

Termoregolazione e contabilizzazione del calore a ciascuno il suo

Ing. Laurent Socal



Venerdì 03 ottobre 2014

Aula Magna Facoltà di Ingegneria - Genova

IERI

OGGI



- MOLTA STRUTTURA ZERO IMPIANTI
- NESSUN IMPIANTO, NESSUN CONSUMO ENERGETICO NELL'UTILIZZO



- MOLTI IMPIANTI, POCA STRUTTURA
- PER RENDERE ABITABILE UN EDIFICIO OCCORRE FORNIRE RISCALDAMENTO, ACQUA CALDA SANITARIA, RICAMBIO D'ARIA, CONDIZIONAMENTO ED ILLUMINAZIONE

I «servizi da fornire»

Riscaldamento invernale

→ Mai sotto 20 °C (umidità > 50%)

Acqua calda sanitaria

→ Volume 40 °C

Ricambio d'aria

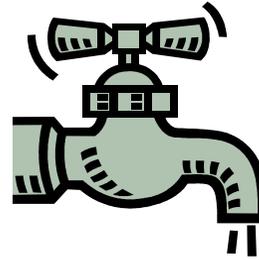
→ l/s per persona presente

Condizionamento estivo

→ Non salire sopra 26 °C e 60% RH

Illuminazione

Ascensori e trasporto persone (L 90)



**ALTRI SERVIZI PRESENTI
MA NON CONSIDERATI**

*Controllo accessi
Cancelli automatici*

**Senza questi servizi un edificio non è abitabile
Questi servizi richiedono l'uso di energia
L'uso di energia costa soldi e risorse...**

Le Direttive in ambito energetico

Direttiva 2010/31/CE EPBD → **Efficienza energetica degli edifici** → L 90/2013

- Imposizione di requisiti di prestazione energetica degli edifici nuovi ed esistenti
- Immissione sul mercato della qualità energetica degli edifici (*certificazione energetica*)

Legge 10/91: requisiti di prestazione energetica, certificazione energetica

Direttiva 2009/125/CE ERP → **Efficienza dei prodotti** connessi all'uso dell'energia

- Imposizione di requisiti di prestazione energetica dei nuovi prodotti (marchio CE)
- Immissione sul mercato della qualità energetica dei prodotti (labelling)

Legge 10/91: uso di componenti certificati...

Direttiva 2010/30/CE → **Marcatura** dei prodotti che usano energia



Direttiva 2012/27/CE → **Efficienza negli usi finali dell'energia** → **Dlgs 102/14**

- Imposizione di requisiti di risparmio energetico complessivo agli stati membri (20/20/17)
- **Diagnosi energetiche**, ruolo esemplare degli enti pubblici, ...
- **Obbligo contabilizzazione entro il 31/12/2016**

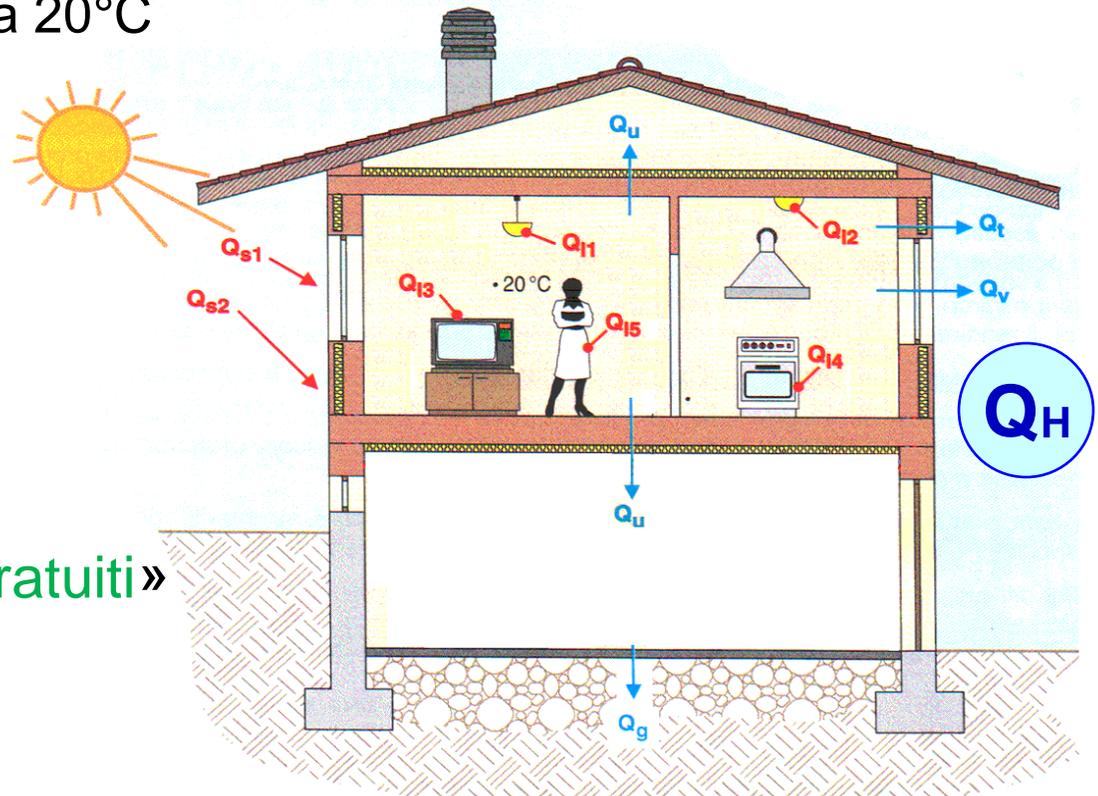
Direttiva 2009/28/CE → **uso di fonti rinnovabili** → **Dlgs 28/2011**

- Imposizione di utilizzo di energia da fonti rinnovabili agli stati membri
- Definizione della contabilità nazionale dell'energia rinnovabile (pompe di calore)

Perché l'edificio consuma?

L'energia richiesta per mantenere a 20°C l'edificio durante l'inverno dipende

- dalle **dispersioni**
 - temperatura esterna (clima)
 - **temperatura interna**
 - grado di isolamento dei muri
 - estensione dei muri
 - ricambio d'aria (ventilazione)
- ma ci sono anche «**apporti gratuiti**»
 - apporti solari (finestre e muri)
 - apporti interni
 - Persone
 - Cottura cibi ed utilizzo di apparecchi elettrici



L'IMPIANTO DEVE FORNIRE IL SALDO FRA APPORTI E DISPERSIONI

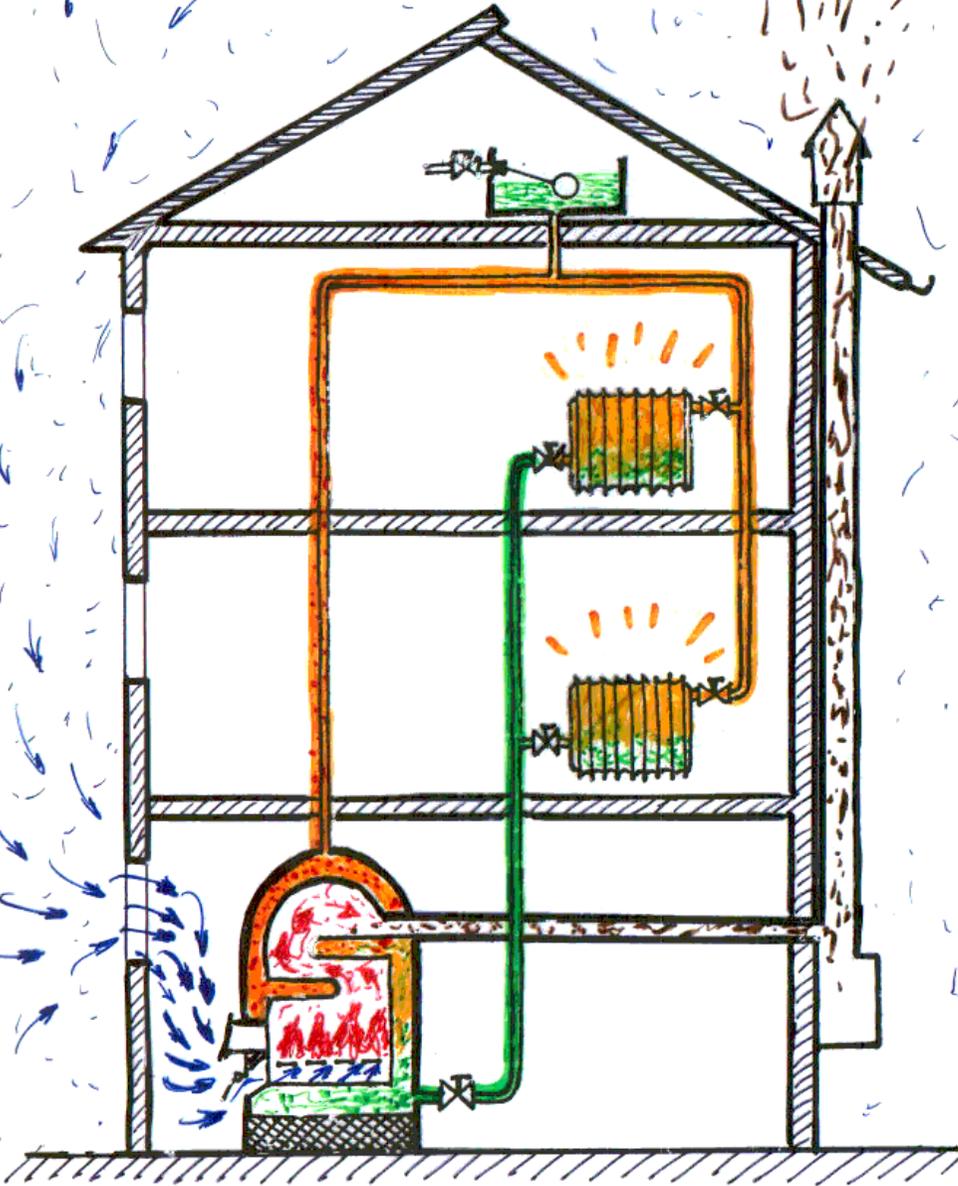
Gli apporti gratuiti coprono almeno il 25...30 % delle dispersioni

Come è fatto un impianto?

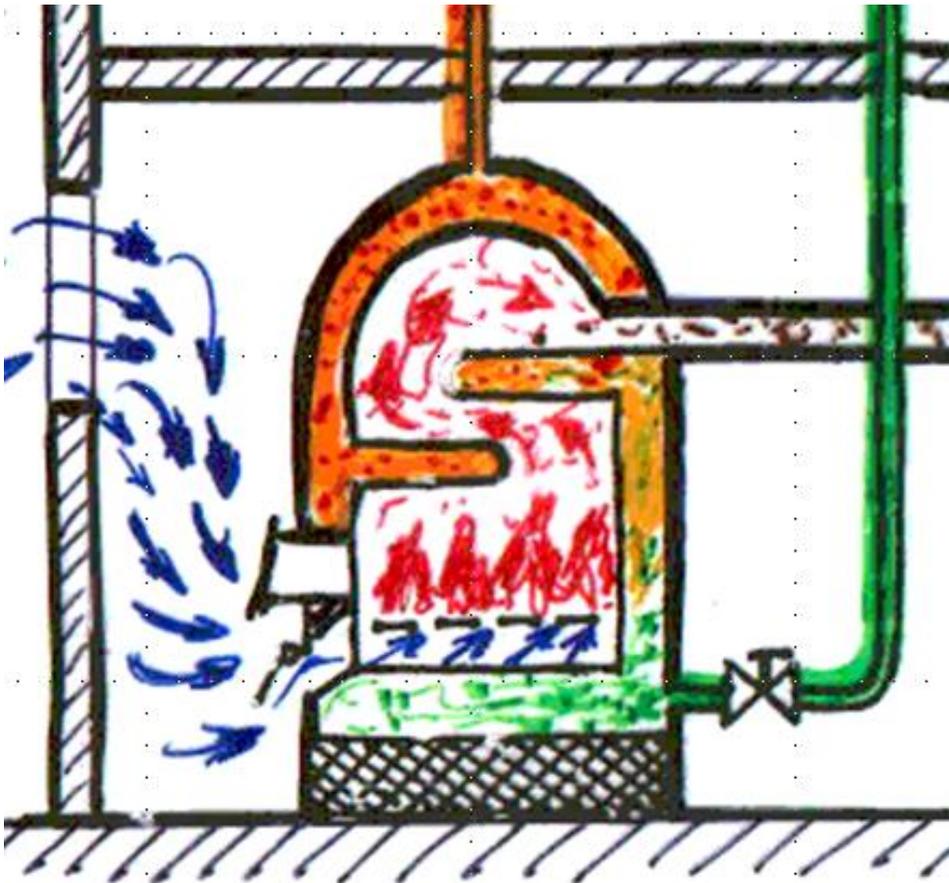
Impianto di riscaldamento elementare a circolazione naturale «termosifone»

Elementi essenziali

- **Generatore di calore**
 - Bruciatore
 - Adduzione combustibile
 - Adduzione aria
 - Caldaia
 - Focolare
 - Scambiatore
 - Scarico fumi
- **Rete di distribuzione**
 - Tubazioni
 - Sistema di espansione
- **Sistemi di emissione del calore**
 - Radiatori
- **Sistema di regolazione**



La caldaia



... serve a

- estrarre dal combustibile il calore (combustione)
- versarlo nell'acqua di impianto

Il calore si misura in kWh
in passato in kcal, 1000 kcal = 1,16 kWh

**Contenuto di calore
«potere calorifico»
dei combustibili**

1 Sm³ di gas → 9,45 kWh

1 litro di gasolio → 10,2 kWh

Unità di misura del calore

- **1 kcal** → calore necessario per alzare di 1 °C la temperatura di un litro di acqua
- **1 kWh = 860 kcal** →
86 litri scaldati di 10 °C

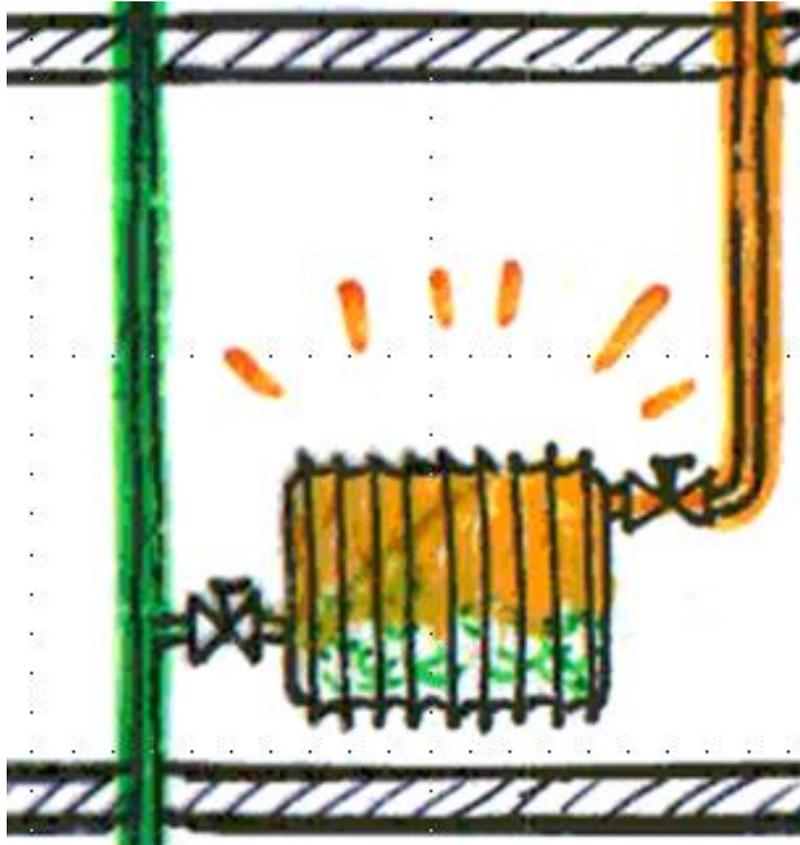
Per preparare una vasca
ci vogliono circa 4 kWh

1 MWh → **1000 kWh**

**1 appartamento in una stagione
di riscaldamento consuma
5.000...15.000 kWh (5...15 MWh)**



I radiatori



... servono a

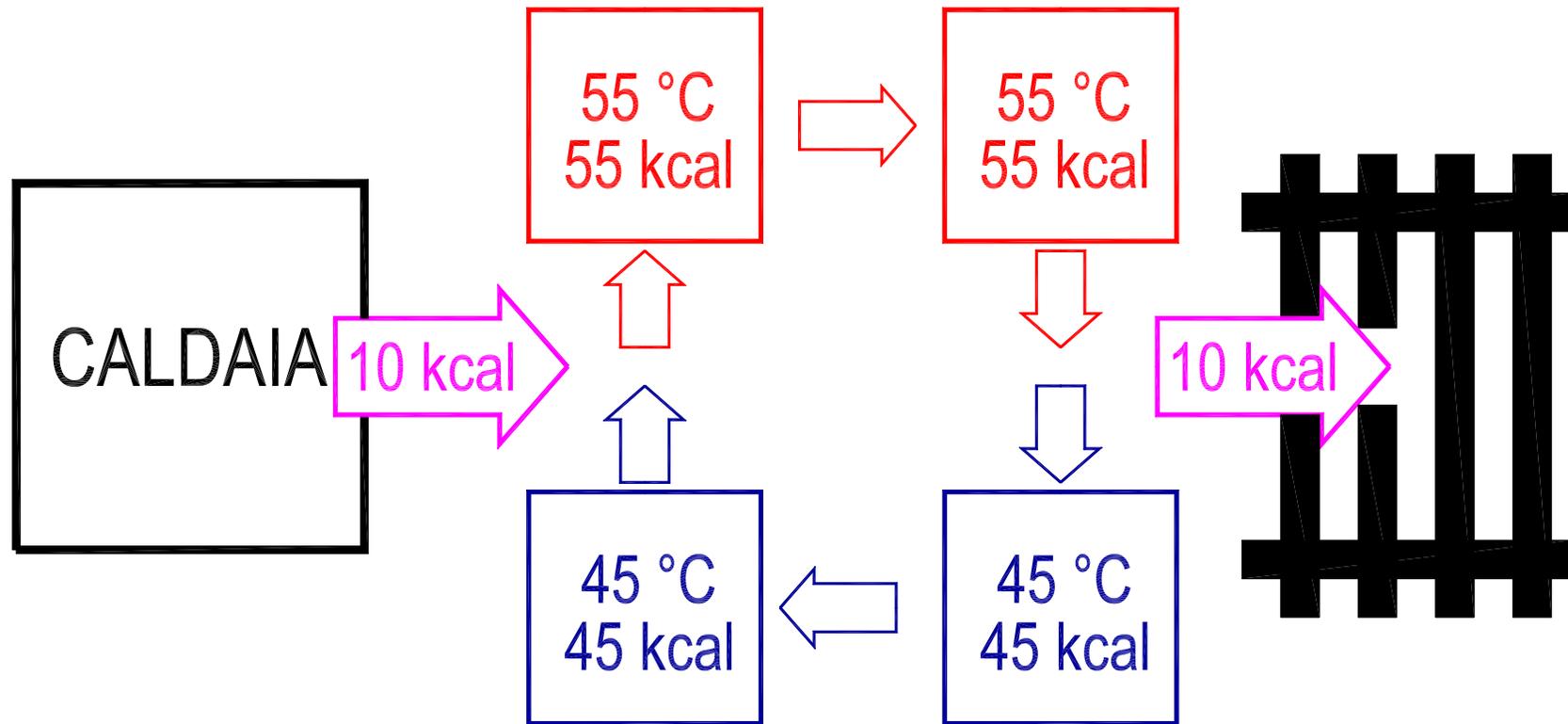
- estrarre dall'acqua di impianto il calore
- Versare il calore nei locali riscaldati

Il radiatore è un riscaldatore dell'aria ambiente...

... ma è anche un refrigeratore dell'acqua di impianto

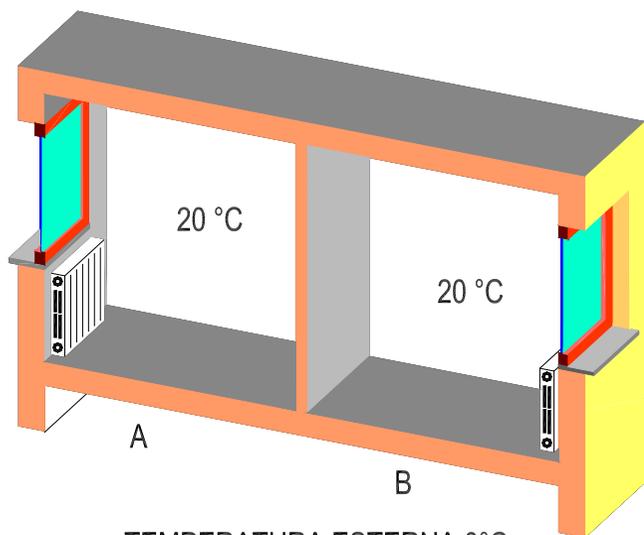
→ quindi l'acqua deve uscire fredda... il radiatore deve essere freddo in basso...

Perché facciamo girare l'acqua?

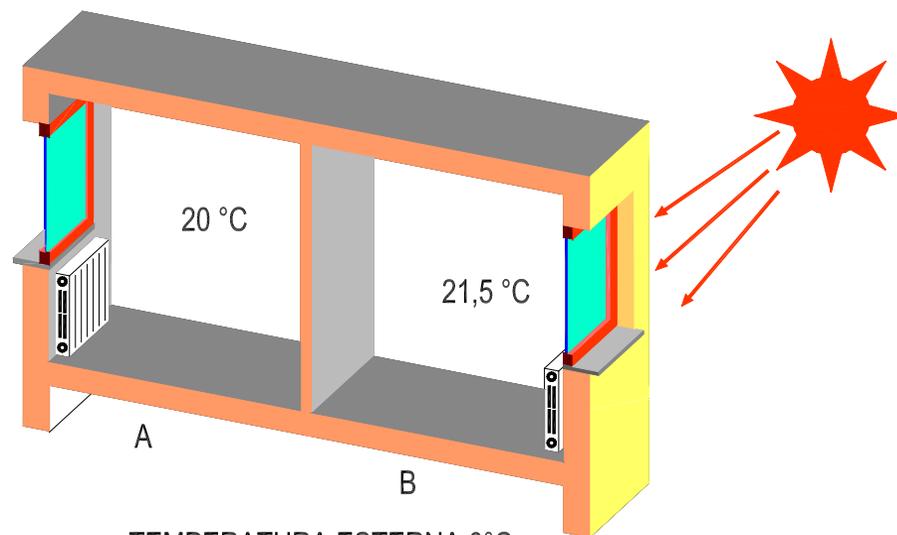


Per trasportare il calore dalla caldaia ai corpi scaldanti occorre “caricarlo” su un fluido termovettore (acqua) che gira in un «circuito idraulico».
Ogni litro di acqua, ad ogni giro dell'impianto trasporta una quantità di calore pari alla differenza di temperatura fra andata e ritorno

Perdite di regolazione



TEMPERATURA ESTERNA 0°C
SITUAZIONE IDEALE



TEMPERATURA ESTERNA 0°C
SITUAZIONE REALE

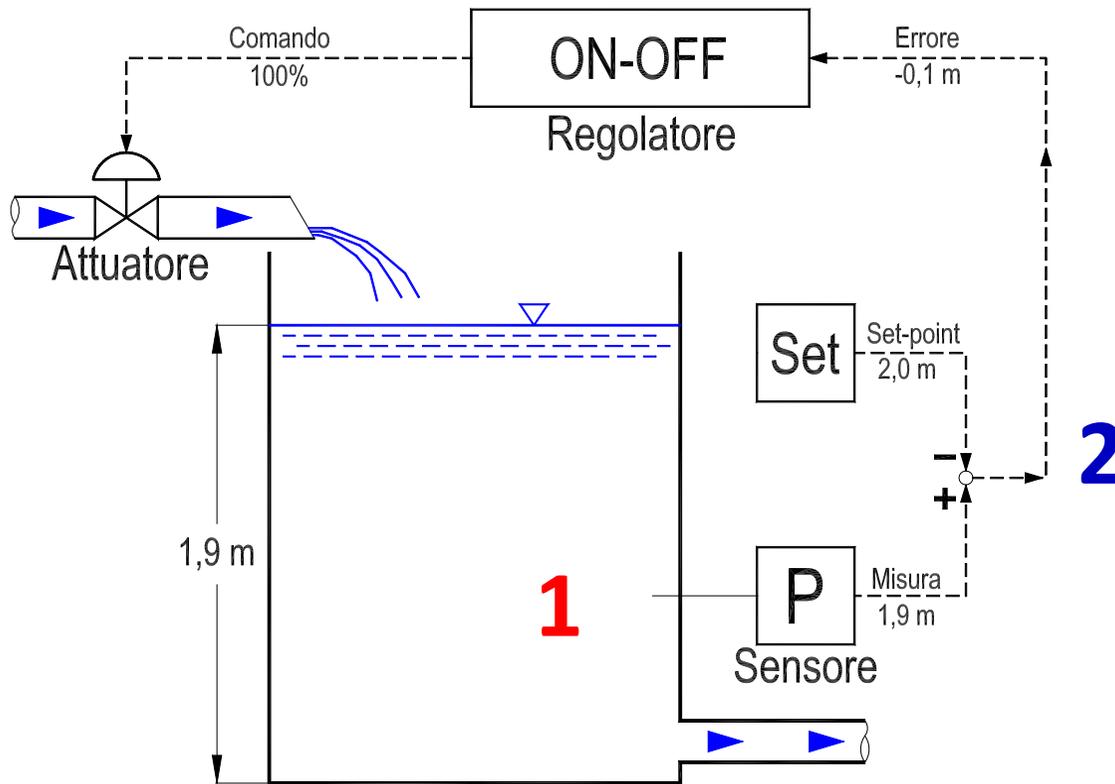
In assenza di una regolazione locale per locale, nel locale B la temperatura supera i 20 °C e le perdite attraverso le pareti aumentano in proporzione al ΔT rispetto all'esterno.

Ogni grado in più causa $\cong 7\%$ più di consumo di combustibile.

Il bilanciamento richiesto all'impianto cambia in funzione delle condizioni meteo e di utilizzo dei locali

Che cos'è un regolatore?

3



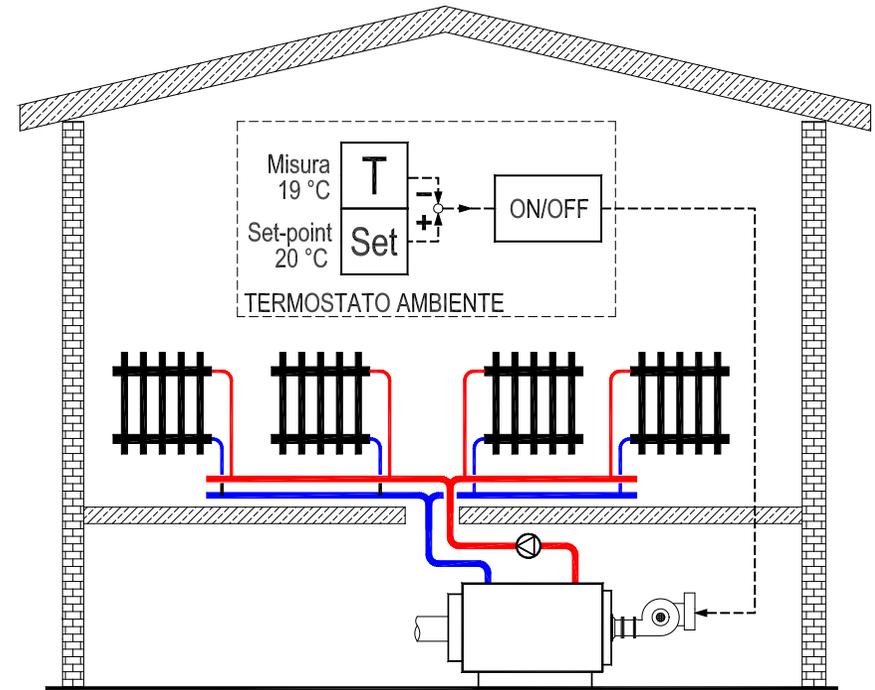
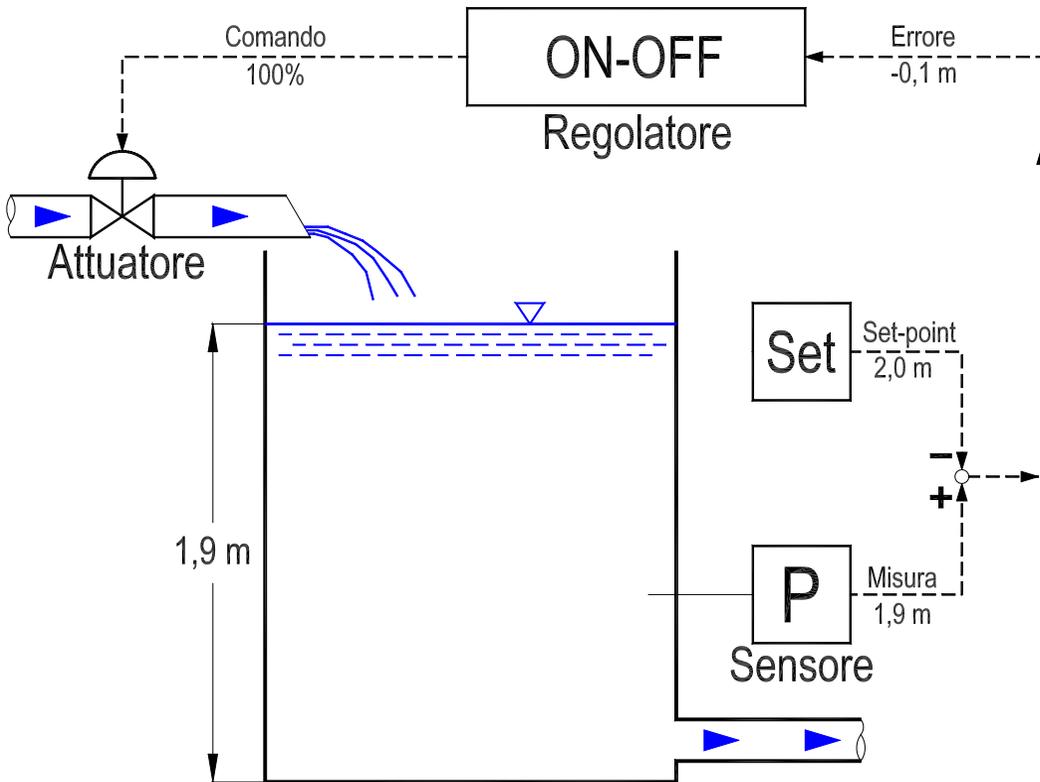
Regolare...

