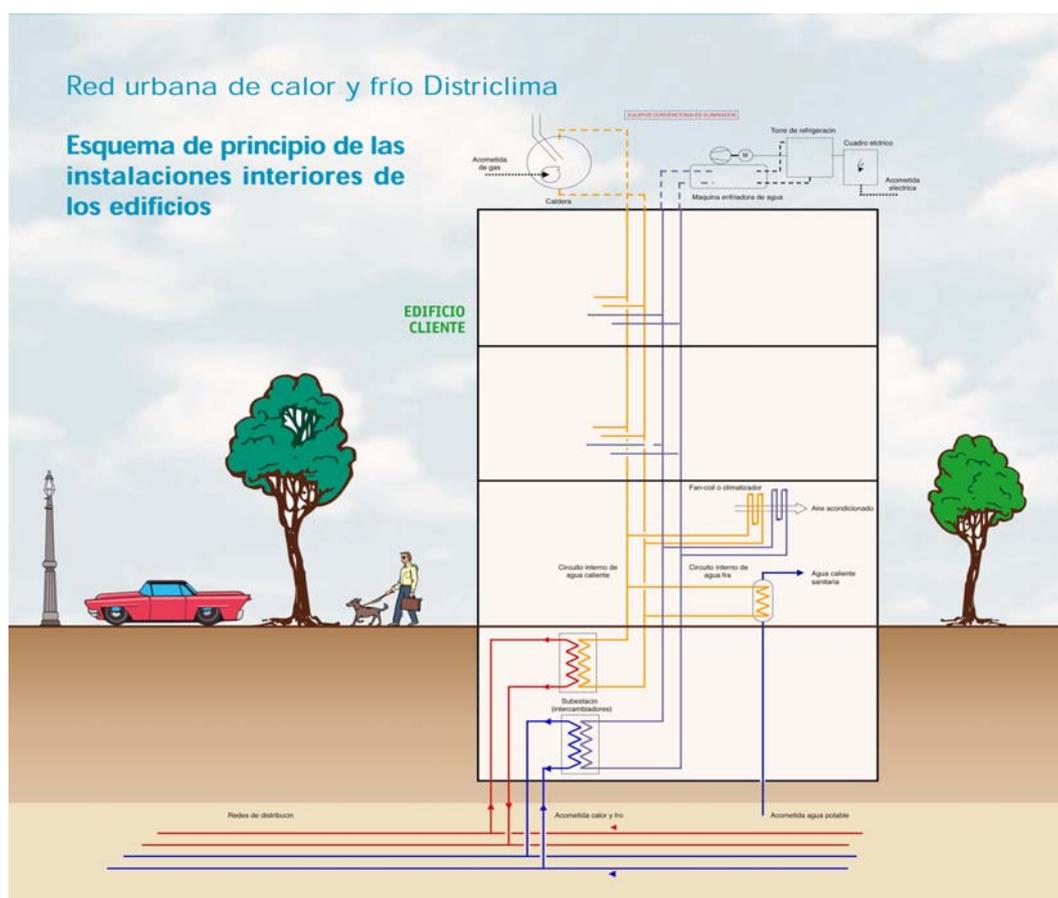


Guía Técnica del Usuario

Descripción de Subestaciones y recomendaciones para el diseño de Circuitos Interiores



Redes Urbanas de Calor y Frío

Zaragoza, Septiembre 2006

ÍNDICE

PREÁMBULO	1
1. INTRODUCCIÓN.	2
2. CONDICIONES DEL SUMINISTRO DE LAS ENERGÍAS.	3
2.1. DISPONIBILIDAD	3
2.2. POTENCIAS CONTRATADAS	3
2.3. REGÍMENES DE TEMPERATURA	4
2.4. PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA	6
3. DESCRIPCIÓN DE INSTALACIONES LIGADAS A LA SUBESTACIÓN.	7
3.1 .INSTALACIONES EXTERIORES	7
3.2. TUBERIAS DEL CIRCUITO PRIMARIO INTERIOR	7
3.3. SUBESTACIONES	8
3.4. SALA TÉCNICA	9
4. CIRCUITOS INTERIORES.	11
4.1. MARCO GENERAL	11
4.2. PRINCIPIOS DE DISEÑO Y DE REALIZACIÓN	11
4.3. SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS TERMINALES	15
4.4. SELECCIÓN DE VÁLVULAS DE REGULACIÓN	16
4.5. EQUILIBRADO DE CIRCUITOS INTERIORES	18
5. BOMBAS, Nº DE BOMBAS Y Nº DE CIRCUITOS	20
5.1. DISPOSICIÓN DE LAS BOMBAS	20
5.2. SELECCIÓN DE LA BOMBA	21
5.3. NÚMERO DE BOMBAS	21
5.4. BOMBAS INDEPENDIENTES DEDICADAS A CADA CIRCUITO	21
6. CALIDAD DEL AGUA EN LOS CIRCUITOS INTERIORES	22
7. SEGUIMIENTO DEL DISEÑO, REALIZACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES INTERIORES	22
7.1. FASE DE DISEÑO E INSTALACIÓN DE LAS INSTALACIONES INTERIORES	22
7.2. PUESTA EN SERVICIO DE LA ACOMETIDA	22
7.3. INICIO DE LA EXPLOTACIÓN	23
8. MANTENIMIENTO	23

Anexo 1 ESQUEMA DE PRINCIPIO DE SUBESTACIONES.

Anexo 2 ESPECIFICACIONES DE LA SALA TÉCNICA.

Anexo 3 RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE INSTALACIONES INTERIORES

PREÁMBULO

Este documento se destina a los proyectistas de las instalaciones térmicas de climatización en los edificios conectados a una red urbana de calor y de frío gestionada por DISTRICLIMA ZARAGOZA.

Describe las condiciones en las que se entregan las energías (calor y frío) en las subestaciones y da una serie de recomendaciones para considerar en las fases de diseño, realización y explotación de las instalaciones de calefacción y aire acondicionado que están conectados a la red urbana de calor y frío.

La presente Guía Técnica no se limita ni sustituye a otra normativa o reglamento de aplicación, en especial, Normas UNE y Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE).

1. INTRODUCCIÓN

La presente guía pretende exponer una serie de recomendaciones para el diseño de las instalaciones de calefacción y climatización de edificios conectados a una red urbana de calor y/o de frío.

Dichas recomendaciones pretenden conseguir en las citadas instalaciones el nivel de confort esperado utilizando soluciones técnicas compatibles con el funcionamiento de la red urbana (o primaria) y optimizadas en cuanto a sus costes de explotación.

La optimización de los costes de explotación consiste principalmente en reducir los costes de transporte de la energía, es decir los costes de bombeo, lo que significa maximizar los saltos térmicos.

En una red de calor o de frío, las instalaciones interiores de los edificios conectados, forman, con la red primaria gestionada por el concesionario, un conjunto técnico en el que el funcionamiento de cada elemento puede influir en el funcionamiento del conjunto del sistema.

Dicha consideración vale también para otros tipos de red, las eléctricas por ejemplo.

En nuestro caso, no se trata de tener en cuenta tensiones de funcionamiento o consumos de energía reactiva, sino que se trata de cumplir con unos criterios básicos de temperaturas y caudales de agua en los circuitos de climatización.

La red primaria está prevista para poder dar servicio al conjunto de los clientes conectados, cada uno con su potencia contratada y con un régimen de temperaturas definido. En base a dichos criterios se define el caudal de cada ramal y su diámetro.

Un cliente que no cumpliera con el salto térmico de diseño, hará circular más caudal, con la posible consecuencia de no poder alcanzar la potencia que necesita y podría llegar el caso de impedir que a otros clientes les llegue el caudal que necesitan.

Por otro lado, cumplir con el salto térmico definido, y además, mantenerlo a lo largo del año, significa que la instalación funciona siempre con el caudal mínimo necesario, lo que puede generar ahorros significativos en el consumo eléctrico de las bombas de impulsión.

Es la misma filosofía de funcionamiento que hemos adoptado en la red primaria, es decir, temperaturas constantes y caudal variable.

En esta guía recomendamos que en los diseños de las instalaciones interiores de climatización de los edificios se siga esta misma filosofía, lo que permitirá optimizar el consumo eléctrico de las bombas del edificio, reduciendo así la factura energética, vía reducción del término variable de volumen.

Es evidente que las incidencias económicas son más importantes en la distribución de agua fría, por los importantes caudales de agua que necesita este circuito. Sin embargo todas las recomendaciones y especificaciones que exponemos son válidas también para la distribución de calor.

El presente documento incluye informaciones y especificaciones técnicas para realizar instalaciones con salto térmico optimizado y con caudal variable. En ningún caso pretende sustituir la literatura técnica que ya existe sobre lo que en esta guía se desarrolla. Pretende solo recordar reglas básicas de diseño. Para más información de deberá recurrir a literatura existente y a manuales de los proveedores.

Nos centraremos en la definición y selección de los equipos terminales de los circuitos de climatización en las instalaciones interiores, así como en el diseño de los circuitos y los equipos de regulación utilizados. Se incluyen también indicaciones relativas al equilibrado de los circuitos y al tratamiento del agua.

Sin embargo, antes de detallar los criterios básicos de diseño y explotación de los circuitos interiores, fijaremos las condiciones de suministro de las energías en los circuitos primarios y haremos una breve descripción de las instalaciones exteriores, circuito primario interior, subestaciones y sala técnica.

2. CONDICIONES DEL SUMINISTRO DE LAS ENERGÍAS.

2.1 Disponibilidad.

El servicio de suministro tanto de calor como de frío funciona todo el año.

El diseño del Sistema, las redundancias de los equipos de producción de frío y de calor, así como el diseño de las redes y los materiales utilizados permiten conseguir un alto nivel de disponibilidad del servicio.

2.2 Potencias contratadas.

La ingeniería del CLIENTE calcula las potencias térmicas y frigoríficas necesarias. Se determinan las potencias a contratar en base a éstas.

Además los valores de potencia contratada deben incluir los coeficientes de sobredimensionado para el arranque de las instalaciones (en general +20%)

Estas potencias son las que se compromete a suministrar DISTRICLIMA ZARAGOZA a sus clientes.

Los tarados de los sistemas de regulación de las subestaciones no permitirán superar las potencias contratadas.

