

### T11.- Distribución de Agua

Las transparencias son el material de apoyo del profesor para impartir la clase. No son apuntes de la asignatura. Al alumno le pueden servir como guía para recopilar información (libros, ...) y elaborar sus propios apuntes

**Departamento:** Ingeniería Eléctrica y Energética  
**Area:** Máquinas y Motores Térmicos

CARLOS J RENEDO [renedoc@unican.es](mailto:renedoc@unican.es)  
Despachos: ETSN 236 / ETSIIT S-3 28  
<http://personales.unican.es/renedoc/index.htm>  
Tlfn: ETSN 942 20 13 44 / ETSIIT 942 20 13 82

1

- 1.- Introducción
- 2.- Bombas Centrífugas
- 3.- Cavitación
- 4.- Leyes de Semejanza
- 5.- Punto de Funcionamiento
- 6.- Acoplamiento de Bombas
- 7.- Montaje e Instalación
- 8.- Selección de bombas
- 9.- Tuberías
- 10.- Otros Elementos
- 11.- Colectores
- 12.- Equilibrado Hidráulico
- 13.- Programas Informáticos

### 1.- Introducción (I)

El agua, en estado puro o con aditivos se emplea como fluido caloportador

Densidad,  $\rho$ , Peso específico,  $\gamma$ , Presión (absoluta, relativa, atmosférica), Altura (geométrica, manométrica, aspiración, impulsión), Pérdidas de carga, ... 2

**1.- Introducción (II)**

Necesaria para distribuir la energía térmica desde la producción hasta los climatizadores

Para un "calor" dado: Volumen de conductos >> Volumen de tuberías

Los ventiladores dan presiones limitadas ⇒ Longitudes de conductos pequeñas

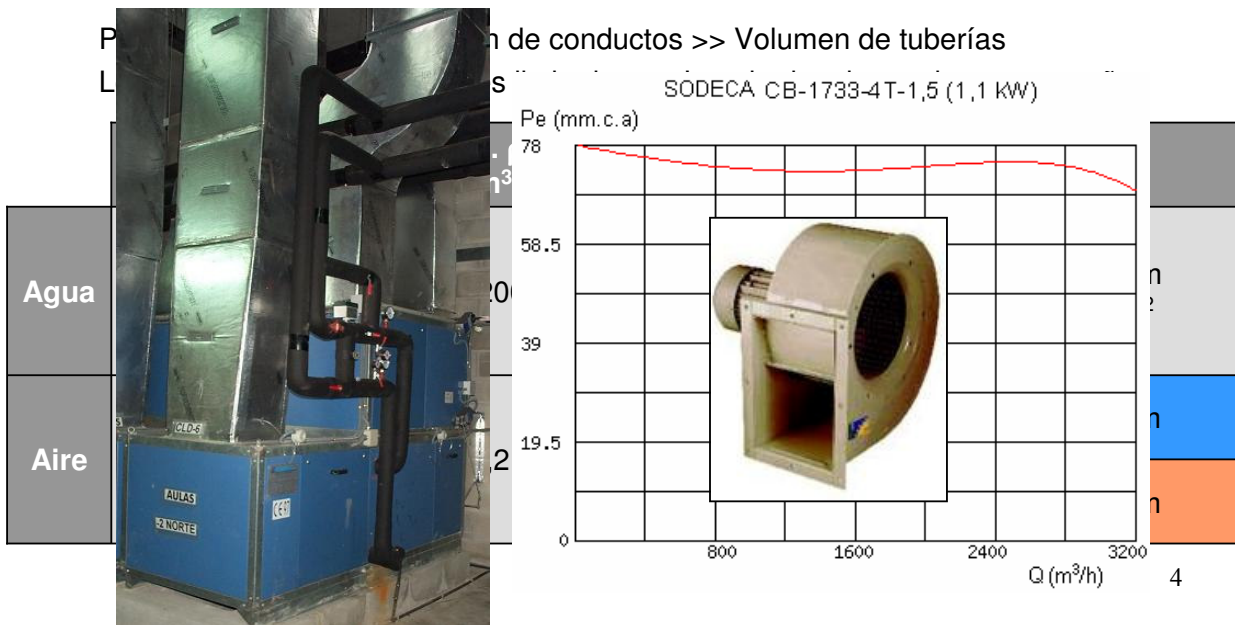
	$c_p$ (kJ/kg°C)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$c_p \cdot \rho$ (kJ/ m <sup>3</sup> °C)	$\Delta T$ (°C)	$\Delta Vol$	Vel (m/s)	Dim.
Agua	4,2	1.000	4.200	5 (7-12)	100	0,5	r = 2,5 cm 19,6 cm <sup>2</sup>
				20 (80-60)	100		
Aire	1	1,2	1,2	7 (17-24)	2.500	5	L = 50 cm
				16 (40-24)	4.375		L = 92 cm

3

**1.- Introducción (II)**

Necesaria para distribuir la energía térmica desde la producción hasta los climatizadores

Para un "calor" dado: Volumen de conductos >> Volumen de tuberías

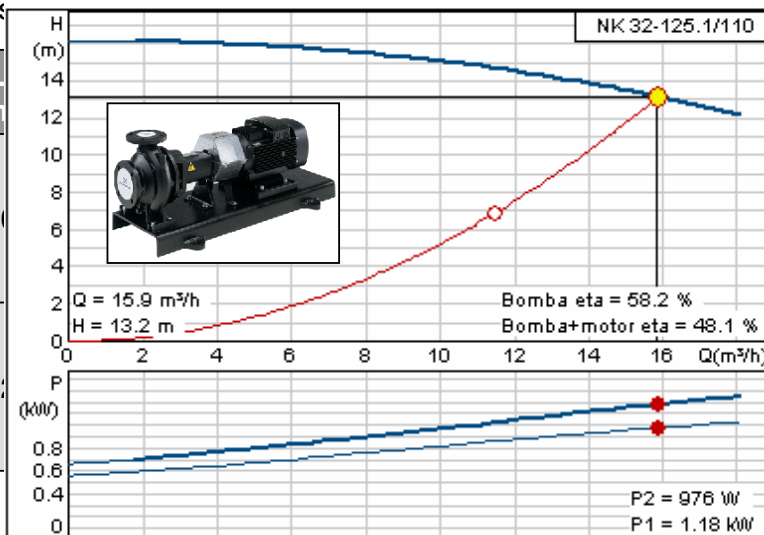


1.- Introducción (II)

Necesaria para distribuir la energía térmica desde la producción hasta los climatizadores



GRUNDFOS WEBCAPS



2.- Bombas Centrífugas (I)

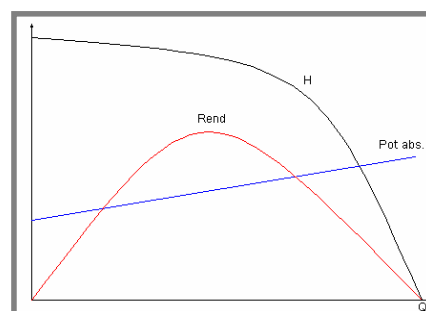
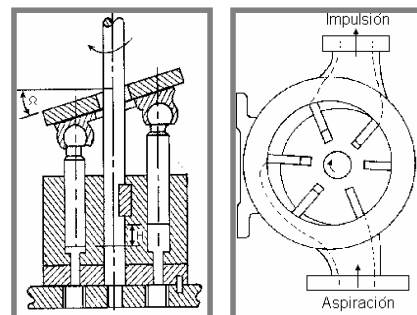
Provocan el movimiento del agua por la instalación, venciendo las resistencias que impone el circuito hidráulico al paso del agua, mediante la aplicación de una energía

Existen principalmente **dos tipos de bombas**:

- De **desplazamiento positivo**: de embolo, rotativas y de tornillo
- **Centrífugas**; son las empleadas en climatización,; producen un flujo continuo; el par de arranque es pequeño, lo que hace fácil su accionamiento

Características:

- caudal (m³/h o l/h)
- presión suministrada o altura h
- altura de aspiración
- potencia consumida
- presión máxima que puede soportar



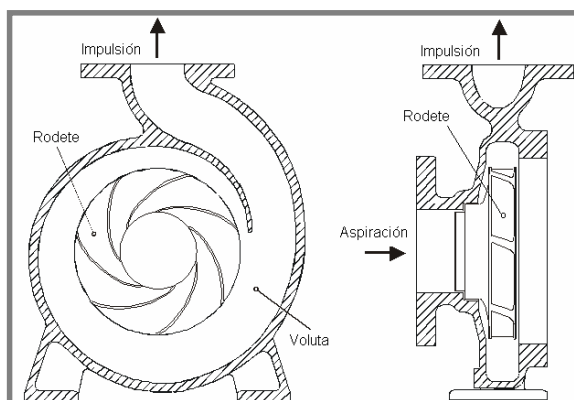
2.- Bombas Centrífugas (II)

**Ventajas:**

de sencilla construcción, no requieren tolerancias estrictas, no necesitan válvulas, no tienen movimientos alternativos, compacta y poco peso, de vida prolongada y fácil mantenimiento

**Inconvenientes**

tienen bajos rendimientos con caudales pequeños; y no se autocebaban



Las **partes** de la bomba son:

- El **rodete**
- **Aspiración**
- **Carcasa o voluta.**, puede incluir un *difusor* (sistema de álabes fijos)
- **Empaquetaduras y cierres mecánicos**

7

2.- Bombas Centrífugas (III)

**Clasificación:**

- De **rotor húmedo** (sin mantenimiento, poco ruido; sólo para circuitos cerrado)
- De **rotor seco** (mejor rendimiento)
- De **eje vertical**
- De **eje horizontal**



- Bombas **multifase, multietapa o multicelulares:** tienen varios rodets en serie en una única carcasa

8

### 3.- Cavitación

Es la vaporización del agua dentro por efecto de la depresión creada en la entrada de la bomba ( $p < p_{\text{sat}}$ ;  $f(T)$ )

Es fuente de ruidos, y provoca el desgaste de las piezas por la vibraciones y golpeo

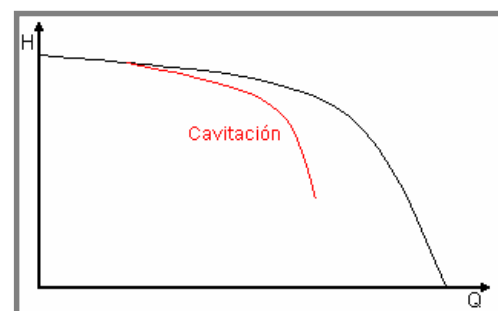
Las bombas tienen una altura de aspiración limitada; se llama **NPSH** (altura neta de succión positiva)

**NPSH requerida** (característica de la bomba)

**NPSH disponible** (característica del circuito)

$$NPSH_d = \frac{p_{\text{atm}} - p_{\text{sat}}}{\gamma} - \Delta cota - H_{\text{per Tub}}$$

$$NPSH_d \geq NPSH_r + 0,5m$$



### 4.- Leyes de Semejanza

Al variar la velocidad de giro ( $n$ ) aumentan o disminuyen el caudal ( $Q$ ) proporcionalmente, y la presión ( $P$ ) proporcionalmente a  $n^2$

La potencia absorbida ( $Pot_{\text{abs}}$ ) es proporcional a  $n^3$

Al variar el diámetro del rodete ( $Dr$ ), varían  $Q$  y  $P$  proporcionalmente

Variando la anchura del rodete, varía el  $Q$  proporcionalmente

Variando la inclinación o el número de álabes cambia la forma de la curva característica  $H-Q$  de la bomba

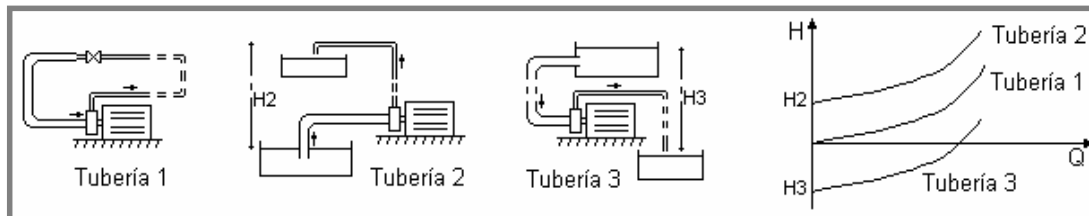
$$\frac{rpm_1}{rpm_2} \text{ ó } \frac{Dr_1}{Dr_2} = \frac{Q_1}{Q_2} = \left( \frac{P_1}{P_2} \right)^{1/2} = \left( \frac{Pot_{\text{abs}1}}{Pot_{\text{abs}2}} \right)^{1/3}$$

El comportamiento de la bomba se ve afectado por la viscosidad ( $\mu$ ) del fluido, lo que la hace sensible a  $T$  ( $\mu \downarrow$  al  $\uparrow T$ )

Si  $T \downarrow$ :  $\mu \uparrow$ ,  $\uparrow Pot$  y  $\downarrow \eta$  y para un  $Q$  determinado  $H \downarrow$

