

# CAPÍTULO 5 (cont)

## INCORPORACIÓN A LA EDIFICACIÓN

**JUAN CARLOS  
MARTÍNEZ ESCRIBANO**  
Ingeniero Consultor

[juancarlosmartinezescribano@yahoo.es](mailto:juancarlosmartinezescribano@yahoo.es)



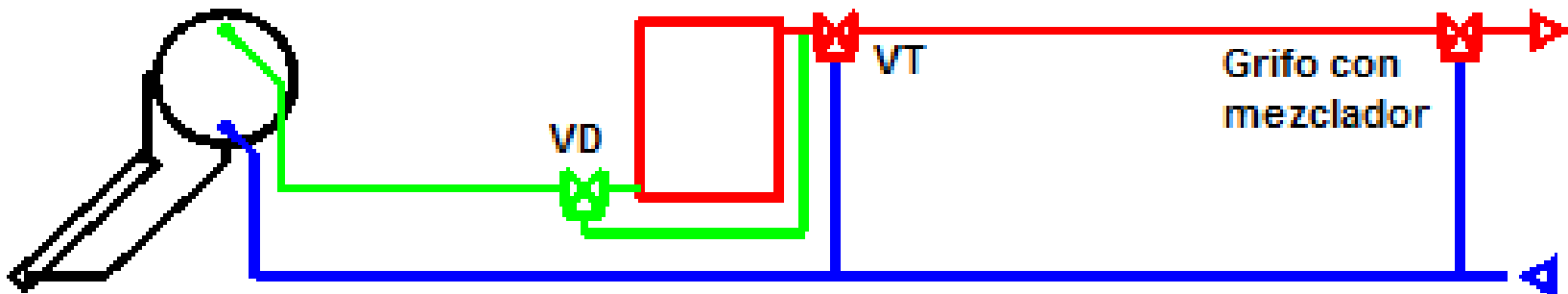
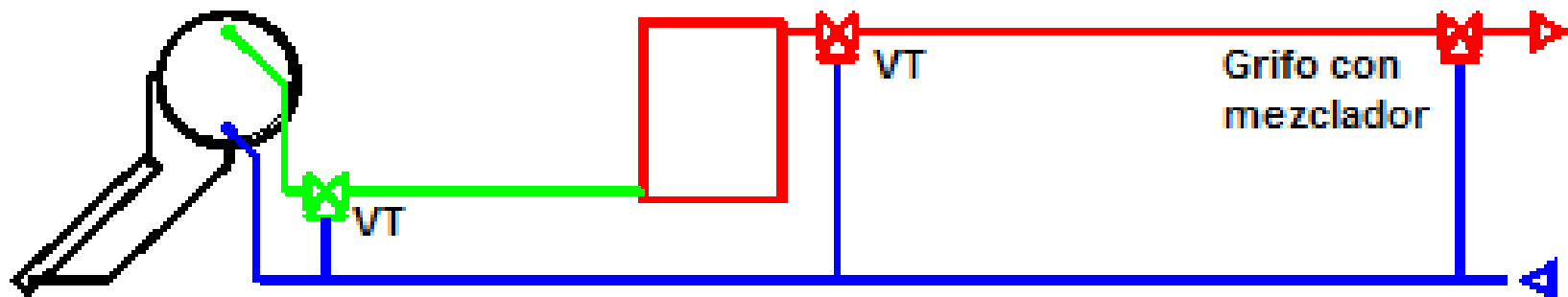
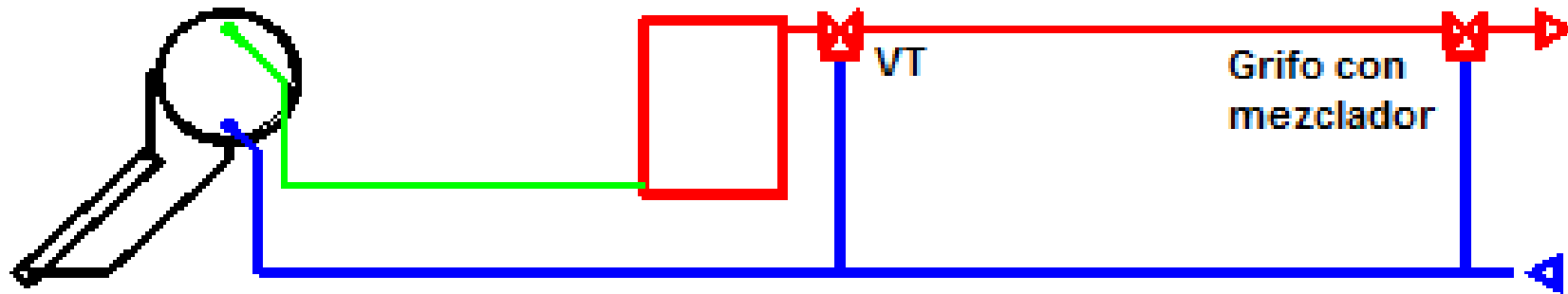
# INCORPORACIÓN DEL SST A LA EDIFICACIÓN

1. Integración arquitectónica
2. Orientación, inclinación y sombras
3. Seguridad y solución estructural
4. Conexionado del equipo de energía auxiliar
5. Otros factores y detalles del SST

## 4 CONEXIONADO DEL SST AL SISTEMA AUXILIAR

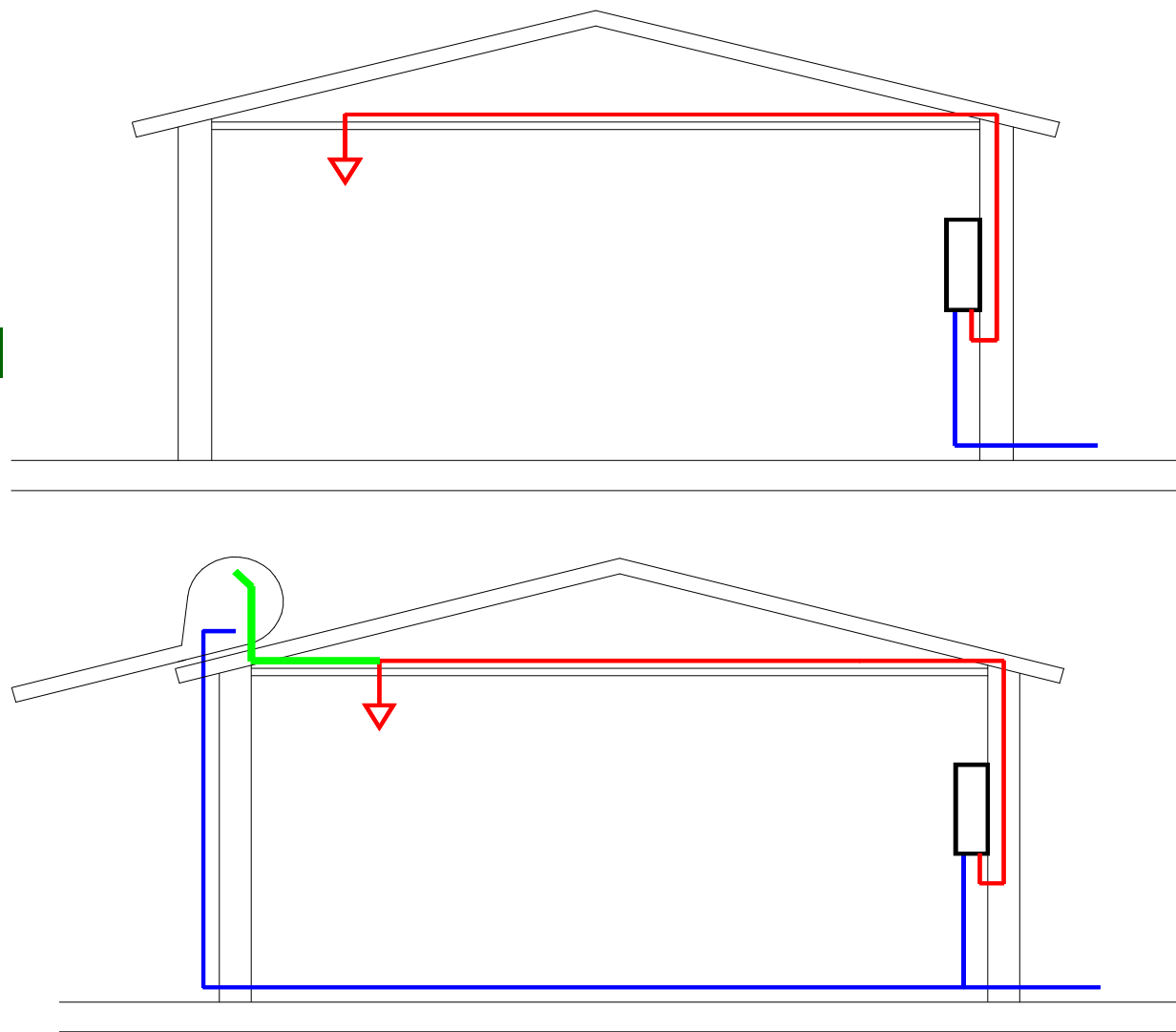
- Siempre debe ser en serie. El agua fría entra primero en el acumulador solar y después pasa al auxiliar
- Minimizar los recorridos del circuito de consumo:
  - Desde el acumulador solar al sistema de apoyo
  - Desde el sistema de apoyo a los puntos de consumo
- Tomar en consideración las temperatura máximas
  - que soporta el equipo auxiliar
  - que pueda llegar a los puntos de consumo sea inferior a 60°C