Se pueden incrementar dichas potencias dentro de las posibilidades técnicas y mediante la firma de un acta adicional.

La potencia disponible está limitada por el dimensionado de la subestación y de los ramales de conexión (tamaño de la bancada de los intercambiadores, diámetros de los tubos, valvulería...).

2.3 Regímenes de temperatura.

Hay que tener en cuenta que un salto térmico primario elevado permite reducir el caudal de agua y el consumo de energía de las bombas de red con la consecuencia, para el CLIENTE, de reducir el término de volumen de su factura energética.

Por otra parte, incrementar los saltos térmicos, a pesar del aumento en las superficies de intercambio de los equipos terminales, permite ahorros en las instalaciones interiores de los edificios (diámetros de tuberías, bombas y consumos eléctricos).

Calor.

Las temperaturas nominales en base a las cuales se dimensionarán las redes y los equipos de la central de producción son:

Temperaturas red calor	Invierno	Verano
Temperatura suministro (entrada primario subestaciones)	90°C	70°C
Temperatura retorno (salida primario subestaciones)	60°C	40°C

El agua caliente de la red se suministrará como mínimo a las temperaturas aquí indicadas.

Las instalaciones del usuario deberán diseñarse de modo que la temperatura de retorno en el primario sean como máximo las indicadas en el cuadro.

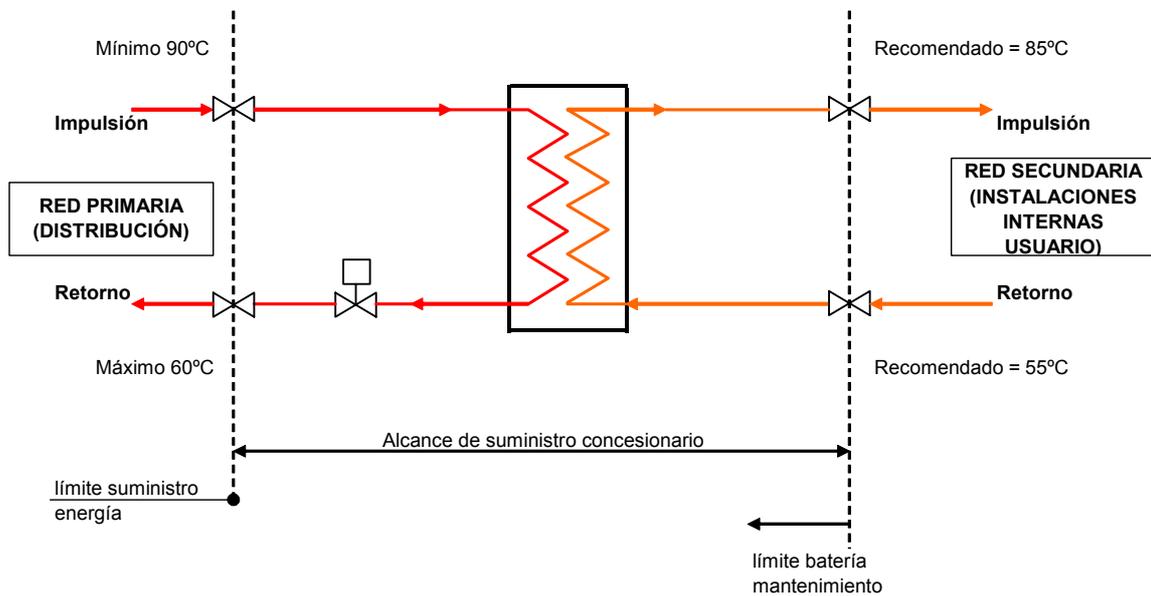
El régimen de temperaturas primarias determina el caudal primario máximo y el diámetro del ramal de conexión.

El tarado del sistema de regulación de la subestación no permitirá superar la temperatura contractual de retorno en el primario.

Se determinan las temperaturas de funcionamiento de las instalaciones interiores en función de los datos de temperatura en el primario, de los equipos y usos en la instalación interior y un diferencial de temperatura "razonable" en los intercambiadores (por ejemplo 5°C)

En cuanto a la temperatura de retorno secundaria, para un correcto dimensionado del intercambiador es recomendable no superar los 55°C (invierno). Durante el funcionamiento esta temperatura podrá oscilar libremente por debajo de este valor.

Fig 1. Condiciones de diseño de la subestación de calor



Nota: las condiciones de diseño son compatibles con las necesidades de los modos operación invierno y verano.

Frío.

Las temperaturas nominales en base a las cuales se dimensionan las redes y los equipos de la central de producción son:

Temperaturas red frío	Verano	Invierno
Temperatura suministro (entrada primario subestaciones)	5,5°C	7°C
Temperatura retorno (salida primario subestaciones)	14°C	15°C

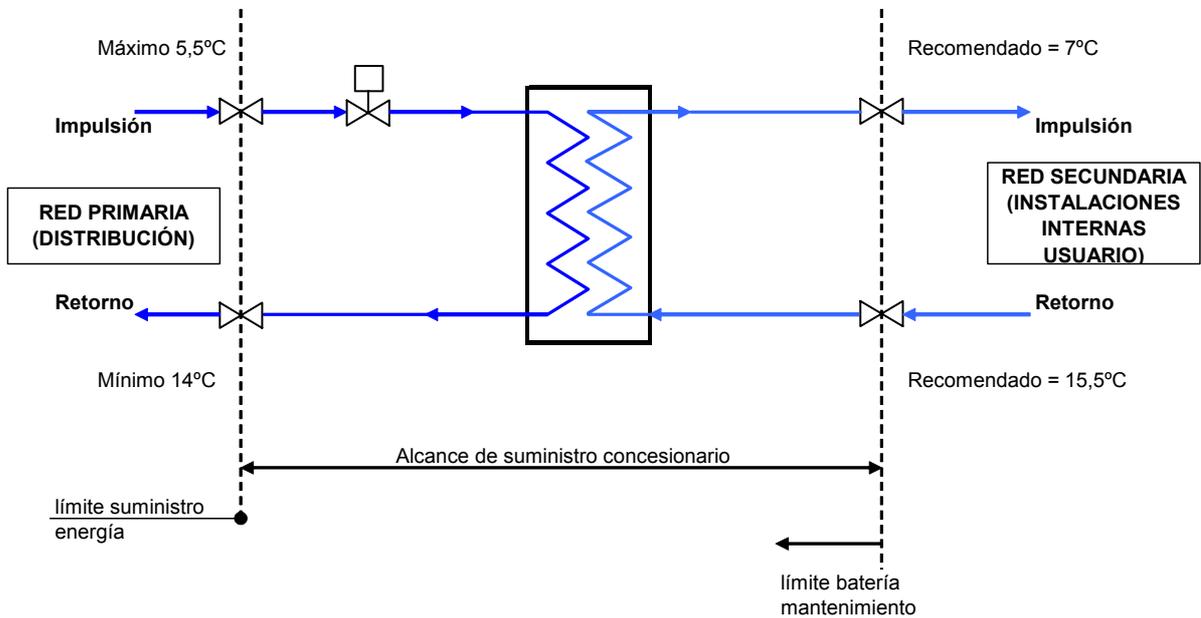
El agua fría de red se suministrará como máximo las temperaturas aquí indicadas.

Las instalaciones del usuario deberán diseñarse de modo que la temperatura de retorno en el primario sean como mínimo las indicadas en el cuadro.

El régimen de temperaturas primarias determina el caudal primario máximo y el diámetro del ramal de conexión.

Se determinarán las temperaturas de funcionamiento de las instalaciones interiores en función de los datos de temperatura en el primario, de los equipos y usos en la instalación interior y un diferencial de temperatura “razonable” en los intercambiadores.

El tarado del sistema de regulación de la subestación no permitirá disminuir la temperatura contractual de retorno en el primario.

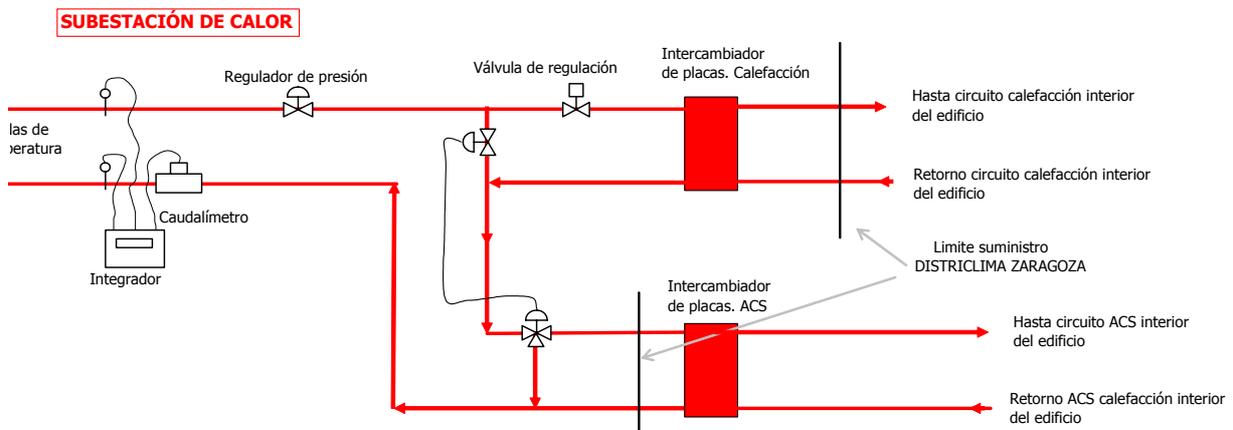
Fig 2. Condiciones de diseño de la subestación de frío


Nota: las condiciones de diseño son compatibles con las necesidades de los modos operación invierno y verano.

2.4 Producción de agua caliente sanitaria (ACS).

Se puede producir ACS a partir de la instalación secundaria de calefacción, o por un intercambiador directamente conectado a la red primaria, en paralelo con el intercambiador de calefacción como se indica en la Fig 3.

DISTRICLIMA ZARAGOZA recomienda esta última disposición, ya que aumenta el salto térmico y reduce el caudal de agua recirculado en el primario, con la consiguiente reducción del término variable de caudal de la tarifa.


