374	25.788	42.144
	m/s	0,57	0,67	0,81	0,94	1,11	1,33	1,58	1,81	2,17	2,45	2,79
1.000	l/s	0,04	0,06	0,13	0,23	0,43	0,87	1,66	2,79	5,58	8,78	14,35
	l/h	127	234	476	836	1.533	3.124	5.967	10.058	20.075	31.618	51.671
	m/s	0,70	0,83	1,00	1,16	1,36	1,63	1,94	2,22	2,67	3,01	3,42
1.300	l/s	0,04	0,08	0,15	0,27	0,49	1,01	1,93	3,25	6,48	10,20	16,67
	l/h	148	271	553	972	1.780	3.629	6.932	11.684	23.322	36.732	60.029
	m/s	0,82	0,96	1,16	1,34	1,57	1,90	2,25	2,58	3,10	3,49	3,97

Tipo de tubería: Lisa		*Temperatura media del agua: 50 °C										
*Material: Cobre		*Densidad: 988 kg/m ³										
*Norma: UNE-EN 1.057		*Viscosidad: 0,582 cST										
Pa/m	DN	10x1	12x1	15x1	18x1	22x1	28x1	35x1	42x1	54x1,2	64x1,5	76,1x1,5
	Φ int.	8,0	10,0	13,0	16,0	20,0	26,0	33,0	40,0	51,6	61,0	73,1
100	l/s	0,01	0,02	0,04	0,06	0,11	0,23	0,44	0,75	1,50	2,36	3,85
	l/h	34	63	128	224	411	838	1.601	2.698	5.386	8.482	13.862
	m/s	0,19	0,22	0,27	0,31	0,36	0,44	0,52	0,60	0,72	0,81	0,92
400	l/s	0,02	0,04	0,08	0,14	0,25	0,51	0,98	1,65	3,30	5,20	8,50
	l/h	75	138	282	495	908	1.851	3.535	5.958	11.892	18.730	30.609
	m/s	0,42	0,49	0,59	0,68	0,80	0,97	1,15	1,32	1,58	1,78	2,03
700	l/s	0,03	0,05	0,11	0,19	0,35	0,71	1,35	2,28	4,55	7,16	11,71
	l/h	104	190	388	682	1.250	2.548	4.866	8.203	16.374	25.788	42.144
	m/s	0,57	0,67	0,81	0,94	1,11	1,33	1,58	1,81	2,17	2,45	2,79
1.000	l/s	0,04	0,06	0,13	0,23	0,43	0,87	1,66	2,79	5,58	8,78	14,35
	l/h	127	234	476	836	1.533	3.124	5.967	10.058	20.075	31.618	51.671
	m/s	0,70	0,83	1,00	1,16	1,36	1,63	1,94	2,22	2,67	3,01	3,42
1.300	l/s	0,04	0,08	0,15	0,27	0,49	1,01	1,93	3,25	6,48	10,20	16,67
	l/h	148	271	553	972	1.780	3.629	6.932	11.684	23.322	36.732	60.029
	m/s	0,82	0,96	1,16	1,34	1,57	1,90	2,25	2,58	3,10	3,49	3,97

Con las pérdidas lineales de carga se tiene la pérdida total de carga de la distribución, que se muestra en el siguiente cuadro:

Tramo	Nº hab.	Q _c	Tubería (mm)	Pa/m	m	Pa
Total edificio	100	4,37	64x1,5	350	20	7.000
Cinco montantes	50	2,72	54x1,2	350	5	1.750
Cuatro montantes	40	2,42	54x1,2	300	5	1.500
Tres montantes	30	2,08	54x1,2	200	5	1.000
Dos montantes	20	1,67	42x1,0	400	5	2.000
Hasta planta 1ª	10	1,15	35x1,0	550	3	1.650
Hasta planta 2ª	8	1,01	35x1,0	450	3	1.350
Hasta planta 3ª	6	0,86	35x1,0	350	3	1.050
Hasta planta 4ª	4	0,68	28x1,0	650	3	1.950
Hasta planta 5ª	2	0,45	22x1,0	1.100	3	3.300
Conexión habitación	1	0,28	22x1,0	500	2	1.000
Pérdida de carga de tuberías distribución general						23.550

La pérdida total de carga en las tuberías de distribución es de 2,5 mCA, a la cual hay que añadir la correspondiente a accesorios y elementos de la instalación; posteriormente debe comprobarse que con la presión disponible en la red de suministro, o la proporcionada por los grupos de presión es suficiente para garantizar la presión mínima de 1 bar en griferías.

Si las pérdidas de carga resultan muy elevadas se debe aumentar la sección de las tuberías para reducirlas.

6.7 RECIRCULACIÓN

La recirculación de ACS se debe dimensionar según lo indicado en el apartado 4.4 del HS4; las condiciones para el dimensionado de los circuitos de recirculación son:

- El caudal de recirculación de ACS se calculará de manera que en el grifo más alejado la diferencia de temperatura no supere los 3 °C desde la salida del acumulador o intercambiador en su caso.

Caudal de recirculación (l/h) = Pérdida de calor en tuberías (W) / [3(°C)*1,16 (Wh/°C.l)]

O sea: Caudal de recirculación (l/h) = Pérdida de calor en tuberías (W) / 3,48

- En cualquier caso NO se recircularán menos de 250 l/h en cada columna, y no menos del 10% del caudal máximo instantáneo en el total de la recirculación.
- En la Tabla o8 se muestran los diámetros mínimos requeridos en el documento HS4 para los circuitos de recirculación, en función del caudal de cada ramal.
- El diámetro interior mínimo de la tubería de recirculación será de 16 mm.

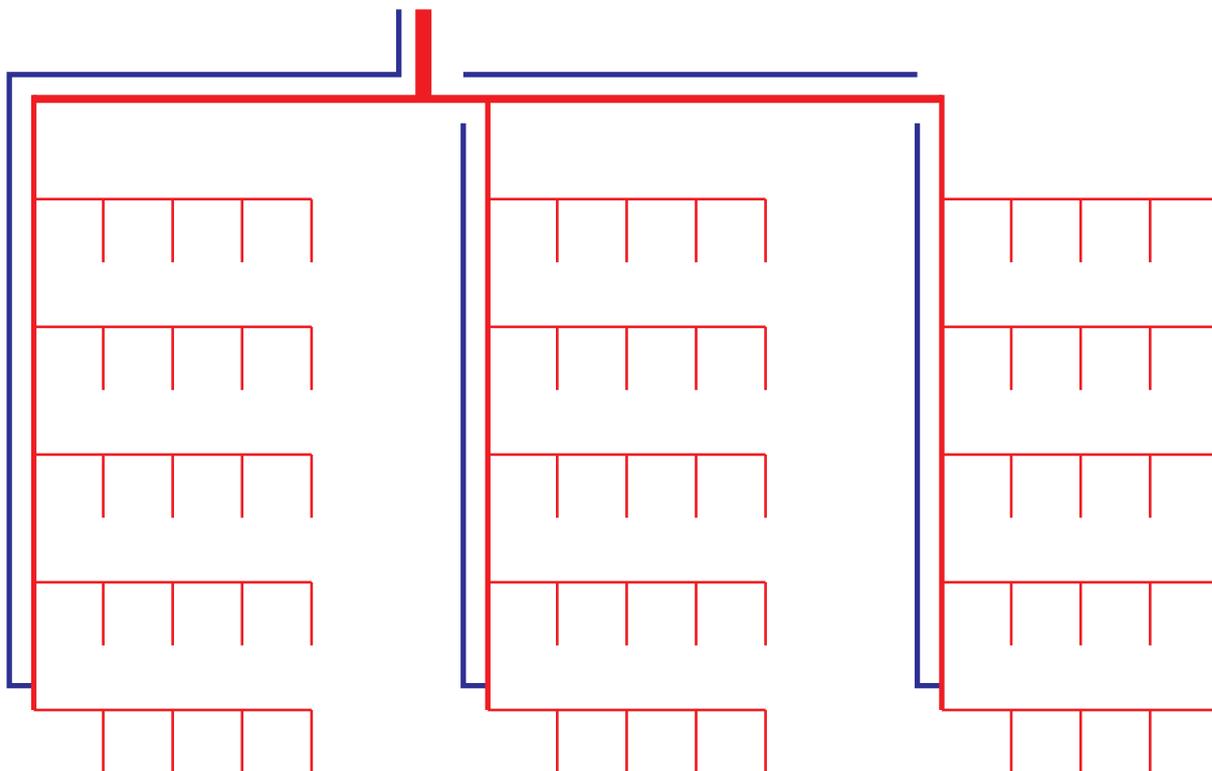
Por lo tanto, en primer lugar se deben calcular las pérdidas de calor de las tuberías y con ellas se tienen los caudales de recirculación mínimos de cada tramo.

Estas pérdidas se pueden calcular aplicando la “Guía Técnica nº 3: Diseño y cálculo del aislamiento térmico de conducciones, aparatos y equipos”.

Para un cálculo rápido se dan los datos aproximados de pérdida de calor en las tuberías en la Tabla 19, en función del diámetro exterior de las tuberías, del salto térmico y del espesor del aislamiento.

Ejemplo 1: Edificio de 60 viviendas

El anillo de recirculación se realiza con tres montantes en paralelo con las distribuciones.



Para obtener el caudal necesario en la recirculación se calculan las pérdidas en la distribución; las mismas se obtienen en la Tabla 19, en función del diámetro exterior de la tubería. Con las correspondientes a cada tramo se tienen las pérdidas totales que se muestran en el siguiente cuadro:

Tramo	Nº viv.	Tubería (mm)	W/m	m	W
Total edificio	60	63x8,5	12	10	120
Dos escaleras	40	63x8,5	12	20	240
Hasta planta 5ª	20	63x8,5	12	60	720
Hasta planta 4ª	16	50x6,8	10	9	90
Hasta planta 3ª	12	50x6,8	10	9	90
Hasta planta 2ª	8	50x6,8	10	9	90
Hasta planta 1ª	4	40x5,4	9,5	9	86
Pérdida de calor en la distribución de ACS					1.436

En el mismo se han incluido las tuberías correspondientes a las tres montantes.

El caudal de recirculación resultante es de: $1.436/3,48 = 413$ l/h.

El mínimo establecido por columna en el documento HS4 es de 250 l/h; por lo que el caudal mínimo de recirculación es: $250 \times 3 = 750$ l/h.

Asimismo en el mismo documento se indica que el caudal de recirculación total será como mínimo el 10% del caudal de diseño; que en este caso es de 3,177 l/s.

Caudal mínimo de recirculación: $0,1 \times 3,177 = 0,32 \text{ l/s} \times 3.600 \text{ s/h} = 1.144 \text{ l/h}$.

El mayor de los tres es 1.144 l/h, siendo para el cual deben dimensionarse las tuberías de recirculación; lo que resulta 381 l/h por montante.

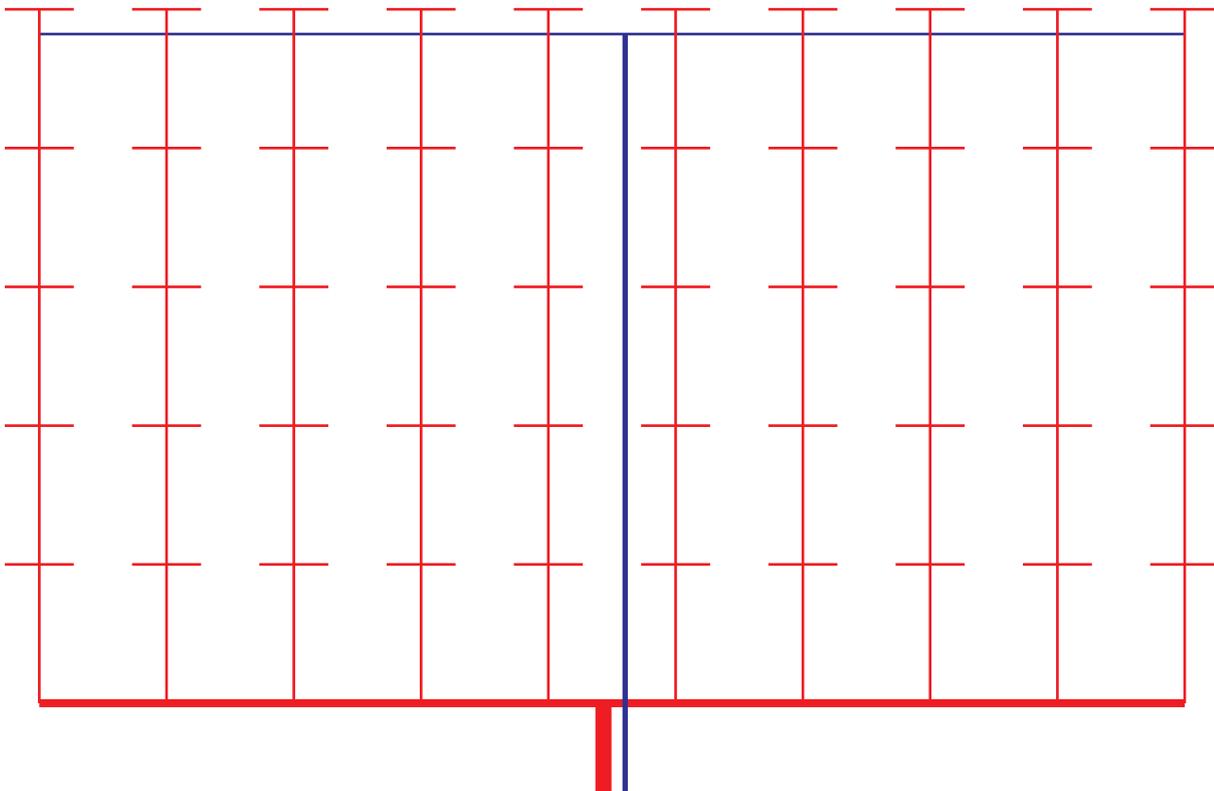
Con este caudal se tienen las tuberías de recirculación en la Tabla 08, en la que se establecen los diámetros mínimos. Con ellos se tienen las siguientes secciones:

Tramo	$Q_{\text{RECIRCULACIÓN}}$	DN Mínimo	Tubería (mm)
Total edificio	1.144	DN40	40x5,4
Dos escaleras	762	DN32	32x4,3
Montante	381	DN25	25x4,2

Se han seleccionado tuberías termoplásticas serie 3,2, igual que las de distribución de ACS.

Ejemplo 2: Hotel de 3 * con 100 habitaciones dobles

Con el fin de reducir las pérdidas, el anillo de recirculación se cierra en la planta 5ª de habitaciones y se retorna con una única montante.



Para obtener el caudal de recirculación se calculan las pérdidas en la distribución; las mismas se obtienen en la Tabla 19, en función del diámetro exterior de la tubería. Con las correspondientes a cada tramo se tienen las pérdidas totales que se muestran en el siguiente cuadro:

Tramo	Nº hab.	Tubería (mm)	W/m	m	W
Total edificio	100	64x1,5	12	20	240
Cinco montantes	50	54x1,2	10	10	100
Cuatro montantes	40	54x1,2	10	10	100
Tres montantes	30	54x1,2	10	10	100
Dos montantes	20	42x1,0	9,5	10	95
Hasta planta 1ª	10	35x1,0	8	30	240
Hasta planta 2ª	8	35x1,0	8	30	240
Hasta planta 3ª	6	35x1,0	8	30	240
Hasta planta 4ª	4	28x1,0	7	30	210
Hasta planta 5ª	2	22x1,0	6	30	180
Pérdida de calor en la distribución de ACS					1.745

En el mismo se han incluido las tuberías correspondientes a las diez montantes.

El caudal de recirculación resultante es: $1.745/3,48 = 501$ l/h.

El mínimo establecido por columna en el documento HS4 es de 250 l/h; por lo que el caudal mínimo que debe circular la bomba de recirculación es de $250 \times 10 = 2.500$ l/h.

El caudal de recirculación total será como mínimo el 10% del caudal de diseño; que en este caso es de 4,374 l/s.

Caudal mínimo de recirculación: $0,1 \times 4,374 = 0,44$ l/s $\times 3.600$ s/h = 1.574 l/h.

El mayor de los tres es 2.500 l/h, siendo para el cual deben dimensionarse las tuberías de recirculación; lo que resulta 250 l/h por montante.

Con este caudal se tienen las tuberías de recirculación en la Tabla 08, en la que se establecen los diámetros mínimos; con ellos se tienen las siguientes secciones:

Tramo	Q _{RECIRCULACIÓN}	DN Mínimo	Tubería (mm)
Total edificio	2.500	DN50	54x1,2
Cinco montantes	1.250	DN40	42x1,0
Cuatro montantes	1.000	DN32	35x1,0
Tres montantes	750	DN32	35x1,0
Dos montantes	500	DN25	28x1,0
Montante	250	DN20	22x1,0

Se han seleccionado tuberías de cobre estirado sin soldadura con dimensiones y características según norma UNE-EN 1.057, igual que las de distribución de ACS.

Las secciones fijadas en el documento HS4 a partir de 1.000 l/h, son excesivas; suponiendo que se modifique la tabla correspondiente, la forma más adecuada de dimensionar el anillo de recirculación sería por pérdida de carga.

Estableciendo una pérdida de carga máxima de 250 Pa/m para el ramal común y 150 Pa/m para los restantes ramales, que permiten equilibrar fácilmente la instalación, se tendrían los siguientes resultados:

Tipo de tubería: Lisa		*Temperatura media del agua: 50 °C										
*Material: Cobre		*Densidad: 988 kg/m ³										
*Norma: UNE-EN 1.057		*Viscosidad: 0,582 cST										
Pa/m	DN	10x1	12x1	15x1	18x1	22x1	28x1	35x1	42x1	54x1,2	64x1,5	76,1x1,5
	Φ int.	8,0	10,0	13,0	16,0	20,0	26,0	33,0	40,0	51,6	61,0	73,1
50	l/s	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,16	0,30	0,50	1,01	1,59	2,59
	l/h	23	42	86	151	277	564	1.077	1.816	3.624	5.708	9.328
	m/s	0,13	0,15	0,18	0,21	0,24	0,30	0,35	0,40	0,48	0,54	0,62
100	l/s	0,01	0,02	0,04	0,06	0,11	0,23	0,44	0,75	1,50	2,36	3,85
	l/h	34	63	128	224	411	838	1.601	2.698	5.386	8.482	13.862
	m/s	0,19	0,22	0,27	0,31	0,36	0,44	0,52	0,60	0,72	0,81	0,92
150	l/s	0,01	0,02	0,04	0,08	0,14	0,29	0,56	0,94	1,89	2,97	4,85
	l/h	43	79	161	283	518	1.057	2.018	3.402	6.790	10.694	17.476
	m/s	0,24	0,28	0,34	0,39	0,46	0,55	0,66	0,75	0,90	1,02	1,16
200	l/s	0,01	0,03	0,05	0,09	0,17	0,35	0,66	1,11	2,22	3,50	5,72
	l/h	51	93	190	333	611	1.245	2.379	4.009	8.003	12.605	20.599
	m/s	0,28	0,33	0,40	0,46	0,54	0,65	0,77	0,89	1,06	1,20	1,36
250	l/s	0,02	0,03	0,06	0,11	0,19	0,39	0,75	1,27	2,53	3,98	6,50
	l/h	58	106	216	379	694	1.415	2.702	4.555	9.091	14.319	23.400
	m/s	0,32	0,37	0,45	0,52	0,61	0,74	0,88	1,01	1,21	1,36	1,55

Con estos datos se seleccionan las tuberías que se indican a continuación; cuando se tiene una única montante se respeta el mínimo fijado en el HS4, en el resto de ramales se adoptan tuberías que no cumplen el mínimo pero que en la práctica resultan suficientes:

Tramo	Q _{RECIRCULACIÓN}	DN Mínimo	Tubería (mm)
Total edificio	2.500	DN50	35x1,0
Cinco montantes	1.250	DN40	35x1,0
Cuatro montantes	1.000	DN32	28x1,0
Tres montantes	750	DN32	28x1,0
Dos montantes	500	DN25	22x1,0
Montante	250	DN20	22x1,0



Mantenimiento

Para observar un correcto mantenimiento de la instalación de ACS se remite a la Guía Técnica nº1: Mantenimiento de instalaciones térmicas, en la que se recoge las operaciones de mantenimiento aconsejadas, así como su periodicidad.

Asimismo son de aplicación las operaciones mínimas fijadas en la ITE 03 del RITE. En el siguiente cuadro se muestran las medidas que afectan a las instalaciones centralizadas de ACS indicadas en la tabla 3.1 del RITE;

en la primera columna se muestra el número de la operación de la mencionada tabla.

7.1 MANTENIMIENTO GENERAL DE INSTALACIÓN DE ACS

En la siguiente tabla se detallan las operaciones de mantenimiento y su frecuencia de realización.

Operación	70 kW<	
8	Revisión del vaso de expansión	m
9	Revisión de los sistemas de tratamiento de agua	m
14	Comprobación de niveles de agua en circuitos	m
15	Comprobación de estanquidad de circuitos de tuberías	t
16	Comprobación de estanquidad de válvulas de interceptación	2t
17	Comprobación de tarado de elementos de seguridad	m
18	Revisión y limpieza de filtros de agua	2t
20	Revisión de baterías de intercambio térmico	t
27	Revisión de bombas y ventiladores	m
28	Revisión del sistema de preparación de agua caliente sanitaria	m
29	Revisión del estado del aislamiento térmico	t
30	Revisión del sistema de control automático	2t
32	Instalación de energía solar térmica	*
m	Una vez al MES; la primera al inicio de temporada	
t	Una vez por temporada (AÑO)	
2t	2 veces por temporada (AÑO), una al inicio de la misma y otra a mitad del periodo de uso, siempre con una diferencia de 2 meses	
*	Conforme a lo indicado en HE4 del CTE	

7.2 MANTENIMIENTO PARA SISTEMAS DE ACS CON SISTEMA SOLAR TÉRMICO

Cuando la instalación de ACS cuenta con un sistema de captación solar térmica, observará además otras operaciones de mantenimiento mínimas obligatorias que se recogen en el documento HE4 del Código Técnico de la Edificación.

En los cuadros siguientes se muestran las que afectan a la instalación de ACS:

TABLA 4.1 HE4: PLAN DE VIGILANCIA

Elemento	Operación	Meses	Descripción
Circuito Secundario	Termómetro	Diaria	IV: Temperatura
	Tuberías	6	IV: Ausencia de humedad y fugas
	Aislamiento		
	Acumulación solar	3	Limpieza de lodos de la parte inferior
(IV): Inspección visual			

TABLA 4.3 HE4: MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMA DE ACUMULACIÓN

Elemento	Meses	Descripción
Depósito	12	Presencia de lodos en el fondo
Ánodos de sacrificio	12	Comprobación del desgaste
Ánodos de corriente impresa	12	Comprobación del buen funcionamiento
Aislamiento	12	Comprobación ausencia humedades

TABLA 4.4 HE4: MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMA DE INTERCAMBIO

Elemento	Meses	Descripción
Intercambiador de placas	12	CF: Eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza
Intercambiador de serpentín	12	CF: Eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza
(CF): Control de funcionamiento		

TABLA 4.6 HE4: MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL

Elemento	Meses	Descripción
Cuadro eléctrico	12	Comprobar cierre correcto y ausencia de entrada de polvo
Control diferencial	12	CF: Actuación
Termostato	12	CF: Actuación
Sistema de medida	12	CF: Actuación
(CF): Control de funcionamiento		

7.3 MANTENIMIENTO PARA PREVENCIÓN DE LEGIONELOSIS

Por último, aunque las mismas se detallan en el Anexo IV, en el cuadro adjunto se resumen las medidas de mantenimiento obligatorias, según Real Decreto 865/2003 para prevención de la Legionelosis.

Elemento	Temperatura	Cloro residual	Purga	Revisión	Limpieza y desinfección	Análisis
Depósitos ACS	Diario (1)	—	Semana	Trimestre	Año	Año
Depósitos AFCH	Mes (2)	—	—	Trimestre	Año	Año
Tuberías	—	—	Mes	Año	Año	Año
Antirretorno	—	—	—	Año	Año	—
Aislamiento	—	—	—	Año	—	—
Griferías	Mes (3)	(4)	Semana (5)	Mes (6)	Año	Año
(1): Se medirán los depósitos finales, comprobando que la temperatura no es inferior a 60 °C						
(2): Se comprobará que la temperatura no es superior a 20 °C						
(3): Se medirá un número representativo de griferías, en las que la Tª no será inferior a 50 °C. Anualmente se habrán comprobado todos los grifos, al menos una vez.						
(4): Si no se alcanza los niveles mínimos (0,2 mg/l) se instalará una estación de cloración automática						
(5): Se abrirán los grifos y duchas de habitaciones e instalaciones no utilizadas						
(6): Se revisará un número representativo de puntos terminales, de forma que al cabo del año se haya comprobado toda la instalación						

Anexo 1: Tablas

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo (l/s)		Diámetro NOMINAL Mínimo	
	AFCH	ACS	ACERO	Cu y Plásticos
Urinario con cisterna (c/u)	0,04	–	DN 15	12
Lavamanos	0,05	0,03	DN 15	12
Lavabo, Bidé	0,10	0,065	DN 15	12
Inodoro con cisterna	0,10	–	DN 15	12
Urinario con grifo temporizado	0,15	–	DN 15	12
Grifo aislado	0,15	0,10		
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10	DN 15 (Rosca DN 20)	12
Fregadero doméstico	0,20	0,10	DN 15	12
Ducha	0,20	0,10	DN 15	12
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15	DN 20	20
Lavadero	0,20	0,10		
Lavadora doméstica	0,20	0,15	DN 20	20
Grifo garaje	0,20	–		
Vertedero	0,20	–	DN 20	20
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20	DN 20	20
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20	DN 20	20
Fregadero NO doméstico	0,30	0,20	DN 20	20
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40	DN 25	25
Inodoro con fluxor	1,25	–	DN 25-DN 40	25-40

(Tabla 2.1 HS4)

(Tabla 4.2 HS4)

Tabla 01: Caudales instantáneos en aparatos y secciones mínimas de tuberías para la conexión de los mismos (HS4)

Tipo de edificio	Caudales (l/s)		Coeficientes		
	Q_u	Q_r	A	B	C
Viviendas	< 0,5	≤ 20	0,682	0,450	-0,140
	≥ 0,5	≤ 1	1,000	1,000	0,000
	≥ 0,5	≤ 20	1,700	0,210	-0,700
	Sin Límite	> 20	1,700	0,210	-0,700
Oficinas, estaciones, aeropuertos, etc.	< 0,5	≤ 20	0,682	0,450	-0,140
	≥ 0,5	≤ 1	1,000	1,000	0,000
	≥ 0,5	≤ 20	1,700	0,210	-0,700
	Sin Límite	> 20	0,400	0,540	0,480

(Continuación)

Tipo de edificio	Caudales (l/s)		Coeficientes		
	Q _u	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	1,080	0,500	-1,830
Centros comerciales	< 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	4,300	0,270	-6,650
Hospitales	< 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	0,250	0,650	1,250
Escuelas, polideportivos		≤ 1,5	1,000	1,000	0,000
	Sin Límite	≤ 20	4,400	0,270	-3,410
		> 20	-22,500	-0,500	11,500

Tabla 02: Coeficientes para el cálculo de los caudales simultáneos (UNE 149.201/07)

Criterio de consumo de ACS para diseño de instalaciones		
Tipo de edificio	Litros/día a 60 °C	Energía para T° Red = 15 °C
Viviendas unifamiliares	30 por persona	573 kWh/año persona
Viviendas multifamiliares	22 por persona	420 kWh/año persona
Hospitales y clínicas	55 por cama	1.050 kWh/año cama
Hotel 4*	70 por cama	1.337 kWh/año cama
Hotel 3*	55 por cama	1.050 kWh/año cama
Hotel/Hostal 2*	40 por cama	764 kWh/año cama
Hostal/Pensión 1*	35 por cama	668 kWh/año cama
Camping	40 por emplazamiento	764 kWh/año emplazamiento
Residencias (ancianos, estudiantes, etc.)	55 por cama	1.050 kWh/año cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15 por servicio	286 kWh/año servicio
Escuela	3 por alumno	57 kWh/año alumno
Cuarteles	20 por persona	382 kWh/año persona
Fábricas y talleres	15 por persona	286 kWh/año persona
Administrativos	3 por persona	57 kWh/año persona
Gimnasios	20 a 25 por usuario	477 kWh/año usuario
Lavanderías	3 a 5 por kg de ropa	95 kWh/año kg de ropa
Restaurantes	5 a 10 por comida	191 kWh/año comida
Cafeterías	1 por almuerzo	19 kWh/año almuerzo

Tabla 3.1 (HE4)

Tabla 03: Consumos diarios de ACS a 60 °C (HE4)

Nº de dormitorios	1	2	3	4	5	6	7	> 7
Nº de personas	1,5	3	4	6	7	8	9	Nº Dormitorios
Estimación del número de personas en función del número de dormitorios de la vivienda								
Tabla apartado 3.1.1. punto 4 HE4								

Tabla 04: Estimación del número de personas en función del número de dormitorios (HE4)

Condiciones de suministro			
Aparatos	Presión (bar)		
	Mínima		Máxima
Griferías comunes	1		5
Fluxores y calentadores	1,5		5
Suministro de ACS	Temperatura (°C)		
	Mínima		Máxima
En puntos de consumo*	50		65
*Excepto en edificios de uso exclusivo viviendas			
Apartado 2.1.3 (HS4)			

Tabla 05: Condiciones de suministro del agua en puntos de consumo (HS4)

Dimensionado de tuberías			
Tuberías	Velocidad (m/s)		
	Mínima		Máxima
Metálicas	0,5		2,0
Termoplásticas*	0,5		3,5
*Se incluyen las tuberías multicapa			
Apartado 4.2.1 (HS4)			

Tabla 06: Velocidades para el dimensionado de las tuberías (HS4)

Mínimas	Temperatura del agua de la red (°C)												Media
	5	6	7	9	11	13	15	2	14	11	7	6	
Máximas	15	15	16	16	17	19	21	21	20	18	17	16	17
Ciudad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Albacete	7	8	9	11	14	17	19	19	17	13	9	7	13
Alicante	11	12	13	14	16	18	20	20	19	16	13	12	15
Almería	12	12	13	14	16	18	20	21	19	17	14	12	16
Ávila	6	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6	10
Badajoz	9	10	11	13	15	18	20	20	18	15	12	9	14
Barcelona	9	10	11	12	14	17	19	19	17	15	12	10	14
Bilbao	9	10	10	11	13	15	17	17	16	14	11	10	13
Burgos	5	6	7	9	11	13	16	16	14	11	7	6	10
Cáceres	9	10	11	12	14	18	21	2	19	15	11	9	13
Cádiz	12	12	13	14	16	18	19	20	19	17	14	12	16
Castellón	10	11	12	13	15	18	19	20	18	16	12	11	15
Ciudad Real	7	8	10	11	14	17	20	20	17	13	10	7	13
Córdoba	10	11	12	14	16	19	21	21	19	16	12	10	15
La Coruña	10	10	11	12	13	14	16	16	15	14	12	11	13
Cuenca	6	7	8	10	13	16	18	18	16	12	9	7	12
Gerona	8	9	10	11	14	16	19	18	17	14	10	9	13
Granada	8	9	10	12	14	17	20	19	17	14	11	8	13
Guadalajara	7	8	9	11	14	17	19	19	16	13	9	7	12
Huelva	12	12	13	14	16	18	20	20	19	17	14	12	16
Huesca	7	8	10	11	14	16	19	18	17	13	9	7	12
Jaén	9	10	11	13	16	19	21	21	19	15	12	9	15
Las Palmas	15	15	16	16	17	18	19	19	19	18	17	16	17
León	6	6	8	9	12	14	16	16	15	11	8	6	11

(Continuación)

Mínimas	Temperatura del agua de la red (°C)												Media
	5	6	7	9	11	13	15	2	14	11	7	6	
Máximas	15	15	16	16	17	19	21	21	20	18	17	16	17
Ciudad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Lérida	7	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	7	13
Logroño	7	8	10	11	13	16	18	18	16	13	10	8	12
Lugo	7	8	9	10	11	13	15	15	14	12	9	8	11
Madrid	8	8	10	12	14	17	20	19	17	13	10	8	13
Málaga	12	12	13	14	16	18	20	20	19	16	14	12	16
Murcia	11	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11	15
Orense	8	10	11	12	14	16	18	18	17	13	11	9	13
Oviedo	9	9	10	10	12	14	15	16	15	13	10	9	12
Palencia	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	9	6	11
P. de Mallorca	11	11	12	13	15	18	20	20	19	17	14	12	15
Pamplona	7	8	9	10	12	15	17	17	16	13	9	7	12
Pontevedra	10	11	11	13	14	16	17	17	16	14	12	10	13
Salamanca	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	8	6	11
San Sebastián	9	9	10	11	12	14	16	16	15	14	11	9	12
Santander	10	10	11	11	13	15	16	16	16	14	12	10	13
Segovia	6	7	8	10	12	15	18	18	15	12	8	6	11
Sevilla	11	11	13	14	16	19	21	21	20	16	13	11	16
Soria	5	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6	10
Tarragona	10	11	12	14	16	18	20	20	19	16	12	11	15
S. C. de Tenerife	15	15	16	16	17	18	20	20	20	18	17	16	17
Teruel	6	7	8	10	12	15	18	17	15	12	8	6	11
Toledo	8	9	11	12	15	18	21	20	18	14	11	8	14
Valencia	10	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11	15
Valladolid	6	8	9	10	12	15	18	18	16	12	9	7	12
Vitoria	7	7	8	10	12	14	16	16	14	12	8	7	11
Zamora	6	8	9	10	13	16	18	18	16	12	9	7	12
Zaragoza	8	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	8	13

Datos Norma UNE 94.002/95**Tabla 07:** Temperaturas del agua de la red (UNE 94.002/95)

Tubería y caudal de ACS recirculado	
Diametro tubería (mm)	Caudal recirculado (l/h)
DN 15	140
DN 20	300
DN 25	600
DN 32	1.100
DN 40	1.800
DN 50	3.300

(Tabla 4.4 HS4)

Tabla 08: Caudal máximo para tuberías de recirculación (HS4)

Materiales de las tuberías para suministro de agua			
Material	Den.	Norma	Año
Acero galvanizado	Galva	UNE 19.047	1996
Cobre	Cu	UNE-EN 1.057	1996
Acero inoxidable	Inox	UNE 19.049	1997
Fundición dúctil	Hº Fº	UNE-EN 545	1995
Policloruro de vinilo no plastificado	PVC	UNE-EN 1.452	2000
Policloruro de vinilo clorado	PVC-C	UNE-EN ISO 15.877	2004
Polietileno	PE	UNE-EN 12.201	2003
Polietileno reticulado	PE-X	UNE-EN ISO 15.875	2004
Polibutileno	PB	UNE-EN ISO 15.876	2004
Polipropileno	PP	UNE-EN ISO 15.874	2004
Multicapa polímero/aluminio/polietileno resistente a temperatura	P/AL/PE-RT	UNE 53.960 EX	2002
Multicapa polímero/aluminio/polietileno reticulado	P/AL/PE-X	UNE 53.961 EX	2002

Apartado 6.2 (Hs4)

Tabla 09: Materiales de las tuberías compatibles con el agua para consumo humano (HS4)

Clases de aplicación de las tuberías termoplásticas							
Clase	T _D (°C)	Años	T _{MAX} (°C)	Años	T _{MAL} (°C)	Horas	Campo de aplicación típico
1	60	49	80	1	95	100	ACS a 60 °C
2	70	49	80	1	95	100	ACS a 70 °C
3*	20	0,5	50	4,5	65	100	Suelo radiante
	30	20					
	40	25					
4	20	2,5	70	2,5	100	100	Suelo radiante
	40	20					
	60	25					
5	20	14	90	1	100	100	Radiadores
	60	25					
	80	10					

*La clase 3 no tiene aplicación debido a que la T_{MAL} es 65 °C

Todas las clases deben soportar 20 °C a 10 bar durante 50 años.

T_D: Temperatura de Diseño, para los años de funcionamiento indicados.

T_{MAX}: Temperatura Máxima, durante los años de funcionamiento indicados.

T_{MAL}: Temperatura Mal Funcionamiento, durante las horas de funcionamiento indicadas.