1. **Misurare** la grandezza regolata
2. **Confrontare** la misura con un set-point e determinare l'errore
3. Sulla base dell'errore, determinare il **comando** dell'attuatore

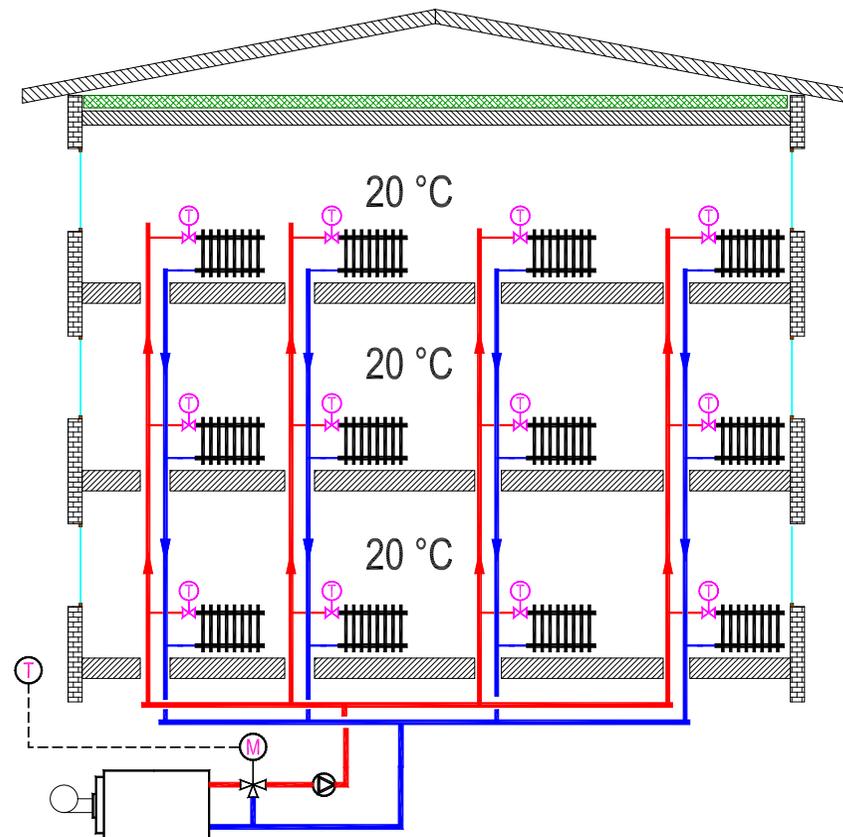
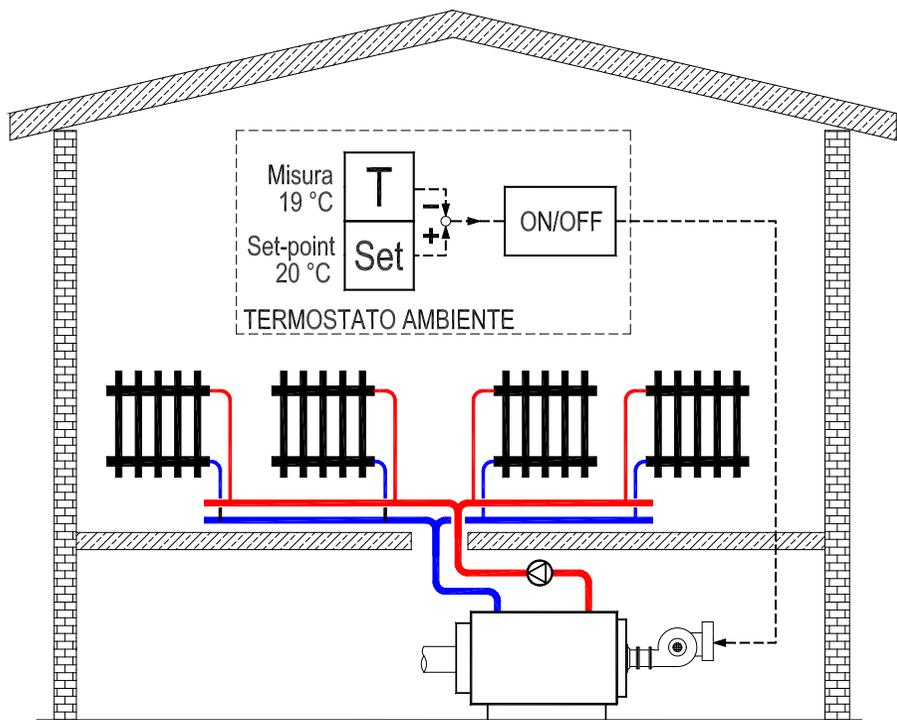
I regolatori sono classificati in base alla logica con la quale viene determinata l'azione in funzione dell'errore.

ON/OFF → P → PI → PID

Regolazione del riscaldamento ...



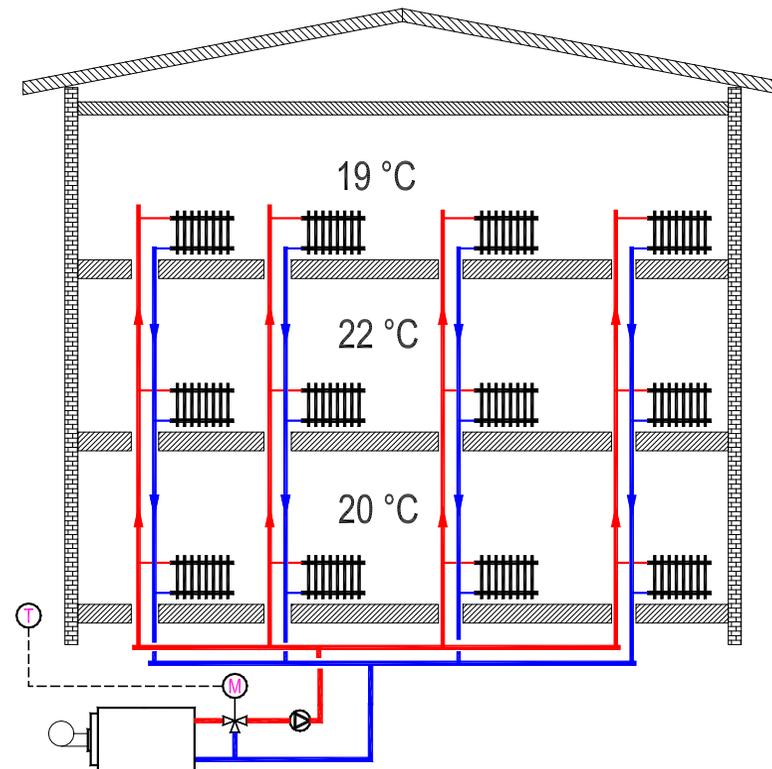
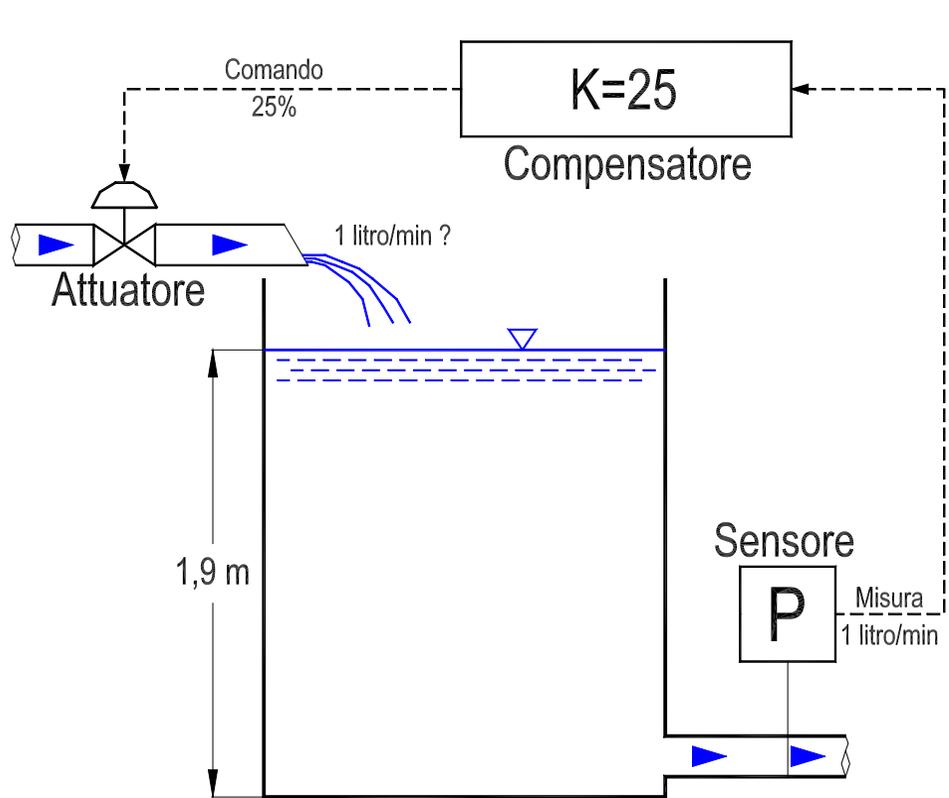
**APPORTI GRATUITI = PIOVE NEL SECCHIO
= SOLE E PERSONE
= ALMENO 30% DELLE DISPERSIONI**



REGOLAZIONE DI ZONA
Esempio: cronotermostato unico
o per gruppi di locali
BUONO

REGOLAZIONE PER SINGOLO AMBIENTE
Esempio: termostato in ogni stanza o
valvole termostatiche
OTTIMO

Compensazione



La «compensazione» tenta di eliminare l'effetto del (compensare il) disturbo

Centralina climatica con sonda esterna

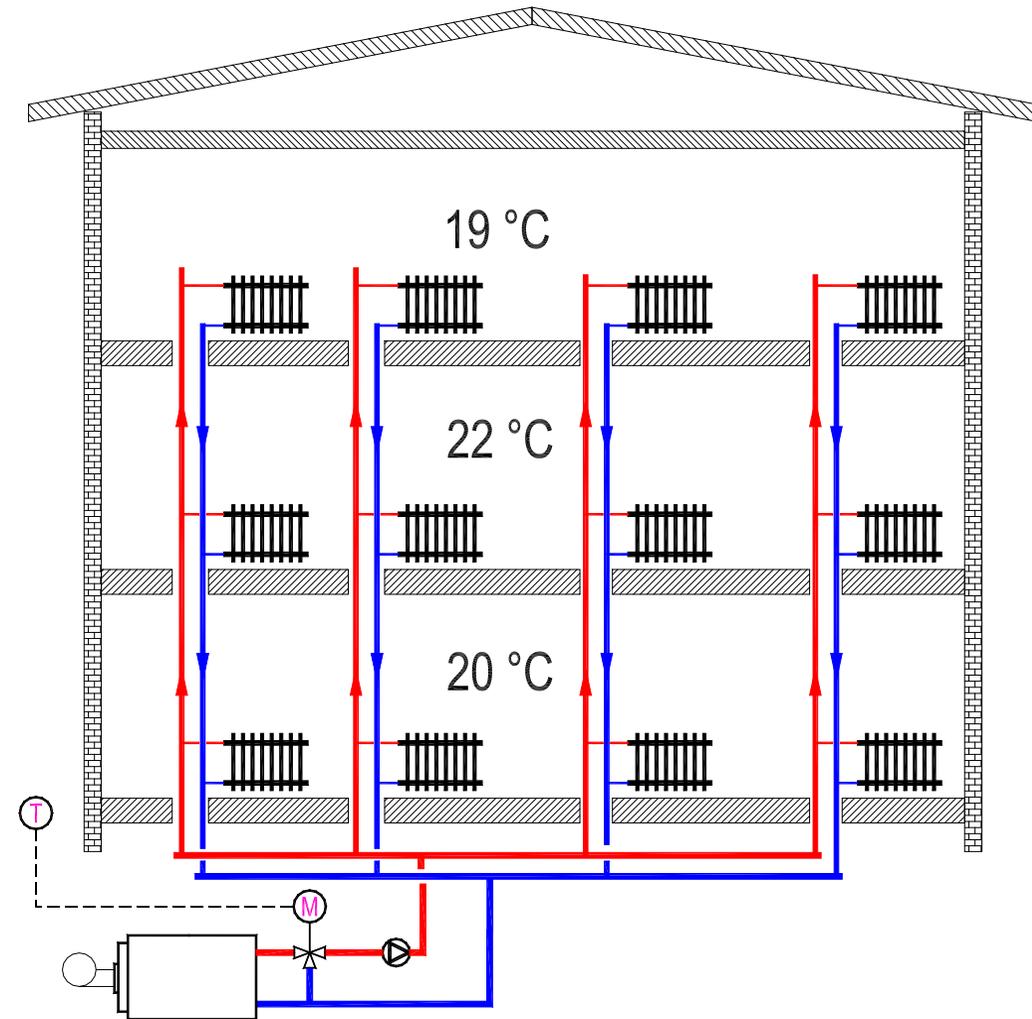
Le dispersioni aumentano quando la temperatura esterna si abbassa

Misuro la temperatura esterna (sonda esterna)

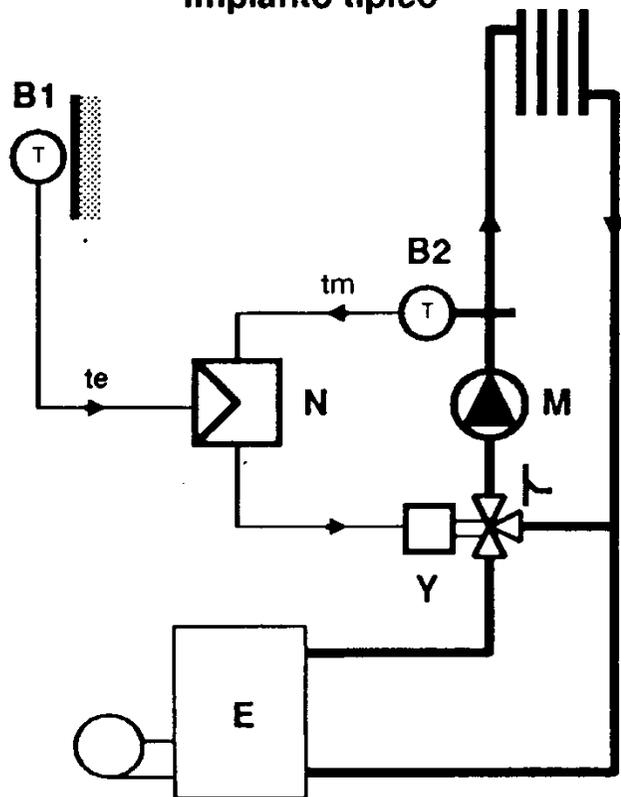
Decido la temperatura di mandata («curva climatica»)

(«curva climatica»)

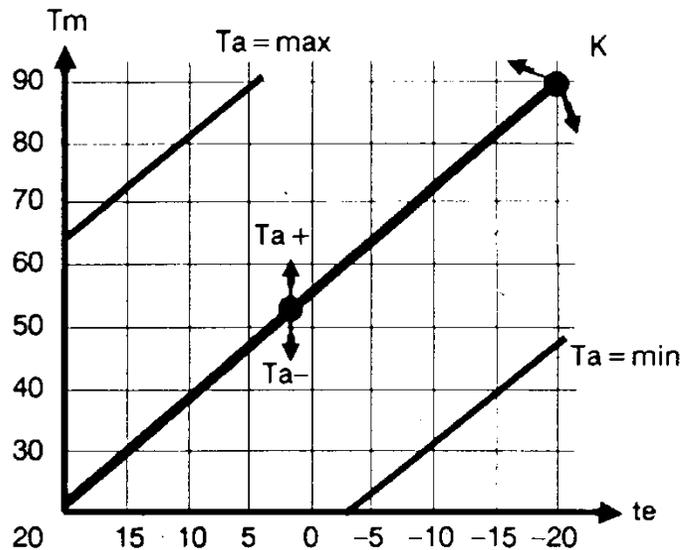
Regolo la temperatura di mandata (valvola miscelatrice)



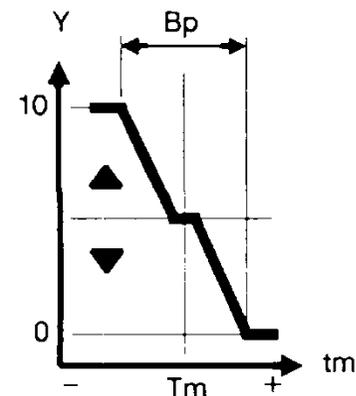
Impianto tipico



Curva di riscaldamento



Comando valvola



- | | |
|---------------------------|---------------------------------------|
| B1 - Sonda esterna | Y - Valvola |
| B2 - Sonda di mandata | Ta - Temperatura ambiente richiesta |
| Bp - Banda proporzionale | tm - Temperatura di mandata reale |
| E - Caldaia | Tm - Temperatura di mandata richiesta |
| M - Pompa di circolazione | te - Temperatura esterna |
| N - Regolatore RTE 93 | |

La «centralina climatica»

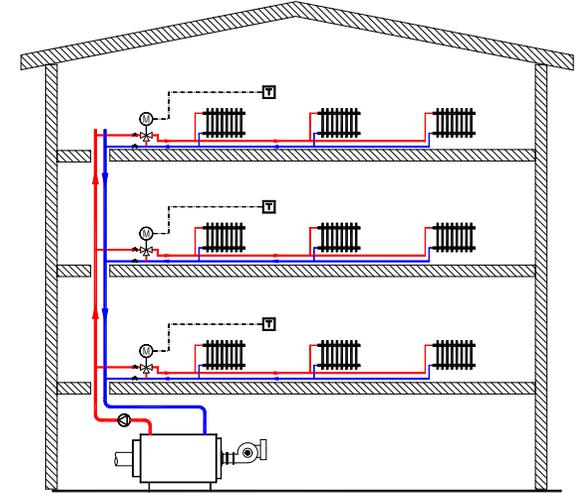
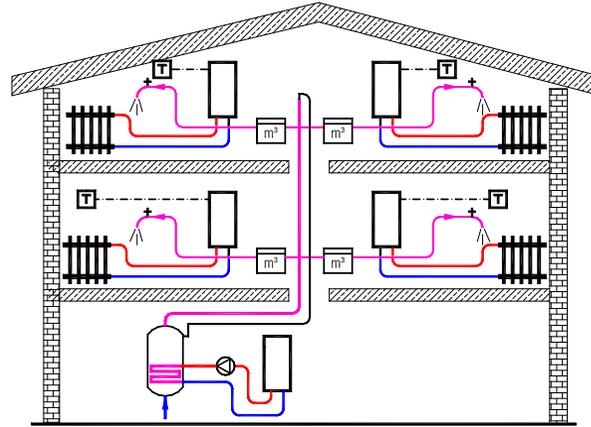
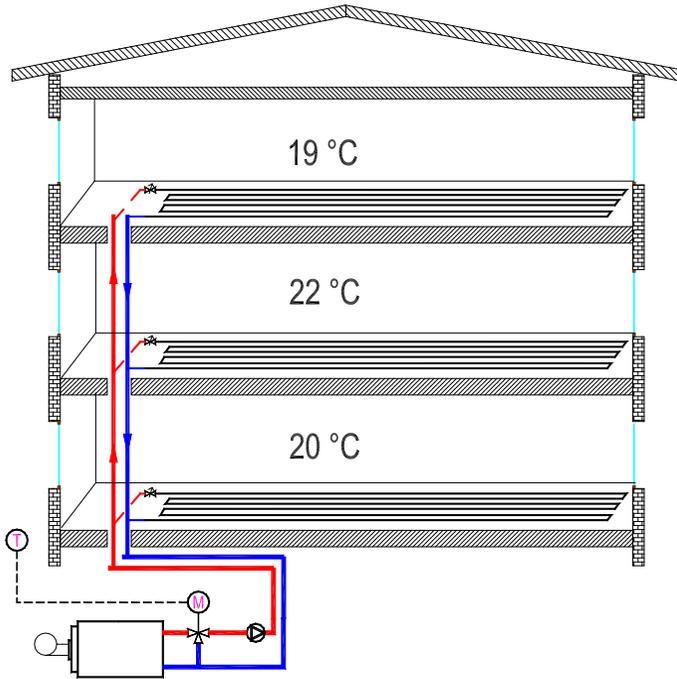
NON È UN SISTEMA DI REGOLAZIONE ...

1. *Prima regolazione «a sentimento»*
2. *Ogni utente che ha freddo chiama...*
3. *Si alza la curva climatica = si aumentano i consumi*
4. *Finchè l'utente più freddoloso è soddisfatto*
5. *... e gli altri aprono le finestre*

**... MA UN PERFETTO OTTIMIZZATORE DI SPRECHI...
... QUANDO È USATA DA SOLA ...**

Tipo di regolazione	Caratteristica regolatore ambiente	Sistemi a bassa inerzia termica	Sistemi ad elevata inerzia termica	
		Radiatori, convettori, ventilconvettori, strisce radianti ed aria calda (*)	Pannelli integrati nelle strutture edilizie e disaccoppiati termicamente	Pannelli annegati nelle strutture edilizie e non disaccoppiati termicamente
Solo Climatica $K = 0,6 \eta_u \gamma$		$K=1 \rightarrow$ 0,85...0,70	$K=0,98$	$K=0,94$
Solo zona	On off	0,93	0,91	VECCHI IMPIANTI CENTRALIZZATI
	P banda prop. 2 C	0,94	0,92	
	P banda prop. 1 C	0,98	0,97	IMPIANTO AUTONOMO, CALDAIA ATMOSFERICA
	P banda prop. 0,5 C	0,99	0,98	
	PI o PID	0,995	0,99	
Solo per singolo ambiente	On off	0,94	0,92	VENTILCONVETTORI
	P banda prop. 2 C	0,95	0,93	
	P banda prop. 1 C	0,97	0,95	IMPIANTO AUTONOMO, PREMIX/CONDENSA
	P banda prop. 0,5 C	0,98	0,96	
	PI o PID	0,99	0,97	
Zona + climatica	On off	0,96	0,94	IMPIANTO CON TERMOSTATICHE
	P banda prop. 2 C	0,96	0,95	
	P banda prop. 1 C	0,97	0,96	REGOLAZIONI PID CON TERMOSTATI ELETTRONICI
	P banda prop. 0,5 C	0,98	0,97	
	PI o PID	0,995	0,98	
Per singolo ambiente + climatica	On off	0,97	0,95	0,96
	P banda prop. 2 C	0,97	0,95	
	P banda prop. 1 C	0,98	0,97	0,97
	P banda prop. 0,5 C	0,99	0,98	
	PI o PID	0,995	0,99	

In alcuni casi per la termoregolazione...



NULLA DA FARE...

GIÀ FATTO...

**NEI CASI IN CUI SI PUO' INTERVENIRE,
LA SOLUZIONE DI ROUTINE SONO LE VALVOLE TERMOSTATICHE**

Il termostato



Il termostato dice all'impianto quando si deve immettere calore nell'edificio.

L'utente decide la temperatura desiderata

Se ha la possibilità di cambiare l'impostazione nel tempo si chiama «cronotermostato».

Presente in:

- **Impianti autonomi**
- **Impianti a zone**

... deve agire su una valvola...

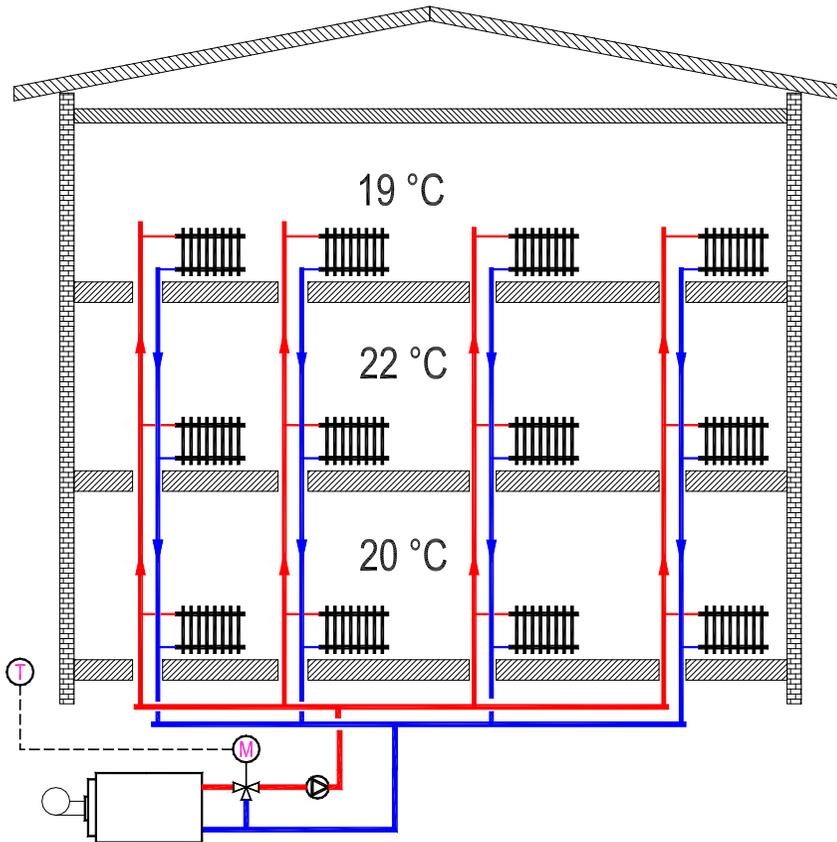
La «centralina climatica»

Negli impianti centralizzati «a colonne montanti» non si saprebbe dove mettere il termostato.

Si tenta di compensare le dispersioni di calore misurando la temperatura esterna.