Fig 3. Instalación en serie del circuito de A.C.S

3. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES LIGADAS A LA SUBESTACION

3.1 Instalaciones exteriores.

En cada caso, el CLIENTE y DISTRICLIMA ZARAGOZA definen conjuntamente el punto de entrada de la acometida en el edificio.

Se definen como “instalaciones exteriores” las tes de conexión a las redes, las válvulas de seccionamiento exteriores, las tuberías de acometida hasta el edificio del CLIENTE y las válvulas de corte interiores. En Zaragoza, toda la instalación exterior es responsabilidad de DISTRICLIMA ZARAGOZA.

DISTRICLIMZA ZARAGOZA definirá el diámetro de los tubos en función de los requerimientos de Contrato (potencias contratadas y ampliaciones eventuales, régimen de temperaturas).

Las partes enterradas de los ramales de conexión, tanto de las tuberías de impulsión como de las de retorno, serán de acero pre-aislado (con poliuretano y protección de polietileno).

Se instalarán válvulas de corte dentro del edificio lo más cerca posible del punto de entrada.

Dichas válvulas serán de acceso permanente y fácil, a la altura de hombre, o si no fuera posible se preverá una plataforma. En caso de ubicación dentro de una arqueta la tapa de las mismas deberá ser maniobrable sin herramienta especial.

Se instalará un tritubo de polietileno de alta densidad (3x50mm) entre el punto de conexión a la red y el edificio para el cable de telegestión de la subestación.

El Cliente realizará las perforaciones o ventanas para el paso de las tuberías y realizará el sellado una vez instaladas éstas, utilizando la junta de estanqueidad suministrada por DISTRICLIMA ZARAGOZA.

3.2 Tuberías del circuito primario interior.

En la red de calor y frío diseñada para dar servicio de climatización a los edificios de la Expo, todo el circuito primario interior es responsabilidad del concesionario DISTRICLIMA ZARAGOZA. Este circuito está formado por las tuberías entre las válvulas de corte y la subestación. Deberán ser pre-aisladas o aisladas de forma clásica. En este último caso, los tubos de frío con protección anti-condensación.

Las tuberías que transcurran por el interior de los edificios deberán estar protegidas contra choques y todo riesgo de degradación.

Ésta red interior permanecerá completamente accesible y visitable para su control y su mantenimiento.

Según el recorrido de las tuberías se necesitarán válvulas de purga de aire y/o de agua. Las de agua estarán conectadas, de manera permanente o temporalmente, a un sistema de evacuación.

Dichas válvulas serán de acceso permanente y fácil (altura de hombre).

DISTRICLIMA ZARAGOZA instalará el cable de telegestión hasta el cuadro eléctrico de la subestación, en una bandeja de cables específica.

3.3 Subestaciones.

3.3.1 Especificaciones.

Las subestaciones son el punto de intercambio de energía (calor y frío) entre el sistema de distribución y el usuario final.

Las suministrará e instalará DISTRICLIMA ZARAGOZA a su cargo.

Dentro de cada subestación térmica se incluye:

- Válvulas de corte, circuito primario.
- Filtro tamiz
- Válvula de regulación de presión diferencial.
- Contadores de energía.
- Intercambiadores de placas de calor y de frío .
- Válvulas de regulación de potencia.
- Válvulas de corte, circuito secundario.
- Instrumentación de campo y cableado hasta el sistema de control
- Cuadro eléctrico.
- Aislamiento y acabados necesarios
- Trabajos de interconexión con los demás sistemas de la central.

Las subestaciones de calor y de frío tienen los mismos principios de diseño.

La parte del circuito primario estará diseñada para una presión nominal de 16 bar (PN 16). La pérdida de carga de las tuberías dentro del edificio y de la subestación pertenecientes al circuito primario, no sobrepasará los 1,5 bar.

Se incluyen en el anexo 1 el esquema de principio de las subestaciones de calor y de frío, con un intercambiador en el circuito de frío y dos intercambiadores en el circuito de calefacción (calefacción y A.C.S).

DISTRICLIMA ZARAGOZA realizará las instalaciones siempre que sea posible respetando dicho esquema.

3.3.2 Contaje de energías.

Se contabiliza el suministro tanto en volumen como en energía.

Los contadores están situados en el lado primario de los intercambiadores y los suministrará e instalará DISTRICLIMA ZARAGOZA a su cargo.

En caso de facturación individual, se instalarán también contadores individuales en el lado secundario, conectados mediante bus de comunicación al cuadro de control de la subestación.

Cada sistema de contaje incluye:

- Medidor de caudal.
- Sondas de temperatura en la entrada y en la salida de la subestación.
- Integrador, para el cálculo de la energía.

El contador será un equipo de los homologados por DISTRICLIMA ZARAGOZA, S.L.

3.3.3 Cuadro eléctrico y de control.

Para la coherencia de los sistemas de regulación, control y vigilancia del conjunto de las subestaciones y de la Central, DISTRICLIMA ZARAGOZA ha diseñado un cuadro estándar que suministrará e instalará a su cargo en cada subestación.

Este cuadro incluye:

- Dispositivos de regulación,
- Dispositivos de comunicación con la Central para la transmisión de información (temperatura, presión, consumo...), alarmas y ciertas órdenes.

3.4 Sala técnica.

3.4.1 Ubicación.

El Cliente, deberá poner a disposición de DISTRICLIMA ZARAGOZA una sala Técnica dentro de su edificio, observando las especificaciones del Anexo 2, cuya ubicación debe ser contigua a la calle, en la cual desembocará el ramal de acometida exterior que interconecta con la red. En esta Sala DISTRICLIMA ZARAGOZA instalará la Subestación hasta el límite de batería.

Si fuera necesario, podrán instalarse en esta Sala otros equipos auxiliares para la climatización del edificio (bombas, circuitos internos del edificio, etc....)

Se elegirá el emplazamiento de esta sala con los siguientes criterios:

- Recorrido simple y reducido de las tuberías del circuito primario.
- Acceso fácil a la sala por el personal de DISTRICLIMA ZARAGOZA.
- Cumplimiento de las condiciones ambientales y de ventilación.

3.4.2 Acceso a los equipos.

El personal de DISTRICLIMA ZARAGOZA, S.L. tendrá libre acceso a la Sala Técnica y a las tuberías de conexión, para verificaciones, controles, lecturas de contadores...

El CLIENTE pondrá a disposición del personal de DISTRICLIMA ZARAGOZA las llaves, tarjetas de acceso y de identificación necesarias para ello.

Dicho personal cumplirá con las reglas de acceso vigentes en cada edificio.

3.4.3 Dimensiones y layout.

Se recomiendan unas dimensiones mínimas para la Sala Técnica, según esquemas en Anexo 2. Si el Cliente prevé instalar otros equipos auxiliares adicionales en la Sala Técnica (bombas, colectores circuito secundario, etc...), se deberá prever una Sala de dimensiones mayores.

3.4.4 Obra civil.

Prever bancadas de hormigón para los intercambiadores.

La sala no podrá tener elementos de riesgo para la seguridad y la salud.

3.4.5 Condiciones ambientales.

El Cliente será responsable de que en la Sala Técnica se mantengan las siguientes condiciones:

- Temperatura: entre 5°C y 40°C (máximo)
- Humedad: < 80%
- Ventilación: natural o mecánica, en ambos casos con una tasa de renovación de aire permanente de 3 renovaciones hora, como mínimo.
- Luz: nivel mínimo de iluminancia 150 lux

3.4.6 Agua.

El Cliente deberá prever una acometida de agua (DN 25) y una toma para la limpieza de los equipos.

3.4.7 Evacuación de aguas.

Instalar, por debajo de cada intercambiador de frío, una bandeja de recogida de agua de condensación.

En la sala prever sifones de suelo o pozos para la evacuación de dichas aguas y de las de limpieza.

3.4.8 Electricidad.

La alimentación eléctrica de los equipos de la subestación debe ser fiable, especialmente si hay instalaciones térmicas críticas dentro del edificio.

Dicha alimentación procederá del cuadro eléctrico general del edificio y si fuera necesario de una fuente de corriente de emergencia. De la calidad de dicha alimentación depende en parte la fiabilidad del suministro de calor y de frío.

Se deberá prever una toma de corriente III-380 con tierra / 32 A, para mantenimiento, y una alimentación eléctrica a 220/16 A, para el cuadro de control.

4. CIRCUITOS INTERIORES

4.1 Marco General.

De aplicación en las instalaciones a partir de las bridas del circuito secundario de los intercambiadores de las subestaciones.

La instalación y el mantenimiento de las mismas son a cargo del CLIENTE.

Las presentes especificaciones son de aplicación a todos los edificios conectados a la red de DISTRICLIMA ZARAGOZA.

4.2 Principios de diseño y de realización.

4.2.1 Temperaturas.

El diseño de la instalación interior y su funcionamiento será tal que se cumplirán en cualquier caso las temperaturas previstas en el Contrato.

Las temperaturas de diseño de los equipos terminales (fan-coils, climatizadores, etc....) serán compatibles con las del secundario de la subestación, teniendo en cuenta las pérdidas térmicas en la distribución interior.

Además de realizar el diseño de los equipos terminales de calor y de frío, respetando temperaturas adecuadas, hay que prever sistemas de regulación que permitan mantener los saltos térmicos, cualquiera que sea la demanda de calor o de frío del edificio, mediante variaciones de caudal.

4.2.2 Cómo diseñar una instalación de caudal variable

La forma habitual de realizar las instalaciones de climatización en el interior de los edificios NO es aplicando un criterio de caudal variable. En las instalaciones convencionales que utilizan calderas y máquinas enfriadoras como focos de generación de calor y frío respectivamente, ocurre que estos equipos necesitan un caudal constante ó un caudal mínimo relativamente importante, por lo que estos sistemas son incompatibles con el sistema propuesto de caudal variable.

Sin embargo, en una instalación conectada a la red de calor y frío, el foco de generación de calor y frío en los secundarios es un intercambiador, equipo que acepta sin problemas las variaciones de caudal.