Tabla 10: Clases de tuberías termoplásticas según temperaturas de trabajo

Series máximas a emplear según material, presión de diseño y aplicación					
Material	P Diseño (bar)	Aplicación			
		Clase 1	Clase 2	Clase 4	Clase 5
PVC-C	4	10,0	10,0	–	–
	6	7,3	6,9	–	–
	8	5,5	5,2	–	–
	10	4,4	4,2	–	–

(Continuación)

Series máximas a emplear según material, presión de diseño y aplicación					
Material	P Diseño (bar)	Aplicación			
		Clase 1	Clase 2	Clase 4	Clase 5
PB	4	10,9	10,9	10,9	10,9
	6	9,5	8,4	9,1	7,2
	8	7,1	6,3	6,8	5,4
	10	5,7	5,0	5,4	4,3
PE-X	4	7,6	7,6	7,6	7,6
	6	6,4	5,9	6,6	5,4
	8	4,8	4,4	5,0	4,0
	10	3,8	3,5	4,0	3,2
PP-H	4	6,3	5,0	6,3	4,6
	6	4,8	3,3	5,4	3,0
	8	3,6	2,5	4,1	2,3
	10	2,9	2,0	3,2	1,8
PP-B	4	4,2	3,0	4,9	3,0
	6	2,8	2,0	3,3	2,0
	8	2,1	1,5	2,4	1,5
	10	1,7	1,2	2,0	1,2
PP-R	4	6,9	5,3	6,9	4,8
	6	5,2	3,6	5,5	3,2
	8	3,9	2,7	4,1	2,4
	10	3,1	2,1	3,3	1,9

Tabla 11: Series máximas de tuberías termoplásticas, según clase y presión de trabajo (Normas UNE-EN ISO)

Series comerciales a emplear según material, presión de diseño y aplicación					
Material	P Diseño (bar)	Aplicación			
		Clase 1	Clase 2	Clase 4	Clase 5
PVC-C	4	6,3	6,3	–	–
	6	6,3	6,3	–	–
	8	5,0	5,0	–	–
	10	4,0	4,0	–	–
PB	4	10,0	10,0	10,0	10,0
	6	8,0	8,0	8,0	6,3
	8	6,3	6,3	6,3	4,0
	10	5,0	5,0	5,0	4,0
PE-X	4	6,3	6,3	6,3	6,3
	6	5,0	5,0	6,3	5,0
	8	4,0	4,0	5,0	4,0
	10	3,2	3,2	4,0	3,2
PP-H	4	5,0	5,0	5,0	3,2
	6	3,2	3,2	5,0	2,5
	8	3,2	2,5	3,2	2,0
	10	2,5	2,0	3,2	–

(Continuación)

Series comerciales a emplear según material, presión de diseño y aplicación					
Material	P Diseño (bar)	Aplicación			
		Clase 1	Clase 2	Clase 4	Clase 5
PP-B	4	3,2	2,5	3,2	2,5
	6	2,5	2,0	3,2	2,0
	8	2,0	–	2,0	–
	10	–	–	2,0	–
PP-R	4	5,0	5,0	5,0	3,2
	6	5,0	3,2	5,0	3,2
	8	3,2	2,5	3,2	2,0
	10	2,5	2,0	3,2	–

Tabla 12: Series comerciales de tuberías termoplásticas, según clase y presión de trabajo (Normas UNE-EN ISO)

Espesor teórico (mm) y diámetro interior (mm) de tuberías termoplásticas según la serie								
Φ exterior (mm)	Serie 2		Serie 2,5		Serie 3,2		Serie 4	
	Espesor	Φ int.	Espesor	Φ int.	Espesor	Φ int.	Espesor	Φ int.
12	2,4	7,2	2,0	8,0	1,6	8,8	1,3	9,3
16	3,2	9,6	2,7	10,7	2,2	11,7	1,8	12,4
20	4,0	12,0	3,3	13,3	2,7	14,6	2,2	15,6
25	5,0	15,0	4,2	16,7	3,4	18,2	2,8	19,4
32	6,4	19,2	5,3	21,3	4,3	23,4	3,6	24,9
40	8,0	24,0	6,7	26,7	5,4	29,2	4,4	31,1
50	10,0	30,0	8,3	33,3	6,8	36,5	5,6	38,9
63	12,6	37,8	10,5	42,0	8,5	46,0	7,0	49,0
75	15,0	45,0	12,5	50,0	10,1	54,7	8,3	58,3
90	18,0	54,0	15,0	60,0	12,2	65,7	10,0	70,0
110	22,0	66,0	18,3	73,3	14,9	80,3	12,2	85,6
125	25,0	75,0	20,8	83,3	16,9	91,2	13,9	97,2
140	28,0	84,0	23,3	93,3	18,9	102,2	15,6	108,9
160	32,0	96,0	26,7	106,7	21,6	116,8	17,8	124,4
Φ exterior (mm)	Serie 5		Serie 6,3		Serie 8		Serie 10	
	Espesor	Φ int.	Espesor	Φ int.	Espesor	Φ int.	Espesor	Φ int.
12	1,1	9,8	0,9	10,2	0,7	10,6	0,6	10,9
16	1,5	13,1	1,2	13,6	0,9	14,1	0,8	14,5
20	1,8	16,4	1,5	17,1	1,2	17,6	1,0	18,1
25	2,3	20,5	1,8	21,3	1,5	22,1	1,2	22,6
32	2,9	26,2	2,4	27,3	1,9	28,2	1,5	29,0
40	3,6	32,7	2,9	34,1	2,4	35,3	1,9	36,2
50	4,5	40,9	3,7	42,6	2,9	44,1	2,4	45,2
63	5,7	51,5	4,6	53,7	3,7	55,6	3,0	57,0
75	6,8	61,4	5,5	64,0	4,4	66,2	3,6	67,9
90	8,2	73,6	6,6	76,8	5,3	79,4	4,3	81,4
110	10,0	90,0	8,1	93,8	6,5	97,1	5,2	99,5
125	11,4	102,3	9,2	106,6	7,4	110,3	6,0	113,1

(Continuación)

Espesor teórico (mm) y diámetro interior (mm) de tuberías termoplásticas según la serie								
Φ exterior (mm)	Serie 5		Serie 6,3		Serie 8		Serie 10	
	Espesor	Φ int.	Espesor	Φ int.	Espesor	Φ int.	Espesor	Φ int.
140	12,7	114,5	10,3	119,4	8,2	123,5	6,7	126,7
160	14,5	130,9	11,8	136,5	9,4	141,2	7,6	144,8

Tabla 13: Series de tuberías termoplásticas

Material	Norma	Serie							
		2	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10
PP	UNE-EN ISO 15.877	X	X	X	–	X	–	–	–
PE-X	UNE-EN ISO 15.875	–	–	X	X	X	X	–	–
PB	UNE-EN ISO 15.876	–	–	X	X	X	X	X	X
PVC-C	UNE-EN ISO 15.874	–	–	–	X	X	X	–	–

Tabla 14: Series comerciales de tuberías termoplásticas

Tubería de acero (UNE-EN 10.255)						
Nominal y exterior			M (Serie media)			
Φ nominal (mm)	(")	Φ exterior (mm)	Espesor (mm)	Φ interior (mm)	Volumen (l/m)	Peso (kg/m)
DN 6	1/8	10,2	2,0	6,20	0,03	0,40
DN 8	1/4	13,5	2,3	8,90	0,06	0,64
DN 10	3/8	17,2	2,3	12,60	0,12	0,85
DN 15	1/2	21,3	2,6	16,10	0,20	1,20
DN 20	3/4	26,9	2,6	21,70	0,37	1,56
DN 25	1	33,7	3,2	27,30	0,59	2,41
DN 32	1-1/4	42,4	3,2	36,00	1,02	3,09
DN 40	1-1/2	48,3	3,2	41,90	1,38	3,56
DN 50	2	60,3	3,6	53,10	2,21	5,03
DN 65	2-1/2	76,1	3,6	68,90	3,73	6,44
DN 80	3	88,9	4,0	80,90	5,14	8,38
DN 100	4	114,3	4,5	105,30	8,71	12,19
DN 125	5	139,7	5,0	129,70	13,21	16,61
DN 150	6	165,1	5,0	155,10	18,89	19,74

Tabla 15: Dimensiones tuberías de acero galvanizado

Acero inoxidable UNE-EN 10.312:2002								
Φ exterior (mm)	Espesor (mm)	Serie 1			Serie 2			
		Φ interior (mm)	Volumen (l/m)	Peso (kg/m)	Espesor (mm)	Φ interior (mm)	Volumen (l/m)	Peso (kg/m)
6,0	0,6	4,8	0,02	0,080	–	–	–	–
8,0	0,6	6,8	0,04	0,109	–	–	–	–
10,0	0,6	8,8	0,06	0,139	–	–	–	–
12,0	0,6	10,8	0,09	0,169	1,0	10,0	0,08	0,169
15,0	0,6	13,8	0,15	0,213	1,0	13,0	0,13	0,213
18,0	0,7	16,6	0,22	0,299	1,0	16,0	0,20	0,299
22,0	0,7	20,6	0,33	0,368	1,2	19,6	0,30	0,368
28,0	0,8	26,4	0,55	0,537	1,2	25,6	0,51	0,537
35,0	1,0	33,0	0,86	0,838	1,5	32,0	0,80	0,838

(Continuación)

Acero inoxidable UNE-EN 10.312:2002								
Φ exterior (mm)	Espesor (mm)	Serie 1			Serie 2			
		Φ interior (mm)	Volumen (l/m)	Peso (kg/m)	Espesor (mm)	Φ interior (mm)	Volumen (l/m)	Peso (kg/m)
42,0	1,1	39,8	1,24	1,110	1,5	39,0	1,19	1,110
54,0	1,2	51,6	2,09	1,563	1,5	51,0	2,04	1,563
64,0	–	–	–	–	2,0	60,0	2,83	2,563
66,7	1,2	64,3	3,25	2,448	–	–	–	–
76,1	1,5	73,1	4,20	2,753	2,0	72,1	4,08	2,753
88,9	–	–	–	–	2,0	84,9	5,66	3,753
103,0	1,5	100,0	7,85	4,350	–	–	–	–
108,0	1,5	105,0	8,66	4,350	2,0	104,0	8,49	5,350
128,0	1,5	125,0	12,27	5,350	–	–	–	–
133,0	1,5	130,0	13,27	4,350	3,0	127,0	12,67	7,350
153,0	1,5	150,0	17,67	4,350	–	–	–	–
159,0	2,0	155,0	18,87	5,307	3,0	153,0	18,39	5,307
219,0	–	–	–	–	3,0	213,0	35,63	6,307
267,0	–	–	–	–	3,0	261,0	53,50	7,307

Tabla 16: Dimensiones tuberías de acero inoxidable

Tuberías normalizadas de cobre según UNE-EN 1.057												
Φ exterior (mm)	Espesor de pared nominal (mm)											
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
6	5	4,8	–	4,4	–	4	–	–	–	–	–	–
8	7	6,8	–	6,4	–	6	–	–	–	–	–	–
10	9	8,8	8,6	8,4	–	8	–	–	–	–	–	–
12	11	10,8	10,6	10,4	–	10	–	–	–	–	–	–
14	–	–	12,6	12,4	–	12	–	–	–	–	–	–
15	14	–	13,6	13,4	–	13	–	12,6	12	–	–	–
16	–	–	–	14,4	–	14	–	13,6	–	–	–	–
18	–	16,8	–	16,4	–	16	–	15,6	15	–	–	–
22	–	20,8	–	20,4	20,2	20	19,8	19,6	19	–	–	–
25	–	–	–	–	–	23	–	22,6	22	–	–	–
28	–	26,8	–	26,4	26,2	26	–	25,6	25	–	–	–
35	–	–	33,6	33,4	–	33	32,8	32,6	32	31	–	–
40	–	–	–	–	–	38	37,8	–	–	–	–	–
42	–	–	–	40,4	–	40	–	39,6	39	38	–	–
54	–	–	–	52,4	52,2	52	–	51,6	51	50	–	–
64	–	–	–	–	–	–	–	–	61	60	59	–
66,7	–	–	–	–	–	64,7	–	64,3	63,7	62,7	61,7	–
70	–	–	–	–	–	–	–	–	–	66	65	–
76,1	–	–	–	–	–	–	–	73,7	73,1	72,1	71,1	–
80	–	–	–	–	–	78	–	–	–	76	–	–
88,9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	84,9	83,9	82,9
108	–	–	–	–	–	–	–	105,6	105	104	103	102
133	–	–	–	–	–	–	–	–	130	129	–	127

(Continuación)

Tuberías normalizadas de cobre según UNE-EN 1.057												
Φ exterior (mm)	Espesor de pared nominal (mm)											
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
159	–	–	–	–	–	–	–	–	156	155	–	153
219	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	213
267	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	261
En azul: dimensiones europeas recomendadas												
Resto: otras dimensiones europeas												

Tabla 17: Dimensiones tuberías de cobre estirado sin soldadura

Diámetros mínimos de alimentación		
Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero	Cobre o plástico
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina	DN 20	20
Aliment. a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	DN 20	20
Columna (montante o descendente)	DN 20	20
Distribuidor principal	DN 25	25
Alimentación equipos de climatización	< 50 kW	DN 15
	50 - 250 kW	DN 20
	250 - 500 kW	DN 25
	> 500 kW	DN 32
(Tabla 4.3 HS4)		

Tabla 18: Secciones mínimas de tuberías de alimentación a locales

Φ exterior (mm)	Salto térmico (°C)	Pérdidas de calor en tuberías W/m					
		Espesor del aislamiento (mm) (l = 0,036 W/m·k)					
		0	10	20	30	40	50
17	20	13,7	4,9	3,5	2,9	2,5	2,3
	30	20,5	7,3	5,2	4,3	3,8	3,4
	40	27,3	9,7	6,9	5,7	5,0	4,6
21	20	16,8	5,6	3,9	3,2	2,8	2,5
	30	25,1	8,4	5,9	4,8	4,2	3,8
	40	33,5	11,2	7,8	6,4	5,6	5,1
27	20	21,3	6,7	4,6	3,7	3,2	2,8
	30	31,9	10,0	6,8	5,5	4,7	4,3
	40	42,6	13,4	9,1	7,3	6,3	5,7
34	20	26,4	7,9	5,3	4,2	3,6	3,2
	30	39,6	11,9	7,9	6,3	5,4	4,8
	40	52,8	15,9	10,6	8,4	7,2	6,4
42	20	32,1	9,3	6,1	4,8	4,1	3,6
	30	48,1	14,0	9,2	7,2	6,1	5,4
	40	64,1	18,7	12,2	9,6	8,1	7,2
49	20	36,9	10,5	6,8	5,3	4,5	3,9
	30	55,3	15,8	10,2	7,9	6,7	5,9
	40	73,7	21,1	13,6	10,6	8,9	7,9
60	20	44,0	12,4	7,9	6,1	5,1	4,4
	30	66,1	18,6	11,9	9,1	7,6	6,7
	40	88,1	24,8	15,8	12,2	10,2	8,9
76	20	53,8	15,1	9,5	7,2	6,0	5,2
	30	80,7	22,6	14,2	10,8	8,9	7,8
	40	108	30,1	18,9	14,4	11,9	10,3

(Continuación)

Φ exterior (mm)	Salto térmico (°C)	Pérdidas de calor en tuberías W/m					
		Espesor del aislamiento (mm) ($l = 0,036 \text{ W/m}\cdot\text{k}$)					
		0	10	20	30	40	50
90	20	61,7	17,4	10,8	8,2	6,7	5,8
	30	92,5	26,0	16,2	12,2	10,1	8,7
	40	123	34,7	21,6	16,3	13,4	11,6
102	20	67,9	19,3	11,9	9,0	7,3	6,3
	30	102	28,9	17,9	13,5	11,0	9,5
	40	136	38,5	23,9	17,9	14,7	12,6
114	20	73,6	21,2	13,1	9,8	8,0	6,8
	30	110	31,7	19,6	14,7	12,0	10,2
	40	147	42,3	26,1	19,5	15,9	13,7
140	20	84,5	25,1	15,4	11,5	9,3	7,9
	30	127	37,6	23,2	17,2	14,0	11,9
	40	169	50,2	30,9	23,0	18,6	15,9
165	20	92,8	28,7	17,7	13,1	10,6	9,0
	30	139	43,0	26,5	19,6	15,9	13,5
	40	186	57,3	35,3	26,2	21,1	18,0
219	20	123	37,9	22,8	16,7	13,4	11,3
	30	185	56,1	34,1	25,0	20,1	16,9
	40	246	74,7	45,3	33,4	26,8	22,5
273	20	154	46,1	27,9	20,3	16,2	13,6
	30	230	69,1	41,8	30,5	24,3	20,3
	40	307	92,2	55,7	40,6	32,3	27,1

Tabla 19: Pérdidas de calor en tuberías

Espesor (mm) aislamiento térmico para ACS				
Φ exterior tubería		Interior		Exterior
	$D \leq$	35	30	40
35	$< D \leq$	60	35	45
60	$< D \leq$	90	35	45
90	$< D \leq$	140	35	45
140	$< D$		40	50

$\lambda_{\text{ref}} = 0,040 \text{ (W/m}\cdot\text{K)} \text{ a } 10 \text{ }^\circ\text{C}$

Tabla 20: Espesor mínimo del aislamiento térmico para tuberías de ACS (RITE 07)

Plantas	Altura (m)	Presión suministro	
		Mínima	Máxima
Baja	5	15	55
1 ^a	8	18	58
2 ^a	11	21	61
3 ^a	14	24	64
4 ^a	17	27	67
5 ^a	20	30	70
6 ^a	23	33	73
7 ^a	26	36	76
8 ^a	29	39	79
9 ^a	32	42	82
10 ^a	35	45	85
11 ^a	38	48	88

(Continuación)

Plantas	Altura (m)	Presión suministro	
		Mínima	Máxima
12 ^a	41	51	91
13 ^a	44	54	94
14 ^a	47	57	97
15 ^a	50	60	100

Tabla 21: Presión de suministro de agua en planta baja para asegurar una presión mínima de 1 bar y una máxima de 5 bar en plantas

Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)												
Velocidad (m/s)	Tubería:			Acero					UNE-EN 10.255 (M)			
	DN 15	DN 20	DN 25	DN 32	DN 40	DN 50	DN 65	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150	
	Diámetro interior (mm)											
	16,1	21,7	27,3	36,0	41,9	53,1	68,9	80,9	105,3	129,7	155,1	
0,50	0,10	0,18	0,29	0,51	0,69	1,11	1,86	2,57	4,35	6,61	9,45	
	366	666	1.054	1.832	2.482	3.986	6.711	9.253	15.675	23.782	34.008	
0,63	0,13	0,23	0,37	0,64	0,86	1,38	2,33	3,21	5,44	8,26	11,81	
	458	832	1.317	2.290	3.102	4.983	8.389	11.566	19.594	29.727	42.511	
0,75	0,15	0,28	0,44	0,76	1,03	1,66	2,80	3,86	6,53	9,91	14,17	
	550	999	1.580	2.748	3.723	5.979	10.067	13.879	23.513	35.673	51.013	
0,88	0,18	0,32	0,51	0,89	1,21	1,94	3,26	4,50	7,62	11,56	16,53	
	641	1.165	1.844	3.206	4.343	6.976	11.745	16.192	27.432	41.618	59.515	
1,00	0,20	0,37	0,59	1,02	1,38	2,21	3,73	5,14	8,71	13,21	18,89	
	733	1.331	2.107	3.664	4.964	7.972	13.422	18.505	31.351	47.563	68.017	
1,13	0,23	0,42	0,66	1,15	1,55	2,49	4,19	5,78	9,80	14,86	21,26	
	825	1.498	2.371	4.122	5.584	8.969	15.100	20.818	35.270	53.509	76.519	
1,25	0,25	0,46	0,73	1,27	1,72	2,77	4,66	6,43	10,89	16,52	23,62	
	916	1.664	2.634	4.580	6.205	9.965	16.778	23.131	39.189	59.454	85.021	
1,38	0,28	0,51	0,80	1,40	1,90	3,04	5,13	7,07	11,97	18,17	25,98	
	1.008	1.831	2.897	5.038	6.825	10.962	18.456	25.444	43.108	65.400	93.523	
1,50	0,31	0,55	0,88	1,53	2,07	3,32	5,59	7,71	13,06	19,82	28,34	
	1.099	1.997	3.161	5.497	7.446	11.958	20.134	27.758	47.026	71.345	102.025	
1,63	0,33	0,60	0,95	1,65	2,24	3,60	6,06	8,35	14,15	21,47	30,70	
	1.191	2.164	3.424	5.955	8.066	12.955	21.811	30.071	50.945	77.291	110.528	
1,75	0,36	0,65	1,02	1,78	2,41	3,88	6,52	9,00	15,24	23,12	33,06	
	1.283	2.330	3.688	6.413	8.687	13.951	23.489	32.384	54.864	83.236	119.030	
1,88	0,38	0,69	1,10	1,91	2,59	4,15	6,99	9,64	16,33	24,77	35,43	
	1.374	2.496	3.951	6.871	9.307	14.948	25.167	34.697	58.783	89.181	127.532	
2,00	0,41	0,74	1,17	2,04	2,76	4,43	7,46	10,28	17,42	26,42	37,79	
	1.466	2.663	4.215	7.329	9.928	15.945	26.845	37.010	62.702	95.127	136.034	
2,13	0,43	0,79	1,24	2,16	2,93	4,71	7,92	10,92	18,51	28,08	40,15	
	1.557	2.829	4.478	7.787	10.548	16.941	28.523	39.323	66.621	101.072	144.536	
2,25	0,46	0,83	1,32	2,29	3,10	4,98	8,39	11,57	19,59	29,73	42,51	
	1.649	2.996	4.741	8.245	11.169	17.938	30.201	41.636	70.540	107.018	153.038	
2,38	0,48	0,88	1,39	2,42	3,27	5,26	8,86	12,21	20,68	31,38	44,87	
	1.741	3.162	5.005	8.703	11.789	18.934	31.878	43.950	74.458	112.963	161.540	
2,50	0,51	0,92	1,46	2,54	3,45	5,54	9,32	12,85	21,77	33,03	47,23	
	1.832	3.329	5.268	9.161	12.410	19.931	33.556	46.263	78.377	118.909	170.042	
2,63	0,53	0,97	1,54	2,67	3,62	5,81	9,79	13,49	22,86	34,68	49,60	
	1.924	3.495	5.532	9.619	13.030	20.927	35.234	48.576	82.296	124.854	178.544	

(Continuación)

Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)											
Velocidad (m/s)	Tubería:			Acero				UNE-EN 10.255 (M)			
	DN 15	DN 20	DN 25	DN 32	DN 40	DN 50	DN 65	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150
	Diámetro interior (mm)										
	16,1	21,7	27,3	36,0	41,9	53,1	68,9	80,9	105,3	129,7	155,1
2,75	0,56	1,02	1,61	2,80	3,79	6,09	10,25	14,14	23,95	36,33	51,96
	2.015	3.661	5.795	10.077	13.651	21.924	36.912	50.889	86.215	130.799	187.047
2,88	0,59	1,06	1,68	2,93	3,96	6,37	10,72	14,78	25,04	37,98	54,32
	2.107	3.828	6.058	10.535	14.271	22.920	38.590	53.202	90.134	136.745	195.549
3,00	0,61	1,11	1,76	3,05	4,14	6,64	11,19	15,42	26,13	39,64	56,68
	2.199	3.994	6.322	10.993	14.892	23.917	40.267	55.515	94.053	142.690	204.051
3,13	0,64	1,16	1,83	3,18	4,31	6,92	11,65	16,06	27,21	41,29	59,04
	2.290	4.161	6.585	11.451	15.512	24.913	41.945	57.828	97.972	148.636	212.553
3,25	0,66	1,20	1,90	3,31	4,48	7,20	12,12	16,71	28,30	42,94	61,40
	2.382	4.327	6.849	11.909	16.133	25.910	43.623	60.141	101.890	154.581	221.055
3,38	0,69	1,25	1,98	3,44	4,65	7,47	12,58	17,35	29,39	44,59	63,77
	2.474	4.494	7.112	12.367	16.753	26.906	45.301	62.455	105.809	160.527	229.557
3,50	0,71	1,29	2,05	3,56	4,83	7,75	13,05	17,99	30,48	46,24	66,13
	2.565	4.660	7.375	12.825	17.374	27.903	46.979	64.768	109.728	166.472	238.059

En la línea superior se tienen los caudales en l/s
En la línea inferior se tienen los caudales en l/h

Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)											
Velocidad (m/s)	Tubería:			Acero inoxidable				UNE-EN 10.312 Serie 1			
	12x0,6	15x0,6	18x0,7	22x0,7	28x0,8	35x1,0	42x1,1	54x1,2	66,7x1,2	76,1x1,5	88,9x2,0
	Diámetro interior (mm)										
	10,8	13,8	16,6	20,6	26,4	33,0	39,8	51,6	64,3	73,1	84,9
0,50	0,05	0,07	0,11	0,17	0,27	0,43	0,62	1,05	1,62	2,10	2,83
	165	269	390	600	985	1.540	2.239	3.764	5.845	7.554	10.190
0,63	0,06	0,09	0,14	0,21	0,34	0,53	0,78	1,31	2,03	2,62	3,54
	206	337	487	750	1.232	1.924	2.799	4.705	7.306	9.443	12.738
0,75	0,07	0,11	0,16	0,25	0,41	0,64	0,93	1,57	2,44	3,15	4,25
	247	404	584	900	1.478	2.309	3.359	5.646	8.768	11.332	15.285
0,88	0,08	0,13	0,19	0,29	0,48	0,75	1,09	1,83	2,84	3,67	4,95
	289	471	682	1.050	1.724	2.694	3.919	6.587	10.229	13.220	17.833
1,00	0,09	0,15	0,22	0,33	0,55	0,86	1,24	2,09	3,25	4,20	5,66
	330	538	779	1.200	1.971	3.079	4.479	7.528	11.690	15.109	20.380
1,13	0,10	0,17	0,24	0,37	0,62	0,96	1,40	2,35	3,65	4,72	6,37
	371	606	877	1.350	2.217	3.464	5.039	8.469	13.151	16.997	22.928
1,25	0,11	0,19	0,27	0,42	0,68	1,07	1,56	2,61	4,06	5,25	7,08
	412	673	974	1.500	2.463	3.849	5.598	9.410	14.613	18.886	25.475
1,38	0,13	0,21	0,30	0,46	0,75	1,18	1,71	2,88	4,46	5,77	7,78
	453	740	1.071	1.650	2.710	4.234	6.158	10.351	16.074	20.775	28.023
1,50	0,14	0,22	0,32	0,50	0,82	1,28	1,87	3,14	4,87	6,30	8,49
	495	808	1.169	1.800	2.956	4.619	6.718	11.292	17.535	22.663	30.570
1,63	0,15	0,24	0,35	0,54	0,89	1,39	2,02	3,40	5,28	6,82	9,20
	536	875	1.266	1.950	3.202	5.004	7.278	12.233	18.996	24.552	33.118

(Continuación)

Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)											
Velocidad (m/s)	Tubería:		Acero inoxidable						UNE-EN 10.312 Serie 1		
	12x0,6	15x0,6	18x0,7	22x0,7	28x0,8	35x1,0	42x1,1	54x1,2	66,7x1,2	76,1x1,5	88,9x2,0
	Diámetro interior (mm)										
	10,8	13,8	16,6	20,6	26,4	33,0	39,8	51,6	64,3	73,1	84,9
1,75	0,16	0,26	0,38	0,58	0,96	1,50	2,18	3,66	5,68	7,34	9,91
	577	942	1.363	2.100	3.449	5.388	7.838	13.174	20.458	26.440	35.665
1,88	0,17	0,28	0,41	0,62	1,03	1,60	2,33	3,92	6,09	7,87	10,61
	618	1.010	1.461	2.250	3.695	5.773	8.398	14.115	21.919	28.329	38.213
2,00	0,18	0,30	0,43	0,67	1,09	1,71	2,49	4,18	6,49	8,39	11,32
	660	1.077	1.558	2.400	3.941	6.158	8.958	15.056	23.380	30.217	40.760
2,13	0,19	0,32	0,46	0,71	1,16	1,82	2,64	4,44	6,90	8,92	12,03
	701	1.144	1.656	2.550	4.188	6.543	9.517	15.997	24.841	32.106	43.308
2,25	0,21	0,34	0,49	0,75	1,23	1,92	2,80	4,71	7,31	9,44	12,74
	742	1.212	1.753	2.700	4.434	6.928	10.077	16.939	26.303	33.995	45.855
2,38	0,22	0,36	0,51	0,79	1,30	2,03	2,95	4,97	7,71	9,97	13,45
	783	1.279	1.850	2.850	4.680	7.313	10.637	17.880	27.764	35.883	48.403
2,50	0,23	0,37	0,54	0,83	1,37	2,14	3,11	5,23	8,12	10,49	14,15
	824	1.346	1.948	3.000	4.927	7.698	11.197	18.821	29.225	37.772	50.951
2,63	0,24	0,39	0,57	0,87	1,44	2,25	3,27	5,49	8,52	11,02	14,86
	866	1.413	2.045	3.150	5.173	8.083	11.757	19.762	30.686	39.660	53.498
2,75	0,25	0,41	0,60	0,92	1,51	2,35	3,42	5,75	8,93	11,54	15,57
	907	1.481	2.143	3.300	5.419	8.467	12.317	20.703	32.148	41.549	56.046
2,88	0,26	0,43	0,62	0,96	1,57	2,46	3,58	6,01	9,34	12,07	16,28
	948	1.548	2.240	3.450	5.666	8.852	12.876	21.644	33.609	43.438	58.593
3,00	0,27	0,45	0,65	1,00	1,64	2,57	3,73	6,27	9,74	12,59	16,98
	989	1.615	2.337	3.600	5.912	9.237	13.436	22.585	35.070	45.326	61.141
3,13	0,29	0,47	0,68	1,04	1,71	2,67	3,89	6,53	10,15	13,12	17,69
	1.031	1.683	2.435	3.750	6.158	9.622	13.996	23.526	36.531	47.215	63.688
3,25	0,30	0,49	0,70	1,08	1,78	2,78	4,04	6,80	10,55	13,64	18,40
	1.072	1.750	2.532	3.900	6.404	10.007	14.556	24.467	37.993	49.103	66.236
3,38	0,31	0,50	0,73	1,12	1,85	2,89	4,20	7,06	10,96	14,16	19,11
	1.113	1.817	2.630	4.050	6.651	10.392	15.116	25.408	39.454	50.992	68.783
3,50	0,32	0,52	0,76	1,17	1,92	2,99	4,35	7,32	11,37	14,69	19,81
	1.154	1.885	2.727	4.199	6.897	10.777	15.676	26.349	40.915	52.881	71.331

En la línea superior se tienen los caudales en l/s

En la línea inferior se tienen los caudales en l/h

Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)											
Velocidad (m/s)	Tubería:		Cobre						UNE-EN 1.057		
	12x1	15x1	18x1	22x1	28x1	35x1	42x1	54x1,2	64x1,5	76,1x1,5	88,9x2
	Diámetro interior (mm)										
	10,0	13,0	16,0	20,0	26,0	33,0	40,0	51,6	61,0	73,1	84,9
0,50	0,04	0,07	0,10	0,16	0,27	0,43	0,63	1,05	1,46	2,10	2,83
	141	239	362	565	956	1.540	2.262	3.764	5.260	7.554	10.190
0,63	0,05	0,08	0,13	0,20	0,33	0,53	0,79	1,31	1,83	2,62	3,54
	177	299	452	707	1.195	1.924	2.827	4.705	6.576	9.443	12.738

(Continuación)

Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)												
Velocidad (m/s)	Tubería:				Cobre				UNE-EN 1.057			
	12x1	15x1	18x1	22x1	28x1	35x1	42x1	54x1,2	64x1,5	76,1x1,5	88,9x2	
	Diámetro interior (mm)											
	10,0	13,0	16,0	20,0	26,0	33,0	40,0	51,6	61,0	73,1	84,9	
0,75	0,06	0,10	0,15	0,24	0,40	0,64	0,94	1,57	2,19	3,15	4,25	
	212	358	543	848	1.434	2.309	3.393	5.646	7.891	11.332	15.285	
0,88	0,07	0,12	0,18	0,27	0,46	0,75	1,10	1,83	2,56	3,67	4,95	
	247	418	633	990	1.672	2.694	3.958	6.587	9.206	13.220	17.833	
1,00	0,08	0,13	0,20	0,31	0,53	0,86	1,26	2,09	2,92	4,20	5,66	
	283	478	724	1.131	1.911	3.079	4.524	7.528	10.521	15.109	20.380	
1,13	0,09	0,15	0,23	0,35	0,60	0,96	1,41	2,35	3,29	4,72	6,37	
	318	538	814	1.272	2.150	3.464	5.089	8.469	11.836	16.997	22.928	
1,25	0,10	0,17	0,25	0,39	0,66	1,07	1,57	2,61	3,65	5,25	7,08	
	353	597	905	1.414	2.389	3.849	5.655	9.410	13.151	18.886	25.475	
1,38	0,11	0,18	0,28	0,43	0,73	1,18	1,73	2,88	4,02	5,77	7,78	
	389	657	995	1.555	2.628	4.234	6.220	10.351	14.466	20.775	28.023	
1,50	0,12	0,20	0,30	0,47	0,80	1,28	1,88	3,14	4,38	6,30	8,49	
	424	717	1.086	1.696	2.867	4.619	6.786	11.292	15.781	22.663	30.570	
1,63	0,13	0,22	0,33	0,51	0,86	1,39	2,04	3,40	4,75	6,82	9,20	
	459	776	1.176	1.838	3.106	5.004	7.351	12.233	17.096	24.552	33.118	
1,75	0,14	0,23	0,35	0,55	0,93	1,50	2,20	3,66	5,11	7,34	9,91	
	495	836	1.267	1.979	3.345	5.388	7.917	13.174	18.412	26.440	35.665	
1,88	0,15	0,25	0,38	0,59	1,00	1,60	2,36	3,92	5,48	7,87	10,61	
	530	896	1.357	2.121	3.584	5.773	8.482	14.115	19.727	28.329	38.213	
2,00	0,16	0,27	0,40	0,63	1,06	1,71	2,51	4,18	5,84	8,39	11,32	
	565	956	1.448	2.262	3.823	6.158	9.048	15.056	21.042	30.217	40.760	
2,13	0,17	0,28	0,43	0,67	1,13	1,82	2,67	4,44	6,21	8,92	12,03	
	601	1.015	1.538	2.403	4.062	6.543	9.613	15.997	22.357	32.106	43.308	
2,25	0,18	0,30	0,45	0,71	1,19	1,92	2,83	4,71	6,58	9,44	12,74	
	636	1.075	1.629	2.545	4.301	6.928	10.179	16.939	23.672	33.995	45.855	
2,38	0,19	0,32	0,48	0,75	1,26	2,03	2,98	4,97	6,94	9,97	13,45	
	672	1.135	1.719	2.686	4.539	7.313	10.744	17.880	24.987	35.883	48.403	
2,50	0,20	0,33	0,50	0,79	1,33	2,14	3,14	5,23	7,31	10,49	14,15	
	707	1.195	1.810	2.827	4.778	7.698	11.310	18.821	26.302	37.772	50.951	
2,63	0,21	0,35	0,53	0,82	1,39	2,25	3,30	5,49	7,67	11,02	14,86	
	742	1.254	1.900	2.969	5.017	8.083	11.875	19.762	27.617	39.660	53.498	
2,75	0,22	0,37	0,55	0,86	1,46	2,35	3,46	5,75	8,04	11,54	15,57	
	778	1.314	1.991	3.110	5.256	8.467	12.441	20.703	28.932	41.549	56.046	
2,88	0,23	0,38	0,58	0,90	1,53	2,46	3,61	6,01	8,40	12,07	16,28	
	813	1.374	2.081	3.252	5.495	8.852	13.006	21.644	30.248	43.438	58.593	
3,00	0,24	0,40	0,60	0,94	1,59	2,57	3,77	6,27	8,77	12,59	16,98	
	848	1.434	2.171	3.393	5.734	9.237	13.572	22.585	31.563	45.326	61.141	
3,13	0,25	0,41	0,63	0,98	1,66	2,67	3,93	6,53	9,13	13,12	17,69	
	884	1.493	2.262	3.534	5.973	9.622	14.137	23.526	32.878	47.215	63.688	
3,25	0,26	0,43	0,65	1,02	1,73	2,78	4,08	6,80	9,50	13,64	18,40	
	919	1.553	2.352	3.676	6.212	10.007	14.703	24.467	34.193	49.103	66.236	