# FORMAS DE CONEXIONADO EN SERIE

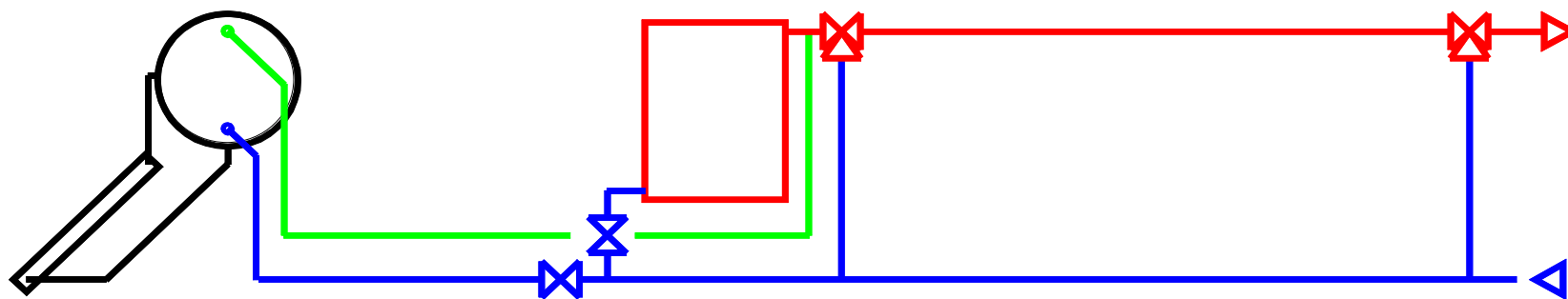
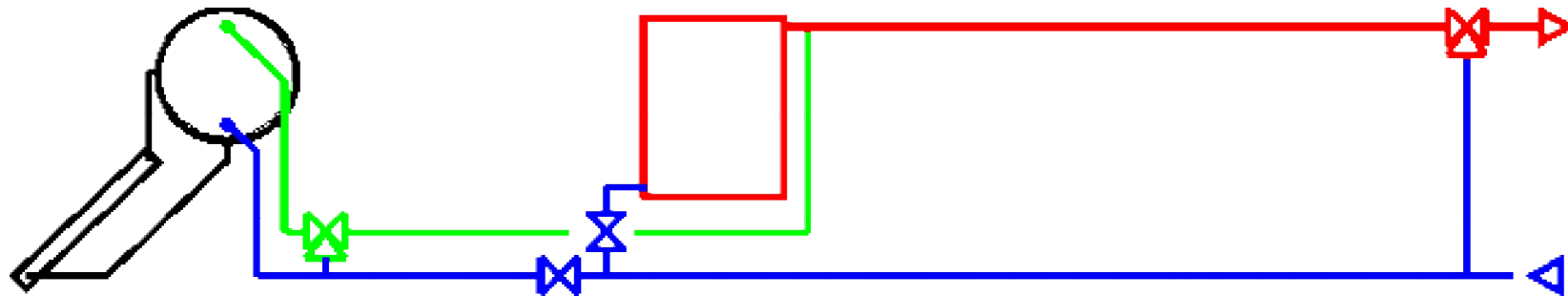


## DISTANCIAS HASTA CONSUMO Y SISTEMA DE APOYO

Se puede realizar la conexión en paralelo si los recorridos son excesivamente largos (superiores a 10 m.) o el sistema de apoyo no permite la conexión en serie:



# FORMAS DE CONEXIONADO EN PARALELO



# TERMÓMETRO INDICADOR A DISTANCIA

Cuando el sistema de apoyo se conecte en paralelo, además de que la conmutación de sistemas debe ser muy simple, se recomienda instalar un termómetro indicador de la temperatura del acumulador solar fácilmente visible y accesible por el usuario



## 5. OTROS FACTORES PARA LA CONEXIÓN DEL SST

### 1. En la alimentación de agua al SST:

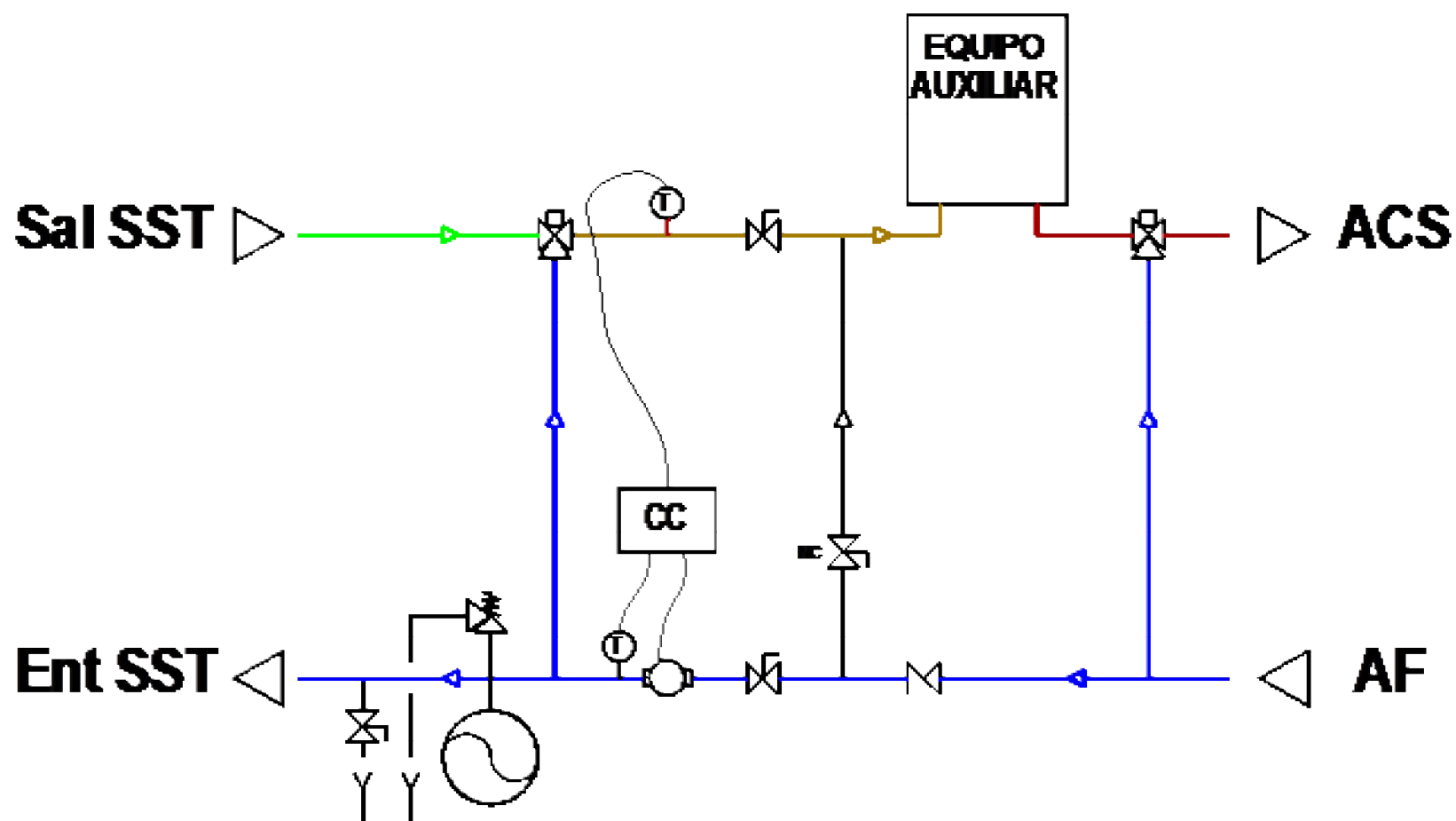
- El diámetro de cañería debe ser adecuado
- Confirmar presión y caudal disponibles
- Utilizar expansión y válvula de seguridad

### 2. La salida de ACS del SST:

- Debe ser de cobre o de acero inoxidable
- Después de la válvula mezcladora puede ser material plástico adecuado a la presión y temperatura
- Todas las cañerías deben estar térmicamente aisladas
- Los diámetros deben ser ajustados al caudal previsto



# ESQUEMA DE CONEXIONADO AL CIRCUITO DE CONSUMO



# ACCESORIOS HIDRÁULICOS PARA LA CONEXIÓN DEL SST

## Necesarios:

1. Válvula de seguridad
2. Estanque de expansión
3. Válvula de retención
4. Válvula de vaciado
5. Válvula termostática

## Complementarios u opcionales:

1. Contador de calorías
2. Válvulas de corte para realizar un bypass

## 5 OTROS FACTORES PARA LA CONEXIÓN DEL SST

### ACOMETIDA ELÉCTRICA

- Necesaria cuando se disponga de sistema de apoyo eléctrico o algún sistema de medida a distancia
- Encajar características de tensión y potencia necesarias y disponibles

### DESAGÜES Y RED DE SANEAMIENTO

- Evacuación de salidas al exterior: drenajes, escapes conducidos
- Prever vaciados y fugas del acumulador o de circuitos en interior

# INCORPORACIÓN DE GRANDES INSTALACIONES

- Dimensionado básico de la instalación:
  - Número y tipo de colectores
  - Volumen de acumulación
  - Orientación e inclinación
- Selección del esquema de funcionamiento
- Análisis previo:
  - Nivel de centralización
  - Ubicaciones posibles
  - Espacios disponibles
- Procedimiento iterativo

# DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN

- Incorporación al edificio:
  - Estudio de las posibles ubicaciones y los espacios disponibles
  - Alineación con los ejes principales del edificio
  - Criterios de accesibilidad
  - Cercanía al resto de la instalación
- Orientación e inclinación
- Distribución espacial del campo de captadores
  - Baterías de colectores: medidas y espacios disponibles
  - Grupos de baterías: distribución
- Estudio de sombras
- Diseño de estructura soporte
- Diseño hidráulico: agrupación y sectorización

# POSIBLE UBICACIÓN DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN

- Cubierta plana
  - Visitables y, normalmente, fácilmente accesibles
  - No transitables y menos accesibles
- Cubierta inclinadas
- Fachada, medianeras y paramentos verticales
- Otros elementos:
  - en el terreno, aparcamientos, construcciones anexas, etc.