El diseño “habitual” de las instalaciones es el resumido en la figura 4. Se compone de equipos terminales (fan-coils, climatizadores, etc.), cuyo caudal esta regulado por válvulas de 3 vías. El caudal que circula por este equipo terminal es variable, en función de la potencia demandada. Al otro lado de la válvula el caudal es constante. El caudal no demandado por el citado equipo pasa por la vía de by-pass de la válvula, mezclando así agua de impulsión con agua de retorno. Esta situación se presenta de forma evidente a carga parcial, pero también en la mayoría de los caso a plena carga, por el sobre-dimensionamiento de la bomba y la frecuente ausencia de válvula de equilibrado del caudal.

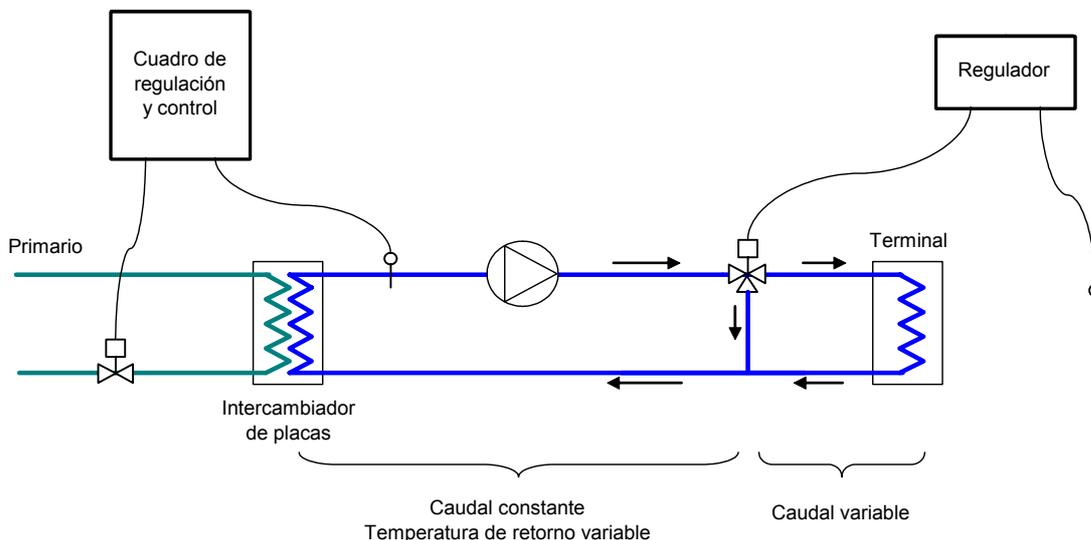


Fig 4. Sistema de caudal constante

Este diseño implica un consumo importante de electricidad en la bomba, independiente de las necesidades térmicas de la instalación.

El diseño que recomendamos es el de la figura 5. Se sustituyen solo las válvulas de 3 vías por válvulas de 2 vías. El caudal que circula por el equipo terminal es el mismo que en el caso anterior, pero en este caso es variable en todo el circuito. Así, en cada momento el caudal movido por la bomba es justo el caudal demandado por los equipos terminales. El punto de funcionamiento de la bomba se desplaza en su curva en función del grado de apertura de las válvulas de regulación. En este caso, a carga parcial, el consumo eléctrico de la bomba es menor.

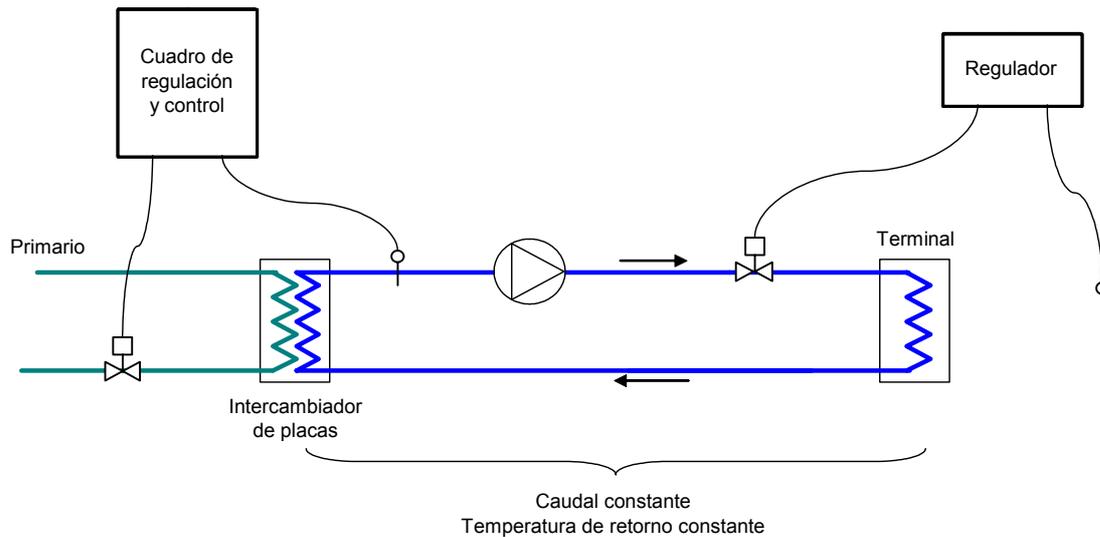


Fig 5. Sistema de caudal variable

Se puede reducir aún más el consumo eléctrico de la bomba colocando un variador de velocidad en la misma. Con la reducción de la velocidad de la bomba se cambia la curva de funcionamiento de la misma (ver figura 6). Resulta una altura manométrica menor de la bomba. Para conseguir el caudal necesario, se abren las válvulas de regulación y se encuentra un nuevo punto de funcionamiento cumpliendo perfectamente con las necesidades de caudal de la instalación y un consumo eléctrico de bombeo mucho menor.

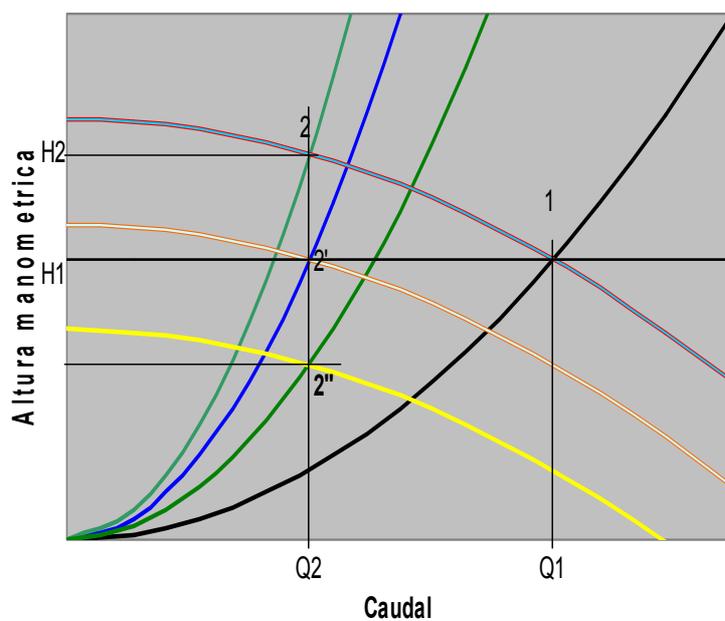


Fig 6. Puntos de funcionamiento de la bomba

Fig 6

1 es el punto de funcionamiento a plena carga (caudal Q_1 y altura manométrica H_1)

Cuando disminuya la demanda, el caudal requerido pasa a ser Q_2 ; se cierran las válvulas de regulación y el punto de funcionamiento pasa a ser el **2** (caudal Q_2 y altura manométrica H_2)

Con un variador de velocidad y un sistema de regulación de ΔP en la bomba se reduce la velocidad de la bomba hasta volver a la altura manométrica de consigna H_1 ; se consigue un nuevo punto de funcionamiento **2'** (caudal Q_2 y altura manométrica H_1)

Si el control de ΔP está ubicado cerca del terminal más desfavorizado, el punto de funcionamiento pasa a ser el **2''**, con aún menos velocidad y menos consumo eléctrico.

4.2.3 Regulación.

Se puede regular la velocidad de la bomba en función de varios criterios: temperatura, salto de temperaturas, presión, presión diferencial, etc. Recomendamos una regulación en base a una consigna de presión diferencial, si es posible en el extremo del circuito.

La ubicación de la sonda de presión diferencial esta relacionada con el objetivo del sistema de regulación que es mantener una presión diferencial mínima en cada punto del circuito, de tal forma que los equipos terminales puedan recibir el caudal necesario en cualquier momento. Por consiguiente, se debe instalar dicha sonda en el punto más desfavorable del circuito en cuanto a la presión diferencial, este punto es, generalmente, a la entrada del último terminal.

Aunque menos eficiente, una solución muy corriente es colocar la sonda entre impulsión y aspiración de la bomba. Es aceptable solo en caso de circuito corto en el que la pérdida de carga en las tuberías es poco importante.

Además, se necesita instalar en el extremo del circuito una válvula presostática (ver figura 7) ajustada para mantener un caudal mínimo en el circuito, sobre todo en caso de que todas las válvulas de regulación estén cerradas.