(Continuación)

Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)												
Velocidad (m/s)	Tubería:		Cobre						UNE-EN 1.057			
	12x1	15x1	18x1	22x1	28x1	35x1	42x1	54x1,2	64x1,5	76,1x1,5	88,9x2	
	Diámetro interior (mm)											
	10,0	13,0	16,0	20,0	26,0	33,0	40,0	51,6	61,0	73,1	84,9	
3,38	0,27	0,45	0,68	1,06	1,79	2,89	4,24	7,06	9,86	14,16	19,11	
	954	1.613	2.443	3.817	6.451	10.392	15.268	25.408	35.508	50.992	68.783	
3,50	0,27	0,46	0,70	1,10	1,86	2,99	4,40	7,32	10,23	14,69	19,81	
	990	1.672	2.533	3.958	6.690	10.777	15.834	26.349	36.823	52.881	71.331	

En la línea superior se tienen los caudales en l/s
En la línea inferior se tienen los caudales en l/h

Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)											
Velocidad (m/s)	Tubería:		Termoplásticos UNE-EN ISO						Serie 2.0		
	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Diámetro interior (mm)										
	7,2	9,6	12,0	15,0	19,2	24,0	30,0	37,8	45,0	54,0	66,0
0,50	0,02	0,04	0,06	0,09	0,14	0,23	0,35	0,56	0,80	1,15	1,71
	73	130	204	318	521	814	1.272	2.020	2.863	4.122	6.158
0,63	0,03	0,05	0,07	0,11	0,18	0,28	0,44	0,70	0,99	1,43	2,14
	92	163	254	398	651	1.018	1.590	2.525	3.578	5.153	7.698
0,75	0,03	0,05	0,08	0,13	0,22	0,34	0,53	0,84	1,19	1,72	2,57
	110	195	305	477	782	1.221	1.909	3.030	4.294	6.184	9.237
0,88	0,04	0,06	0,10	0,15	0,25	0,40	0,62	0,98	1,39	2,00	2,99
	128	228	356	557	912	1.425	2.227	3.535	5.010	7.214	10.777
1,00	0,04	0,07	0,11	0,18	0,29	0,45	0,71	1,12	1,59	2,29	3,42
	147	261	407	636	1.042	1.629	2.545	4.040	5.726	8.245	12.316
1,13	0,05	0,08	0,13	0,20	0,33	0,51	0,80	1,26	1,79	2,58	3,85
	165	293	458	716	1.173	1.832	2.863	4.545	6.441	9.275	13.856
1,25	0,05	0,09	0,14	0,22	0,36	0,57	0,88	1,40	1,99	2,86	4,28
	183	326	509	795	1.303	2.036	3.181	5.050	7.157	10.306	15.395
1,38	0,06	0,10	0,16	0,24	0,40	0,62	0,97	1,54	2,19	3,15	4,70
	202	358	560	875	1.433	2.239	3.499	5.555	7.873	11.337	16.935
1,50	0,06	0,11	0,17	0,27	0,43	0,68	1,06	1,68	2,39	3,44	5,13
	220	391	611	954	1.563	2.443	3.817	6.060	8.588	12.367	18.474
1,63	0,07	0,12	0,18	0,29	0,47	0,74	1,15	1,82	2,58	3,72	5,56
	238	423	662	1.034	1.694	2.646	4.135	6.565	9.304	13.398	20.014
1,75	0,07	0,13	0,20	0,31	0,51	0,79	1,24	1,96	2,78	4,01	5,99
	257	456	713	1.113	1.824	2.850	4.453	7.070	10.020	14.428	21.554
1,88	0,08	0,14	0,21	0,33	0,54	0,85	1,33	2,10	2,98	4,29	6,41
	275	489	763	1.193	1.954	3.054	4.771	7.575	10.735	15.459	23.093
2,00	0,08	0,14	0,23	0,35	0,58	0,90	1,41	2,24	3,18	4,58	6,84
	293	521	814	1.272	2.085	3.257	5.089	8.080	11.451	16.490	24.633
2,13	0,09	0,15	0,24	0,38	0,62	0,96	1,50	2,38	3,38	4,87	7,27
	311	554	865	1.352	2.215	3.461	5.407	8.585	12.167	17.520	26.172
2,25	0,09	0,16	0,25	0,40	0,65	1,02	1,59	2,52	3,58	5,15	7,70
	330	586	916	1.431	2.345	3.664	5.726	9.090	12.883	18.551	27.712
2,38	0,10	0,17	0,27	0,42	0,69	1,07	1,68	2,67	3,78	5,44	8,13
	348	619	967	1.511	2.475	3.868	6.044	9.595	13.598	19.581	29.251

(Continuación)

Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)											
Velocidad (m/s)	Tubería:		Termoplásticos UNE-EN ISO							Serie 2.0	
	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Diámetro interior (mm)										
	7,2	9,6	12,0	15,0	19,2	24,0	30,0	37,8	45,0	54,0	66,0
2,50	0,10	0,18	0,28	0,44	0,72	1,13	1,77	2,81	3,98	5,73	8,55
	366	651	1.018	1.590	2.606	4.072	6.362	10.100	14.314	20.612	30.791
2,63	0,11	0,19	0,30	0,46	0,76	1,19	1,86	2,95	4,17	6,01	8,98
	385	684	1.069	1.670	2.736	4.275	6.680	10.605	15.030	21.643	32.330
2,75	0,11	0,20	0,31	0,49	0,80	1,24	1,94	3,09	4,37	6,30	9,41
	403	717	1.120	1.749	2.866	4.479	6.998	11.110	15.745	22.673	33.870
2,88	0,12	0,21	0,33	0,51	0,83	1,30	2,03	3,23	4,57	6,58	9,84
	421	749	1.171	1.829	2.997	4.682	7.316	11.615	16.461	23.704	35.409
3,00	0,12	0,22	0,34	0,53	0,87	1,36	2,12	3,37	4,77	6,87	10,26
	440	782	1.221	1.909	3.127	4.886	7.634	12.120	17.177	24.734	36.949
3,13	0,13	0,23	0,35	0,55	0,90	1,41	2,21	3,51	4,97	7,16	10,69
	458	814	1.272	1.988	3.257	5.089	7.952	12.625	17.892	25.765	38.489
3,25	0,13	0,24	0,37	0,57	0,94	1,47	2,30	3,65	5,17	7,44	11,12
	476	847	1.323	2.068	3.387	5.293	8.270	13.130	18.608	26.796	40.028
3,38	0,14	0,24	0,38	0,60	0,98	1,53	2,39	3,79	5,37	7,73	11,55
	495	879	1.374	2.147	3.518	5.497	8.588	13.635	19.324	27.826	41.568
3,50	0,14	0,25	0,40	0,62	1,01	1,58	2,47	3,93	5,57	8,02	11,97
	513	912	1.425	2.227	3.648	5.700	8.906	14.140	20.039	28.857	43.107

En la línea superior se tienen los caudales en l/s
En la línea inferior se tienen los caudales en l/h

Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)											
Velocidad (m/s)	Tubería:		Termoplásticos UNE-EN ISO							Serie 2.5	
	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Diámetro interior (mm)										
	8,0	10,6	13,4	16,6	21,4	26,6	33,4	42,0	50,0	60,0	73,4
0,50	0,03	0,04	0,07	0,11	0,18	0,28	0,44	0,69	0,98	1,41	2,12
	90	159	254	390	647	1.000	1.577	2.494	3.534	5.089	7.617
0,63	0,03	0,06	0,09	0,14	0,22	0,35	0,55	0,87	1,23	1,77	2,64
	113	199	317	487	809	1.250	1.971	3.117	4.418	6.362	9.521
0,75	0,04	0,07	0,11	0,16	0,27	0,42	0,66	1,04	1,47	2,12	3,17
	136	238	381	584	971	1.500	2.366	3.741	5.301	7.634	11.425
0,88	0,04	0,08	0,12	0,19	0,31	0,49	0,77	1,21	1,72	2,47	3,70
	158	278	444	682	1.133	1.751	2.760	4.364	6.185	8.906	13.329
1,00	0,05	0,09	0,14	0,22	0,36	0,56	0,88	1,39	1,96	2,83	4,23
	181	318	508	779	1.295	2.001	3.154	4.988	7.069	10.179	15.233
1,13	0,06	0,10	0,16	0,24	0,40	0,63	0,99	1,56	2,21	3,18	4,76
	204	357	571	877	1.457	2.251	3.548	5.611	7.952	11.451	17.137
1,25	0,06	0,11	0,18	0,27	0,45	0,69	1,10	1,73	2,45	3,53	5,29
	226	397	635	974	1.619	2.501	3.943	6.235	8.836	12.723	19.041
1,38	0,07	0,12	0,19	0,30	0,49	0,76	1,20	1,90	2,70	3,89	5,82
	249	437	698	1.071	1.780	2.751	4.337	6.858	9.719	13.996	20.945
1,50	0,08	0,13	0,21	0,32	0,54	0,83	1,31	2,08	2,95	4,24	6,35
	271	477	762	1.169	1.942	3.001	4.731	7.481	10.603	15.268	22.850

(Continuación)

Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)											
Velocidad (m/s)	Tubería:		Termoplásticos UNE-EN ISO							Serie 2.5	
	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Diámetro interior (mm)										
	8,0	10,6	13,4	16,6	21,4	26,6	33,4	42,0	50,0	60,0	73,4
1,63	0,08	0,14	0,23	0,35	0,58	0,90	1,42	2,25	3,19	4,59	6,88
	294	516	825	1.266	2.104	3.251	5.126	8.105	11.486	16.541	24.754
1,75	0,09	0,15	0,25	0,38	0,63	0,97	1,53	2,42	3,44	4,95	7,40
	317	556	888	1.363	2.266	3.501	5.520	8.728	12.370	17.813	26.658
1,88	0,09	0,17	0,26	0,41	0,67	1,04	1,64	2,60	3,68	5,30	7,93
	339	596	952	1.461	2.428	3.751	5.914	9.352	13.254	19.085	28.562
2,00	0,10	0,18	0,28	0,43	0,72	1,11	1,75	2,77	3,93	5,65	8,46
	362	635	1.015	1.558	2.590	4.001	6.308	9.975	14.137	20.358	30.466
2,13	0,11	0,19	0,30	0,46	0,76	1,18	1,86	2,94	4,17	6,01	8,99
	385	675	1.079	1.656	2.752	4.251	6.703	10.599	15.021	21.630	32.370
2,25	0,11	0,20	0,32	0,49	0,81	1,25	1,97	3,12	4,42	6,36	9,52
	407	715	1.142	1.753	2.913	4.501	7.097	11.222	15.904	22.902	34.274
2,38	0,12	0,21	0,33	0,51	0,85	1,32	2,08	3,29	4,66	6,72	10,05
	430	755	1.206	1.850	3.075	4.751	7.491	11.846	16.788	24.175	36.178
2,50	0,13	0,22	0,35	0,54	0,90	1,39	2,19	3,46	4,91	7,07	10,58
	452	794	1.269	1.948	3.237	5.001	7.885	12.469	17.672	25.447	38.083
2,63	0,13	0,23	0,37	0,57	0,94	1,46	2,30	3,64	5,15	7,42	11,11
	475	834	1.333	2.045	3.399	5.252	8.280	13.092	18.555	26.719	39.987
2,75	0,14	0,24	0,39	0,60	0,99	1,53	2,41	3,81	5,40	7,78	11,64
	498	874	1.396	2.143	3.561	5.502	8.674	13.716	19.439	27.992	41.891
2,88	0,14	0,25	0,41	0,62	1,03	1,60	2,52	3,98	5,65	8,13	12,17
	520	913	1.460	2.240	3.723	5.752	9.068	14.339	20.322	29.264	43.795
3,00	0,15	0,26	0,42	0,65	1,08	1,67	2,63	4,16	5,89	8,48	12,69
	543	953	1.523	2.337	3.885	6.002	9.463	14.963	21.206	30.536	45.699
3,13	0,16	0,28	0,44	0,68	1,12	1,74	2,74	4,33	6,14	8,84	13,22
	565	993	1.587	2.435	4.046	6.252	9.857	15.586	22.089	31.809	47.603
3,25	0,16	0,29	0,46	0,70	1,17	1,81	2,85	4,50	6,38	9,19	13,75
	588	1.032	1.650	2.532	4.208	6.502	10.251	16.210	22.973	33.081	49.507
3,38	0,17	0,30	0,48	0,73	1,21	1,88	2,96	4,68	6,63	9,54	14,28
	611	1.072	1.713	2.630	4.370	6.752	10.645	16.833	23.857	34.353	51.411
3,50	0,18	0,31	0,49	0,76	1,26	1,95	3,07	4,85	6,87	9,90	14,81
	633	1.112	1.777	2.727	4.532	7.002	11.040	17.457	24.740	35.626	53.316

En la línea superior se tienen los caudales en l/s
En la línea inferior se tienen los caudales en l/h

Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)											
Velocidad (m/s)	Tubería:		Termoplásticos UNE-EN ISO							Serie 3.2	
	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Diámetro interior (mm)										
	8,8	11,6	14,6	18,2	23,4	29,2	36,4	46,0	54,8	65,6	80,2
0,50	0,03	0,05	0,08	0,13	0,22	0,33	0,52	0,83	1,18	1,69	2,53
	109	190	301	468	774	1.205	1.873	2.991	4.245	6.084	9.093
0,63	0,04	0,07	0,10	0,16	0,27	0,42	0,65	1,04	1,47	2,11	3,16
	137	238	377	585	968	1.507	2.341	3.739	5.307	7.605	11.366

(Continuación)

Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)											
Velocidad (m/s)	Tubería:		Termoplásticos UNE-EN ISO							Serie 3.2	
	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Diámetro interior (mm)										
	8,8	11,6	14,6	18,2	23,4	29,2	36,4	46,0	54,8	65,6	80,2
0,75	0,05	0,08	0,13	0,20	0,32	0,50	0,78	1,25	1,77	2,53	3,79
	164	285	452	702	1.161	1.808	2.810	4.487	6.368	9.126	13.640
0,88	0,05	0,09	0,15	0,23	0,38	0,59	0,91	1,45	2,06	2,96	4,42
	192	333	527	819	1.355	2.109	3.278	5.235	7.430	10.647	15.913
1,00	0,06	0,11	0,17	0,26	0,43	0,67	1,04	1,66	2,36	3,38	5,05
	219	380	603	937	1.548	2.411	3.746	5.983	8.491	12.167	18.186
1,13	0,07	0,12	0,19	0,29	0,48	0,75	1,17	1,87	2,65	3,80	5,68
	246	428	678	1.054	1.742	2.712	4.215	6.731	9.552	13.688	20.459
1,25	0,08	0,13	0,21	0,33	0,54	0,84	1,30	2,08	2,95	4,22	6,31
	274	476	753	1.171	1.935	3.013	4.683	7.479	10.614	15.209	22.733
1,38	0,08	0,15	0,23	0,36	0,59	0,92	1,43	2,29	3,24	4,65	6,95
	301	523	829	1.288	2.129	3.315	5.151	8.226	11.675	16.730	25.006
1,50	0,09	0,16	0,25	0,39	0,65	1,00	1,56	2,49	3,54	5,07	7,58
	328	571	904	1.405	2.322	3.616	5.619	8.974	12.736	18.251	27.279
1,63	0,10	0,17	0,27	0,42	0,70	1,09	1,69	2,70	3,83	5,49	8,21
	356	618	979	1.522	2.516	3.918	6.088	9.722	13.798	19.772	29.553
1,75	0,11	0,18	0,29	0,46	0,75	1,17	1,82	2,91	4,13	5,91	8,84
	383	666	1.055	1.639	2.709	4.219	6.556	10.470	14.859	21.293	31.826
1,88	0,11	0,20	0,31	0,49	0,81	1,26	1,95	3,12	4,42	6,34	9,47
	411	713	1.130	1.756	2.903	4.520	7.024	11.218	15.920	22.814	34.099
2,00	0,12	0,21	0,33	0,52	0,86	1,34	2,08	3,32	4,72	6,76	10,10
	438	761	1.205	1.873	3.096	4.822	7.492	11.966	16.982	24.335	36.372
2,13	0,13	0,22	0,36	0,55	0,91	1,42	2,21	3,53	5,01	7,18	10,73
	465	808	1.281	1.990	3.290	5.123	7.961	12.714	18.043	25.856	38.646
2,25	0,14	0,24	0,38	0,59	0,97	1,51	2,34	3,74	5,31	7,60	11,37
	493	856	1.356	2.107	3.483	5.424	8.429	13.461	19.105	27.377	40.919
2,38	0,14	0,25	0,40	0,62	1,02	1,59	2,47	3,95	5,60	8,03	12,00
	520	904	1.431	2.224	3.677	5.726	8.897	14.209	20.166	28.898	43.192
2,50	0,15	0,26	0,42	0,65	1,08	1,67	2,60	4,15	5,90	8,45	12,63
	547	951	1.507	2.341	3.870	6.027	9.366	14.957	21.227	30.419	45.466
2,63	0,16	0,28	0,44	0,68	1,13	1,76	2,73	4,36	6,19	8,87	13,26
	575	999	1.582	2.458	4.064	6.328	9.834	15.705	22.289	31.940	47.739
2,75	0,17	0,29	0,46	0,72	1,18	1,84	2,86	4,57	6,49	9,29	13,89
	602	1.046	1.657	2.576	4.258	6.630	10.302	16.453	23.350	33.461	50.012
2,88	0,17	0,30	0,48	0,75	1,24	1,93	2,99	4,78	6,78	9,72	14,52
	630	1.094	1.733	2.693	4.451	6.931	10.770	17.201	24.411	34.982	52.285
3,00	0,18	0,32	0,50	0,78	1,29	2,01	3,12	4,99	7,08	10,14	15,16
	657	1.141	1.808	2.810	4.645	7.232	11.239	17.949	25.473	36.502	54.559
3,13	0,19	0,33	0,52	0,81	1,34	2,09	3,25	5,19	7,37	10,56	15,79
	684	1.189	1.883	2.927	4.838	7.534	11.707	18.696	26.534	38.023	56.832
3,25	0,20	0,34	0,54	0,85	1,40	2,18	3,38	5,40	7,67	10,98	16,42
	712	1.236	1.959	3.044	5.032	7.835	12.175	19.444	27.595	39.544	59.105
3,38	0,21	0,36	0,57	0,88	1,45	2,26	3,51	5,61	7,96	11,41	17,05
	739	1.284	2.034	3.161	5.225	8.136	12.644	20.192	28.657	41.065	61.378

(Continuación)

Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)											
Velocidad (m/s)	Tubería:		Termoplásticos UNE-EN ISO							Serie 3.2	
	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Diámetro interior (mm)										
	8,8	11,6	14,6	18,2	23,4	29,2	36,4	46,0	54,8	65,6	80,2
3,50	0,21	0,37	0,59	0,91	1,51	2,34	3,64	5,82	8,26	11,83	17,68
	766	1.332	2.109	3.278	5.419	8.438	13.112	20.940	29.718	42.586	63.652

En la línea superior se tienen los caudales en l/s
En la línea inferior se tienen los caudales en l/h

Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)											
Velocidad (m/s)	Tubería:		Termoplásticos UNE-EN ISO							Serie 5.0	
	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Diámetro interior (mm)										
	9,8	13,0	16,4	20,4	26,2	32,8	41,0	51,6	61,4	73,6	90,0
0,50	0,04	0,07	0,11	0,16	0,27	0,42	0,66	1,05	1,48	2,13	3,18
	136	239	380	588	970	1.521	2.376	3.764	5.330	7.658	11.451
0,63	0,05	0,08	0,13	0,20	0,34	0,53	0,83	1,31	1,85	2,66	3,98
	170	299	475	735	1.213	1.901	2.971	4.705	6.662	9.573	14.314
0,75	0,06	0,10	0,16	0,25	0,40	0,63	0,99	1,57	2,22	3,19	4,77
	204	358	570	883	1.456	2.281	3.565	5.646	7.995	11.487	17.177
0,88	0,07	0,12	0,18	0,29	0,47	0,74	1,16	1,83	2,59	3,72	5,57
	238	418	665	1.030	1.698	2.662	4.159	6.587	9.327	13.402	20.039
1,00	0,08	0,13	0,21	0,33	0,54	0,84	1,32	2,09	2,96	4,25	6,36
	272	478	760	1.177	1.941	3.042	4.753	7.528	10.659	15.316	22.902
1,13	0,08	0,15	0,24	0,37	0,61	0,95	1,49	2,35	3,33	4,79	7,16
	305	538	856	1.324	2.183	3.422	5.347	8.469	11.992	17.231	25.765
1,25	0,09	0,17	0,26	0,41	0,67	1,06	1,65	2,61	3,70	5,32	7,95
	339	597	951	1.471	2.426	3.802	5.941	9.410	13.324	19.145	28.628
1,38	0,10	0,18	0,29	0,45	0,74	1,16	1,82	2,88	4,07	5,85	8,75
	373	657	1.046	1.618	2.669	4.183	6.535	10.351	14.657	21.060	31.491
1,50	0,11	0,20	0,32	0,49	0,81	1,27	1,98	3,14	4,44	6,38	9,54
	407	717	1.141	1.765	2.911	4.563	7.129	11.292	15.989	22.974	34.353
1,63	0,12	0,22	0,34	0,53	0,88	1,37	2,15	3,40	4,81	6,91	10,34
	441	776	1.236	1.912	3.154	4.943	7.724	12.233	17.321	24.889	37.216
1,75	0,13	0,23	0,37	0,57	0,94	1,48	2,31	3,66	5,18	7,45	11,13
	475	836	1.331	2.059	3.397	5.323	8.318	13.174	18.654	26.803	40.079
1,88	0,14	0,25	0,40	0,61	1,01	1,58	2,48	3,92	5,55	7,98	11,93
	509	896	1.426	2.206	3.639	5.704	8.912	14.115	19.986	28.718	42.942
2,00	0,15	0,27	0,42	0,65	1,08	1,69	2,64	4,18	5,92	8,51	12,72
	543	956	1.521	2.353	3.882	6.084	9.506	15.056	21.319	30.632	45.805
2,13	0,16	0,28	0,45	0,69	1,15	1,80	2,81	4,44	6,29	9,04	13,52
	577	1.015	1.616	2.500	4.124	6.464	10.100	15.997	22.651	32.547	48.667
2,25	0,17	0,30	0,48	0,74	1,21	1,90	2,97	4,71	6,66	9,57	14,31
	611	1.075	1.711	2.648	4.367	6.844	10.694	16.939	23.984	34.461	51.530
2,38	0,18	0,32	0,50	0,78	1,28	2,01	3,14	4,97	7,03	10,10	15,11
	645	1.135	1.806	2.795	4.610	7.224	11.288	17.880	25.316	36.376	54.393
2,50	0,19	0,33	0,53	0,82	1,35	2,11	3,30	5,23	7,40	10,64	15,90
	679	1.195	1.901	2.942	4.852	7.605	11.882	18.821	26.648	38.290	57.256

(Continuación)

Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)											
Velocidad (m/s)	Tubería:		Termoplásticos UNE-EN ISO							Serie 5.0	
	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Diámetro interior (mm)										
	9,8	13,0	16,4	20,4	26,2	32,8	41,0	51,6	61,4	73,6	90,0
2,63	0,20	0,35	0,55	0,86	1,42	2,22	3,47	5,49	7,77	11,17	16,70
	713	1.254	1.996	3.089	5.095	7.985	12.476	19.762	27.981	40.205	60.118
2,75	0,21	0,37	0,58	0,90	1,48	2,32	3,63	5,75	8,14	11,70	17,49
	747	1.314	2.091	3.236	5.337	8.365	13.071	20.703	29.313	42.119	62.981
2,88	0,22	0,38	0,61	0,94	1,55	2,43	3,80	6,01	8,51	12,23	18,29
	781	1.374	2.186	3.383	5.580	8.745	13.665	21.644	30.646	44.034	65.844
3,00	0,23	0,40	0,63	0,98	1,62	2,53	3,96	6,27	8,88	12,76	19,09
	815	1.434	2.281	3.530	5.823	9.126	14.259	22.585	31.978	45.948	68.707
3,13	0,24	0,41	0,66	1,02	1,68	2,64	4,13	6,53	9,25	13,30	19,88
	849	1.493	2.376	3.677	6.065	9.506	14.853	23.526	33.310	47.863	71.570
3,25	0,25	0,43	0,69	1,06	1,75	2,75	4,29	6,80	9,62	13,83	20,68
	883	1.553	2.472	3.824	6.308	9.886	15.447	24.467	34.643	49.777	74.432
3,38	0,25	0,45	0,71	1,10	1,82	2,85	4,46	7,06	9,99	14,36	21,47
	916	1.613	2.567	3.971	6.550	10.266	16.041	25.408	35.975	51.692	77.295
3,50	0,26	0,46	0,74	1,14	1,89	2,96	4,62	7,32	10,36	14,89	22,27
	950	1.672	2.662	4.118	6.793	10.647	16.635	26.349	37.308	53.606	80.158

En la línea superior se tienen los caudales en l/s
En la línea inferior se tienen los caudales en l/h

Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)											
Velocidad (m/s)	Tubería:		Termoplásticos UNE-EN ISO							Serie 6.3	
	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Diámetro interior (mm)										
	10,2	13,6	17,0	21,4	27,2	34,2	42,6	53,8	64,0	76,8	93,8
0,50	0,04	0,07	0,11	0,18	0,29	0,46	0,71	1,14	1,61	2,32	3,46
	147	261	409	647	1.046	1.654	2.566	4.092	5.791	8.338	12.439
0,63	0,05	0,09	0,14	0,22	0,36	0,57	0,89	1,42	2,01	2,90	4,32
	184	327	511	809	1.307	2.067	3.207	5.115	7.238	10.423	15.548
0,75	0,06	0,11	0,17	0,27	0,44	0,69	1,07	1,70	2,41	3,47	5,18
	221	392	613	971	1.569	2.480	3.848	6.138	8.686	12.508	18.658
0,88	0,07	0,13	0,20	0,31	0,51	0,80	1,25	1,99	2,81	4,05	6,05
	257	458	715	1.133	1.830	2.894	4.490	7.161	10.134	14.592	21.767
1,00	0,08	0,15	0,23	0,36	0,58	0,92	1,43	2,27	3,22	4,63	6,91
	294	523	817	1.295	2.092	3.307	5.131	8.184	11.581	16.677	24.877
1,13	0,09	0,16	0,26	0,40	0,65	1,03	1,60	2,56	3,62	5,21	7,77
	331	588	919	1.457	2.353	3.720	5.773	9.207	13.029	18.762	27.987
1,25	0,10	0,18	0,28	0,45	0,73	1,15	1,78	2,84	4,02	5,79	8,64
	368	654	1.021	1.619	2.615	4.134	6.414	10.230	14.476	20.846	31.096
1,38	0,11	0,20	0,31	0,49	0,80	1,26	1,96	3,13	4,42	6,37	9,50
	404	719	1.124	1.780	2.876	4.547	7.055	11.253	15.924	22.931	34.206
1,50	0,12	0,22	0,34	0,54	0,87	1,38	2,14	3,41	4,83	6,95	10,37
	441	784	1.226	1.942	3.138	4.961	7.697	12.276	17.372	25.015	37.316
1,63	0,13	0,24	0,37	0,58	0,94	1,49	2,32	3,69	5,23	7,53	11,23
	478	850	1.328	2.104	3.399	5.374	8.338	13.299	18.819	27.100	40.425

(Continuación)

Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)											
Velocidad (m/s)	Tubería:		Termoplásticos UNE-EN ISO							Serie 6.3	
	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Diámetro interior (mm)										
	10,2	13,6	17,0	21,4	27,2	34,2	42,6	53,8	64,0	76,8	93,8
1,75	0,14	0,25	0,40	0,63	1,02	1,61	2,49	3,98	5,63	8,11	12,09
	515	915	1.430	2.266	3.661	5.787	8.979	14.322	20.267	29.185	43.535
1,88	0,15	0,27	0,43	0,67	1,09	1,72	2,67	4,26	6,03	8,69	12,96
	552	981	1.532	2.428	3.922	6.201	9.621	15.345	21.715	31.269	46.644
2,00	0,16	0,29	0,45	0,72	1,16	1,84	2,85	4,55	6,43	9,26	13,82
	588	1.046	1.634	2.590	4.184	6.614	10.262	16.368	23.162	33.354	49.754
2,13	0,17	0,31	0,48	0,76	1,23	1,95	3,03	4,83	6,84	9,84	14,68
	625	1.111	1.736	2.752	4.445	7.028	10.904	17.391	24.610	35.438	52.864
2,25	0,18	0,33	0,51	0,81	1,31	2,07	3,21	5,11	7,24	10,42	15,55
	662	1.177	1.839	2.913	4.707	7.441	11.545	18.414	26.058	37.523	55.973
2,38	0,19	0,35	0,54	0,85	1,38	2,18	3,39	5,40	7,64	11,00	16,41
	699	1.242	1.941	3.075	4.968	7.854	12.186	19.437	27.505	39.608	59.083
2,50	0,20	0,36	0,57	0,90	1,45	2,30	3,56	5,68	8,04	11,58	17,28
	735	1.307	2.043	3.237	5.230	8.268	12.828	20.460	28.953	41.692	62.193
2,63	0,21	0,38	0,60	0,94	1,53	2,41	3,74	5,97	8,44	12,16	18,14
	772	1.373	2.145	3.399	5.491	8.681	13.469	21.483	30.401	43.777	65.302
2,75	0,22	0,40	0,62	0,99	1,60	2,53	3,92	6,25	8,85	12,74	19,00
	809	1.438	2.247	3.561	5.753	9.094	14.111	22.506	31.848	45.862	68.412
2,88	0,23	0,42	0,65	1,03	1,67	2,64	4,10	6,54	9,25	13,32	19,87
	846	1.504	2.349	3.723	6.014	9.508	14.752	23.529	33.296	47.946	71.522
3,00	0,25	0,44	0,68	1,08	1,74	2,76	4,28	6,82	9,65	13,90	20,73
	883	1.569	2.451	3.885	6.276	9.921	15.393	24.552	34.744	50.031	74.631
3,13	0,26	0,45	0,71	1,12	1,82	2,87	4,45	7,10	10,05	14,48	21,59
	919	1.634	2.554	4.046	6.537	10.335	16.035	25.575	36.191	52.115	77.741
3,25	0,27	0,47	0,74	1,17	1,89	2,99	4,63	7,39	10,46	15,06	22,46
	956	1.700	2.656	4.208	6.799	10.748	16.676	26.598	37.639	54.200	80.850
3,38	0,28	0,49	0,77	1,21	1,96	3,10	4,81	7,67	10,86	15,63	23,32
	993	1.765	2.758	4.370	7.060	11.161	17.318	27.621	39.087	56.285	83.960
3,50	0,29	0,51	0,79	1,26	2,03	3,22	4,99	7,96	11,26	16,21	24,19
	1.030	1.830	2.860	4.532	7.321	11.575	17.959	28.643	40.534	58.369	87.070

En la línea superior se tienen los caudales en l/s

En la línea inferior se tienen los caudales en l/h

Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)											
Velocidad (m/s)	Tubería:		Termoplásticos UNE-EN ISO							Serie 8.0	
	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Diámetro interior (mm)										
	10,6	14,2	17,6	22,0	28,2	35,2	44,2	55,6	66,2	79,4	97,0
0,50	0,04	0,08	0,12	0,19	0,31	0,49	0,77	1,21	1,72	2,48	3,69
	159	285	438	684	1.124	1.752	2.762	4.370	6.196	8.913	13.302
0,63	0,06	0,10	0,15	0,24	0,39	0,61	0,96	1,52	2,15	3,09	4,62
	199	356	547	855	1.405	2.190	3.452	5.463	7.744	11.141	16.627
0,75	0,07	0,12	0,18	0,29	0,47	0,73	1,15	1,82	2,58	3,71	5,54
	238	428	657	1.026	1.686	2.627	4.143	6.555	9.293	13.369	19.953

(Continuación)

Caudales (l/s y l/h) en función de la velocidad (m/s)											
Velocidad (m/s)	Tubería:		Termoplásticos UNE-EN ISO							Serie 8.0	
	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Diámetro interior (mm)										
	10,6	14,2	17,6	22,0	28,2	35,2	44,2	55,6	66,2	79,4	97,0
0,88	0,08	0,14	0,21	0,33	0,55	0,85	1,34	2,12	3,01	4,33	6,47
	278	499	766	1.197	1.967	3.065	4.833	7.648	10.842	15.597	23.278
1,00	0,09	0,16	0,24	0,38	0,62	0,97	1,53	2,43	3,44	4,95	7,39
	318	570	876	1.368	2.248	3.503	5.524	8.741	12.391	17.825	26.603
1,13	0,10	0,18	0,27	0,43	0,70	1,09	1,73	2,73	3,87	5,57	8,31
	357	641	985	1.540	2.530	3.941	6.214	9.833	13.940	20.053	29.929
1,25	0,11	0,20	0,30	0,48	0,78	1,22	1,92	3,03	4,30	6,19	9,24
	397	713	1.095	1.711	2.811	4.379	6.905	10.926	15.489	22.281	33.254
1,38	0,12	0,22	0,33	0,52	0,86	1,34	2,11	3,34	4,73	6,81	10,16
	437	784	1.204	1.882	3.092	4.817	7.595	12.018	17.038	24.510	36.580
1,50	0,13	0,24	0,36	0,57	0,94	1,46	2,30	3,64	5,16	7,43	11,08
	477	855	1.314	2.053	3.373	5.255	8.286	13.111	18.587	26.738	39.905
1,63	0,14	0,26	0,40	0,62	1,01	1,58	2,49	3,95	5,59	8,05	12,01
	516	926	1.423	2.224	3.654	5.693	8.976	14.204	20.136	28.966	43.230
1,75	0,15	0,28	0,43	0,67	1,09	1,70	2,69	4,25	6,02	8,67	12,93
	556	998	1.533	2.395	3.935	6.131	9.667	15.296	21.684	31.194	46.556
1,88	0,17	0,30	0,46	0,71	1,17	1,82	2,88	4,55	6,45	9,28	13,86
	596	1.069	1.642	2.566	4.216	6.569	10.357	16.389	23.233	33.422	49.881
2,00	0,18	0,32	0,49	0,76	1,25	1,95	3,07	4,86	6,88	9,90	14,78
	635	1.140	1.752	2.737	4.497	7.007	11.048	17.481	24.782	35.650	53.207
2,13	0,19	0,34	0,52	0,81	1,33	2,07	3,26	5,16	7,31	10,52	15,70
	675	1.212	1.861	2.908	4.778	7.445	11.738	18.574	26.331	37.879	56.532
2,25	0,20	0,36	0,55	0,86	1,41	2,19	3,45	5,46	7,74	11,14	16,63
	715	1.283	1.971	3.079	5.059	7.882	12.429	19.666	27.880	40.107	59.858
2,38	0,21	0,38	0,58	0,90	1,48	2,31	3,64	5,77	8,17	11,76	17,55
	755	1.354	2.080	3.250	5.340	8.320	13.119	20.759	29.429	42.335	63.183
2,50	0,22	0,40	0,61	0,95	1,56	2,43	3,84	6,07	8,60	12,38	18,47
	794	1.425	2.190	3.421	5.621	8.758	13.809	21.852	30.978	44.563	66.508
2,63	0,23	0,42	0,64	1,00	1,64	2,55	4,03	6,37	9,04	13,00	19,40
	834	1.497	2.299	3.592	5.902	9.196	14.500	22.944	32.527	46.791	69.834
2,75	0,24	0,44	0,67	1,05	1,72	2,68	4,22	6,68	9,47	13,62	20,32
	874	1.568	2.409	3.763	6.183	9.634	15.190	24.037	34.075	49.019	73.159
2,88	0,25	0,46	0,70	1,09	1,80	2,80	4,41	6,98	9,90	14,24	21,25
	913	1.639	2.518	3.934	6.464	10.072	15.881	25.129	35.624	51.247	76.485
3,00	0,26	0,48	0,73	1,14	1,87	2,92	4,60	7,28	10,33	14,85	22,17
	953	1.710	2.627	4.105	6.745	10.510	16.571	26.222	37.173	53.476	79.810
3,13	0,28	0,49	0,76	1,19	1,95	3,04	4,79	7,59	10,76	15,47	23,09
	993	1.782	2.737	4.277	7.027	10.948	17.262	27.314	38.722	55.704	83.136
3,25	0,29	0,51	0,79	1,24	2,03	3,16	4,99	7,89	11,19	16,09	24,02
	1.032	1.853	2.846	4.448	7.308	11.386	17.952	28.407	40.271	57.932	86.461
3,38	0,30	0,53	0,82	1,28	2,11	3,28	5,18	8,19	11,62	16,71	24,94
	1.072	1.924	2.956	4.619	7.589	11.824	18.643	29.500	41.820	60.160	89.786
3,50	0,31	0,55	0,85	1,33	2,19	3,41	5,37	8,50	12,05	17,33	25,86
	1.112	1.995	3.065	4.790	7.870	12.262	19.333	30.592	43.369	62.388	93.112