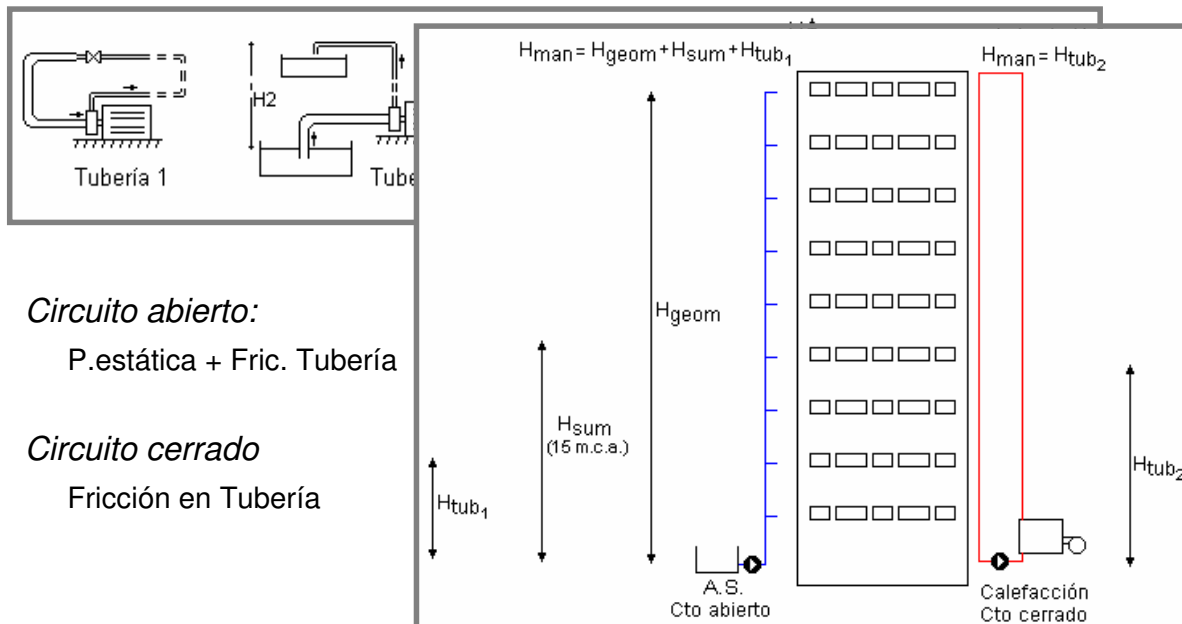
**5.- Punto de Funcionamiento (I)**

El funcionamiento está marcado por la intersección entre la curva de la bomba y la de la tubería (parabólica)



**5.- Punto de Funcionamiento (I)**

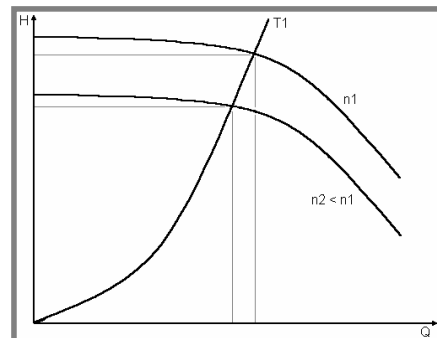
El funcionamiento está marcado por la intersección entre la curva de la bomba y la de la tubería (parabólica)



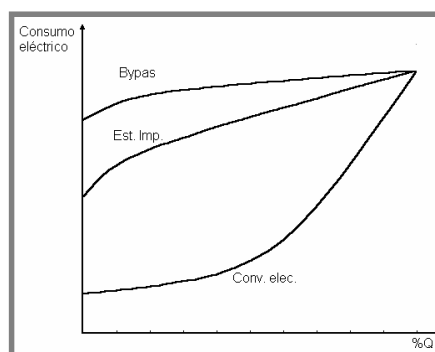
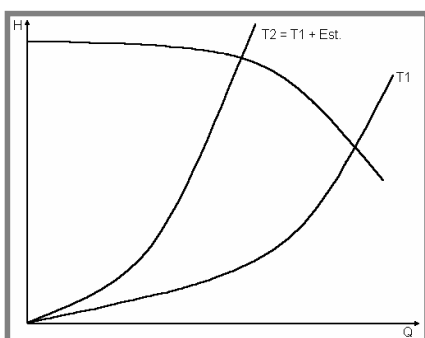
5.- Punto de Funcionamiento (II)

Para **variar el punto de funcionamiento (I)**:

- Variando la velocidad de giro
- Instalando varias bombas en paralelo
- Provocando una pérdida de carga con una válvula en impulsión
- Con un bypass entre la impulsión y la aspiración



$$\text{Pot} = \gamma H Q \Rightarrow \propto \text{Area}$$



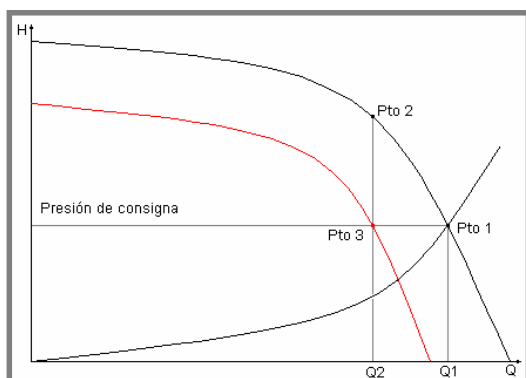
13

5.- Punto de Funcionamiento (III)

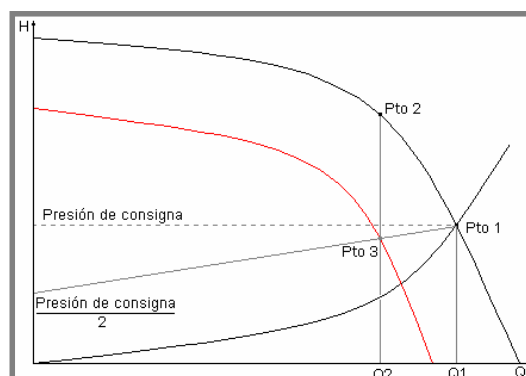
Para **variar el punto de funcionamiento (II)**:

- En las bombas **con convertidor electrónico**:
  - Bypass Pto1 al Pto 2
  - Convertidor Pto 1 al Pto 3

$$\text{Pot} = \gamma H Q \Rightarrow \propto \text{Area}$$



Regulación con presión variable



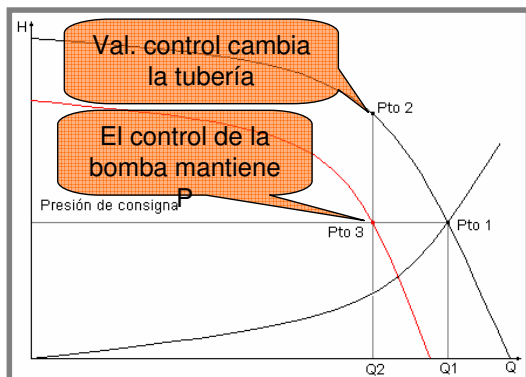
5.- Punto de Funcionamiento (III)

Para **variar el punto de funcionamiento (II)**:

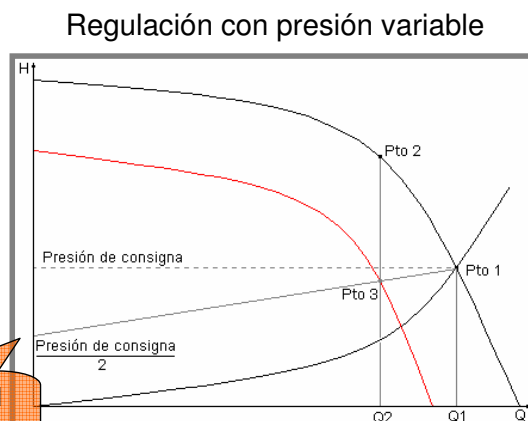
- En las bombas **con convertidor electrónico**:

- Bypass Pto1 al Pto 2
- Convertidor Pto 1 al Pto 3

$$\text{Pot} = \gamma H Q \Rightarrow \propto \text{Area}$$



Las Val. control necesitan Pmin



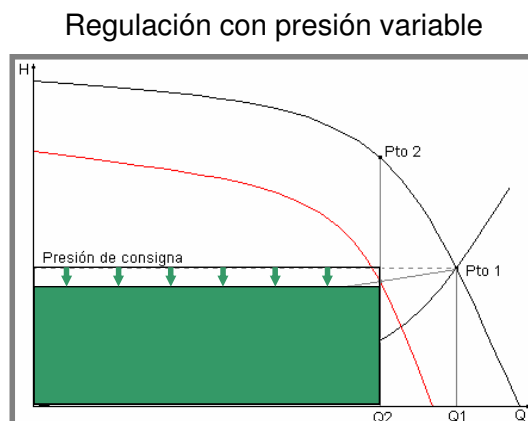
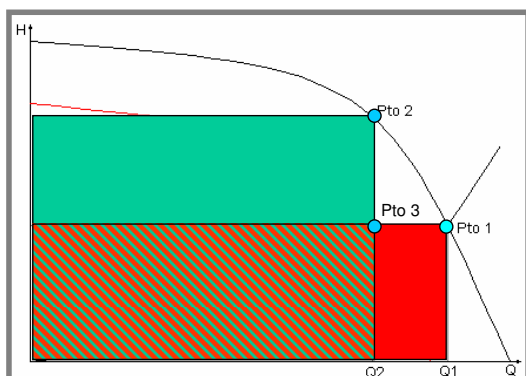
5.- Punto de Funcionamiento (III)

Para **variar el punto de funcionamiento (II)**:

- En las bombas **con convertidor electrónico**:

- Bypass Pto1 al Pto 2
- Convertidor Pto 1 al Pto 3

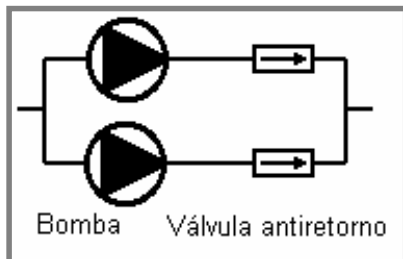
$$\text{Pot} = \gamma H Q \Rightarrow \propto \text{Area}$$



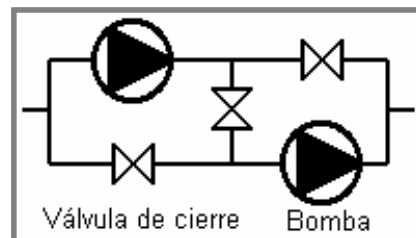


6.- Acoplamiento de Bombas (I)

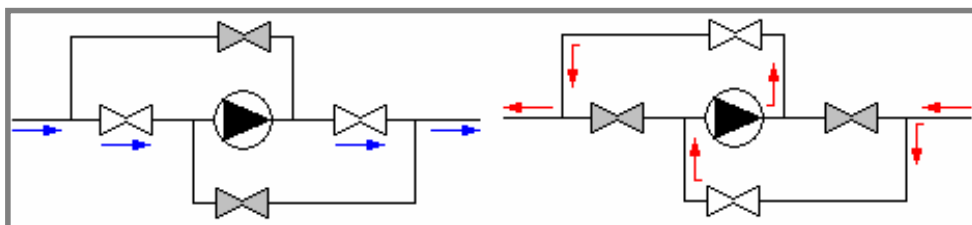
**En paralelo** ("suma" de caudales)



**En serie** ("suma" de presiones)



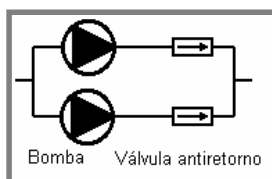
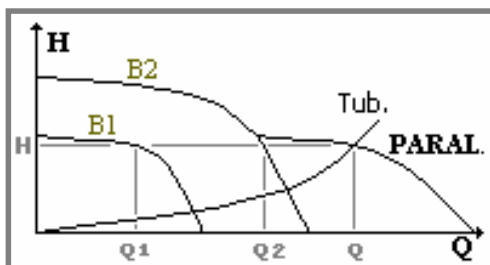
**Una bomba para dos sentidos de circulación**



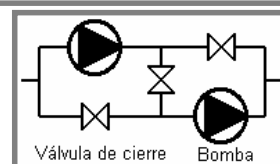
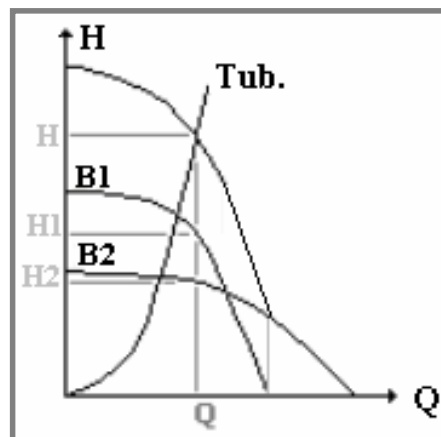
6.- Acoplamiento de Bombas (II)

**En paralelo** ("suma" de caudales)

Hay que colocar una válvula antiretorno en cada una de las bombas



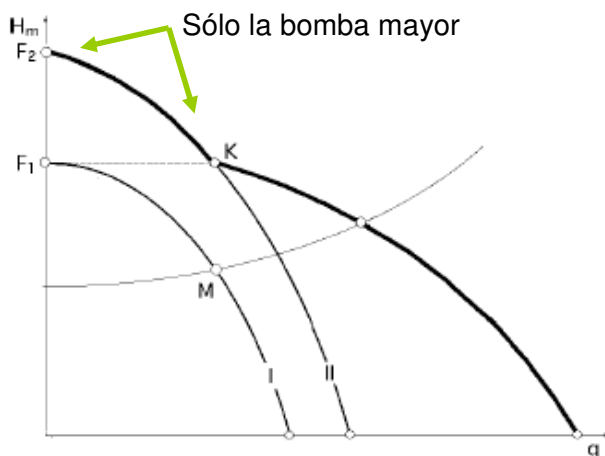
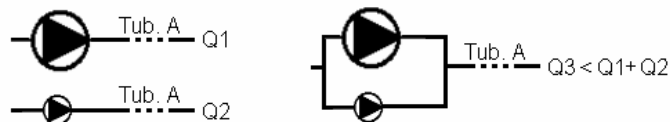
**En serie** ("suma" de presiones)