# COLECTORES EN CUBIERTA PLANA



# COLECTORES EN CUBIERTA INCLINADA





# COLECTORES EN FACHADA

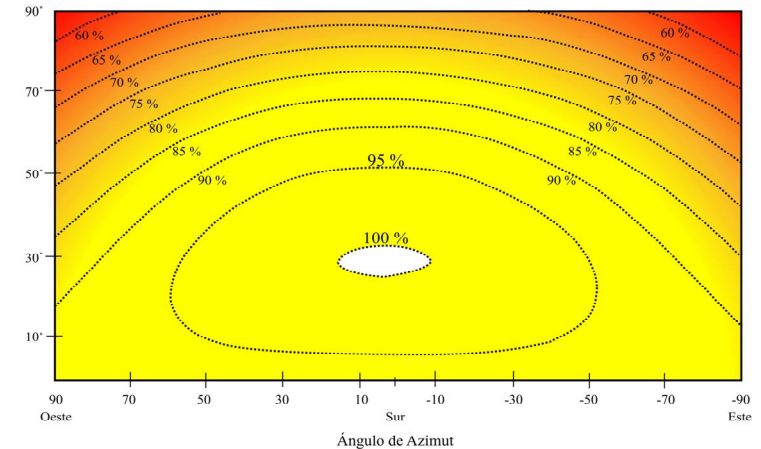


# COLECTORES EN EL TERRENO



# ORIENTACIÓN , INCLINACIÓN Y SOMBRAS

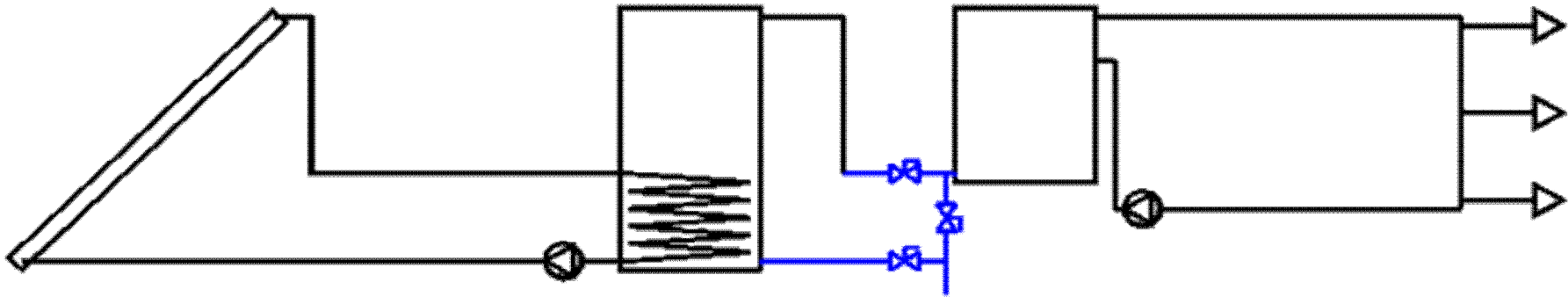
- Los mismos criterios que para pequeñas instalaciones
- Elementos circundantes y estudio de sombras lejanas
- Análisis del entorno urbano



## SEGÚN EL SISTEMA DE APOYO Y SU ACOPLAMIENTO

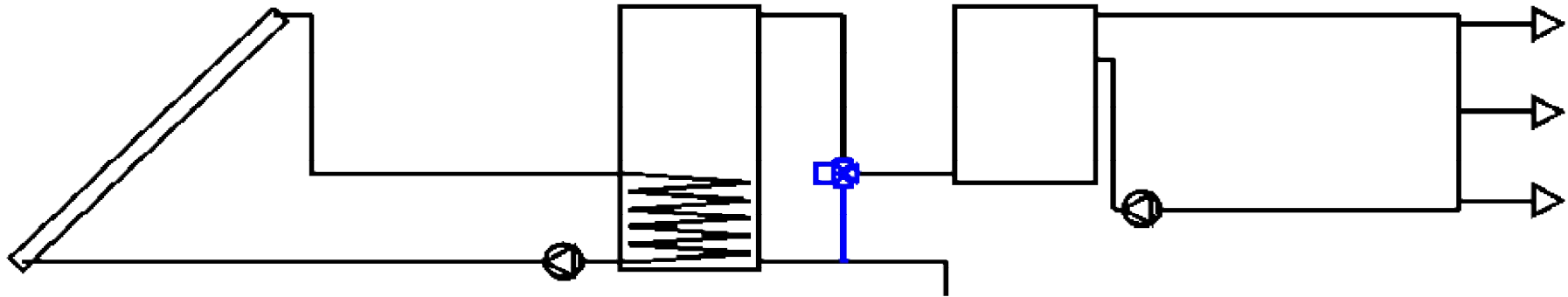
- El diseño del sistema de apoyo, su forma de alimentación al consumo y su acoplamiento a la instalación solar puede afectar al funcionamiento de la IST.
- Situaciones que se pueden presentar y las soluciones que se deben adoptar:
  1. By-pass de conexión
  2. Limitación de la temperatura de salida del acumulador solar
  3. Limitación de la temperatura de distribución
  4. Retorno de la recirculación
  5. Bomba de trasvase
  6. Tratamiento térmico

# 1 BY-PASS DE LA CONEXIÓN EN SERIE DEL CONSUMO



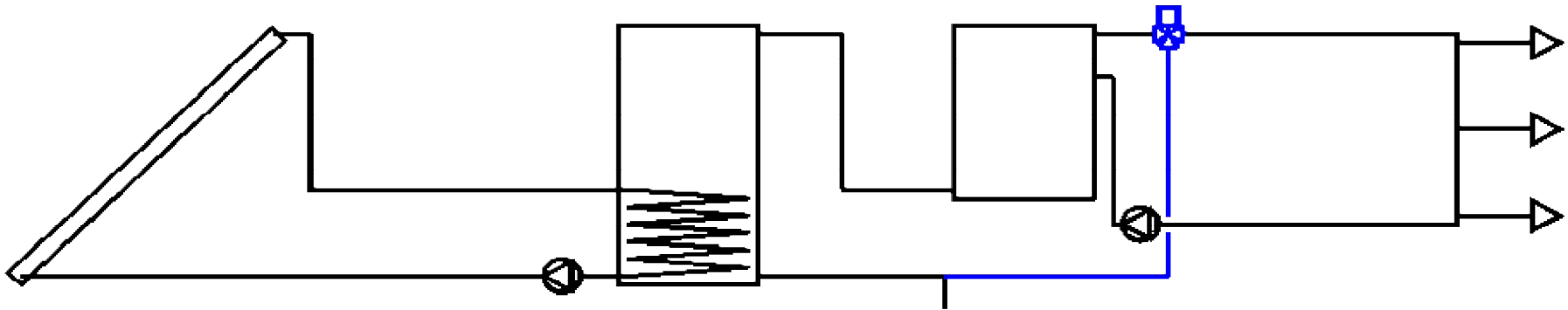
- Para aislar hidráulica y totalmente la instalación solar
- Para facilitar operaciones de mantenimiento

## 2 LIMITACIÓN DE LA TEMPERATURA DE SALIDA SOLAR



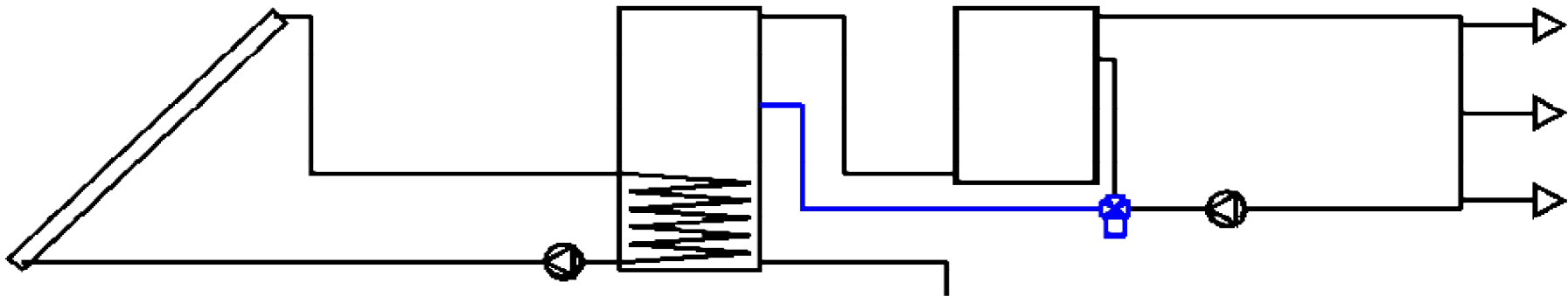
- Se debe utilizar cuando los sistemas de apoyo no soportan determinadas temperaturas de entrada
- Siempre afecta al rendimiento de la instalación solar
- Se puede limitar:
  - por la temperatura máxima del acumulador
  - por mezcla de a la salida del acumulador