«Più fa freddo fuori, più caldo»

I condomini ricevono calore in proporzione alla dimensione dei radiatori

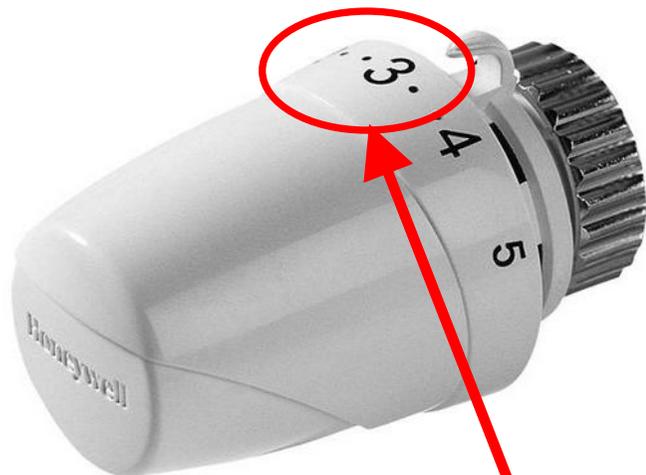


La valvola termostatica

**E' un regolatore di
temperatura ambiente (1...5 ~ 14...28 °C).**

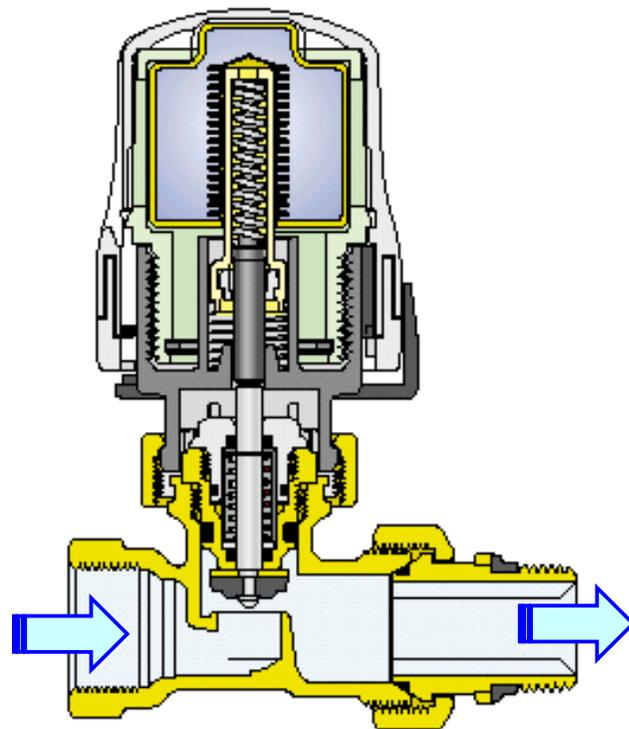
**Ogni numero corrisponde ad una
temperatura ambiente**

**La valvola si apre e si chiude da sola
E' come avere un termostato in ogni stanza**

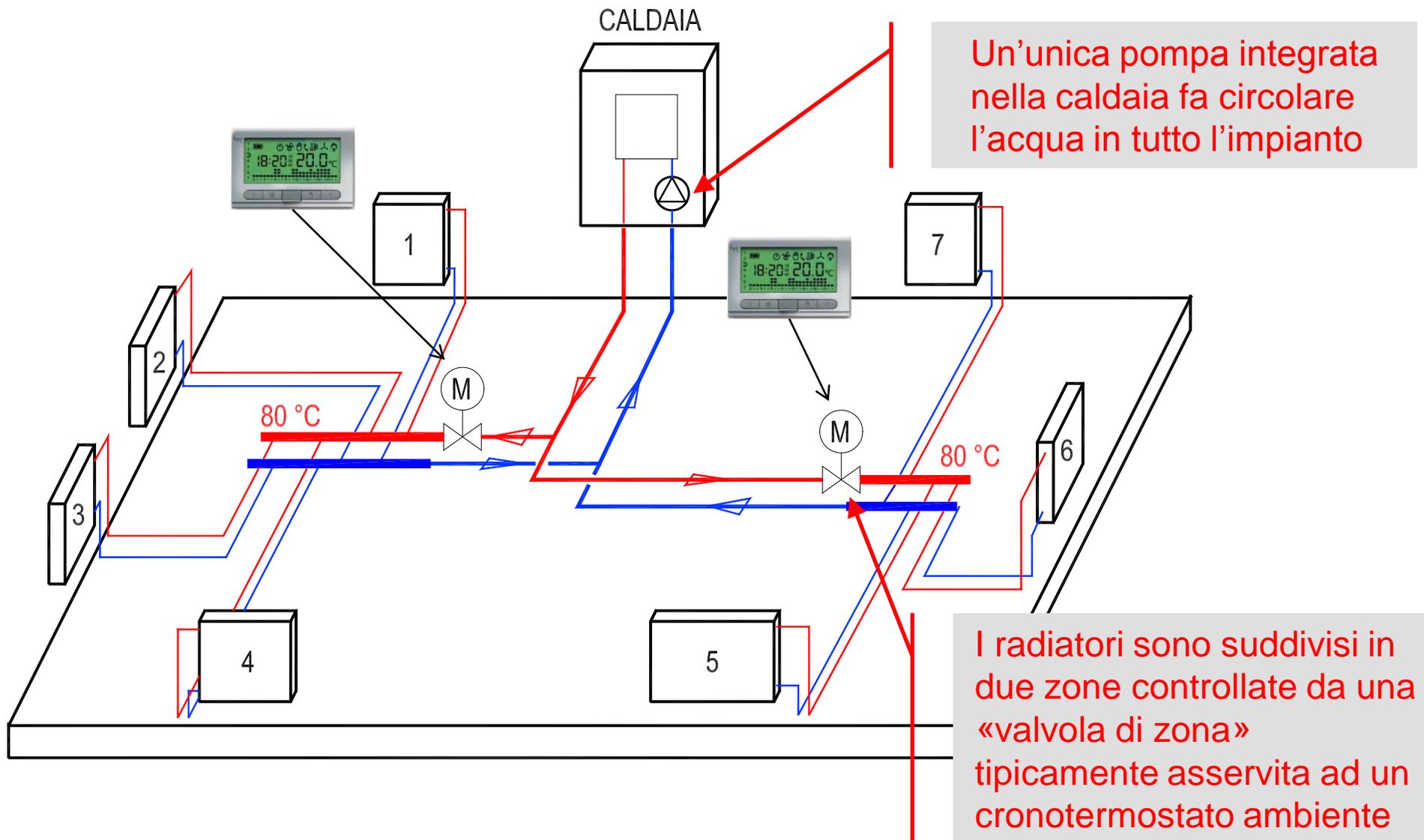


Una volta trovata la posizione
(tipicamente 2...4) **nella quale si ottiene**
la temperatura ambiente desiderata,
non la si deve più toccare

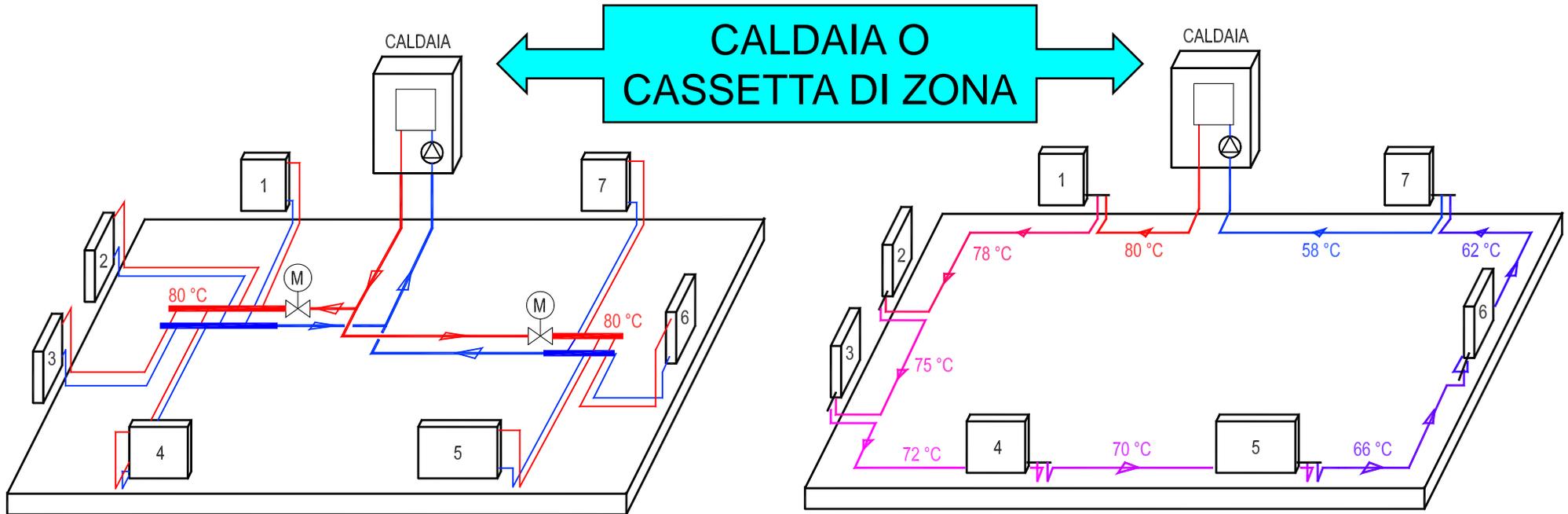
*... salvo chiuderla quando si intende spegnere
l'impianto per periodi prolungati*



Un semplice impianto



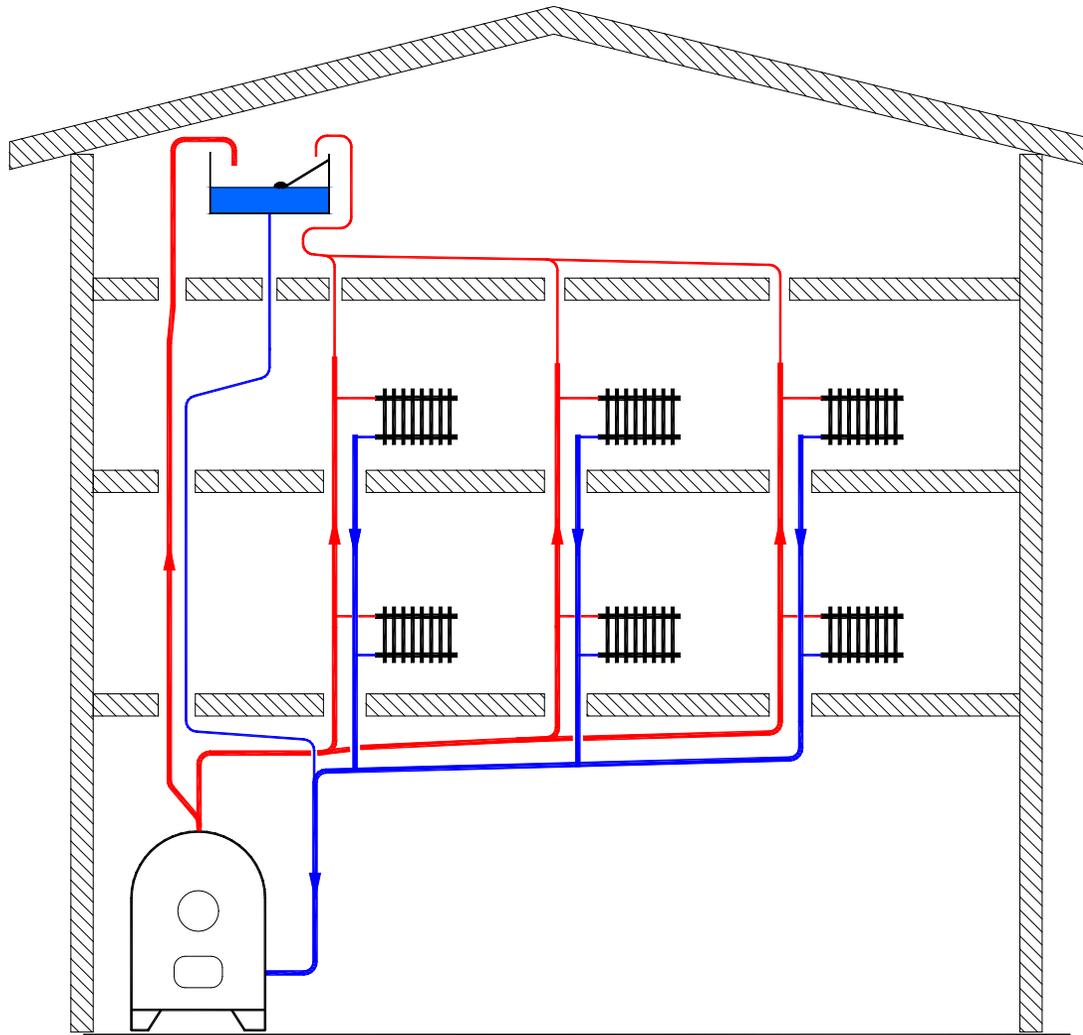
Distribuzione bitubo/monotubo



Le reti “monotubo” furono proposte per “semplificare l’installazione degli impianti termici. Sono molto difficili da bilanciare ed incompatibili con la condensazione.

Oggi sono praticamente abbandonate e si usano normali circuiti bitubo

Impianto a colonne montanti



Impianto a colonne montanti, a circolazione naturale (“termosifone”) a vaso aperto.

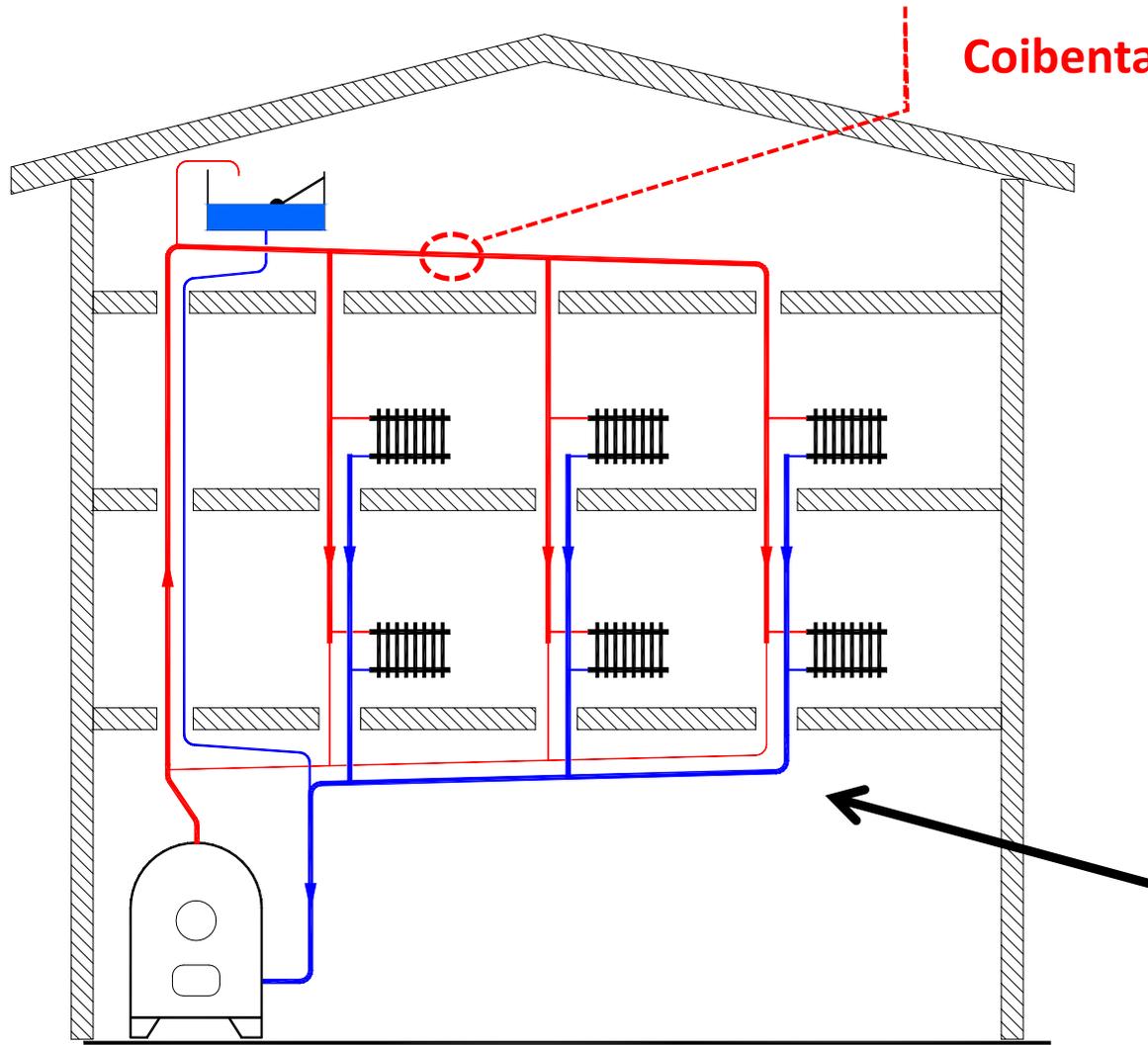
Non necessita di circolatori.

A volte la rete veniva costruita a vista all’interno dei locali riscaldati.

Radiatori normalmente abbondanti

Non c’è regolazione!

Impianto a pioggia



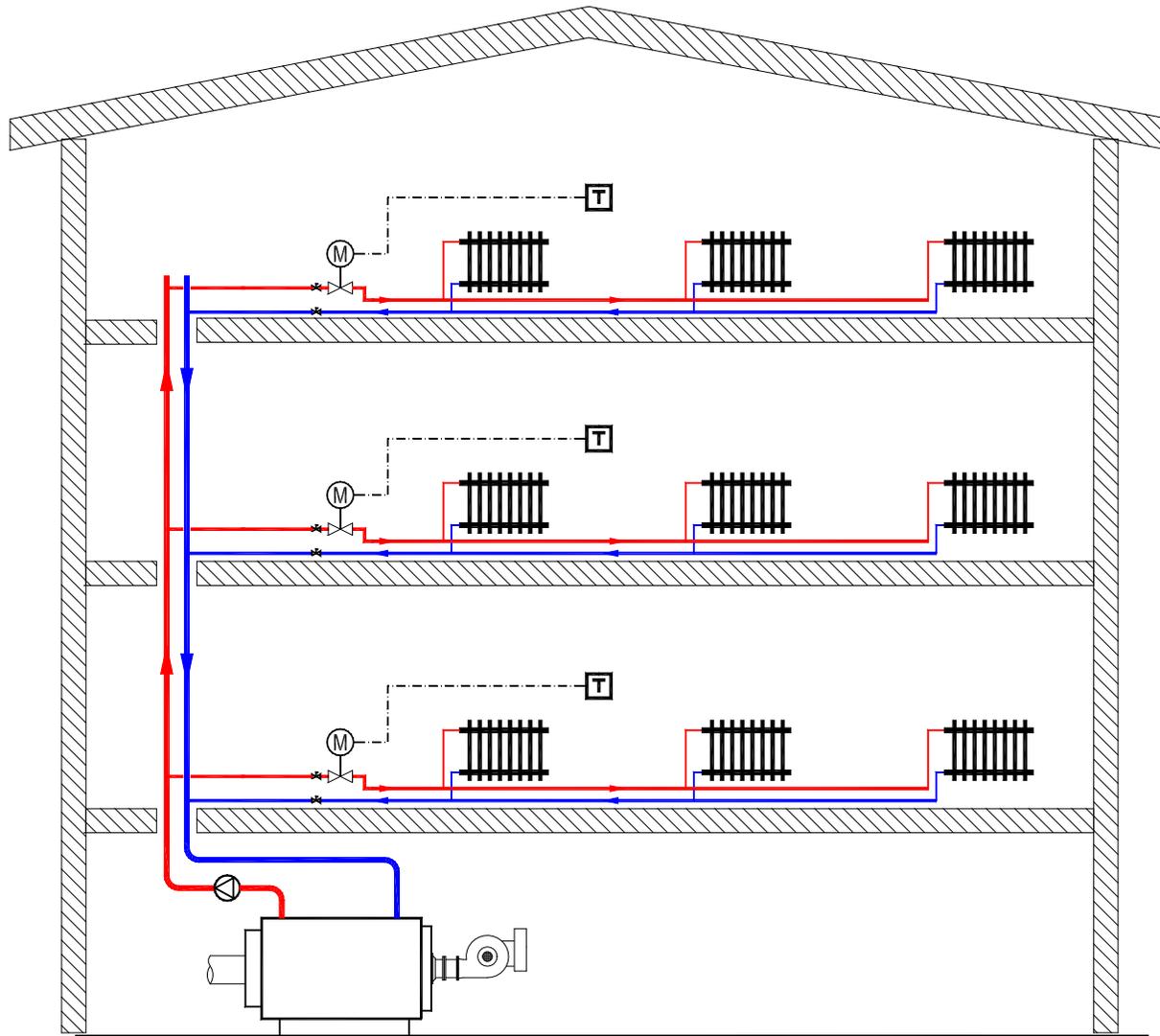
Coibentazione?

Versione sofisticata dell'impianto a colonne montanti a circolazione naturale.

Questo circuito consente un migliore bilanciamento delle portate nei radiatori



Impianto a zone – distribuzione orizzontale

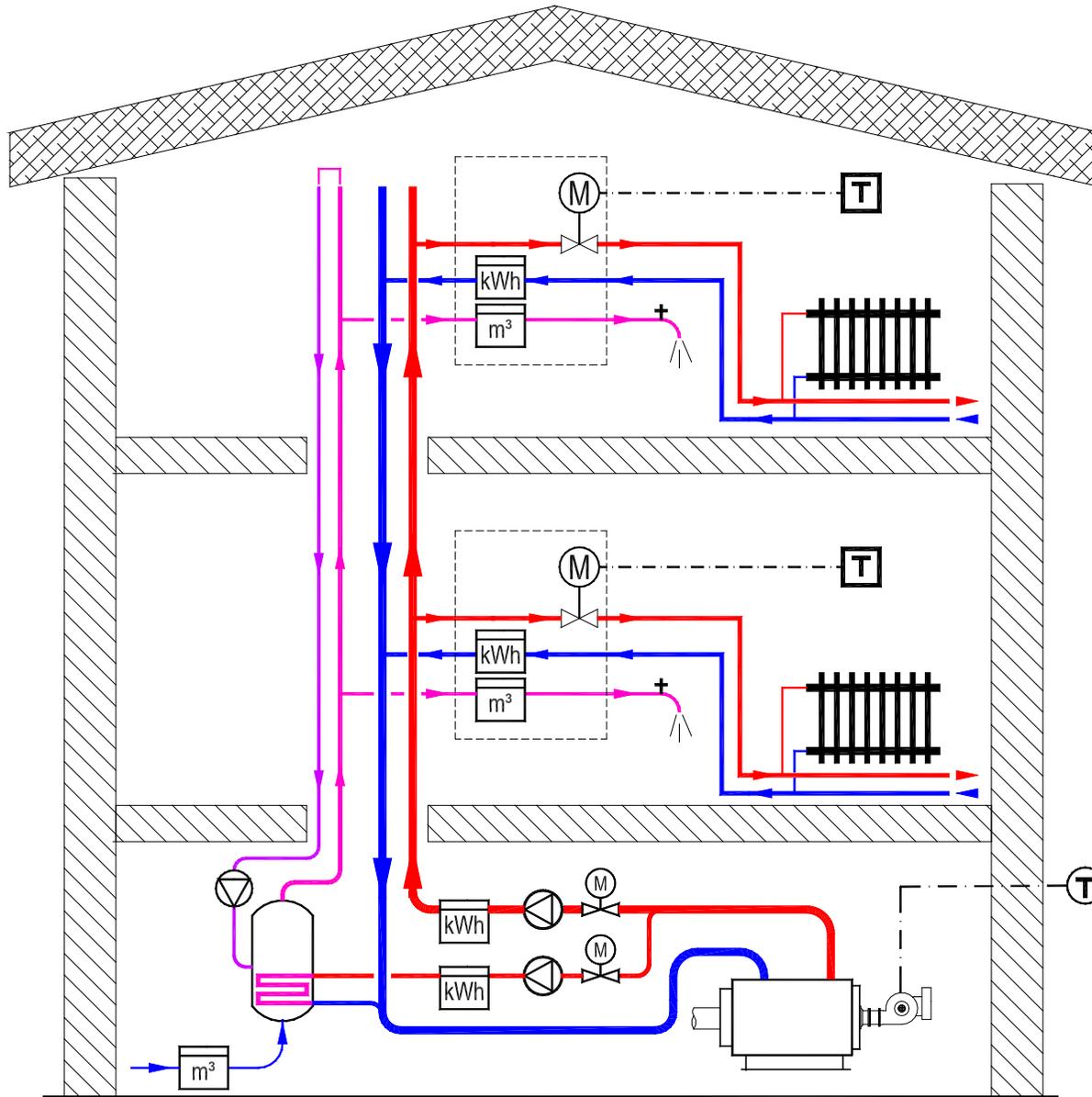


Tipologia resa obbligatoria dagli anni '90 (Legge 10/91).

Poco frequente perché in quel periodo vi era il boom degli impianti autonomi.

La distribuzione orizzontale negli appartamenti può essere monotubo o bitubo

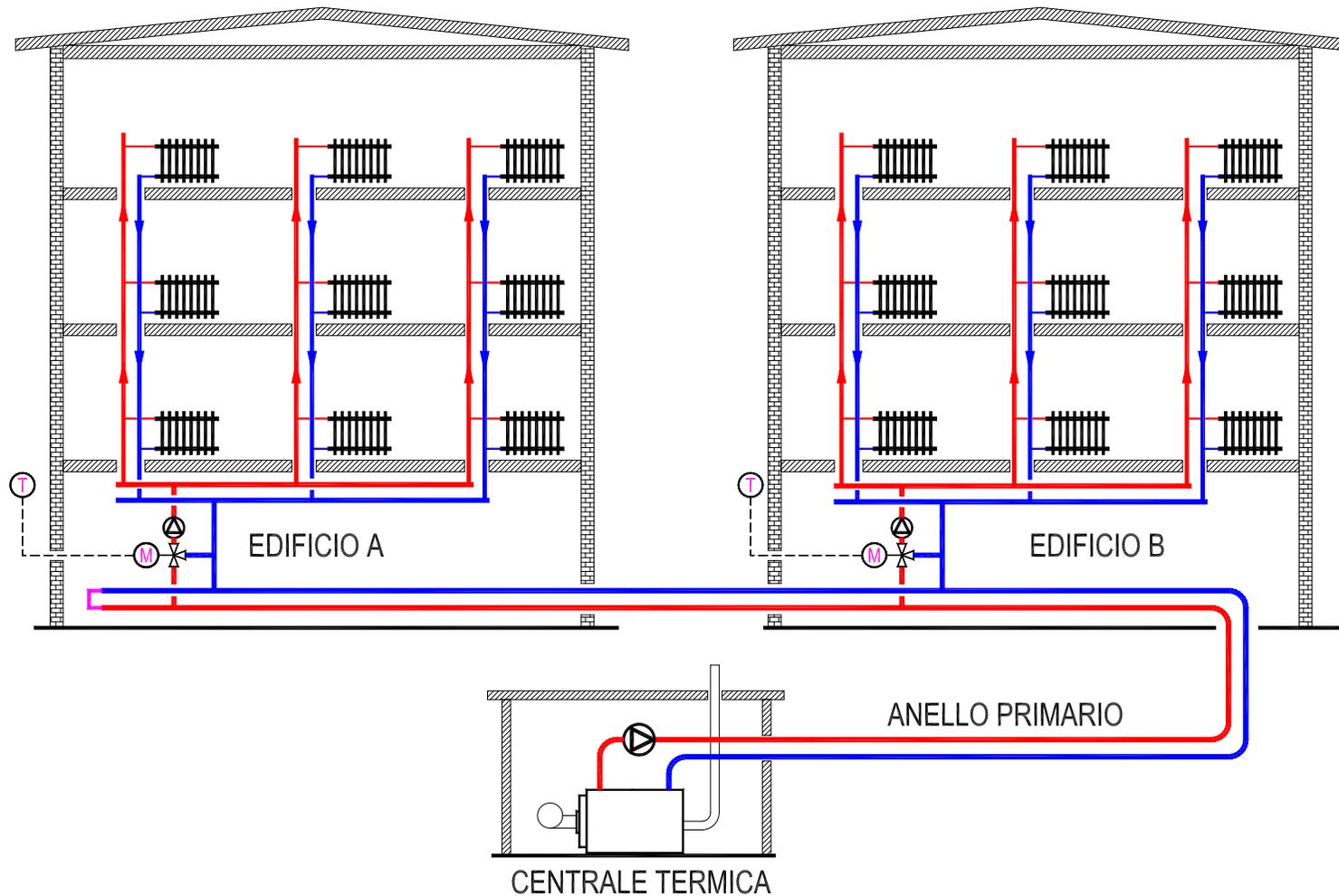
Spesso, avendo ceduto locali, gli anelli non corrispondono più alle unità immobiliari



Impianto centralizzato tradizionale

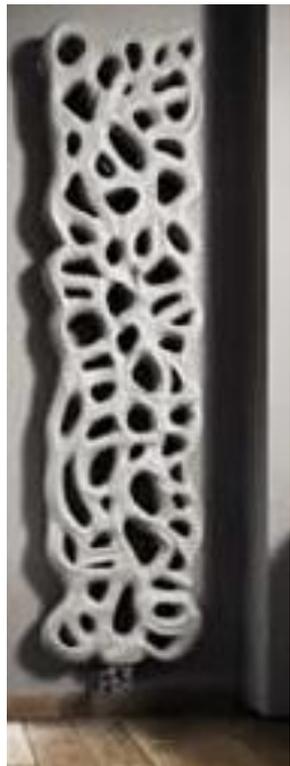
L'impianto di riscaldamento e l'impianto dell'acqua calda sanitaria **condividono il generatore di calore.**
Le reti di distribuzione sono invece completamente separate