Con bombas distintas pueden suceder situaciones no deseables

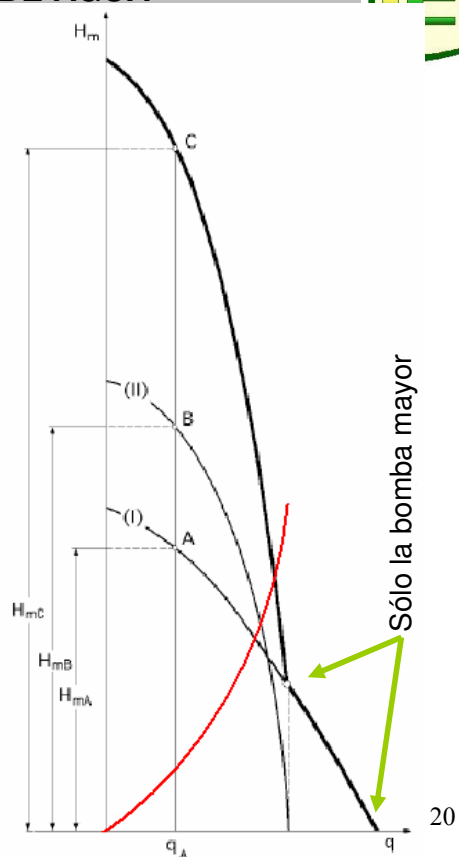
2.- B.C.: Acoplamientos (III)

**En paralelo**



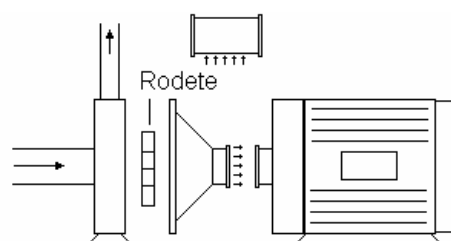
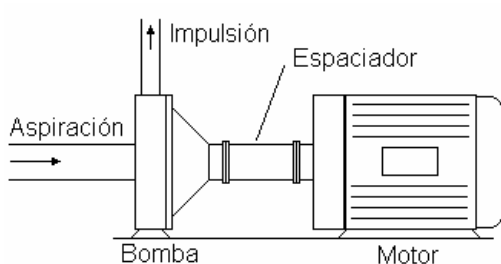
2.- B.C.: Acoplamientos (IV)

**En serie**



7.- Montaje e Instalación

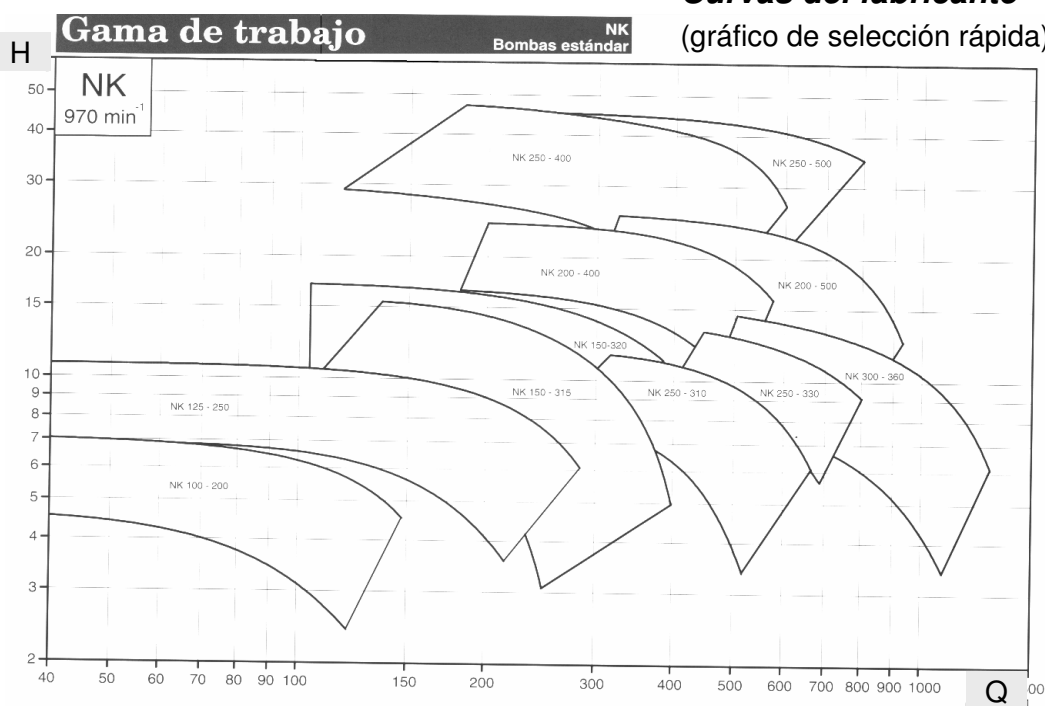
- Lugar accesible
- Alineación
- Uniones flexibles
- Válvulas de retención
- Válvulas de cierre
- Elementos de medida
- Fácil aspiración
- Cebado, válvulas de pie de pozo



21

8.- Selección (I)

**Curvas del fabricante**  
(gráfico de selección rápida)



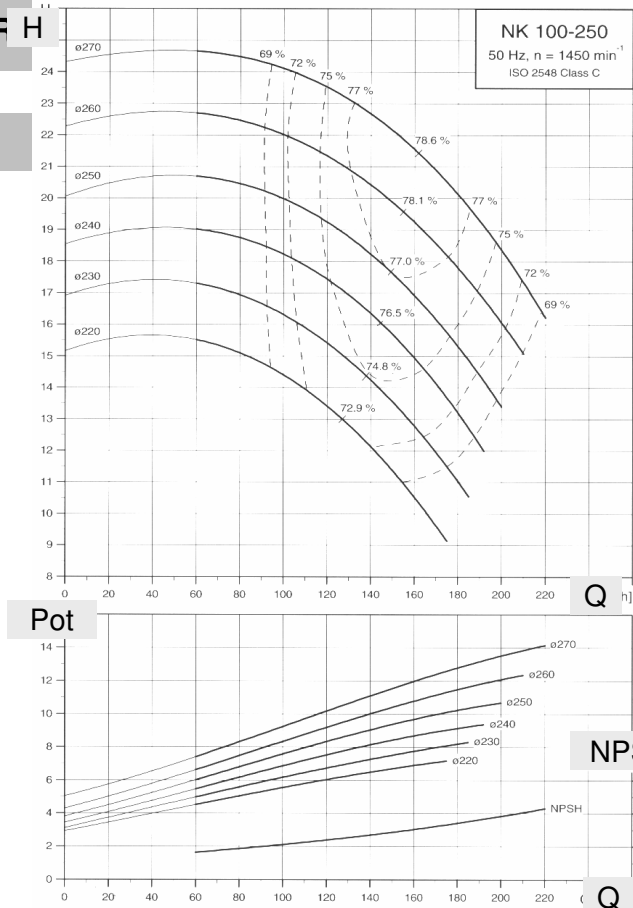
22

T11.- DISTF H

8.- Selección (II)

Curvas del fabricante

(Familia de curvas)



T11.- DISTRIBUCION DE AGUA



9.- Tuberías (I)

Usualmente, la instalación de tuberías es **bitubular** (ida y retorno)

El **caudal** a circular por cada elemento depende de la potencia calorífica, del calor específico del fluido caloportador y de sus T<sup>as</sup> de entrada y salida

$$Q \text{ (kg/h)} = \frac{P \text{ (kW)}}{C_e \text{ (kWh / } ^\circ\text{C kg)} (T_i - T_s) \text{ (} ^\circ\text{C)}}$$

La **velocidad** del agua recomendable es inferior a 2 m/seg, en interior de viviendas menor a 1 m/s

Las **tuberías** deben estar aisladas, las pérdidas térmicas máximas no deben ser superiores al 5% de la potencia útil instalada

Hay que considerar la **dilatación** que sufren las tuberías por efecto de la diferencia de temperatura del agua (*cuidado con tuberías plásticas*)

$$\Delta L = L \times \alpha \times \Delta T$$

9.- Tuberías (II)

Perdidas de carga (I):

- **Pérdidas de carga estáticas**; definida por la altura geométrica del circuito; en circuitos cerrados no ha de tenerse en cuenta
- Las **pérdidas de carga dinámicas**, en los elementos de la instalación
  - Accidentales; en accesorios (codos, válvulas, ...) ⇒ long equivalente

Diámetro mm	Codo 90º	Curva 90º	T rama alineada	T rama derivación
25	0,43	0,41	0,26	1
50	0,38	0,3	0,2	0,84
100	0,31	0,22	0,15	0,7

- Continuas; en tubería

$$\Delta H = \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

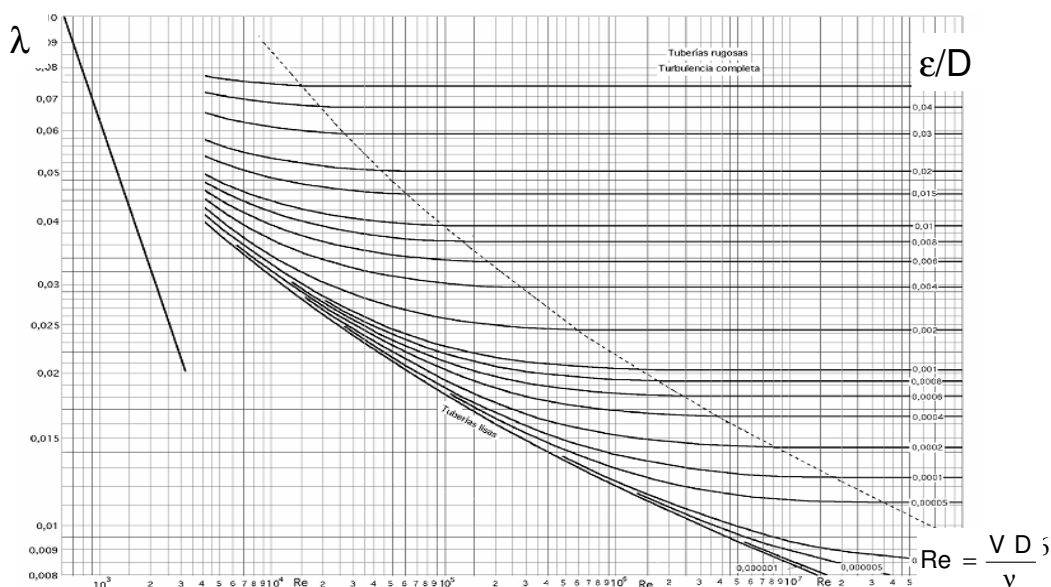
$\lambda$  es el factor de fricción  
 $L$  es la longitud del tubo en m  
 $V$  es la velocidad del agua en m/seg  
 $D$  es el diámetro interior del tubo en m  
 $g$  es la fuerza de la gravedad en m/s<sup>2</sup>

(+ L<sub>eq</sub>)

9.- Tuberías (III)

Perdidas de carga (II):

- Las **pérdidas de carga dinámicas accidentales**, en los elementos de la instalación
  - Continuas; en tubería



$$Re = \frac{V D}{\nu}$$

9.- Tuberías (IV)

**Perdidas de carga (III):**

- Las **pérdidas de carga dinámicas**
  - Continuas; en tubería

El método usual para las tuberías es el gráfico:

- Fluido
- Tª fluido
- Material tubo

Típico entre 20 y 40 mm.c.a./m.l.t.



9.- Tuberías (V)

**Características**

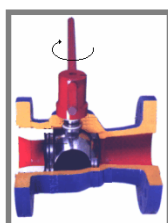
	Cobre	Acero	Polibutileno (PB)	Polipropileno (PP-C)	Poliétileno reticulado (PER)
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )			0,93	0,91	0,94
Resistencia a rotura (N/mm <sup>2</sup> )			33	45	23
Alargamiento hasta rotura (%)			280	1.100	250
Módulo elasticidad (N/mm <sup>2</sup> )			350	1.000	750
Conductividad térmica (W/m°C)			0,22	0,22	0,38
Coeff. dilatación lineal (mm/m°C)			0,13	0,18	0,19

10.- Otros Elementos (I)

Debe diseñarse un sistema de **llenado y vaciado**

Deben instalarse **válvulas de cierre** antes y después de cada elemento (sustitución, mantenimiento, ...)

