

**Corso di**

---

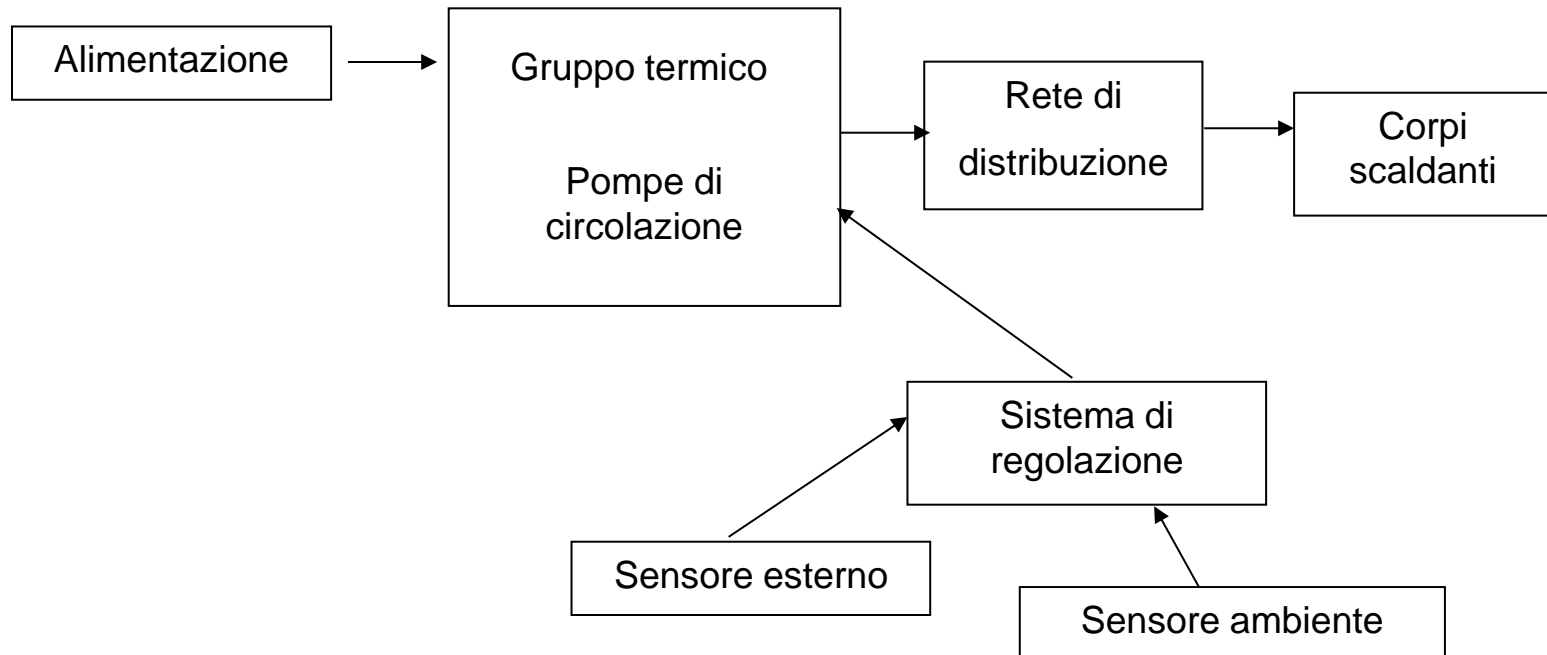
**IMPIANTI TECNICI per l'EDILIZIA**

**IMPIANTI RISCALDAMENTO**  
**Descrizione**



Prof. Paolo ZAZZINI  
Dipartimento INGEO  
Università "G. D'Annunzio" Pescara  
[www.lft.unich.it](http://www.lft.unich.it)

**“Impianto termico”**: *Impianto tecnologico destinato alla climatizzazione degli ambienti, con o senza produzione di acqua calda per usi igienico-sanitari, o alla sola produzione di acqua calda per gli stessi usi, comprendente i sistemi di produzione, distribuzione e utilizzazione del calore nonché gli organi di regolazione e controllo (DPR 412/93).*



Gli impianti di riscaldamento hanno l'obiettivo di *mantenere all'interno dell'ambiente condizioni termiche di benessere* in **regime invernale**.

In realtà consentono solo il controllo della **temperatura dell'aria**. Non controllano **l'umidità relativa, la velocità dell'aria** e la **temperatura media radiante** .

In molti casi **quest'ultima non è molto diversa da quella dell'aria** a meno di situazioni particolari (es. presenza di grosse superfici vetrate o di corpi scaldanti di grosse dimensioni, etc.)

Si distinguono le seguenti **tipologie**:

**Impianti di teleriscaldamento:** Impianti termici in cui la produzione del calore avviene a grande distanza dalle utenze alle quali viene distribuito attraverso una apposita rete di trasporto. La produzione di calore è in genere accoppiata alla produzione di energia elettrica (**centrali di cogenerazione**) e la distribuzione può servire un intero agglomerato urbano (teleriscaldamento urbano)

**Impianti centralizzati:** Impianti termici che producono il calore necessario a riscaldare un intero edificio o un insieme di edifici (complesso condominiale)

**Impianti autonomi:** Impianti termici unifamiliari destinati a riscaldare una sola unità abitativa

I componenti principali di un impianto di riscaldamento sono:

### **Generatore di calore**

Fornisce al fluido termovettore (acqua) il calore necessario

### **Vaso di espansione**

Serve ad assorbire le dilatazioni termiche dell'acqua dallo stato di densità massima (impianto spento) a quello di densità minima (impianto funzionante)

### **Rete di distribuzione**

Grazie ad una o più pompe di circolazione consente la circolazione dell'acqua nel circuito dal generatore di calore ai corpi scaldanti e ritorno