En la línea superior se tienen los caudales en l/s

En la línea inferior se tienen los caudales en l/h

Caudales máximos en función de la pérdida de carga

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Rugosa							*Temperatura media del agua: 50 °C					
*Material: Acero							*Densidad: 988 kg/m³					
*Norma: UNE-EN 10.255 (M)							*Viscosidad: 0,582 cST					
Pa/m	DN	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN65	DN80	DN100	DN125	DN150
	Φ int.	16,1	21,7	27,3	36,0	41,9	53,1	68,9	80,9	105,3	129,7	155,1
25	l/s	0,03	0,07	0,12	0,26	0,39	0,74	1,49	2,29	4,64	8,11	13,10
	l/h	109	243	449	942	1.415	2.668	5.362	8.244	16.705	29.196	47.144
	m/s	0,15	0,18	0,21	0,26	0,28	0,33	0,40	0,45	0,53	0,61	0,69
50	l/s	0,04	0,10	0,18	0,38	0,57	1,07	2,16	3,32	6,72	11,75	18,97
	l/h	158	352	650	1.365	2.049	3.866	7.768	11.943	24.200	42.297	68.297
	m/s	0,22	0,26	0,31	0,37	0,41	0,48	0,58	0,65	0,77	0,89	1,00
75	l/s	0,05	0,12	0,22	0,47	0,71	1,33	2,68	4,12	8,35	14,59	23,56
	l/h	196	437	808	1.695	2.545	4.802	9.648	14.835	30.060	52.538	84.834
	m/s	0,27	0,33	0,38	0,46	0,51	0,60	0,72	0,80	0,96	1,10	1,25
100	l/s	0,06	0,14	0,26	0,55	0,82	1,56	3,13	4,81	9,74	17,02	27,48
	l/h	229	509	942	1.977	2.969	5.600	11.253	17.302	35.059	61.276	98.942
	m/s	0,31	0,38	0,45	0,54	0,60	0,70	0,84	0,93	1,12	1,29	1,45
125	l/s	0,07	0,16	0,29	0,62	0,93	1,75	3,52	5,42	10,97	19,18	30,97
	l/h	258	574	1.062	2.227	3.345	6.310	12.679	19.494	39.502	69.042	111.482
	m/s	0,35	0,43	0,50	0,61	0,67	0,79	0,94	1,05	1,26	1,45	1,64
150	l/s	0,08	0,18	0,33	0,68	1,02	1,93	3,88	5,97	12,10	21,14	34,14
	l/h	284	633	1.170	2.456	3.687	6.956	13.978	21.491	43.547	76.112	122.899
	m/s	0,39	0,48	0,56	0,67	0,74	0,87	1,04	1,16	1,39	1,60	1,81
175	l/s	0,09	0,19	0,35	0,74	1,11	2,10	4,22	6,48	13,14	22,96	37,07
	l/h	309	687	1.271	2.667	4.004	7.554	15.179	23.337	47.289	82.652	133.459
	m/s	0,42	0,52	0,60	0,73	0,81	0,95	1,13	1,26	1,51	1,74	1,96
200	l/s	0,09	0,20	0,38	0,80	1,19	2,25	4,53	6,96	14,11	24,66	39,82
	l/h	332	738	1.365	2.864	4.301	8.113	16.302	25.065	50.789	88.770	143.338
	m/s	0,45	0,55	0,65	0,78	0,87	1,02	1,21	1,35	1,62	1,87	2,11
225	l/s	0,10	0,22	0,40	0,85	1,27	2,40	4,82	7,42	15,03	26,26	42,40
	l/h	353	786	1.454	3.050	4.580	8.640	17.362	26.694	54.091	94.541	152.656
	m/s	0,48	0,59	0,69	0,83	0,92	1,08	1,29	1,44	1,73	1,99	2,24
250	l/s	0,10	0,23	0,43	0,90	1,35	2,54	5,10	7,84	15,90	27,78	44,86
	l/h	374	831	1.538	3.227	4.846	9.141	18.368	28.242	57.226	100.021	161.504
	m/s	0,51	0,62	0,73	0,88	0,98	1,15	1,37	1,53	1,83	2,10	2,37
275	l/s	0,11	0,24	0,45	0,94	1,42	2,67	5,37	8,26	16,73	29,24	47,21
	l/h	393	875	1.618	3.396	5.099	9.619	19.329	29.718	60.219	105.251	169.949
	m/s	0,54	0,66	0,77	0,93	1,03	1,21	1,44	1,61	1,92	2,21	2,50
300	l/s	0,11	0,25	0,47	0,99	1,48	2,80	5,62	8,65	17,52	30,63	49,46
	l/h	412	916	1.695	3.557	5.342	10.077	20.250	31.134	63.087	110.264	178.044
	m/s	0,56	0,69	0,80	0,97	1,08	1,26	1,51	1,68	2,01	2,32	2,62
325	l/s	0,12	0,27	0,49	1,03	1,55	2,92	5,87	9,03	18,29	31,97	51,62
	l/h	430	957	1.769	3.713	5.576	10.518	21.135	32.495	65.846	115.086	185.830
	m/s	0,59	0,72	0,84	1,01	1,12	1,32	1,57	1,76	2,10	2,42	2,73
350	l/s	0,12	0,28	0,51	1,07	1,61	3,04	6,11	9,39	19,03	33,26	53,71
	l/h	447	995	1.841	3.863	5.801	10.943	21.990	33.809	68.508	119.738	193.342
	m/s	0,61	0,75	0,87	1,05	1,17	1,37	1,64	1,83	2,19	2,52	2,84

(Continuación)

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Rugosa						*Temperatura media del agua: 50 °C						
*Material: Acero						*Densidad: 988 kg/m³						
*Norma: UNE-EN 10.255 (M)						*Viscosidad: 0,582 cST						
Pa/m	DN	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN65	DN80	DN100	DN125	DN150
	Φ int.	16,1	21,7	27,3	36,0	41,9	53,1	68,9	80,9	105,3	129,7	155,1
375	l/s	0,13	0,29	0,53	1,11	1,67	3,15	6,34	9,74	19,75	34,51	55,72
	l/h	464	1.033	1.910	4.008	6.019	11.354	22.816	35.080	71.082	124.239	200.609
	m/s	0,63	0,78	0,91	1,09	1,21	1,42	1,70	1,90	2,27	2,61	2,95
400	l/s	0,13	0,30	0,55	1,15	1,73	3,26	6,56	10,09	20,44	35,72	57,68
	l/h	480	1.069	1.977	4.149	6.230	11.753	23.617	36.311	73.579	128.601	207.653
	m/s	0,66	0,80	0,94	1,13	1,26	1,47	1,76	1,96	2,35	2,70	3,05
425	l/s	0,14	0,31	0,57	1,19	1,79	3,37	6,78	10,42	21,11	36,90	59,58
	l/h	496	1.104	2.042	4.286	6.436	12.140	24.395	37.508	76.003	132.839	214.496
	m/s	0,68	0,83	0,97	1,17	1,30	1,52	1,82	2,03	2,42	2,79	3,15
450	l/s	0,14	0,32	0,58	1,23	1,84	3,48	6,99	10,74	21,77	38,04	61,43
	l/h	512	1.138	2.106	4.419	6.635	12.517	25.153	38.672	78.362	136.962	221.153
	m/s	0,70	0,86	1,00	1,21	1,34	1,57	1,87	2,09	2,50	2,88	3,25
475	l/s	0,15	0,33	0,60	1,26	1,90	3,58	7,19	11,06	22,41	39,16	63,23
	l/h	527	1.172	2.168	4.548	6.830	12.884	25.890	39.807	80.661	140.979	227.641
	m/s	0,72	0,88	1,03	1,24	1,38	1,62	1,93	2,15	2,57	2,96	3,35
500	l/s	0,15	0,33	0,62	1,30	1,95	3,68	7,39	11,36	23,03	40,25	64,99
	l/h	541	1.204	2.228	4.675	7.020	13.243	26.610	40.914	82.904	144.900	233.971
	m/s	0,74	0,90	1,06	1,28	1,41	1,66	1,98	2,21	2,64	3,05	3,44
525	l/s	0,15	0,34	0,64	1,33	2,00	3,78	7,59	11,67	23,64	41,31	66,71
	l/h	556	1.236	2.287	4.798	7.206	13.593	27.314	41.995	85.095	148.730	240.156
	m/s	0,76	0,93	1,09	1,31	1,45	1,71	2,03	2,27	2,71	3,13	3,53
600	l/s	0,17	0,37	0,68	1,43	2,15	4,06	8,15	12,53	25,39	44,37	71,65
	l/h	597	1.328	2.456	5.153	7.739	14.599	29.336	45.103	91.394	159.739	257.932
	m/s	0,81	1,00	1,17	1,41	1,56	1,83	2,19	2,44	2,92	3,36	3,79
800	l/s	0,19	0,43	0,80	1,67	2,51	4,73	9,50	14,61	29,61	51,75	83,56
	l/h	696	1.549	2.864	6.011	9.026	17.027	34.214	52.604	106.593	186.305	300.827
	m/s	0,95	1,16	1,36	1,64	1,82	2,14	2,55	2,84	3,40	3,92	4,42
1.000	l/s	0,22	0,48	0,90	1,88	2,83	5,33	10,71	16,46	33,36	58,31	94,15
	l/h	784	1.745	3.227	6.772	10.170	19.185	38.551	59.271	120.103	209.917	338.954
	m/s	1,07	1,31	1,53	1,85	2,05	2,41	2,87	3,20	3,83	4,41	4,98
1.200	l/s	0,24	0,53	0,99	2,07	3,11	5,87	11,81	18,15	36,78	64,28	103,80
	l/h	865	1.923	3.558	7.466	11.212	21.149	42.498	65.341	132.403	231.414	373.666
	m/s	1,18	1,44	1,69	2,04	2,26	2,65	3,17	3,53	4,22	4,87	5,49
1.400	l/s	0,26	0,58	1,07	2,25	3,38	6,38	12,82	19,71	39,94	69,81	112,72
	l/h	939	2.089	3.864	8.107	12.175	22.967	46.150	70.956	143.779	251.299	405.774
	m/s	1,28	1,57	1,83	2,21	2,45	2,88	3,44	3,83	4,59	5,28	5,97
1.600	l/s	0,28	0,62	1,15	2,42	3,63	6,85	13,77	21,17	42,89	74,97	121,06
	l/h	1.008	2.243	4.150	8.707	13.076	24.667	49.566	76.208	154.422	269.899	435.809
	m/s	1,38	1,68	1,97	2,38	2,63	3,09	3,69	4,12	4,93	5,67	6,41
1.800	l/s	0,30	0,66	1,23	2,58	3,87	7,30	14,66	22,55	45,68	79,85	128,93
	l/h	1.074	2.389	4.419	9.274	13.926	26.270	52.789	81.162	164.461	287.446	464.141
	m/s	1,47	1,79	2,10	2,53	2,81	3,30	3,93	4,39	5,25	6,04	6,82

(Continuación)

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Rugosa						*Temperatura media del agua: 50 °C						
*Material: Acero						*Densidad: 988 kg/m³						
*Norma: UNE-EN 10.255 (M)						*Viscosidad: 0,582 cST						
Pa/m	DN	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN65	DN80	DN100	DN125	DN150
	Φ int.	16,1	21,7	27,3	36,0	41,9	53,1	68,9	80,9	105,3	129,7	155,1
2.000	l/s	0,32	0,70	1,30	2,73	4,09	7,72	15,51	23,85	48,33	84,47	136,40
	l/h	1.136	2.528	4.676	9.811	14.733	27.793	55.848	85.867	173.993	304.106	491.043
	m/s	1,55	1,90	2,22	2,68	2,97	3,49	4,16	4,64	5,55	6,39	7,22
2.200	l/s	0,33	0,74	1,37	2,87	4,31	8,12	16,32	25,10	50,86	88,89	143,53
	l/h	1.196	2.660	4.920	10.324	15.504	29.246	58.768	90.356	183.091	320.008	516.719
	m/s	1,63	2,00	2,33	2,82	3,12	3,67	4,38	4,88	5,84	6,73	7,60
2.400	l/s	0,35	0,77	1,43	3,00	4,51	8,51	17,10	26,29	53,28	93,12	150,37
	l/h	1.252	2.787	5.154	10.816	16.242	30.639	61.568	94.660	191.812	335.250	541.331
	m/s	1,71	2,09	2,45	2,95	3,27	3,84	4,59	5,12	6,12	7,05	7,96
2.600	l/s	0,36	0,81	1,49	3,14	4,71	8,88	17,85	27,44	55,61	97,20	156,95
	l/h	1.307	2.908	5.380	11.289	16.952	31.979	64.260	98.800	200.200	349.911	565.004
	m/s	1,78	2,18	2,55	3,08	3,42	4,01	4,79	5,34	6,39	7,36	8,31
2.800	l/s	0,38	0,84	1,55	3,26	4,90	9,24	18,57	28,55	57,86	101,13	163,29
	l/h	1.360	3.026	5.597	11.745	17.638	33.272	66.858	102.794	208.293	364.057	587.845
	m/s	1,86	2,27	2,66	3,21	3,55	4,17	4,98	5,55	6,64	7,65	8,64
3.000	l/s	0,39	0,87	1,61	3,39	5,08	9,59	19,27	29,63	60,03	104,93	169,43
	l/h	1.411	3.140	5.808	12.187	18.301	34.522	69.371	106.657	216.122	377.739	609.939
	m/s	1,93	2,36	2,76	3,33	3,69	4,33	5,17	5,76	6,89	7,94	8,97
3.200	l/s	0,41	0,90	1,67	3,50	5,26	9,93	19,95	30,67	62,14	108,61	175,38
	l/h	1.461	3.250	6.012	12.614	18.943	35.734	71.807	110.403	223.711	391.004	631.357
	m/s	1,99	2,44	2,85	3,44	3,82	4,48	5,35	5,97	7,14	8,22	9,28
3.400	l/s	0,42	0,93	1,72	3,62	5,44	10,25	20,60	31,68	64,19	112,19	181,16
	l/h	1.509	3.357	6.210	13.030	19.567	36.912	74.173	114.040	231.082	403.887	652.160
	m/s	2,06	2,52	2,95	3,56	3,94	4,63	5,53	6,16	7,37	8,49	9,59
3.600	l/s	0,43	0,96	1,78	3,73	5,60	10,57	21,24	32,66	66,18	115,67	186,78
	l/h	1.556	3.461	6.403	13.435	20.175	38.058	76.475	117.580	238.255	416.423	672.402
	m/s	2,12	2,60	3,04	3,67	4,06	4,77	5,70	6,35	7,60	8,76	9,89
3.800	l/s	0,44	0,99	1,83	3,84	5,77	10,88	21,87	33,62	68,12	119,07	192,26
	l/h	1.601	3.563	6.590	13.829	20.767	39.174	78.718	121.029	245.244	428.639	692.127
	m/s	2,18	2,68	3,13	3,77	4,18	4,91	5,86	6,54	7,82	9,01	10,18
4.000	l/s	0,46	1,02	1,88	3,95	5,93	11,18	22,47	34,55	70,02	122,38	197,60
	l/h	1.646	3.662	6.774	14.213	21.344	40.263	80.907	124.395	252.064	440.559	711.374
	m/s	2,25	2,75	3,21	3,88	4,30	5,05	6,03	6,72	8,04	9,26	10,46
4.200	l/s	0,47	1,04	1,93	4,05	6,09	11,48	23,07	35,47	71,87	125,61	202,83
	l/h	1.689	3.759	6.953	14.589	21.908	41.328	83.046	127.683	258.727	452.205	730.179
	m/s	2,31	2,82	3,30	3,98	4,41	5,18	6,19	6,90	8,25	9,51	10,74
4.400	l/s	0,48	1,07	1,98	4,15	6,24	11,77	23,65	36,36	73,68	128,78	207,94
	l/h	1.732	3.853	7.128	14.956	22.460	42.369	85.138	130.899	265.244	463.596	748.572
	m/s	2,36	2,89	3,38	4,08	4,52	5,31	6,34	7,07	8,46	9,75	11,01
4.600	l/s	0,49	1,10	2,03	4,25	6,39	12,05	24,22	37,24	75,45	131,87	212,94
	l/h	1.774	3.946	7.299	15.316	23.000	43.388	87.186	134.048	271.625	474.748	766.579
	m/s	2,42	2,96	3,46	4,18	4,63	5,44	6,50	7,24	8,66	9,98	11,27

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa						*Temperatura media del agua: 50 °C						
*Material: Acero inoxidable						*Densidad: 988 kg/m ³						
*Norma: UNE-EN 10.312 Serie 1						*Viscosidad: 0,582 cST						
Pa/m	DN	12x0,6	15x0,6	18x0,7	22x0,7	28x0,8	35x1,0	42x1,1	54x1,2	66,7x1,2	76,1x1,5	88,9x2,0
	Φ int.	10,8	13,8	16,6	20,6	26,4	33,0	39,8	51,6	64,3	73,1	84,9
25	l/s	0,01	0,02	0,03	0,06	0,11	0,20	0,33	0,68	1,23	1,74	2,62
	l/h	35	68	112	202	396	725	1.205	2.439	4.432	6.277	9.423
	m/s	0,11	0,13	0,14	0,17	0,20	0,24	0,27	0,32	0,38	0,42	0,46
50	l/s	0,01	0,03	0,05	0,08	0,16	0,30	0,50	1,01	1,83	2,59	3,89
	l/h	52	101	167	300	588	1.077	1.791	3.624	6.586	9.328	14.002
	m/s	0,16	0,19	0,21	0,25	0,30	0,35	0,40	0,48	0,56	0,62	0,69
75	l/s	0,02	0,04	0,06	0,10	0,21	0,38	0,63	1,27	2,31	3,27	4,90
	l/h	65	127	210	378	741	1.358	2.258	4.569	8.303	11.760	17.653
	m/s	0,20	0,24	0,27	0,31	0,38	0,44	0,50	0,61	0,71	0,78	0,87
100	l/s	0,02	0,04	0,07	0,12	0,24	0,44	0,74	1,50	2,72	3,85	5,78
	l/h	77	150	248	445	873	1.601	2.662	5.386	9.786	13.862	20.808
	m/s	0,23	0,28	0,32	0,37	0,44	0,52	0,59	0,72	0,84	0,92	1,02
125	l/s	0,02	0,05	0,08	0,14	0,28	0,51	0,84	1,70	3,09	4,37	6,57
	l/h	88	171	282	506	992	1.818	3.024	6.118	11.117	15.747	23.637
	m/s	0,27	0,32	0,36	0,42	0,50	0,59	0,68	0,81	0,95	1,04	1,16
150	l/s	0,03	0,05	0,09	0,16	0,31	0,56	0,93	1,89	3,43	4,85	7,29
	l/h	97	189	313	562	1.101	2.018	3.356	6.790	12.338	17.476	26.233
	m/s	0,30	0,35	0,40	0,47	0,56	0,66	0,75	0,90	1,06	1,16	1,29
175	l/s	0,03	0,06	0,09	0,17	0,33	0,61	1,02	2,06	3,74	5,30	7,96
	l/h	106	207	341	613	1.203	2.204	3.665	7.415	13.474	19.085	28.648
	m/s	0,32	0,38	0,44	0,51	0,61	0,72	0,82	0,98	1,15	1,26	1,41
200	l/s	0,03	0,06	0,10	0,18	0,36	0,66	1,10	2,22	4,04	5,72	8,59
	l/h	115	223	368	662	1.298	2.379	3.955	8.003	14.542	20.599	30.920
	m/s	0,35	0,41	0,47	0,55	0,66	0,77	0,88	1,06	1,24	1,36	1,52
225	l/s	0,03	0,07	0,11	0,20	0,39	0,71	1,18	2,38	4,32	6,12	9,19
	l/h	123	239	394	708	1.388	2.544	4.231	8.560	15.555	22.033	33.073
	m/s	0,37	0,44	0,51	0,59	0,70	0,83	0,94	1,14	1,33	1,46	1,62
250	l/s	0,04	0,07	0,12	0,21	0,41	0,75	1,25	2,53	4,59	6,50	9,76
	l/h	130	253	419	752	1.475	2.702	4.493	9.091	16.520	23.400	35.125
	m/s	0,40	0,47	0,54	0,63	0,75	0,88	1,00	1,21	1,41	1,55	1,72
275	l/s	0,04	0,07	0,12	0,22	0,43	0,79	1,32	2,67	4,85	6,86	10,30
	l/h	138	268	442	794	1.557	2.853	4.745	9.600	17.445	24.710	37.091
	m/s	0,42	0,50	0,57	0,66	0,79	0,93	1,06	1,28	1,49	1,64	1,82
300	l/s	0,04	0,08	0,13	0,23	0,45	0,83	1,39	2,80	5,09	7,21	10,83
	l/h	145	281	464	835	1.636	2.999	4.986	10.090	18.334	25.969	38.982
	m/s	0,44	0,52	0,60	0,70	0,83	0,97	1,11	1,34	1,57	1,72	1,91
325	l/s	0,04	0,08	0,14	0,24	0,48	0,87	1,45	2,93	5,33	7,55	11,34
	l/h	151	294	486	874	1.713	3.139	5.220	10.562	19.192	27.185	40.806
	m/s	0,46	0,55	0,62	0,73	0,87	1,02	1,17	1,40	1,64	1,80	2,00
350	l/s	0,04	0,09	0,14	0,25	0,50	0,91	1,51	3,06	5,56	7,88	11,83
	l/h	158	307	507	911	1.787	3.275	5.446	11.019	20.022	28.361	42.571
	m/s	0,48	0,57	0,65	0,76	0,91	1,06	1,22	1,46	1,71	1,88	2,09

(Continuación)

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa										*Temperatura media del agua: 50 °C		
*Material: Acero inoxidable										*Densidad: 988 kg/m ³		
*Norma: UNE-EN 10.312 Serie 1										*Viscosidad: 0,582 cST		
Pa/m	DN	12x0,6	15x0,6	18x0,7	22x0,7	28x0,8	35x1,0	42x1,1	54x1,2	66,7x1,2	76,1x1,5	88,9x2,0
	Φ int.	10,8	13,8	16,6	20,6	26,4	33,0	39,8	51,6	64,3	73,1	84,9
375	l/s	0,05	0,09	0,15	0,26	0,52	0,95	1,57	3,18	5,79	8,19	12,30
	l/h	164	320	528	948	1.859	3.407	5.665	11.462	20.827	29.501	44.283
	m/s	0,50	0,59	0,68	0,79	0,94	1,11	1,26	1,52	1,78	1,95	2,17
400	l/s	0,05	0,09	0,15	0,27	0,54	0,98	1,63	3,30	6,00	8,50	12,76
	l/h	170	332	547	984	1.929	3.535	5.877	11.892	21.610	30.609	45.947
	m/s	0,52	0,62	0,70	0,82	0,98	1,15	1,31	1,58	1,85	2,03	2,25
425	l/s	0,05	0,10	0,16	0,28	0,55	1,02	1,69	3,42	6,21	8,80	13,21
	l/h	176	343	567	1.018	1.997	3.659	6.085	12.312	22.371	31.688	47.566
	m/s	0,54	0,64	0,73	0,85	1,01	1,19	1,36	1,64	1,91	2,10	2,33
450	l/s	0,05	0,10	0,16	0,29	0,57	1,05	1,75	3,53	6,42	9,09	13,65
	l/h	182	355	586	1.052	2.063	3.781	6.287	12.720	23.114	32.740	49.146
	m/s	0,55	0,66	0,75	0,88	1,05	1,23	1,40	1,69	1,98	2,17	2,41
475	l/s	0,05	0,10	0,17	0,30	0,59	1,08	1,80	3,64	6,62	9,38	14,08
	l/h	188	366	604	1.085	2.128	3.899	6.484	13.119	23.840	33.768	50.688
	m/s	0,57	0,68	0,78	0,90	1,08	1,27	1,45	1,74	2,04	2,23	2,49
500	l/s	0,05	0,10	0,17	0,31	0,61	1,12	1,85	3,75	6,82	9,66	14,50
	l/h	194	377	622	1.117	2.191	4.015	6.677	13.510	24.549	34.772	52.195
	m/s	0,59	0,70	0,80	0,93	1,11	1,30	1,49	1,79	2,10	2,30	2,56
525	l/s	0,06	0,11	0,18	0,32	0,63	1,15	1,91	3,86	7,01	9,93	14,91
	l/h	199	387	640	1.149	2.253	4.129	6.866	13.892	25.243	35.755	53.671
	m/s	0,60	0,72	0,82	0,96	1,14	1,34	1,53	1,85	2,16	2,37	2,63
600	l/s	0,06	0,12	0,19	0,34	0,68	1,24	2,06	4,16	7,57	10,72	16,09
	l/h	215	418	690	1.240	2.432	4.456	7.410	14.993	27.244	38.590	57.927
	m/s	0,65	0,78	0,89	1,03	1,23	1,45	1,65	1,99	2,33	2,55	2,84
800	l/s	0,07	0,14	0,23	0,41	0,80	1,46	2,43	4,91	8,92	12,63	18,97
	l/h	253	493	814	1.462	2.866	5.252	8.734	17.672	32.112	45.485	68.277
	m/s	0,77	0,92	1,04	1,22	1,45	1,71	1,95	2,35	2,75	3,01	3,35
1.000	l/s	0,08	0,16	0,26	0,46	0,90	1,66	2,76	5,58	10,13	14,35	21,55
	l/h	288	560	924	1.661	3.256	5.967	9.922	20.075	36.479	51.671	77.562
	m/s	0,87	1,04	1,19	1,38	1,65	1,94	2,22	2,67	3,12	3,42	3,81
1.200	l/s	0,09	0,17	0,28	0,51	1,00	1,84	3,06	6,19	11,25	15,93	23,91
	l/h	319	621	1.026	1.843	3.614	6.622	11.011	22.280	40.485	57.345	86.079
	m/s	0,97	1,15	1,32	1,54	1,83	2,15	2,46	2,96	3,46	3,80	4,22
1.400	l/s	0,10	0,19	0,31	0,56	1,10	2,01	3,34	6,76	12,28	17,40	26,11
	l/h	349	678	1.120	2.013	3.946	7.231	12.025	24.331	44.213	62.625	94.005
	m/s	1,06	1,26	1,44	1,68	2,00	2,35	2,68	3,23	3,78	4,14	4,61
1.600	l/s	0,10	0,20	0,34	0,60	1,18	2,17	3,61	7,29	13,26	18,78	28,18
	l/h	376	732	1.209	2.172	4.259	7.805	12.978	26.261	47.718	67.591	101.459
	m/s	1,14	1,36	1,55	1,81	2,16	2,53	2,90	3,49	4,08	4,47	4,98
1.800	l/s	0,11	0,22	0,36	0,65	1,27	2,32	3,86	7,80	14,18	20,08	30,15
	l/h	403	783	1.293	2.323	4.556	8.348	13.882	28.089	51.040	72.297	108.522
	m/s	1,22	1,45	1,66	1,94	2,31	2,71	3,10	3,73	4,37	4,79	5,32

(Continuación)

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa						*Temperatura media del agua: 50 °C						
*Material: Acero inoxidable						*Densidad: 988 kg/m ³						
*Norma: UNE-EN 10.312 Serie 1						*Viscosidad: 0,582 cST						
Pa/m	DN	12x0,6	15x0,6	18x0,7	22x0,7	28x0,8	35x1,0	42x1,1	54x1,2	66,7x1,2	76,1x1,5	88,9x2,0
	Φ int.	10,8	13,8	16,6	20,6	26,4	33,0	39,8	51,6	64,3	73,1	84,9
2.000	l/s	0,12	0,23	0,38	0,69	1,34	2,46	4,10	8,29	15,06	21,33	32,02
	l/h	428	832	1.373	2.468	4.838	8.866	14.743	29.832	54.208	76.783	115.257
	m/s	1,30	1,54	1,76	2,06	2,46	2,88	3,29	3,96	4,64	5,08	5,66
2.200	l/s	0,13	0,24	0,40	0,72	1,42	2,60	4,32	8,75	15,90	22,52	33,81
	l/h	452	878	1.450	2.606	5.109	9.363	15.569	31.502	57.242	81.081	121.708
	m/s	1,37	1,63	1,86	2,17	2,59	3,04	3,48	4,18	4,90	5,37	5,97
2.400	l/s	0,13	0,26	0,42	0,76	1,49	2,73	4,55	9,20	16,71	23,67	35,53
	l/h	475	923	1.524	2.739	5.370	9.840	16.362	33.108	60.160	85.214	127.913
	m/s	1,44	1,71	1,96	2,28	2,72	3,20	3,65	4,40	5,15	5,64	6,28
2.600	l/s	0,14	0,27	0,44	0,80	1,56	2,86	4,76	9,63	17,49	24,78	37,19
	l/h	497	966	1.595	2.867	5.621	10.300	17.128	34.657	62.976	89.202	133.899
	m/s	1,51	1,79	2,05	2,39	2,85	3,35	3,82	4,60	5,39	5,90	6,57
2.800	l/s	0,14	0,28	0,46	0,83	1,63	2,98	4,96	10,04	18,25	25,85	38,80
	l/h	518	1.008	1.665	2.991	5.864	10.746	17.869	36.156	65.700	93.061	139.691
	m/s	1,57	1,87	2,14	2,49	2,98	3,49	3,99	4,80	5,62	6,16	6,85
3.000	l/s	0,15	0,29	0,48	0,86	1,69	3,11	5,16	10,45	18,98	26,89	40,36
	l/h	539	1.049	1.731	3.111	6.100	11.178	18.588	37.610	68.342	96.803	145.308
	m/s	1,63	1,95	2,22	2,59	3,10	3,63	4,15	5,00	5,85	6,41	7,13
3.200	l/s	0,16	0,30	0,50	0,90	1,76	3,22	5,36	10,84	19,70	27,90	41,88
	l/h	559	1.088	1.796	3.228	6.329	11.598	19.286	39.023	70.909	100.439	150.767
	m/s	1,70	2,02	2,31	2,69	3,21	3,77	4,31	5,18	6,07	6,65	7,40
3.400	l/s	0,16	0,31	0,52	0,93	1,82	3,34	5,55	11,22	20,39	28,88	43,36
	l/h	579	1.126	1.860	3.342	6.552	12.007	19.966	40.399	73.409	103.980	156.082
	m/s	1,76	2,09	2,39	2,79	3,32	3,90	4,46	5,37	6,28	6,88	7,66
3.600	l/s	0,17	0,32	0,53	0,96	1,88	3,45	5,73	11,59	21,07	29,84	44,80
	l/h	598	1.164	1.922	3.453	6.770	12.405	20.629	41.740	75.846	107.432	161.264
	m/s	1,81	2,16	2,47	2,88	3,44	4,03	4,61	5,54	6,49	7,11	7,91
3.800	l/s	0,17	0,33	0,55	0,99	1,94	3,55	5,91	11,96	21,73	30,78	46,20
	l/h	617	1.200	1.982	3.561	6.982	12.795	21.276	43.050	78.226	110.803	166.324
	m/s	1,87	2,23	2,54	2,97	3,54	4,16	4,75	5,72	6,69	7,33	8,16
4.000	l/s	0,18	0,34	0,57	1,02	2,00	3,66	6,09	12,31	22,38	31,69	47,58
	l/h	635	1.236	2.041	3.667	7.190	13.175	21.909	44.330	80.552	114.099	171.271
	m/s	1,93	2,30	2,62	3,06	3,65	4,28	4,89	5,89	6,89	7,55	8,40
4.200	l/s	0,18	0,35	0,58	1,05	2,05	3,76	6,26	12,66	23,01	32,59	48,92
	l/h	653	1.271	2.098	3.770	7.393	13.548	22.528	45.583	82.830	117.325	176.113
	m/s	1,98	2,36	2,69	3,14	3,75	4,40	5,03	6,06	7,09	7,77	8,64
4.400	l/s	0,19	0,36	0,60	1,08	2,11	3,86	6,43	13,00	23,63	33,47	50,24
	l/h	671	1.305	2.155	3.872	7.592	13.913	23.135	46.811	85.061	120.485	180.858
	m/s	2,03	2,42	2,77	3,23	3,85	4,52	5,17	6,22	7,28	7,97	8,87
4.600	l/s	0,19	0,37	0,61	1,10	2,16	3,96	6,59	13,34	24,24	34,33	51,53
	l/h	688	1.339	2.210	3.972	7.788	14.271	23.730	48.016	87.250	123.585	185.510
	m/s	2,09	2,49	2,84	3,31	3,95	4,63	5,30	6,38	7,46	8,18	9,10

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa						*Temperatura media del agua: 50 °C						
*Material: Cobre						*Densidad: 988 kg/m ³						
*Norma: UNE-EN 1.057						*Viscosidad: 0,582 cST						
Pa/m	DN	12x1	15x1	18x1	22x1	28x1	35x1	42x1	54x1,2	64x1,5	76,1x1,5	88,9x2
	Φ int.	10,0	13,0	16,0	20,0	26,0	33,0	40,0	51,6	61,0	73,1	84,9
25	l/s	0,01	0,02	0,03	0,05	0,11	0,20	0,34	0,68	1,07	1,74	2,62
	l/h	28	58	102	186	380	725	1.222	2.439	3.841	6.277	9.423
	m/s	0,10	0,12	0,14	0,16	0,20	0,24	0,27	0,32	0,37	0,42	0,46
50	l/s	0,01	0,02	0,04	0,08	0,16	0,30	0,50	1,01	1,59	2,59	3,89
	l/h	42	86	151	277	564	1.077	1.816	3.624	5.708	9.328	14.002
	m/s	0,15	0,18	0,21	0,24	0,30	0,35	0,40	0,48	0,54	0,62	0,69
75	l/s	0,01	0,03	0,05	0,10	0,20	0,38	0,64	1,27	2,00	3,27	4,90
	l/h	53	108	190	349	711	1.358	2.289	4.569	7.196	11.760	17.653
	m/s	0,19	0,23	0,26	0,31	0,37	0,44	0,51	0,61	0,68	0,78	0,87
100	l/s	0,02	0,04	0,06	0,11	0,23	0,44	0,75	1,50	2,36	3,85	5,78
	l/h	63	128	224	411	838	1.601	2.698	5.386	8.482	13.862	20.808
	m/s	0,22	0,27	0,31	0,36	0,44	0,52	0,60	0,72	0,81	0,92	1,02
125	l/s	0,02	0,04	0,07	0,13	0,26	0,51	0,85	1,70	2,68	4,37	6,57
	l/h	71	145	255	467	952	1.818	3.065	6.118	9.636	15.747	23.637
	m/s	0,25	0,30	0,35	0,41	0,50	0,59	0,68	0,81	0,92	1,04	1,16
150	l/s	0,02	0,04	0,08	0,14	0,29	0,56	0,94	1,89	2,97	4,85	7,29
	l/h	79	161	283	518	1.057	2.018	3.402	6.790	10.694	17.476	26.233
	m/s	0,28	0,34	0,39	0,46	0,55	0,66	0,75	0,90	1,02	1,16	1,29
175	l/s	0,02	0,05	0,09	0,16	0,32	0,61	1,03	2,06	3,24	5,30	7,96
	l/h	86	176	309	566	1.154	2.204	3.715	7.415	11.679	19.085	28.648
	m/s	0,31	0,37	0,43	0,50	0,60	0,72	0,82	0,98	1,11	1,26	1,41
200	l/s	0,03	0,05	0,09	0,17	0,35	0,66	1,11	2,22	3,50	5,72	8,59
	l/h	93	190	333	611	1.245	2.379	4.009	8.003	12.605	20.599	30.920
	m/s	0,33	0,40	0,46	0,54	0,65	0,77	0,89	1,06	1,20	1,36	1,52
225	l/s	0,03	0,06	0,10	0,18	0,37	0,71	1,19	2,38	3,75	6,12	9,19
	l/h	100	203	357	653	1.332	2.544	4.289	8.560	13.482	22.033	33.073
	m/s	0,35	0,42	0,49	0,58	0,70	0,83	0,95	1,14	1,28	1,46	1,62
250	l/s	0,03	0,06	0,11	0,19	0,39	0,75	1,27	2,53	3,98	6,50	9,76
	l/h	106	216	379	694	1.415	2.702	4.555	9.091	14.319	23.400	35.125
	m/s	0,37	0,45	0,52	0,61	0,74	0,88	1,01	1,21	1,36	1,55	1,72
275	l/s	0,03	0,06	0,11	0,20	0,41	0,79	1,34	2,67	4,20	6,86	10,30
	l/h	112	228	400	733	1.494	2.853	4.810	9.600	15.120	24.710	37.091
	m/s	0,39	0,48	0,55	0,65	0,78	0,93	1,06	1,28	1,44	1,64	1,82
300	l/s	0,03	0,07	0,12	0,21	0,44	0,83	1,40	2,80	4,41	7,21	10,83
	l/h	117	239	420	770	1.570	2.999	5.055	10.090	15.891	25.969	38.982
	m/s	0,42	0,50	0,58	0,68	0,82	0,97	1,12	1,34	1,51	1,72	1,91
325	l/s	0,03	0,07	0,12	0,22	0,46	0,87	1,47	2,93	4,62	7,55	11,34
	l/h	123	250	440	806	1.643	3.139	5.291	10.562	16.635	27.185	40.806
	m/s	0,43	0,52	0,61	0,71	0,86	1,02	1,17	1,40	1,58	1,80	2,00
350	l/s	0,04	0,07	0,13	0,23	0,48	0,91	1,53	3,06	4,82	7,88	11,83
	l/h	128	261	459	841	1.715	3.275	5.520	11.019	17.354	28.361	42.571
	m/s	0,45	0,55	0,63	0,74	0,90	1,06	1,22	1,46	1,65	1,88	2,09