Tipo de Válvula	Estanquidad	Pér. carga	Duración
Asiento	Muy buena	Regular	Muy buena
Comp. libre dilatación	Buena	Muy buena	Buena
Comp. ajuste mecánico	Buena	Muy buena	Buena
Comp. asientos oblicuos	Buena	Muy buena	Muy buena
Macho	Buena	Buena	Buena

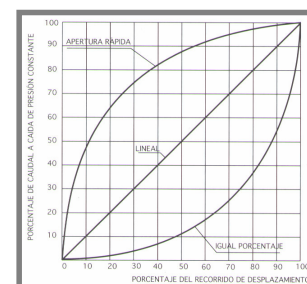
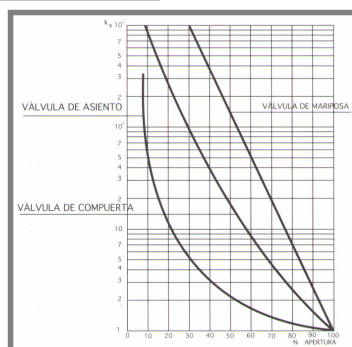


29

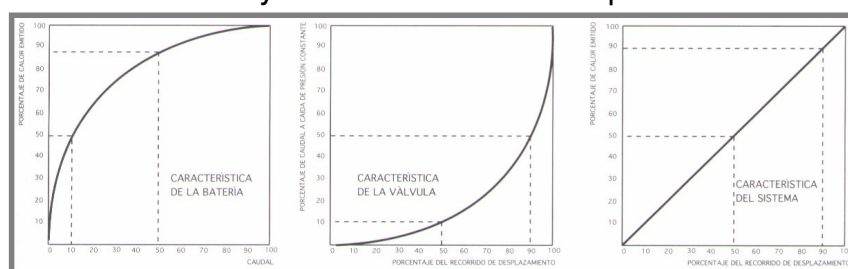
10.- Otros Elementos (II)

La **capacidad de regulación de las válvulas** es la variación de la pérdida de carga y del caudal en función de su apertura.

$$k_x = \frac{K_{x\%}}{K_{100\%}}$$



Combinar la característica de las válvulas y las de los elementos que controlan



RITE:

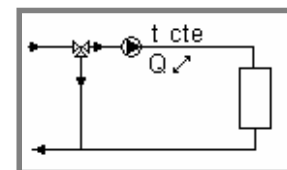
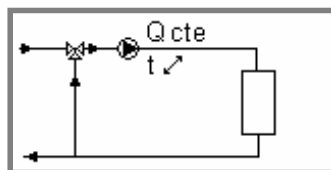
$\Delta P$  Válvula de control ( $Q_{max}$  y abierta) sea de 0,6 a 1,3 la del elemento controlado

30

10.- Otros Elementos (III)

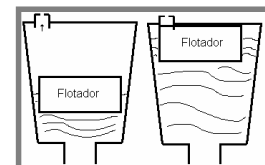
Válvulas de 3 vías:

- Mezcladoras (Q cte, T var)
- Desviadoras (Q var, T cte)



Mejor V. 2 vías (Q var, T cte)

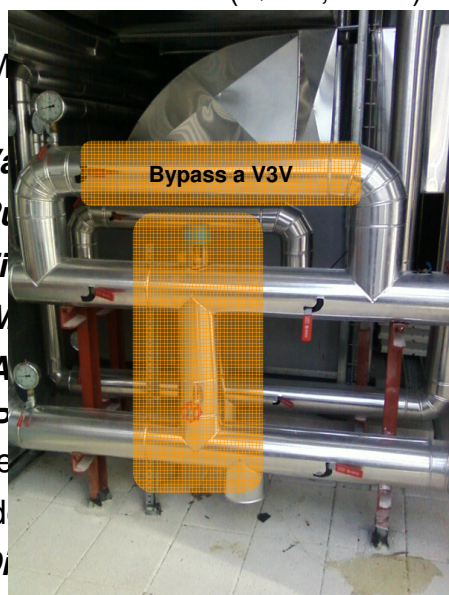
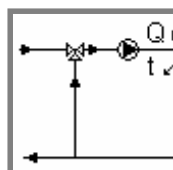
- **Válvula de seguridad** (sobrepresiones)
- **Purgadores y pendientes** del 0,2% (aire)
- **Filtros**
- **Medida de presión** y de **temperatura**
- **Aislamiento térmico** (pérdidas, condensaciones y quemaduras)
- **Protección contra la no circulación de agua** para evitar congelaciones de agua en las enfriadoras o temperaturas excesivas en las calderas (detector de flujo: presotato diferencial entrada-salida)
- **Dispositivos antivibratorios** antes y después de la bomba



10.- Otros Elementos (III)

Válvulas de 3 vías:

- Mezcladoras (Q cte, T var)
- Desviadoras (Q var, T cte)



- **Válvula de seguridad** (sobrepresiones)
- **Purgadores y pendientes** del 0,2% (aire)
- **Filtros**
- **Medida de presión** y de **temperatura**
- **Aislamiento térmico** (pérdidas, condensaciones y quemaduras)
- **Protección contra la no circulación de agua** para evitar congelaciones de agua en las enfriadoras o temperaturas excesivas en las calderas (detector de flujo: presotato diferencial entrada-salida)
- **Dispositivos antivibratorios** antes y después de la bomba





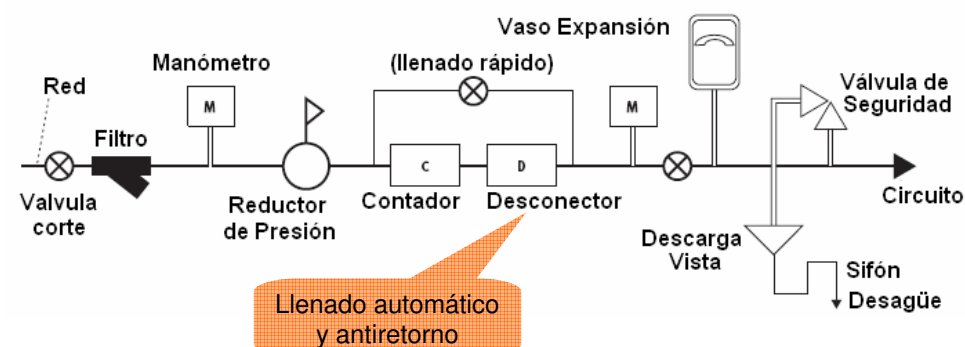
10.- Otros Elementos (IV)

**Sistema de Alimentación, Expansión y Seguridad (SAES)**

- **Depósito de expansión**, sirve de presión de referencia en el cto (pto más elevado de 2 a 3 m.c.a.) y para absorber las dilataciones del agua

Si hay un aparte solar, debe estar dimensionado para la max T de trabajo posible (150 – 220°C), debe contener vapor, volumen del 110% del agua de la instalación

- Sistema de **llenado y vaciado**



33

10.- Otros Elementos (V)

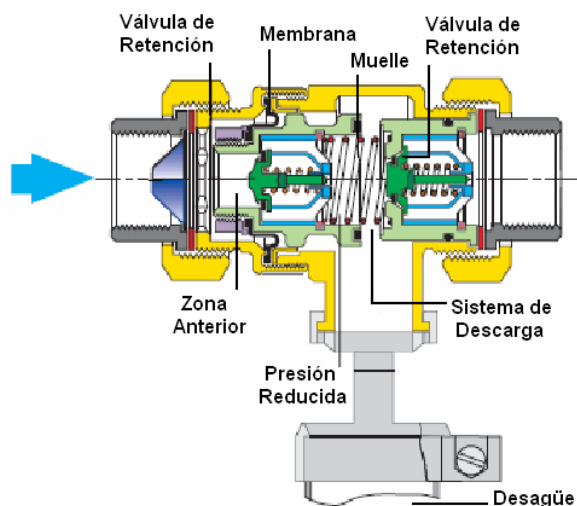
**Desconector (I):**

Se utiliza en aquellas instalaciones donde existe riesgo de contaminación de la red de agua potable

Evitar que una disminución accidental de la presión en la red urbana provoque que esta aspire agua contaminada

Si el sentido de flujo es correcto, las dos válvulas de retención están abiertas

La diferencia de presión entre la red urbana y la de presión reducida hace que la membrana presione el muelle manteniendo cerrada la válvula de descarga al desagüe



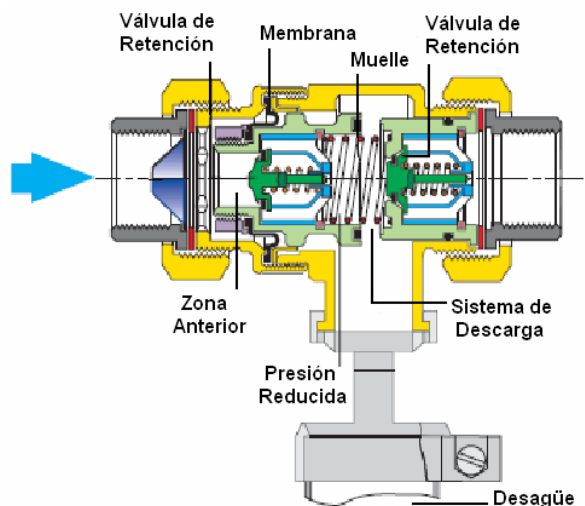
34

10.- Otros Elementos (VI)

**Desconector (II):**

Cuando termina el llenado de la instalación, las dos válvulas de retención se cierran, y la descarga al desagüe permanece cerrada

Si disminuye la presión en la red urbana las válvulas de retención se cierran, y el muelle abre la válvula de descarga, evacuando al desagüe el líquido contenido en el desconector, creando una zona de aire (de seguridad) que impide que el agua contaminada del tramo posterior vuelva a la red interior si la última válvula de retención se avería.



35

10.- Otros Elementos (VII)

El RITE marca el nivel de **aislamiento** mínimo de las tuberías

Para  $\lambda = 0,040 \text{ W/m}^\circ\text{C}$  a  $10^\circ\text{C}$ :

Diámetro exterior (mm)	Tubería en interior			Tubería en exterior		
	Tª max fluido <b>caliente</b> (°C)					
	40 a 60	60 a 100	100 a 180	40 a 60	60 a 100	100 a 180
D ≤ 35	25	25	30	35	35	40
35 < D ≤ 60	30	30	40	40	40	50
60 < D ≤ 90	30	30	40	40	40	50
90 < D ≤ 140	30	40	50	40	50	60
140 < D	35	40	50	45	50	60

Pérdidas < 4% de la Potencia máxima que transporta

Si funcionamiento todo el año (ACS), se aumentan 5 mm

36

10.- Otros Elementos (VIII)

El RITE marca el nivel de **aislamiento** mínimo de las tuberías

Para  $\lambda = 0,040 \text{ W/m}^\circ\text{C}$  a  $10^\circ\text{C}$ :

Diámetro exterior (mm)	Tubería en interior			Tubería en exterior		
	Tª max fluido frío (°C)					
	-10 a 0	0 a 10	10 <	-10 a 0	0 a 10	10 <
$D \leq 35$	30	20	20	50	40	40
$35 < D \leq 60$	40	30	20	60	50	50
$60 < D \leq 90$	40	30	30	60	50	50
$90 < D \leq 140$	50	40	30	70	60	60
$140 < D$	50	40	30	70	60	60

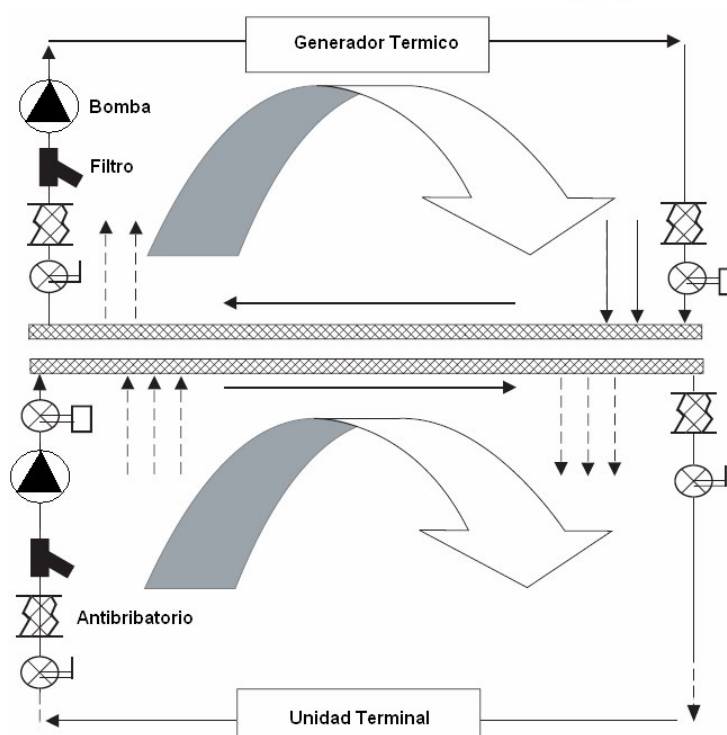
Pérdidas < 4% de la Potencia máxima que transporta, y evitar condensaciones

Si funcionamiento todo el año, se aumentan 5 mm

37

11.- Colectores (I)

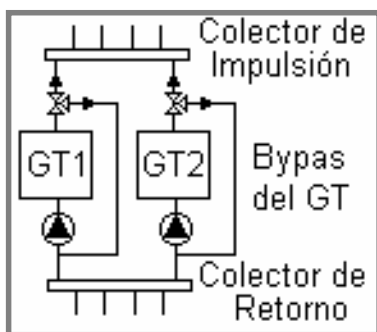
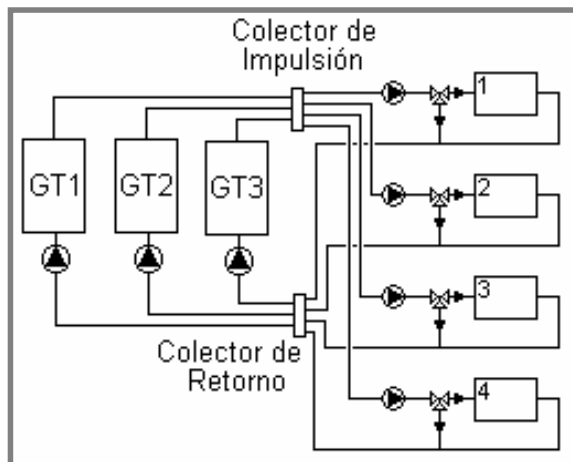
Permitir que cada circuito primario o secundario sea independiente de los demás