### **Utilizzatori /corpi scaldanti**

Utilizzano il contenuto entalpico dell'acqua riscaldata nel generatore scambiando calore con l'aria ambiente per portarla ai valori richiesti dalle esigenze di comfort

### **Sistema di regolazione e di contabilizzazione**

Serve a mantenere le condizioni climatiche interne costantemente ai livelli di comfort

# Impianti centralizzati

Rete di distribuzione:

A **colonne montanti** a circolazione naturale o forzata

A **zone con circolazione** forzata in verticale

Distribuzione orizzontale:

ad anello **monotubo**

ad anello a **due tubi**

a collettori **complanari**

## Impianto centralizzato a colonne montanti

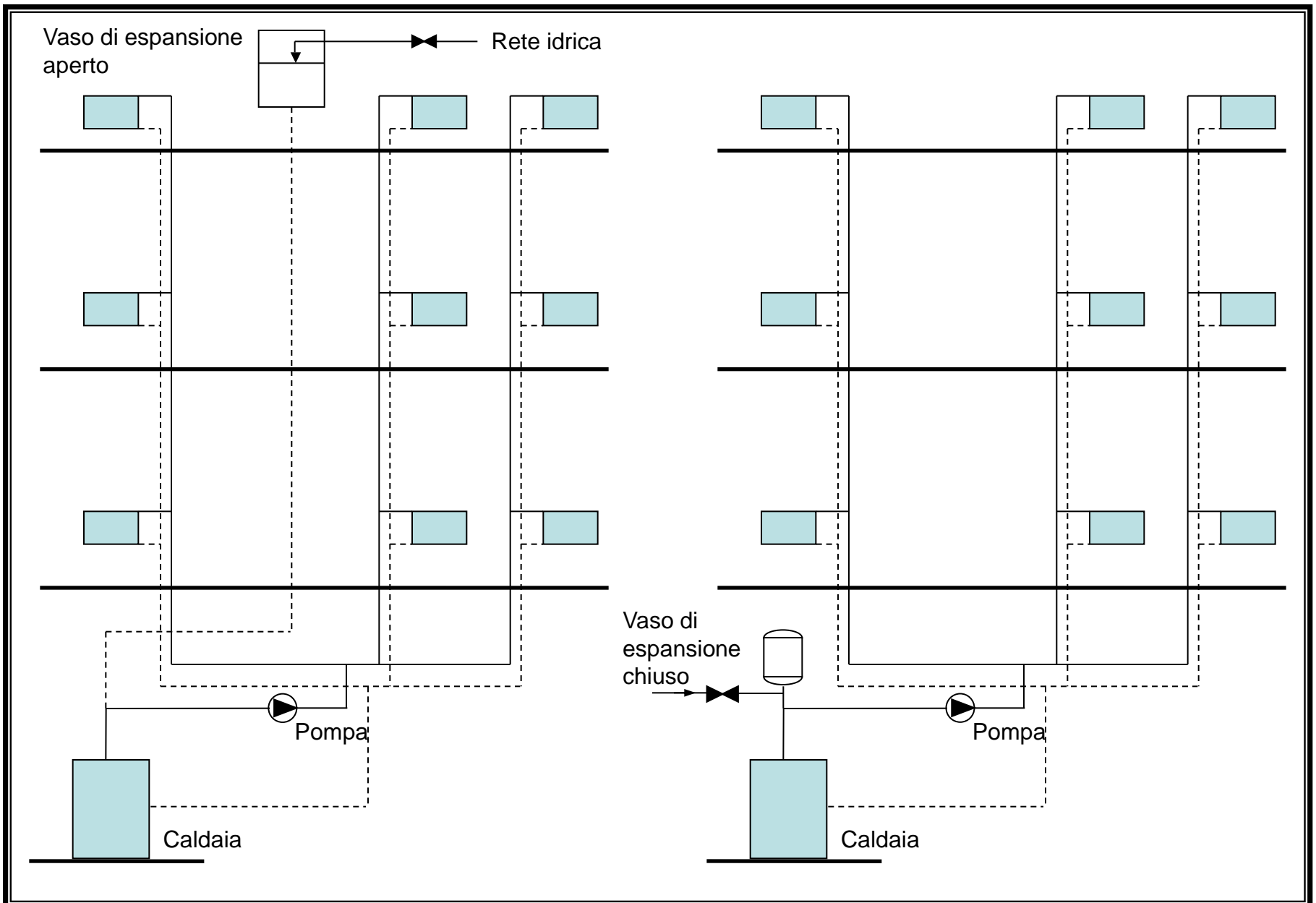
L'impianto prevede un apposito locale tecnico dove è collocato il **generatore di calore** (caldaia) che produce acqua calda ad una temperatura inferiore a 100°C che viene inviata ai corpi scaldanti ai piani attraverso una **rete di distribuzione verticale/orizzontale** di acciaio, rame o materiale plastico.

Le dimensioni e le **caratteristiche** del **locale tecnico** rispondono a **requisiti di sicurezza** dettati dalle norme vigenti.

In passato la **circolazione** era **naturale**, con la **forza "idromotrice"** fornita dalla **differenza di densità** dell'acqua tra **mandata** e **ritorno** e del **dislivello massimo** dell'impianto