(Continuación)

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa						*Temperatura media del agua: 50 °C						
*Material: Cobre						*Densidad: 988 kg/m ³						
*Norma: UNE-EN 1.057						*Viscosidad: 0,582 cST						
Pa/m	DN	12x1	15x1	18x1	22x1	28x1	35x1	42x1	54x1,2	64x1,5	76,1x1,5	88,9x2
	Φ int.	10,0	13,0	16,0	20,0	26,0	33,0	40,0	51,6	61,0	73,1	84,9
375	l/s	0,04	0,08	0,13	0,24	0,50	0,95	1,60	3,18	5,01	8,19	12,30
	l/h	133	272	477	875	1.784	3.407	5.742	11.462	18.052	29.501	44.283
	m/s	0,47	0,57	0,66	0,77	0,93	1,11	1,27	1,52	1,72	1,95	2,17
400	l/s	0,04	0,08	0,14	0,25	0,51	0,98	1,65	3,30	5,20	8,50	12,76
	l/h	138	282	495	908	1.851	3.535	5.958	11.892	18.730	30.609	45.947
	m/s	0,49	0,59	0,68	0,80	0,97	1,15	1,32	1,58	1,78	2,03	2,25
425	l/s	0,04	0,08	0,14	0,26	0,53	1,02	1,71	3,42	5,39	8,80	13,21
	l/h	143	292	513	940	1.916	3.659	6.168	12.312	19.391	31.688	47.566
	m/s	0,51	0,61	0,71	0,83	1,00	1,19	1,36	1,64	1,84	2,10	2,33
450	l/s	0,04	0,08	0,15	0,27	0,55	1,05	1,77	3,53	5,57	9,09	13,65
	l/h	148	302	530	971	1.979	3.781	6.373	12.720	20.034	32.740	49.146
	m/s	0,52	0,63	0,73	0,86	1,04	1,23	1,41	1,69	1,90	2,17	2,41
475	l/s	0,04	0,09	0,15	0,28	0,57	1,08	1,83	3,64	5,74	9,38	14,08
	l/h	153	311	547	1.002	2.041	3.899	6.573	13.119	20.663	33.768	50.688
	m/s	0,54	0,65	0,76	0,89	1,07	1,27	1,45	1,74	1,96	2,23	2,49
500	l/s	0,04	0,09	0,16	0,29	0,58	1,12	1,88	3,75	5,91	9,66	14,50
	l/h	157	320	563	1.031	2.102	4.015	6.768	13.510	21.278	34.772	52.195
	m/s	0,56	0,67	0,78	0,91	1,10	1,30	1,50	1,79	2,02	2,30	2,56
525	l/s	0,04	0,09	0,16	0,29	0,60	1,15	1,93	3,86	6,08	9,93	14,91
	l/h	162	329	579	1.060	2.162	4.129	6.960	13.892	21.879	35.755	53.671
	m/s	0,57	0,69	0,80	0,94	1,13	1,34	1,54	1,85	2,08	2,37	2,63
600	l/s	0,05	0,10	0,17	0,32	0,65	1,24	2,09	4,16	6,56	10,72	16,09
	l/h	174	355	625	1.145	2.333	4.456	7.511	14.993	23.614	38.590	57.927
	m/s	0,62	0,74	0,86	1,01	1,22	1,45	1,66	1,99	2,24	2,55	2,84
800	l/s	0,06	0,12	0,20	0,37	0,76	1,46	2,46	4,91	7,73	12,63	18,97
	l/h	206	419	736	1.349	2.750	5.252	8.853	17.672	27.833	45.485	68.277
	m/s	0,73	0,88	1,02	1,19	1,44	1,71	1,96	2,35	2,65	3,01	3,35
1.000	l/s	0,06	0,13	0,23	0,43	0,87	1,66	2,79	5,58	8,78	14,35	21,55
	l/h	234	476	836	1.533	3.124	5.967	10.058	20.075	31.618	51.671	77.562
	m/s	0,83	1,00	1,16	1,36	1,63	1,94	2,22	2,67	3,01	3,42	3,81
1.200	l/s	0,07	0,15	0,26	0,47	0,96	1,84	3,10	6,19	9,75	15,93	23,91
	l/h	259	528	928	1.701	3.467	6.622	11.162	22.280	35.090	57.345	86.079
	m/s	0,92	1,11	1,28	1,50	1,81	2,15	2,47	2,96	3,34	3,80	4,22
1.400	l/s	0,08	0,16	0,28	0,52	1,05	2,01	3,39	6,76	10,64	17,40	26,11
	l/h	283	577	1.014	1.857	3.786	7.231	12.190	24.331	38.321	62.625	94.005
	m/s	1,00	1,21	1,40	1,64	1,98	2,35	2,69	3,23	3,64	4,14	4,61
1.600	l/s	0,08	0,17	0,30	0,56	1,14	2,17	3,65	7,29	11,49	18,78	28,18
	l/h	305	623	1.094	2.005	4.086	7.805	13.156	26.261	41.360	67.591	101.459
	m/s	1,08	1,30	1,51	1,77	2,14	2,53	2,91	3,49	3,93	4,47	4,98
1.800	l/s	0,09	0,18	0,33	0,60	1,21	2,32	3,91	7,80	12,29	20,08	30,15
	l/h	327	666	1.170	2.144	4.371	8.348	14.072	28.089	44.239	72.297	108.522
	m/s	1,16	1,39	1,62	1,90	2,29	2,71	3,11	3,73	4,20	4,79	5,32

(Continuación)

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa							*Temperatura media del agua: 50 °C					
*Material: Cobre							*Densidad: 988 kg/m ³					
*Norma: UNE-EN 1.057							*Viscosidad: 0,582 cST					
Pa/m	DN	12x1	15x1	18x1	22x1	28x1	35x1	42x1	54x1,2	64x1,5	76,1x1,5	88,9x2
	Φ int.	10,0	13,0	16,0	20,0	26,0	33,0	40,0	51,6	61,0	73,1	84,9
2.000	l/s	0,10	0,20	0,35	0,63	1,29	2,46	4,15	8,29	13,05	21,33	32,02
	l/h	347	707	1.243	2.277	4.642	8.866	14.945	29.832	46.985	76.783	115.257
	m/s	1,23	1,48	1,72	2,01	2,43	2,88	3,30	3,96	4,47	5,08	5,66
2.200	l/s	0,10	0,21	0,36	0,67	1,36	2,60	4,38	8,75	13,78	22,52	33,81
	l/h	366	747	1.312	2.405	4.902	9.363	15.782	31.502	49.614	81.081	121.708
	m/s	1,30	1,56	1,81	2,13	2,56	3,04	3,49	4,18	4,72	5,37	5,97
2.400	l/s	0,11	0,22	0,38	0,70	1,43	2,73	4,61	9,20	14,48	23,67	35,53
	l/h	385	785	1.379	2.527	5.152	9.840	16.587	33.108	52.144	85.214	127.913
	m/s	1,36	1,64	1,91	2,23	2,70	3,20	3,67	4,40	4,96	5,64	6,28
2.600	l/s	0,11	0,23	0,40	0,73	1,50	2,86	4,82	9,63	15,16	24,78	37,19
	l/h	403	822	1.444	2.646	5.393	10.300	17.363	34.657	54.584	89.202	133.899
	m/s	1,43	1,72	1,99	2,34	2,82	3,35	3,84	4,60	5,19	5,90	6,57
2.800	l/s	0,12	0,24	0,42	0,77	1,56	2,98	5,03	10,04	15,82	25,85	38,80
	l/h	421	857	1.506	2.760	5.626	10.746	18.114	36.156	56.945	93.061	139.691
	m/s	1,49	1,79	2,08	2,44	2,94	3,49	4,00	4,80	5,41	6,16	6,85
3.000	l/s	0,12	0,25	0,44	0,80	1,63	3,11	5,23	10,45	16,45	26,89	40,36
	l/h	437	892	1.567	2.871	5.852	11.178	18.842	37.610	59.235	96.803	145.308
	m/s	1,55	1,87	2,16	2,54	3,06	3,63	4,17	5,00	5,63	6,41	7,13
3.200	l/s	0,13	0,26	0,45	0,83	1,69	3,22	5,43	10,84	17,07	27,90	41,88
	l/h	454	925	1.626	2.979	6.072	11.598	19.550	39.023	61.460	100.439	150.767
	m/s	1,61	1,94	2,25	2,63	3,18	3,77	4,32	5,18	5,84	6,65	7,40
3.400	l/s	0,13	0,27	0,47	0,86	1,75	3,34	5,62	11,22	17,67	28,88	43,36
	l/h	470	958	1.683	3.084	6.286	12.007	20.239	40.399	63.627	103.980	156.082
	m/s	1,66	2,00	2,33	2,73	3,29	3,90	4,47	5,37	6,05	6,88	7,66
3.600	l/s	0,13	0,27	0,48	0,89	1,80	3,45	5,81	11,59	18,26	29,84	44,80
	l/h	486	990	1.739	3.186	6.495	12.405	20.911	41.740	65.739	107.432	161.264
	m/s	1,72	2,07	2,40	2,82	3,40	4,03	4,62	5,54	6,25	7,11	7,91
3.800	l/s	0,14	0,28	0,50	0,91	1,86	3,55	5,99	11,96	18,83	30,78	46,20
	l/h	501	1.021	1.793	3.286	6.699	12.795	21.567	43.050	67.802	110.803	166.324
	m/s	1,77	2,14	2,48	2,91	3,50	4,16	4,77	5,72	6,44	7,33	8,16
4.000	l/s	0,14	0,29	0,51	0,94	1,92	3,66	6,17	12,31	19,39	31,69	47,58
	l/h	516	1.051	1.847	3.384	6.898	13.175	22.209	44.330	69.819	114.099	171.271
	m/s	1,82	2,20	2,55	2,99	3,61	4,28	4,91	5,89	6,64	7,55	8,40
4.200	l/s	0,15	0,30	0,53	0,97	1,97	3,76	6,34	12,66	19,94	32,59	48,92
	l/h	530	1.081	1.899	3.480	7.093	13.548	22.837	45.583	71.793	117.325	176.113
	m/s	1,88	2,26	2,62	3,08	3,71	4,40	5,05	6,06	6,82	7,77	8,64
4.400	l/s	0,15	0,31	0,54	0,99	2,02	3,86	6,51	13,00	20,48	33,47	50,24
	l/h	545	1.110	1.950	3.574	7.284	13.913	23.452	46.811	73.727	120.485	180.858
	m/s	1,93	2,32	2,69	3,16	3,81	4,52	5,18	6,22	7,01	7,97	8,87
4.600	l/s	0,16	0,32	0,56	1,02	2,08	3,96	6,68	13,34	21,01	34,33	51,53
	l/h	559	1.138	2.000	3.665	7.471	14.271	24.055	48.016	75.624	123.585	185.510
	m/s	1,98	2,38	2,76	3,24	3,91	4,63	5,32	6,38	7,19	8,18	9,10

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa						*Temperatura media del agua: 50 °C						
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO						*Densidad: 988 kg/m ³						
*Norma: Serie 2.0						*Viscosidad: 0,582 cST						
Pa/m	DN	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	7,2	9,6	12,0	15,0	19,2	24,0	30,0	37,8	45,0	54,0	66,0
25	l/s	0,00	0,01	0,01	0,02	0,05	0,08	0,16	0,29	0,47	0,77	1,32
	l/h	12	25	47	85	167	305	560	1.048	1.682	2.759	4.757
	m/s	0,08	0,10	0,11	0,13	0,16	0,19	0,22	0,26	0,29	0,33	0,39
50	l/s	0,00	0,01	0,02	0,04	0,07	0,13	0,23	0,43	0,69	1,14	1,96
	l/h	17	38	69	127	248	454	832	1.557	2.500	4.100	7.069
	m/s	0,12	0,14	0,17	0,20	0,24	0,28	0,33	0,39	0,44	0,50	0,57
75	l/s	0,01	0,01	0,02	0,04	0,09	0,16	0,29	0,55	0,88	1,44	2,48
	l/h	22	48	87	160	312	572	1.048	1.963	3.151	5.169	8.912
	m/s	0,15	0,18	0,21	0,25	0,30	0,35	0,41	0,49	0,55	0,63	0,72
100	l/s	0,01	0,02	0,03	0,05	0,10	0,19	0,34	0,64	1,03	1,69	2,92
	l/h	26	56	103	188	368	674	1.236	2.314	3.715	6.093	10.505
	m/s	0,18	0,22	0,25	0,30	0,35	0,41	0,49	0,57	0,65	0,74	0,85
125	l/s	0,01	0,02	0,03	0,06	0,12	0,21	0,39	0,73	1,17	1,92	3,31
	l/h	29	64	117	214	418	766	1.404	2.629	4.220	6.922	11.933
	m/s	0,20	0,24	0,29	0,34	0,40	0,47	0,55	0,65	0,74	0,84	0,97
150	l/s	0,01	0,02	0,04	0,07	0,13	0,24	0,43	0,81	1,30	2,13	3,68
	l/h	32	71	130	237	464	850	1.558	2.917	4.683	7.682	13.243
	m/s	0,22	0,27	0,32	0,37	0,45	0,52	0,61	0,72	0,82	0,93	1,08
175	l/s	0,01	0,02	0,04	0,07	0,14	0,26	0,47	0,89	1,42	2,33	4,02
	l/h	35	77	141	259	507	928	1.701	3.186	5.114	8.389	14.463
	m/s	0,24	0,30	0,35	0,41	0,49	0,57	0,67	0,79	0,89	1,02	1,17
200	l/s	0,01	0,02	0,04	0,08	0,15	0,28	0,51	0,96	1,53	2,52	4,34
	l/h	38	83	153	280	547	1.002	1.836	3.439	5.520	9.054	15.610
	m/s	0,26	0,32	0,38	0,44	0,52	0,62	0,72	0,85	0,96	1,10	1,27
225	l/s	0,01	0,02	0,05	0,08	0,16	0,30	0,55	1,02	1,64	2,69	4,64
	l/h	41	89	163	299	585	1.072	1.964	3.678	5.904	9.684	16.696
	m/s	0,28	0,34	0,40	0,47	0,56	0,66	0,77	0,91	1,03	1,17	1,36
250	l/s	0,01	0,03	0,05	0,09	0,17	0,32	0,58	1,09	1,74	2,86	4,93
	l/h	43	95	173	318	621	1.138	2.086	3.906	6.270	10.285	17.733
	m/s	0,30	0,36	0,43	0,50	0,60	0,70	0,82	0,97	1,10	1,25	1,44
275	l/s	0,01	0,03	0,05	0,09	0,18	0,33	0,61	1,15	1,84	3,02	5,20
	l/h	46	100	183	336	656	1.202	2.203	4.125	6.621	10.861	18.725
	m/s	0,31	0,38	0,45	0,53	0,63	0,74	0,87	1,02	1,16	1,32	1,52
300	l/s	0,01	0,03	0,05	0,10	0,19	0,35	0,64	1,20	1,93	3,17	5,47
	l/h	48	105	193	353	689	1.263	2.315	4.335	6.959	11.415	19.680
	m/s	0,33	0,40	0,47	0,55	0,66	0,78	0,91	1,07	1,22	1,38	1,60
325	l/s	0,01	0,03	0,06	0,10	0,20	0,37	0,67	1,26	2,02	3,32	5,72
	l/h	50	110	202	369	722	1.323	2.424	4.538	7.285	11.949	20.601
	m/s	0,34	0,42	0,49	0,58	0,69	0,81	0,95	1,12	1,27	1,45	1,67
350	l/s	0,01	0,03	0,06	0,11	0,21	0,38	0,70	1,32	2,11	3,46	5,97
	l/h	53	115	210	385	753	1.380	2.528	4.734	7.600	12.466	21.492
	m/s	0,36	0,44	0,52	0,61	0,72	0,85	0,99	1,17	1,33	1,51	1,74

(Continuación)

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa							*Temperatura media del agua: 50 °C					
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO							*Densidad: 988 kg/m ³					
*Norma: Serie 2.0							*Viscosidad: 0,582 cST					
Pa/m	DN	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	7,2	9,6	12,0	15,0	19,2	24,0	30,0	37,8	45,0	54,0	66,0
375	l/s	0,02	0,03	0,06	0,11	0,22	0,40	0,73	1,37	2,20	3,60	6,21
	l/h	55	119	219	401	783	1.435	2.630	4.925	7.905	12.967	22.356
	m/s	0,37	0,46	0,54	0,63	0,75	0,88	1,03	1,22	1,38	1,57	1,82
400	l/s	0,02	0,03	0,06	0,12	0,23	0,41	0,76	1,42	2,28	3,74	6,44
	l/h	57	124	227	416	813	1.489	2.729	5.110	8.202	13.454	23.196
	m/s	0,39	0,48	0,56	0,65	0,78	0,91	1,07	1,26	1,43	1,63	1,88
425	l/s	0,02	0,04	0,07	0,12	0,23	0,43	0,78	1,47	2,36	3,87	6,67
	l/h	59	128	235	430	841	1.542	2.825	5.290	8.492	13.929	24.014
	m/s	0,40	0,49	0,58	0,68	0,81	0,95	1,11	1,31	1,48	1,69	1,95
450	l/s	0,02	0,04	0,07	0,12	0,24	0,44	0,81	1,52	2,44	4,00	6,89
	l/h	61	132	243	445	869	1.593	2.919	5.466	8.773	14.391	24.811
	m/s	0,41	0,51	0,60	0,70	0,83	0,98	1,15	1,35	1,53	1,75	2,01
475	l/s	0,02	0,04	0,07	0,13	0,25	0,46	0,84	1,57	2,51	4,12	7,11
	l/h	63	137	250	459	896	1.643	3.010	5.637	9.049	14.843	25.589
	m/s	0,43	0,52	0,61	0,72	0,86	1,01	1,18	1,40	1,58	1,80	2,08
500	l/s	0,02	0,04	0,07	0,13	0,26	0,47	0,86	1,61	2,59	4,25	7,32
	l/h	64	141	258	472	923	1.692	3.100	5.805	9.318	15.284	26.350
	m/s	0,44	0,54	0,63	0,74	0,89	1,04	1,22	1,44	1,63	1,85	2,14
525	l/s	0,02	0,04	0,07	0,13	0,26	0,48	0,89	1,66	2,66	4,37	7,53
	l/h	66	145	265	486	949	1.739	3.188	5.969	9.581	15.716	27.095
	m/s	0,45	0,56	0,65	0,76	0,91	1,07	1,25	1,48	1,67	1,91	2,20
600	l/s	0,02	0,04	0,08	0,15	0,28	0,52	0,96	1,79	2,87	4,71	8,12
	l/h	72	156	286	524	1.025	1.877	3.440	6.442	10.341	16.962	29.244
	m/s	0,49	0,60	0,70	0,82	0,98	1,15	1,35	1,59	1,81	2,06	2,37
800	l/s	0,02	0,05	0,09	0,17	0,34	0,61	1,13	2,11	3,39	5,55	9,57
	l/h	84	184	337	618	1.208	2.213	4.055	7.593	12.189	19.993	34.469
	m/s	0,57	0,71	0,83	0,97	1,16	1,36	1,59	1,88	2,13	2,42	2,80
1.000	l/s	0,03	0,06	0,11	0,19	0,38	0,70	1,28	2,40	3,85	6,31	10,88
	l/h	96	209	383	702	1.372	2.514	4.607	8.626	13.846	22.712	39.157
	m/s	0,65	0,80	0,94	1,10	1,32	1,54	1,81	2,14	2,42	2,75	3,18
1.200	l/s	0,03	0,06	0,12	0,22	0,42	0,77	1,42	2,66	4,27	7,00	12,07
	l/h	106	232	425	779	1.522	2.790	5.112	9.573	15.367	25.206	43.456
	m/s	0,72	0,89	1,04	1,22	1,46	1,71	2,01	2,37	2,68	3,06	3,53
1.400	l/s	0,03	0,07	0,13	0,24	0,46	0,85	1,55	2,90	4,66	7,65	13,18
	l/h	116	253	464	851	1.663	3.047	5.583	10.455	16.782	27.527	47.458
	m/s	0,79	0,97	1,14	1,34	1,60	1,87	2,19	2,59	2,93	3,34	3,85
1.600	l/s	0,03	0,08	0,14	0,26	0,50	0,91	1,67	3,13	5,03	8,25	14,23
	l/h	125	273	501	918	1.794	3.288	6.026	11.284	18.112	29.709	51.221
	m/s	0,85	1,05	1,23	1,44	1,72	2,02	2,37	2,79	3,16	3,60	4,16
1.800	l/s	0,04	0,08	0,15	0,27	0,53	0,98	1,79	3,35	5,38	8,83	15,22
	l/h	134	292	536	982	1.919	3.517	6.445	12.069	19.373	31.778	54.787
	m/s	0,91	1,12	1,32	1,54	1,84	2,16	2,53	2,99	3,38	3,85	4,45

(Continuación)

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa						*Temperatura media del agua: 50 °C						
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO						*Densidad: 988 kg/m ³						
*Norma: Serie 2.0						*Viscosidad: 0,582 cST						
Pa/m	DN	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	7,2	9,6	12,0	15,0	19,2	24,0	30,0	37,8	45,0	54,0	66,0
2.000	l/s	0,04	0,09	0,16	0,29	0,57	1,04	1,90	3,56	5,72	9,37	16,16
	l/h	142	311	569	1.043	2.038	3.735	6.845	12.818	20.576	33.750	58.187
	m/s	0,97	1,19	1,40	1,64	1,96	2,29	2,69	3,17	3,59	4,09	4,72
2.200	l/s	0,04	0,09	0,17	0,31	0,60	1,10	2,01	3,76	6,04	9,90	17,07
	l/h	150	328	601	1.101	2.153	3.945	7.228	13.536	21.727	35.639	61.443
	m/s	1,02	1,26	1,48	1,73	2,07	2,42	2,84	3,35	3,79	4,32	4,99
2.400	l/s	0,04	0,10	0,18	0,32	0,63	1,15	2,11	3,95	6,34	10,40	17,94
	l/h	158	345	632	1.158	2.262	4.146	7.597	14.226	22.835	37.456	64.576
	m/s	1,08	1,32	1,55	1,82	2,17	2,55	2,99	3,52	3,99	4,54	5,24
2.600	l/s	0,05	0,10	0,18	0,34	0,66	1,21	2,21	4,14	6,64	10,89	18,78
	l/h	165	361	661	1.212	2.368	4.340	7.952	14.891	23.904	39.209	67.598
	m/s	1,13	1,38	1,62	1,90	2,27	2,66	3,13	3,69	4,17	4,76	5,49
2.800	l/s	0,05	0,10	0,19	0,35	0,69	1,26	2,30	4,32	6,93	11,36	19,59
	l/h	172	376	690	1.264	2.471	4.527	8.296	15.536	24.938	40.905	70.522
	m/s	1,18	1,44	1,69	1,99	2,37	2,78	3,26	3,85	4,36	4,96	5,73
3.000	l/s	0,05	0,11	0,20	0,37	0,71	1,31	2,40	4,49	7,21	11,82	20,38
	l/h	179	392	718	1.315	2.570	4.709	8.630	16.160	25.940	42.550	73.358
	m/s	1,22	1,50	1,76	2,07	2,47	2,89	3,39	4,00	4,53	5,16	5,96
3.200	l/s	0,05	0,11	0,21	0,38	0,74	1,36	2,49	4,66	7,48	12,26	21,14
	l/h	186	406	745	1.364	2.667	4.886	8.954	16.767	26.915	44.148	76.114
	m/s	1,27	1,56	1,83	2,14	2,56	3,00	3,52	4,15	4,70	5,35	6,18
3.400	l/s	0,05	0,12	0,21	0,39	0,77	1,41	2,57	4,82	7,74	12,70	21,89
	l/h	193	421	771	1.413	2.761	5.059	9.270	17.358	27.864	45.704	78.797
	m/s	1,31	1,61	1,89	2,22	2,65	3,11	3,64	4,30	4,87	5,54	6,40
3.600	l/s	0,06	0,12	0,22	0,41	0,79	1,45	2,66	4,98	8,00	13,12	22,61
	l/h	199	435	796	1.459	2.852	5.227	9.578	17.935	28.789	47.222	81.413
	m/s	1,36	1,67	1,96	2,29	2,74	3,21	3,76	4,44	5,03	5,73	6,61
3.800	l/s	0,06	0,12	0,23	0,42	0,82	1,50	2,74	5,14	8,25	13,53	23,32
	l/h	205	448	821	1.505	2.942	5.391	9.878	18.497	29.692	48.703	83.967
	m/s	1,40	1,72	2,02	2,37	2,82	3,31	3,88	4,58	5,19	5,91	6,82
4.000	l/s	0,06	0,13	0,23	0,43	0,84	1,54	2,83	5,29	8,49	13,93	24,02
	l/h	211	462	846	1.550	3.029	5.551	10.172	19.048	30.575	50.152	86.465
	m/s	1,44	1,77	2,08	2,44	2,91	3,41	4,00	4,71	5,34	6,08	7,02
4.200	l/s	0,06	0,13	0,24	0,44	0,87	1,59	2,91	5,44	8,73	14,33	24,70
	l/h	217	475	870	1.594	3.115	5.708	10.460	19.586	31.440	51.570	88.909
	m/s	1,48	1,82	2,14	2,51	2,99	3,50	4,11	4,85	5,49	6,25	7,22
4.400	l/s	0,06	0,14	0,25	0,45	0,89	1,63	2,98	5,59	8,97	14,71	25,36
	l/h	223	487	893	1.637	3.199	5.862	10.741	20.114	32.287	52.959	91.305
	m/s	1,52	1,87	2,19	2,57	3,07	3,60	4,22	4,98	5,64	6,42	7,41
4.600	l/s	0,06	0,14	0,25	0,47	0,91	1,67	3,06	5,73	9,20	15,09	26,01
	l/h	229	500	916	1.679	3.281	6.012	11.018	20.631	33.117	54.322	93.653
	m/s	1,56	1,92	2,25	2,64	3,15	3,69	4,33	5,11	5,78	6,59	7,60

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa							*Temperatura media del agua: 50 °C					
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO							*Densidad: 988 kg/m ³					
*Norma: Serie 2.5							*Viscosidad: 0,582 cST					
Pa/m	DN	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	8,0	10,6	13,4	16,6	21,4	26,6	33,4	42,0	50,0	60,0	73,4
25	l/s	0,00	0,01	0,02	0,03	0,06	0,11	0,21	0,39	0,62	1,02	1,76
	l/h	15	33	63	112	224	404	749	1.395	2.239	3.673	6.348
	m/s	0,09	0,10	0,12	0,14	0,17	0,20	0,24	0,28	0,32	0,36	0,42
50	l/s	0,01	0,01	0,03	0,05	0,09	0,17	0,31	0,58	0,92	1,52	2,62
	l/h	23	49	93	167	332	600	1.113	2.073	3.327	5.458	9.433
	m/s	0,13	0,16	0,18	0,21	0,26	0,30	0,35	0,42	0,47	0,54	0,62
75	l/s	0,01	0,02	0,03	0,06	0,12	0,21	0,39	0,73	1,17	1,91	3,30
	l/h	29	62	118	210	419	756	1.403	2.613	4.195	6.881	11.892
	m/s	0,16	0,20	0,23	0,27	0,32	0,38	0,44	0,52	0,59	0,68	0,78
100	l/s	0,01	0,02	0,04	0,07	0,14	0,25	0,46	0,86	1,37	2,25	3,89
	l/h	34	73	139	248	494	892	1.654	3.080	4.944	8.110	14.017
	m/s	0,19	0,23	0,27	0,32	0,38	0,45	0,52	0,62	0,70	0,80	0,92
125	l/s	0,01	0,02	0,04	0,08	0,16	0,28	0,52	0,97	1,56	2,56	4,42
	l/h	39	83	157	282	561	1.013	1.879	3.499	5.617	9.213	15.923
	m/s	0,21	0,26	0,31	0,36	0,43	0,51	0,60	0,70	0,79	0,91	1,05
150	l/s	0,01	0,03	0,05	0,09	0,17	0,31	0,58	1,08	1,73	2,84	4,91
	l/h	43	93	175	313	623	1.124	2.085	3.883	6.233	10.225	17.671
	m/s	0,24	0,29	0,34	0,40	0,48	0,56	0,66	0,78	0,88	1,00	1,16
175	l/s	0,01	0,03	0,05	0,09	0,19	0,34	0,63	1,18	1,89	3,10	5,36
	l/h	47	101	191	341	680	1.228	2.277	4.241	6.807	11.166	19.299
	m/s	0,26	0,32	0,38	0,44	0,53	0,61	0,72	0,85	0,96	1,10	1,27
200	l/s	0,01	0,03	0,06	0,10	0,20	0,37	0,68	1,27	2,04	3,35	5,79
	l/h	51	109	206	368	734	1.325	2.458	4.577	7.347	12.052	20.829
	m/s	0,28	0,34	0,41	0,47	0,57	0,66	0,78	0,92	1,04	1,18	1,37
225	l/s	0,02	0,03	0,06	0,11	0,22	0,39	0,73	1,36	2,18	3,58	6,19
	l/h	54	117	220	394	785	1.417	2.629	4.896	7.859	12.891	22.279
	m/s	0,30	0,37	0,43	0,51	0,61	0,71	0,83	0,98	1,11	1,27	1,46
250	l/s	0,02	0,03	0,07	0,12	0,23	0,42	0,78	1,44	2,32	3,80	6,57
	l/h	58	124	234	419	834	1.505	2.792	5.200	8.346	13.691	23.661
	m/s	0,32	0,39	0,46	0,54	0,64	0,75	0,89	1,04	1,18	1,35	1,55
275	l/s	0,02	0,04	0,07	0,12	0,24	0,44	0,82	1,53	2,45	4,02	6,94
	l/h	61	131	247	442	881	1.589	2.948	5.491	8.814	14.457	24.986
	m/s	0,34	0,41	0,49	0,57	0,68	0,79	0,93	1,10	1,25	1,42	1,64
300	l/s	0,02	0,04	0,07	0,13	0,26	0,46	0,86	1,60	2,57	4,22	7,29
	l/h	64	137	260	464	926	1.670	3.098	5.771	9.263	15.194	26.260
	m/s	0,35	0,43	0,51	0,60	0,71	0,83	0,98	1,16	1,31	1,49	1,72
325	l/s	0,02	0,04	0,08	0,14	0,27	0,49	0,90	1,68	2,69	4,42	7,64
	l/h	67	144	272	486	969	1.748	3.243	6.041	9.696	15.905	27.489
	m/s	0,37	0,45	0,54	0,62	0,75	0,87	1,03	1,21	1,37	1,56	1,80
350	l/s	0,02	0,04	0,08	0,14	0,28	0,51	0,94	1,75	2,81	4,61	7,97
	l/h	70	150	284	507	1.011	1.824	3.384	6.302	10.116	16.593	28.678
	m/s	0,39	0,47	0,56	0,65	0,78	0,91	1,07	1,26	1,43	1,63	1,88

(Continuación)

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa							*Temperatura media del agua: 50 °C					
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO							*Densidad: 988 kg/m ³					
*Norma: Serie 2.5							*Viscosidad: 0,582 cST					
Pa/m	DN	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	8,0	10,6	13,4	16,6	21,4	26,6	33,4	42,0	50,0	60,0	73,4
375	l/s	0,02	0,04	0,08	0,15	0,29	0,53	0,98	1,82	2,92	4,79	8,29
	l/h	73	156	295	528	1.051	1.897	3.520	6.555	10.523	17.260	29.831
	m/s	0,40	0,49	0,58	0,68	0,81	0,95	1,12	1,31	1,49	1,70	1,96
400	l/s	0,02	0,05	0,09	0,15	0,30	0,55	1,01	1,89	3,03	4,97	8,60
	l/h	75	162	306	547	1.091	1.969	3.652	6.802	10.918	17.909	30.951
	m/s	0,42	0,51	0,60	0,70	0,84	0,98	1,16	1,36	1,54	1,76	2,03
425	l/s	0,02	0,05	0,09	0,16	0,31	0,57	1,05	1,96	3,14	5,15	8,90
	l/h	78	168	317	567	1.129	2.038	3.781	7.041	11.303	18.540	32.042
	m/s	0,43	0,53	0,62	0,73	0,87	1,02	1,20	1,41	1,60	1,82	2,10
450	l/s	0,02	0,05	0,09	0,16	0,32	0,58	1,09	2,02	3,24	5,32	9,20
	l/h	81	173	327	586	1.167	2.106	3.906	7.275	11.678	19.155	33.106
	m/s	0,45	0,55	0,65	0,75	0,90	1,05	1,24	1,46	1,65	1,88	2,17
475	l/s	0,02	0,05	0,09	0,17	0,33	0,60	1,12	2,08	3,35	5,49	9,48
	l/h	83	179	338	604	1.203	2.172	4.029	7.503	12.044	19.756	34.145
	m/s	0,46	0,56	0,67	0,78	0,93	1,09	1,28	1,50	1,70	1,94	2,24
500	l/s	0,02	0,05	0,10	0,17	0,34	0,62	1,15	2,15	3,45	5,65	9,77
	l/h	86	184	348	622	1.239	2.236	4.149	7.727	12.403	20.344	35.161
	m/s	0,47	0,58	0,69	0,80	0,96	1,12	1,32	1,55	1,75	2,00	2,31
525	l/s	0,02	0,05	0,10	0,18	0,35	0,64	1,18	2,21	3,54	5,81	10,04
	l/h	88	189	358	640	1.274	2.300	4.266	7.945	12.753	20.919	36.155
	m/s	0,49	0,60	0,70	0,82	0,98	1,15	1,35	1,59	1,80	2,06	2,37
600	l/s	0,03	0,06	0,11	0,19	0,38	0,69	1,28	2,38	3,82	6,27	10,84
	l/h	95	204	386	690	1.375	2.482	4.604	8.575	13.765	22.578	39.022
	m/s	0,53	0,64	0,76	0,89	1,06	1,24	1,46	1,72	1,95	2,22	2,56
800	l/s	0,03	0,07	0,13	0,23	0,45	0,81	1,51	2,81	4,51	7,39	12,78
	l/h	112	241	455	814	1.621	2.926	5.427	10.107	16.224	26.612	45.994
	m/s	0,62	0,76	0,90	1,04	1,25	1,46	1,72	2,03	2,30	2,61	3,02
1.000	l/s	0,04	0,08	0,14	0,26	0,51	0,92	1,71	3,19	5,12	8,40	14,51
	l/h	127	274	517	924	1.841	3.323	6.165	11.482	18.430	30.231	52.249
	m/s	0,70	0,86	1,02	1,19	1,42	1,66	1,95	2,30	2,61	2,97	3,43
1.200	l/s	0,04	0,08	0,16	0,28	0,57	1,02	1,90	3,54	5,68	9,32	16,11
	l/h	141	304	574	1.026	2.044	3.688	6.842	12.742	20.454	33.551	57.986
	m/s	0,78	0,96	1,13	1,32	1,58	1,84	2,17	2,55	2,89	3,30	3,81
1.400	l/s	0,04	0,09	0,17	0,31	0,62	1,12	2,08	3,87	6,20	10,18	17,59
	l/h	154	332	626	1.120	2.232	4.028	7.472	13.916	22.338	36.640	63.325
	m/s	0,85	1,04	1,23	1,44	1,72	2,01	2,37	2,79	3,16	3,60	4,16
1.600	l/s	0,05	0,10	0,19	0,34	0,67	1,21	2,24	4,17	6,70	10,98	18,99
	l/h	167	358	676	1.209	2.409	4.347	8.064	15.019	24.109	39.545	68.346
	m/s	0,92	1,13	1,33	1,55	1,86	2,17	2,56	3,01	3,41	3,89	4,49
1.800	l/s	0,05	0,11	0,20	0,36	0,72	1,29	2,40	4,46	7,16	11,75	20,31
	l/h	178	383	723	1.293	2.577	4.650	8.626	16.065	25.787	42.298	73.105
	m/s	0,99	1,20	1,42	1,66	1,99	2,32	2,73	3,22	3,65	4,16	4,80