38

**11.- Colectores (II)**

- Impulsión
- Retorno

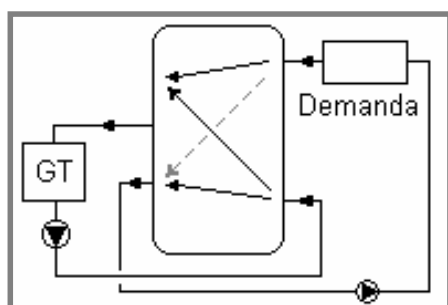
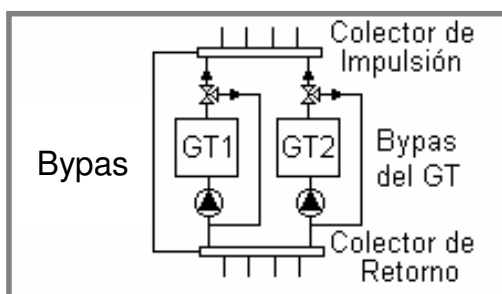


Posible problema si control del grupo se realiza con válvula de 3 vías

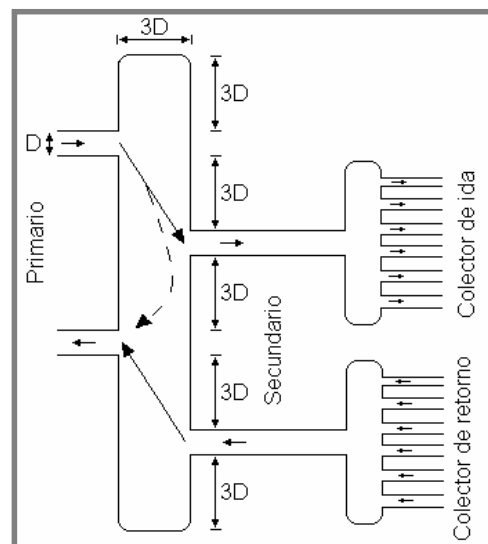
(se puede generar circulación inversa por mayor presión en una bomba)

**11.- Colectores (III)**

**Soluciones:**

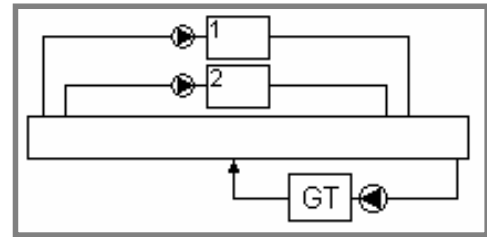
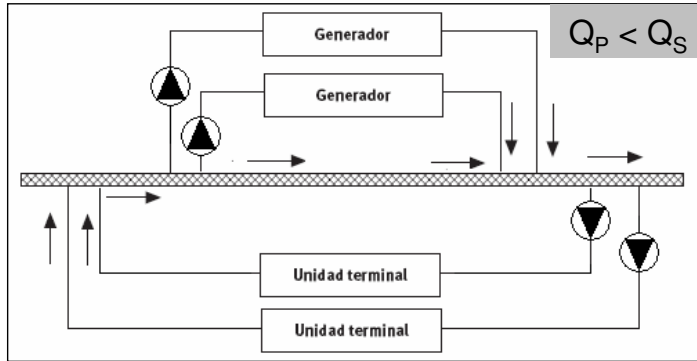


Desacoplador



11.- Colectores (IV)

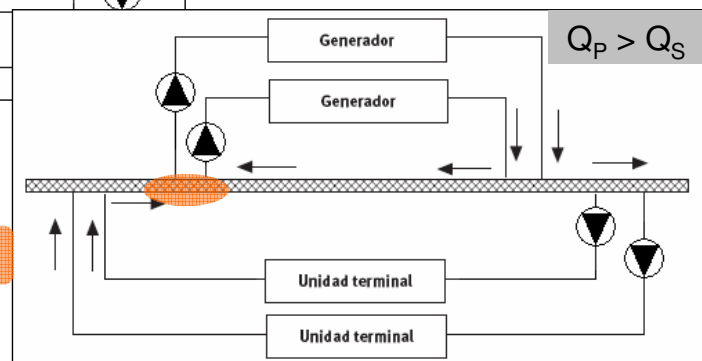
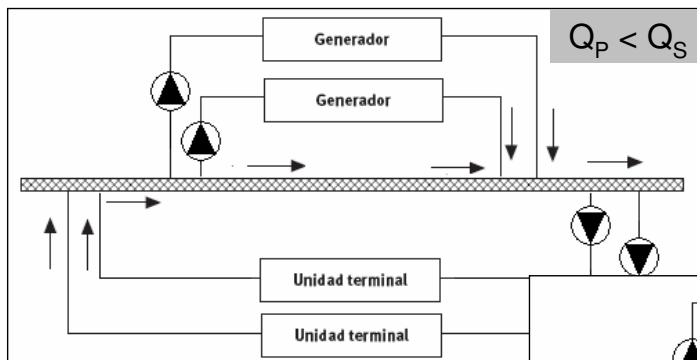
**Soluciones RITE:**



Colector único

11.- Colectores (IV)

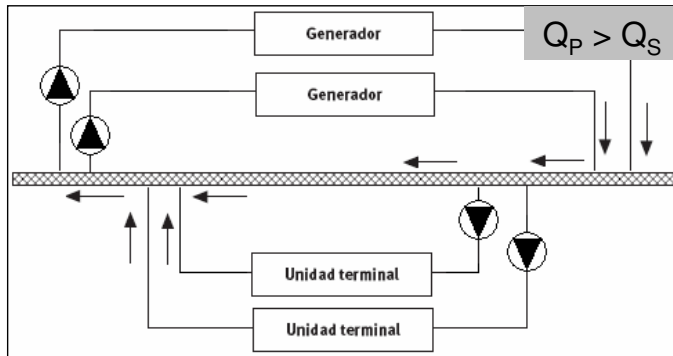
**Soluciones RITE:**



T no uniforme  
en los G.T.

11.- Colectores (V)

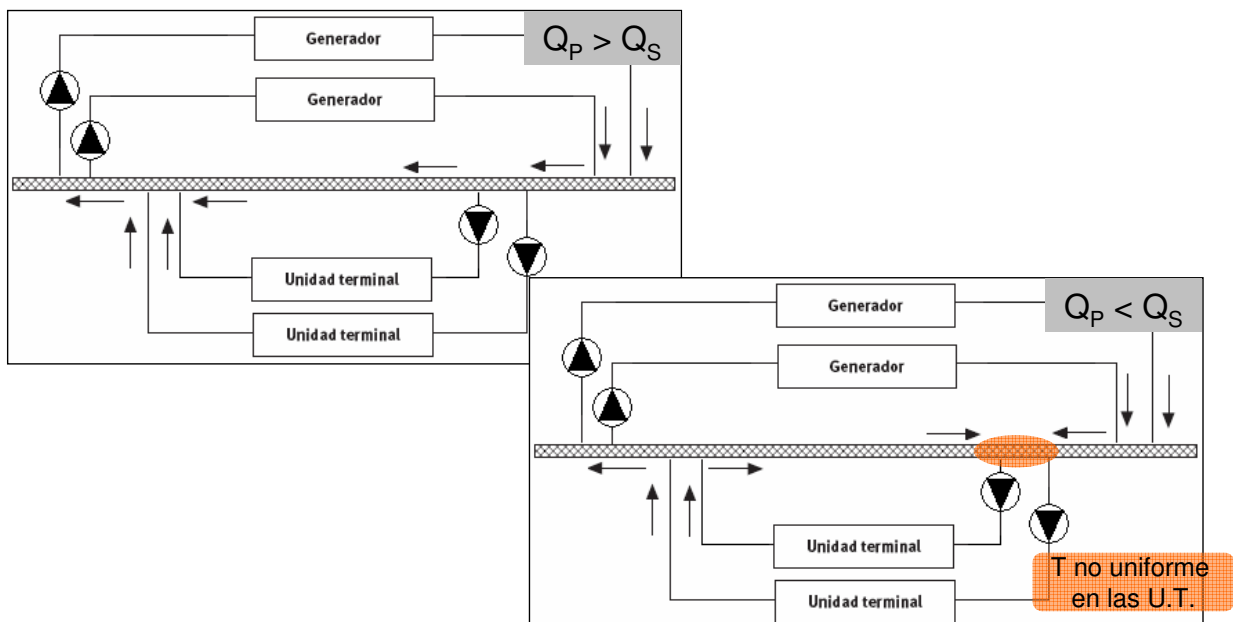
**Soluciones RITE:**



43

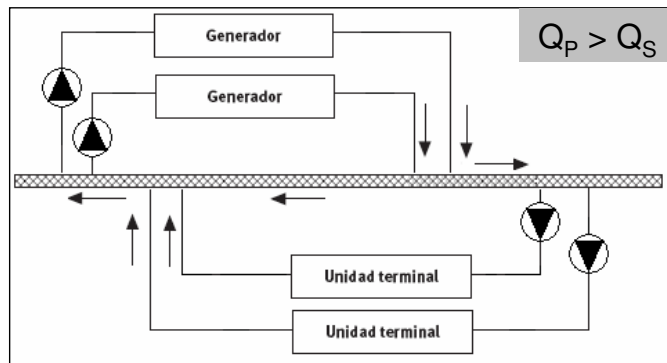
11.- Colectores (V)

**Soluciones RITE:**



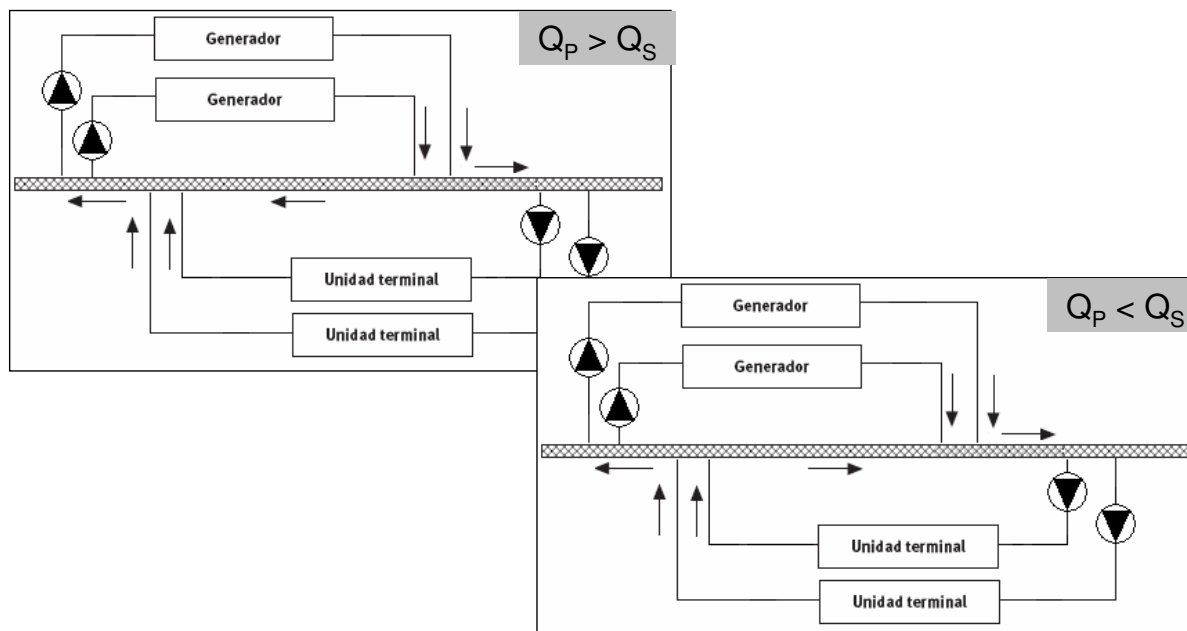
11.- Colectores (VI)

**Soluciones RITE:**



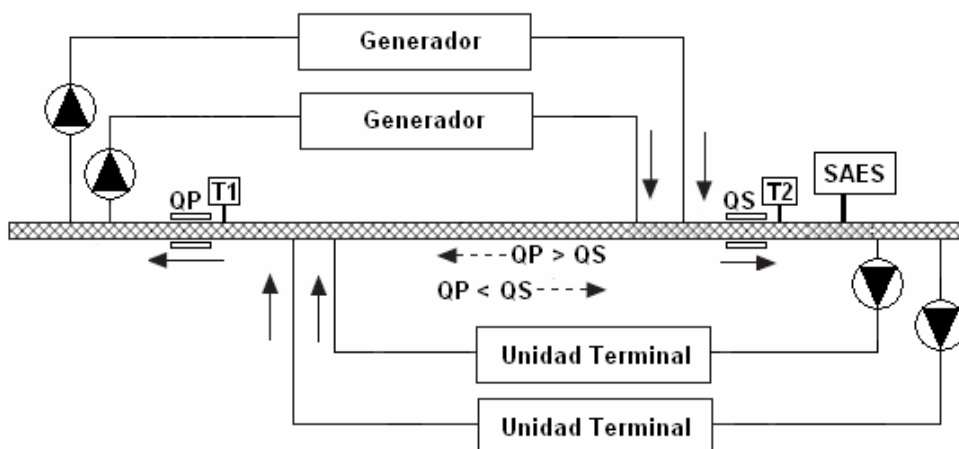
11.- Colectores (VI)