Esempio di impianto esteso



Radiatori

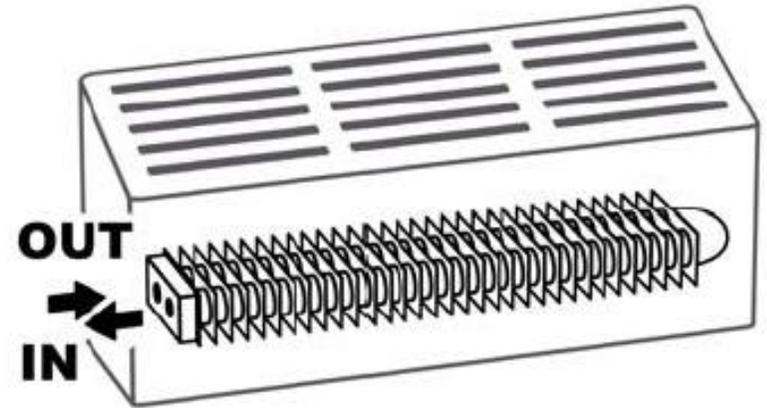
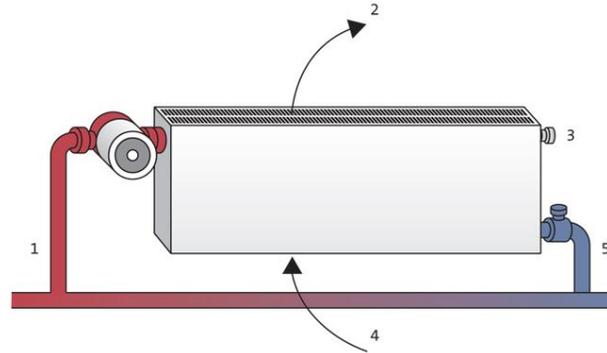
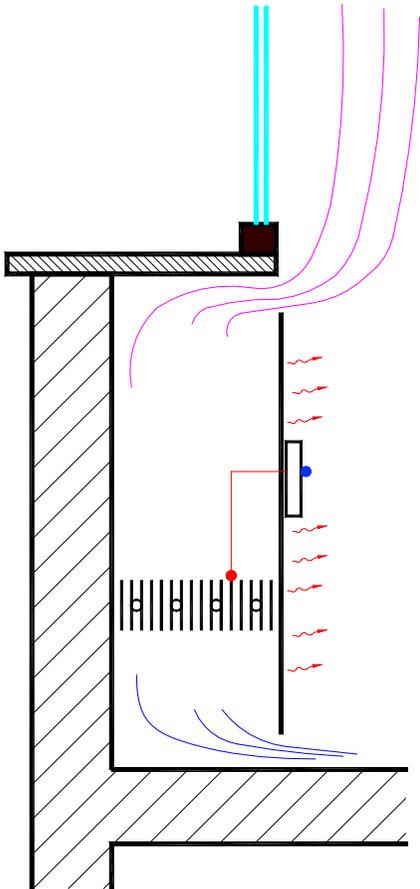
Semplice scambiatore fra acqua di impianto ed aria ambiente



Valvola
Manuale
(ON/OFF)
o
Valvola
termostatica

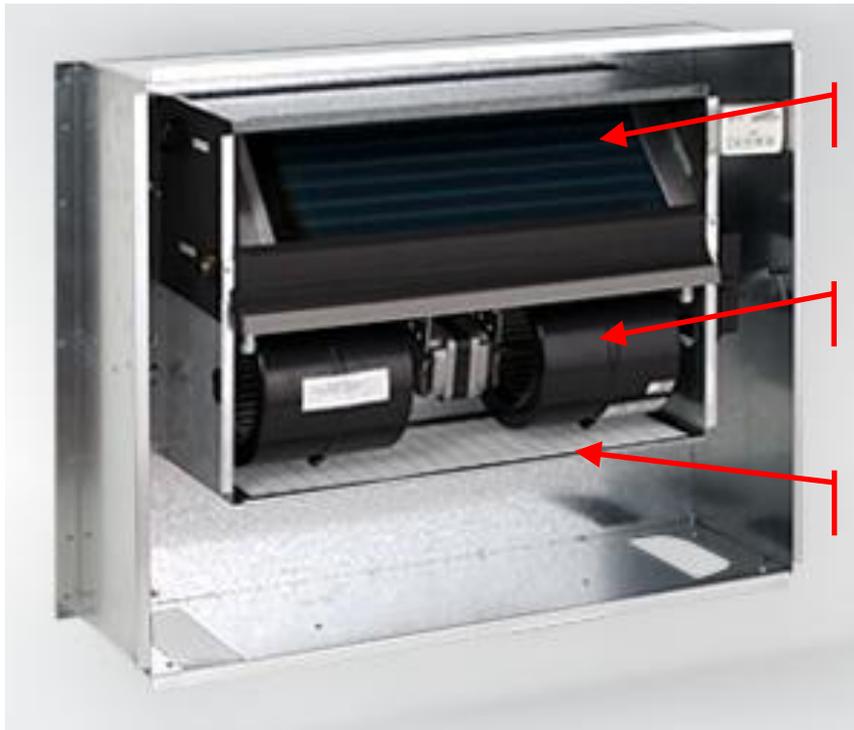
Detentore
Regolazione
portata

Termoconvettori



**Corpo scaldante utilizzato in passato.
Spesso veniva installato in nicchia.
Richiede un'elevata temperatura dell'acqua.
Soggetto a forte sporco
Contabilizzazione problematica...
... se possibile sostituire con radiatori**

Ventilconvettore



Scambiatore

Ventilatore

Filtro

Corpo scaldante
costituito da un
radiatore alettato
(come quello della
macchina)
e da un ventilatore
(come quello della
macchina)

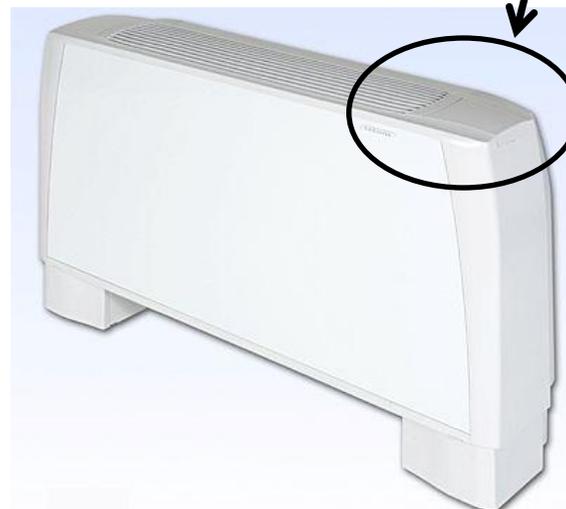
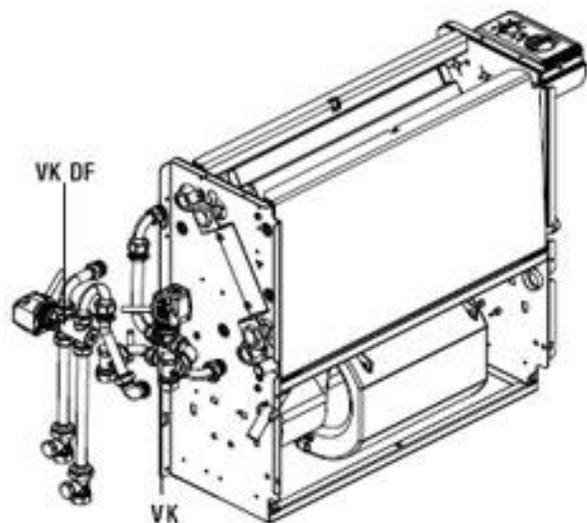
Usato negli uffici
perché può fare anche
raffrescamento

Quante volte viene pulito il filtro?

A bordo del ventilconvettore c'è un termostato ambiente che comanda il funzionamento del ventilatore.
A ventilatore fermo, il ventilconvettore eroga comunque calore in ambiente
Spesso il ventilatore ha più velocità.
Contabilizzazione molto problematica.



Termostato



Aerotermi



1 ventilatore + 1 radiatore = 1 aeroterma
Utilizzati in ambito industriale o per palestre in locali alti.
La parte bassa del locale viene riscaldata grazie al lancio dell'aria.

Qual'è e da dove nasce l'obbligo

L'obbligo riguarda la **fatturazione individuale** dei servizi **riscaldamento, acqua calda sanitaria** e raffrescamento in base ai **consumi effettivi**.

La ragione è evidente: responsabilizzare direttamente il consumo di energia

- Direttiva SAVE del 1993:
 - Obbligo di fatturazione in base ai consumi (art. 3)
 - Obbligo di adeguarsi entro il 1994 (art. 10)



Se si paga il servizio a millesimi non si è incentivati ad utilizzare il servizio stesso in maniera responsabile

- Riguarda **tutti** gli impianti centralizzati esistenti
- Obbligo di contabilizzazione e fatturazione individuale dei consumi per **riscaldamento, acqua calda sanitaria e raffrescamento** entro il **31/12/2016**
 - **Solo due estati** per intervenire su tutti gli impianti esistenti non contabilizzati
 - **La scadenza è nella direttiva**
→ **No proroghe**
- **Obbligo di riferimento ai consumi effettivi**
 - Non sono ammessi coefficienti correttivi
- **Obbligo di esecuzione della ripartizione in conformità alla norma UNI 10200**
 - Sanzione a chi ripartisce i costi in modo difforme



A chi si applica



Definizioni:

- **condominio**

edificio con almeno due unità immobiliari, di proprietà in via esclusiva di soggetti che sono anche comproprietari delle parti comuni;

- **edificio polifunzionale**

edificio destinato a scopi diversi e occupato da almeno due soggetti che devono ripartire tra loro la fattura dell'energia acquistata;

Sono definizioni aggiunte nella legge italiana Dlgs 102/14

Non ci sono nella direttiva 2012/27/UE

E' a loro che si applica l'obbligo di fatturazione individuale

Dove si contabilizza



Venditore, distributore, fornitore del servizio di misura

→ Art 9, comma 1 ...

Contatore di allacciamento

**PRE-CONTATORE
AEEG**

Cliente finale

**POST-CONTATORE
Regione**

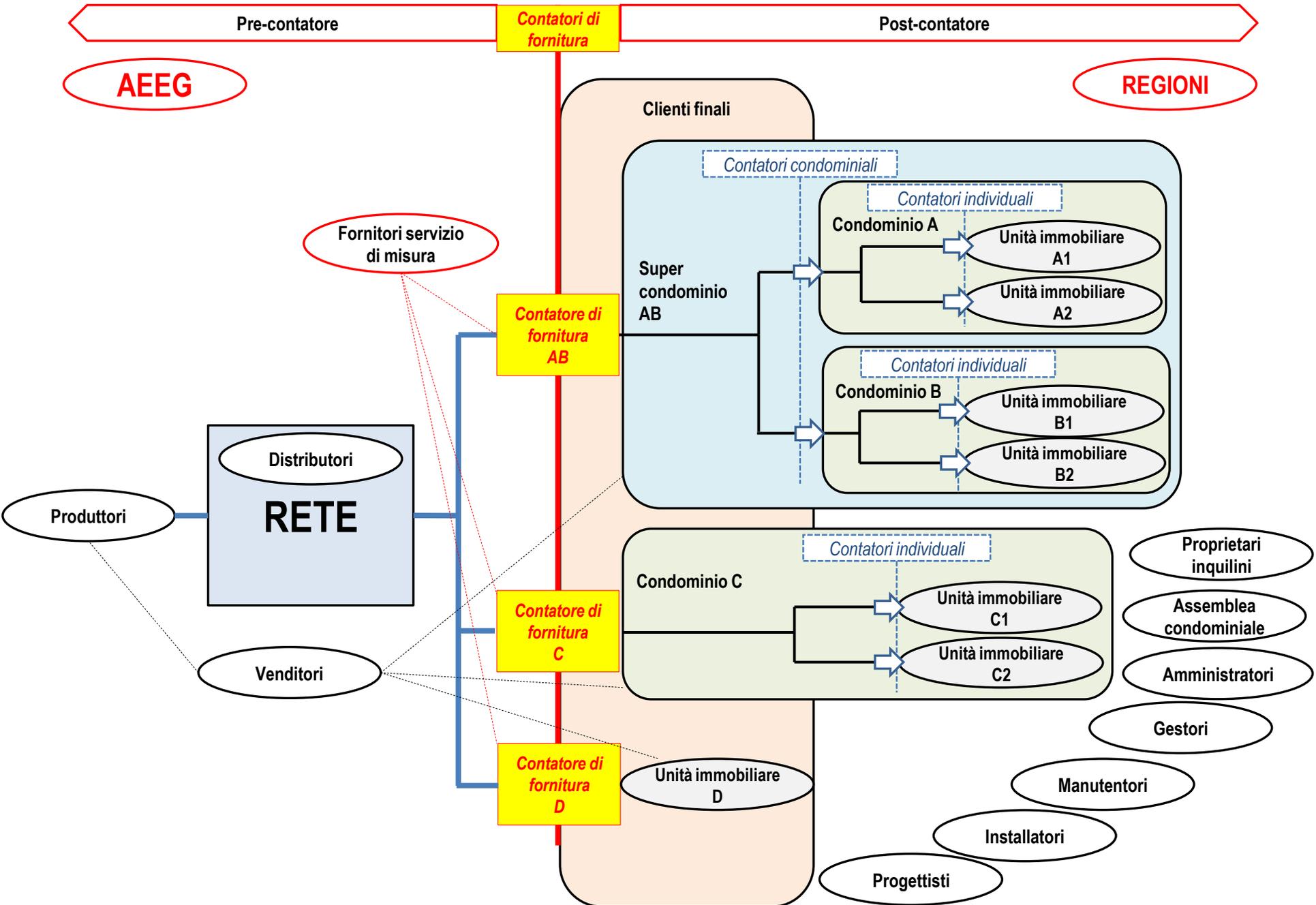
– Supercondominio

→ Art 9, comma 5, lettera a) → sanzione da AEEG

– Condominio

→ Art 9, comma 5, lettera b) → sanzione da Regione

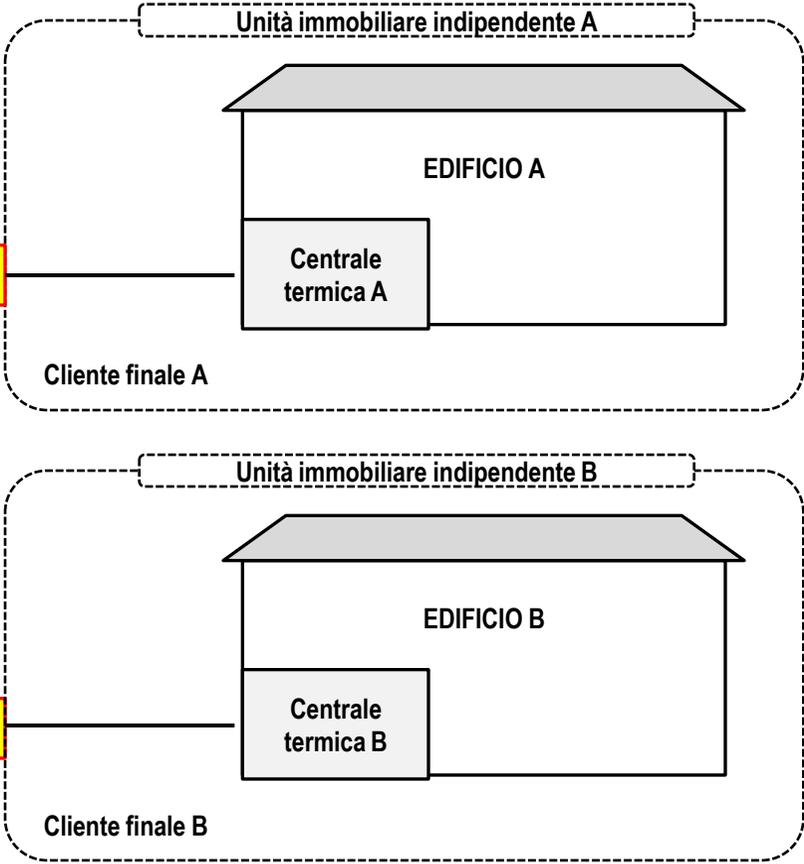
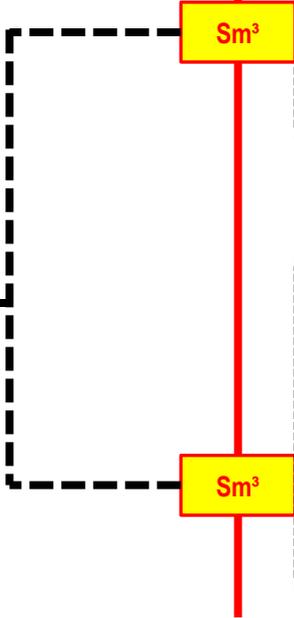
– Singolo condomino





Il caso più semplice: il contatore di fornitura coincide con contatore individuale

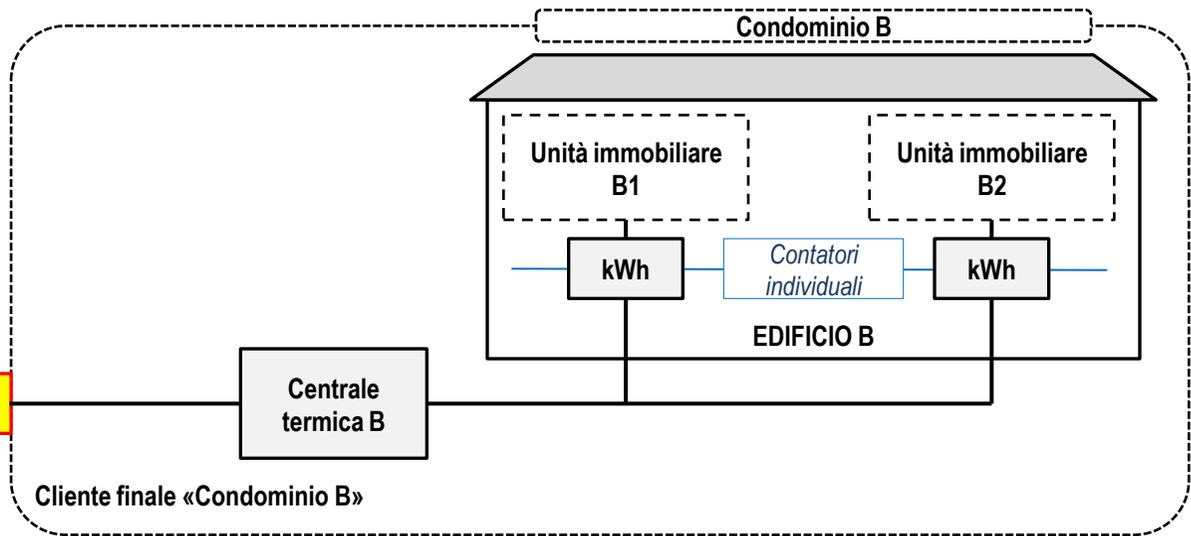
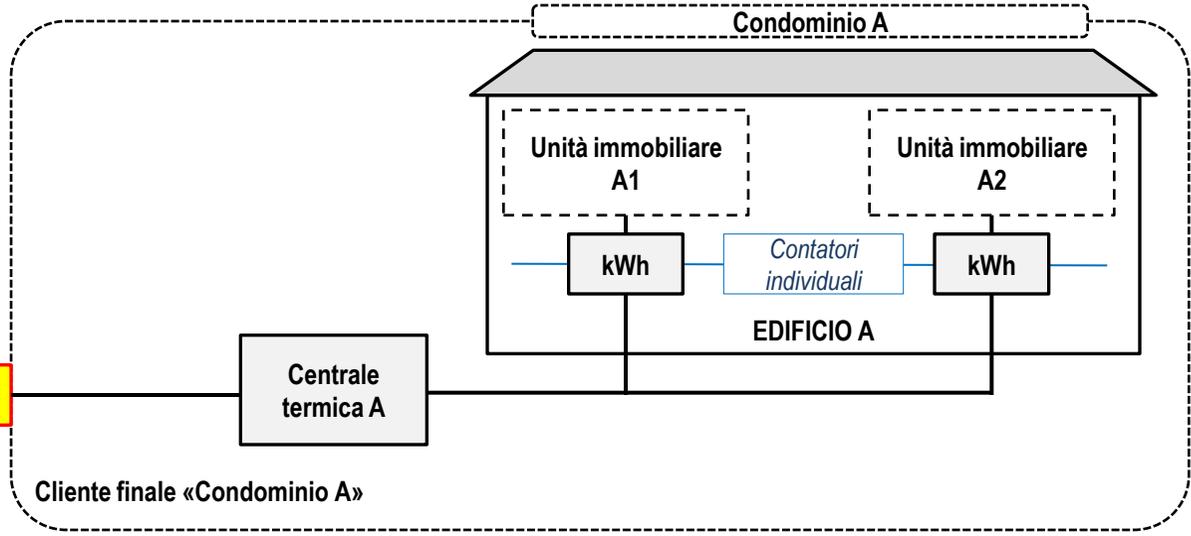
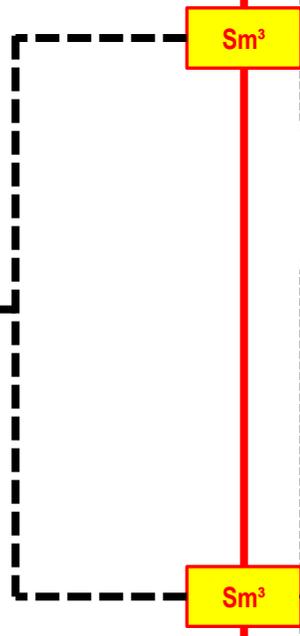
RETE GAS





Condomini con centrale termica propria
I clienti finali sono i condomini A e B
I contatori individuali sono di competenza del condominio

RETE GAS



Pre-contatore

Contatori di
fornitura

Post-contatore

Condomini A e B con
centrale termica comune
AB

Il cliente finale è il super
condominio AB

I contatori condominiali
sono di competenza di
AB

I contatori individuali
sono di competenza di A
e di B

RETE GAS

Sm³

Centrale
termica AB

Contatori
condominiali

kWh

kWh

Super Condominio AB

Condominio A

Unità immobiliare
A1

Unità immobiliare
A2

kWh

Contatori
individuali

kWh

EDIFICIO A

Condominio A

Condominio B

Unità immobiliare
B1

Unità immobiliare
B2

kWh

Contatori
individuali

kWh

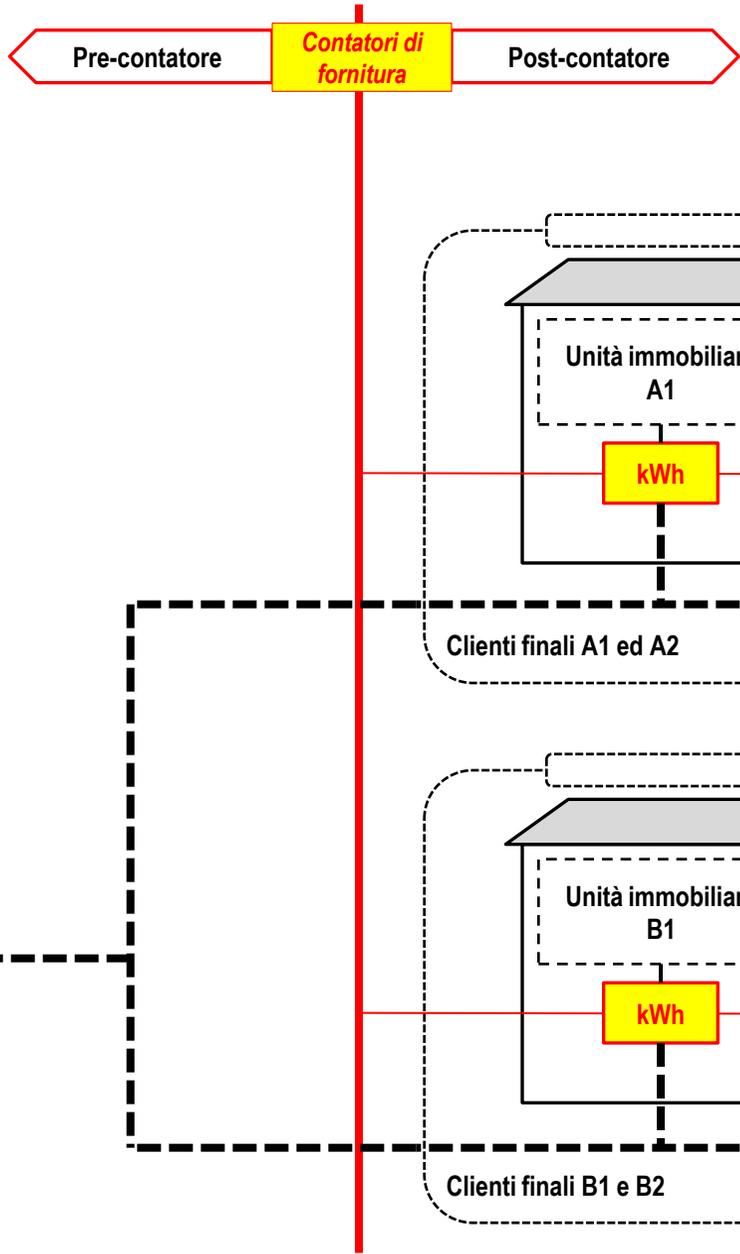
EDIFICIO B

Condominio B

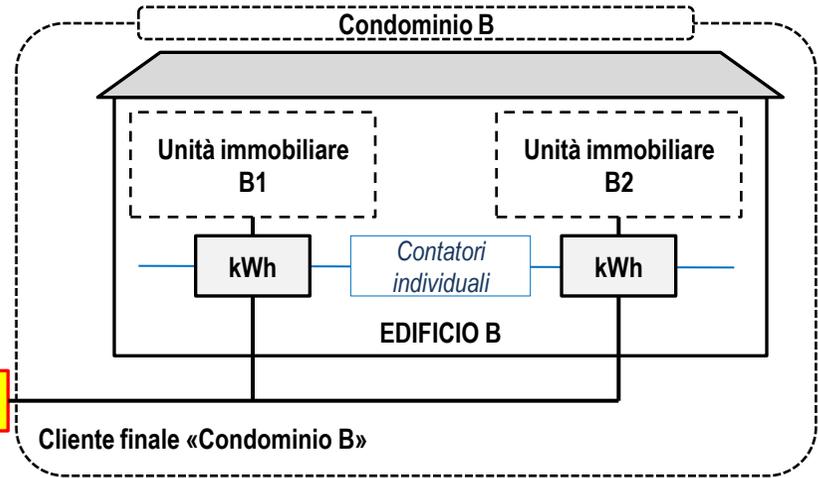
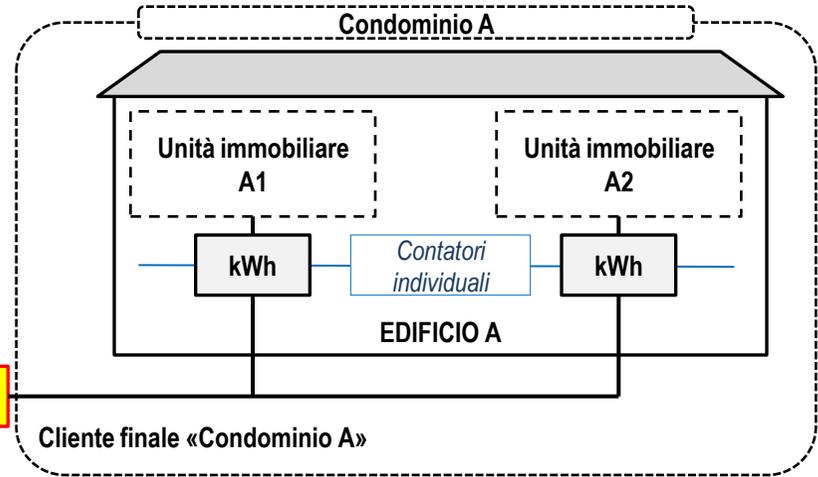
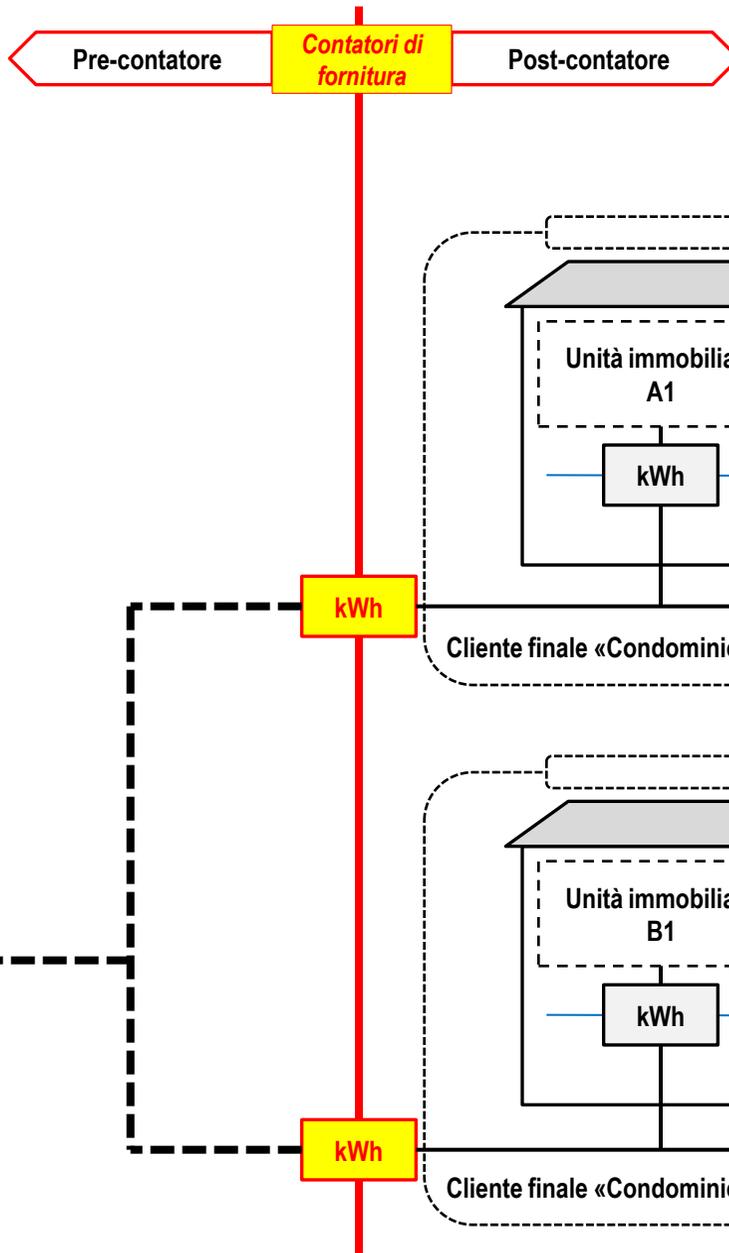
Ciente finale
«Super Condominio AB»