(Continuación)

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa							*Temperatura media del agua: 50 °C					
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO							*Densidad: 988 kg/m ³					
*Norma: Serie 2.5							*Viscosidad: 0,582 cST					
Pa/m	DN	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	8,0	10,6	13,4	16,6	21,4	26,6	33,4	42,0	50,0	60,0	73,4
2.000	l/s	0,05	0,11	0,21	0,38	0,76	1,37	2,54	4,74	7,61	12,48	21,57
	l/h	189	406	768	1.373	2.736	4.939	9.161	17.062	27.387	44.923	77.641
	m/s	1,05	1,28	1,51	1,76	2,11	2,47	2,90	3,42	3,87	4,41	5,10
2.200	l/s	0,06	0,12	0,23	0,40	0,80	1,45	2,69	5,00	8,03	13,18	22,77
	l/h	200	429	811	1.450	2.890	5.215	9.674	18.017	28.920	47.438	81.987
	m/s	1,11	1,35	1,60	1,86	2,23	2,61	3,07	3,61	4,09	4,66	5,38
2.400	l/s	0,06	0,13	0,24	0,42	0,84	1,52	2,82	5,26	8,44	13,85	23,94
	l/h	210	451	852	1.524	3.037	5.481	10.167	18.935	30.395	49.856	86.167
	m/s	1,16	1,42	1,68	1,96	2,35	2,74	3,22	3,80	4,30	4,90	5,66
2.600	l/s	0,06	0,13	0,25	0,44	0,88	1,59	2,96	5,51	8,84	14,50	25,06
	l/h	220	472	892	1.595	3.179	5.737	10.643	19.821	31.817	52.189	90.199
	m/s	1,22	1,49	1,76	2,05	2,46	2,87	3,37	3,97	4,50	5,13	5,92
2.800	l/s	0,06	0,14	0,26	0,46	0,92	1,66	3,08	5,74	9,22	15,12	26,14
	l/h	230	493	931	1.665	3.317	5.985	11.103	20.679	33.193	54.447	94.101
	m/s	1,27	1,55	1,83	2,14	2,56	2,99	3,52	4,15	4,70	5,35	6,18
3.000	l/s	0,07	0,14	0,27	0,48	0,96	1,73	3,21	5,98	9,59	15,73	27,19
	l/h	239	512	968	1.731	3.450	6.226	11.550	21.510	34.528	56.636	97.885
	m/s	1,32	1,61	1,91	2,22	2,66	3,11	3,66	4,31	4,88	5,56	6,43
3.200	l/s	0,07	0,15	0,28	0,50	0,99	1,79	3,33	6,20	9,95	16,32	28,21
	l/h	248	532	1.005	1.796	3.580	6.460	11.983	22.318	35.825	58.764	101.562
	m/s	1,37	1,67	1,98	2,31	2,76	3,23	3,80	4,47	5,07	5,77	6,67
3.400	l/s	0,07	0,15	0,29	0,52	1,03	1,86	3,45	6,42	10,30	16,90	29,21
	l/h	256	550	1.040	1.860	3.706	6.688	12.406	23.105	37.088	60.835	105.142
	m/s	1,42	1,73	2,05	2,39	2,86	3,34	3,93	4,63	5,25	5,98	6,90
3.600	l/s	0,07	0,16	0,30	0,53	1,06	1,92	3,56	6,63	10,64	17,46	30,18
	l/h	265	569	1.075	1.922	3.829	6.910	12.818	23.872	38.320	62.855	108.633
	m/s	1,46	1,79	2,12	2,47	2,96	3,45	4,06	4,79	5,42	6,18	7,13
3.800	l/s	0,08	0,16	0,31	0,55	1,10	1,98	3,67	6,84	10,98	18,01	31,12
	l/h	273	587	1.108	1.982	3.949	7.127	13.220	24.621	39.522	64.827	112.042
	m/s	1,51	1,85	2,18	2,54	3,05	3,56	4,19	4,94	5,59	6,37	7,36
4.000	l/s	0,08	0,17	0,32	0,57	1,13	2,04	3,78	7,04	11,30	18,54	32,05
	l/h	281	604	1.141	2.041	4.066	7.339	13.613	25.354	40.697	66.756	115.374
	m/s	1,56	1,90	2,25	2,62	3,14	3,67	4,32	5,08	5,76	6,56	7,57
4.200	l/s	0,08	0,17	0,33	0,58	1,16	2,10	3,89	7,24	11,62	19,07	32,95
	l/h	289	621	1.173	2.098	4.181	7.546	13.998	26.070	41.848	68.643	118.636
	m/s	1,60	1,96	2,31	2,69	3,23	3,77	4,44	5,23	5,92	6,74	7,79
4.400	l/s	0,08	0,18	0,33	0,60	1,19	2,15	3,99	7,44	11,94	19,58	33,84
	l/h	297	638	1.205	2.155	4.294	7.749	14.375	26.773	42.975	70.492	121.832
	m/s	1,64	2,01	2,37	2,77	3,32	3,87	4,56	5,37	6,08	6,93	8,00
4.600	l/s	0,08	0,18	0,34	0,61	1,22	2,21	4,10	7,63	12,24	20,08	34,71
	l/h	305	654	1.236	2.210	4.404	7.949	14.745	27.461	44.081	72.306	124.967
	m/s	1,68	2,06	2,43	2,84	3,40	3,97	4,67	5,51	6,24	7,10	8,20

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa							*Temperatura media del agua: 50 °C					
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO							*Densidad: 988 kg/m ³					
*Norma: Serie 3.2							*Viscosidad: 0,582 cST					
Pa/m	DN	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	8,8	11,6	14,6	18,2	23,4	29,2	36,4	46,0	54,8	65,6	80,2
25	l/s	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,14	0,26	0,50	0,80	1,30	2,24
	l/h	20	42	79	144	285	520	946	1.786	2.872	4.679	8.073
	m/s	0,09	0,11	0,13	0,15	0,18	0,22	0,25	0,30	0,34	0,38	0,44
50	l/s	0,01	0,02	0,03	0,06	0,12	0,21	0,39	0,74	1,19	1,93	3,33
	l/h	30	63	118	214	424	773	1.406	2.653	4.267	6.953	11.997
	m/s	0,14	0,17	0,20	0,23	0,27	0,32	0,38	0,44	0,50	0,57	0,66
75	l/s	0,01	0,02	0,04	0,08	0,15	0,27	0,49	0,93	1,49	2,44	4,20
	l/h	38	80	148	270	534	974	1.772	3.345	5.380	8.766	15.125
	m/s	0,17	0,21	0,25	0,29	0,35	0,40	0,47	0,56	0,63	0,72	0,83
100	l/s	0,01	0,03	0,05	0,09	0,17	0,32	0,58	1,10	1,76	2,87	4,95
	l/h	44	94	175	318	630	1.148	2.089	3.943	6.341	10.333	17.827
	m/s	0,20	0,25	0,29	0,34	0,41	0,48	0,56	0,66	0,75	0,85	0,98
125	l/s	0,01	0,03	0,06	0,10	0,20	0,36	0,66	1,24	2,00	3,26	5,63
	l/h	50	106	199	362	715	1.305	2.373	4.479	7.203	11.738	20.252
	m/s	0,23	0,28	0,33	0,39	0,46	0,54	0,63	0,75	0,85	0,96	1,11
150	l/s	0,02	0,03	0,06	0,11	0,22	0,40	0,73	1,38	2,22	3,62	6,24
	l/h	56	118	221	401	794	1.448	2.633	4.971	7.994	13.027	22.476
	m/s	0,25	0,31	0,37	0,43	0,51	0,60	0,70	0,83	0,94	1,07	1,24
175	l/s	0,02	0,04	0,07	0,12	0,24	0,44	0,80	1,51	2,43	3,95	6,82
	l/h	61	129	241	438	867	1.581	2.876	5.429	8.731	14.226	24.545
	m/s	0,28	0,34	0,40	0,47	0,56	0,66	0,77	0,91	1,03	1,17	1,35
200	l/s	0,02	0,04	0,07	0,13	0,26	0,47	0,86	1,63	2,62	4,27	7,36
	l/h	66	139	260	473	936	1.706	3.104	5.859	9.423	15.354	26.491
	m/s	0,30	0,37	0,43	0,50	0,60	0,71	0,83	0,98	1,11	1,26	1,46
225	l/s	0,02	0,04	0,08	0,14	0,28	0,51	0,92	1,74	2,80	4,56	7,87
	l/h	70	149	278	506	1.001	1.825	3.320	6.267	10.079	16.423	28.336
	m/s	0,32	0,39	0,46	0,54	0,65	0,76	0,89	1,05	1,19	1,35	1,56
250	l/s	0,02	0,04	0,08	0,15	0,30	0,54	0,98	1,85	2,97	4,85	8,36
	l/h	75	158	295	537	1.063	1.939	3.526	6.656	10.704	17.442	30.094
	m/s	0,34	0,42	0,49	0,57	0,69	0,80	0,94	1,11	1,26	1,43	1,65
275	l/s	0,02	0,05	0,09	0,16	0,31	0,57	1,03	1,95	3,14	5,12	8,83
	l/h	79	167	312	567	1.122	2.047	3.723	7.028	11.303	18.419	31.779
	m/s	0,36	0,44	0,52	0,61	0,72	0,85	0,99	1,17	1,33	1,51	1,75
300	l/s	0,02	0,05	0,09	0,17	0,33	0,60	1,09	2,05	3,30	5,38	9,28
	l/h	83	176	328	596	1.180	2.151	3.913	7.387	11.880	19.358	33.399
	m/s	0,38	0,46	0,54	0,64	0,76	0,89	1,04	1,23	1,40	1,59	1,84
325	l/s	0,02	0,05	0,10	0,17	0,34	0,63	1,14	2,15	3,45	5,63	9,71
	l/h	87	184	343	624	1.235	2.252	4.096	7.732	12.436	20.264	34.962
	m/s	0,40	0,48	0,57	0,67	0,80	0,93	1,09	1,29	1,46	1,67	1,92
350	l/s	0,03	0,05	0,10	0,18	0,36	0,65	1,19	2,24	3,60	5,87	10,13
	l/h	91	192	358	651	1.288	2.350	4.274	8.067	12.974	21.140	36.474
	m/s	0,41	0,50	0,59	0,70	0,83	0,97	1,14	1,35	1,53	1,74	2,01

(Continuación)

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa							*Temperatura media del agua: 50 °C					
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO							*Densidad: 988 kg/m ³					
*Norma: Serie 3.2							*Viscosidad: 0,582 cST					
Pa/m	DN	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	8,8	11,6	14,6	18,2	23,4	29,2	36,4	46,0	54,8	65,6	80,2
375	l/s	0,03	0,06	0,10	0,19	0,37	0,68	1,23	2,33	3,75	6,11	10,54
	l/h	94	199	372	677	1.340	2.444	4.445	8.391	13.495	21.990	37.941
	m/s	0,43	0,52	0,62	0,72	0,87	1,01	1,19	1,40	1,59	1,81	2,09
400	l/s	0,03	0,06	0,11	0,20	0,39	0,70	1,28	2,42	3,89	6,34	10,94
	l/h	98	207	386	703	1.390	2.536	4.612	8.707	14.002	22.816	39.366
	m/s	0,45	0,54	0,64	0,75	0,90	1,05	1,23	1,46	1,65	1,88	2,16
425	l/s	0,03	0,06	0,11	0,20	0,40	0,73	1,33	2,50	4,03	6,56	11,32
	l/h	101	214	400	728	1.439	2.625	4.775	9.014	14.496	23.621	40.754
	m/s	0,46	0,56	0,66	0,78	0,93	1,09	1,27	1,51	1,71	1,94	2,24
450	l/s	0,03	0,06	0,11	0,21	0,41	0,75	1,37	2,59	4,16	6,78	11,70
	l/h	105	221	413	752	1.487	2.712	4.933	9.313	14.977	24.405	42.107
	m/s	0,48	0,58	0,69	0,80	0,96	1,13	1,32	1,56	1,76	2,01	2,32
475	l/s	0,03	0,06	0,12	0,22	0,43	0,78	1,41	2,67	4,29	6,99	12,06
	l/h	108	228	426	775	1.534	2.797	5.088	9.605	15.447	25.171	43.428
	m/s	0,49	0,60	0,71	0,83	0,99	1,16	1,36	1,61	1,82	2,07	2,39
500	l/s	0,03	0,07	0,12	0,22	0,44	0,80	1,46	2,75	4,42	7,20	12,42
	l/h	111	235	439	798	1.579	2.881	5.240	9.891	15.906	25.919	44.720
	m/s	0,51	0,62	0,73	0,85	1,02	1,19	1,40	1,65	1,87	2,13	2,46
525	l/s	0,03	0,07	0,13	0,23	0,45	0,82	1,50	2,83	4,54	7,40	12,77
	l/h	114	242	451	821	1.624	2.962	5.388	10.170	16.356	26.652	45.984
	m/s	0,52	0,64	0,75	0,88	1,05	1,23	1,44	1,70	1,93	2,19	2,53
600	l/s	0,03	0,07	0,14	0,25	0,49	0,89	1,62	3,05	4,90	7,99	13,79
	l/h	123	261	487	886	1.753	3.197	5.815	10.977	17.653	28.765	49.630
	m/s	0,56	0,69	0,81	0,95	1,13	1,33	1,55	1,83	2,08	2,36	2,73
800	l/s	0,04	0,09	0,16	0,29	0,57	1,05	1,90	3,59	5,78	9,42	16,25
	l/h	145	308	574	1.044	2.066	3.768	6.854	12.938	20.807	33.905	58.498
	m/s	0,66	0,81	0,95	1,12	1,33	1,56	1,83	2,16	2,45	2,79	3,22
1.000	l/s	0,05	0,10	0,18	0,33	0,65	1,19	2,16	4,08	6,57	10,70	18,46
	l/h	165	349	652	1.186	2.347	4.281	7.786	14.697	23.637	38.516	66.453
	m/s	0,75	0,92	1,08	1,27	1,52	1,78	2,08	2,46	2,78	3,17	3,65
1.200	l/s	0,05	0,11	0,20	0,37	0,72	1,32	2,40	4,53	7,29	11,87	20,49
	l/h	183	388	724	1.317	2.605	4.751	8.641	16.311	26.232	42.745	73.750
	m/s	0,84	1,02	1,20	1,41	1,68	1,97	2,31	2,73	3,09	3,51	4,06
1.400	l/s	0,06	0,12	0,22	0,40	0,79	1,44	2,62	4,95	7,96	12,97	22,37
	l/h	200	423	791	1.438	2.844	5.188	9.437	17.813	28.648	46.681	80.541
	m/s	0,91	1,11	1,31	1,54	1,84	2,15	2,52	2,98	3,37	3,84	4,43
1.600	l/s	0,06	0,13	0,24	0,43	0,85	1,56	2,83	5,34	8,59	14,00	24,15
	l/h	216	457	853	1.552	3.070	5.600	10.185	19.226	30.919	50.382	86.927
	m/s	0,99	1,20	1,42	1,66	1,98	2,32	2,72	3,21	3,64	4,14	4,78
1.800	l/s	0,06	0,14	0,25	0,46	0,91	1,66	3,03	5,71	9,19	14,97	25,83
	l/h	231	489	913	1.660	3.284	5.989	10.894	20.564	33.072	53.890	92.979
	m/s	1,05	1,28	1,51	1,77	2,12	2,48	2,91	3,44	3,89	4,43	5,11

(Continuación)

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa						*Temperatura media del agua: 50 °C						
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO						*Densidad: 988 kg/m ³						
*Norma: Serie 3.2						*Viscosidad: 0,582 cST						
Pa/m	DN	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	8,8	11,6	14,6	18,2	23,4	29,2	36,4	46,0	54,8	65,6	80,2
2.000	l/s	0,07	0,14	0,27	0,49	0,97	1,77	3,21	6,07	9,76	15,90	27,43
	l/h	245	519	969	1.763	3.487	6.361	11.570	21.840	35.124	57.234	98.749
	m/s	1,12	1,36	1,61	1,88	2,25	2,64	3,09	3,65	4,14	4,70	5,43
2.200	l/s	0,07	0,15	0,28	0,52	1,02	1,87	3,39	6,41	10,30	16,79	28,97
	l/h	259	548	1.024	1.862	3.683	6.717	12.218	23.063	37.090	60.438	104.277
	m/s	1,18	1,44	1,70	1,99	2,38	2,79	3,26	3,85	4,37	4,97	5,73
2.400	l/s	0,08	0,16	0,30	0,54	1,08	1,96	3,57	6,73	10,83	17,64	30,44
	l/h	272	576	1.076	1.957	3.870	7.060	12.840	24.239	38.981	63.519	109.592
	m/s	1,24	1,51	1,78	2,09	2,50	2,93	3,43	4,05	4,59	5,22	6,03
2.600	l/s	0,08	0,17	0,31	0,57	1,13	2,05	3,73	7,05	11,33	18,47	31,87
	l/h	285	603	1.126	2.048	4.051	7.390	13.441	25.373	40.805	66.492	114.721
	m/s	1,30	1,59	1,87	2,19	2,62	3,07	3,59	4,24	4,81	5,46	6,31
2.800	l/s	0,08	0,17	0,33	0,59	1,17	2,14	3,90	7,35	11,83	19,27	33,25
	l/h	297	629	1.175	2.137	4.227	7.710	14.023	26.470	42.571	69.368	119.684
	m/s	1,36	1,65	1,95	2,28	2,73	3,20	3,74	4,42	5,01	5,70	6,58
3.000	l/s	0,09	0,18	0,34	0,62	1,22	2,23	4,05	7,65	12,30	20,04	34,58
	l/h	309	655	1.222	2.223	4.397	8.020	14.587	27.535	44.282	72.157	124.496
	m/s	1,41	1,72	2,03	2,37	2,84	3,33	3,89	4,60	5,22	5,93	6,85
3.200	l/s	0,09	0,19	0,35	0,64	1,27	2,31	4,20	7,94	12,76	20,80	35,88
	l/h	321	679	1.268	2.306	4.562	8.321	15.135	28.569	45.946	74.868	129.174
	m/s	1,47	1,78	2,10	2,46	2,95	3,45	4,04	4,78	5,41	6,15	7,10
3.400	l/s	0,09	0,20	0,36	0,66	1,31	2,39	4,35	8,22	13,21	21,53	37,15
	l/h	332	703	1.313	2.387	4.723	8.614	15.668	29.576	47.566	77.507	133.727
	m/s	1,52	1,85	2,18	2,55	3,05	3,57	4,18	4,94	5,60	6,37	7,35
3.600	l/s	0,10	0,20	0,38	0,69	1,36	2,47	4,50	8,49	13,65	22,24	38,38
	l/h	343	726	1.356	2.467	4.879	8.900	16.188	30.558	49.145	80.080	138.167
	m/s	1,57	1,91	2,25	2,63	3,15	3,69	4,32	5,11	5,79	6,58	7,60
3.800	l/s	0,10	0,21	0,39	0,71	1,40	2,55	4,64	8,75	14,08	22,94	39,58
	l/h	354	749	1.399	2.544	5.033	9.179	16.696	31.517	50.687	82.593	142.502
	m/s	1,62	1,97	2,32	2,72	3,25	3,81	4,46	5,27	5,97	6,79	7,84
4.000	l/s	0,10	0,21	0,40	0,73	1,44	2,63	4,78	9,02	14,50	23,62	40,76
	l/h	364	771	1.440	2.620	5.182	9.452	17.193	32.455	52.194	85.050	146.741
	m/s	1,66	2,03	2,39	2,80	3,35	3,92	4,59	5,42	6,15	6,99	8,07
4.200	l/s	0,10	0,22	0,41	0,75	1,48	2,70	4,91	9,27	14,91	24,29	41,91
	l/h	375	793	1.481	2.694	5.329	9.720	17.679	33.372	53.670	87.454	150.889
	m/s	1,71	2,09	2,46	2,88	3,44	4,03	4,72	5,58	6,32	7,19	8,30
4.400	l/s	0,11	0,23	0,42	0,77	1,52	2,77	5,04	9,52	15,31	24,95	43,04
	l/h	385	815	1.521	2.766	5.472	9.982	18.155	34.271	55.116	89.810	154.954
	m/s	1,76	2,14	2,52	2,95	3,53	4,14	4,85	5,73	6,49	7,38	8,52
4.600	l/s	0,11	0,23	0,43	0,79	1,56	2,84	5,17	9,76	15,70	25,59	44,15
	l/h	395	836	1.560	2.838	5.613	10.238	18.622	35.153	56.534	92.121	158.941
	m/s	1,80	2,20	2,59	3,03	3,63	4,25	4,97	5,88	6,66	7,57	8,74

Caudales máximos en función de la pérdida de carga

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa							*Temperatura media del agua: 50 °C					
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO							*Densidad: 988 kg/m ³					
*Norma: Serie 5.0							*Viscosidad: 0,582 cST					
Pa/m	DN	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	9,8	13,0	16,4	20,4	26,2	32,8	41,0	51,6	61,4	73,6	90,0
25	l/s	0,01	0,02	0,03	0,05	0,11	0,20	0,36	0,68	1,09	1,78	3,07
	l/h	27	58	109	196	387	713	1.307	2.439	3.910	6.395	11.040
	m/s	0,10	0,12	0,14	0,17	0,20	0,23	0,27	0,32	0,37	0,42	0,48
50	l/s	0,01	0,02	0,04	0,08	0,16	0,29	0,54	1,01	1,61	2,64	4,56
	l/h	40	86	161	292	576	1.060	1.942	3.624	5.810	9.502	16.405
	m/s	0,15	0,18	0,21	0,25	0,30	0,35	0,41	0,48	0,55	0,62	0,72
75	l/s	0,01	0,03	0,06	0,10	0,20	0,37	0,68	1,27	2,03	3,33	5,75
	l/h	50	108	204	368	726	1.336	2.448	4.569	7.325	11.980	20.682
	m/s	0,19	0,23	0,27	0,31	0,37	0,44	0,52	0,61	0,69	0,78	0,90
100	l/s	0,02	0,04	0,07	0,12	0,24	0,44	0,80	1,50	2,40	3,92	6,77
	l/h	59	128	240	434	856	1.574	2.885	5.386	8.634	14.121	24.377
	m/s	0,22	0,27	0,32	0,37	0,44	0,52	0,61	0,72	0,81	0,92	1,06
125	l/s	0,02	0,04	0,08	0,14	0,27	0,50	0,91	1,70	2,72	4,46	7,69
	l/h	67	145	273	493	972	1.789	3.278	6.118	9.808	16.041	27.693
	m/s	0,25	0,30	0,36	0,42	0,50	0,59	0,69	0,81	0,92	1,05	1,21
150	l/s	0,02	0,04	0,08	0,15	0,30	0,55	1,01	1,89	3,02	4,95	8,54
	l/h	75	161	302	547	1.079	1.985	3.637	6.790	10.885	17.802	30.733
	m/s	0,28	0,34	0,40	0,46	0,56	0,65	0,77	0,90	1,02	1,16	1,34
175	l/s	0,02	0,05	0,09	0,17	0,33	0,60	1,10	2,06	3,30	5,40	9,32
	l/h	82	176	330	597	1.178	2.168	3.972	7.415	11.888	19.442	33.563
	m/s	0,30	0,37	0,43	0,51	0,61	0,71	0,84	0,98	1,12	1,27	1,47
200	l/s	0,02	0,05	0,10	0,18	0,35	0,65	1,19	2,22	3,56	5,83	10,06
	l/h	88	190	357	645	1.271	2.340	4.287	8.003	12.830	20.983	36.225
	m/s	0,32	0,40	0,47	0,55	0,66	0,77	0,90	1,06	1,20	1,37	1,58
225	l/s	0,03	0,06	0,11	0,19	0,38	0,70	1,27	2,38	3,81	6,23	10,76
	l/h	94	203	381	690	1.360	2.503	4.586	8.560	13.723	22.444	38.747
	m/s	0,35	0,42	0,50	0,59	0,70	0,82	0,96	1,14	1,29	1,47	1,69
250	l/s	0,03	0,06	0,11	0,20	0,40	0,74	1,35	2,53	4,05	6,62	11,43
	l/h	100	216	405	732	1.444	2.658	4.870	9.091	14.575	23.837	41.151
	m/s	0,37	0,45	0,53	0,62	0,74	0,87	1,02	1,21	1,37	1,56	1,80
275	l/s	0,03	0,06	0,12	0,21	0,42	0,78	1,43	2,67	4,28	6,99	12,07
	l/h	106	228	428	773	1.525	2.807	5.143	9.600	15.391	25.171	43.454
	m/s	0,39	0,48	0,56	0,66	0,79	0,92	1,08	1,28	1,44	1,64	1,90
300	l/s	0,03	0,07	0,12	0,23	0,45	0,82	1,50	2,80	4,49	7,35	12,69
	l/h	111	239	449	813	1.603	2.950	5.405	10.090	16.175	26.454	45.670
	m/s	0,41	0,50	0,59	0,69	0,83	0,97	1,14	1,34	1,52	1,73	1,99
325	l/s	0,03	0,07	0,13	0,24	0,47	0,86	1,57	2,93	4,70	7,69	13,28
	l/h	116	250	470	851	1.678	3.088	5.658	10.562	16.932	27.692	47.807
	m/s	0,43	0,52	0,62	0,72	0,86	1,02	1,19	1,40	1,59	1,81	2,09
350	l/s	0,03	0,07	0,14	0,25	0,49	0,89	1,64	3,06	4,91	8,03	13,85
	l/h	121	261	491	888	1.751	3.221	5.903	11.019	17.665	28.890	49.875
	m/s	0,45	0,55	0,65	0,75	0,90	1,06	1,24	1,46	1,66	1,89	2,18

(Continuación)

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa						*Temperatura media del agua: 50 °C						
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO						*Densidad: 988 kg/m ³						
*Norma: Serie 5.0						*Viscosidad: 0,582 cST						
Pa/m	DN	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	9,8	13,0	16,4	20,4	26,2	32,8	41,0	51,6	61,4	73,6	90,0
375	l/s	0,04	0,08	0,14	0,26	0,51	0,93	1,71	3,18	5,10	8,35	14,41
	l/h	126	272	511	923	1.821	3.351	6.140	11.462	18.375	30.052	51.881
	m/s	0,46	0,57	0,67	0,78	0,94	1,10	1,29	1,52	1,72	1,96	2,27
400	l/s	0,04	0,08	0,15	0,27	0,52	0,97	1,77	3,30	5,30	8,66	14,95
	l/h	131	282	530	958	1.889	3.477	6.371	11.892	19.066	31.181	53.830
	m/s	0,48	0,59	0,70	0,81	0,97	1,14	1,34	1,58	1,79	2,04	2,35
425	l/s	0,04	0,08	0,15	0,28	0,54	1,00	1,83	3,42	5,48	8,97	15,48
	l/h	136	292	548	992	1.956	3.599	6.596	12.312	19.738	32.280	55.727
	m/s	0,50	0,61	0,72	0,84	1,01	1,18	1,39	1,64	1,85	2,11	2,43
450	l/s	0,04	0,08	0,16	0,28	0,56	1,03	1,89	3,53	5,66	9,26	15,99
	l/h	140	302	567	1.025	2.021	3.719	6.815	12.720	20.393	33.352	57.577
	m/s	0,52	0,63	0,75	0,87	1,04	1,22	1,43	1,69	1,91	2,18	2,51
475	l/s	0,04	0,09	0,16	0,29	0,58	1,07	1,95	3,64	5,84	9,56	16,50
	l/h	144	311	584	1.057	2.084	3.835	7.028	13.119	21.033	34.398	59.384
	m/s	0,53	0,65	0,77	0,90	1,07	1,26	1,48	1,74	1,97	2,25	2,59
500	l/s	0,04	0,09	0,17	0,30	0,60	1,10	2,01	3,75	6,02	9,84	16,99
	l/h	149	320	602	1.088	2.146	3.949	7.237	13.510	21.658	35.421	61.150
	m/s	0,55	0,67	0,79	0,92	1,11	1,30	1,52	1,79	2,03	2,31	2,67
525	l/s	0,04	0,09	0,17	0,31	0,61	1,13	2,07	3,86	6,19	10,12	17,47
	l/h	153	329	619	1.119	2.207	4.061	7.442	13.892	22.271	36.423	62.879
	m/s	0,56	0,69	0,81	0,95	1,14	1,34	1,57	1,85	2,09	2,38	2,75
600	l/s	0,05	0,10	0,19	0,34	0,66	1,22	2,23	4,16	6,68	10,92	18,85
	l/h	165	355	668	1.208	2.382	4.383	8.032	14.993	24.037	39.311	67.865
	m/s	0,61	0,74	0,88	1,03	1,23	1,44	1,69	1,99	2,25	2,57	2,96
800	l/s	0,05	0,12	0,22	0,40	0,78	1,44	2,63	4,91	7,87	12,87	22,22
	l/h	195	419	787	1.424	2.808	5.166	9.467	17.672	28.331	46.335	79.991
	m/s	0,72	0,88	1,04	1,21	1,45	1,70	1,99	2,35	2,66	3,03	3,49
1.000	l/s	0,06	0,13	0,25	0,45	0,89	1,63	2,99	5,58	8,94	14,62	25,24
	l/h	221	476	894	1.617	3.189	5.869	10.755	20.075	32.184	52.636	90.869
	m/s	0,81	1,00	1,18	1,37	1,64	1,93	2,26	2,67	3,02	3,44	3,97
1.200	l/s	0,07	0,15	0,28	0,50	0,98	1,81	3,32	6,19	9,92	16,23	28,01
	l/h	245	528	992	1.795	3.540	6.513	11.936	22.280	35.718	58.416	100.847
	m/s	0,90	1,11	1,31	1,53	1,82	2,14	2,51	2,96	3,35	3,81	4,40
1.400	l/s	0,07	0,16	0,30	0,54	1,07	1,98	3,62	6,76	10,84	17,72	30,59
	l/h	268	577	1.084	1.960	3.866	7.113	13.035	24.331	39.007	63.795	110.133
	m/s	0,99	1,21	1,43	1,67	1,99	2,34	2,74	3,23	3,66	4,17	4,81
1.600	l/s	0,08	0,17	0,32	0,59	1,16	2,13	3,91	7,29	11,69	19,13	33,02
	l/h	289	623	1.170	2.115	4.172	7.677	14.068	26.261	42.100	68.853	118.865
	m/s	1,06	1,30	1,54	1,80	2,15	2,52	2,96	3,49	3,95	4,50	5,19
1.800	l/s	0,09	0,18	0,35	0,63	1,24	2,28	4,18	7,80	12,51	20,46	35,32
	l/h	309	666	1.251	2.263	4.463	8.212	15.048	28.089	45.031	73.647	127.141
	m/s	1,14	1,39	1,65	1,92	2,30	2,70	3,17	3,73	4,22	4,81	5,55

(Continuación)

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa							*Temperatura media del agua: 50 °C					
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO							*Densidad: 988 kg/m ³					
*Norma: Serie 5.0							*Viscosidad: 0,582 cST					
Pa/m	DN	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	9,8	13,0	16,4	20,4	26,2	32,8	41,0	51,6	61,4	73,6	90,0
2.000	l/s	0,09	0,20	0,37	0,67	1,32	2,42	4,44	8,29	13,28	21,73	37,51
	l/h	328	707	1.329	2.403	4.740	8.721	15.981	29.832	47.826	78.217	135.031
	m/s	1,21	1,48	1,75	2,04	2,44	2,87	3,36	3,96	4,49	5,11	5,90
2.200	l/s	0,10	0,21	0,39	0,70	1,39	2,56	4,69	8,75	14,03	22,94	39,61
	l/h	347	747	1.403	2.538	5.005	9.209	16.876	31.502	50.503	82.595	142.589
	m/s	1,28	1,56	1,85	2,16	2,58	3,03	3,55	4,18	4,74	5,39	6,23
2.400	l/s	0,10	0,22	0,41	0,74	1,46	2,69	4,93	9,20	14,74	24,11	41,63
	l/h	365	785	1.475	2.667	5.260	9.679	17.736	33.108	53.077	86.805	149.858
	m/s	1,34	1,64	1,94	2,27	2,71	3,18	3,73	4,40	4,98	5,67	6,54
2.600	l/s	0,11	0,23	0,43	0,78	1,53	2,81	5,16	9,63	15,43	25,24	43,58
	l/h	382	822	1.544	2.792	5.506	10.132	18.566	34.657	55.561	90.868	156.871
	m/s	1,41	1,72	2,03	2,37	2,84	3,33	3,91	4,60	5,21	5,93	6,85
2.800	l/s	0,11	0,24	0,45	0,81	1,60	2,94	5,38	10,04	16,10	26,33	45,46
	l/h	398	857	1.611	2.913	5.744	10.570	19.369	36.156	57.964	94.799	163.657
	m/s	1,47	1,79	2,12	2,48	2,96	3,47	4,08	4,80	5,44	6,19	7,15
3.000	l/s	0,12	0,25	0,47	0,84	1,66	3,05	5,60	10,45	16,75	27,39	47,29
	l/h	414	892	1.675	3.030	5.975	10.995	20.148	37.610	60.295	98.611	170.238
	m/s	1,53	1,87	2,20	2,57	3,08	3,61	4,24	5,00	5,66	6,44	7,43
3.200	l/s	0,12	0,26	0,48	0,87	1,72	3,17	5,81	10,84	17,38	28,42	49,06
	l/h	430	925	1.738	3.143	6.200	11.408	20.905	39.023	62.560	102.315	176.633
	m/s	1,58	1,94	2,29	2,67	3,19	3,75	4,40	5,18	5,87	6,68	7,71
3.400	l/s	0,12	0,27	0,50	0,90	1,78	3,28	6,01	11,22	17,99	29,42	50,79
	l/h	445	958	1.800	3.254	6.418	11.810	21.642	40.399	64.766	105.922	182.860
	m/s	1,64	2,00	2,37	2,77	3,31	3,88	4,55	5,37	6,08	6,92	7,98
3.600	l/s	0,13	0,27	0,52	0,93	1,84	3,39	6,21	11,59	18,59	30,40	52,48
	l/h	460	990	1.859	3.362	6.631	12.202	22.361	41.740	66.916	109.438	188.931
	m/s	1,69	2,07	2,45	2,86	3,42	4,01	4,70	5,54	6,28	7,15	8,25
3.800	l/s	0,13	0,28	0,53	0,96	1,90	3,50	6,41	11,96	19,17	31,35	54,13
	l/h	474	1.021	1.918	3.468	6.839	12.585	23.062	43.050	69.016	112.872	194.859
	m/s	1,75	2,14	2,52	2,95	3,52	4,14	4,85	5,72	6,47	7,37	8,51
4.000	l/s	0,14	0,29	0,55	0,99	1,96	3,60	6,60	12,31	19,74	32,29	55,74
	l/h	488	1.051	1.975	3.571	7.043	12.960	23.748	44.330	71.069	116.230	200.655
	m/s	1,80	2,20	2,60	3,03	3,63	4,26	5,00	5,89	6,67	7,59	8,76
4.200	l/s	0,14	0,30	0,56	1,02	2,01	3,70	6,78	12,66	20,30	33,20	57,31
	l/h	502	1.081	2.031	3.672	7.242	13.326	24.420	45.583	73.078	119.516	206.328
	m/s	1,85	2,26	2,67	3,12	3,73	4,38	5,14	6,06	6,86	7,80	9,01
4.400	l/s	0,14	0,31	0,58	1,05	2,07	3,80	6,97	13,00	20,85	34,09	58,86
	l/h	515	1.110	2.085	3.771	7.437	13.685	25.078	46.811	75.046	122.735	211.886
	m/s	1,90	2,32	2,74	3,20	3,83	4,50	5,28	6,22	7,04	8,01	9,25
4.600	l/s	0,15	0,32	0,59	1,07	2,12	3,90	7,15	13,34	21,38	34,97	60,37
	l/h	529	1.138	2.139	3.868	7.628	14.037	25.723	48.016	76.977	125.893	217.337
	m/s	1,95	2,38	2,81	3,29	3,93	4,61	5,41	6,38	7,22	8,22	9,49