**Soluciones RITE:**



11.- Colectores (VII)

Soluciones RITE:



Si  $QP > QS$

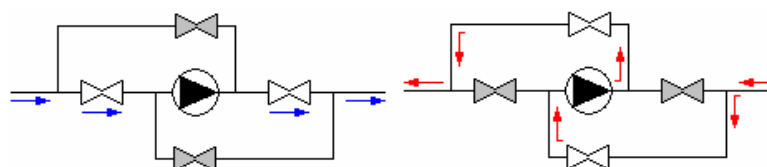
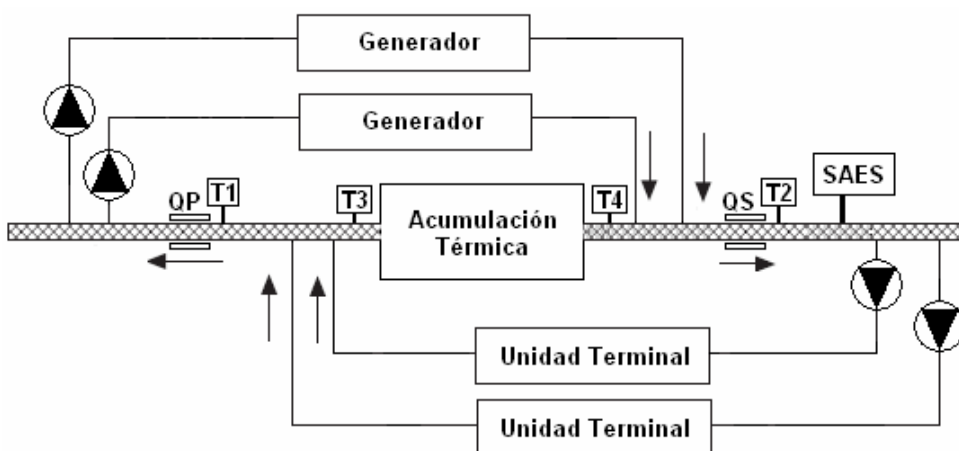
$$\begin{cases} E_{Gen} = QP(T2 - T1) \\ E_{Cons} = QS \left( T2 - \frac{QP T1 - (QP - QS)T2}{QS} \right) \end{cases}$$

Si  $QP < QS$

$$\begin{cases} E_{Gen} = QP \left( \frac{QS T2 - (QS - QP)T1}{QP} - T1 \right) \\ E_{Cons} = QS(T2 - T1) \end{cases}$$

11.- Colectores (VII)

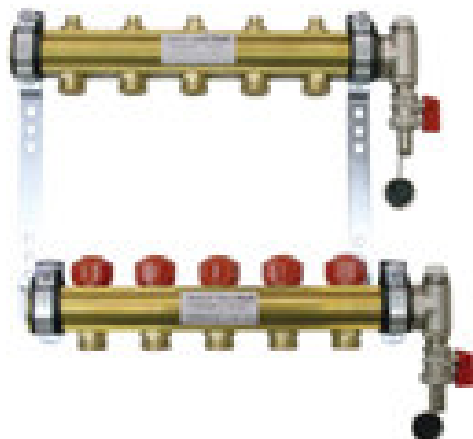
Soluciones RITE:





11.- Colectores (VIII)

*Para sistemas de suelos y techos radiantes*



- Regulación de caudal total y por cto
- Medida de Tª
- Medida de caudal
- Posibilidad de modulares

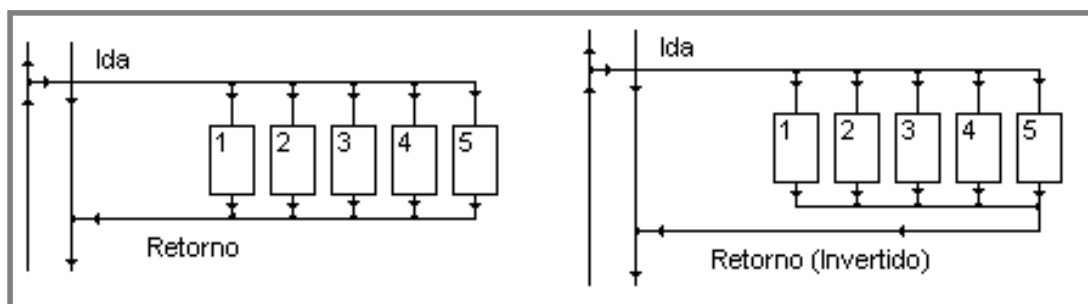


49

12.- Equilibrado Hidráulico (I)

Hay que garantizar el **caudal nominal** en todos los puntos

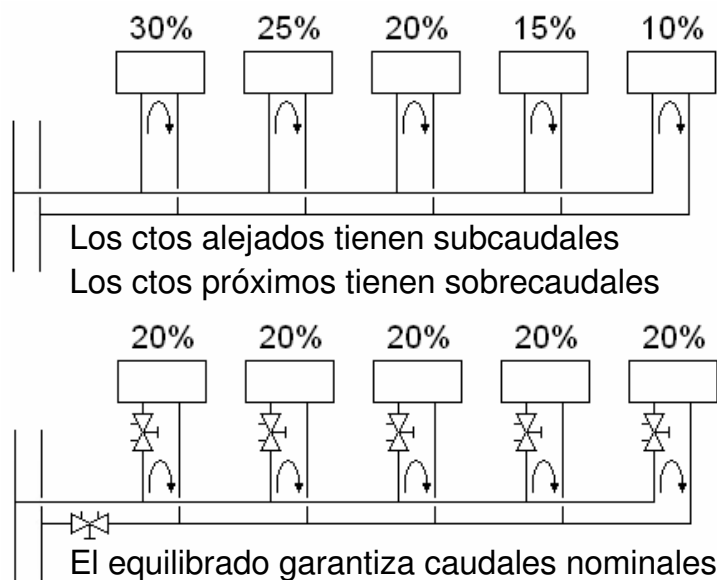
Cuando existen diversos circuitos hidráulicos en paralelo, para que el **caudal** se **reparta** según las **condiciones de diseño**, estos han de estar equilibrados



El “**retorno invertido**” no siempre es una solución válida (ctos muy diferentes, o no coinciden las demandas nominales)

50

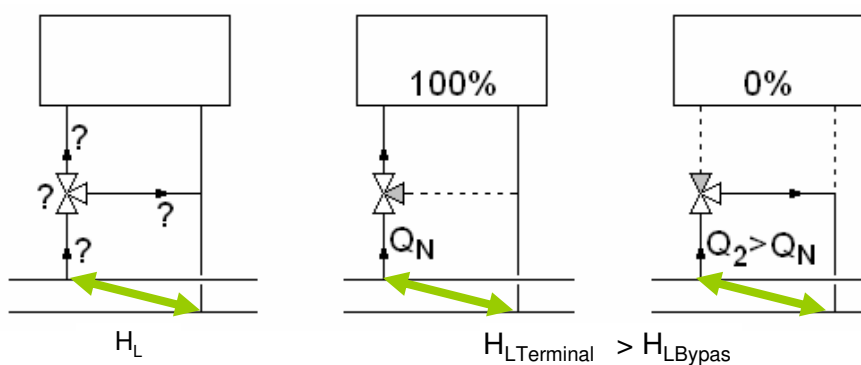
12.- Equilibrado Hidráulico (II)



51

12.- Equilibrado Hidráulico (III)

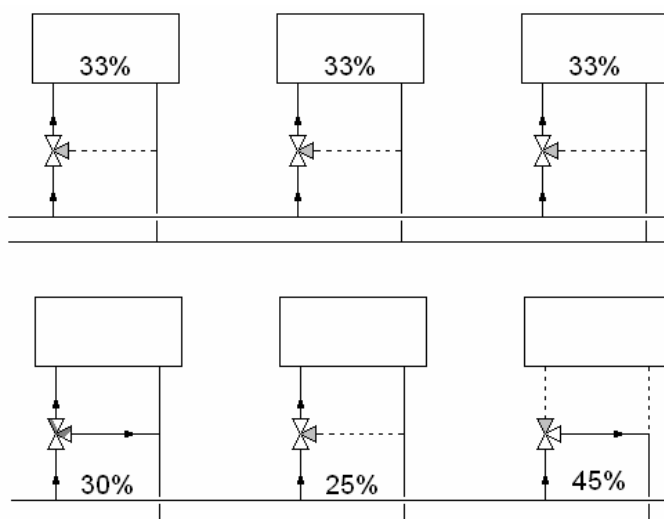
**Regulación** de caudales en unidades terminales con **válvulas de 3 vías**



Cuando el terminal no necesita caudal su circuito demanda más caudal que en condiciones nominales

52

12.- Equilibrado Hidráulico (IV)



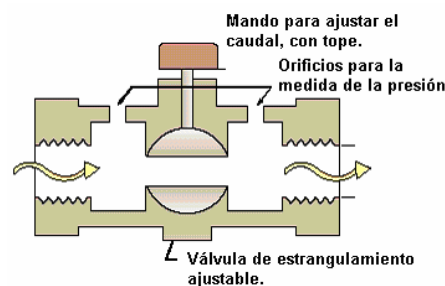
Aperturas distintas producen sobrecaudales en los ctos no necesitados, y subcaudales en los más necesitados: ⇒ **Necesidad equilibrado hidráulico** 53

12.- Equilibrado Hidráulico (V)

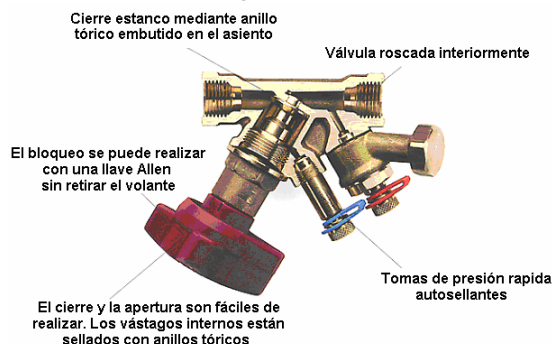
**Válvulas de equilibrado estático:**

• **Válvula ajustadora de circuito**

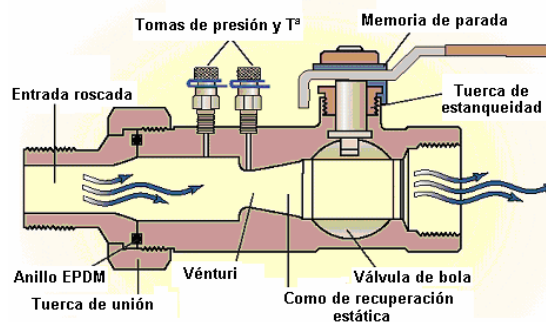
El caudal se mide relacionando la presión en la válvula y la posición del mando



• **Válvulas de ajuste exterior:**



Miden la presión en un orificio



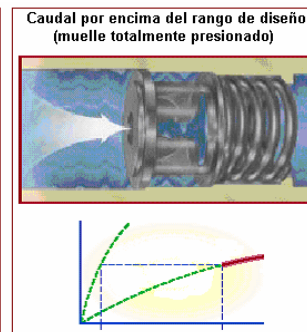
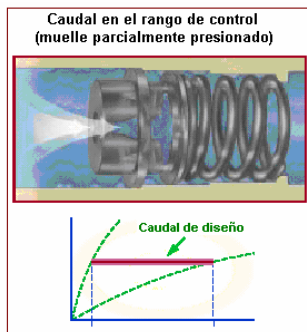
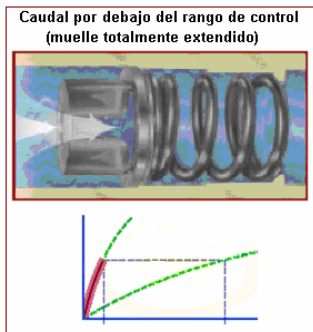
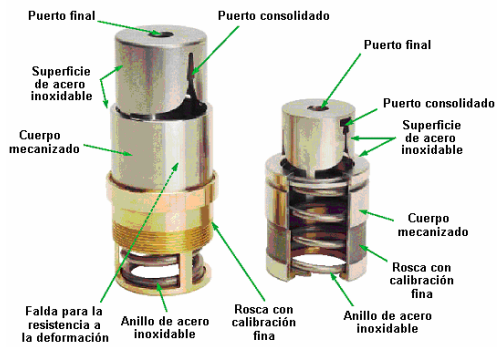
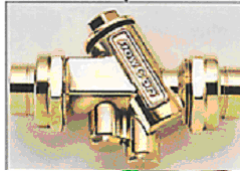
El caudal se mide en un venturi

12.- Equilibrado Hidráulico (VI)

Válvulas de equilibrado dinámico (I):

• **Válvulas de cartuchos de caudal fijo**

Entrada de sección fija  
Salida de secc. variable ajustada por muelle en función de presión