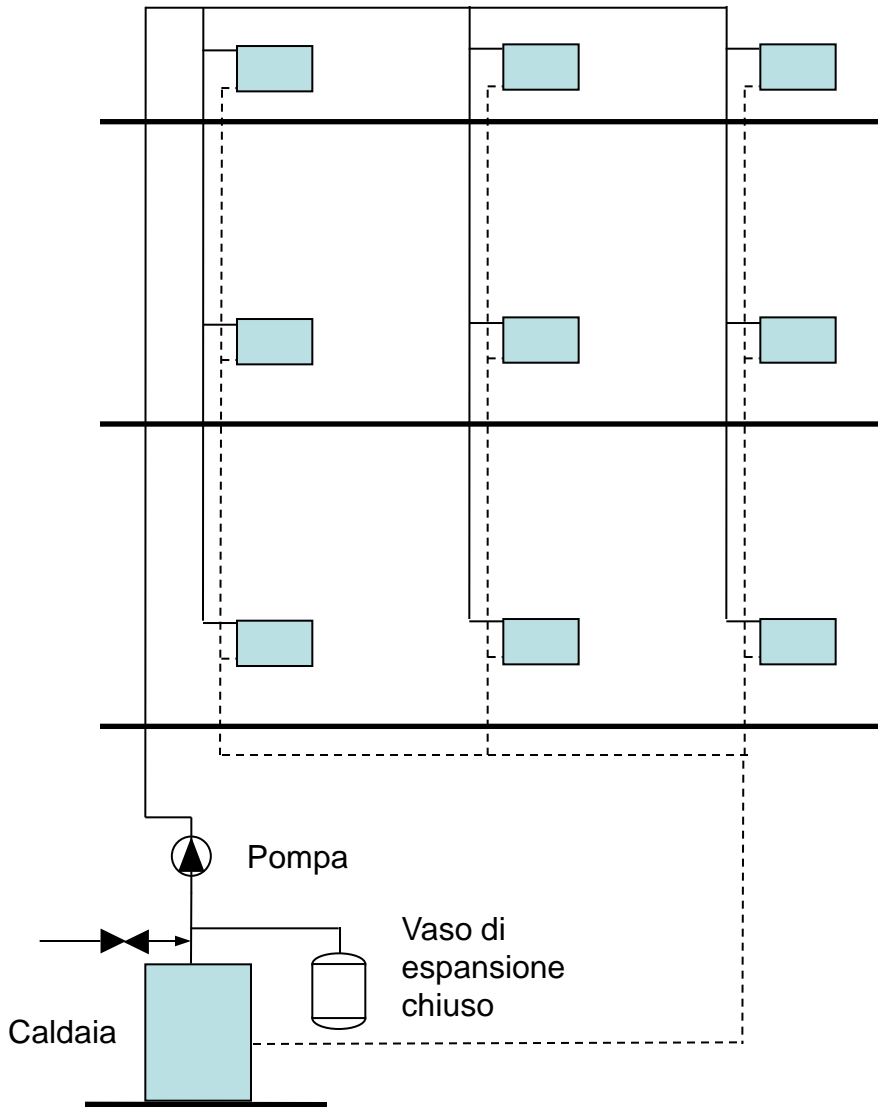
$$H = h \cdot g \cdot (\rho_r - \rho_a) \quad \left[ m \cdot \frac{m}{s^2} \cdot \frac{kg}{m^3} = kg \cdot \frac{m}{s^2} \cdot \frac{1}{m^2} = \frac{N}{m^2} = Pa \right]$$

Oggi si adotta la circolazione forzata mediante **pompe di circolazione**





## Impianto a pioggia

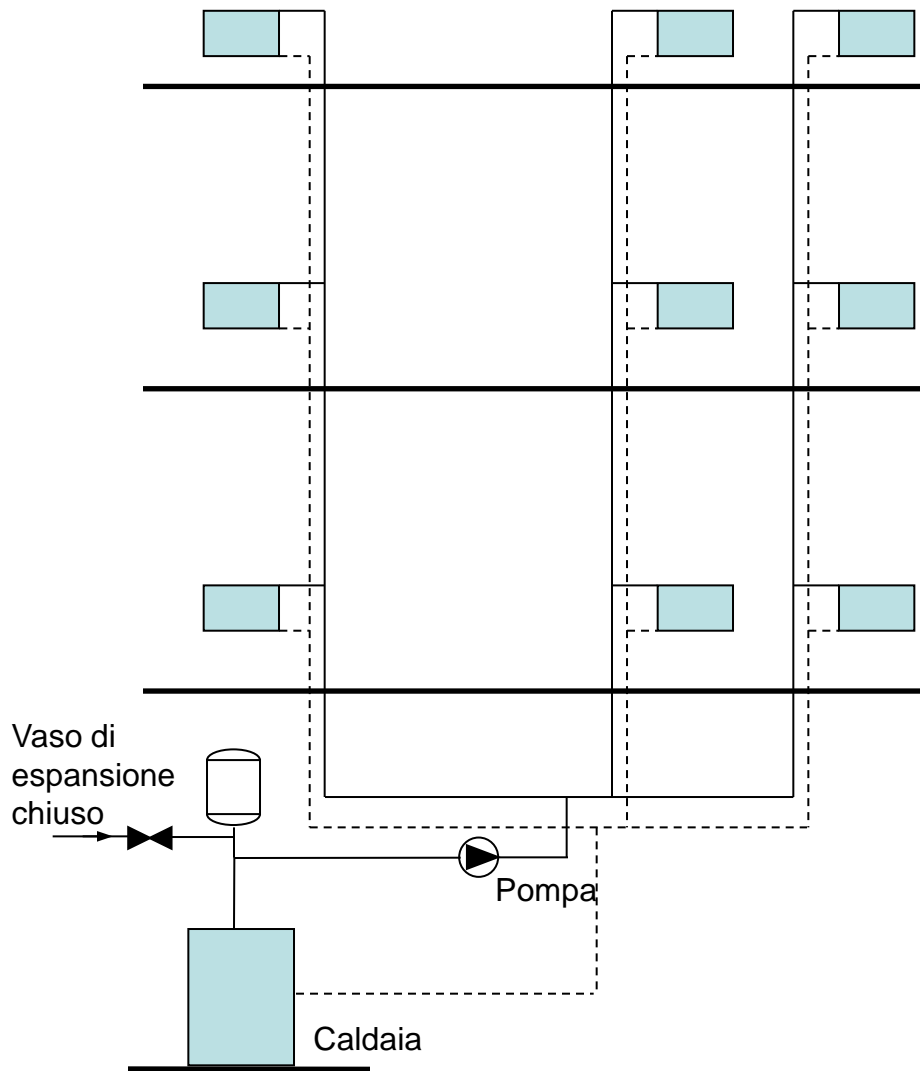


Schema più **antico**, che in passato prevedeva la **circolazione naturale**.