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa							*Temperatura media del agua: 50 °C					
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO							*Densidad: 988 kg/m ³					
*Norma: Serie 6.3							*Viscosidad: 0,582 cST					
Pa/m	DN	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	10,2	13,6	17,0	21,4	27,2	34,2	42,6	53,8	64,0	76,8	93,8
25	l/s	0,01	0,02	0,03	0,06	0,12	0,22	0,40	0,76	1,22	1,99	3,43
	l/h	30	65	120	224	429	799	1.450	2.732	4.376	7.178	12.351
	m/s	0,10	0,12	0,15	0,17	0,21	0,24	0,28	0,33	0,38	0,43	0,50
50	l/s	0,01	0,03	0,05	0,09	0,18	0,33	0,60	1,13	1,81	2,96	5,10
	l/h	44	97	178	332	637	1.187	2.154	4.059	6.503	10.666	18.354
	m/s	0,15	0,19	0,22	0,26	0,30	0,36	0,42	0,50	0,56	0,64	0,74
75	l/s	0,02	0,03	0,06	0,12	0,22	0,42	0,75	1,42	2,28	3,74	6,43
	l/h	56	122	224	419	804	1.496	2.716	5.118	8.198	13.447	23.139
	m/s	0,19	0,23	0,27	0,32	0,38	0,45	0,53	0,63	0,71	0,81	0,93
100	l/s	0,02	0,04	0,07	0,14	0,26	0,49	0,89	1,68	2,68	4,40	7,58
	l/h	66	144	264	494	947	1.764	3.201	6.032	9.663	15.850	27.273
	m/s	0,22	0,28	0,32	0,38	0,45	0,53	0,62	0,74	0,83	0,95	1,10
125	l/s	0,02	0,05	0,08	0,16	0,30	0,56	1,01	1,90	3,05	5,00	8,61
	l/h	75	164	300	561	1.076	2.003	3.636	6.852	10.977	18.005	30.982
	m/s	0,26	0,31	0,37	0,43	0,51	0,61	0,71	0,84	0,95	1,08	1,25
150	l/s	0,02	0,05	0,09	0,17	0,33	0,62	1,12	2,11	3,38	5,55	9,55
	l/h	83	182	333	623	1.194	2.223	4.036	7.605	12.182	19.982	34.384
	m/s	0,28	0,35	0,41	0,48	0,57	0,67	0,79	0,93	1,05	1,20	1,38
175	l/s	0,03	0,06	0,10	0,19	0,36	0,67	1,22	2,31	3,70	6,06	10,43
	l/h	91	199	364	680	1.304	2.428	4.407	8.305	13.304	21.822	37.550
	m/s	0,31	0,38	0,45	0,53	0,62	0,73	0,86	1,01	1,15	1,31	1,51
200	l/s	0,03	0,06	0,11	0,20	0,39	0,73	1,32	2,49	3,99	6,54	11,26
	l/h	98	214	393	734	1.408	2.621	4.757	8.963	14.359	23.553	40.528
	m/s	0,33	0,41	0,48	0,57	0,67	0,79	0,93	1,10	1,24	1,41	1,63
225	l/s	0,03	0,06	0,12	0,22	0,42	0,78	1,41	2,66	4,27	7,00	12,04
	l/h	105	229	420	785	1.506	2.803	5.088	9.587	15.359	25.192	43.349
	m/s	0,36	0,44	0,51	0,61	0,72	0,85	0,99	1,17	1,33	1,51	1,74
250	l/s	0,03	0,07	0,12	0,23	0,44	0,83	1,50	2,83	4,53	7,43	12,79
	l/h	112	244	446	834	1.599	2.977	5.404	10.182	16.312	26.756	46.040
	m/s	0,38	0,47	0,55	0,64	0,76	0,90	1,05	1,24	1,41	1,60	1,85
275	l/s	0,03	0,07	0,13	0,24	0,47	0,87	1,59	2,99	4,78	7,85	13,50
	l/h	118	257	471	881	1.688	3.144	5.706	10.752	17.225	28.253	48.617
	m/s	0,40	0,49	0,58	0,68	0,81	0,95	1,11	1,31	1,49	1,69	1,95
300	l/s	0,03	0,08	0,14	0,26	0,49	0,92	1,67	3,14	5,03	8,25	14,19
	l/h	124	270	496	926	1.775	3.304	5.997	11.300	18.103	29.694	51.095
	m/s	0,42	0,52	0,61	0,71	0,85	1,00	1,17	1,38	1,56	1,78	2,05
325	l/s	0,04	0,08	0,14	0,27	0,52	0,96	1,74	3,29	5,26	8,63	14,86
	l/h	130	283	519	969	1.858	3.459	6.278	11.829	18.950	31.083	53.486
	m/s	0,44	0,54	0,63	0,75	0,89	1,05	1,22	1,45	1,64	1,86	2,15
350	l/s	0,04	0,08	0,15	0,28	0,54	1,00	1,82	3,43	5,49	9,01	15,50
	l/h	135	295	541	1.011	1.938	3.608	6.549	12.341	19.770	32.428	55.800
	m/s	0,46	0,56	0,66	0,78	0,93	1,09	1,28	1,51	1,71	1,94	2,24

(Continuación)

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa							*Temperatura media del agua: 50 °C					
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO							*Densidad: 988 kg/m ³					
*Norma: Serie 6.3							*Viscosidad: 0,582 cST					
Pa/m	DN	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	10,2	13,6	17,0	21,4	27,2	34,2	42,6	53,8	64,0	76,8	93,8
375	l/s	0,04	0,09	0,16	0,29	0,56	1,04	1,89	3,57	5,71	9,37	16,12
	l/h	141	307	563	1.051	2.016	3.753	6.813	12.837	20.565	33.732	58.044
	m/s	0,48	0,59	0,69	0,81	0,96	1,13	1,33	1,57	1,78	2,02	2,33
400	l/s	0,04	0,09	0,16	0,30	0,58	1,08	1,96	3,70	5,93	9,72	16,73
	l/h	146	319	584	1.091	2.092	3.894	7.069	13.319	21.337	34.999	60.224
	m/s	0,50	0,61	0,71	0,84	1,00	1,18	1,38	1,63	1,84	2,10	2,42
425	l/s	0,04	0,09	0,17	0,31	0,60	1,12	2,03	3,83	6,14	10,06	17,32
	l/h	151	330	605	1.129	2.165	4.032	7.318	13.789	22.089	36.233	62.347
	m/s	0,51	0,63	0,74	0,87	1,04	1,22	1,43	1,68	1,91	2,17	2,51
450	l/s	0,04	0,09	0,17	0,32	0,62	1,16	2,10	3,96	6,34	10,40	17,89
	l/h	156	341	625	1.167	2.237	4.165	7.561	14.247	22.823	37.436	64.417
	m/s	0,53	0,65	0,76	0,90	1,07	1,26	1,47	1,74	1,97	2,24	2,59
475	l/s	0,04	0,10	0,18	0,33	0,64	1,19	2,17	4,08	6,54	10,73	18,46
	l/h	161	352	644	1.203	2.307	4.296	7.798	14.694	23.539	38.611	66.438
	m/s	0,55	0,67	0,79	0,93	1,10	1,30	1,52	1,80	2,03	2,32	2,67
500	l/s	0,05	0,10	0,18	0,34	0,66	1,23	2,23	4,20	6,73	11,04	19,00
	l/h	166	362	663	1.239	2.376	4.424	8.030	15.131	24.239	39.759	68.414
	m/s	0,56	0,69	0,81	0,96	1,14	1,34	1,56	1,85	2,09	2,38	2,75
525	l/s	0,05	0,10	0,19	0,35	0,68	1,26	2,29	4,32	6,92	11,36	19,54
	l/h	171	372	682	1.274	2.443	4.549	8.257	15.559	24.924	40.883	70.349
	m/s	0,58	0,71	0,83	0,98	1,17	1,38	1,61	1,90	2,15	2,45	2,83
600	l/s	0,05	0,11	0,20	0,38	0,73	1,36	2,48	4,66	7,47	12,26	21,09
	l/h	184	402	736	1.375	2.637	4.910	8.912	16.792	26.901	44.125	75.927
	m/s	0,63	0,77	0,90	1,06	1,26	1,48	1,74	2,05	2,32	2,65	3,05
800	l/s	0,06	0,13	0,24	0,45	0,86	1,61	2,92	5,50	8,81	14,45	24,86
	l/h	217	474	868	1.621	3.108	5.787	10.504	19.793	31.707	52.009	89.493
	m/s	0,74	0,91	1,06	1,25	1,49	1,75	2,05	2,42	2,74	3,12	3,60
1.000	l/s	0,07	0,15	0,27	0,51	0,98	1,83	3,31	6,25	10,01	16,41	28,24
	l/h	246	538	986	1.841	3.531	6.574	11.932	22.484	36.019	59.082	101.663
	m/s	0,84	1,03	1,21	1,42	1,69	1,99	2,33	2,75	3,11	3,54	4,09
1.200	l/s	0,08	0,17	0,30	0,57	1,09	2,03	3,68	6,93	11,10	18,21	31,34
	l/h	273	597	1.094	2.044	3.918	7.296	13.243	24.953	39.974	65.569	112.827
	m/s	0,93	1,14	1,34	1,58	1,87	2,21	2,58	3,05	3,45	3,93	4,54
1.400	l/s	0,08	0,18	0,33	0,62	1,19	2,21	4,02	7,57	12,13	19,89	34,23
	l/h	299	652	1.195	2.232	4.279	7.968	14.462	27.251	43.655	71.607	123.216
	m/s	1,02	1,25	1,46	1,72	2,05	2,41	2,82	3,33	3,77	4,29	4,95
1.600	l/s	0,09	0,20	0,36	0,67	1,28	2,39	4,34	8,17	13,09	21,47	36,94
	l/h	322	704	1.290	2.409	4.619	8.599	15.609	29.412	47.116	77.284	132.986
	m/s	1,10	1,35	1,58	1,86	2,21	2,60	3,04	3,59	4,07	4,63	5,35
1.800	l/s	0,10	0,21	0,38	0,72	1,37	2,56	4,64	8,74	14,00	22,96	39,51
	l/h	345	753	1.379	2.577	4.940	9.198	16.695	31.459	50.397	82.665	142.244
	m/s	1,17	1,44	1,69	1,99	2,36	2,78	3,25	3,84	4,35	4,96	5,72

(Continuación)

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa						*Temperatura media del agua: 50 °C						
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO						*Densidad: 988 kg/m ³						
*Norma: Serie 6.3						*Viscosidad: 0,582 cST						
Pa/m	DN	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	10,2	13,6	17,0	21,4	27,2	34,2	42,6	53,8	64,0	76,8	93,8
2.000	l/s	0,10	0,22	0,41	0,76	1,46	2,71	4,93	9,28	14,87	24,39	41,96
	l/h	366	799	1.465	2.736	5.247	9.769	17.731	33.412	53.524	87.795	151.071
	m/s	1,24	1,53	1,79	2,11	2,51	2,95	3,46	4,08	4,62	5,26	6,07
2.200	l/s	0,11	0,23	0,43	0,80	1,54	2,87	5,20	9,80	15,70	25,75	44,31
	l/h	387	844	1.547	2.890	5.540	10.316	18.724	35.282	56.520	92.709	159.527
	m/s	1,31	1,61	1,89	2,23	2,65	3,12	3,65	4,31	4,88	5,56	6,41
2.400	l/s	0,11	0,25	0,45	0,84	1,62	3,01	5,47	10,30	16,50	27,07	46,57
	l/h	406	887	1.626	3.037	5.823	10.842	19.678	37.080	59.401	97.435	167.660
	m/s	1,38	1,70	1,99	2,35	2,78	3,28	3,84	4,53	5,13	5,84	6,74
2.600	l/s	0,12	0,26	0,47	0,88	1,69	3,15	5,72	10,78	17,27	28,33	48,75
	l/h	425	929	1.702	3.179	6.095	11.349	20.599	38.816	62.181	101.995	175.506
	m/s	1,45	1,78	2,08	2,46	2,91	3,43	4,01	4,74	5,37	6,12	7,05
2.800	l/s	0,12	0,27	0,49	0,92	1,77	3,29	5,97	11,25	18,02	29,56	50,86
	l/h	444	969	1.776	3.317	6.359	11.840	21.490	40.495	64.871	106.407	183.098
	m/s	1,51	1,85	2,17	2,56	3,04	3,58	4,19	4,95	5,60	6,38	7,36
3.000	l/s	0,13	0,28	0,51	0,96	1,84	3,42	6,21	11,70	18,74	30,75	52,91
	l/h	462	1.008	1.847	3.450	6.615	12.316	22.355	42.123	67.480	110.686	190.461
	m/s	1,57	1,93	2,26	2,66	3,16	3,72	4,36	5,15	5,83	6,64	7,66
3.200	l/s	0,13	0,29	0,53	0,99	1,91	3,55	6,44	12,14	19,45	31,90	54,89
	l/h	479	1.046	1.916	3.580	6.863	12.779	23.194	43.706	70.015	114.844	197.616
	m/s	1,63	2,00	2,35	2,76	3,28	3,86	4,52	5,34	6,05	6,89	7,94
3.400	l/s	0,14	0,30	0,55	1,03	1,97	3,67	6,67	12,57	20,13	33,03	56,83
	l/h	496	1.083	1.984	3.706	7.105	13.229	24.012	45.246	72.483	118.892	204.582
	m/s	1,69	2,07	2,43	2,86	3,40	4,00	4,68	5,53	6,26	7,13	8,22
3.600	l/s	0,14	0,31	0,57	1,06	2,04	3,80	6,89	12,99	20,80	34,12	58,72
	l/h	512	1.119	2.050	3.829	7.341	13.668	24.809	46.749	74.889	122.840	211.374
	m/s	1,74	2,14	2,51	2,96	3,51	4,13	4,84	5,71	6,47	7,37	8,50
3.800	l/s	0,15	0,32	0,59	1,10	2,10	3,92	7,11	13,39	21,46	35,19	60,56
	l/h	528	1.154	2.114	3.949	7.571	14.097	25.588	48.215	77.239	126.694	218.007
	m/s	1,80	2,21	2,59	3,05	3,62	4,26	4,99	5,89	6,67	7,60	8,76
4.000	l/s	0,15	0,33	0,60	1,13	2,17	4,03	7,32	13,79	22,09	36,24	62,36
	l/h	544	1.188	2.177	4.066	7.797	14.517	26.349	49.650	79.536	130.463	224.491
	m/s	1,85	2,27	2,66	3,14	3,73	4,39	5,14	6,07	6,87	7,82	9,02
4.200	l/s	0,16	0,34	0,62	1,16	2,23	4,15	7,53	14,18	22,72	37,26	64,12
	l/h	560	1.222	2.239	4.181	8.017	14.927	27.094	51.053	81.785	134.151	230.838
	m/s	1,90	2,34	2,74	3,23	3,83	4,51	5,28	6,24	7,06	8,04	9,28
4.400	l/s	0,16	0,35	0,64	1,19	2,29	4,26	7,73	14,56	23,33	38,27	65,85
	l/h	575	1.255	2.299	4.294	8.233	15.329	27.824	52.429	83.988	137.765	237.057
	m/s	1,95	2,40	2,81	3,32	3,94	4,64	5,42	6,41	7,25	8,26	9,53
4.600	l/s	0,16	0,36	0,66	1,22	2,35	4,37	7,93	14,94	23,93	39,25	67,54
	l/h	589	1.287	2.358	4.404	8.445	15.723	28.539	53.777	86.149	141.309	243.155
	m/s	2,00	2,46	2,89	3,40	4,04	4,75	5,56	6,57	7,44	8,47	9,77

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa							*Temperatura media del agua: 50 °C					
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO							*Densidad: 988 kg/m ³					
*Norma: Serie 8.0							*Viscosidad: 0,582 cST					
Pa/m	DN	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	10,6	14,2	17,6	22,0	28,2	35,2	44,2	55,6	66,2	79,4	97,0
25	l/s	0,01	0,02	0,04	0,07	0,13	0,24	0,45	0,83	1,33	2,18	3,76
	l/h	33	73	132	241	473	864	1.602	2.987	4.796	7.857	13.528
	m/s	0,10	0,13	0,15	0,18	0,21	0,25	0,29	0,34	0,39	0,44	0,51
50	l/s	0,01	0,03	0,05	0,10	0,20	0,36	0,66	1,23	1,98	3,24	5,58
	l/h	49	109	196	358	703	1.283	2.381	4.438	7.127	11.675	20.103
	m/s	0,16	0,19	0,22	0,26	0,31	0,37	0,43	0,51	0,58	0,65	0,76
75	l/s	0,02	0,04	0,07	0,13	0,25	0,45	0,83	1,55	2,50	4,09	7,04
	l/h	62	138	247	452	886	1.618	3.002	5.596	8.986	14.719	25.345
	m/s	0,20	0,24	0,28	0,33	0,39	0,46	0,54	0,64	0,73	0,83	0,95
100	l/s	0,02	0,05	0,08	0,15	0,29	0,53	0,98	1,83	2,94	4,82	8,30
	l/h	73	162	291	533	1.045	1.907	3.538	6.595	10.591	17.349	29.873
	m/s	0,23	0,28	0,33	0,39	0,46	0,54	0,64	0,75	0,85	0,97	1,12
125	l/s	0,02	0,05	0,09	0,17	0,33	0,60	1,12	2,08	3,34	5,47	9,43
	l/h	83	184	330	605	1.187	2.166	4.019	7.492	12.032	19.708	33.936
	m/s	0,26	0,32	0,38	0,44	0,53	0,62	0,73	0,86	0,97	1,11	1,28
150	l/s	0,03	0,06	0,10	0,19	0,37	0,67	1,24	2,31	3,71	6,08	10,46
	l/h	93	205	366	671	1.317	2.404	4.461	8.315	13.353	21.872	37.662
	m/s	0,29	0,36	0,42	0,49	0,59	0,69	0,81	0,95	1,08	1,23	1,42
175	l/s	0,03	0,06	0,11	0,20	0,40	0,73	1,35	2,52	4,05	6,64	11,43
	l/h	101	223	400	733	1.438	2.626	4.871	9.081	14.582	23.886	41.130
	m/s	0,32	0,39	0,46	0,54	0,64	0,75	0,88	1,04	1,18	1,34	1,55
200	l/s	0,03	0,07	0,12	0,22	0,43	0,79	1,46	2,72	4,37	7,16	12,33
	l/h	109	241	432	791	1.552	2.834	5.257	9.801	15.738	25.780	44.391
	m/s	0,34	0,42	0,49	0,58	0,69	0,81	0,95	1,12	1,27	1,45	1,67
225	l/s	0,03	0,07	0,13	0,24	0,46	0,84	1,56	2,91	4,68	7,66	13,19
	l/h	117	258	462	846	1.661	3.031	5.624	10.483	16.834	27.575	47.482
	m/s	0,37	0,45	0,53	0,62	0,74	0,87	1,02	1,20	1,36	1,55	1,78
250	l/s	0,03	0,08	0,14	0,25	0,49	0,89	1,66	3,09	4,97	8,14	14,01
	l/h	124	274	491	899	1.764	3.219	5.972	11.134	17.879	29.286	50.428
	m/s	0,39	0,48	0,56	0,66	0,78	0,92	1,08	1,27	1,44	1,64	1,90
275	l/s	0,04	0,08	0,14	0,26	0,52	0,94	1,75	3,27	5,24	8,59	14,79
	l/h	131	289	518	949	1.862	3.400	6.307	11.757	18.880	30.926	53.251
	m/s	0,41	0,51	0,59	0,69	0,83	0,97	1,14	1,35	1,52	1,73	2,00
300	l/s	0,04	0,08	0,15	0,28	0,54	0,99	1,84	3,43	5,51	9,03	15,55
	l/h	137	304	544	998	1.957	3.573	6.628	12.356	19.842	32.502	55.966
	m/s	0,43	0,53	0,62	0,73	0,87	1,02	1,20	1,41	1,60	1,82	2,10
325	l/s	0,04	0,09	0,16	0,29	0,57	1,04	1,93	3,59	5,77	9,45	16,27
	l/h	144	318	570	1.044	2.049	3.740	6.938	12.935	20.771	34.023	58.585
	m/s	0,45	0,56	0,65	0,76	0,91	1,07	1,26	1,48	1,68	1,91	2,20
350	l/s	0,04	0,09	0,17	0,30	0,59	1,08	2,01	3,75	6,02	9,86	16,98
	l/h	150	332	595	1.090	2.137	3.902	7.239	13.494	21.669	35.495	61.119
	m/s	0,47	0,58	0,68	0,80	0,95	1,11	1,31	1,54	1,75	1,99	2,30

(Continuación)

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa							*Temperatura media del agua: 50 °C					
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO							*Densidad: 988 kg/m ³					
*Norma: Serie 8.0							*Viscosidad: 0,582 cST					
Pa/m	DN	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	10,6	14,2	17,6	22,0	28,2	35,2	44,2	55,6	66,2	79,4	97,0
375	l/s	0,04	0,10	0,17	0,31	0,62	1,13	2,09	3,90	6,26	10,26	17,66
	l/h	156	345	618	1.133	2.223	4.059	7.530	14.037	22.540	36.922	63.577
	m/s	0,49	0,61	0,71	0,83	0,99	1,16	1,36	1,61	1,82	2,07	2,39
400	l/s	0,05	0,10	0,18	0,33	0,64	1,17	2,17	4,05	6,50	10,64	18,32
	l/h	162	358	642	1.176	2.307	4.211	7.813	14.564	23.387	38.309	65.965
	m/s	0,51	0,63	0,73	0,86	1,03	1,20	1,41	1,67	1,89	2,15	2,48
425	l/s	0,05	0,10	0,18	0,34	0,66	1,21	2,25	4,19	6,73	11,02	18,97
	l/h	168	371	664	1.217	2.388	4.360	8.088	15.077	24.212	39.660	68.290
	m/s	0,53	0,65	0,76	0,89	1,06	1,24	1,46	1,72	1,95	2,22	2,57
450	l/s	0,05	0,11	0,19	0,35	0,69	1,25	2,32	4,33	6,95	11,38	19,60
	l/h	173	383	686	1.258	2.468	4.504	8.357	15.578	25.015	40.976	70.558
	m/s	0,55	0,67	0,78	0,92	1,10	1,29	1,51	1,78	2,02	2,30	2,65
475	l/s	0,05	0,11	0,20	0,36	0,71	1,29	2,39	4,46	7,17	11,74	20,21
	l/h	179	395	708	1.297	2.545	4.646	8.619	16.067	25.800	42.262	72.772
	m/s	0,56	0,69	0,81	0,95	1,13	1,33	1,56	1,84	2,08	2,37	2,74
500	l/s	0,05	0,11	0,20	0,37	0,73	1,33	2,47	4,60	7,38	12,09	20,82
	l/h	184	407	729	1.336	2.621	4.784	8.875	16.545	26.568	43.519	74.936
	m/s	0,58	0,71	0,83	0,98	1,17	1,37	1,61	1,89	2,14	2,44	2,82
525	l/s	0,05	0,12	0,21	0,38	0,75	1,37	2,53	4,73	7,59	12,43	21,40
	l/h	189	419	750	1.374	2.695	4.919	9.126	17.012	27.319	44.750	77.055
	m/s	0,60	0,73	0,86	1,00	1,20	1,40	1,65	1,95	2,20	2,51	2,90
600	l/s	0,06	0,13	0,22	0,41	0,81	1,47	2,74	5,10	8,19	13,42	23,10
	l/h	204	452	809	1.482	2.908	5.309	9.850	18.361	29.485	48.298	83.165
	m/s	0,64	0,79	0,92	1,08	1,29	1,52	1,78	2,10	2,38	2,71	3,13
800	l/s	0,07	0,15	0,26	0,49	0,95	1,74	3,22	6,01	9,65	15,81	27,23
	l/h	241	532	954	1.747	3.428	6.258	11.609	21.642	34.753	56.927	98.024
	m/s	0,76	0,93	1,09	1,28	1,52	1,79	2,10	2,48	2,80	3,19	3,68
1.000	l/s	0,08	0,17	0,30	0,55	1,08	1,97	3,66	6,83	10,97	17,96	30,93
	l/h	274	605	1.083	1.985	3.894	7.109	13.188	24.585	39.480	64.669	111.355
	m/s	0,86	1,06	1,24	1,45	1,73	2,03	2,39	2,81	3,19	3,63	4,19
1.200	l/s	0,08	0,19	0,33	0,61	1,20	2,19	4,07	7,58	12,17	19,94	34,33
	l/h	304	671	1.202	2.203	4.322	7.889	14.636	27.285	43.815	71.770	123.582
	m/s	0,96	1,18	1,37	1,61	1,92	2,25	2,65	3,12	3,54	4,03	4,65
1.400	l/s	0,09	0,20	0,36	0,67	1,31	2,39	4,44	8,28	13,29	21,77	37,49
	l/h	332	733	1.313	2.406	4.720	8.616	15.984	29.797	47.849	78.379	134.962
	m/s	1,04	1,29	1,50	1,76	2,10	2,46	2,89	3,41	3,86	4,40	5,07
1.600	l/s	0,10	0,22	0,39	0,72	1,42	2,58	4,79	8,93	14,35	23,50	40,46
	l/h	358	791	1.417	2.597	5.094	9.299	17.252	32.160	51.643	84.594	145.663
	m/s	1,13	1,39	1,62	1,90	2,27	2,65	3,12	3,68	4,17	4,75	5,48
1.800	l/s	0,11	0,24	0,42	0,77	1,51	2,76	5,13	9,56	15,34	25,13	43,28
	l/h	383	846	1.516	2.777	5.449	9.947	18.453	34.399	55.239	90.483	155.804
	m/s	1,20	1,48	1,73	2,03	2,42	2,84	3,34	3,94	4,46	5,08	5,86

(Continuación)

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa							*Temperatura media del agua: 50 °C					
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO							*Densidad: 988 kg/m ³					
*Norma: Serie 8.0							*Viscosidad: 0,582 cST					
Pa/m	DN	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	10,6	14,2	17,6	22,0	28,2	35,2	44,2	55,6	66,2	79,4	97,0
2.000	l/s	0,11	0,25	0,45	0,82	1,61	2,93	5,44	10,15	16,30	26,69	45,96
	l/h	406	899	1.610	2.950	5.787	10.564	19.598	36.534	58.666	96.098	165.473
	m/s	1,28	1,58	1,84	2,16	2,57	3,02	3,55	4,18	4,73	5,39	6,22
2.200	l/s	0,12	0,26	0,47	0,87	1,70	3,10	5,75	10,72	17,21	28,19	48,54
	l/h	429	949	1.700	3.115	6.111	11.155	20.695	38.578	61.950	101.477	174.735
	m/s	1,35	1,66	1,94	2,28	2,72	3,18	3,75	4,41	5,00	5,69	6,57
2.400	l/s	0,13	0,28	0,50	0,91	1,78	3,26	6,04	11,26	18,09	29,63	51,01
	l/h	451	998	1.786	3.274	6.422	11.724	21.750	40.545	65.108	106.650	183.642
	m/s	1,42	1,75	2,04	2,39	2,86	3,35	3,94	4,64	5,25	5,98	6,90
2.600	l/s	0,13	0,29	0,52	0,95	1,87	3,41	6,32	11,79	18,93	31,01	53,40
	l/h	472	1.044	1.870	3.427	6.723	12.272	22.768	42.443	68.155	111.642	192.237
	m/s	1,49	1,83	2,14	2,50	2,99	3,50	4,12	4,86	5,50	6,26	7,23
2.800	l/s	0,14	0,30	0,54	0,99	1,95	3,56	6,60	12,30	19,75	32,35	55,71
	l/h	493	1.089	1.951	3.575	7.014	12.803	23.752	44.279	71.103	116.471	200.552
	m/s	1,55	1,91	2,23	2,61	3,12	3,65	4,30	5,07	5,74	6,53	7,54
3.000	l/s	0,14	0,31	0,56	1,03	2,03	3,70	6,86	12,79	20,55	33,65	57,95
	l/h	512	1.133	2.029	3.719	7.296	13.318	24.708	46.059	73.963	121.154	208.617
	m/s	1,61	1,99	2,32	2,72	3,24	3,80	4,47	5,27	5,97	6,80	7,84
3.200	l/s	0,15	0,33	0,58	1,07	2,10	3,84	7,12	13,27	21,32	34,92	60,13
	l/h	532	1.176	2.106	3.859	7.570	13.818	25.636	47.789	76.741	125.706	216.454
	m/s	1,67	2,06	2,40	2,82	3,37	3,94	4,64	5,47	6,19	7,05	8,14
3.400	l/s	0,15	0,34	0,61	1,11	2,18	3,97	7,37	13,74	22,07	36,15	62,25
	l/h	550	1.217	2.180	3.995	7.837	14.306	26.539	49.474	79.446	130.137	224.084
	m/s	1,73	2,14	2,49	2,92	3,49	4,08	4,80	5,66	6,41	7,30	8,42
3.600	l/s	0,16	0,35	0,63	1,15	2,25	4,11	7,62	14,20	22,80	37,35	64,31
	l/h	569	1.258	2.252	4.127	8.097	14.780	27.421	51.117	82.084	134.458	231.524
	m/s	1,79	2,21	2,57	3,02	3,60	4,22	4,96	5,85	6,62	7,54	8,70
3.800	l/s	0,16	0,36	0,65	1,18	2,32	4,23	7,86	14,64	23,52	38,52	66,33
	l/h	587	1.297	2.323	4.257	8.351	15.244	28.281	52.721	84.660	138.677	238.789
	m/s	1,85	2,28	2,65	3,11	3,71	4,35	5,12	6,03	6,83	7,78	8,98
4.000	l/s	0,17	0,37	0,66	1,22	2,39	4,36	8,09	15,08	24,22	39,67	68,30
	l/h	604	1.336	2.392	4.383	8.599	15.698	29.122	54.289	87.178	142.802	245.891
	m/s	1,90	2,34	2,73	3,20	3,82	4,48	5,27	6,21	7,04	8,01	9,24
4.200	l/s	0,17	0,38	0,68	1,25	2,46	4,48	8,32	15,51	24,90	40,79	70,23
	l/h	621	1.373	2.460	4.507	8.843	16.142	29.946	55.824	89.643	146.839	252.843
	m/s	1,96	2,41	2,81	3,29	3,93	4,61	5,42	6,39	7,23	8,24	9,50
4.400	l/s	0,18	0,39	0,70	1,29	2,52	4,60	8,54	15,92	25,57	41,89	72,13
	l/h	638	1.410	2.526	4.629	9.081	16.576	30.752	57.327	92.057	150.795	259.655
	m/s	2,01	2,47	2,88	3,38	4,04	4,73	5,57	6,56	7,43	8,46	9,76
4.600	l/s	0,18	0,40	0,72	1,32	2,59	4,72	8,76	16,33	26,23	42,97	73,98
	l/h	654	1.447	2.591	4.748	9.314	17.003	31.543	58.802	94.426	154.674	266.335
	m/s	2,06	2,54	2,96	3,47	4,14	4,85	5,71	6,73	7,62	8,68	10,01

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa							*Temperatura media del agua: 50 °C					
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO							*Densidad: 988 kg/m ³					
*Norma: Serie 10.0							*Viscosidad: 0,582 cST					
Pa/m	DN	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	10,9	14,5	18,1	22,6	29,0	36,2	45,2	57,0	67,9	81,4	99,5
25	l/s	0,01	0,02	0,04	0,07	0,14	0,26	0,47	0,89	1,42	2,34	4,03
	l/h	35	77	142	260	508	931	1.706	3.195	5.129	8.413	14.505
	m/s	0,11	0,13	0,15	0,18	0,21	0,25	0,29	0,35	0,39	0,45	0,52
50	l/s	0,01	0,03	0,06	0,11	0,21	0,38	0,70	1,32	2,12	3,47	5,99
	l/h	53	115	211	386	755	1.384	2.536	4.748	7.622	12.502	21.555
	m/s	0,16	0,19	0,23	0,27	0,32	0,37	0,44	0,52	0,59	0,67	0,77
75	l/s	0,02	0,04	0,07	0,14	0,26	0,48	0,89	1,66	2,67	4,38	7,55
	l/h	66	145	266	487	952	1.745	3.197	5.986	9.609	15.762	27.175
	m/s	0,20	0,24	0,29	0,34	0,40	0,47	0,55	0,65	0,74	0,84	0,97
100	l/s	0,02	0,05	0,09	0,16	0,31	0,57	1,05	1,96	3,15	5,16	8,90
	l/h	78	171	313	574	1.122	2.056	3.768	7.056	11.326	18.578	32.030
	m/s	0,23	0,29	0,34	0,40	0,47	0,56	0,65	0,77	0,87	0,99	1,14
125	l/s	0,02	0,05	0,10	0,18	0,35	0,65	1,19	2,23	3,57	5,86	10,11
	l/h	89	194	356	652	1.275	2.336	4.281	8.016	12.867	21.105	36.386
	m/s	0,27	0,33	0,38	0,45	0,54	0,63	0,74	0,87	0,99	1,13	1,30
150	l/s	0,03	0,06	0,11	0,20	0,39	0,72	1,32	2,47	3,97	6,51	11,22
	l/h	99	216	395	724	1.415	2.592	4.751	8.896	14.279	23.422	40.382
	m/s	0,30	0,36	0,43	0,50	0,60	0,70	0,82	0,97	1,10	1,25	1,44
175	l/s	0,03	0,07	0,12	0,22	0,43	0,79	1,44	2,70	4,33	7,11	12,25
	l/h	108	235	431	791	1.545	2.831	5.188	9.715	15.594	25.579	44.100
	m/s	0,32	0,40	0,47	0,55	0,65	0,76	0,90	1,06	1,20	1,36	1,57
200	l/s	0,03	0,07	0,13	0,24	0,46	0,85	1,56	2,91	4,68	7,67	13,22
	l/h	116	254	466	853	1.667	3.056	5.599	10.485	16.831	27.607	47.597
	m/s	0,35	0,43	0,50	0,59	0,70	0,83	0,97	1,14	1,29	1,47	1,70
225	l/s	0,03	0,08	0,14	0,25	0,50	0,91	1,66	3,12	5,00	8,20	14,14
	l/h	124	272	498	913	1.784	3.268	5.989	11.215	18.003	29.529	50.910
	m/s	0,37	0,46	0,54	0,63	0,75	0,88	1,04	1,22	1,38	1,58	1,82
250	l/s	0,04	0,08	0,15	0,27	0,53	0,96	1,77	3,31	5,31	8,71	15,02
	l/h	132	289	529	969	1.894	3.471	6.361	11.911	19.120	31.362	54.070
	m/s	0,40	0,49	0,57	0,67	0,80	0,94	1,10	1,30	1,47	1,67	1,93
275	l/s	0,04	0,08	0,16	0,28	0,56	1,02	1,87	3,49	5,61	9,20	15,86
	l/h	140	305	559	1.024	2.000	3.665	6.717	12.578	20.190	33.117	57.096
	m/s	0,42	0,51	0,60	0,71	0,84	0,99	1,16	1,37	1,55	1,77	2,04
300	l/s	0,04	0,09	0,16	0,30	0,58	1,07	1,96	3,67	5,89	9,67	16,67
	l/h	147	320	587	1.076	2.102	3.852	7.059	13.219	21.219	34.806	60.007
	m/s	0,44	0,54	0,63	0,74	0,89	1,04	1,22	1,44	1,63	1,86	2,14
325	l/s	0,04	0,09	0,17	0,31	0,61	1,12	2,05	3,84	6,17	10,12	17,45
	l/h	154	335	614	1.126	2.201	4.033	7.390	13.838	22.212	36.435	62.815
	m/s	0,46	0,57	0,66	0,78	0,93	1,09	1,28	1,51	1,71	1,94	2,24
350	l/s	0,04	0,10	0,18	0,33	0,64	1,17	2,14	4,01	6,44	10,56	18,20
	l/h	160	350	641	1.175	2.296	4.207	7.709	14.436	23.173	38.011	65.532
	m/s	0,48	0,59	0,69	0,81	0,97	1,14	1,33	1,57	1,78	2,03	2,34