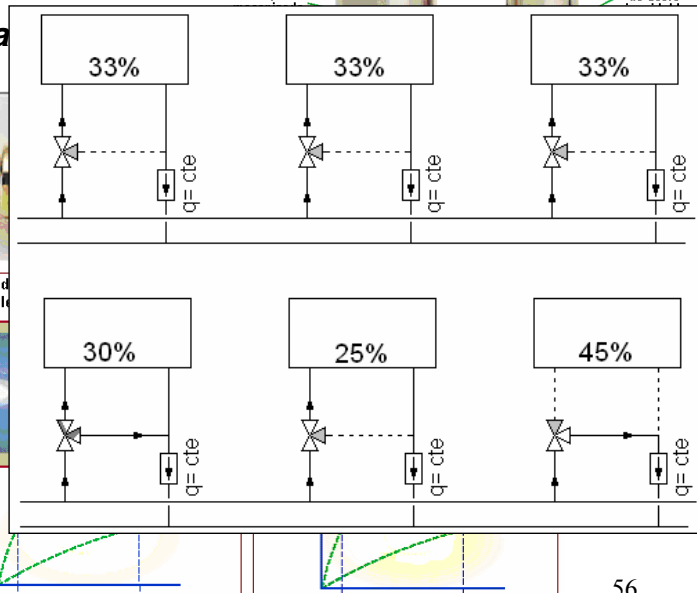
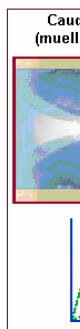
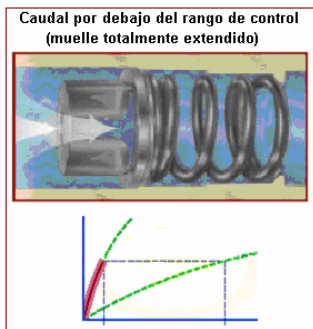
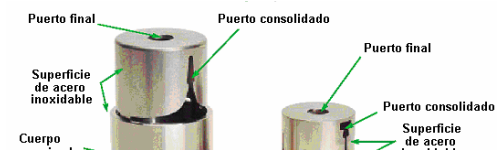


12.- Equilibrado Hidráulico (VI)

Válvulas de equilibrado dinámico (I):

• **Válvulas de cartuchos de caudal fijo**

Entrada de sección fija  
Salida de secc. variable ajustada por muelle en función de presión



12.- Equilibrado Hidráulico (VII)

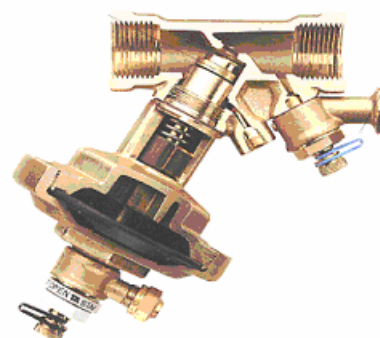
Válvulas de equilibrado dinámico (II):

- **Válvulas de cartuchos recambiables y caudal ajustable interiormente**



- **Válvulas estabilizadoras de la presión diferencial**

Juego de presiones sobre una membrana  
Capilar conecta con una válvula de equilibrado estático a la que permite realizar un control con presiones variables

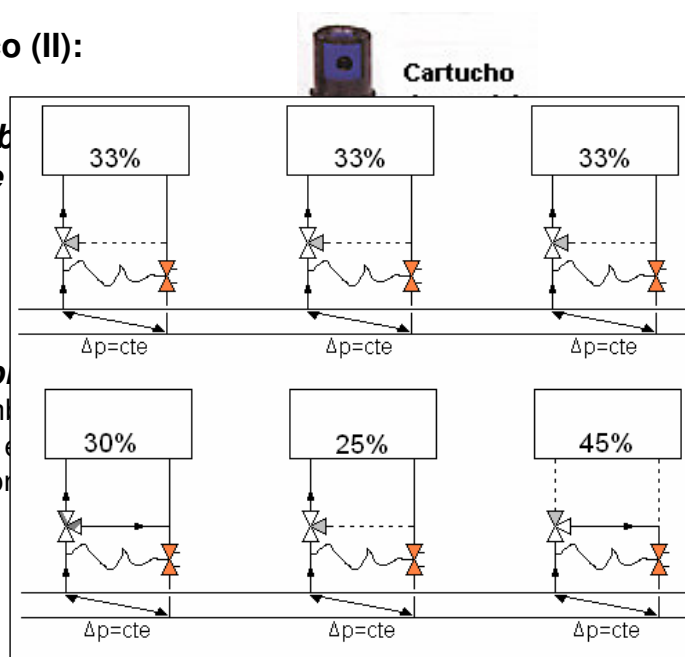


12.- Equilibrado Hidráulico (VII)

Válvulas de equilibrado dinámico (II):

- **Válvulas de cartuchos recambiables y caudal ajustable interiormente**

- **Válvulas estabilizadoras de la presión diferencial**
- Juego de presiones sobre una membrana  
Capilar conecta con una válvula de equilibrado estático a la que permite realizar un control con presiones variables



12.- Equilibrado Hidráulico (VIII)

Métodos de equilibrado hidráulico (I)

• **El equilibrado proporcional:**

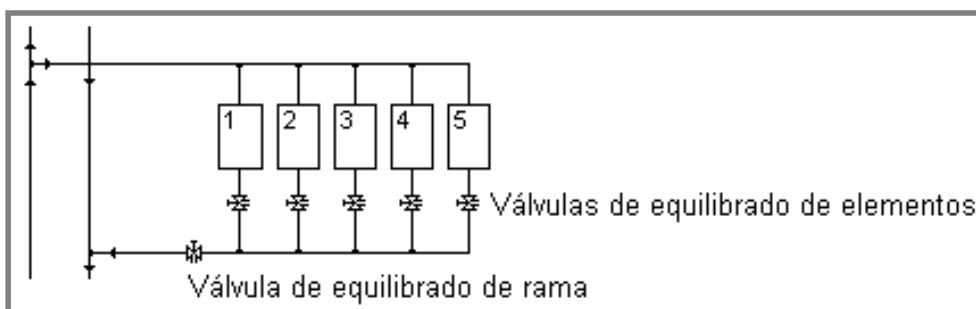
Se divide el circuito en varios subcircuitos

Con válvulas de equilibrado y válvulas de regulación de presión diferencial

Se ajusta la válvula del último terminal

Se ajusta la válvula del penúltimo terminal, esto desajusta la del último, que se debe reajustar

Se ajusta la válvula del antepenúltimo terminal, esto desajusta ...



Se ajustan los demás subcircuitos

Con las válvulas de ramal se equilibran los subcircuitos entre si

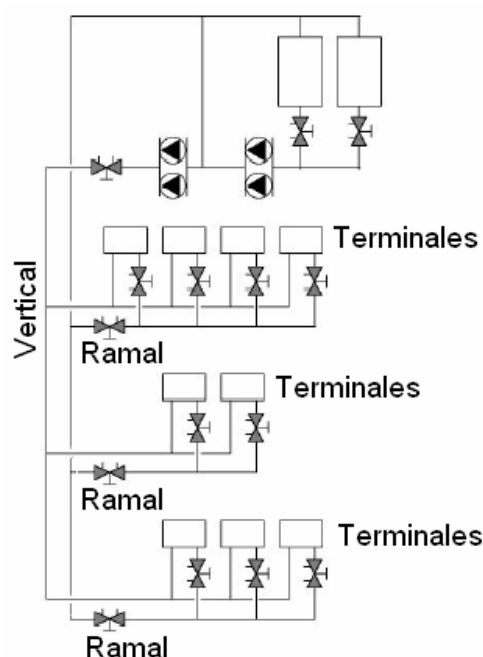
12.- Equilibrado Hidráulico (IX)

Métodos de equilibrado hidráulico (II)

• **Equilibrado computerizado:**

Se mide el caudal en cada válvula y la presión disponible

El programa indica la regulación que debe tener cada válvula



13.- Programas Informáticos (I)

**Definiciones generales**

61

13.- Programas Informáticos (II)

**Definición de la red**

Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Desnivel (m)	Caudal (l/seg)	Perdida (mca)	Vol. Agua (m³)	Velocidad (m/seg)	Long. Eq. (m)	K
0	1	2,0	0,0						
1	2	1,0	0,0						
2	3	0,5	0,5	0,008	0,02	0,0			2,0
2	4	10,0	0,5	0,008	0,02	0,0			
1	5	3,0	-3,0						
5	6	1,0	0,0						
6	7	0,5	0,5	0,008	0,02	0,0			
6	8	10,0	0,5	0,008	0,02	0,0			
5	9	3,0	-3,0						
9	10	0,5	0,5	0,008	0,02	0,0			
9	11	10,0	0,5	0,008	0,02	0,0			

Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud (m)	Desnivel (m)	Velocidad (m/seg)	Long. Eq. (m)	K
0	1	2,0	0,0			
1	2	1,0	0,0			
2	3	0,5	0,5			2,0
2	4	10,0	0,5			
1	5	3,0	-3,0			
5	6	1,0	0,0			
6	7	0,5	0,5			
6	8	10,0	0,5			
5	9	3,0	-3,0			
9	10	0,5	0,5			
9	11	10,0	0,5			

62

13.- Programas

**Resultados**

**Informe**

**Ejemplo de manejo de SDTubo (radiadores)**

**DATOS GENERALES**

**Datos de Cabecera**  
 Presión en cabecera dada por bomba: 30,67 mca  
 Caudal: 0,05 l/seg

**Datos del Fluido**  
 Circuito de Calefacción  
 Temperatura Ambiente Mín.: -5,0 °C  
 Temperatura Verano: 7,0 °C Incre.: 5,0 C  
 Temperatura Invierno: 45,0 °C Incre.: 5,0 C  
 Temperatura Diseño: 40,0 °C  
 Fluido: Mezcla Agua-Glicol al 14,7 %  
 Viscosidad: 2E-006 m<sup>2</sup>/seg  
 Densidad: 1008,3 Kg/m<sup>3</sup>

**Criterios de diseño**  
 P.Hidráulica Máxima no limitada  
 Vel.Dis Alimentación: 1,0 m/seg  
 Vel.Dis Retorno: 1,0 m/seg  
 Longitud Equivalente: 20,0 %

**Datos de la bomba**  
 Q (l/seg): 7,5  
 H (mca): 29,0

**Vaso de Expansión**  
 Abierto  
 Volumen Tuberías: 0,0 m<sup>3</sup>  
 Volumen Elementos: 0,02 m<sup>3</sup>  
 Volumen Total: 0,0 m<sup>3</sup>  
 Volumen Mín. Vaso Expansión: 0,02 m<sup>3</sup>  
 0,00016 m<sup>3</sup>

DESCRIPCION	DN	D Interior (mm)	r (mm)	D Exterior (mm)	Espesor (mm)	OBSERVACIONES
Cobre Recoilido Espesor nominal 1 mm ( DN 6 x 4	6	4,0	0,0015	6,0	1,0	
Cobre Recoilido Espesor nominal 1 mm ( DN 8 x 6	8	6,0	0,0015	8,0	1,0	
Cobre Recoilido Espesor nominal 1 mm ( DN 10 x 8	10	8,0	0,0015	10,0	1,0	
Cobre Recoilido Espesor nominal 1 mm ( DN 12 x 10	12	10,0	0,0015	12,0	1,0	
Polibutileno Saunier-Duval 15	15	11,0	0,0025	15,0	2,0	
Polibutileno Saunier-Duval 22	22	18,0	0,0025	22,0	2,0	
Polibutileno Saunier-Duval 28	28	22,8	0,0025	28,0	2,6	
Polibutileno Serie 5 (LINE S3-415-90) 40	40	32,6	0,0025	40,0	3,7	
Polibutileno Serie 5 (LINE S3-415-90) 50	50	40,8	0,0025	50,0	4,6	
Polibutileno Serie 5 (LINE S3-415-90) 63	63	51,4	0,0025	63,0	5,8	
Polibutileno Serie 5 (LINE S3-415-90) 75	75	61,4	0,0025	75,0	6,8	

**DESGLOSE DE MATERIALES**

DESCRIPCION	DN	P Trabajo (mca)	Nº Tramos	L Total (m)
Cobre Recoilido Espesor nominal 1 mm ( DN 6 x 4	6	2000,0	12,0	63,0
Cobre Recoilido Espesor nominal 1 mm ( DN 8 x 6	8	1333,0	6,0	10,0

Hudo Inicial	Hudo Final	Ql (l/seg)	D.Teo (mm)	D.N. (mm)	D.Int (mm)	V (m/seg)	P (mca)	J (m/m)	Mca
0	1	0,05	7,99	DN 10 x 8	8,0	1,0	0,63	0,31	tecoido Espesor r
1	2	0,02	4,61	DN 8 x 6	6,0	0,59	0,76	0,13	tecoido Espesor r
2	3	0,01	3,26	DN 6 x 4	4,0	0,66	0,42	0,33	tecoido Espesor r
2	4	0,01	3,26	DN 6 x 4	4,0	0,66	3,55	0,33	tecoido Espesor r
1	5	0,03	6,52	DN 10 x 8	8,0	0,66	3,85	0,1	tecoido Espesor r
5	6	0,02	4,61	DN 8 x 6	6,0	0,59	4,08	0,13	tecoido Espesor r
6	7	0,01	3,26	DN 6 x 4	4,0	0,66	3,75	0,33	tecoido Espesor r
6	8	0,01	3,26	DN 6 x 4	4,0	0,66	6,88	0,33	tecoido Espesor r
5	9	0,02	4,61	DN 8 x 6	6,0	0,59	7,37	0,13	tecoido Espesor r
9	10	0,01	3,26	DN 6 x 4	4,0	0,66	7,03	0,33	tecoido Espesor r
9	11	0,01	3,26	DN 6 x 4	4,0	0,66	10,17	0,33	tecoido Espesor r