### 3 LIMITACIÓN DE LA TEMPERATURA DE DISTRIBUCIÓN



- Si la temperatura del sistema de apoyo es superior a  $60^{\circ}\text{C}$
- Si la instalación solar puede aportarle al sistema de apoyo agua a más de  $60^{\circ}\text{C}$

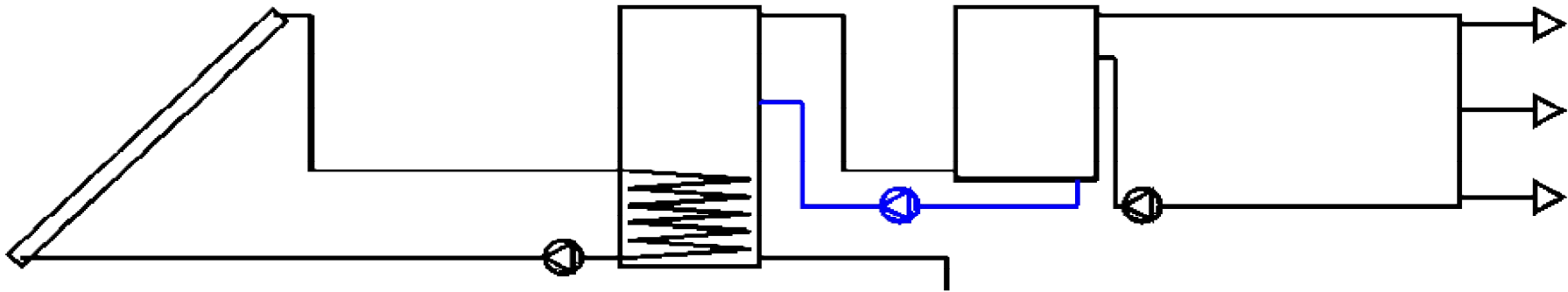
## 4 RETORNO DE LA RECIRCULACIÓN



- Siempre debe volver al sistema de apoyo (en caso contrario podría calentar el acumulador solar)
- Excepción cuando las temperaturas son:
  - Alta la del acumulador (normalmente por bajo consumo)
  - Baja la del retorno (normalmente por muchas pérdidas térmicas)



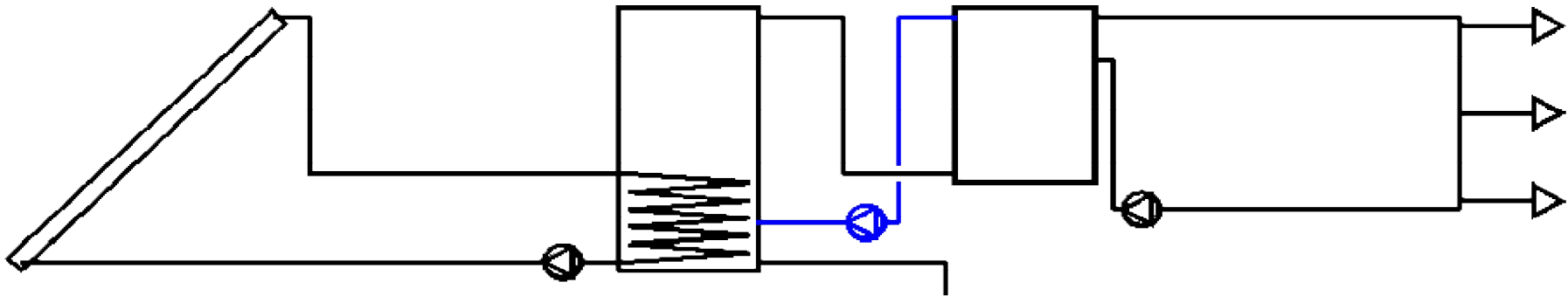
## 5 CIRCUITO DE TRASVASE



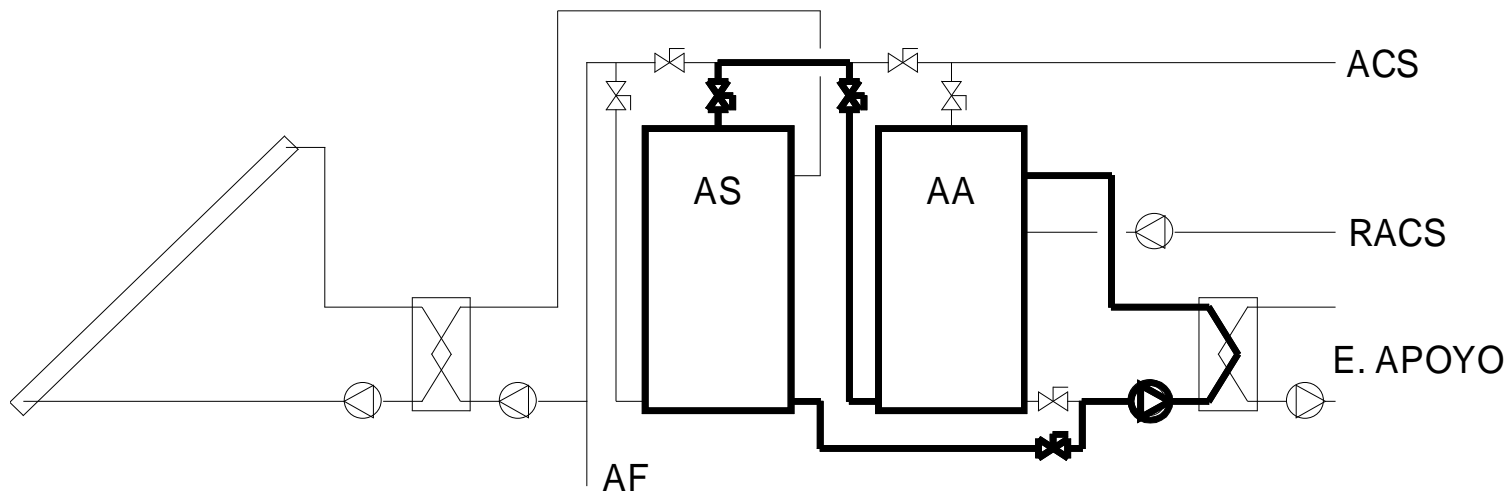
- Solución alternativa al retorno de la recirculación para compensar las pérdidas de del apoyo y de la recirculación desde el acumulador solar

## 6 TRATAMIENTO TÉRMICO

SOL 1: Calentar acumulador solar desde acumulador de apoyo



SOL 2: Incorporar acumulador solar al circuito de calentamiento de todo el sistema de acumulación desde el intercambiador de apoyo



# CAPÍTULO 6

## DISEÑO Y CÁLCULO DE COMPONENTES

**JUAN CARLOS  
MARTINEZ ESCRIBANO**  
Ingeniero Consultor

[juancarlosmartinezescribano@yahoo.es](mailto:juancarlosmartinezescribano@yahoo.es)



# DISEÑO HIDRÁULICO Y TÉRMICO DEL SST

- Datos de partida:
  - Número y características de colectores
  - Esquema de funcionamiento completo
- Diseño de sistemas:
  - Sistema de captación
  - Sistema de acumulación
  - Sistema de intercambio
  - Circuito hidráulico
  - Sistema de apoyo
  - Sistema eléctrico y de control
- Dimensionado y selección del resto de componentes

# DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN

Desde el punto de vista hidráulico y térmico, se analiza:

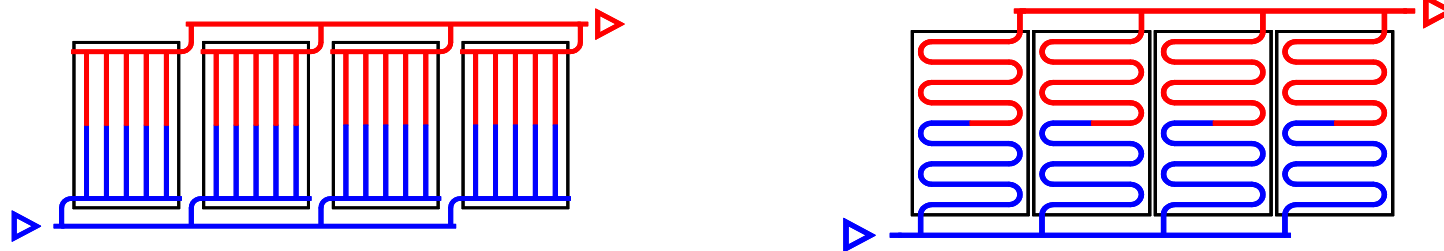
- Batería de colectores
  - Conexión de colectores en paralelo
  - Conexión de colectores en serie
- Conexión de baterías
  - en paralelo
  - en serie
- Agrupación y sectorización del campo de colectores
- Trazado hidráulico del circuito primario

# BATERÍA DE COLECTORES

- Conjunto de colectores montados sobre una estructura común y conectados entre sí
- La batería de colectores se comporta como un único colector con:
  - área de captación: suma de las áreas
  - rendimiento equivalente calculado en función del caudal y el tipo de conexión
  - pérdida de carga equivalente calculada en función del caudal y el tipo de conexión



# CONEXIÓN DE COLECTORES EN PARALELO



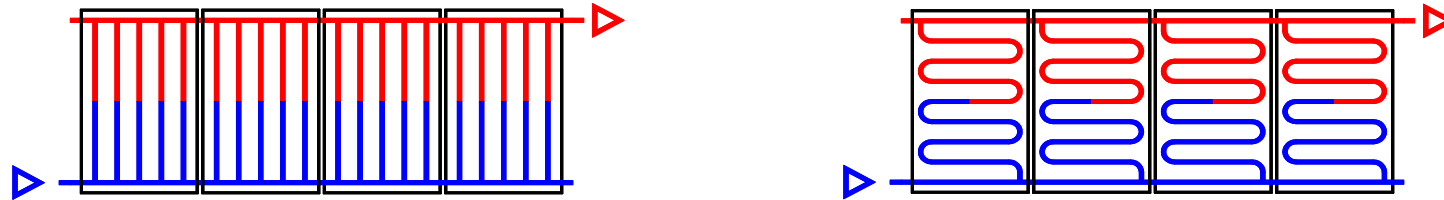
Caudal total se reparte entre los distintos colectores:

- Tienen la misma temperatura de entrada, y
- Si trabajan con el mismo caudal,
- la temperatura de salida es la misma

Al dividirse el caudal entre todos los colectores, la pérdida de carga es inferior que si todo el caudal pasase por uno sólo.