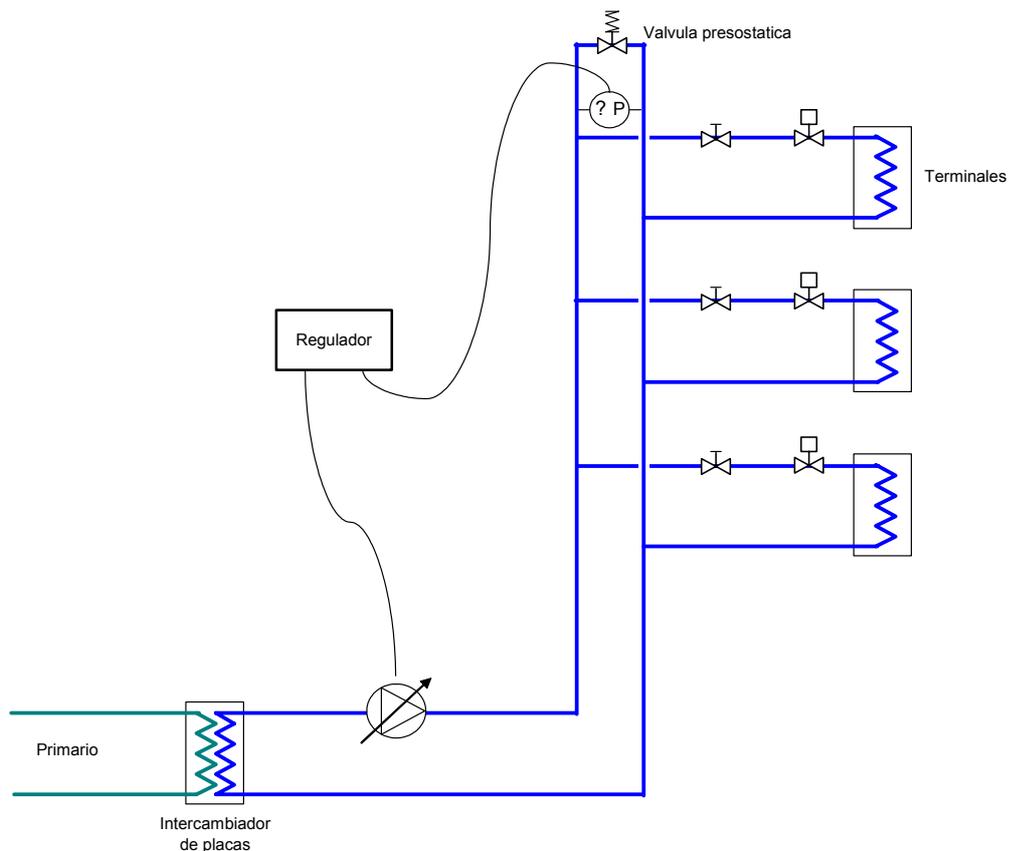


Fig 7.

El valor de la consigna de presión diferencial debe ser igual al valor de la pérdida de carga de la parte del circuito situada aguas abajo de la sonda de presión, ello a carga nominal. Se puede cambiar la consigna según la época del año, por ejemplo, se puede reducir en un circuito de agua fría en invierno. En este caso se consigue aun mas ahorro energético.

Se realizará la regulación de todos los equipos terminales de la instalación interior obligatoriamente con variación de caudal, es decir con válvulas de 2 vías.

Se debe excluir todo sistema que mezcle agua de ida con el retorno.

4.3 Selección de los equipos terminales

Las principales consecuencias de operar fan-coils y climatizadores con ΔT por encima del habitual de 5°C (7-12°C) se muestran en el siguiente gráfico (fig. 8)

Como consecuencia de este nuevo salto térmico, para mantener la misma potencia del equipo, se debe aumentar la superficie de intercambio.

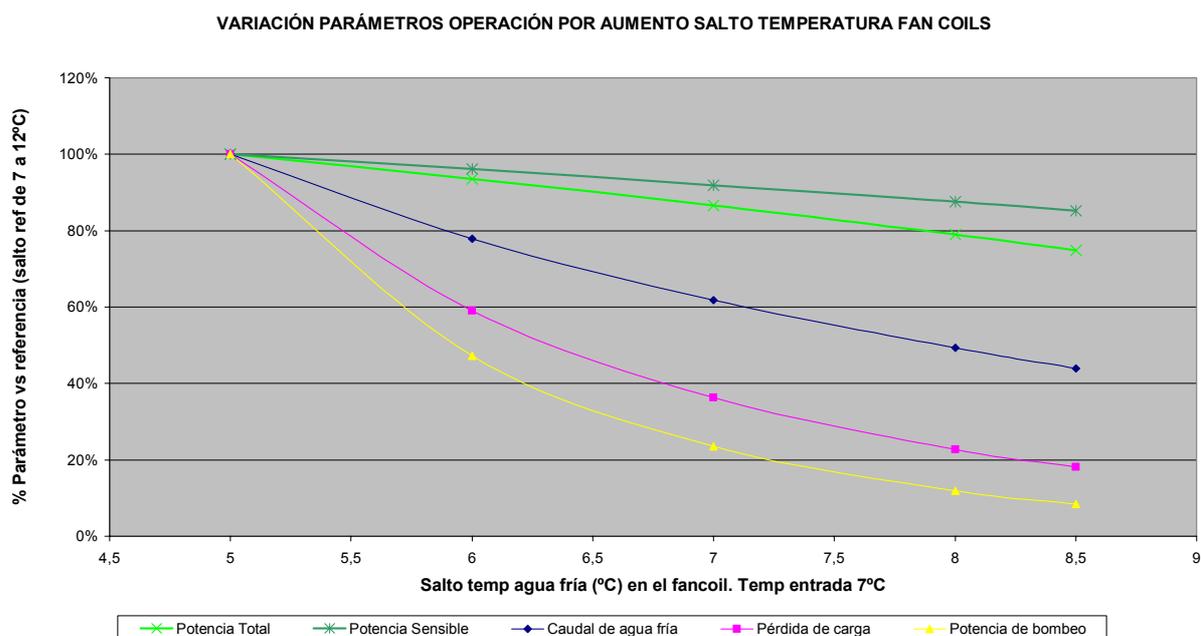


Fig 8

En resumen, la operación de un fan-coil o climatizador con un $\Delta T = 8,5^{\circ}\text{C}$ vs $\Delta T = 5,0^{\circ}\text{C}$ representa:

- Descenso de un 25% de la potencia total.
- Descenso de un 15% de la potencia sensible.
- Descenso del 55% del caudal de agua.
- Descenso de 80% de la pérdida de carga.
- Descenso del 90% de la potencia de bombeo necesaria (*).

(*) Tomando en consideración únicamente la potencia de bombeo requerida en el equipo.

Aunque todas estas consecuencias son suficientemente significativas y deben ser tenidas en cuenta por el Proyectista del sistema, se destaca por su importancia:

El proyectista deberá aumentar en un 17% la potencia sensible nominal de los equipos seleccionados (*) respecto a la potencia sensible nominal necesaria en la instalación.

(*) Normalmente seleccionada a condiciones Sd. $\Delta T=5^{\circ}\text{C}$

Para aquellas instalaciones en funcionamiento o diseñadas con un $\Delta T=5^{\circ}\text{C}$, el proyectista deberá minorar en un 15% la potencia sensible nominal (*) del fan-coil o climatizador para determinar la potencia sensible realmente instalada.

(*) Normalmente indicada a condiciones Sd. $\Delta T=5^{\circ}\text{C}$

4.4 Selección de válvulas de regulación

Los criterios de selección de las válvulas de regulación motorizadas son principalmente los siguientes.

- a) Característica: es la curva de la pérdida de carga de la válvula en función de su apertura; existen varias formas de curvas entre las cuales las más corrientes son las lineales y las isoporcentuales. Los aparatos que controlan las válvulas de regulación no tienen un comportamiento lineal (caudal en función de la potencia) con lo cual una válvula lineal no es adecuada. La solución correcta es, en la mayoría de los casos, seleccionar una característica isoporcentual.
- b) presión admisible: es el PN de la válvula, debe ser superior a la suma de la presión estática (presión del sistema de presurización menos altura) y de la presión dinámica.
- c) presión diferencial: el actuador de la válvula debe ser capaz de abrir y cerrarla con la presión diferencial máxima del circuito, esta presión diferencial depende de la bomba y de la ubicación de la válvula en el circuito.
- d) Coeficiente de flujo o Kv: en los catálogos de los proveedores, el diámetro se deduce del Kv. En ningún caso, el diámetro es un criterio de dimensionamiento de una válvula de regulación.

El coeficiente de flujo Kv es una característica de la válvula y define la relación entre caudal y pérdida de carga de la misma, abierta a 100%.

El Kv, en el sistema métrico internacional, es definido como el caudal Q (m³/h) de un fluido de densidad 1 que pasa a través de una válvula que tenga el obturador totalmente abierto con un diferencial de presión ΔP de 1 bar ó 100 kPa. La expresión con densidad del agua igual a 1 kg/litro queda como sigue:

$$Q = K_v \times \Delta P$$

La autoridad de una válvula α está definida por la relación entre la caída de presión a través de ella cuando esta totalmente abierta (o sea ΔP_{\min}) y la caída de presión de todo el circuito afectado por la válvula, válvula incluida, o lo que es lo mismo, la ΔP a través de la válvula cuando esta cerrada o a caudal cero (ΔP_{\max}). Esta DP máxima es igual a la pérdida de presión a través de la válvula totalmente abierta más la pérdida de presión a través de los otros elementos del circuito en las mismas condiciones de válvula totalmente abierta.

$$\alpha = \Delta P_{\min} / \Delta P_{\max}$$

Un valor pequeño de α significa una pequeña caída de presión a través de la válvula en relación con la caída de presión a través de todo el circuito. Cuando α es pequeño, el caudal está predominantemente determinado por la caída de presión a través de los otros componentes del circuito y las maniobras de apertura y o cierre de la válvula tienen poca influencia sobre la variación del caudal. Más aún, en la primera mitad del recorrido del actuador la válvula tiene un efecto casi nulo sobre el caudal y la válvula deberá trabajar sobre un recorrido de obturador muy pequeño lo que dificulta la acción del lazo de control de temperatura, generando inestabilidades de la regulación, precisión insatisfactoria y desgaste rápido de la válvula y de su actuador por los movimientos continuos de cierre y de apertura.

Por otro lado, el valor máximo de la autoridad se debe limitar para evitar velocidades excesivas del agua a su paso a través de la válvula y, por tanto, desgaste por erosión y ruidos.

Para asegurar un correcto funcionamiento de la válvula se recomienda seleccionar el Kv de tal forma que su autoridad sea entre 0,3 y 0,5.

Ejemplo de cálculo:

Una batería de agua fría necesita, a potencia nominal, un caudal de 5m³/h, con una pérdida de carga de 4 m ca, o sea 0,4 bar. El circuito incluye también válvulas y tuberías con una pérdida de carga total de 0,9 m ca. x es la pérdida de carga de la válvula de regulación.

La pérdida de carga total del circuito controlado por esta válvula es (en bar):

$$x + 0,4 + 0,9 = x + 1,3$$

La autoridad de la válvula es: $\alpha = x / x + 1,3$

Se deduce: $x = 1,3 * \alpha / (1 - \alpha)$

Con $\alpha = 0,3$ (autoridad mínima), $x = 0,56$ bar y $Kv = 5 / 0,56 = 8,9$

Con $\alpha = 0,5$ (autoridad "máxima"), $x = 1,3$ bar y $Kv = 5 / 1,3 = 3,8$

En el catálogo del proveedor se seleccionará una válvula cuyo Kv este comprendido entre 3,8 y 8,9.