I tubi verticali di mandata e di ritorno sono collegati ad **utilizzatori di diversi piani**.

In presenza di **circolazione forzata**, l'acqua continua a circolare anche dopo l'interruzione del funzionamento della pompa.

## Impianto a sorgente



Le **tubazioni principali** sono collocate a soffitto nel piano più basso dell'edificio.

Da queste partono **colonne montanti verticali**, di mandata e di ritorno collegate ai terminali dei diversi piani

Un certo numero di **colonne montanti verticali** di mandata e di ritorno sono poste **sulle pareti perimetrali esterne** dell'edificio, dove solitamente sono posizionati i corpi scaldanti.

A ciascuna colonna montante vengono allacciati almeno due corpi scaldanti per ridurre il numero delle colonne stesse

Inconvenienti:

**Molte tubazioni verticali** in corrispondenza delle **pareti perimetrali** dove solitamente si trovano i corpi scaldanti (**elevate dispersioni**)

**Necessità di bilanciamento** delle portate nelle **singole colonne** montanti **mediante valvole** poste **alla base** e mediante **valvole** poste **su ogni radiatore**

I vari tratti di circuiti devono presentare **perdite di carico confrontabili** perché **serviti dalla stessa pompa** (possibili disfunzioni a causa di qualche utente).

Difficoltà di **contabilizzazione** dei consumi delle singole utenze

## Impianti centralizzati a zone

Si distinguono diverse zone termicamente omogenee nell'edificio:

ad esempio le unità abitative in un edificio condominiale, zone con la medesima esposizione, occupazione ... (omogeneità di carico termico) negli edifici pubblici o destinati a uffici, attività commerciali, etc.

Caratterizzati da **colonne montanti baricentriche** con distribuzione orizzontale:

ad anello **monotubo**

ad anello a **due tubi**

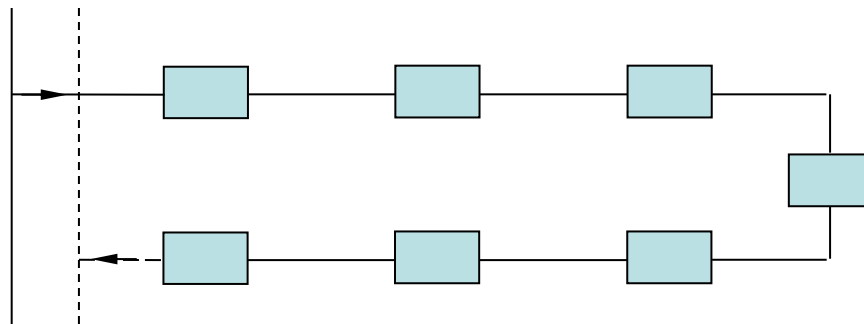
a collettori **complanari**

## Distribuzione orizzontale ad anello in derivazione monotubo

Dalla caldaia si diramano le tubazioni verticali di mandata e di ritorno cui si allaccia un **unico tubo per ogni zona termica** del singolo piano

Impianto di **semplice dimensionamento e realizzazione e poco costoso** (minore lunghezza dei tubi necessari e ridotte opere murarie)

Rapida messa a regime, **bassa inerzia**

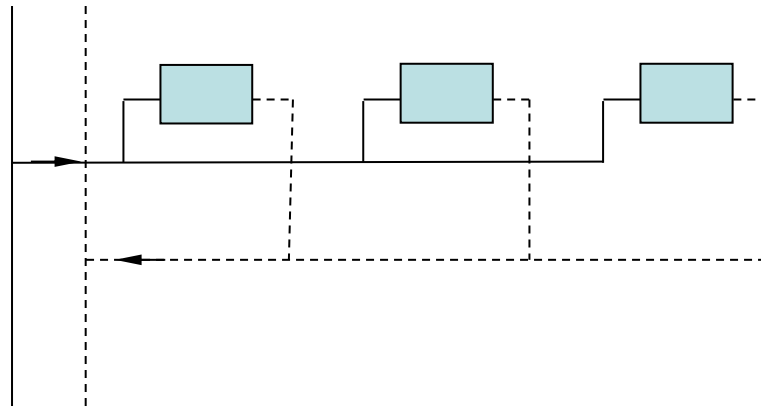


Alimentazione dei **corpi scaldanti in serie**:

**temperature di alimentazione decrescenti** lungo il circuito → necessità di **sovradimensionare gli ultimi corpi** a parità di potenza erogata;  
la manutenzione su un corpo scaldante comporta l'**interruzione** del circuito

## Distribuzione orizzontale in derivazione a due tubi

**Alimentazione in parallelo** dei singoli corpi scaldanti: **in ciascuno** di essi l'acqua entra alla **temperatura massima**



Nei diversi tratti del circuito di mandata e di quello di ritorno circolano **portate diverse** a seconda del **numero di c.s.** da servire o da cui si effettua il ritorno.

La portata **diminuisce nel tubo di mandata** ogni volta che viene servito un corpo scaldante ed **aumenta nel tubo di ritorno** in ordine inverso.

La **diversa lunghezza dei vari rami** (alla mandata più breve corrisponde il **ritorno più breve**, mentre alla mandata più lunga corrisponde il **ritorno più lungo**) comporta **problemi di bilanciamento** fluidodinamico del circuito.