Lo más importante: asegurar la distribución del caudal

# CONEXIÓN DE COLECTORES EN PARALELO INTERNO



Cuando los colectores disponen de:

- Tubos distribuidores internos, y
- Cuatro conexiones

Se utilizan los distribuidores como tuberías de reparto:

- importante ahorro de tuberías exteriores
- reducción de las pérdidas térmicas

Para asegurar la distribución del caudal: número de colectores y los rangos de caudal limitados por el fabricante



# CONEXIÓN DE COLECTORES EN SERIE



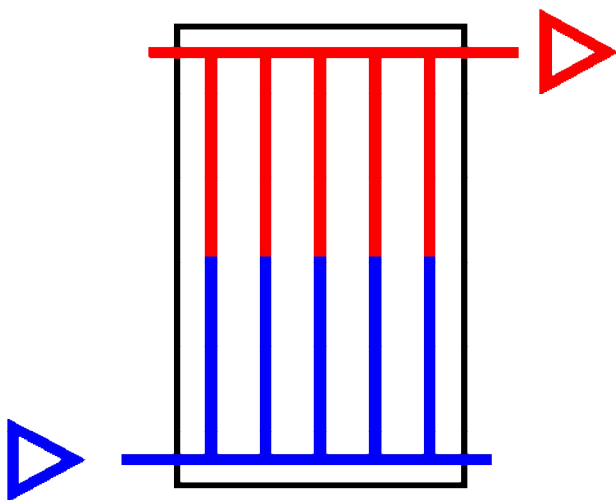
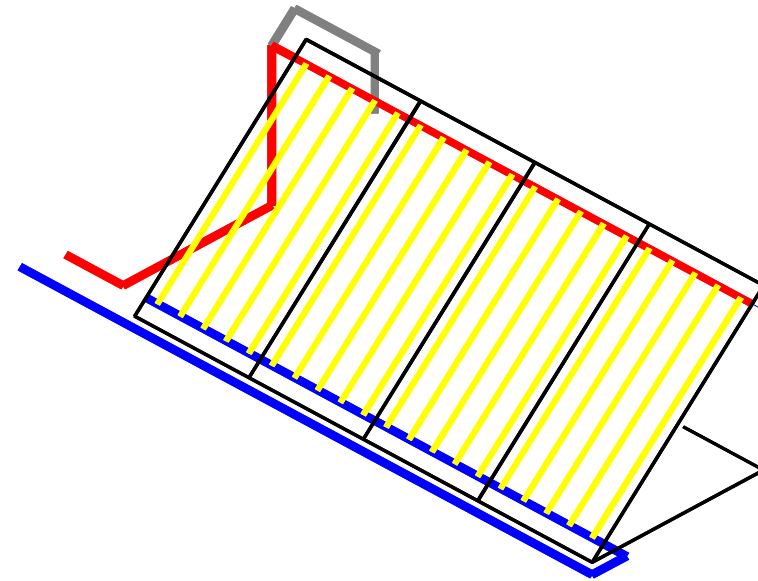
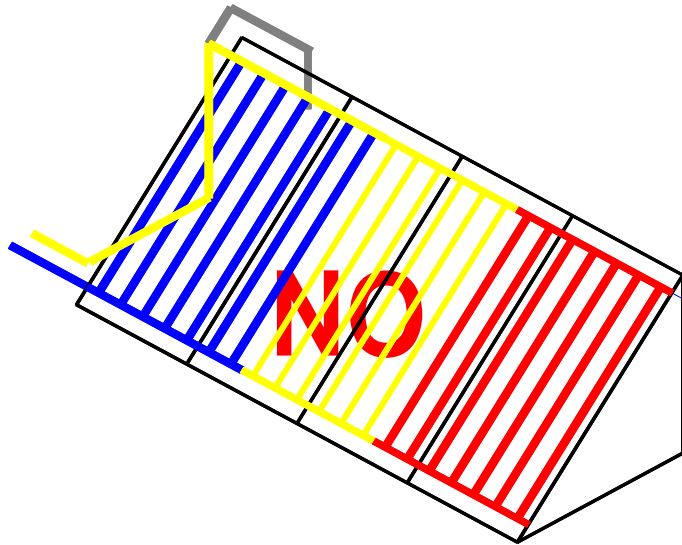
El caudal total recorre cada uno de los colectores de la batería:

- Se garantiza el mismo caudal para todos
- La temperatura de salida de uno es la de entrada del siguiente, con lo que los rendimientos de los distintos colectores van disminuyendo

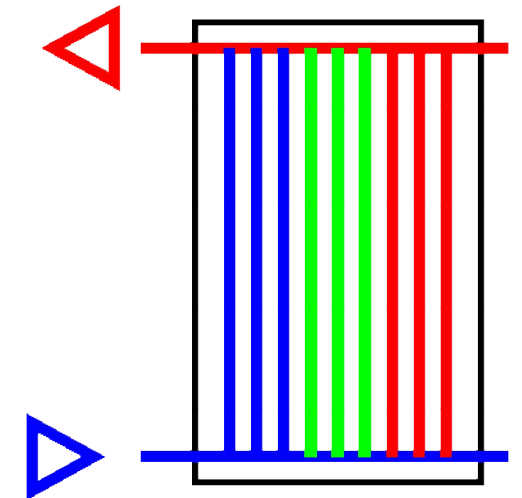
La pérdida de carga de la batería es suma de las pérdidas de carga de cada uno de los colectores.

Lo más importante: controlar la pérdida de carga total

# CONEXIONADO EXTERIOR DE UNA BATERÍA

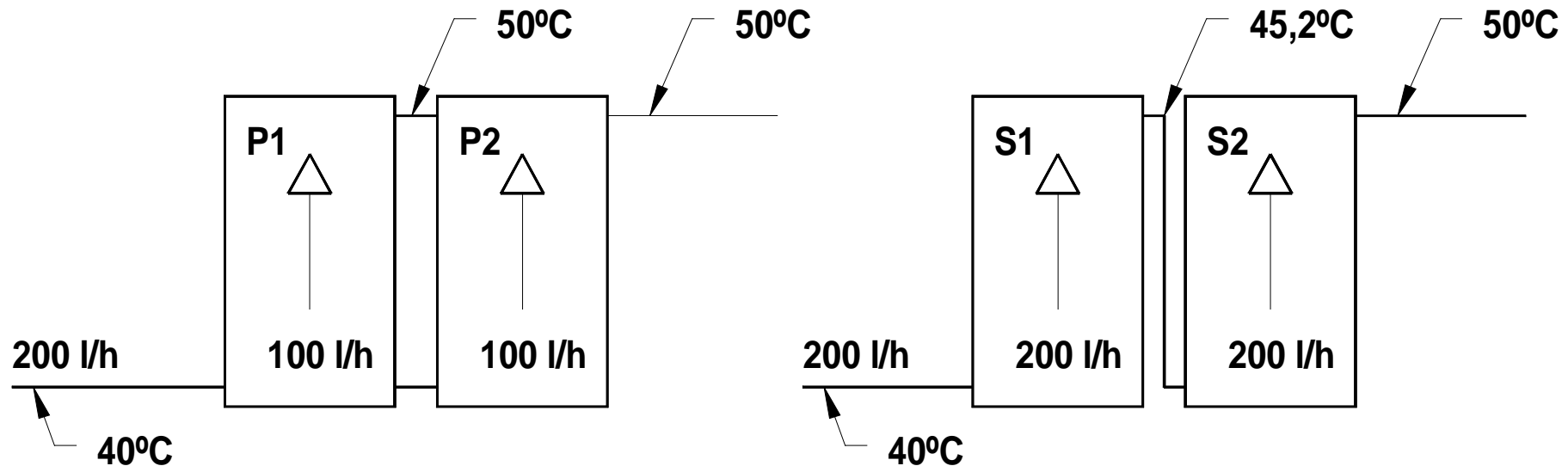


- Por defecto: lados distintos para equilibrar.
- Análisis detallado en función de: la configuración y los caudales de diseño



# EJEMPLO DE CONEXIONADO DE COLECTORES 1

Analizar el conexionado en paralelo y en serie de dos colectores de  $2 \text{ m}^2$  cada uno por los que circula el mismo caudal de  $200 \text{ l/h}$  y cuya temperatura de entrada es de  $40^\circ\text{C}$ . Se supone que la irradiancia incidente es de  $1.160 \text{ W/m}^2$