Ello conduce generalmente a seleccionar válvulas de diámetro inferior al diámetro de los tubos.

4.5 Equilibrado de circuitos interiores y regulación

En ningún caso la ejecución de la instalación puede cumplir exactamente con lo previsto en los proyectos, porque, entre otros motivos, al utilizar equipos del mercado, resulta siempre un sobre-dimensionamiento de los mismos.

Por consiguiente, es necesario, incluso en las instalaciones de válvulas de dos vías, realizar ajustes de perdidas de carga para que a cada punto de la instalación, ya sea de frío o de calor, le llegue el caudal requerido. Cuando esto sucede, la instalación está equilibrada hidráulicamente.

Estos ajustes se realizan mediante válvulas de equilibrado en cada terminal, ramal y columna.

Cuando una instalación no está equilibrada, el fluido caloportador, en nuestro caso agua, tiende a discurrir por los tramos de menor pérdida de carga, con lo que en algunas unidades terminales se producirá una sobrealimentación mientras que otras padecerán un déficit de caudal. En consecuencia, las temperaturas de las distintas áreas y locales no serán las deseadas y tendrán importantes oscilaciones.

El correcto equilibrado permite también realizar el arranque de la instalación (después de la parada nocturna) de forma más rápida y más homogénea. Si no hay equilibrado o si está mal hecho, los circuitos desfavorecidos no reciben el caudal adecuado hasta que los otros circuitos alcancen sus temperaturas de consigna, lo que tarda más y consume más caudal de agua.

La elevación de las curvas de las bombas, la instalación de bombas mayores, el cambio de las temperaturas de salida de las unidades productoras o la modificación de los parámetros de las regulaciones, no consiguen solucionar los problemas que se originan por la falta de equilibrado hidráulico y en algunos casos estas soluciones agudizan los problemas, y en todos los casos provocan incrementos de los costes de explotación.

El correcto equilibrado de la instalación es imprescindible en cualquier caso, sea o no la instalación de caudal variable, o esté conectada o no a una red urbana de calefacción o de climatización.

Para equilibrar hidráulicamente una instalación, existen distintas técnicas, que son las siguientes:

- equilibrado estático o manual
- equilibrado dinámico o automático
- soluciones mixtas estáticas/dinámicas

Equilibrado estático o manual.

Consiste en instalar válvulas de equilibrado estático en cada terminal, y también, a veces en las columnas y los equipos de generación (en nuestro caso los intercambiadores). Una vez instaladas, es necesario que un especialista realice el ajuste del Kvs en cada una de las válvulas para que la instalación quede equilibrada

hidráulicamente. Este método de equilibrar las instalaciones requiere un esfuerzo y una inversión de tiempo considerable, ya que además de hacer un ajuste previo en cada una de las válvulas, posteriormente se requiere un proceso iterativo de reajuste que incluso se puede repetir varias veces.

La mayoría de los proveedores de válvulas de equilibrado proponen métodos y herramientas para realizar el equilibrado de forma racional.

Los ajustes de las válvulas deben revisarse periódicamente.

Equilibrado dinámico o automático.

Teniendo en cuenta la necesidad de equilibrado de los circuitos y las definiciones anteriormente expuestas y llegando al entendimiento de que se deben buscar métodos y herramientas para conseguir un equilibrado rápido y seguro, una opción interesante es el uso de Sistemas de equilibrado dinámicos.

Este sistema mantiene de forma automática en cada punto controlado un valor determinado de presión diferencial.

Las válvulas de equilibrado dinámico son automáticas ya que varían su Kvs en función de la variación de la presión diferencial en la instalación y de esta manera garantizan la presión diferencial y el caudal de proyecto en los circuitos controlados.

Permite ahorrar esfuerzo en tiempo y dinero respecto al equilibrado manual, prácticamente no existe ningún proceso de puesta en marcha.

Aporta otros beneficios:

- permite que las válvulas de regulación trabajen con una presión diferencial constante en el circuito de cada terminal, garantizando así una muy buena estabilidad de la regulación; en efecto, la actuación de la válvula de regulación depende sólo de la demanda del terminal que controla y no del comportamiento de otros elementos de la instalación,
- reduce la presión diferencial en las válvulas de regulación, reduciendo ruido y riesgos de cavitación.

Soluciones mixtas.

Sobre todo para reducir los costes de inversión, se puede contemplar soluciones mixtas de equilibrado, consistiendo por ejemplo en instalar válvulas de equilibrado automáticas en cada ramal y válvulas de equilibrado manual en cada terminal.

Las válvulas de equilibrado, tanto manuales como automáticas, se seleccionan en base a las recomendaciones de los fabricantes.

5. BOMBAS, N° DE BOMBAS, Y N° DE CIRCUITOS

5.1 Disposición de las bombas

Primero, indicar que no es necesaria una bomba “primaria” (ver fig. 9) a la salida del intercambiador. Si esta configuración es útil en instalaciones convencionales, es inútil, incluso perjudicial, en una instalación conectada a una red urbana.

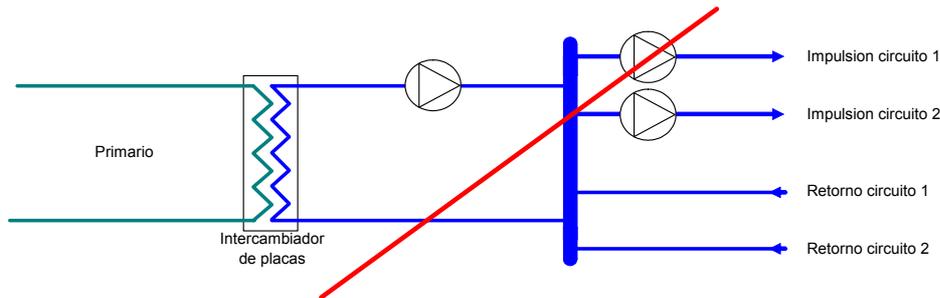


Fig 9

La solución más correcta y más sencilla es de una bomba (o un grupo de bombas en paralelo) a la salida del intercambiador. En cada circuito se instala una válvula de equilibrado (ver fig. 10)

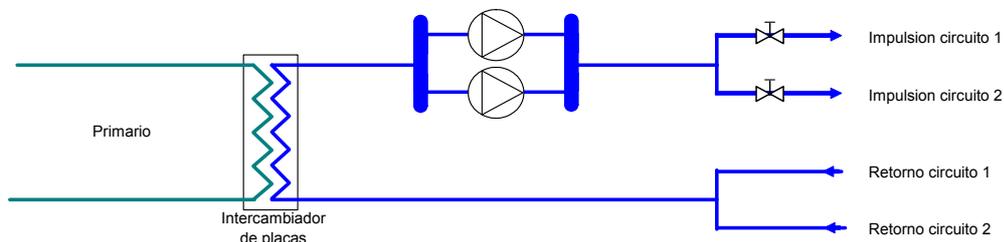


Fig 10

En caso de pérdidas de carga muy diferentes entre los distintos circuitos, puede resultar más eficiente instalar una bomba (o grupo de bombas) en cada circuito. En la impulsión de cada bomba debe instalarse una válvula de equilibrado que permita ajustar los caudales de cada bomba (ver fig. 11)

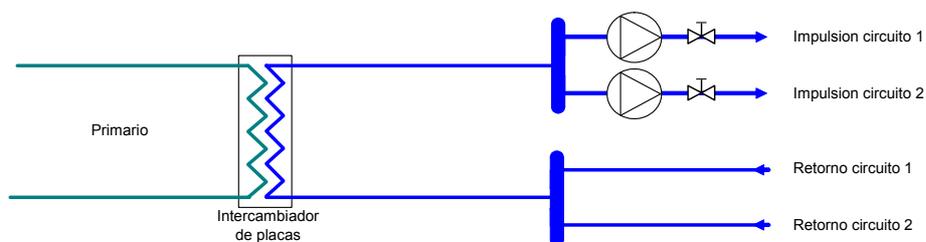


Fig 11

5.2 Selección de la bomba

Como siempre, para la selección de la bomba es necesario conocer el caudal de impulsión y las pérdidas de carga o altura manométrica que tiene que vencer. El caudal necesario será la suma de los caudales de todos los circuitos acoplados a la bomba, teniendo en cuenta los caudales y pérdidas de carga de las válvulas de equilibrado.

Las pérdidas de carga serán calculadas como en un sistema sin válvula reguladora de caudal, esto es, las debidas a las tuberías, codos, unidades terminales, etc. con los caudales reales de las válvulas de equilibrado seleccionadas y para el circuito más desfavorable. La pérdida de carga que tiene que vencer la bomba para el caudal de trabajo, será igual a la suma de la pérdida de carga del circuito más desfavorable más el valor mínimo del rango seleccionado para la válvula de ese circuito.

5.3 Número de bombas:

El número de bombas será función exclusiva del caudal máximo del sistema, en la condición más desfavorable de clima y confort y del caudal mínimo tomando el juego que ofrece el variador con el mínimo que recomiende el fabricante y el máximo de la bomba a 50 Hz (velocidad máxima). El punto está en conseguir que el mínimo caudal no sea tan grande que en la condición de menor consumo, en estaciones intermedias y en las opuestas (en invierno para red de frío y en verano para red de calor), o sea mínimo de agua fría en invierno y mínimo de agua caliente en verano, supere el caudal de derivación de la válvula presostática. De todas formas, este caudal mínimo de la citada válvula presostática debe ser lo más pequeño posible para evitar exceso de enfriamiento o calentamiento de los retornos. Ejemplo, si el mínimo de bombas no puede ser menor a 50 m³/h, la válvula de derivación o de regulación de presión diferencial de muelle será seleccionada para mantener, en la menor pérdida de carga del sistema esos 50 m³/h, contando que todas las válvulas de 2 vías de fancoils y climatizadores estén cerradas. El control de las bombas tendrá como consigna la menor presión diferencial que permita el sistema y garantice caudal mínimo en el climatizador más desfavorable.