Rete di teleriscaldamento estesa fino alle singole unità immobiliari
I «contatori di fornitura» sono anche contatori individuali

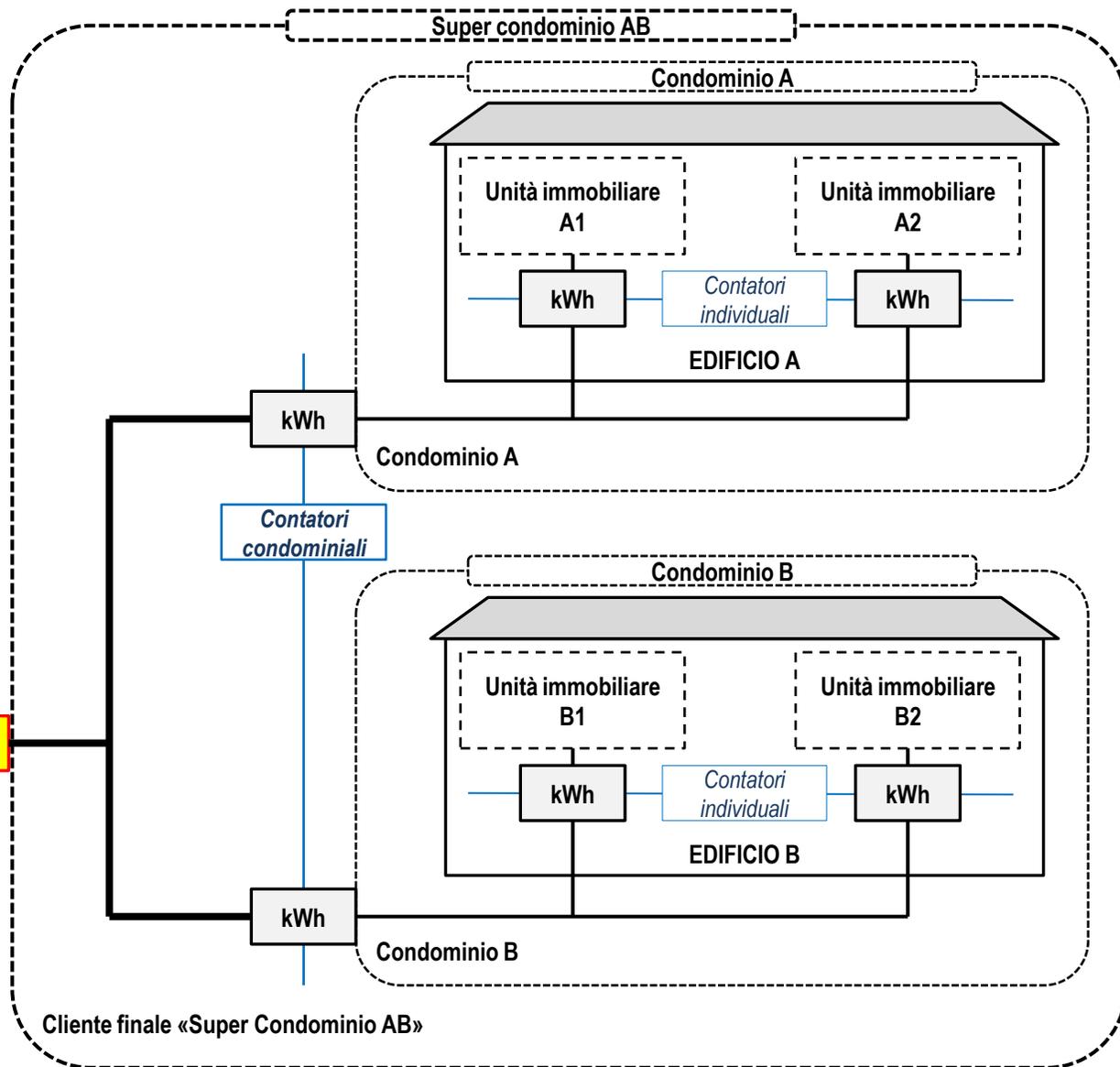
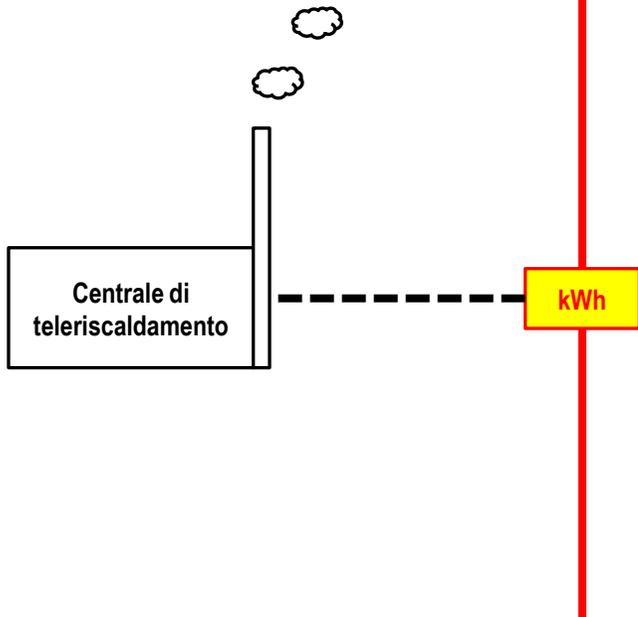


Rete di teleriscaldamento estesa fino ai singoli condomini A e B
I clienti finali sono i condomini
I contatori individuali sono di competenza di A e di B





Rete di teleriscaldamento che fornisce il super condominio AB
Il cliente finale è AB
I contatori condominiali sono di competenza di AB
I contatori individuali sono di competenza di A e di B





Art. 9

Misurazione e fatturazione dei consumi energetici

1. Fatto salvo, l'AEEG, previa definizione di criteri concernenti la fattibilità tecnica ed economica, anche in relazione ai risparmi energetici potenziali, individua le modalità con cui **gli esercenti l'attività di misura:**
 - a) **forniscono ai clienti finali** di energia elettrica e gas naturale, teleriscaldamento, teleraffreddamento ed acqua calda per uso domestico contatori individuali che riflettono con precisione il consumo effettivo e forniscono informazioni sul tempo effettivo di utilizzo dell'energia;
 - b) forniscono ai clienti finali ... contatori individuali di cui alla lettera a), in sostituzione di quelli esistenti anche in occasione di nuovi allacci in nuovi edifici o a seguito di importanti ristrutturazioni, come previsto dal decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, e successive modificazioni.

Clients finali sono quelli allacciati alle reti di distribuzione.

Siamo nel pre-contatore

(come opposto al post-contatore che è l'impianto a valle del "punto di consegna" da parte della rete di distribuzione).



Art. 9

Misurazione e fatturazione dei consumi energetici

...

5. Per favorire il contenimento dei consumi energetici attraverso la contabilizzazione dei consumi individuali e la suddivisione delle spese in base ai consumi effettivi di ciascun centro di consumo individuale:
 - a) qualora il riscaldamento, il raffreddamento o la fornitura di acqua calda per un edificio siano effettuati da una rete di teleriscaldamento o da un **sistema di fornitura centralizzato che alimenta una pluralità di edifici**, è obbligatoria entro il 31 dicembre 2016 l'installazione da parte delle imprese di fornitura del servizio di un **contatore di fornitura di calore in corrispondenza dello scambiatore di calore collegato alla rete o del punto di fornitura**;

In questo caso ci si riferisce al punto di allacciamento o di consegna del calore da teleriscaldamento o da riscaldamento centralizzato ad ogni singolo edificio

(in caso di super-condominio, contatore per ogni edificio)

Potrebbe essere pre o post-contatore



...
5. Per favorire il contenimento dei consumi energetici attraverso la contabilizzazione ...

- ...
- b) **nei condomini e negli edifici polifunzionali** riforniti da una fonte di riscaldamento o raffreddamento centralizzata o da una rete di teleriscaldamento o da un sistema di fornitura centralizzato che alimenta una pluralità di edifici, **è obbligatoria l'installazione entro il 31 dicembre 2016 da parte delle imprese di fornitura del servizio di contatori individuali per misurare l'effettivo consumo di calore o di raffreddamento o di acqua calda per ciascuna unità immobiliare, nella misura in cui sia tecnicamente possibile, efficiente in termini di costi e proporzionato rispetto ai risparmi energetici potenziali.** L'efficienza in termini di costi può essere valutata con riferimento alla metodologia indicata nella norma UNI EN 15459. Eventuali casi di impossibilità tecnica alla installazione dei suddetti sistemi di contabilizzazione devono essere riportati in apposita relazione tecnica del progettista o del tecnico abilitato;

Qui si fa riferimento agli impianti dove è possibile installare dei contacalorie.

Sono preoccupanti i «fornitori del servizio». Nel corrispondente comma relativo alle sanzioni, si parla esplicitamente di fornitori del servizio di contabilizzazione



...
5. Per favorire il contenimento dei consumi energetici attraverso la contabilizzazione ...

- ...
- c) **nei casi in cui l'uso di contatori individuali non sia tecnicamente possibile** o non sia efficiente in termini di costi, per la misura del riscaldamento **si ricorre all'installazione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore individuali per misurare il consumo di calore in corrispondenza a ciascun radiatore posto all'interno delle unità immobiliari dei condomini o degli edifici polifunzionali**, secondo quanto previsto dalla **norma UNI EN 834**, con esclusione di quelli situati negli spazi comuni degli edifici, salvo che l'installazione di tali sistemi risulti essere non efficiente in termini di costi con riferimento alla metodologia indicata nella norma UNI EN 15459. In tali casi sono presi in considerazione metodi alternativi efficienti in termini di costi per la misurazione del consumo di calore.

Qui si fa riferimento agli impianti a colonne montanti o ad altri casi in cui non sia possibile installare contacalorie.

Qui compare anche la termoregolazione.

L'esclusione degli spazi comuni è ridicola



...
5. Per favorire il contenimento dei consumi energetici attraverso la contabilizzazione ...

...
c)

Il cliente finale può affidare la gestione del servizio di termoregolazione e contabilizzazione del calore ad altro operatore diverso dall'impresa di fornitura, secondo modalità stabilite dall'Autorità per l'energia elettrica, il gas e il sistema idrico, ferma restando la necessità di garantire la continuità nella misurazione del dato

Affermazione molto preoccupante.

C'è un sottinteso che chi fa la contabilizzazione installa le apparecchiature ed affida la regolamentazione delle eccezioni all'AEEG

L'esclusione degli spazi comuni è ridicola



...
5. Per favorire il contenimento dei consumi energetici attraverso la contabilizzazione ...

...

d) quando i condomini sono alimentati dal teleriscaldamento o teleraffreddamento o da sistemi comuni di riscaldamento o raffreddamento, **per la corretta suddivisione delle spese connesse al consumo di calore per il riscaldamento** degli appartamenti e delle aree comuni, qualora le scale e i corridoi siano dotati di radiatori, **e all'uso di acqua calda per il fabbisogno domestico, se prodotta in modo centralizzato, l'importo complessivo deve essere suddiviso in relazione agli effettivi prelievi volontari di energia termica utile e ai costi generali per la manutenzione dell'impianto, secondo quanto previsto dalla norma tecnica UNI 10200 e successivi aggiornamenti.** È fatta salva la possibilità, per la prima stagione termica successiva all'installazione dei dispositivi di cui al presente comma, che la suddivisione si determini in base ai soli millesimi di proprietà.

Sono chiaramente affermati tre principi:

- 1) Si devono ripartire le spese in base ai consumi effettivi**
- 2) Riguarda riscaldamento ed acqua calda sanitaria**
- 3) Si deve applicare la 10200**

Art. 16 Sanzioni



5. L'impresa di fornitura del servizio di energia termica tramite teleriscaldamento o teleraffrescamento o tramite un sistema di fornitura centralizzato che alimenta una pluralità di edifici che non ottempera agli obblighi di installazione di contatori individuali di cui all'articolo 9, comma 5, lettera a), entro il termine ivi previsto, è soggetta ad una sanzione amministrativa pecuniaria da 500 a 2500 euro.
→ Irrogata da AEEG
6. **L'impresa di fornitura del servizio di un contatore individuale che, richiesta dal cliente finale che ha la disponibilità dell'unità immobiliare**, nei casi di cui all'articolo 9, comma 5, lettera b), non installa, entro il termine ivi previsto, un contatore individuale di cui alla predetta lettera b), è soggetta ad una sanzione amministrativa pecuniaria da 500 a 2500 euro. La disposizione di cui al presente comma non si applica quando da una relazione tecnica di un progettista o di un tecnico abilitato risulta che l'installazione del contatore individuale non è tecnicamente possibile o non è efficiente in termini di costi o non è proporzionata rispetto ai risparmi energetici potenziali.
→ Irrogata da Regione

La formulazione della 6) è ambigua.

Chissà cos'è una «impresa di fornitura del servizio di un contatore individuale»

Non si capisce bene chi sia il fornitore del servizio.

La sanzione va al «fornitore del servizio che non ottempera tempestivamente»

Art. 16 Sanzioni



7. Nei casi di cui all'articolo 9, comma 5, lettera **c) il condominio e i clienti finali che acquistano energia per un edificio polifunzionale che non provvedono ad installare sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore individuali per misurare il consumo di calore in corrispondenza di ciascun radiatore posto all'interno dell'unità immobiliare** sono soggetti, **ciascuno**, alla **sanzione amministrativa pecuniaria da 500 a 2500 euro**. La disposizione di cui al primo periodo non si applica quando da una relazione tecnica di un progettista o di un tecnico abilitato risulta che l'installazione dei predetti sistemi non è efficiente in termini di costi.
8. È soggetto ad una **sanzione amministrativa da 500 a 2500 euro il condominio** alimentato dal teleriscaldamento o dal teleraffreddamento o da sistemi comuni di riscaldamento o raffreddamento **che non ripartisce le spese in conformità alle disposizioni di cui all'articolo 9 comma 5 lettera d).**

La sanzione è di 500...2500 per unità immobiliare (+1) in caso di mancata installazione dei sistemi di termoregolazione e contabilizzazione.

La sanzione è di 500...2500 per il condominio che non usa la 10200 ... da subito per chi ha già la contabilizzazione?

Perché seguire le norme?

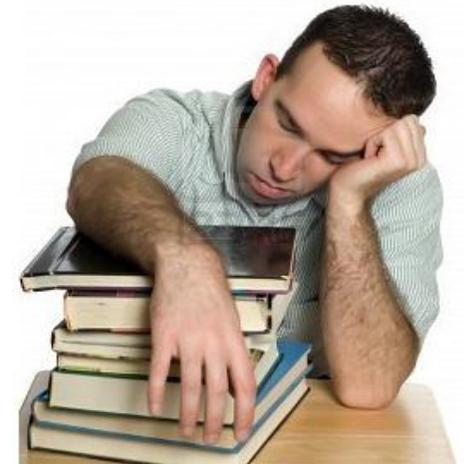
In generale ...

- ▶ Se si segue la norma tecnica applicabile si beneficia della «presunzione di esecuzione a regola d'arte»
- ▶ Se non si segue la norma occorre comunque dimostrare la diligenza nello svolgere il compito assegnato.

... ma il Dlgs 102/14 obbliga l'uso della 10200

▶ UNI 10200 : 86 pagine

... difficilmente comprensibili almeno a prima vista....



E' davvero così brutta?

Ha qualche punto debole?

- qualora lo scopo del calcolo sia la formulazione del prospetto a consuntivo:

$$Q_{ve,cli} = (L_{2,ct} - L_{1,ct}) \times k_{cli} \quad [\text{kWh, m}^3 \text{ o kg}] \quad (5)$$

$$Q_{ve,acs} = (L_{2,ct} - L_{1,ct}) \times k_{acs} \quad [\text{kWh, m}^3 \text{ o kg}] \quad (6)$$

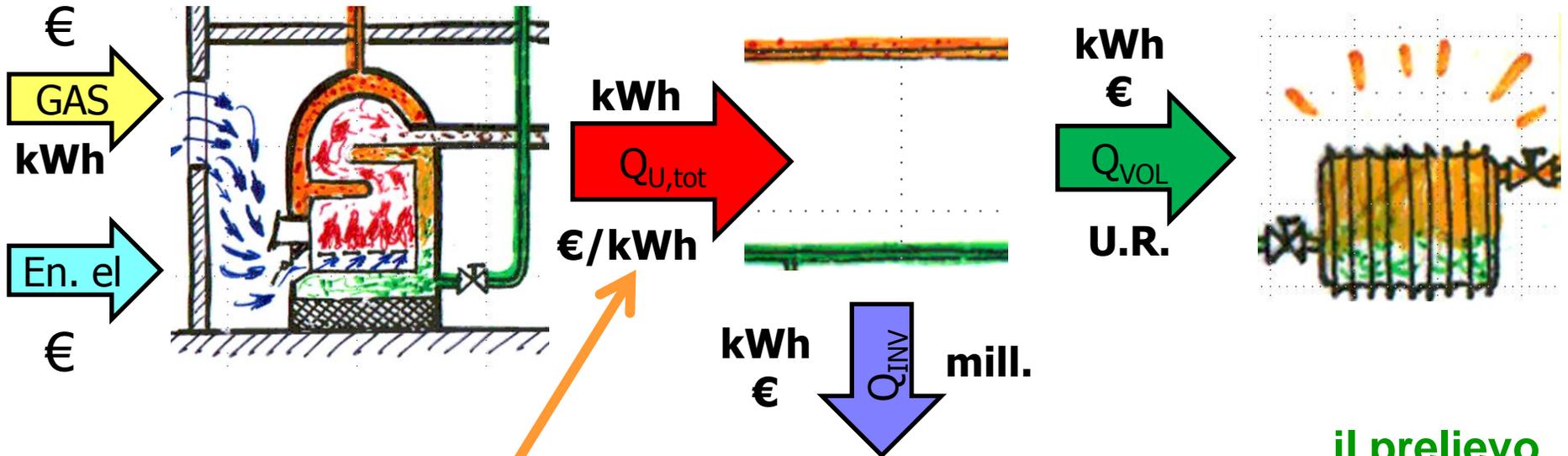
- qualora lo scopo del calcolo sia la formulazione del prospetto previsionale:

$$Q_{ve,cli} = Q'_{ve,cli} \quad [\text{kWh, m}^3 \text{ o kg}] \quad (7)$$

$$Q_{ve,acs} = Q'_{ve,acs} \quad [\text{kWh, m}^3 \text{ o kg}] \quad (8)$$

dove:

Principio generale di ripartizione



Costo dell'energia utile all'uscita del generatore

Il prelievo involontario
(energia corrispondente alle perdite della rete di distribuzione)
va ripartito in base ad una **proporzione fissa (a millesimi)**

il prelievo volontario, cioè l'energia erogata dai corpi scaldanti
deve essere conteggiata **a consumo**

Criterio di ripartizione

- **Principio generale di ripartizione secondo UNI 10200**
 - **Si determina il costo dell'energia utile all'uscita del generatore**
 - **il prelievo volontario, cioè l'energia erogata dai corpi scaldanti** deve essere conteggiata **a consumo**
 - **Il prelievo involontario (energia corrispondente alle perdite della rete di distribuzione)** va ripartito **in base ad una proporzione fissa (a millesimi)**, così come tutte le spese legate alla mera disponibilità del servizio (quota per potenza impegnata).
 - Quota di eventuali locali comuni: a millesimi di proprietà
- **La ripartizione fra prelievo volontario ed involontario può essere**
 - **Misurata** anno per anno dalle apparecchiature di contabilizzazione
 - **Determinata** una volta per tutte con un calcolo di prestazione energetica nel progetto dell'impianto di contabilizzazione



Come si determinano:
 La ripartizione dell'energia utile fra
 prelievo volontario ed involontario?
 I millesimi di riscaldamento?

Millesimi?

Riscaldamento

- UNI 10200 **precedente**: millesimi di potenza dei corpi scaldanti
- Uni 10200:2013
 - **Impianto senza regolazione** (compensazione climatica):
millesimi di potenza dei corpi scaldanti
 - **Impianto con regolazione** (zona o ambiente) o potenza corpi scaldanti non determinabile (vecchi pannelli annegati nelle strutture):
millesimi di fabbisogno di energia utile $Q_{H,nd}$
- Pratica: volumi, superfici, proprietà, ...

Acqua calda sanitaria

- UNI 10200 **precedente** : ??? (non citati)
- Uni 10200:2013 → *fabbisogni di energia utile per acqua calda sanitaria*
- Pratica: integralmente a consumo

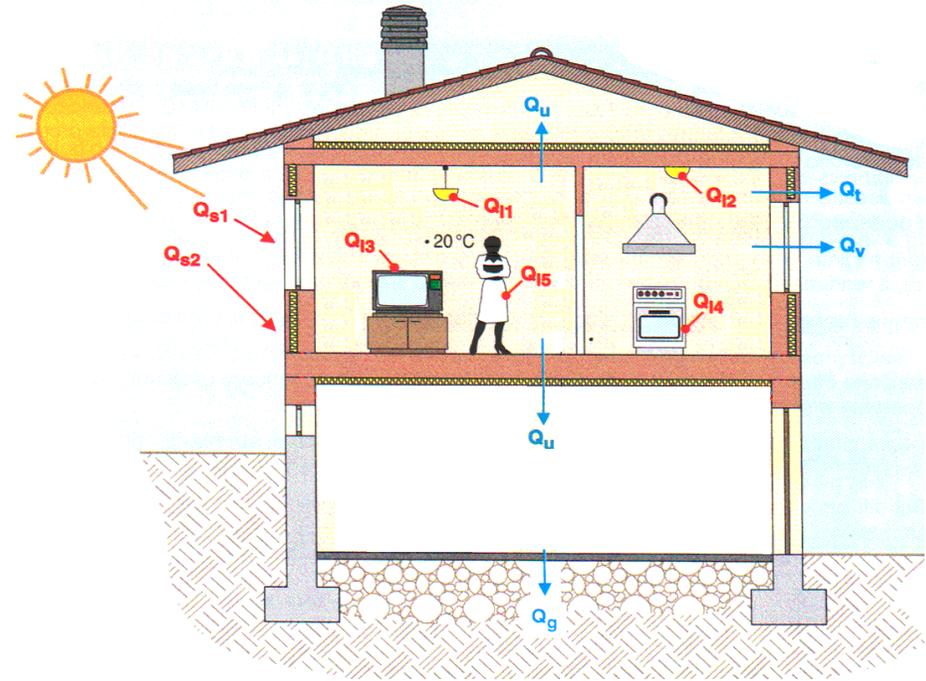
Dove trovare i millesimi?

Fabbisogno di energia utile per riscaldamento Q_h :

Calcolo del calore necessario a tenere a 20 °C ciascuna unità immobiliare durante un inverno, tenendo conto delle dispersioni e degli apporti gratuiti (sole e persone)

Fabbisogno di energia utile per acqua calda sanitaria Q_w :

Calcolo del calore necessario per produrre una quantità standard annuale di acqua calda sanitaria che dipende dalla superficie di ciascuna unità immobiliare



→ **Calcolo termotecnico**
PROGETTO

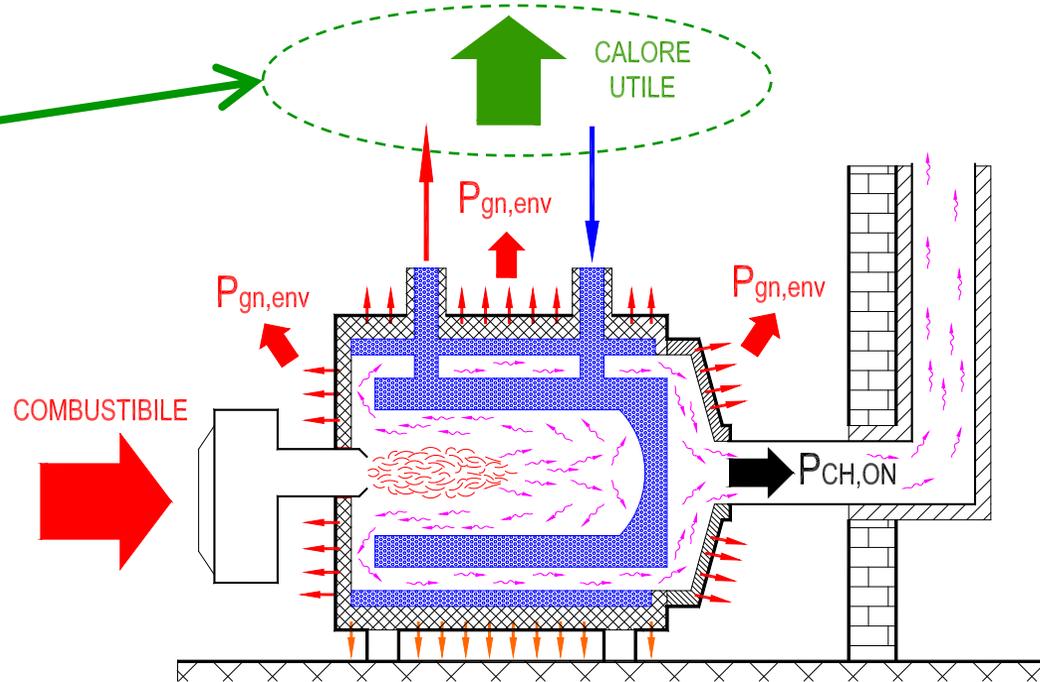
Come si fa la ripartizione del costo dell'energia

1. Determinare le **spese totali** C_{tot} €
2. Determinare l'**energia utile totale** Q_u kWh
3. Calcolare il **costo unitario dell'energia utile** C_{tot}/Q_u €/kWh
4. **Ripartire l'energia utile totale**
(ed il costo totale) fra
consumi volontari $Q_{vol} \rightarrow C_{vol}$
consumi involontari $Q_{inv} \rightarrow C_{inv}$ kWh \rightarrow €
5. Ripartire l'energia utile volontaria Q_{vol}
(letture contatori individuali) kWh \rightarrow €
6. Ripartire l'energia utile involontaria Q_{inv}
(millesimi di riscaldamento) kWh \rightarrow €

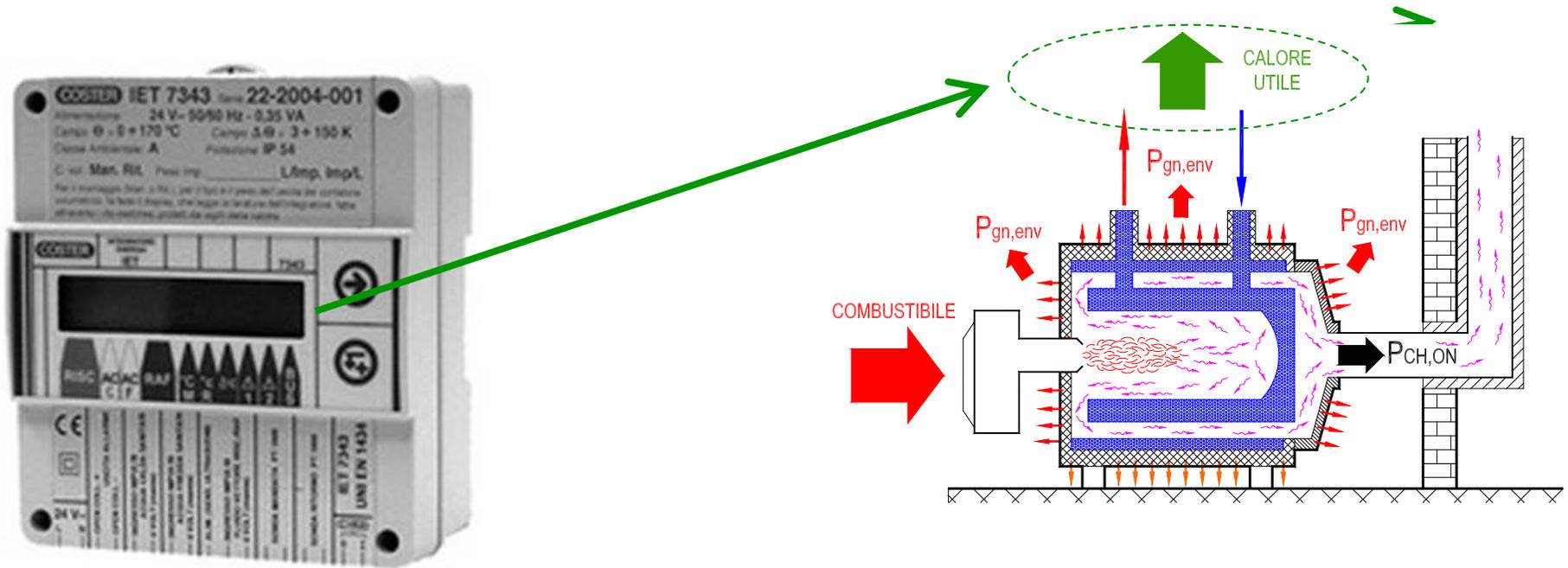
Che cosa si ripartisce?