## EJEMPLO DE CONEXIONADO DE COLECTORES 2

Para los colectores conectados en paralelo, el caudal se distribuye por igual en ambos colectores y, si se supone un rendimiento del 50%, se producirá un incremento de temperatura de:

$$1.160 * 0,864 * 2 * 0,5 / 100 = 10K$$

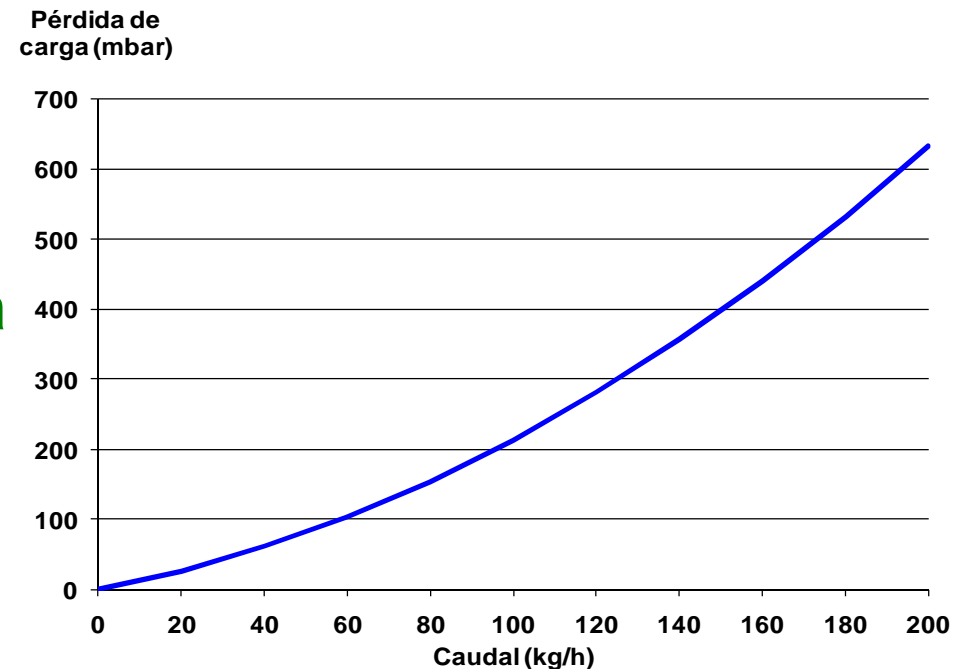
Para los colectores conectados en serie, todo el caudal atraviesa el primer colector y, debido al mayor caudal, el rendimiento debe ser algo mayor; si suponemos que es del 52%, se producirá un incremento de temperatura de  $1.160 * 0,864 * 2 * 0,52 / 200 = 5,2$  K. Pero el segundo colector, ya tendrá una temperatura de entrada superior (45,2°C), si suponemos que es del 48% el incremento de temperatura será de 4,8K con lo que el resultado final sería el mismo. En la práctica puede ser muy parecido.

Hay que verificar que los caudales específicos por colector están en el rango recomendado por el fabricante.

# EJEMPLO DE CONEXIONADO DE COLECTORES 3

Si se analiza la pérdida de carga, y se supone que el gráfico adjunto es el representativo del colector, lo que ocurre es que:

- Para la conexión en paralelo (caudal de 100 kg/h) la pérdida de carga es pequeña y corresponde prácticamente a la un colector (214 mbar en la figura).
- Para la conexión en serie (caudal de 200 kg/h) , la pérdida de carga es muy superior (633 mbar en la figura), pero además hay que contabilizar la de los 2 colectores en serie (serían más de 1.266 mbar)



# EJEMPLO DE CONEXIONADO DE COLECTORES 4

Comparar los resultados (temperaturas de salida y rendimientos) si los caudales de entrada pasan a 100 kg/h.

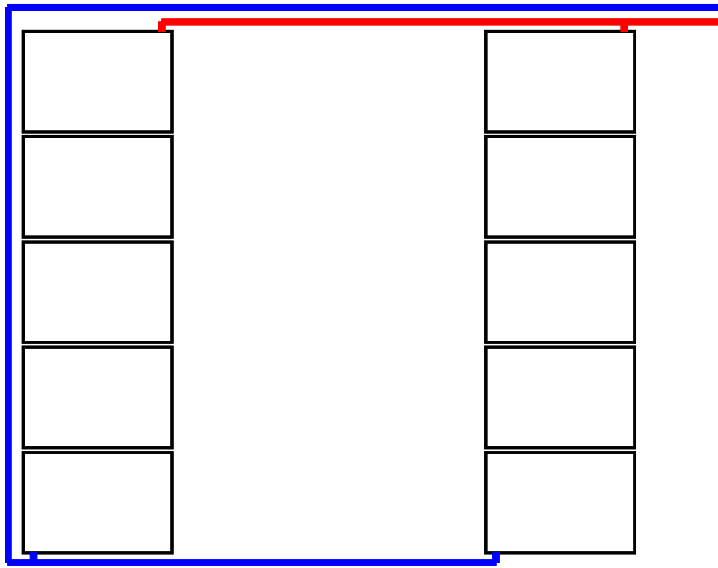
Analizar la influencia de la pérdida de carga de la batería cuando se incorporan en circuitos de:

- Baja pérdida de carga
- Elevada pérdida de carga

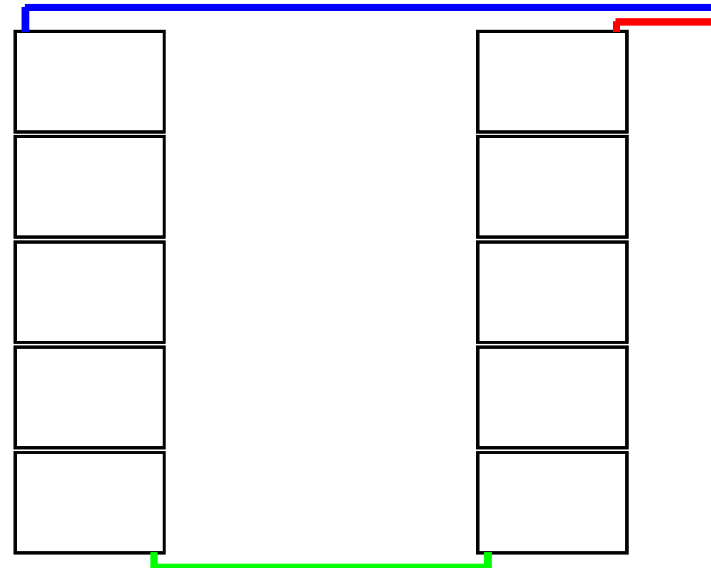
Analizar cómo afecta al rendimiento global el desequilibrio de caudales de los colectores en paralelo

Analizar las pérdidas de carga de 3 tipos diferentes de colectores

# CONEXIONES DE BATERÍAS EN SERIE Y PARALELO



PARALELO



SERIE

# CONEXIONES DE BATERÍAS EN SERIE Y PARALELO

En paralelo:

Caudal total se reparte entre las distintas baterías. Como todas tienen la misma temperatura de entrada, si trabajan con el mismo caudal, la temperatura de salida es la misma

La pérdida de carga es inferior que si todo el caudal pasase por una batería.

Lo más importante: asegurar la distribución del caudal

En serie:

El caudal total recorre cada una de las baterías y se garantiza el mismo caudal para todas. La temperatura de salida de una es la de entrada de la siguiente, y los rendimientos de la serie de baterías van disminuyendo.

La pérdida de carga es la suma de las pérdidas de carga de cada una de las baterías.

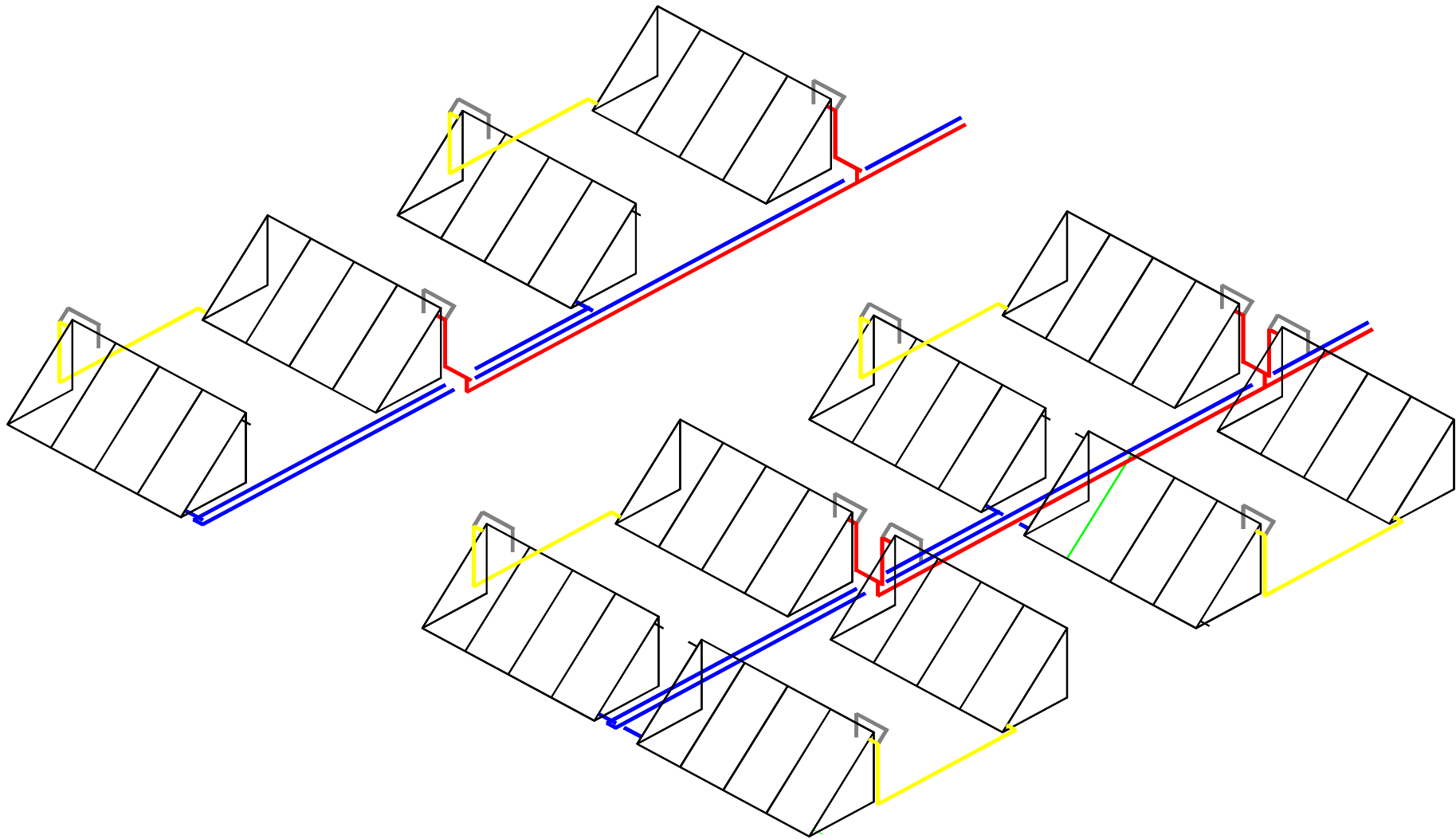
Lo más importante: controlar la pérdida de carga total