5.4 Bombas independientes dedicadas a cada circuito de los edificios

Si se elige una solución con bombas independientes dedicadas a cada circuito de los edificios, el mismo debe satisfacer las recomendaciones señaladas anteriormente. Esto es, sistema de caudal variable independiente para cada ramal o sector. Esto implicaría el uso de variador de frecuencia (es mejor que el de control de caudal a presión variable debido a que el equilibrado es mucho más fino), del uso de sistema de equilibrado dinámico y de válvula presostática por cada bomba.

6. CALIDAD DE AGUA EN LOS CIRCUITOS INTERIORES.

Se instalará un sistema de dosificación del agua de los circuitos interiores para la protección de los equipos.

El agua cumplirá con las características siguientes:

- pH: 9 a 10
- cloro: < 30 ppm
- partículas en suspensión: < 0,5 mm
- residuo seco: < 2% en masa.

En lugar de instalar un sistema propio de dosificación en cada edificio, se podrá llenar el circuito interior de los usuarios con agua de la red de DISTRICLIMA ZARAGOZA (presión máxima: 1 bar). Esta eventualidad será objeto de una cláusula específica del Contrato.

En este caso el usuario deberá instalar un contador de caudal de agua en la línea de agua de aporte a cada circuito.

En el caso de requerir más presión para el llenado del circuito secundario, el usuario deberá instalar la bomba que garantice el llenado del circuito.

Por otra parte, se aconseja instalar un vaso de recogida de lodos antes de la entrada al secundario de la subestación.

7. SEGUIMIENTO DEL DISEÑO, REALIZACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES INTERIORES

7.1 Fase de diseño y realización de las instalaciones interiores.

Con motivo de comprobar que la instalación esté conforme con las especificaciones y así poder ponerla en servicio en buenas condiciones, se prevé que antes del inicio de la explotación, el CLIENTE y DISTRICLIMA ZARAGOZA, realicen una revisión y un control de las instalaciones interiores de forma conjunta. Una vez acabada la instalación de manera satisfactoria, se firmará el Acta de Inspección de las instalaciones interiores, que estará acompañada por el Acta de Pruebas Hidráulicas.

7.2 Puesta en servicio de la acometida.

Esta etapa marca la finalización de la instalación de las acometidas y la disponibilidad del agua caliente y del agua fría en los intercambiadores.

Se firma el Acta de Puesta en Servicio de la acometida, y se inicia la facturación.

7.3 Inicio de la explotación.

Una vez firmada el Acta de Inspección de los circuitos interiores (finalizados y operativos de forma total o parcial), el CLIENTE solicitará a DISTRICLIMA ZARAGOZA, S.L. con 10 días hábiles de antelación, el inicio de la explotación de la subestación.

DISTRICLIMA ZARAGOZA, S.L., abrirá las válvulas de corte del circuito primario y comprobará el funcionamiento de la subestación conjuntamente con el instalador.

Al terminar esta etapa se firmará el Acta de Inicio de Explotación.

La puesta en servicio de la acometida, y el inicio de la explotación pueden ser simultáneos.

8. MANTENIMIENTO.

El CLIENTE es responsable del mantenimiento de las instalaciones situadas dentro de su edificio (excluyendo la subestación cuyo mantenimiento es responsabilidad de DISTRICLIMA ZARAGOZA).

Se informará a DISTRICLIMA ZARAGOZA con suficiente antelación en la medida de lo posible, de la necesidad de un paro total o parcial de las instalaciones para una operación de mantenimiento.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Esquema de principio de la subestación.

Anexo 2: Dimensionamiento de la sala técnica.

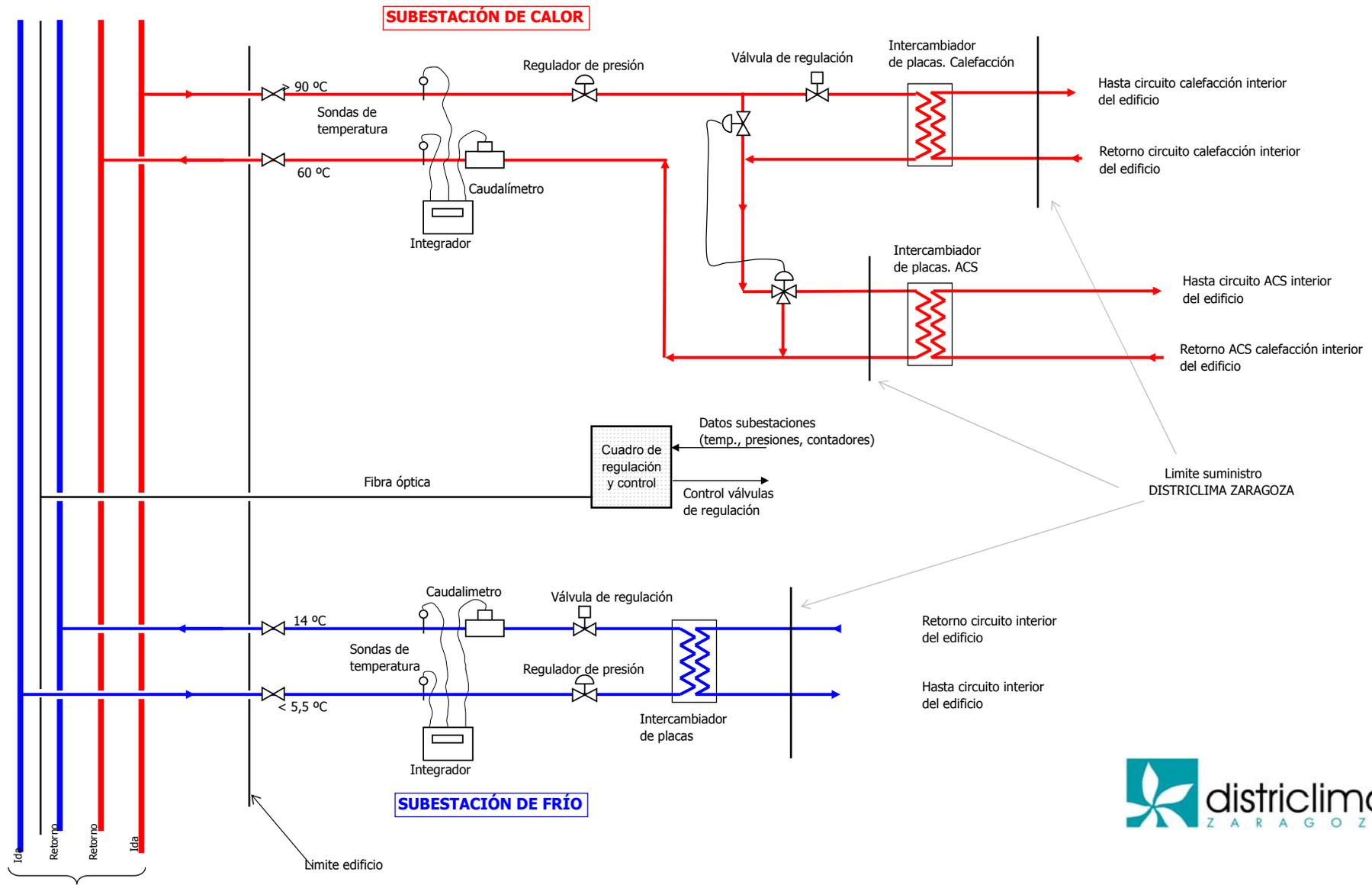
Anexo 3: Esquema de instalaciones interiores.



districlima
Z A R A G O Z A

ANEXO 1

ESQUEMA DE PRINCIPIO DE SUBESTACIONES



Red DISTRICLIMA ZARAGOZA





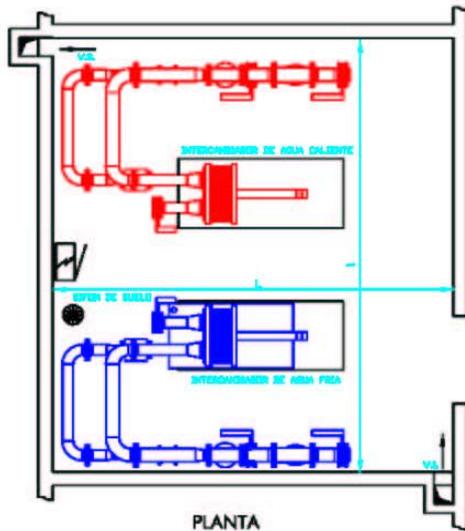
districlima
Z A R A G O Z A

ANEXO 2
ESPECIFICACIONES
SALA TÉCNICA

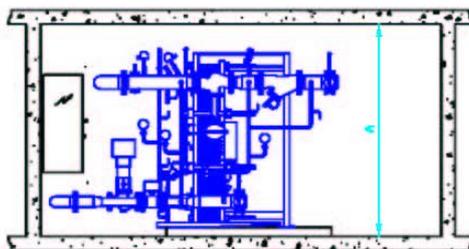
Equipamiento mínimo en Sala Técnica

A. DESIGNACIÓN	ESPECIFICACIONES
<p>A.1 ILUMINACIÓN DE LA SALA</p> <p>A.2 TOMA DE CORRIENTE (Para mantenimiento)</p> <p>ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA (Cuadro de control)</p> <p>GRIFO</p> <p>EVACUACIÓN DE AGUA</p> <p>BANCADAS DE HORMIGÓN</p> <p>VENTILACIÓN</p>	<p>Mínimo de iluminancia: 150 Lux</p> <p>III 380 V con tierra / 32 A</p> <p>220 V AC (+/- 5%) 50 Hz (+/- 3%) Protección magnetotérmica recomendada 16 A curva C (el cuadro incorpora en la entrada de alimentación una protección magnetotérmica de 10 A curva C).</p> <p>DN 25.</p> <p>Prever un sumidero sifón en la sala técnica y una bandeja de recogida de agua de condensación en los intercambiadores de frío.</p> <p>Prever bancadas de hormigón para los intercambiadores y bombas (si las hay).</p> <ul style="list-style-type: none"> Mecánica y permanente. 3 renovaciones/hora mínimo
<p>SEGURIDAD Y SALUD</p>	<ul style="list-style-type: none"> Plano con ruta de evacuación en caso de incendio situado en lugar visible. La sala no podrá tener elementos de riesgo para la seguridad y salud (objetos metálicos punzantes, agujeros sin protección en techo o suelo, ...)
<p>DIMENSIONES Y LAYOUT</p>	<ul style="list-style-type: none"> Dimensiones mínimas según anexo 2. Se deberán prever dimensiones mayores si el Cliente instala equipos adicionales en el mismo recinto (bombas de los circuitos secundarios, equipos auxiliares,..).