Infatti i **vari circuiti in derivazione** sono soggetti a **perdite di carico differenti**: quello che serve **l'ultimo corpo scaldante** è soggetto a **perdite maggiori** del primo per la maggiore lunghezza dei tubi di mandata e di ritorno

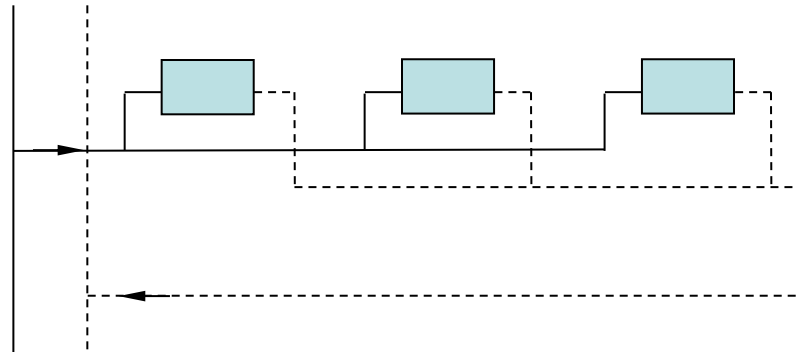
Poiché tutti i circuiti sono serviti dalla **medesima pompa**, che imprime lo **stesso salto di pressione (prevalenza)**, in un impianto non bilanciato il corpo scaldante più vicino alla derivazione sarà sovralimentato e quello più lontano sottoalimentato. L'effetto sarà un **diverso riscaldamento dei corpi scaldanti** che provocherà una **riduzione di efficienza** di quelli più lontani rispetto ai più vicini.

Per effettuare il bilanciamento sarà necessario agire sui **detentori** dei corpi scaldanti, oppure su valvole di bilanciamento delle pressioni.

## Distribuzione orizzontale in derivazione a due tubi a ritorno inverso

Il **circuito** a due tubi a **ritorno diretto** è **economico** per la **ridotta lunghezza dei tubi**, ma la necessità di utilizzare **organi di regolazione** della portata e/o della pressione può **vanificare il risparmio** ottenibile

In alternativa si può adottare un **circuito** a due tubi a **ritorno inverso**

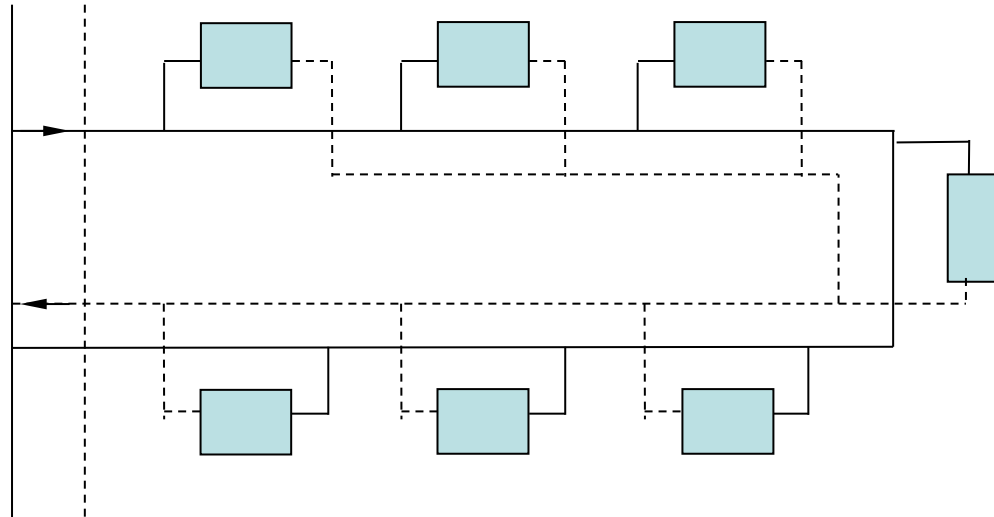


Tre tubazioni sono disposte parallelamente tra di loro per un lungo tratto dell'impianto, in modo tale che alla **mandata più breve** corrisponde il **ritorno più lungo**.

In questo modo si realizza un circuito più **costoso** ma **intrinsecamente bilanciato** (le varie derivazioni hanno **lunghezze confrontabili**, quindi **perdite di carico simili**) il cui il maggior costo è bilanciato dalla necessità quasi nulla di adottare organi di bilanciamento



## Distribuzione orizzontale in derivazione a due tubi a ritorno inverso ad anello

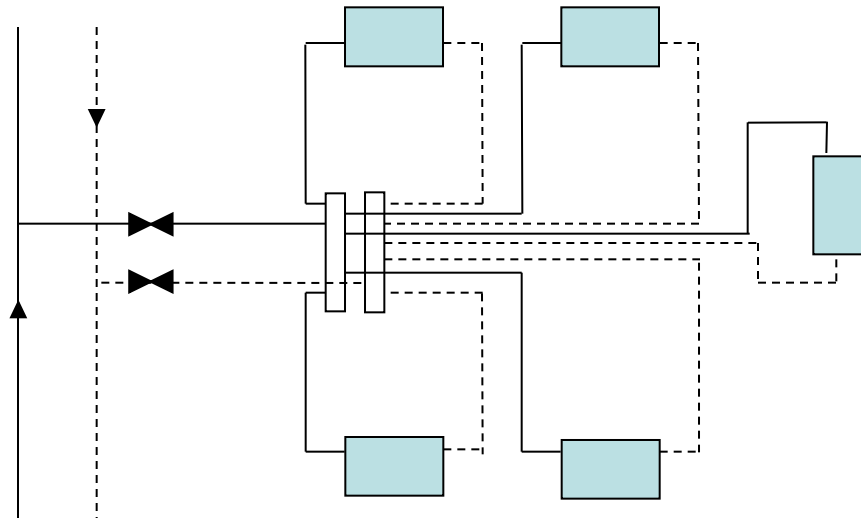


Particolare **circuito** a due tubi **a ritorno inverso** con disposizione dei **corpi scaldanti lungo le pareti perimetrali esterne**