... si ripartisce il costo del calore utile all'uscita del generatore ...

Tutte le dispersioni del generatore vanno ad aumentare il costo dell'energia utile.



Con il contacalorie



Se viene installato un contacalorie è sufficiente leggere in qualsiasi momento il valore sul display per sapere quanti kWh di calore utile è stato prodotto dalla caldaia

Fare un modello per la lettura dei dati in centrale termica...

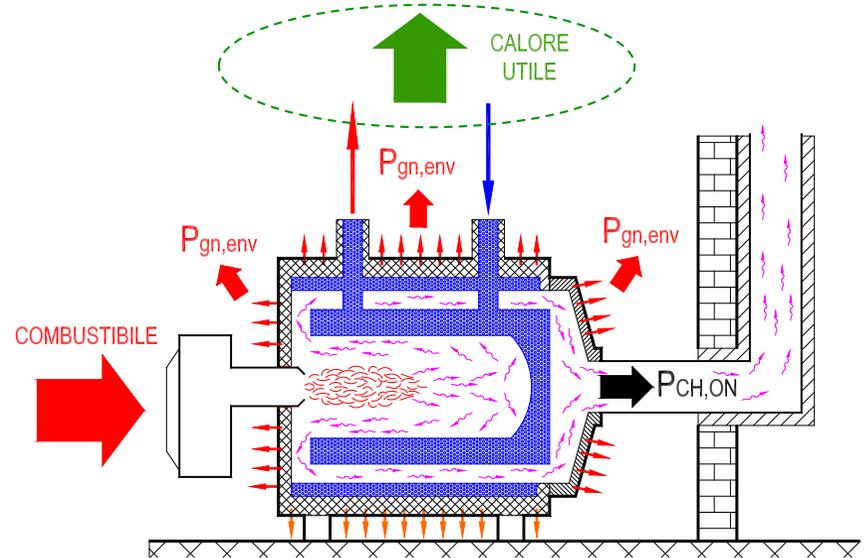
Senza contacalorie

Se non c'è contacalorie si prendono le fatture del gas e si leggono le quantità in metri cubi e si moltiplicano per

- potere calorifico gas
- rendimento caldaia

Nel progetto devo trovare

- potere calorifico gas PCI
- e rendimento caldaia η



DATI CONSUMI

Periodo di riferimento gennaio - aprile 2011 relativo alle letture:

17479 del 01/01/2011 (rilevata)

17979 del 30/04/2011 (stimata)

Consumi al 30/04/2011

500 mc

Consumi fatturati

513 smc*

TOTALE CONSUMI FATTURATI

513

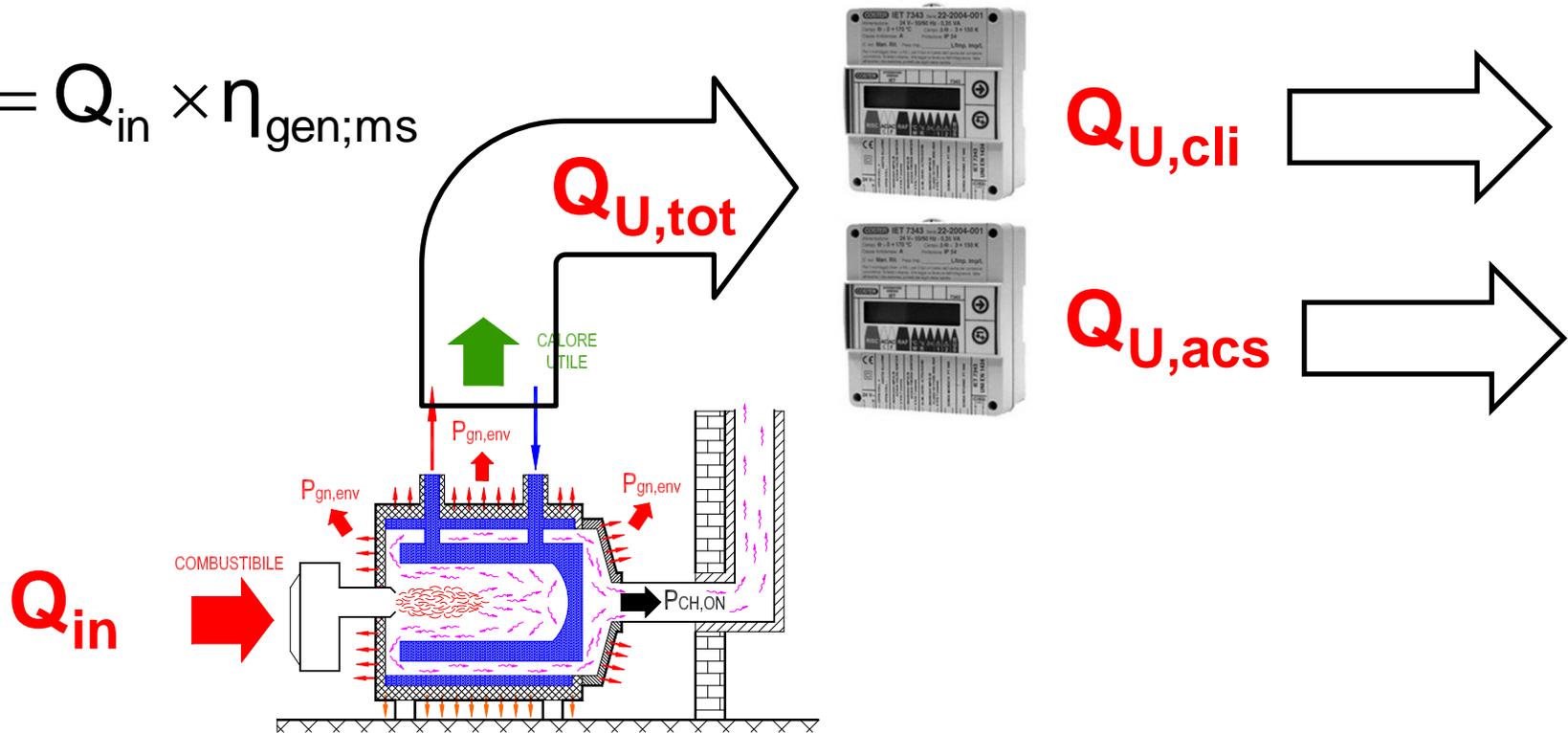
Consumi residui

0,558500

$$\begin{aligned} Q_u &= G \times \text{PCI} \times \eta = \\ &= 513 \text{ m}^3 \times 9,45 \text{ kWh/m}^3 \times 0,85 \\ &= 4120,7 \text{ kWh} \end{aligned}$$

1...3 - Che cosa si ripartisce

$$Q_{U,tot} = Q_{in} \times \eta_{gen;ms}$$



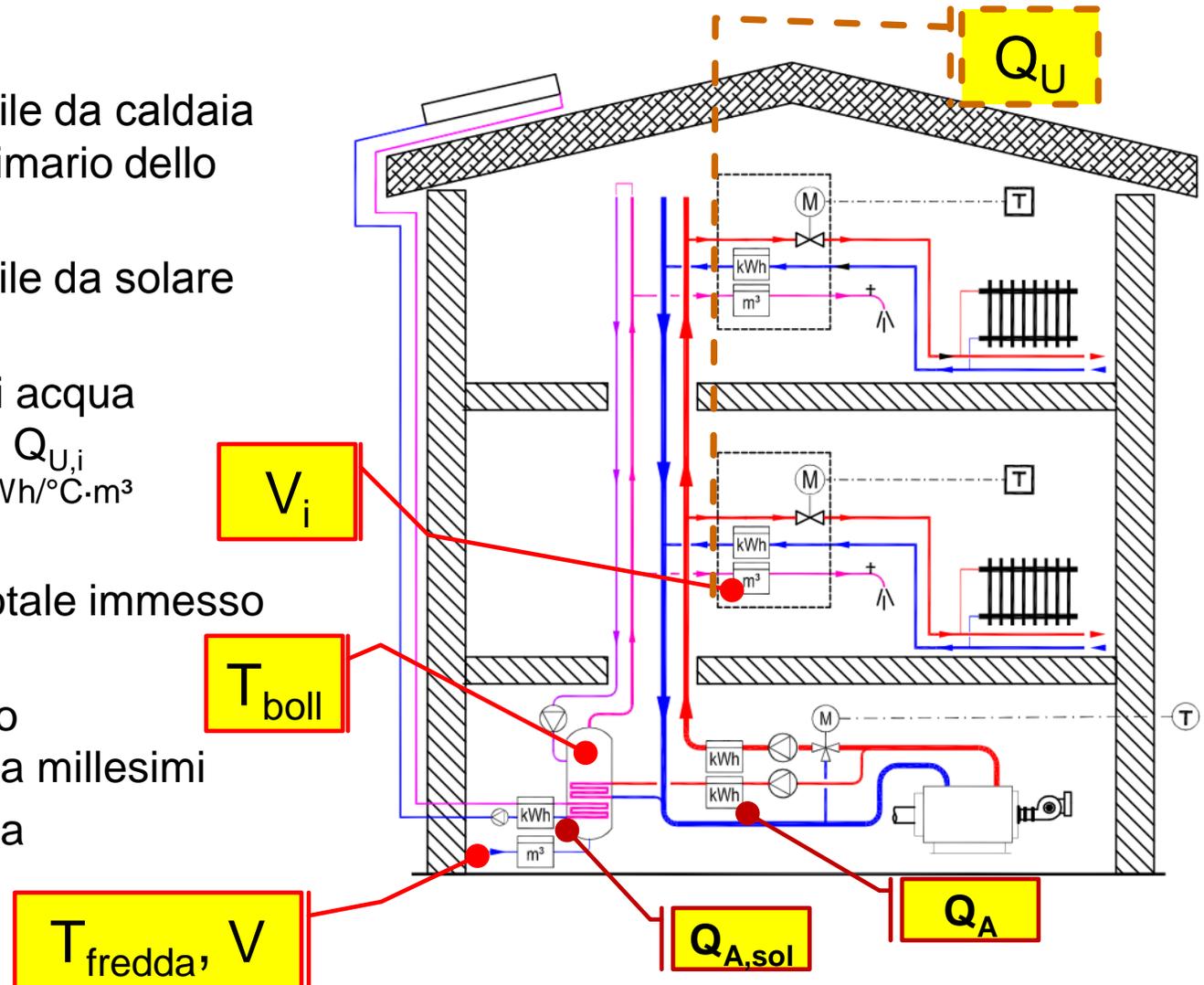
Se c'è anche acqua calda sanitaria è caldamente raccomandato aggiungere un contacalorie anche sul primario dello scambiatore del produttore di acqua calda sanitaria per determinare la quota di energia utile per riscaldamento e per acqua calda sanitaria.

OTTIMO: 2 CONTACALORIE PER MISURARE $Q_{U,cli}$ e $Q_{U,acs}$

... e se aggiungiamo pure il solare termico

Strumentazione richiesta

- Contabilizzare l'energia utile da caldaia con un contacalorie sul primario dello scambiatore Q_A
- Contabilizzare l'energia utile da solare termico con $Q_{A,sol}$
- Contabilizzare il volume di acqua prelevato dai singoli utenti $Q_{U,i}$
 $Q_{U,i} = V_i \times (T_{boll} - T_{fredda}) \times 1,16 \text{ kWh/}^\circ\text{C}\cdot\text{m}^3$
→ fatturare a consumo
- Contabilizzare il volume totale immesso nel bollitore (verifica)
- Contabilizzazione del resto
 $Q_{INV} = Q_U - Q_A - Q_{A,sol}$ → a millesimi
- Il prezzo di Q_A si determina come se fosse un'utenza di riscaldamento



Esercizio

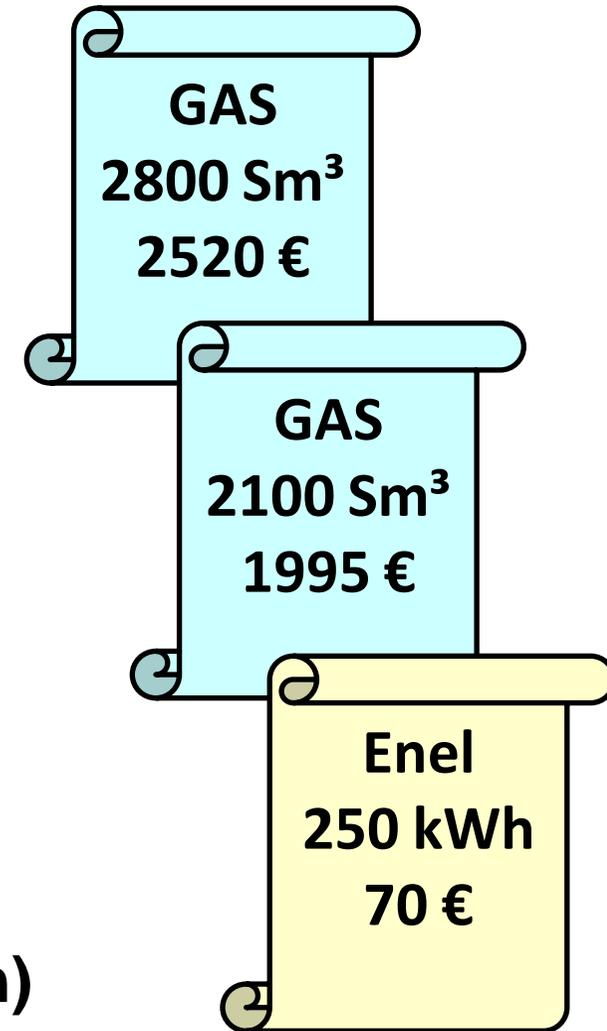
Avete ricevuto le seguenti bollette.

Sul progetto è scritto che il rendimento della caldaia è 85%

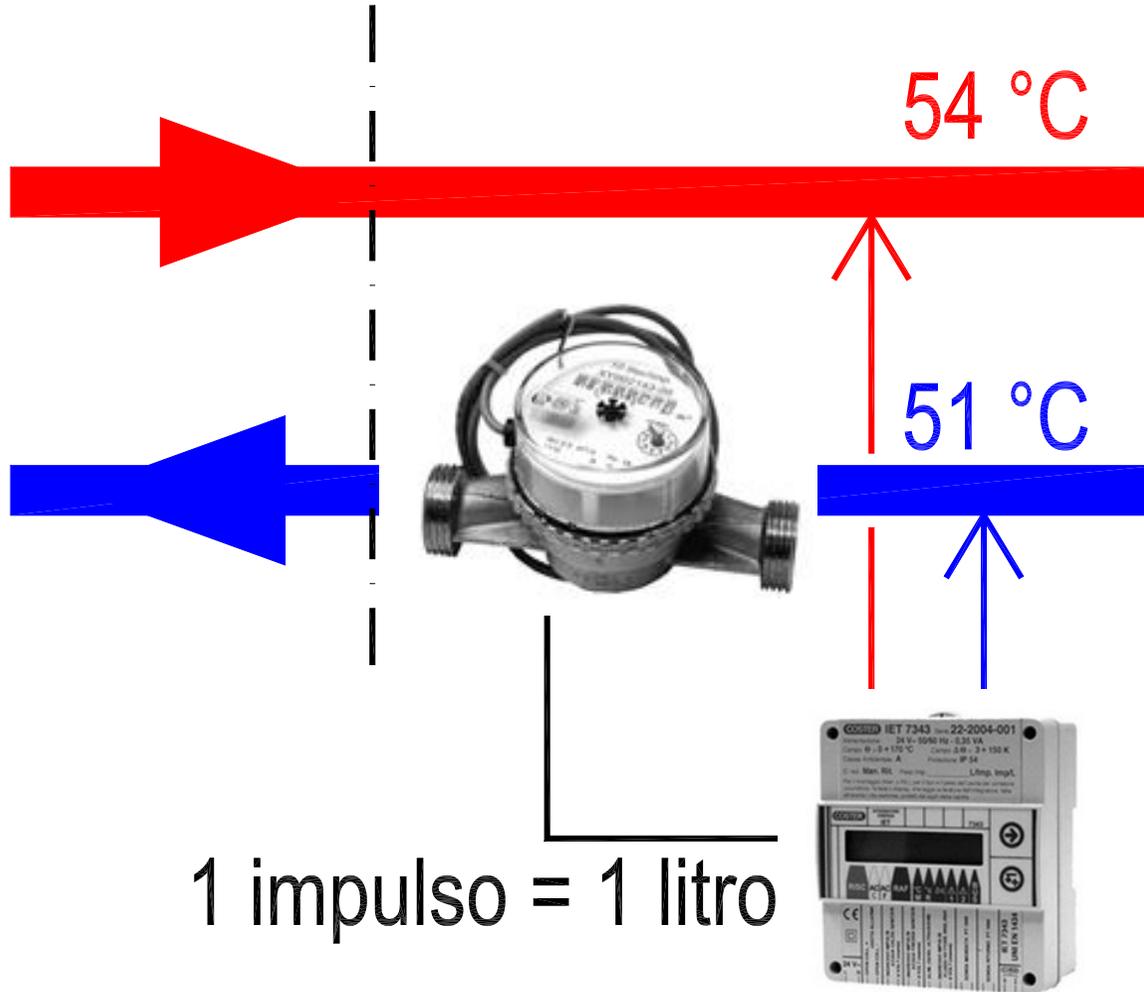
PCI gas: 9,45 kWh/Sm³

Determinare:

- L'energia utile da ripartire Q_u (kWh)
- Il costo specifico dell'energia utile (€/kWh)



Principio del contacalorie diretto



**Il contacalorie
fornisce
una misura
espressa in kWh**

ESEMPIO

All'arrivo di 1 impulso

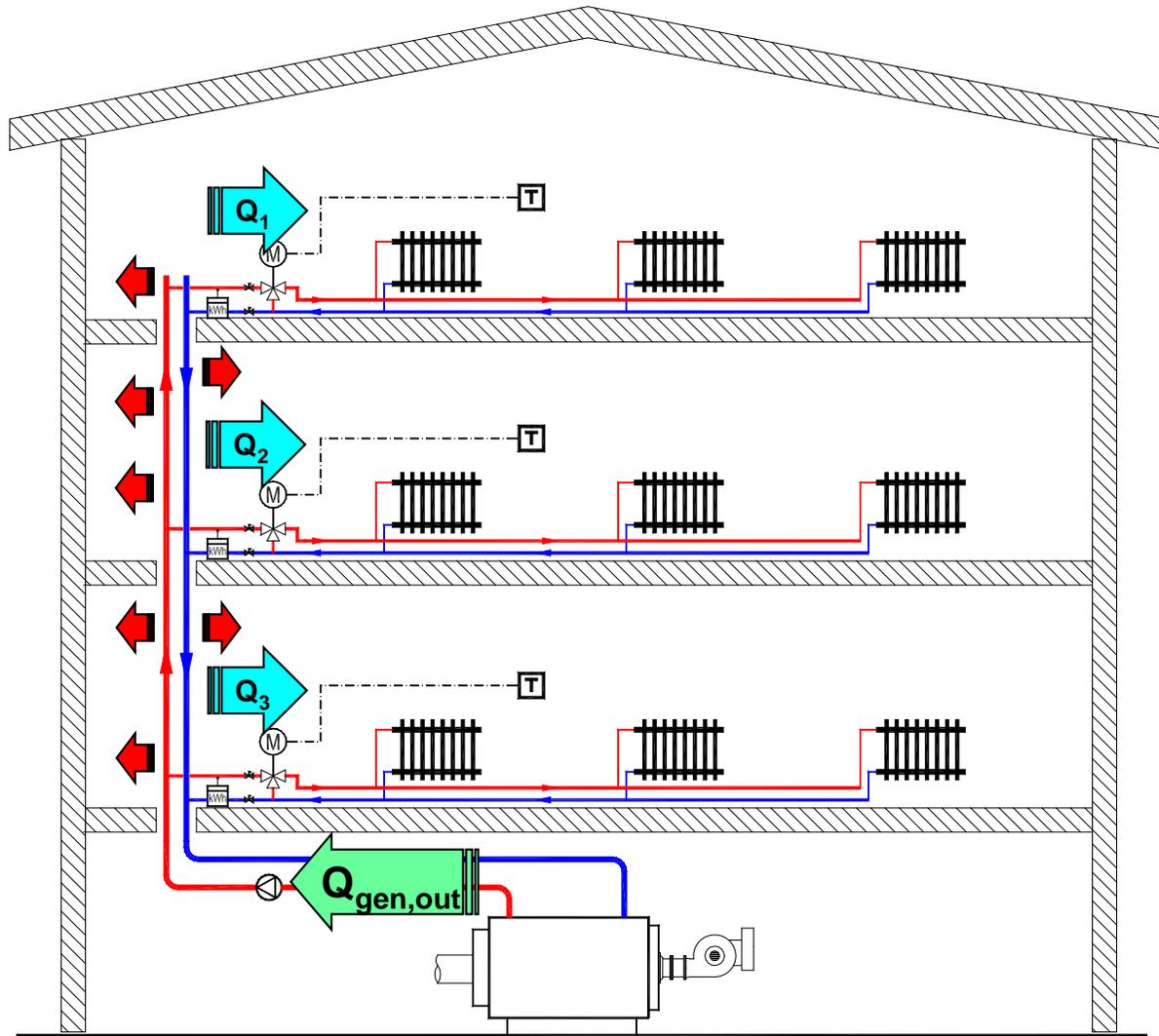
Volume = 1 litro \approx 1 kg

$$\Delta T = 54 - 51 = 3 \text{ °C}$$

Energia =

$$1 \text{ kg} \times 3 \text{ °C} \times 1 \text{ kcal/kg} \cdot \text{°C} =$$
$$3 \text{ kcal} = 3,48 \text{ Wh}$$

Volontario/involontario ?



IMPIANTO A ZONE CON CONTACALORIE

Calore prelevato volontariamente dai singoli utenti ($Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$)
Somma letture contacalorie dei singoli utenti deve essere ripartito a consumo.

Il resto ($Q_{gen,out} - \sum Q_i$) **calore disperso dalla rete e/o prelevato involontariamente** deve essere ripartito a millesimi.

Esercizio...

Nel condominio precedente ci sono 2 condomini
I millesimi e le letture sono
riportati nello schema a fianco

Determinare

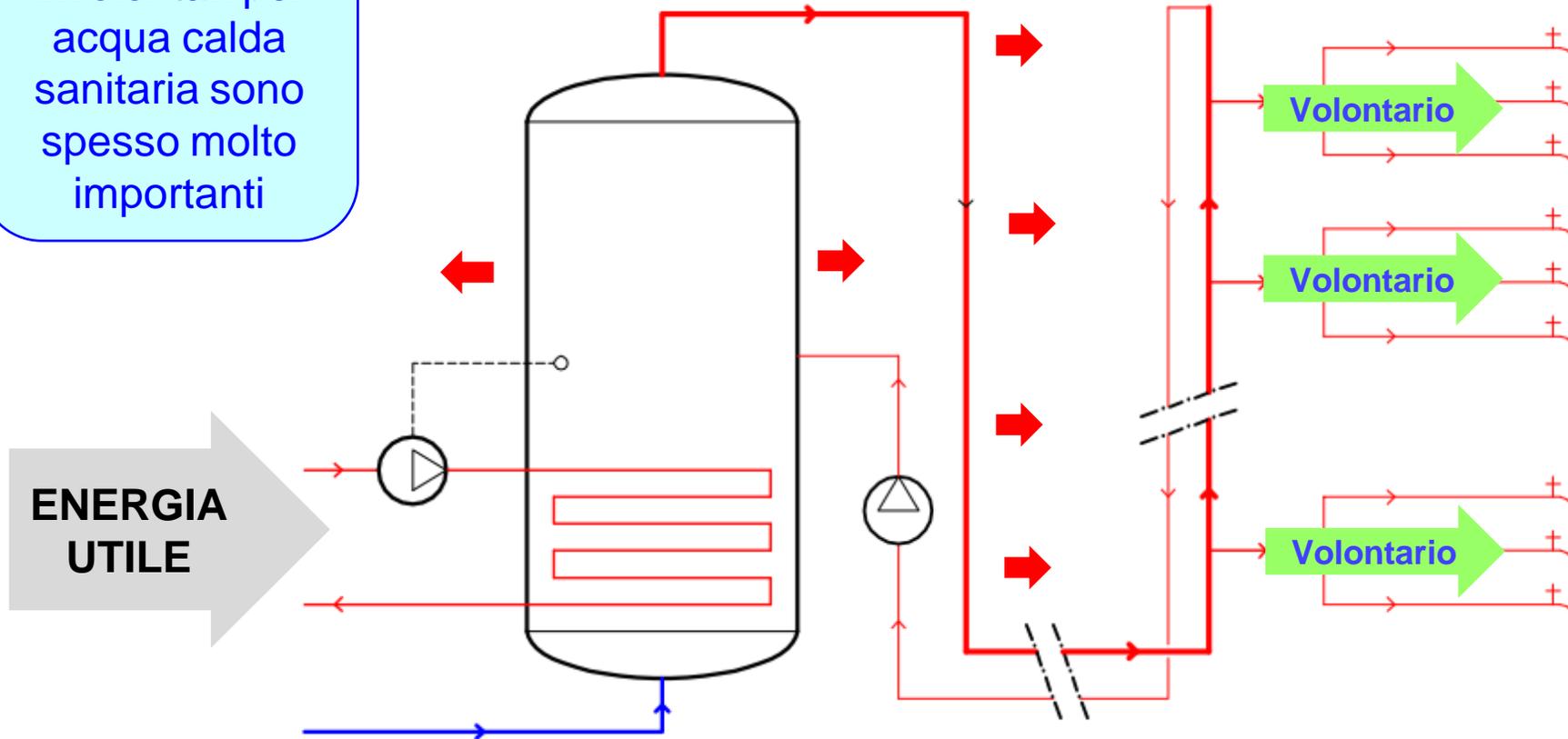
- Il consumo volontario totale
- Il consumo involontario totale
- La ripartizione delle spese

Condomino B 600 millesimi di riscaldamento 12000 kWh di riscaldamento
Condomino A 400 millesimi di riscaldamento 18000 kWh di riscaldamento

Volontario/involontario con a.c.s.