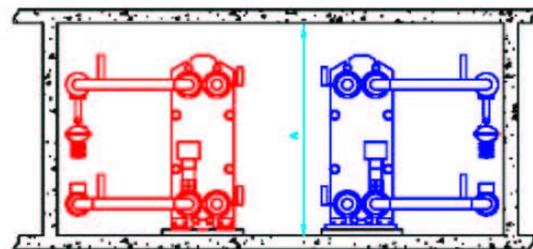
SALA DE SUBESTACIÓN DE CALOR Y FRÍO DE 1 INTERCAMBIADOR



VS: Ventilación superior
VI: Ventilación inferior



ALZADO LATERAL



ALZADO FRONTAL

POTENCIA DE AGUA FRÍA (kW)	100 a 300	300 a 500	500 a 1 500	1 500 a 2 000
L (m)	4,60	4,90	5,50	6,50
l (m)	4,40	4,60	4,60	4,60
A (m)	2,50	2,50	2,50	3,50
Carga d suelo (kg/m ²)	2.000	2.300	1.500	1.700

Nota:

- La Sala Técnica dispone además de una toma de agua, toma eléctrica e iluminación, según lo escrito en el punto 2.4 de la Guía Técnica.
- Las dimensiones recomendadas no incluyen el espacio de los equipos del secundario.

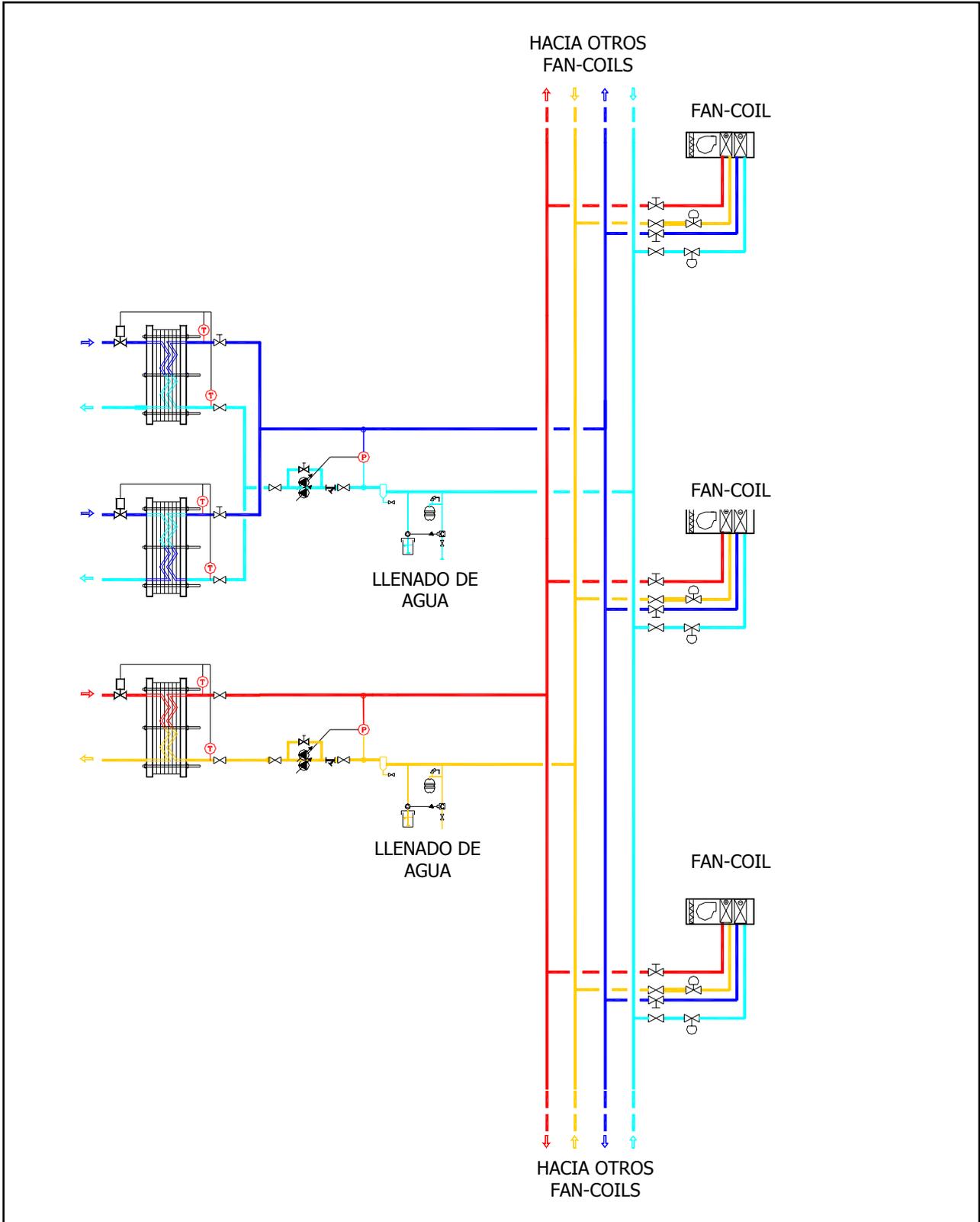


districlima
Z A R A G O Z A

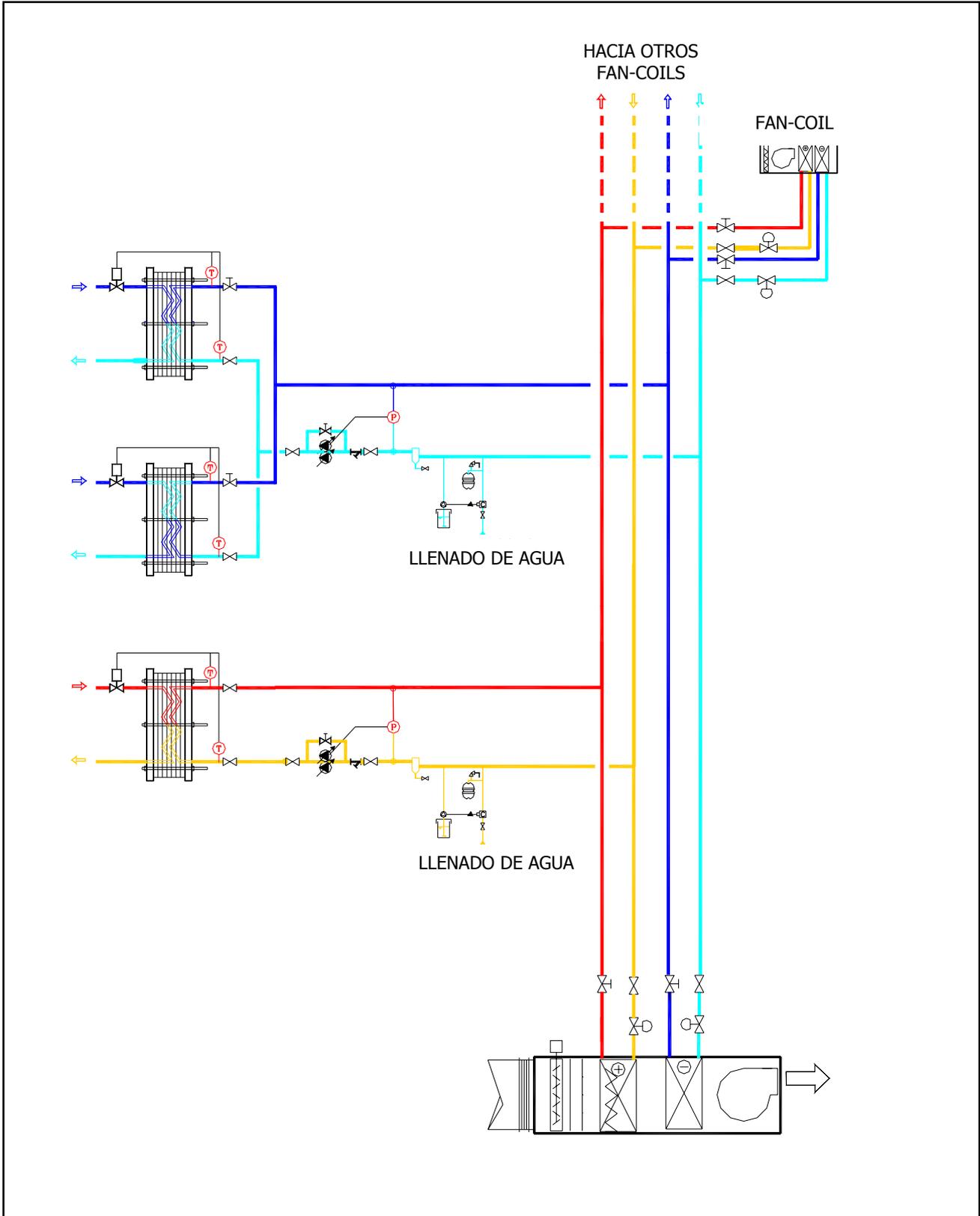
ANEXO 3

**ESQUEMA DE DISEÑO DE
INSTALACIONES INTERIORES**

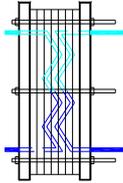
INSTALACIÓN CON FAN-COILS



INSTALACIÓN CON FAN-COILS Y CENTRAL DE TRATAMIENTO DE AIRE



SIMBOLOGÍA

	Intercambiador		Contador energía
	Bomba de caudal variable		Válvula reguladora autopilotada
	Válvula de aislamiento		Válvula de seguridad
	Válvula de regulación		Tratamiento de agua
	Válvula motorizada de dos vías		Vaso de expansión
	Filtro		Termómetro
	Vaso de recogida de lodos		Manómetro
	Contador de agua		Retorno agua fría
	Sonda de temperatura		Ida agua fría
	Sonda de presión diferencial		Retorno agua caliente
			Ida agua caliente