(Continuación)

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa							*Temperatura media del agua: 50 °C					
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO							*Densidad: 988 kg/m ³					
*Norma: Serie 10.0							*Viscosidad: 0,582 cST					
Pa/m	DN	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	10,9	14,5	18,1	22,6	29,0	36,2	45,2	57,0	67,9	81,4	99,5
375	l/s	0,05	0,10	0,19	0,34	0,66	1,22	2,23	4,17	6,70	10,98	18,94
	l/h	167	364	667	1.222	2.388	4.376	8.019	15.017	24.105	39.539	68.167
	m/s	0,50	0,61	0,72	0,84	1,01	1,18	1,39	1,63	1,85	2,11	2,43
400	l/s	0,05	0,10	0,19	0,35	0,69	1,26	2,31	4,33	6,95	11,40	19,65
	l/h	173	378	692	1.268	2.478	4.541	8.321	15.581	25.011	41.024	70.728
	m/s	0,52	0,64	0,75	0,88	1,05	1,23	1,44	1,70	1,92	2,19	2,53
425	l/s	0,05	0,11	0,20	0,36	0,71	1,31	2,39	4,48	7,19	11,80	20,34
	l/h	179	391	716	1.313	2.565	4.701	8.614	16.130	25.892	42.471	73.221
	m/s	0,54	0,66	0,77	0,91	1,08	1,27	1,49	1,76	1,99	2,27	2,61
450	l/s	0,05	0,11	0,21	0,38	0,74	1,35	2,47	4,63	7,43	12,19	21,01
	l/h	185	404	740	1.356	2.650	4.857	8.900	16.666	26.752	43.881	75.653
	m/s	0,55	0,68	0,80	0,94	1,12	1,31	1,54	1,81	2,05	2,34	2,70
475	l/s	0,05	0,12	0,21	0,39	0,76	1,39	2,55	4,77	7,66	12,57	21,67
	l/h	191	417	763	1.399	2.734	5.009	9.179	17.189	27.591	45.258	78.026
	m/s	0,57	0,70	0,82	0,97	1,15	1,35	1,59	1,87	2,12	2,41	2,79
500	l/s	0,05	0,12	0,22	0,40	0,78	1,43	2,63	4,92	7,89	12,95	22,32
	l/h	196	429	786	1.440	2.815	5.158	9.452	17.700	28.412	46.604	80.347
	m/s	0,59	0,72	0,85	1,00	1,19	1,39	1,63	1,93	2,18	2,49	2,87
525	l/s	0,06	0,12	0,22	0,41	0,80	1,47	2,70	5,06	8,12	13,31	22,95
	l/h	202	441	808	1.481	2.894	5.304	9.720	18.200	29.215	47.921	82.619
	m/s	0,61	0,74	0,87	1,02	1,22	1,43	1,68	1,98	2,24	2,56	2,95
600	l/s	0,06	0,13	0,24	0,44	0,87	1,59	2,91	5,46	8,76	14,37	24,77
	l/h	218	476	872	1.598	3.124	5.725	10.490	19.643	31.532	51.721	89.170
	m/s	0,65	0,80	0,94	1,10	1,32	1,55	1,81	2,14	2,42	2,76	3,18
800	l/s	0,07	0,16	0,29	0,52	1,02	1,87	3,43	6,43	10,32	16,93	29,19
	l/h	257	561	1.028	1.884	3.682	6.747	12.365	23.153	37.165	60.962	105.102
	m/s	0,77	0,95	1,11	1,30	1,55	1,82	2,14	2,52	2,85	3,25	3,75
1.000	l/s	0,08	0,18	0,32	0,59	1,16	2,13	3,90	7,31	11,73	19,24	33,17
	l/h	292	637	1.168	2.140	4.183	7.665	14.046	26.302	42.220	69.253	119.395
	m/s	0,88	1,08	1,26	1,48	1,76	2,07	2,43	2,86	3,24	3,69	4,26
1.200	l/s	0,09	0,20	0,36	0,66	1,29	2,36	4,33	8,11	13,02	21,35	36,81
	l/h	324	707	1.296	2.375	4.642	8.507	15.588	29.190	46.856	76.857	132.506
	m/s	0,97	1,19	1,40	1,64	1,96	2,30	2,69	3,18	3,60	4,10	4,73
1.400	l/s	0,10	0,21	0,39	0,72	1,41	2,58	4,73	8,85	14,21	23,32	40,20
	l/h	354	772	1.416	2.594	5.070	9.290	17.024	31.878	51.170	83.934	144.707
	m/s	1,06	1,30	1,53	1,79	2,14	2,51	2,94	3,47	3,93	4,48	5,17
1.600	l/s	0,11	0,23	0,42	0,78	1,52	2,79	5,10	9,56	15,34	25,16	43,38
	l/h	382	834	1.528	2.800	5.472	10.027	18.374	34.406	55.228	90.589	156.181
	m/s	1,15	1,41	1,65	1,94	2,31	2,71	3,18	3,75	4,24	4,83	5,58
1.800	l/s	0,11	0,25	0,45	0,83	1,63	2,98	5,46	10,22	16,41	26,92	46,40
	l/h	408	892	1.634	2.995	5.853	10.725	19.653	36.801	59.073	96.896	167.054
	m/s	1,23	1,51	1,77	2,07	2,47	2,90	3,40	4,01	4,54	5,17	5,97

(Continuación)

Caudales máximos en función de la pérdida de carga												
Tipo de tubería: Lisa						*Temperatura media del agua: 50 °C						
*Material: Termoplásticos UNE-EN ISO						*Densidad: 988 kg/m ³						
*Norma: Serie 10.0						*Viscosidad: 0,582 cST						
Pa/m	DN	P12	P16	P20	P25	P32	P40	P50	P63	P75	P90	P110
	Φ int.	10,9	14,5	18,1	22,6	29,0	36,2	45,2	57,0	67,9	81,4	99,5
2.000	l/s	0,12	0,26	0,48	0,88	1,73	3,16	5,80	10,86	17,43	28,59	49,28
	l/h	434	947	1.736	3.180	6.216	11.390	20.872	39.085	62.738	102.909	177.421
	m/s	1,30	1,60	1,87	2,20	2,62	3,08	3,61	4,25	4,82	5,49	6,34
2.200	l/s	0,13	0,28	0,51	0,93	1,82	3,34	6,12	11,46	18,40	30,19	52,04
	l/h	458	1.000	1.833	3.358	6.564	12.028	22.041	41.272	66.250	108.669	187.352
	m/s	1,37	1,69	1,98	2,32	2,77	3,25	3,81	4,49	5,09	5,80	6,69
2.400	l/s	0,13	0,29	0,54	0,98	1,92	3,51	6,43	12,05	19,34	31,72	54,70
	l/h	481	1.051	1.926	3.530	6.898	12.641	23.164	43.376	69.627	114.209	196.903
	m/s	1,44	1,77	2,08	2,44	2,91	3,41	4,00	4,72	5,35	6,09	7,03
2.600	l/s	0,14	0,31	0,56	1,03	2,01	3,68	6,74	12,61	20,25	33,21	57,25
	l/h	504	1.100	2.016	3.695	7.221	13.232	24.248	45.406	72.886	119.554	206.118
	m/s	1,51	1,86	2,18	2,55	3,05	3,57	4,19	4,94	5,60	6,38	7,36
2.800	l/s	0,15	0,32	0,58	1,07	2,09	3,83	7,03	13,16	21,12	34,65	59,73
	l/h	526	1.148	2.104	3.855	7.533	13.805	25.297	47.371	76.039	124.726	215.034
	m/s	1,58	1,94	2,27	2,66	3,18	3,73	4,37	5,16	5,84	6,65	7,68
3.000	l/s	0,15	0,33	0,61	1,11	2,18	3,99	7,31	13,69	21,97	36,04	62,13
	l/h	547	1.194	2.188	4.010	7.836	14.360	26.315	49.275	79.097	129.741	223.681
	m/s	1,64	2,02	2,36	2,77	3,31	3,88	4,55	5,36	6,08	6,92	7,99
3.200	l/s	0,16	0,34	0,63	1,16	2,26	4,14	7,58	14,20	22,80	37,39	64,47
	l/h	567	1.239	2.270	4.160	8.131	14.899	27.303	51.127	82.068	134.615	232.084
	m/s	1,70	2,09	2,45	2,88	3,43	4,02	4,72	5,57	6,30	7,18	8,29
3.400	l/s	0,16	0,36	0,65	1,20	2,34	4,28	7,85	14,70	23,60	38,71	66,74
	l/h	587	1.283	2.350	4.307	8.417	15.425	28.266	52.929	84.961	139.360	240.265
	m/s	1,76	2,16	2,54	2,98	3,55	4,17	4,88	5,76	6,53	7,43	8,58
3.600	l/s	0,17	0,37	0,67	1,24	2,42	4,43	8,11	15,19	24,38	40,00	68,96
	l/h	607	1.325	2.428	4.450	8.697	15.937	29.204	54.686	87.782	143.987	248.242
	m/s	1,82	2,24	2,62	3,08	3,67	4,30	5,05	5,95	6,74	7,68	8,86
3.800	l/s	0,17	0,38	0,70	1,27	2,49	4,57	8,37	15,67	25,15	41,25	71,12
	l/h	626	1.367	2.505	4.590	8.970	16.437	30.120	56.402	90.536	148.505	256.031
	m/s	1,88	2,31	2,71	3,17	3,78	4,44	5,21	6,14	6,95	7,92	9,14
4.000	l/s	0,18	0,39	0,72	1,31	2,57	4,70	8,62	16,13	25,90	42,48	73,24
	l/h	645	1.407	2.579	4.726	9.236	16.926	31.016	58.080	93.229	152.923	263.647
	m/s	1,93	2,38	2,79	3,27	3,90	4,57	5,36	6,32	7,16	8,16	9,41
4.200	l/s	0,18	0,40	0,74	1,35	2,64	4,83	8,86	16,59	26,63	43,68	75,31
	l/h	663	1.447	2.652	4.860	9.498	17.404	31.893	59.722	95.865	157.246	271.100
	m/s	1,99	2,44	2,86	3,36	4,01	4,70	5,51	6,50	7,36	8,39	9,68
4.400	l/s	0,19	0,41	0,76	1,39	2,71	4,96	9,10	17,04	27,35	44,86	77,33
	l/h	681	1.486	2.723	4.991	9.753	17.873	32.752	61.330	98.447	161.482	278.404
	m/s	2,04	2,51	2,94	3,45	4,12	4,83	5,66	6,68	7,56	8,61	9,94
4.600	l/s	0,19	0,42	0,78	1,42	2,78	5,09	9,33	17,47	28,05	46,01	79,32
	l/h	698	1.524	2.794	5.119	10.004	18.333	33.595	62.908	100.980	165.636	285.566
	m/s	2,09	2,57	3,02	3,54	4,22	4,95	5,81	6,85	7,76	8,84	10,20



Anexo 2: Normativa

Instalaciones de Salubridad: Suministro de agua.

HS4: Documento de Aplicación del Código Técnico de la Edificación.

Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

HE4: Documento de Aplicación del Código Técnico de la Edificación.

Código Técnico de la Edificación.

Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo.

BOE de 28 de marzo de 2006.

Sujeción a normas técnicas de las griferías sanitarias para realizar en locales de higiene corporal, cocinas y lavaderos y su homologación por el Ministerio de Industria y Energía.

Real Decreto 358/1985 de 23 de enero.

BOE de 22 de marzo de 1985.

Sobre normas técnicas de las griferías sanitarias para utilizar en locales de higiene corporal, cocinas y lavaderos y su homologación por el Ministerio de Industria y Energía.

Orden de 15 de abril de 1985.

BOE de 20 de abril de 1985.

Corrección de errores de la orden de 15 de abril de 1985.

BOE de 27 de abril de 1985.

Criterios Sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

Real Decreto 140/2003 de 7 de febrero.

BOE de 21 de febrero de 2003.

Criterios Higiénico-Sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

Real Decreto 865/2003 de 4 de julio.

BOE de 18 de julio de 2003.

Disposiciones para la libre circulación de productos de la construcción, en aplicación de la Directiva 89/106 CEE.

Real Decreto 1.630/1992 de 29 de diciembre.

BOE de 9 de febrero de 1993.

Modificación en aplicación de la Directiva 93/68/CEE, de las disposiciones para la libre circulación de productos de construcción.

Real Decreto 1.328/1995 de 28 de julio.

BOE de 19 de agosto de 1995.

Procedimiento de certificación de la conformidad de Productos de la Construcción en contacto con el agua destinada a consumo humano, de conformidad con el apartado del artículo 20 de la Directiva 89/106 CEE.

Decisión de la Comisión de 13 de mayo de 2002.

DOCE de 14 de mayo de 2002.

Establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos que utilizan energía.

Real decreto 1.369/2007 de 19 de octubre.

BOE de 23 de octubre de 2007.

Control metrológico de los Contadores de Agua Caliente.

Orden de 30 de diciembre de 1988.

BOE de 30 de enero de 1989.

Guía para prevención y control de la proliferación de Legionela en instalaciones.

UNE 100.030 2005

Especificaciones para instalaciones de conducción de agua destinada al consumo humano en el interior de los edificios.

UNE-EN 806 2001.

- Parte 1: Generalidades.
- Parte 2: Diseño.

Prevención de la corrosión en circuitos de agua.

UNE 112.076 IN.



Anexo 3: Prevención de la legionelosis

Con fecha 18 de julio de 2003 fue publicado el Real Decreto 865/2003 de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis; el mismo anuló al Real Decreto 909/2001, y en él se incluyen los requisitos que deben cumplirse en el diseño y en el mantenimiento de las instalaciones que pueden transmitir la enfermedad.

En el presente anexo se analizan los requisitos de este RD correspondientes a las instalaciones de Agua Caliente Sanitaria (ACS) y las de Agua para Consumo Humano (ACH).

1 LEGIONELLA PNEUMOPHILA Y LEGIONELOSIS

1.1 Hábitat y desarrollo

El hábitat natural de la Legionella Pneumophila es el agua, se halla ampliamente extendida en medios acuáticos naturales como ríos, lagos, fuentes, estanques, etc., en los que se encuentra habitualmente en pequeñas concentraciones, llegando a sobrevivir en condiciones ambientales muy diversas.

Para que la bacteria entrañe riesgo para las personas es preciso que colonice los sistemas hídricos construidos por el hombre, a través de las redes de distribución de agua potable; para su desarrollo la bacteria requiere temperatura adecuada que permita su proliferación, pero también necesita otros requisitos como nutrientes apropiados (amebas, óxidos, lodos y suciedad en general). Por último, para conseguir su máximo crecimiento requiere un hábitat de agua remansada o con poca velocidad de circulación.

Los factores que intervienen en su desarrollo son:

- **Temperatura:** 20 a 45 °C (es el parámetro más influyente).
- **Suciedad** (nutrientes).
- **Remansamiento.**

1.2 Condiciones para que las personas se vean afectadas

Para que las personas se vean afectadas se deben presentar las siguientes condiciones:

- 1º Penetración de la bacteria en el circuito de agua.**
Suele producirse por el aporte de aguas naturales.
- 2º Multiplicación de la bacteria en el agua.**
Debe encontrar las condiciones adecuadas para su desarrollo: temperatura, suciedad y remansamientos.
- 3º Dispersión en el aire.**
La bacteria actúa por vía respiratoria, por lo que previamente debe dispersarse en el aire en forma de aerosol; las partículas de dimensiones inferiores a los 5µm pueden alcanzar las zonas más profundas del pulmón.
- 4º Exposición de los individuos.**
Es preciso que el microorganismo sea virulento y que los individuos susceptibles se vean expuestos a una cantidad suficiente de aerosoles. En este sentido se debe indicar que no todas las personas son igual de propensas, siendo más

susceptibles los hombres, mayores de 50 años, fumadores, bebedores, transplantados e inmunodeprimidos, motivo por el cual los casos más graves se han presentado en los propios hospitales. El riesgo aumenta con el número de bacterias en el aerosol y con el tiempo de exposición.

2 INSTALACIONES DE RIESGO

Atendiendo a su hábitat y a la forma de transmisión de la enfermedad, en el artículo 2 del Real Decreto 865/2003 las instalaciones se clasifican, según su probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*, en tres grupos. Las instalaciones de ACS se incluyen en las de mayor riesgo cuando disponen de acumulación y recirculación, y son de menor riesgo cuando no disponen de circuito de retorno.

Según se especifica en el mismo artículo quedan excluidas del ámbito de aplicación del Real Decreto 865/2003, las instalaciones ubicadas en edificios dedicados exclusivamente a viviendas, excepto aquellas que afecten al ambiente exterior de estos edificios.

3 PRESCRIPCIONES REGLAMENTARIAS BÁSICAS

En este punto se analizan las prescripciones más importantes del RD 865/2003; estas medidas afectan a todas las instalaciones relacionadas en su artículo 2, no solo a las de ACS.

3.1 Responsabilidades

En el artículo 4 se indica que serán los titulares los responsables del cumplimiento de lo dispuesto en el RD y de que se lleven a cabo los programas de mantenimiento periódico, las mejoras estructurales y funcionales de las instalaciones, así como del control de la calidad microbiológica y físico-química del agua, con el fin de que no representen un riesgo para la salud pública. La contratación de un servicio de mantenimiento externo no exime al titular de la instalación de su responsabilidad.

3.2 Registro de operaciones de mantenimiento

En el artículo 5 se define que los titulares de las instalaciones deberán disponer de un registro de las

operaciones de mantenimiento. El titular podrá delegar la gestión de este registro en personas físicas o jurídicas, designadas al efecto, que realizarán las siguientes anotaciones:

- a Fecha de realización de las tareas de revisión, limpieza y desinfección. Protocolo seguido, productos utilizados, dosis y tiempo de actuación.
- b Fecha de realización de cualquier otra operación de mantenimiento. Especificación de las mismas, así como cualquier tipo de incidencia y medidas adoptadas.
- c Fecha y resultados analíticos de los diferentes análisis del agua.
- d Firmas del responsable técnico de las tareas realizadas y del responsable de la instalación.

El registro de mantenimiento estará siempre a disposición de las autoridades sanitarias responsables de la inspección de las instalaciones.

3.3 Medidas preventivas generales

Las medidas preventivas mínimas se fijan en el artículo 6 y se basan en la eliminación, o reducción, de zonas sucias mediante un buen diseño y el mantenimiento de las instalaciones, y evitando las condiciones que favorecen la supervivencia y multiplicación de la bacteria, mediante el control de la temperatura del agua y la desinfección continua de la misma.

Se indica que las instalaciones se adecuarán a las reglamentaciones correspondientes; con carácter complementario se tendrá en cuenta lo establecido en la norma UNE 100.030 IN.

Asimismo se indica que “La utilización de agua que no proceda de una red de distribución pública o privada requerirá la preceptiva concesión administrativa de aprovechamiento del recurso, emitida por la autoridad competente en materia de gestión del dominio público hidráulico”.

Todos los vertidos procedentes de cualquier limpieza y desinfección deberán cumplir la legislación medioambiental vigente.

4 INSTALACIONES INTERIORES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Las medidas a adoptar, tanto en fase de diseño como de reparación y mantenimiento, deben evitar el desarrollo de la legionella, por lo que se cuidará especialmente evitar los tres factores que influyen en su desarrollo: temperatura, suciedad y estancamiento.

4.1 Criterios de diseño

Según Real Decreto 865/2003

Se indican en el artículo 7 y son:

- Se debe garantizar la estanqueidad de las instalaciones, evitando los estancamientos y previendo los suficientes puntos de purga que permitan vaciar totalmente las instalaciones.
- En el aporte de agua al sistema se dispondrán filtros según la norma UNE-EN 13.443-1, para partículas comprendidas entre 80 y 150 µm.
- Todos los equipos serán fácilmente accesibles.
- Se utilizarán materiales capaces de resistir las desinfecciones (por temperatura, cloro u otros elementos), evitando utilizar aquellos que favorezcan la creación de la biocapa.
- La temperatura del agua fría se mantendrá por debajo de los 20 °C, si lo permiten las condiciones climáticas, por lo que las tuberías dispondrán del correspondiente aislamiento térmico y se separarán de los focos y tuberías calientes.
- Cuando se utilicen depósitos de agua fría los mismos dispondrán de una cubierta impermeable que ajuste perfectamente y permita el acceso al interior.
Si se encuentran en el exterior se aislarán térmicamente.
- El agua de los acumuladores de ACS anteriores al consumo tendrá una temperatura homogénea, se evitará su enfriamiento en zonas interiores.
- Se dispondrán sistemas de válvulas de retención según la norma UNE-EN 1.717, que eviten las mezclas de agua de diferentes circuitos, calidades o usos.

- La temperatura del ACS se mantendrá por encima de 50 °C en el punto más alejado del circuito, o en la tubería de retorno.

La instalación permitirá que el agua alcance una temperatura de 70 °C.

Cuando se utilice un sistema de aprovechamiento térmico, que disponga de acumulación y en el cual no se pueda garantizar de forma continua una temperatura de 60 °C, se instalará otro acumulador final, antes de la distribución a consumo, en el que se garantice dicha temperatura.

Según UNE 100.030

La última versión de esta norma es de 2005, y en ella se fijan los requisitos para estas instalaciones, la mayor parte de los cuales corresponden a los definidos en el RD 865/2003; a continuación se indican los aspectos complementarios respecto al RD:

- El uso de aparatos que producen aerosoles se llevará a cabo de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de exposición para las personas.
- Para el sellado de uniones debe evitarse el empleo de materiales que favorezcan el desarrollo de bacterias y hongos (cueros, materiales celulósicos y ciertos tipos de gomas, masillas y plásticos).
- Evitar zonas de estancamiento del agua, como tuberías de desviación, equipos y aparatos de reserva, tramos de tuberías de fondo ciego, etc. En particular los equipos y aparatos de reserva deberán aislarse mediante válvulas de corte de cierre hermético y deberán estar equipados con válvulas de drenaje en los puntos más bajos.
- Durante el montaje se evitará la entrada de materiales extraños en los circuitos de distribución. En cualquier caso, los circuitos deberán someterse a una limpieza a fondo antes de su puesta en servicio.
- Los depósitos de ACS deberán estar fuertemente aislados; estarán dotados de boca de registro para la limpieza y de vaciado en el punto más bajo.
- Para acumulaciones de gran volumen se recomiendan intercambiadores exteriores de placas.

Para reducir la estratificación se utilizarán depósitos esbeltos, con conexión hidráulica en serie.

En la entrada de agua fría dispondrán de deflectores para reducir la velocidad de entrada del agua.

- En sistemas con interacumuladores de pequeño volumen será el fabricante de los mismos quien garantice que emplea materiales que impidan la adherencia de la suciedad y las formaciones calcáreas.

Este tipo de depósitos pueden instalarse en paralelo.

- Para los depósitos son indicados los aceros inoxidables y algunos revestimientos protectores del acero común.
- Para las tuberías son indicados el cobre, el acero inoxidable y algunos materiales plásticos resistentes a la presión y a la temperatura.
- La tubería de acometida a la cabeza difusora de las duchas o grifos, quedará vacía cuando no estén en uso.
- Cuando haya necesidad de acumulación de agua fría se instalarán dos depósitos en paralelo, por lo menos, para permitir la limpieza de uno mientras los restantes están en servicio; en cualquier caso, los depósitos estarán tapados para prevenir la entrada de cuerpos extraños.

Los depósitos se dimensionarán para un volumen mínimo compatible con las necesidades.

4.2 Adecuación de las instalaciones

Según se indica en la Disposición Transitoria única, las instalaciones de agua para consumo humano existentes disponen del plazo de 1 año (cumple el 19 de julio de 2004) para adecuar los depósitos de entrada de agua, dotándolos de cierre superior estanco y aislamiento térmico, cuando sea necesario.

Como se comprueba, estas exigencias son mínimas, sin embargo, se deberán adoptar todas las medidas precisas para la reducción de riesgos; hay que tener en cuenta que las instalaciones de ACS deben cumplir las prescripciones del RITE.

4.3 Criterios de mantenimiento

Según Real Decreto 865/2003

Los criterios de revisión, limpieza y desinfección de las instalaciones de agua para consumo humano se dan en el Anexo 3 del Real Decreto 865/2003; en el anexo de tablas se adjunta el cuadro resumen del mismo.

La limpieza y desinfección se realizará, como mínimo una vez al año.

ACS: Limpieza y desinfección con cloro

- 1º Clorar el depósito con 20-30 mg/l de cloro residual libre, a una temperatura no superior a 30 °C y un pH de 7 a 8, manteniéndolo durante 3 horas, haciendo llegar a todos los puntos terminales de la red de 1 a 2 mg/l y mantener durante 2 horas. Como alternativa se pueden utilizar 4 a 5 mg/l en el depósito durante 12 horas.
- 2º Neutralizar la cantidad de cloro residual libre y vaciar.
- 3º Limpiar a fondo las paredes de los depósitos, eliminando incrustaciones y realizando las reparaciones necesarias y aclarando con agua limpia.
- 4º Volver a llenar con agua y restablecer las condiciones de uso normales. Si es necesaria la rechloración ésta se realizará por medio de dosificadores automáticos.

ACS: Limpieza y desinfección térmica

- 1º Vaciar el sistema y, si fuese necesario, limpiar a fondo las paredes de los depósitos acumuladores, realizar las reparaciones necesarias y aclarar con agua limpia.
- 2º Llenar los depósitos acumuladores y elevar la temperatura del agua hasta los 70 °C y mantener al menos 2 horas. Posteriormente abrir por sectores todos los grifos y duchas, durante 5 minutos, de forma secuencial. Confirmar la temperatura para que en todos los puntos terminales de la red se alcancen los 60 °C.
- 3º Vaciar los depósitos acumuladores y volver a llenarlos para su funcionamiento habitual.

AFCH: Limpieza y desinfección con cloro

- El procedimiento para la desinfección con cloro de los depósitos será el mismo que el descrito para ACS; finalmente, se volverá a las condiciones de uso. Si se utiliza el cloro como desinfectante habitual se mantendrán unas condiciones de 0,2 a 1 mg/l de cloro residual libre.

Si se precisa recloración se realizará por medio de dosificadores automáticos.

- Después de un brote o sospecha de brote, tras las prescriptivas tomas de muestras de agua.

- Si los tanques y depósitos están muy contaminados con materia orgánica, deben ser desinfectados con cloro antes y después de su limpieza, para lo que puede ser necesario añadir biodispersantes y desincrustantes.

La desinfección se llevará a cabo por personal autorizado.

Limpieza y desinfección de elementos desmontables

- Los elementos desmontables como grifos y duchas se limpiarán a fondo con los medios adecuados que permitan la eliminación de incrustaciones y adherencias y se sumergirán en una solución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre, durante 30 minutos, aclarando posteriormente con abundante agua fría; si por el tipo de material no es posible utilizar cloro, se deberá utilizar otro desinfectante.
- Los elementos difíciles de desmontar o sumergir se cubrirán con un paño limpio impregnado en la misma solución durante el mismo tiempo.

Según UNE 100.030

- Se dejará constancia escrita de todas las actuaciones en el libro de mantenimiento.
- Adicionalmente los depósitos se limpiarán cuando sean visibles sedimentos o productos de corrosión.
- La revisión del aislamiento térmico se realizará en toda la instalación, equipos, aparatos y conducciones.
- La frecuencia de estas actuaciones se aumentará cuando:
 - Se detecte alguna deficiencia.
 - Se sustituya o repare una parte de la instalación.
 - Se detecte suciedad durante una revisión.
- Además de la limpieza y desinfección anual, también se realizarán en las siguientes circunstancias.
 - Antes de la puesta en marcha inicial y tras un periodo prolongado de parada.
 - Cuando tras la revisión rutinaria se considere necesario.

5 RECOGIDA DE MUESTRAS

En depósitos de ACS y ACH se tomará 1 litro por cada uno, preferiblemente de la parte baja, recogiendo, si existieran, materiales sedimentados. Medir la temperatura del agua, la cantidad de cloro libre y anotar.

En la red de agua fría y caliente se tomarán muestras de agua de los puntos terminales de la red.

En la red de ACS se deberán tomar muestras en la salida más cercana y la más alejada a los depósitos.

Se tomará 1 litro de agua, recogiendo una pequeña cantidad (unos 100 ml) para después raspar con una torunda que se incorporará en el mismo envase y recoger el resto del agua (hasta el litro) arrastrando los restos del rascado. Medir la temperatura del agua, la cantidad de cloro libre y anotar.

Será de aplicación el Acuerdo Europeo de Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR 2003), o el Reglamento sobre Mercancías Peligrosas de la Asociación de Transporte Aéreo Internacional IATA-DGR.

Los recipientes serán los adecuados para evitar su rotura y serán estancos, deberán estar contenidos en un embalaje secundario a prueba de filtraciones y un paquete externo que proteja al secundario y su contenido de agresiones externas.

6 AGUA FRÍA PARA CONSUMO HUMANO

En los dispositivos de llenado de las instalaciones se deberá cuidar especialmente el control del correcto funcionamiento de la válvula antirretorno.

Está absolutamente prohibido que por las mismas tuberías pueda circular agua de una red pública y agua de otro origen.

La acometida de las tuberías a los aparatos se realizará siempre por la parte superior de los mismos.

7 ANÁLISIS DE LOS PUNTOS DE RIESGO

Recordando que los factores que influyen en el desarrollo de la legionella son:

- **Temperatura:** 20 a 45 °C (es el parámetro más influyente).
- **Suciedad.**
- **Remansamiento.**

Se tiene que los puntos de mayor riesgo son:

- Depósitos de ACS.
- Depósitos de AFCH.
- Zonas ocultas.
- Bucle de recirculación.
- Conexión a aparatos.

Respecto a los depósitos en las figuras siguientes se indica la zona de mayor riesgo en función del tipo y conexión de los mismos.

Un problema importante en los polideportivos se presenta en las griferías, fundamentalmente de duchas, ya que suelen tener una única conexión de agua mezclada, lo que dificulta su tratamiento periódico por choque térmico.

A la hora de seleccionar los materiales a emplear deben tenerse en cuenta los valores de presión y temperatura.



Anexo 4: Bibliografía

- IDAE. *Guía Técnica: Sistemas de bombeo*. Pendiente de publicación.
- IDAE. *Guía Técnica: Contabilización de consumos*. Febrero 2007.
- IDAE. *Guía Técnica: Diseño y cálculo del aislamiento térmico de conducciones, aparatos y equipos*. Febrero 2007.
- IDAE. *Guía Técnica: Mantenimiento de instalaciones térmicas*. Febrero 2007.
- *Guía técnica para la prevención y control de la legionelosis en instalaciones*. Subdirección general de sanidad ambiental y salud laboral. 2007.
- Alamán, A., Esteban, J.L. y Chillón, J.M^a. *Criterio de cálculo y diseño de tuberías en la edificación*. DTIE 4.01 (Edición revisada). ATECYR 2007.
- Ruiz, V., López, G., Martínez, J.C. y García, R. *Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria*. DTIE 8.03 (Edición revisada conforme al Código Técnico de la Edificación). ATECYR 2007.
- Sanz Miguel, A. *Preparación de agua caliente para usos sanitarios*. Postgrado en Ingeniería de climatización 2005-2006. Universidad de Zaragoza/ATECYR junio 2006.
- *Cálculo y diseño de instalaciones de agua caliente sanitaria*. Compañía ROCA 2005 (6^a edición).
- García, C., Arias, J.M. y Domínguez, M. *Legionella y Climatización*. Instituto del Frío. CSIC. EL INSTALADOR febrero y noviembre 2001.
- García Pérez, J. *La Legionella Pneumophila en Instalaciones Térmicas e Hidráulicas*. CLIMA NOTICIAS octubre 2001.
- Boiffier, J.J. *Programa de lucha contra la Legionella. Acerca de la eficacia comparada de los tratamientos de choque de las redes*. EL INSTALADOR octubre 2001.
- *Guía 12-2000: Minimización del riesgo de Legionelosis asociada a los sistemas de agua de los edificios*. ASHARAE 2000.
- García Pérez, J. *Algunas ideas sobre el retorno del agua caliente sanitaria*. CLIMANOTICIAS. Junio 1997.
- Viti, A. *Preparación de agua caliente para usos sanitarios*. DTIE 1.01. ATECYR 1996.
- Viti, A. *Cálculo de los sistemas de acumulación de agua caliente para usos sanitarios*. Anexo a la DTIE 1.01.
- *Sistemas de cálculo para producción de agua caliente*. ACV. Enero 1996.
- Martín Bourgon, C. y Pelaz, C. *Legionelosis. Implicaciones de las instalaciones de agua sanitaria, climatización y otros sistemas generadores de aerosoles como difusores de la enfermedad*. EL INSTALADOR. Julio-Agosto 1992.
- Olive, G. y Triboulet, A. *E.C.S. L'eau chaude sanitaire dans les bâtiments résidentiels et tertiaires. Conception et calcul des installations*. Collection des guides de l'AICVF n^o 3. PYC EDITION 1991.
- *Distribution de l'eau chaude*. L'INSTALLATEUR. Marzo 1988.

- Potier, D. *Les rubans chauffants*. CEGIBAT Relations nº 165. Diciembre 1988.
- Viti Corso, A. *Estudio sobre consumos de agua para usos sanitarios*. Ponencia en ELECTROTERMIA 86.
- Martín Zorraquino, J.V. *Reflexiones sobre la Legionelosis desde el punto de vista de la Ingeniería del Medio Ambiente*. 1985.
- Viti Corso, A. *Producción de ACS por electricidad. Comparación con otras energías y sistemas más rentables*. Ponencia en ELECTROTERMIA 84 Zaragoza. 6 al 8 de noviembre de 1984.
- Le Bellac, M.C. *Consommation d'eau chaude sanitaire. Dimensionnement des installations collectives*. CEGIBAT relations nº 100. Marzo 1982.
- *Eau chaude sanitaire. Généralités. Estimation des besoins*. CIAT. Noviembre 1978.
- Secchi, R, Vallat, D y Cyssau, R. *Medidas de ahorro en el consumo de agua caliente sanitaria: Influencia de la temperatura*. PROMOCLIM.

Guía nº 1:
Guía técnica.
Mantenimiento de instalaciones térmicas

Guía nº 2:
Guía técnica.
Procedimientos para la determinación del rendimiento energético de plantas enfriadoras de agua y equipos autónomos de tratamiento de aire

Guía nº 3:
Guía técnica.
Diseño y cálculo del aislamiento térmico de conducciones, aparatos y equipos.
Incluye CD-ROM con programa AISLAM

Guía nº 4:
Guía técnica.
Torres de refrigeración

Guía nº 5:
Guía técnica.
Procedimiento de inspección periódica de eficiencia energética para calderas

Guía nº 6:
Guía técnica.
Contabilización de consumos

Guía nº 7:
Comentarios al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. RITE - 2007

Guía nº 8:
Guía técnica.
Agua caliente sanitaria central

IDA Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía

c/ Madera, 8 - 28004 Madrid
Tel.: 91 456 49 00. Fax: 91 523 04 14
comunicacion@idae.es
www.idae.es



P.V.P.: 20 € (IVA incluido)