Particolarmente adatto nelle **applicazioni suscettibili di modifiche** alla disposizione interna dei tramezzi

## Circuito a due tubi a collettore complanare

Un collettore alimenta in parallelo tutti i corpi scaldanti, ciascuno con un circuito indipendente



Le condizioni di mandata e di ritorno per ogni c.s. sono tra di loro molto simili se il **collettore** è **baricentrico** e i **diversi rami** hanno **lunghezze confrontabili**

Dal collettore parte **una mandata distinta per ogni corpo scaldante** che distribuisce l'acqua in **quantità (portata)** e alla **temperatura** necessarie per fornire il **calore** pari al **carico termico** che quel terminale deve gestire

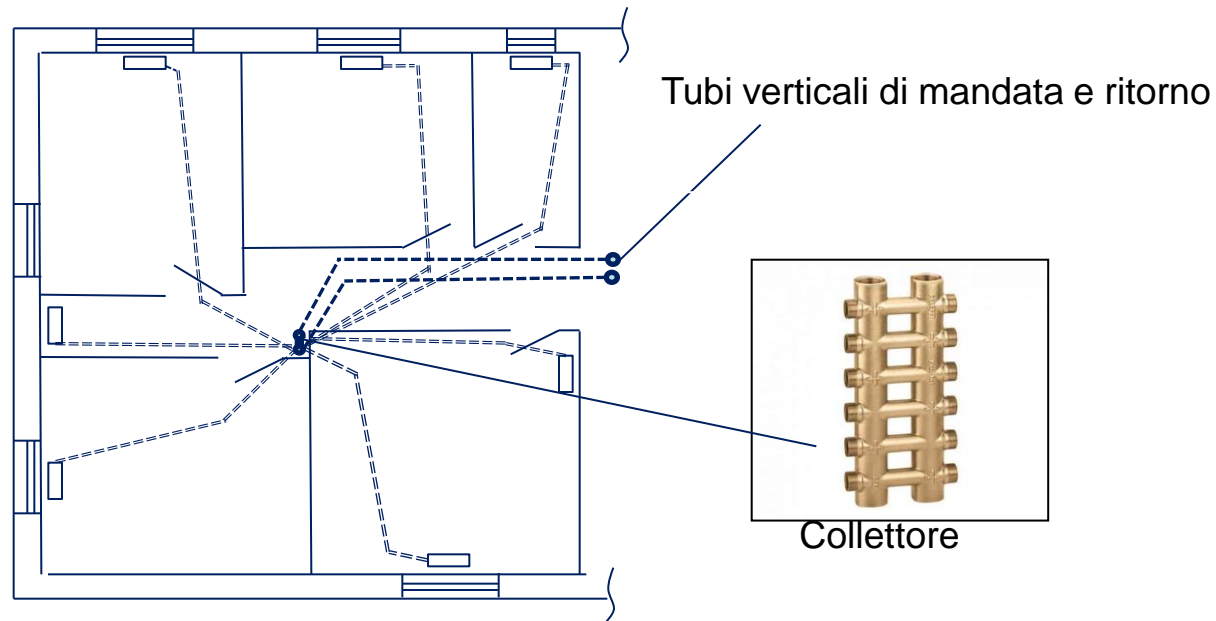
La **posizione baricentrica** del collettore consente di limitare lo sviluppo lineare dei circuiti

Con gli impianti a zone a circolazione forzata si hanno i seguenti **vantaggi**:

numero limitato di **colonne montanti** posizionate **nella zona centrale** del fabbricato (minori dispersioni termiche);

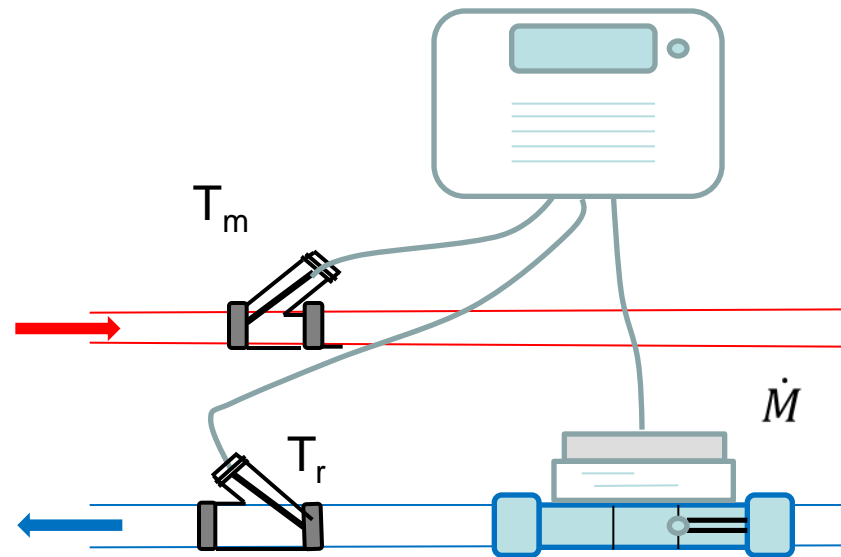
**installazione facilitata** per le tubazioni orizzontali rispetto ai sistemi a colonne montanti perimetrali;

Esempio di distribuzione orizzontale con **circuito a due tubi a collettore complanare**: i tubi di mandata e di ritorno dalle colonne montanti si collegano al collettore di ciascuna unità immobiliare



Adottando un sistema a **colonne montanti verticali baricentriche** con **distribuzione ai piani a collettore complanare** è sufficiente installare un **contatore** in corrispondenza delle **tubazioni di ingresso al singolo appartamento**, cioè uno per ogni unità immobiliare, per effettuare la **tariffazione individuale** mediante **contabilizzazione diretta**