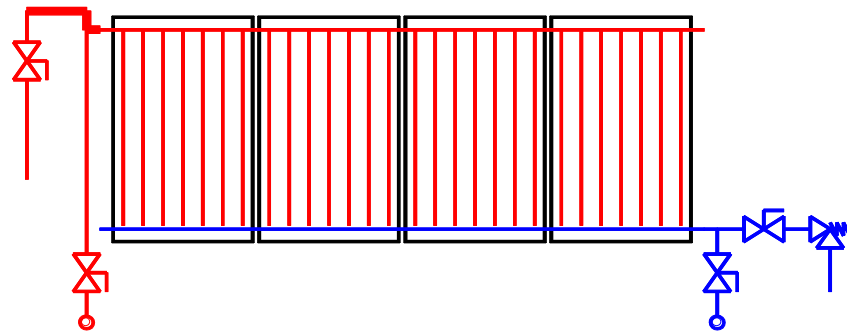
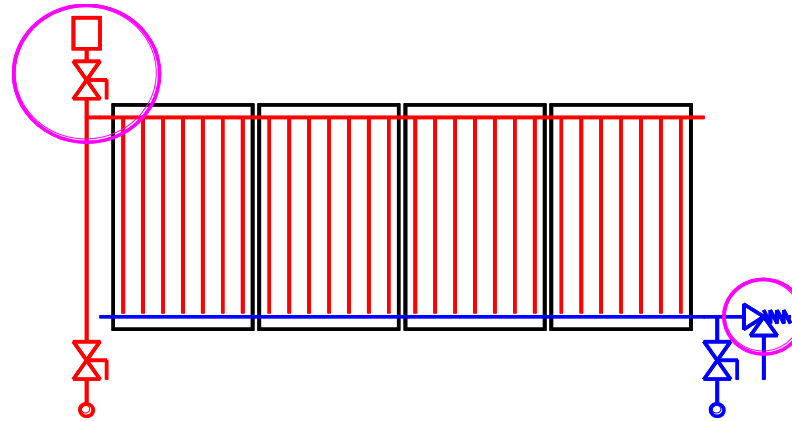
# AGRUPACIÓN Y SECTORIZACIÓN

- Grupos de baterías de captadores
  - Conexionado
  - Condiciones de equilibrado
- Sectorización del campo de captadores
  - para independizar grupos de captadores (no baterías)
  - criterios de sectorización
    - por disposición de espacios
    - por selección del proyectista (fiabilidad y mantenimiento)
  - nivel de sectorización
    - pequeñas (menores de 10m<sup>2</sup>): 100% (1 grupo)
    - medianas (entre 10 y 100 m<sup>2</sup>): 50 a 20 % (de 2 a 5 grupos)
    - grandes (mayores de 100m<sup>2</sup>): 20 a 10% (de 5 a 10 grupos)

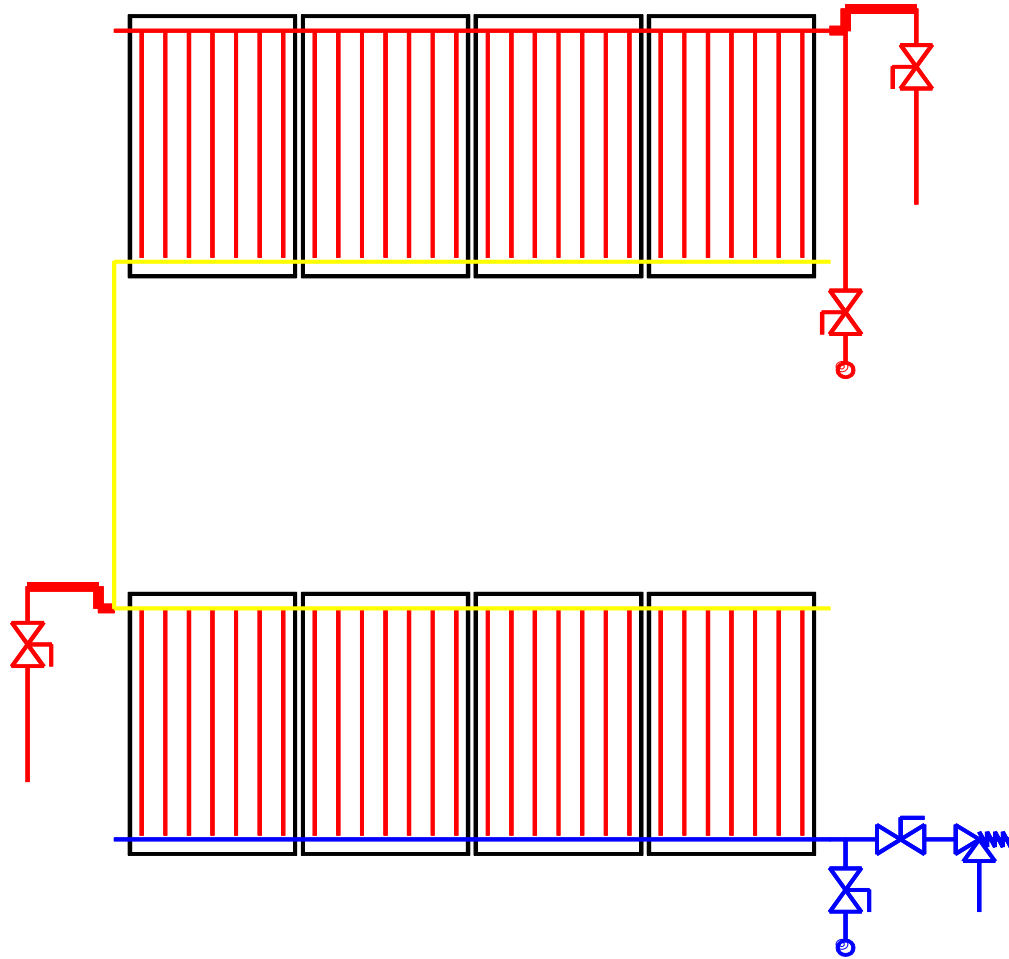
# AGRUPACIÓN DE BATERÍAS



# CONEXIONADO DE UNA BATERÍA

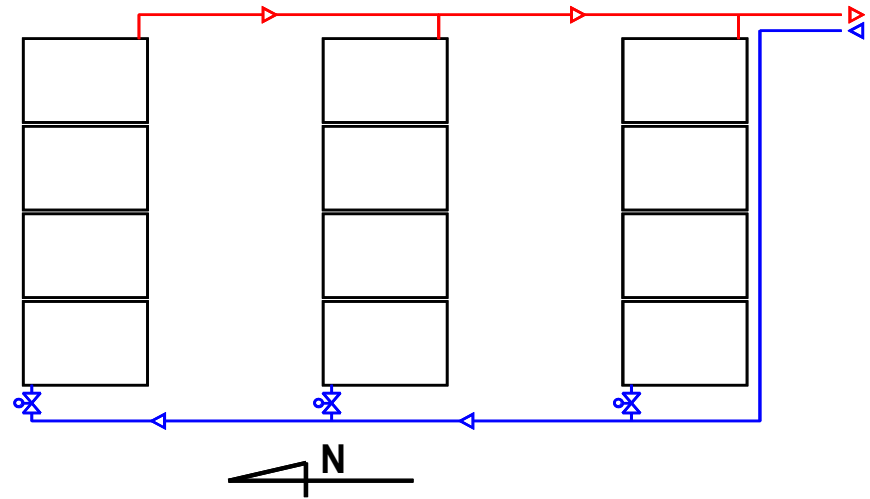
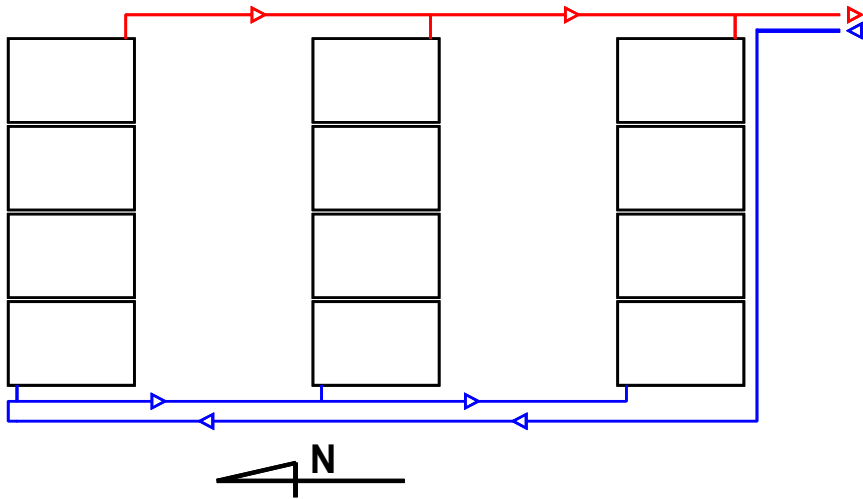