I consumi involontari per acqua calda sanitaria sono spesso molto importanti

I consumi volontari sono misurabili con un contaltri



Consumo volontario per acs

$$\text{kWh} = \text{m}^3 \times (T_{\text{calda}} - T_{\text{fredda}}) \times 1,16 \text{ kWh/m}^3 \text{ }^\circ\text{C}$$

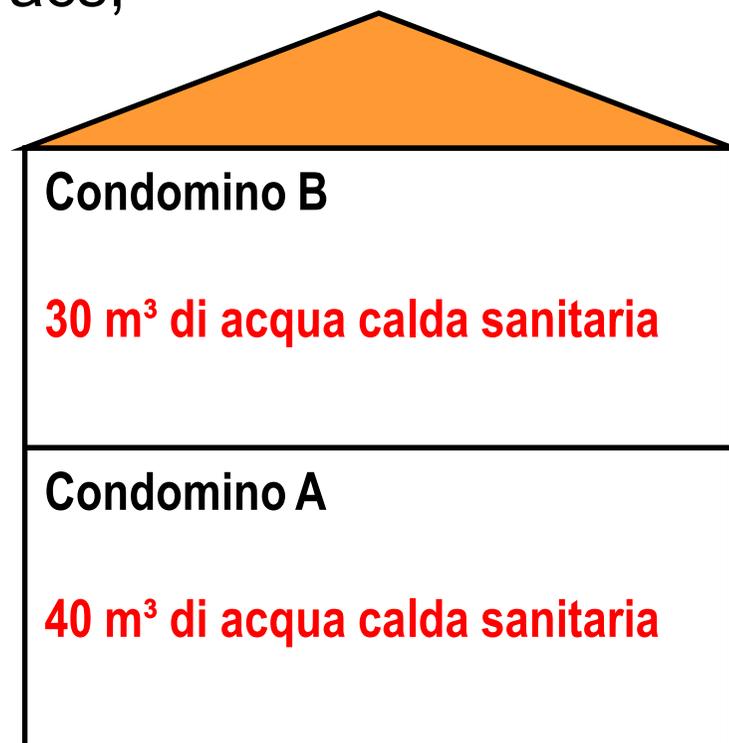
Tcalda = temperatura di produzione dell'acs,
→ normalmente 48 °C (max 53 °C)

Tfredda = temperatura dell'acquedotto
→ normalmente 12 °C,
si trova nelle bollette

Quant'è il consumo volontario per acs dei due condomini?

Tcalda = 50 °C

Tfredda = 15 °C



Il ripartitore

Si usa quando non è possibile la misura diretta

- in tutti gli impianti a colonne montanti
- In impianti a zone «difficili»
 - dove non si riesce ad installare il contacalorie
 - dove i circuiti non corrispondono (più) alle unità immobiliari

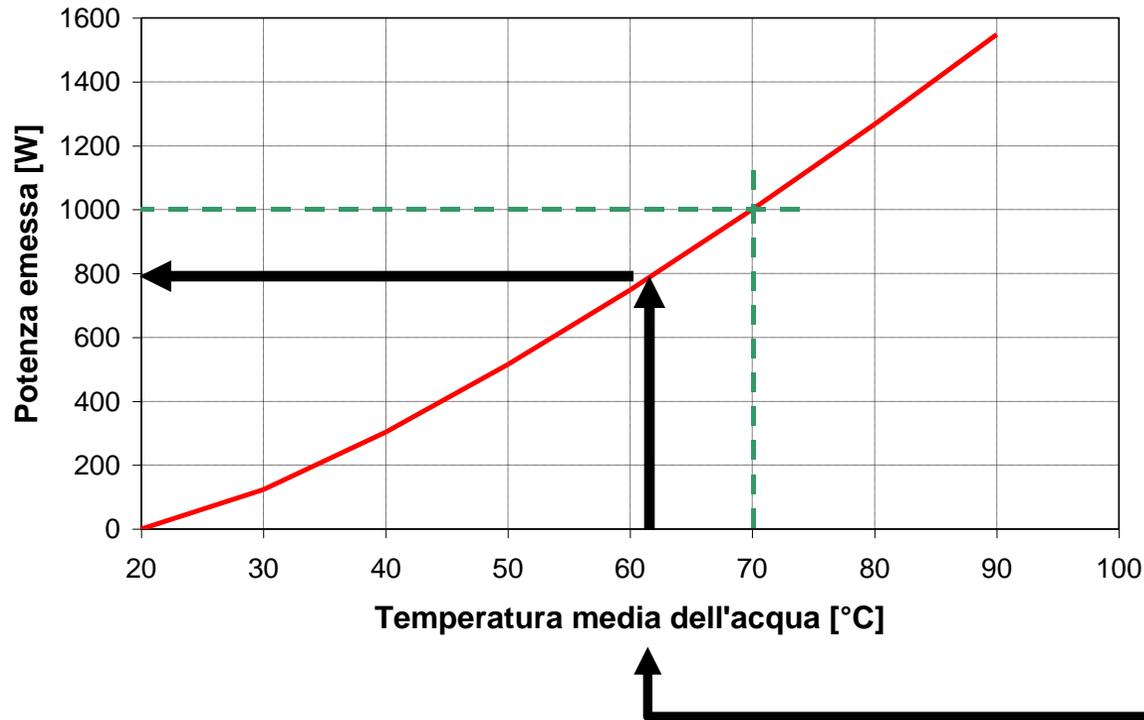
Occorre dirgli «quanto grande» è il radiatore sul quale sono montati, altrimenti le UR visualizzate non sono correlate al consumo

Questo parametro (potenza nominale del radiatore) deve essere inserito nel ripartitore quando viene installato

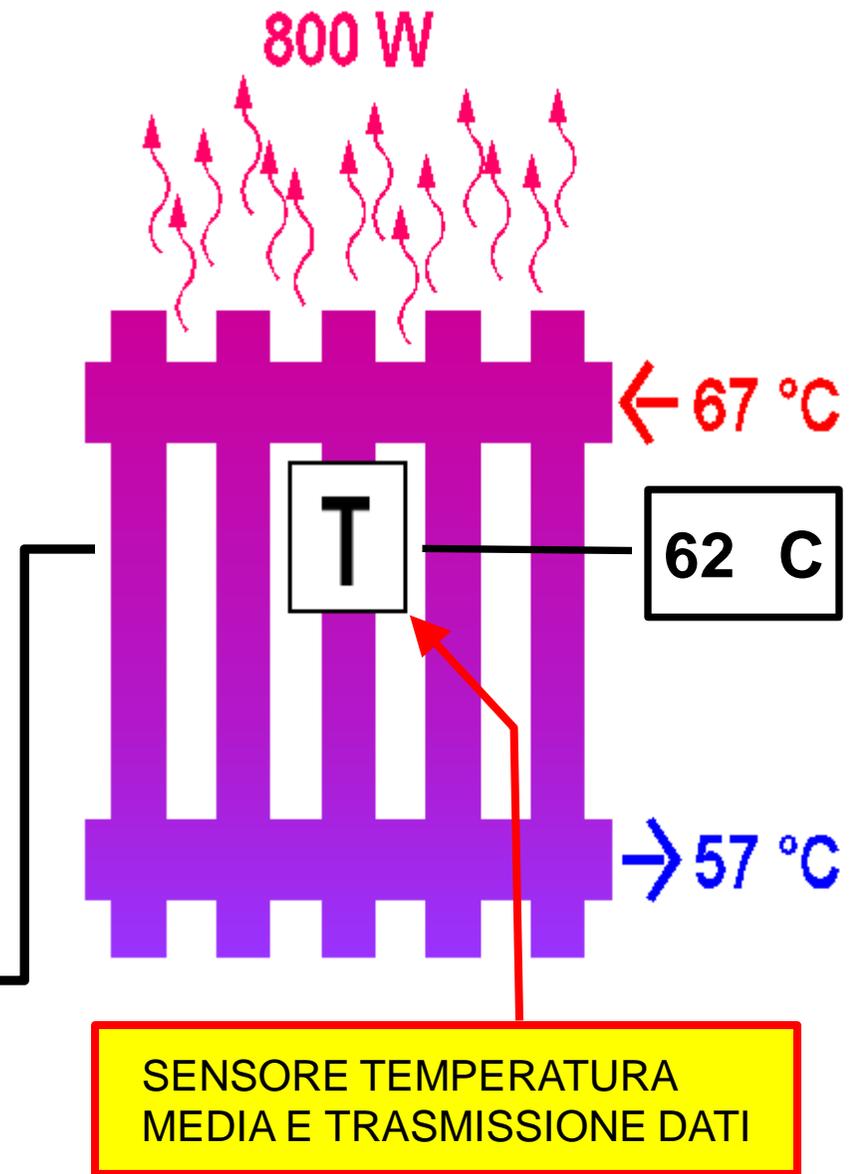


«Ripartitori»

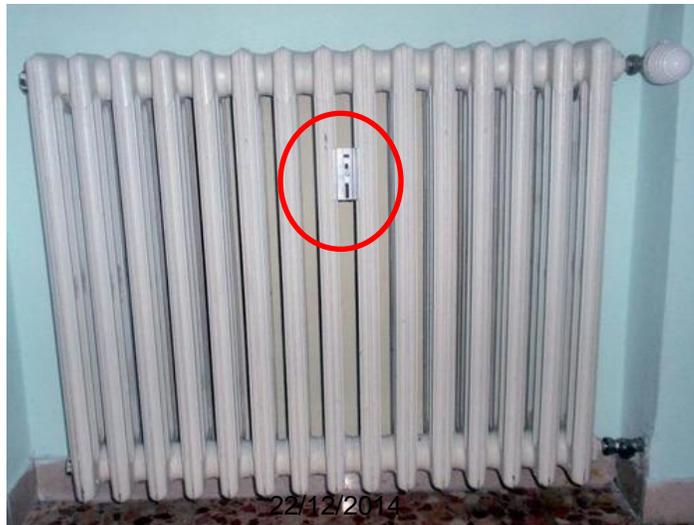
Potenza radiatore in funzione della temperatura media dell'acqua



SE IL SENSORE DI TEMPERATURA È POSIZIONATO ALL'ALTEZZA CORRETTA, LA TEMPERATURA DEL RADIATORE PERMETTE DI RISALIRE ALLA POTENZA EROGATA IN QUEL MOMENTO



La potenza del radiatore



Il progetto dell'impianto di contabilizzazione deve contenere un elenco con la «potenza nominale» di ciascun corpo scaldante

La potenza si determina in base al tipo ed alle dimensioni oppure dai dati di prova quando disponibili

Calcolo potenza radiatore

- Rilievo delle dimensioni e della tipologia dei radiatori
- **Potenza con $\Delta T 60 \text{ }^\circ\text{C}$:**

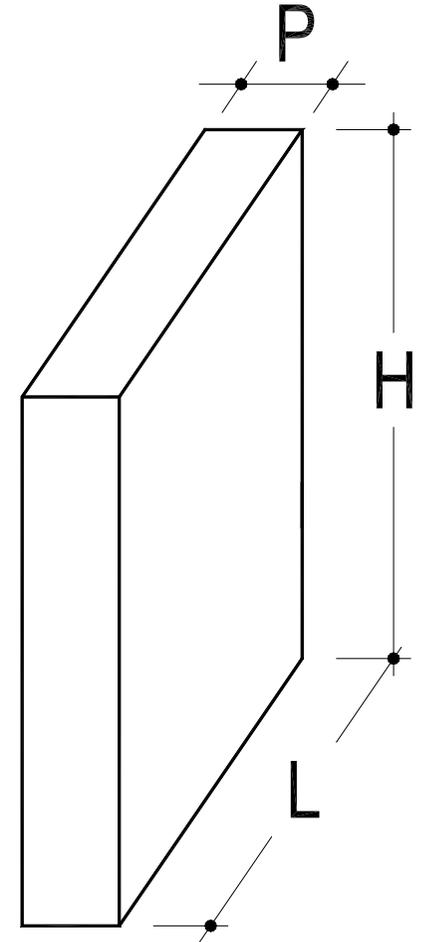
$$P_{60} [\text{W}] = 314 \times S + C \times V$$

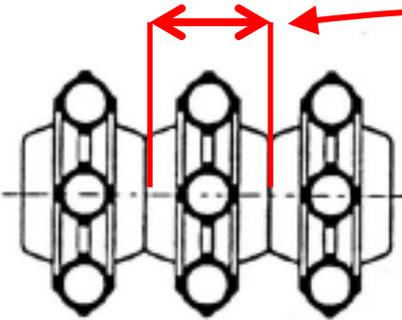
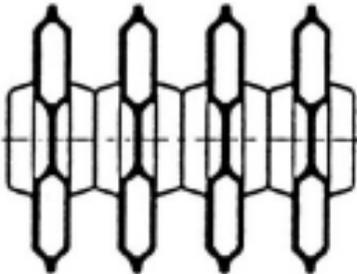
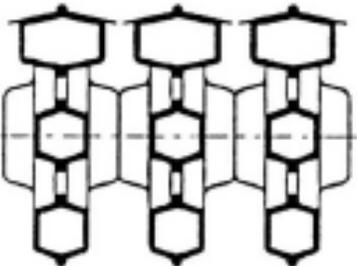
- S espressa in $\text{m}^2 \rightarrow$ contributo dell'irraggiamento
- V espresso in $\text{m}^3 \rightarrow$ contributo per convezione
- C [W/m^3] : da 16900 colonne piccole
 \rightarrow 24000 Alluminio

$$S = 2 \times (H \times L + H \times P + L \times P)$$

$$V = L \times H \times P$$

(lunghezza, altezza, profondità o spessore)

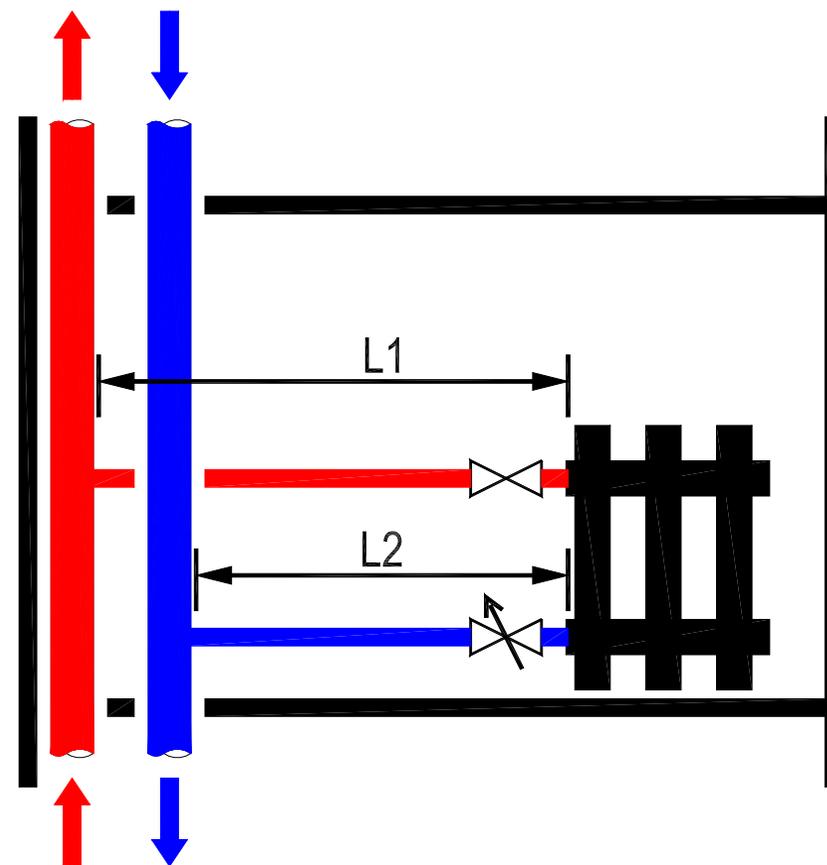


Materiale	Tipologia	Descrizione		C* (W/m³)
Ghisa		Colonne piccole sezione < 30 x 30 mm	mozzo 50 mm	18.000
			mozzo 55 mm	16.900
Ghisa Acciaio		Colonne unite da diaframma		16.900
Piastre Ghisa		Colonne lisce		20.300
		Colonne alettate		21.400

... e la potenza del tubo...

Ai fini della determinazione della potenza dei singoli corpi scaldanti, secondo la UNI 10200 occorre tenere conto della dispersione del tratto di tubazione di collegamento (non coibentata ?) del singolo radiatore, sotto il controllo del medesimo dispositivo di regolazione.

Diametro	W/m	Diametro	W/m
10	16	1/2"	35
12	20	3/4 "	44
14	23	1 "	55
16	27		
18	29		



Distinta radiatori

Interno	Piano	LOCALE	RADIATORE										Potenza con Δt 60 °C (³)	Parametri ripartitore		
			Tipo (¹)	largh	Alt	Prof	Elem	DN	L	S	V	C (²)		W	Matricola	Kc
				mm	mm	mm	n		m	m ²	m ³	W/m ³				
2	T	INGRESSO	GHS_COL<30_MZ55	164	860	120	3	3/8	3	0,528	0,5278	16.900	533	0	0	0,0
2	T	CUCINA	GHS_COL<30_MZ55	600	680	145	10	3/8	3	1,993	1,1872	16.900	3.054	0	0	0,0
2	T	SALOTTO	GHS_COL<30_MZ55	1070	590	220	18	3/8	3	1,280	1,9930	20.300	1.569	0	0	0,0
2	T	CAMERA	GHS_COL<30_MZ55	530	590	145	9	3/8	3	0,808	0,9502	20.300	968	0	0	0,0
2	T	CAMERETTA	GHS_COL<30_MZ55	600	590	145	10	3/8	3	1,560	1,0531	20.300	1.926	0	0	0,0
2	T	BAGNO	GHS_COL<30_MZ55	600	590	145	10	3/8	3	0,951	1,0531	20.300	1.153	0	0	0,0
2	T	CAMERA	ACC_COL_DIAF	530	690	140	12	3/8	3	0,528	1,0730	16.900	533	0	0	0,0
2	T	CORRIDIO	ACC_COL_DIAF	86	980	130	2	3/8	3	1,187	0,4457	16.900	1.454	0	0	0,0

La distinta dei radiatori deve contenere:

I dati rilevati (dimensioni e tipo)

I dati calcolati (potenza del radiatore)

... ed essere completato con la matricola del ripartitore

Il ripartitore

Non fornisce una quantità di calore espressa in kWh ma solo un numero di unità di ripartizione» proporzionali all'energia erogata da radiatore.

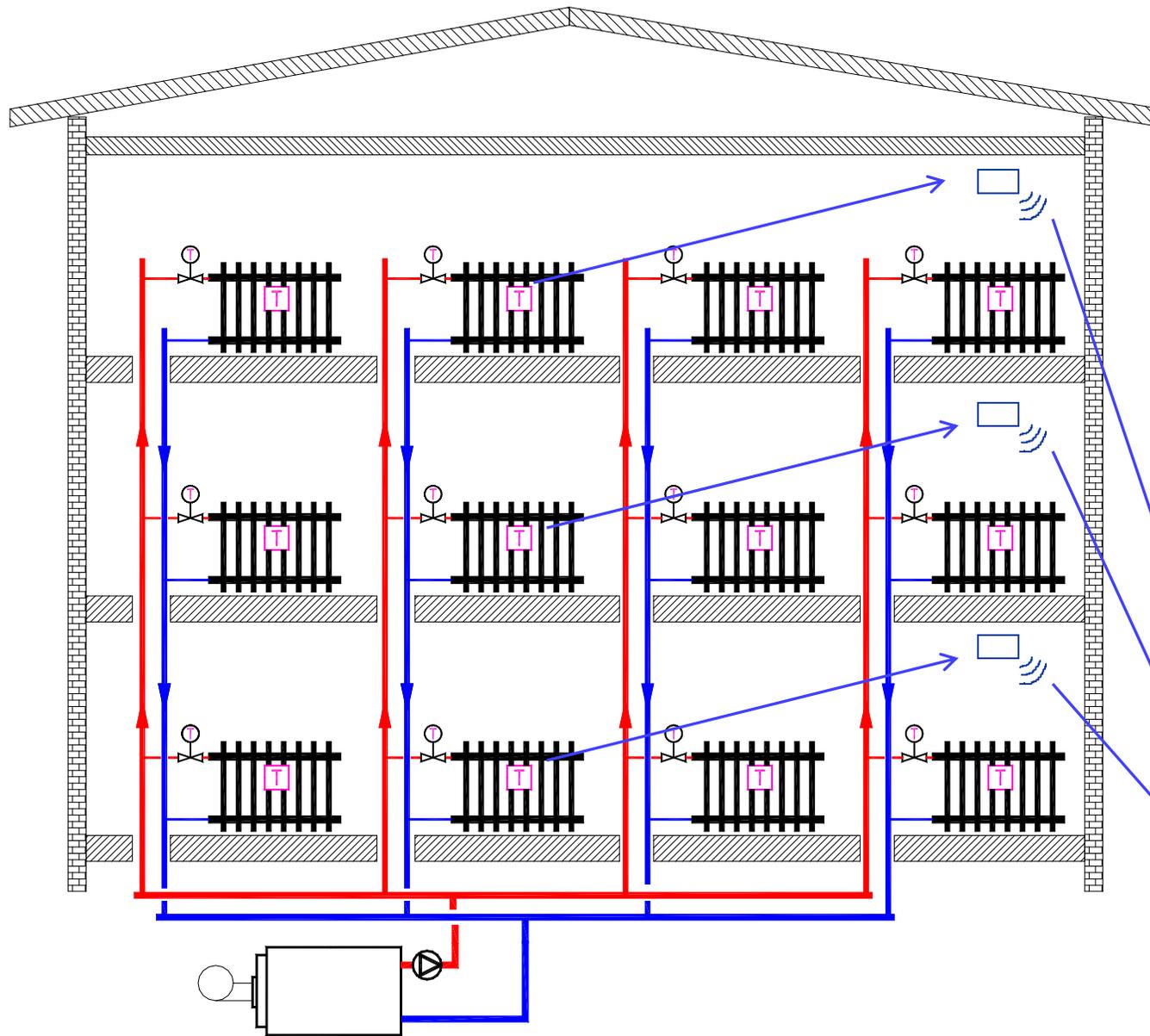
Non è noto il prelievo volontario, quindi non è più possibile scomporre il consumo totale in volontario ed involontario sulla base delle letture di anno in anno



Realizzazione pratica

- Un apparecchio di misura su ogni radiatore
 - Parametrizzato in base alle dimensioni ed alla tipologia del radiatore (UNI 10200)
 - Deve essere applicato alla quota corretta
- Lettura dell'energia erogata
 - Lettura locale (vecchi contatori ad evaporazione)
 - Lettura via radio con concentratori
- Alimentazione dei ripartitori: batterie con durata ≈ 10 anni
- Concentratori ai piani per raccogliere i dati e ritrasmetterli su richiesta (Wi-Fi con PC locale oppure via GSM)



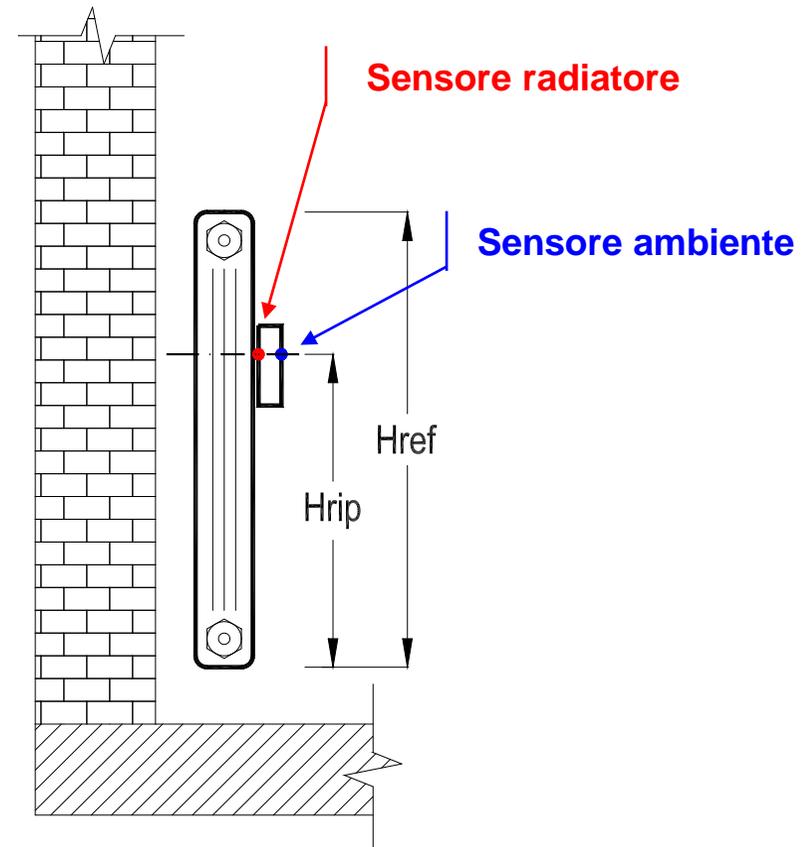


Struttura tipica di un impianto a colonne montanti dotato di contabilizzazione con sensori sui singoli radiatori (“ripartitori”).

La lettura si effettua con un PC passando sull’impianto oppure via GSM

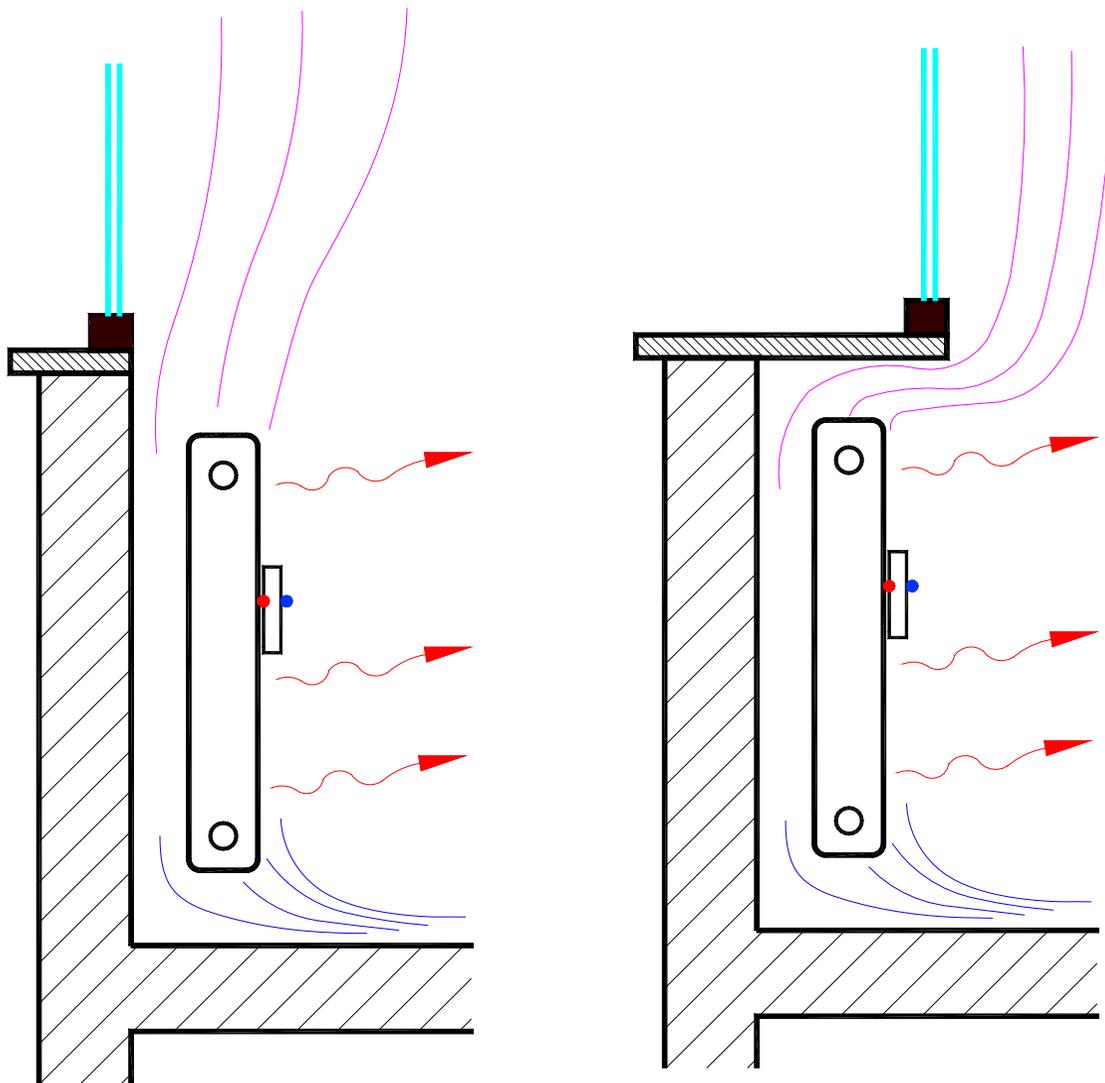
Alcune considerazioni pratiche

- Scegliere i modelli con **doppio sensore**
- Curare l'installazione del ripartitore, utilizzando le staffe previste per il tipo di radiatore
- **Rispettare l'altezza di installazione** come percentuale dell'altezza del radiatore
- **Sostituire i termoconvettori** con radiatori
- **Ogni singolo ripartitore deve essere parametrizzato** per dare all'utente un'indicazione proporzionale al consumo
- **Documentare** il rilievo dei **radiatori** e la **corrispondenza esatta** con i ripartitori installati



Altri casi particolari...