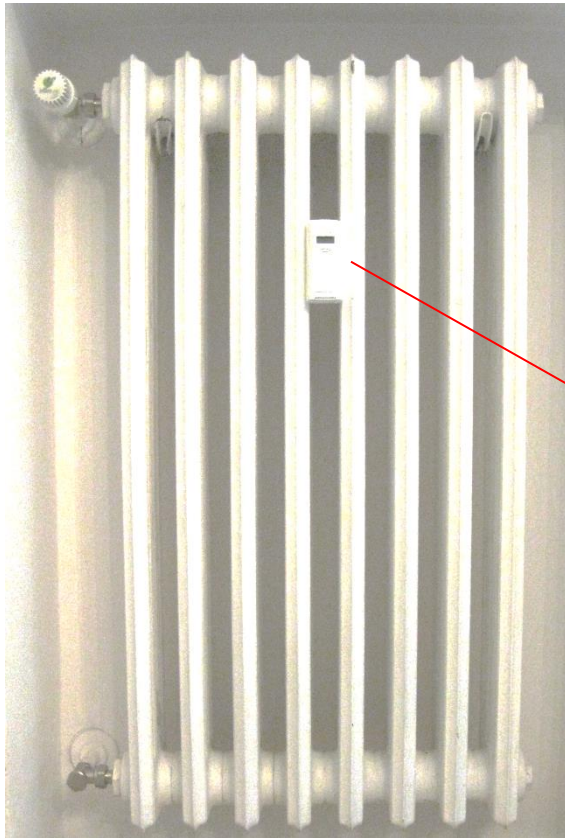
Nella **contabilizzazione diretta** l'unità elettronica determina la quantità di calore utilizzata misurando le due **temperature di mandata e di ritorno** e la **portata d'acqua** di alimentazione



$$\dot{Q} = \dot{M}c_p(T_m - T_r)$$

## Contabilizzazione indiretta del calore

Negli impianti con **colonne montanti verticali** che servono **radiatori** di più utenti **ai diversi piani** si verifica **l'impossibilità** di creare **zone termiche separate**).



Essendo **impossibile misurare** la **portata** che serve complessivamente la singola unità abitativa, si adotta un sistema di **contabilizzazione indiretta**.



La **potenza termica erogata** da ogni radiatore può essere **calcolata** da un **ripartitore di calore**, posizionato sul radiatore stesso, sulla base della **misura** della sua **temperatura superficiale**.

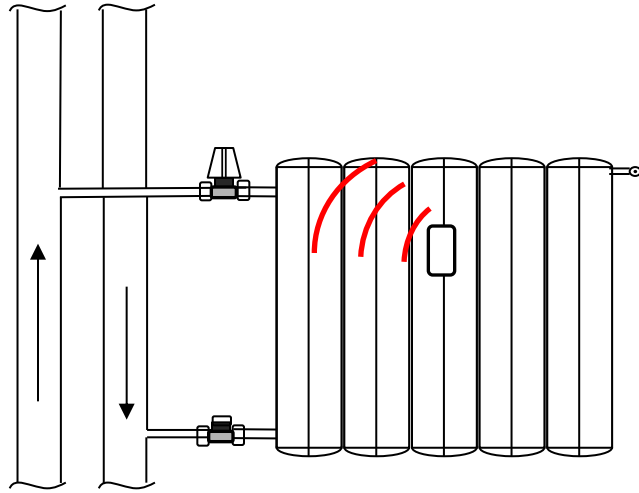
**Il ripartitore è abbinato ad una valvola termostatica in grado di regolare la potenza erogata.**

**La termoregolazione con valvole termostatiche e la contabilizzazione individuale con ripartitori di calore sono elementi collegati tra di loro che consentono risparmio energetico assicurando condizioni di comfort**

La **lettura** può essere effettuata mediante un **download dei dati via radio** direttamente dal ripartitore.

E' possibile anche **scaricare i dati a distanza** senza entrare nell'alloggio. In alternativa, **il ripartitore li invia via radio ad un concentratore** dati di palazzo che li riversa in una **postazione remota di gestione**





$$\dot{Q} = h_c \cdot A \cdot (T_s - T_a)$$

La **quantità di calore effettivamente erogata** da un radiatore è determinata dal ripartitore di calore in base alla **misura della temperatura superficiale** dello stesso e alle **caratteristiche tecniche** del radiatore che devono essere correttamente impostate per l'attendibilità del calcolo, in particolare:

- **Tipo di radiatore** (ghisa, acciaio, alluminio) secondo la classificazione della UNI 10200
- **Dimensioni:** altezza, larghezza, profondità
- **N° di elementi**



L'accoppiamento del **ripartitore** di calore ad una **valvola termostatica** consente di gestire il **riscaldamento della singola abitazione in maniera autonoma**, sfruttando i **vantaggi della gestione personalizzata** anche quando l'impianto è centralizzato, conservando al contempo i **maggiori rendimenti della generazione del calore centralizzata** rispetto a quella autonoma.

Le valvole termostatiche infatti sono in grado di funzionare senza energia ausiliaria mantenendo la **temperatura ambiente al valore impostato sulla ghiera** di regolazione e consentendo di utilizzare il **calore** solo nella **quantità strettamente necessaria**.

In questo modo si ottiene di fatto una **gestione indipendente** delle **spese di riscaldamento**, che vengono ripartite non più in modo millesimale, con l'imposizione uguale per tutti gli utenti degli **orari di funzionamento** dell'impianto, ma sulla base delle **scelte autonome di comfort** e **sull'effettivo consumo** dei singoli utenti

## VALVOLA TERMOSTATICA

La valvola termostatica è costituita da una vera e propria valvola con otturatore a pistone e da una testina termostatica, cioè un **regolatore di temperatura ambiente, cioè un elemento sensibile** alla temperatura dell'ambiente in cui è inserito, costituito da:

una **capsula contenente un fluido ad elevato coefficiente di dilatazione termica**, ed una **ghiera** su cui è possibile impostare un **valore di riferimento della temperatura ambiente**.