# CONEXIONADO DE BATERÍAS EN SERIE



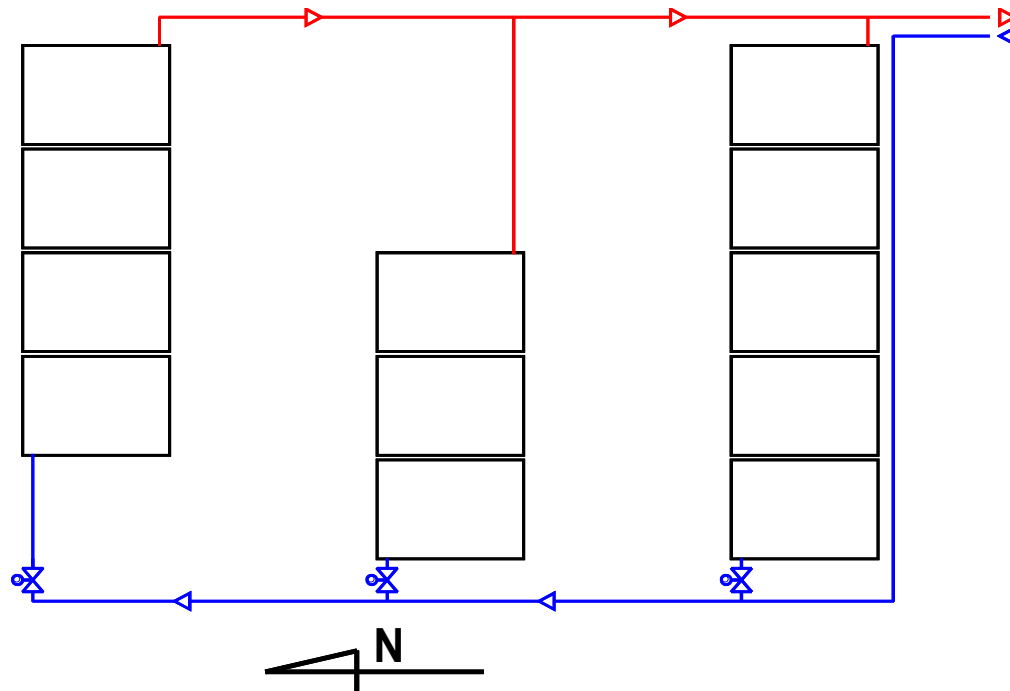
# EQUILIBRADO DE CIRCUITOS

- Para equilibrar conexiones en paralelo se utiliza:
  - Retorno directo con válvulas de balanceo
  - Retorno invertido
- Es aplicable tanto a baterías como a grupos de baterías



# EQUILIBRADO DE CIRCUITOS

Para equilibrar conexiones en paralelo de baterías de distinto tamaño se deberán utilizar válvulas de equilibrio:

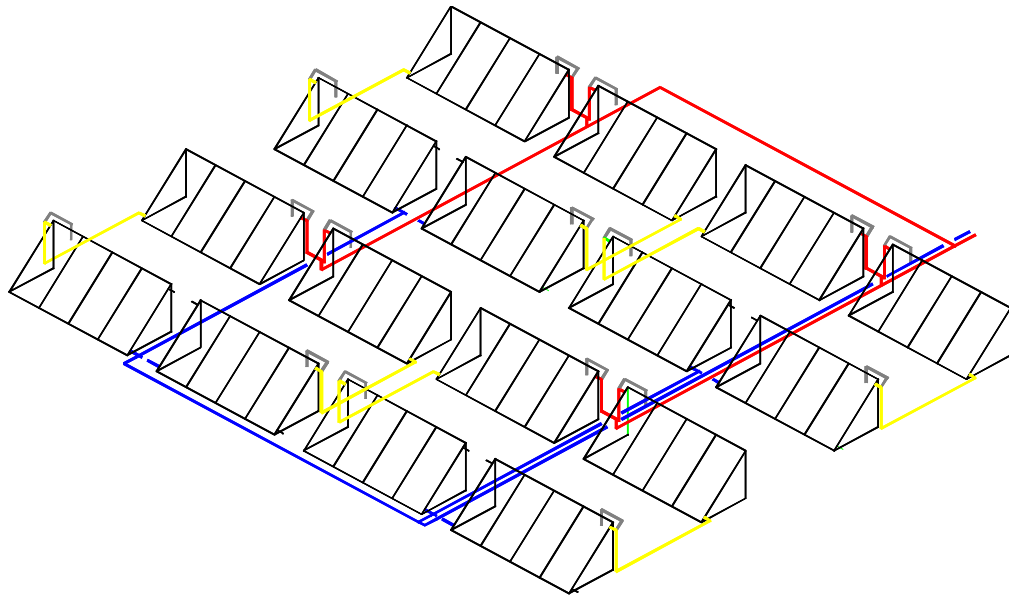
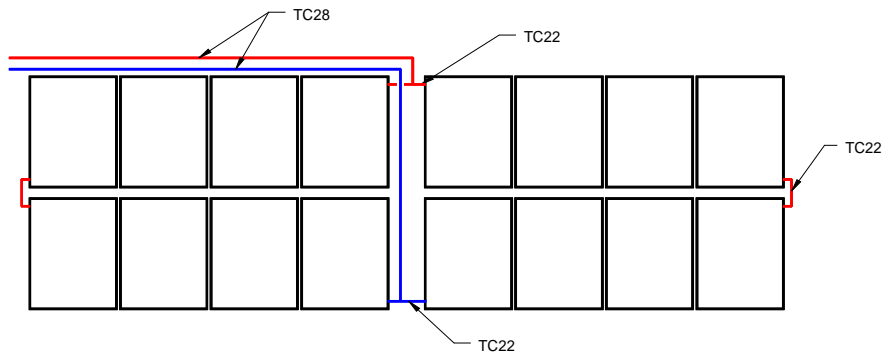


# CIRCUITO HIDRÁULICO

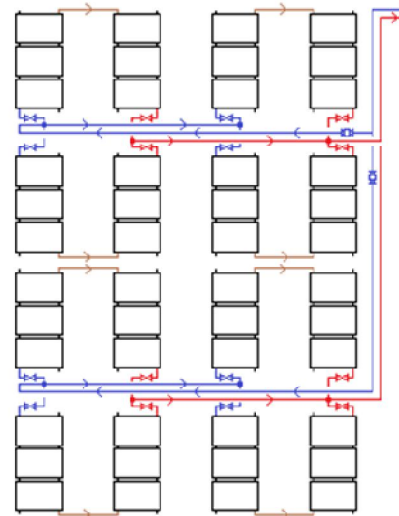
- Equilibrado de todos los circuitos
- Minimizar las pérdidas de carga
- Minimizar las pérdidas térmicas:
  - reduciendo la longitud total del trazado
  - ajustando los caudales de circulación
  - priorizando al trazado corto del tramo caliente



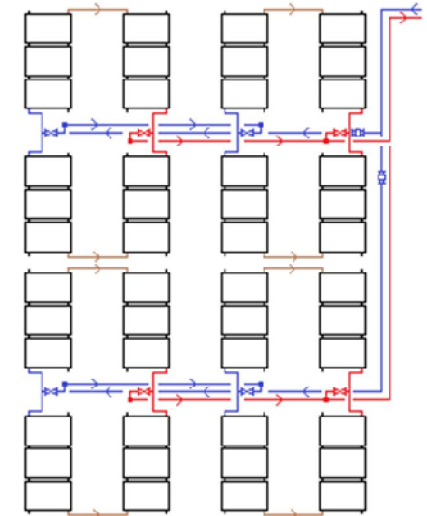
# EJEMPLOS DE TRAZADO HIDRÁULICO DE CIRCUITOS



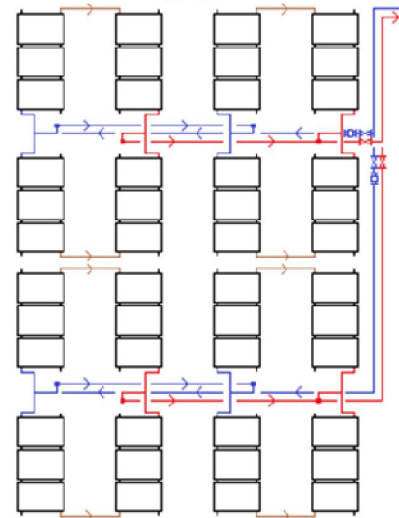
**Solución 1: 8 grupos de 2 baterías**



**Solución 2: 4 grupos de 4 baterías**



**Solución 3: 2 grupos de 8 baterías**



**Solución 4: 1 grupo de 16 baterías**