T11. DISTRIBUCION DE AGUA

13.- Programas Infor

**Fluido de trabajo**

**Modificar**

**Nombre:** Agua limpia

**Fluido:** Agua limpia

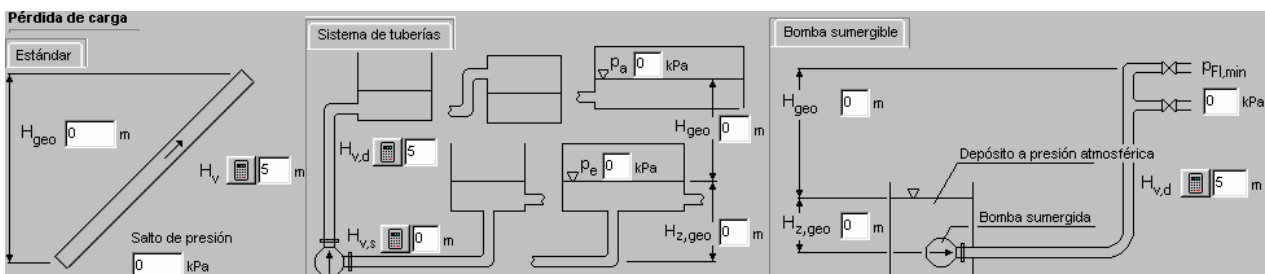
**Datos de fluidos:**  
 Temperatura: 293 K  
 Densidad: 998,2 kg/m<sup>3</sup>  
 Concentración: 100 %  
 Viscosidad: 1 mm<sup>2</sup>/s  
 Presión de vapor: 10 kPa

**Vista:**  
 Gráfico de propiedades físicas vs Temperatura (K):  
 - Densidad (kg/m<sup>3</sup>): DEPENDS  
 - Viscosidad (mm<sup>2</sup>/s): DEPENDS  
 - Presión de vapor (kPa): DEPENDS  
 - HEATCAPACITY (J/(kg K)): DEPENDS  
 - PRESSURE (kPa): DEPENDS

Temperatura: 273 [K] Densidad: 1070 [kg/m<sup>3</sup>]

Ok Cancelar Ayuda

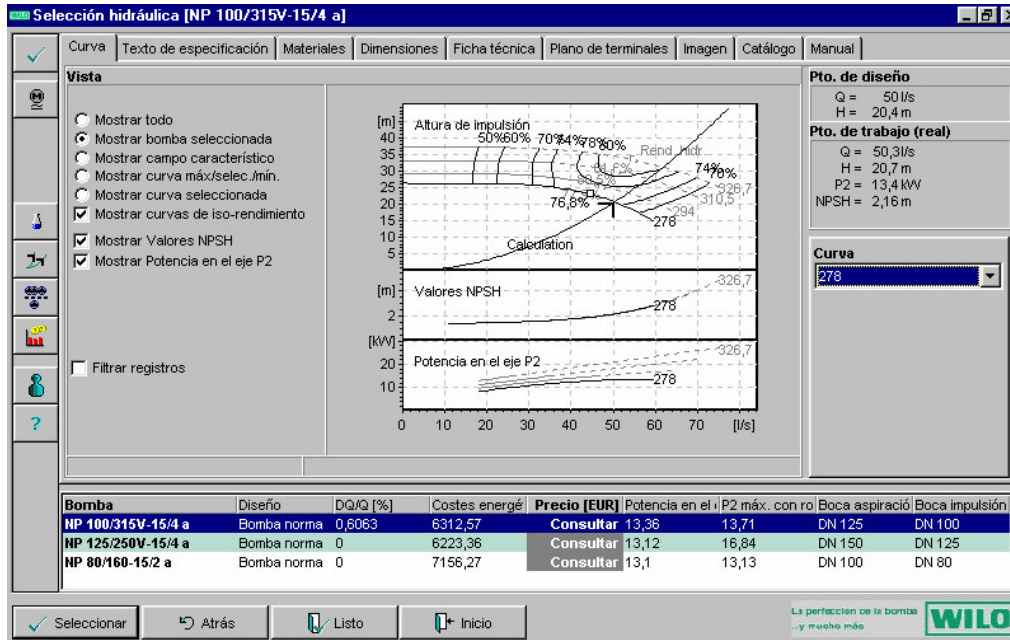
**Tipo de circuito**





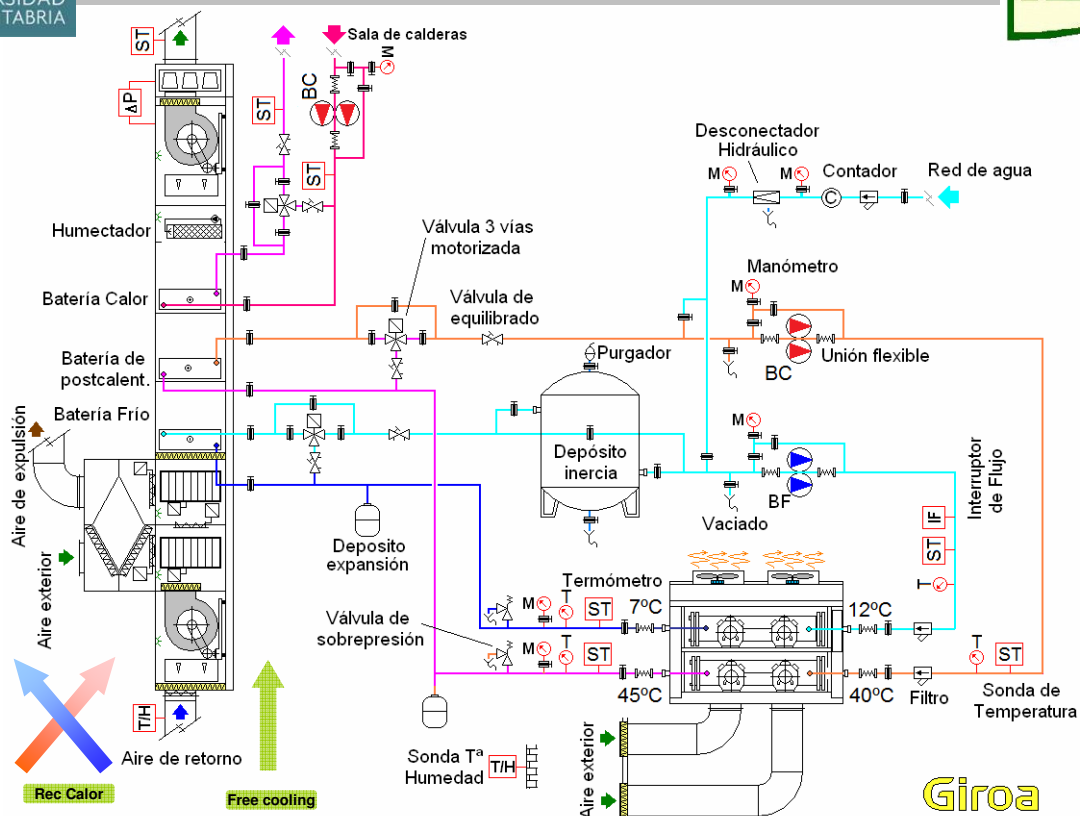
13.- Programas Informáticos (V)

Resultados

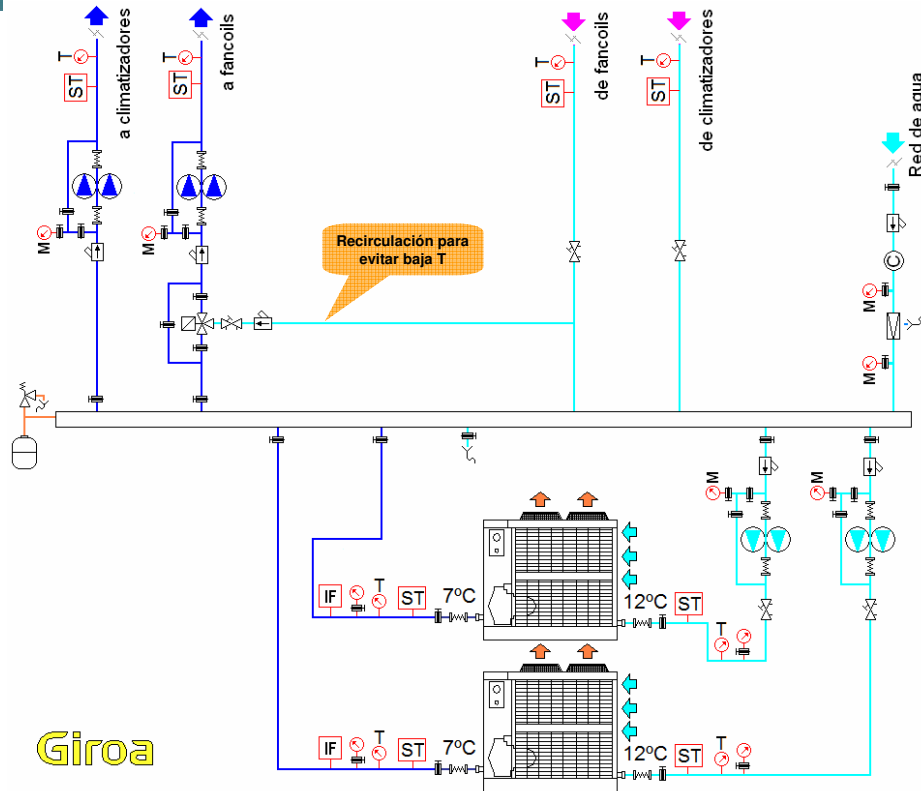


65

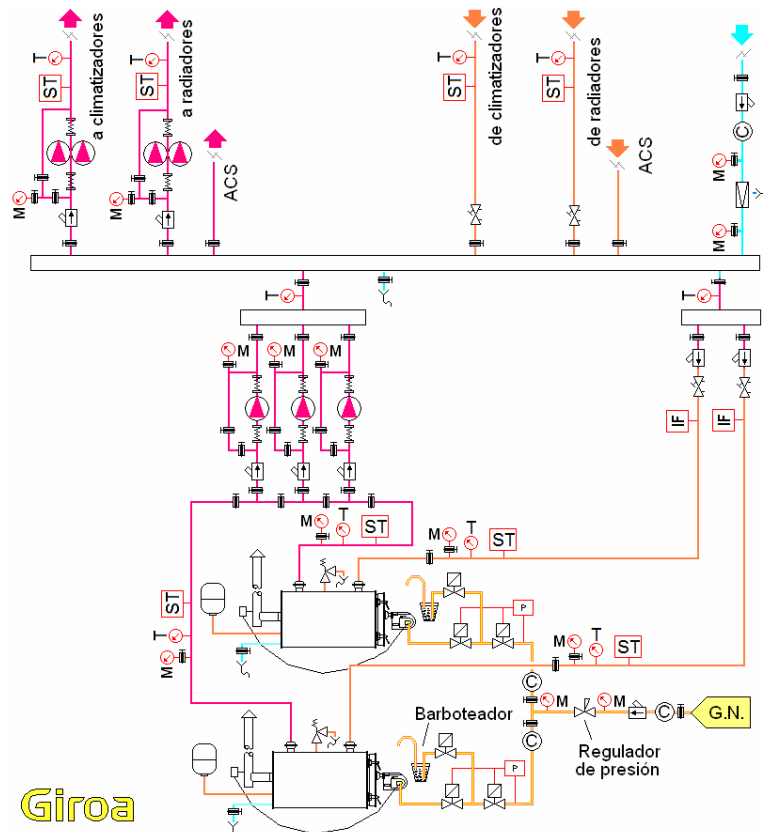
Clima Salón Actos ETSIIT



## Distribución A.F. (fancoils y UTAs)



## Distribución A.C. (fancoils y UTAs)



Bibliografía del Tema (I)

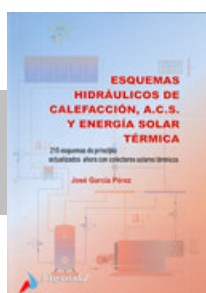


**DTIE 4.01. Tuberías**  
*J.M. Pinazo*



**Comentarios al RITE 2007**  
*IDAE*

**Bombas Centrífugas**  
*E. Carnicer*



**Esquemas hidráulicos de calefacción, A.C.S. y colectores solares térmicos**  
*García Pérez, José*

**Manual de Conducciones URALITA**  
*J. Suárez, F. Martínez, J. Puertas*

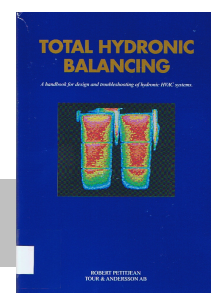


Bibliografía del Tema (II)



**Manuales de Equilibrado Hidráulico**  
*TOUR & ANDERSSON HYDRONICS*

**Total Hydronic Balancing**  
*R. Petijean*



Revistas nacionales:

- El Instalador
- Montajes e Instalaciones

<http://www.europump.org>  
<http://www.grundfos.com>  
<http://www.wilo.com>

<http://www.giacomini.com>  
<http://www.hydraulicportal.com>