All'aumentare della temperatura, il **fluido si espande** e spinge il **pistone** della valvola ostruendo in parte il **passaggio dell'acqua di alimentazione** del radiatore.

La potenza erogata diminuisce e viene così regolata sulla temperatura ambiente.

In questo modo **si tiene conto del contributo** al riscaldamento degli **apporti gratuiti** (persone, apparecchiature, irraggiamento solare dalle finestre, etc.).



**Con le valvole termostatiche** installate, il sistema di regolazione riesce a tener conto di tutti i fattori che contribuiscono al riscaldamento dell'ambiente, per cui **gli apporti gratuiti contribuiscono a tenere la temperatura pari al valore di riferimento**, anziché produrre un surriscaldamento dell'ambiente

Un **impianto non dotato di valvole termostatiche** sui corpi scaldanti eroga invece costantemente la **potenza termica di pieno regime** anche in caso di diminuzione della richiesta di riscaldamento, che può verificarsi grazie al contributo degli **apporti gratuiti**.

In questo caso, si verifica **aumento della temperatura ambiente** che l'utente è portato a compensare ad esempio **aprendo le finestre**.

Inoltre le valvole termostatiche contribuiscono a **ridurre gli squilibri** tipici degli **impianti di vecchi condomini** in cui **alcuni utenti** sono serviti da **acqua a temperatura più elevata del necessario** (primi piani) ed **altri il contrario** (ultimi piani), dando luogo ad un **impianto termicamente squilibrato**.

Le valvole termostatiche riequilibrano automaticamente l'impianto distribuendo l'energia termica ad ogni utenza nella misura strettamente necessaria.

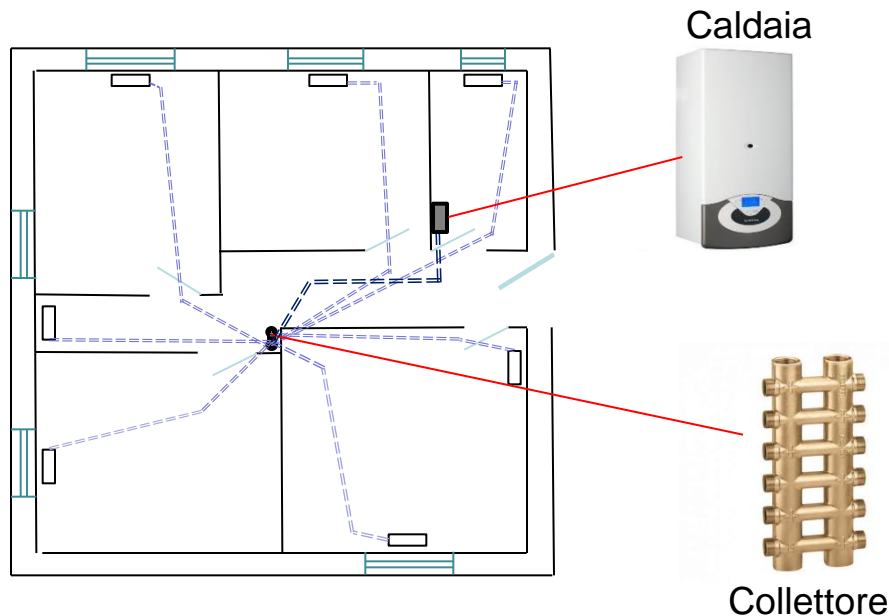
La **valvole termostatiche** sono molto utili negli impianti dotati di **generatori a condensazione** in cui il **massimo rendimento** si ottiene solo se i fumi prodotti nella combustione scambiano con **acqua sufficientemente fredda** da dar luogo al **fenomeno della condensazione**.

Con le valvole termostatiche, **i radiatori erogano** a regime solo la **potenza termica necessaria a mantenere la temperatura di comfort, riducendo la portata** di alimentazione mediante otturazione parziale della valvola rispetto alla fase di avviamento in cui è richiesta la potenza massima.

La **riduzione di portata** comporta una **velocità dell'acqua molto bassa** nell'attraversamento dello scambiatore, consentendo uno **scambio termico più completo** (massimo sfruttamento del contenuto entalpico dell'acqua) e facendo in modo che l'acqua entri in caldaia ben raffreddata

## Impianti autonomi

Utenza singola servita da un **generatore di calore di potenza oscillante tra 25 e 35 kW**



La **distribuzione** dell'acqua calda è solo **orizzontale**:

La **caldaia** è collegata al **collettore baricentrico** con un **tubo di mandata** ed **uno di ritorno**; al collettore sono collegati **gli anelli** che servono **in parallelo** i **singoli corpi scaldanti**

L'impianto autonomo consente una **conduzione personalizzata** che **risponde alle esigenze del singolo** utente e può consentire un certo risparmio energetico:

**Spegnimento** in caso di **assenza prolungata**;

**Impostazione personalizzata** della **temperatura di esercizio** e dei **tempi di accensione e spegnimento**;

**Gestione autonoma** dei **ricambi d'aria** (ridotti al minimo per ridurre le perdite)

Sebbene oggi le **caldaie per impianti autonomi** siano caratterizzate da **rendimenti molto elevati** (caldaie a condensazione) il **rendimento globale** di **più impianti autonomi** nello stesso edificio condominiale è **minore** di quello di un corrispondente **impianto centralizzato**, poiché la **stessa potenza termica viene prodotta con minore efficienza se frazionata** in più generatori di piccola taglia piuttosto che in unica caldaia.

Inoltre le **caldaie a condensazione** funzionano al **massimo** della loro **efficienza** solo con **basse temperature** dell'acqua di alimentazione.