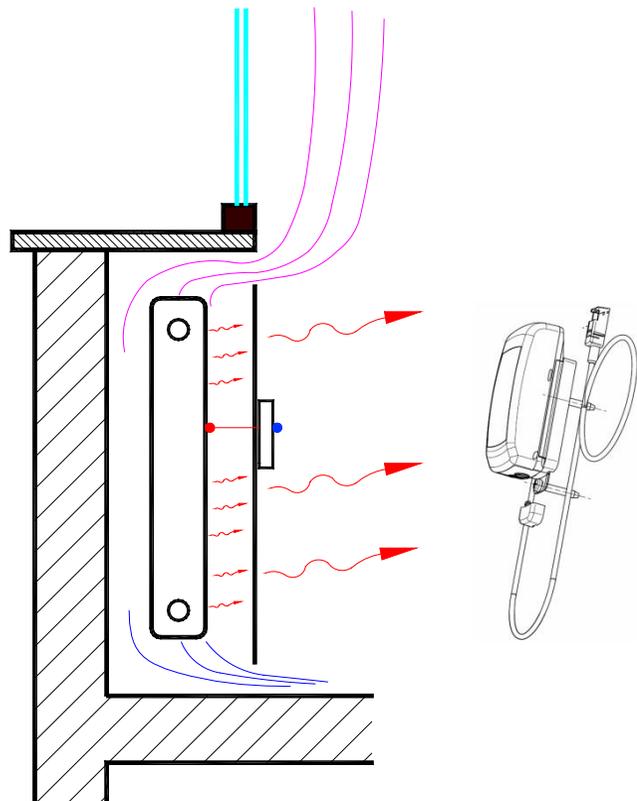
- **Termoconvettori:** ci sono anche ripartitori con sonda esterna a distanza
- **Radiatori mascherati:**
 - mensole e nicchie aperte riducono pochissimo l'emissione termica;
 - copriradiatori con ampie feritoie per il flusso di aria non incidono molto;
 - se viene bloccata la convezione, diminuisce molto la «potenza nominale» del radiatore.



Mensola o radiatore in nicchia

*Pochissima differenza
nella potenza
nominale del corpo
scaldante.
Nessun problema di
contabilizzazione.*

*Eventualmente valvola
termostatica con sensore
a distanza*



1 scelta Rimuovere copritermo

2 scelta (?)

Non compromesso lo scambio convettivo.
Un po' ridotto lo scambio per irraggiamento

Sensore caldo a distanza

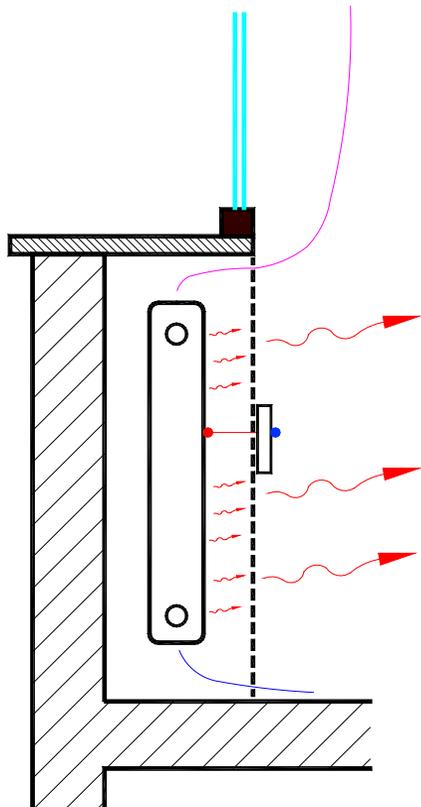
Valvola termostatica con sensore e comando
distanza

Ripartitore a lato del radiatore, non sul
copritermo

Copritermo

Passaggio aria libero

*Non compromessa la potenza
nominale del radiatore*



Copritermo
Passaggio aria impedito
Compromessa la potenza nominale del radiatore...

1 scelta
Rimuovere copritermo

2 scelta (?)

Compromesso lo scambio convettivo. Ridotto lo scambio per irraggiamento

Sensore caldo a distanza?

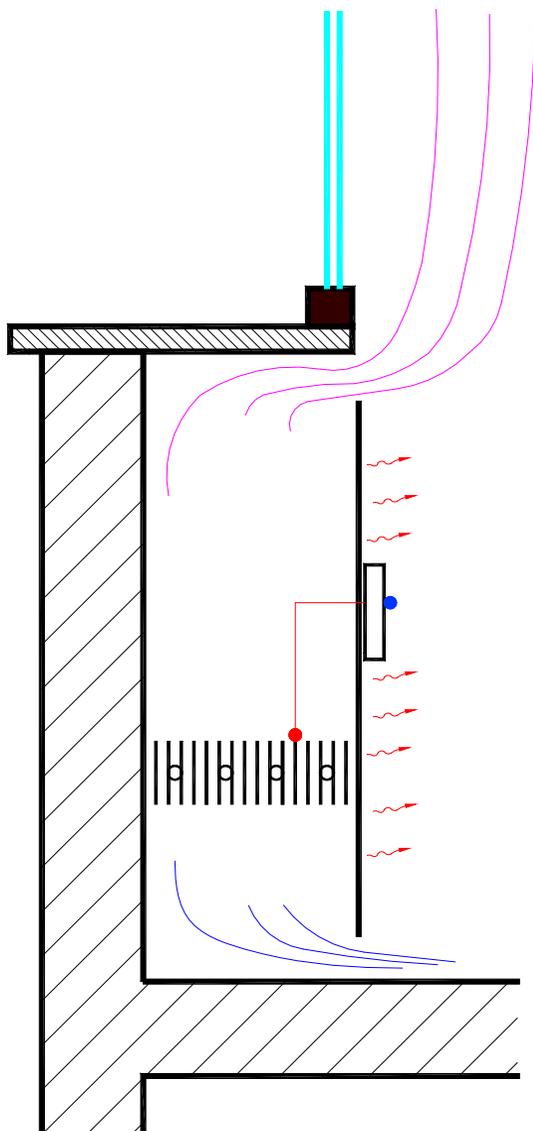
In questo caso viene conteggiata molta più energia di quella effettiva

Sensore freddo a distanza?

(ovvero ripartitore direttamente sul radiatore ma così non si può leggere localmente)

In questo caso si rileva la temperatura dell'ambiente nel quale il radiatore lavora ma è comunque ridotto lo scambio convettivo

Valvola termostatica con sensore e comando distanza



Termoconvettori

1 scelta
Sostituire con radiatore

2 scelta
Utilizzare sensore a distanza.
*Alcuni costruttori danno istruzioni
sul posizionamento del sensore
(75% del percorso dell'acqua)
Difficile reperire dati sulla potenza
del termoconvettore*

**Disclaimer sulla
precisione di
contabilizzazione**

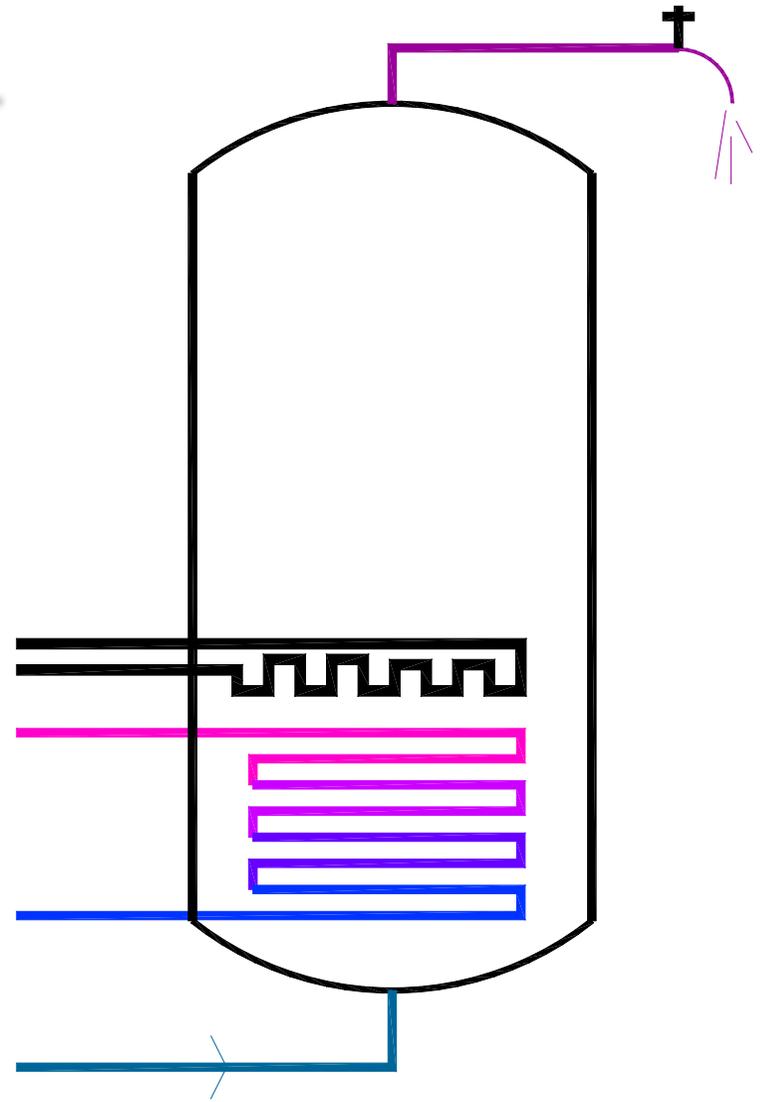
Bollitori termoelettrici

1 scelta

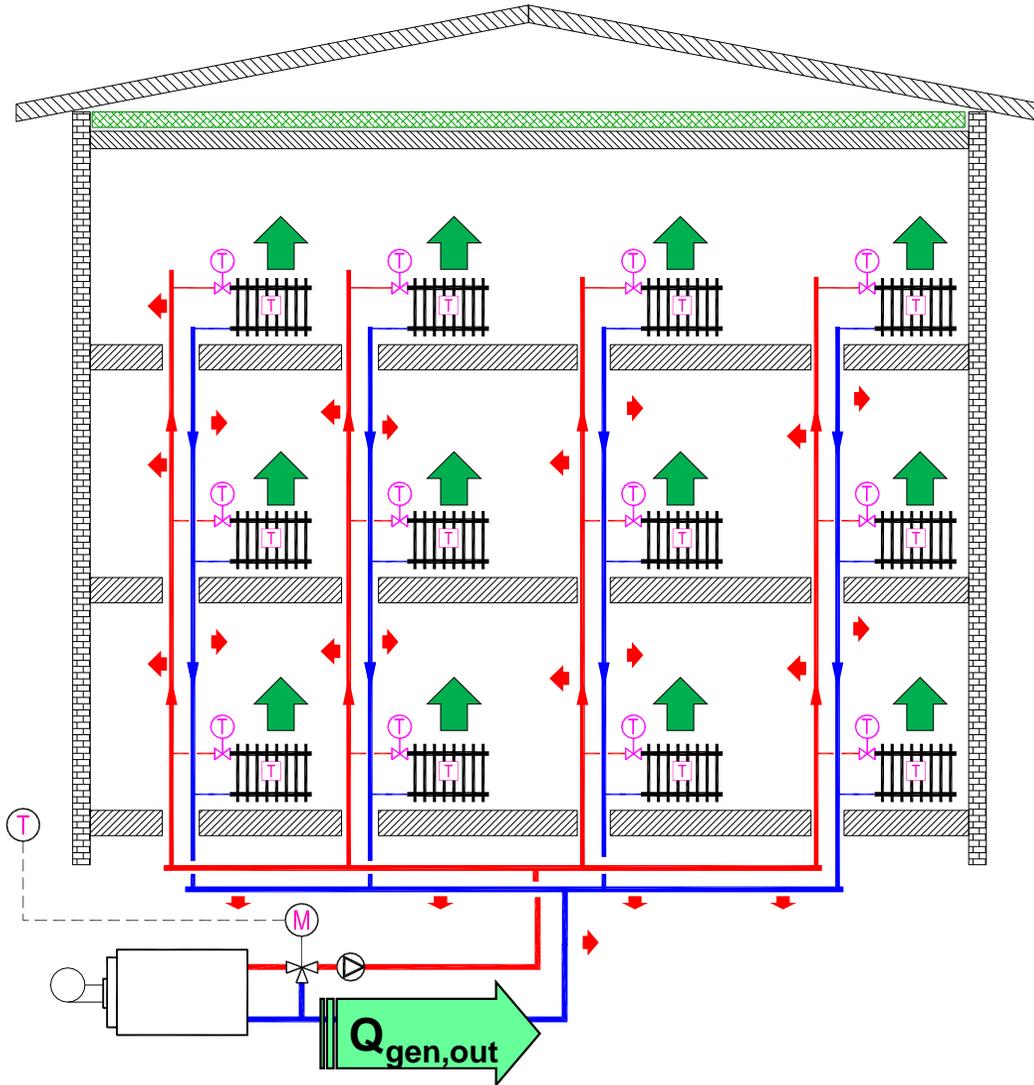
**Scollegare dall'impianto
Sostituire con bollitore
a pompa di calore**

2 scelta

Contabilizzare



Volontario/involontario ?



**Consumi
volontari**



**Consumi
involontari**

**Rete a colonne
montanti.**

*Il prelievo involontario
non può essere misurato
di anno in anno.*

*Deve quindi essere
definito un
procedimento di calcolo*

E le «case poco usate»?

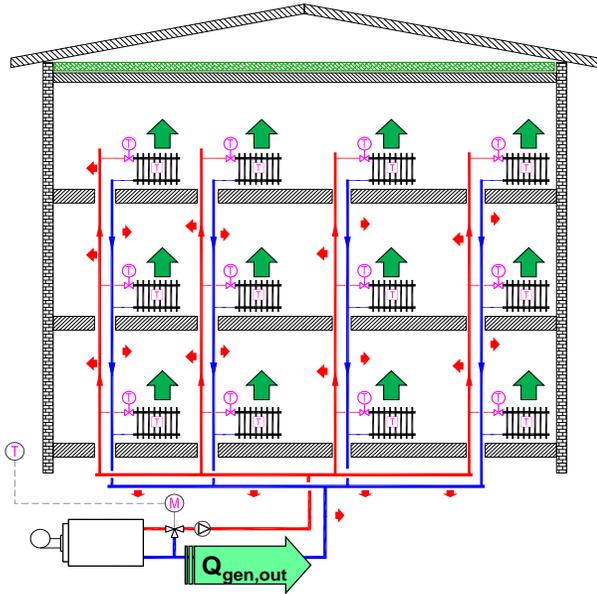
- Nelle case usate saltuariamente basta la presenza di 1 solo inquilino per far riscaldare buona parte della rete.
- Pochi consumi → tante perdite di rete

L'incidenza percentuale delle perdite di rete tende ad aumentare.

Al limite arriverebbe al 100% a prelievo volontario nullo...



Consumo involontario calcolato



Nel progetto si trova l'indicazione di quale sia il metodo più corretto per l'impianto specifico, anche in funzione dell'utilizzo nonché i parametri per utilizzarlo (% o kWh)

«Percentuale fissa»

Ogni anno, il consumo involontario è una percentuale predeterminata dell'energia utile espressa in %

«Valore assoluto fisso»

Ogni anno, il consumo involontario è una quantità di calore predeterminata ed espressa in kWh

Chi decide la «quota fissa»

Il calcolo della «quota fissa » è tutt'altro che semplice.

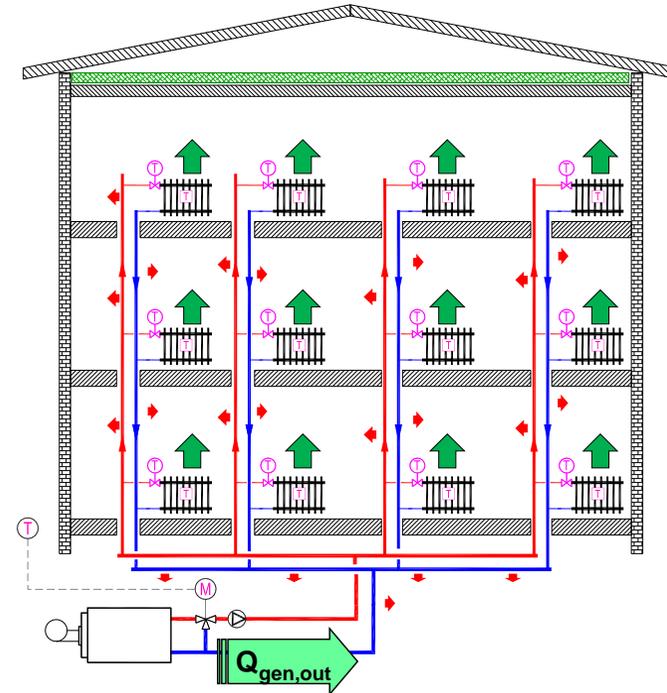
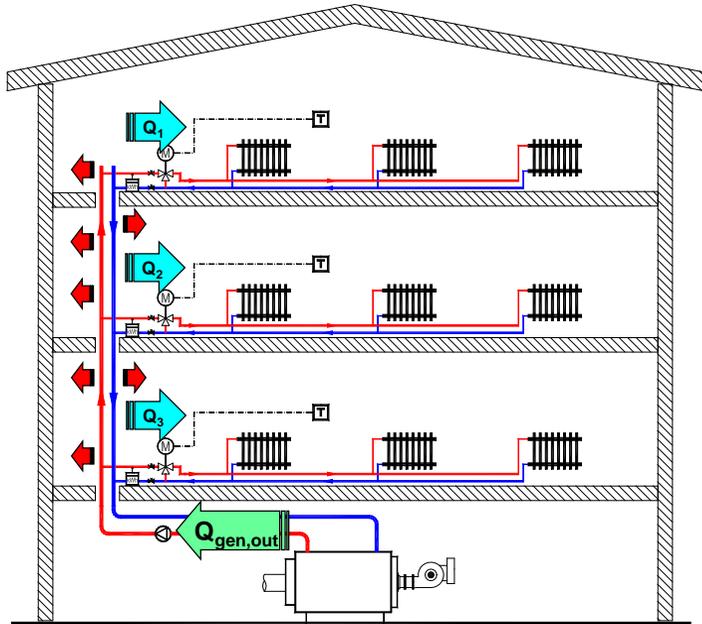
Non esiste una formula semplice ideale ed il risultato dipende da tipo ed utilizzo dell'edificio.

L'argomento è ancora oggetto di dibattito anche in sede CTI

- Edificio con rete a colonne montanti, abitato: $Q_{inv} = 20...25\%$
- Lo stesso edificio con valvole ON-OFF: $Q_{inv} = 40...60\%$
- Lo stesso edificio poco utilizzato: $Q_{inv} = 60...90\%$
- Lo stesso edificio abitato ma con rete a zone monotubo $Q_{inv} = 65...85\%$

Nel progetto si trova l'indicazione di quale sia il metodo più corretto per l'impianto specifico, anche in funzione dell'utilizzo nonché i parametri per utilizzarlo (% o kWh da tenere fissi)

Riassunto: volontario/involontario



**SOLUZIONE OTTIMA: MISURA ANNO PER ANNO
DEI CONSUMI VOLONTARI ED INVOLONTARI
RIPIEGO: PROCEDIMENTO DI CALCOLO PREDEFINITO**

Esercizio

Nel progetto è scritto che

- Il potere calorifico del gas è $9,45 \text{ kWh/m}^3$
- il rendimento della caldaia è 85%
- il consumo involontario è il 27% del consumo totale

Avete consumato 20.000 mc di metano

- Quanto vale il consumo involontario ?
- Quanto vale il consumo volontario ?

E se consumate 25.000 mc di metano ?

Esercizio

Nel progetto è scritto che

- Il potere calorifico del gas è 9,45 kWh/m³
- il rendimento della caldaia è 85%
- il consumo involontario è pari a 60 MWh per anno

Avete consumato 20.000 mc di metano

- Quanto vale il consumo involontario ?
- Quanto vale il consumo volontario ?

E se consumate 25.000 mc di metano ?

E se c'è l'acqua calda sanitaria?

1. Determinare le **spese totali** C_{tot} per energia (cmb + el) €
2. Determinare l'**energia utile totale** Q_u kWh
3. Calcolare il **costo unitario dell'energia utile** $C_{tot}/Q_{u,tot}$ €/kWh
4. **Ripartire l'energia utile totale fra**
 - riscaldamento $Q_{U,cli}$ kWh
 - acqua calda sanitaria $Q_{U,acs}$ kWh
5. **Ripartire l'energia utile per riscaldamento** $Q_{U,cli}$ fra
 - **consumi volontari per riscaldamento** $Q_{vol,cli}$
... e ripartirli in base ai contatori del riscaldamento kWh → €
 - **consumi involontari per riscaldamento** $Q_{inv,cli}$
... e ripartirli in base ai millesimi di riscaldamento kWh → €
6. **Ripartire l'energia utile per acqua calda sanitaria** $Q_{U,acs}$ fra
 - **consumi volontari per acqua calda sanitaria** $Q_{vol,acs}$
... e ripartirli in base ai contatori dell'acqua calda sanitaria kWh → €
 - **consumi involontari per acqua calda sanitaria** $Q_{inv,acs}$
... e ripartirli in base ai millesimi di acqua calda sanitaria kWh → €

Spese di manutenzione: prima divise fra acqua calda sanitaria e riscaldamento (in base all'energia utile), poi secondo i rispettivi millesimi

Esercizio riassuntivo

Un condominio in cui ci sono due condomini (A e B)

- ha consumato 5.800 mc di gas, costato 5.300 Euro
- spese di manutenzione 400 Euro
- letture come da schema
- consumo involontario riscaldamento 30%

5800 Sm³
5300 €



a.c.s.
6 MWh



Riscald.
40 MWh



**Calcolare la ripartizione
della spesa**

Condomino B

9500 UR per riscaldamento

600 millesimi di riscaldamento

30 m³ di acqua calda sanitaria

500 millesimi di a.c.s.

Condomino A

7500 UR per riscaldamento

400 millesimi di riscaldamento

40 m³ di acqua calda sanitaria

500 millesimi di a.c.s.

Dal passato al futuro...



In passato

- **La contabilizzazione individuale è un fatto volontario**
- I criteri di ripartizione condivisi ed accettati, non necessariamente sono precisi e coerenti

... ma adesso

- **La contabilizzazione individuale diventa un obbligo** (disposizione cogente) richiesta dal Dlgs 102/14
- Il Dlgs 102/14 richiama esplicitamente la norma UNI 10200
- **Viene sanzionato anche chi effettua una ripartizione dei costi non conforme alla UNI 10200**

Da dove veniamo

- **Da decenni si fanno pochissimi impianti centralizzati nuovi, di tipo «a zone» ovvero a «distribuzione orizzontale»**
- Si fanno invece impianti autonomi: una caldaia, un rotolo di tubo, alcuni radiatori, un termostato, facile...
- Negli impianti di riscaldamento centralizzati esistenti
 - L'installatore spesso non guarda il progetto (se c'è) ed installa i prodotti che abitualmente rivende
 - il post-getto si fa solo in caso di controlli o richiesta di documentazione
 - Al massimo, si cambia la caldaia con una un po' più grande
 - Se si cambia la pompa, si guarda il diametro del tubo e la si aumenta

Ci vuole impegno perchè una caldaia non funzioni...

Troppo facile. Gli operatori sono impigriti.

Che tipo di interventi sono da fare

- **Termoregolazione con valvole termostatiche**

- Si entra in casa di tutti
- L'impianto potrebbe funzionare male e fare rumore



- **Contabilizzazione**

- **Funziona bene...** ed emergono tutte le differenze fra appartamenti
- Se i conti non sono completamente in chiaro, i condomini non li capiscono e diventano sospettosi.

- Si disseminano centinaia di dispositivi nel condominio
- Entrambi questi interventi possono generare malfunzionamenti (termoregolazione) e/o contenzioso (contabilizzazione)
- Ogni contestazione passa per l'ufficio dell'amministratore.

**Si tratta di interventi utili ma vanno eseguiti correttamente
... altrimenti sono guai e perdite di tempo a non finire**

**L'impianto di contabilizzazione
decide un esborso in denaro.
Il sistema e la sua gestione
devono essere “solidi” per prevenire e
reggere le inevitabili contestazioni**



PER FARE UN INTERVENTO OCCORRE ...

1. Individuare le opportunità di risparmio energetico o conoscere gli obblighi
2. Decidere l'intervento
3. Progettare l'intervento
4. Finanziare l'intervento
5. Realizzare l'intervento
6. «Collaudare» le opere e mettere in servizio gli impianti
7. Condurre correttamente l'impianto
8. Eseguire la ripartizione dei costi
9. Mantenere l'impianto efficiente
10. Verificare i risultati raggiunti



... e qualcuno deve coordinare e garantire il tutto...

Azioni, professionisti, documenti

Sapere cosa si deve fare e decidere	→	Progettista Consulente	→	Diagnosi
Progettare l'intervento	→	Progettista	→	Progetto <i>Capitolato</i>
Realizzare l'intervento	→	Installatore Direttore lavori	→	Dichiarazione di conformità Certificato di collaudo Istruzioni per l'uso
Condurre l'impianto	→	Conduttore	→	Giornale di bordo
Manutenere l'impianto	→	Manutentore	→	Rapporto di controllo tecnico
Amministrare e ripartire i costi	→	Amministratore gestore	→	Prospetto di ripartizione dei costi

Ci vuole il progetto per la contabilizzazione?

Legge 10/91 Art. 26 Comma 3

**Gli edifici pubblici e privati,
qualunque ne sia la destinazione d'uso,
e gli impianti non di processo ad essi associati
**devono essere progettati e messi in opera
in modo tale da contenere al massimo,
in relazione al progresso della tecnica,
i consumi di energia termica ed elettrica.****

Legge 10/91 Art. 26 Comma 5

Per le innovazioni relative

- all'adozione di sistemi di termoregolazione e di contabilizzazione del calore
- e per il conseguente riparto degli oneri di riscaldamento in base al consumo effettivamente registrato,

l'assemblea di condominio decide ... (nuovo CC) ...
a maggioranza, in deroga agli articoli 1120 e 1136 del codice civile.

...certo che si...

L 10/91, art. 26, comma 5

L'adozione dei sistemi di termoregolazione e di contabilizzazione del calore è una **INNOVAZIONE** (= "qualcosa di nuovo").

Nello specifico si introducono due funzioni (termoregolazione e contabilizzazione) che prima non erano presenti (nuove)



L 10/91, art. 26, comma 3

Gli impianti tutti devono essere progettati ...



I sistemi di termoregolazione e contabilizzazione devono essere progettati ai sensi della legge 10/91

Chi ci impone un «progetto»?

Legge 46/90 → DM 37/08

- Tutti gli interventi vanno progettati ai fini della sicurezza

Legge 10/91 → Dlgs 192 ed eventuali leggi regionali

- Tutti gli interventi vanno progettati ai fini dell'efficienza energetica

Semplice buon senso...

Pensare... prima di fare

Il lavoro va fatto prima con la testa e poi con le mani

Cosa vuol dire progettare

Immaginare e definire un sistema che soddisfa un'esigenza del committente

- Cosa si vuol ottenere → il «servizio»
- Con quali mezzi → dimensionamento
- Con quali costi → calcolo di prestazione energetica ed economica
- Come utilizzarli → istruzioni per l'uso
- Come mantenerlo → istruzioni di manutenzione

PROGETTO: SERVE A TRASMETTERE QUESTE INFORMAZIONI A CHI DOVRA' REALIZZARE, INSTALLARE E GESTIRE L'IMPIANTO

Il capitolato...

- **E' solo una piccola parte specifica** del progetto che serve a facilitare la redazione ed il confronto delle offerte
- Ogni voce dovrebbe contenere le condizioni essenziali per identificare un prodotto soddisfacente alle esigenze del progetto
- ... invece spesso sono scritte per escludere i prodotti della concorrenza e soddisfare le esigenze del costruttore

Cosa vuol dire progettare?

~~... carta, timbro, firma e parcella...~~

... pensare prima di fare ...

... siamo tutti d'accordo ma non è facile da mettere in pratica nel paese del post-getto e del «quanto costa il pacchetto a radiatore»



Installazione Contabilizzazione pacchetto base in KIT per ogni radiatore (valvola termostatica, detentore e ripartitore) € 70,00

Chiamaci!
800 000000
per informazioni
oppure scrivici un' email



Come si verifica se un documento è ben fatto?

- Chi dovrà leggere quel documento?
- Cosa deve trovare in quel documento?
- E' scritto in modo che lo capisca?

Esercizio: una legge dello stato italiano...

Chi deve leggere il progetto?

Nel caso dell'impianto di contabilizzazione:

- **L'installatore** deve trovare gli apparecchi da installare
- **L'installatore** deve trovare le potenze dei corpi scaldanti per impostarle nei ripartori
- **L'esecutore della ripartizione** deve trovare il procedimento di calcolo della ripartizione e tutti i parametri che servono: millesimi, valore dei consumi involontari, rendimento medio del generatore (se il calore utile non è misurato), potere calorifico del gas, dove leggere le grandezze misurate ...
- **I committenti** devono poter capire come gli sono stati attribuite le potenze dei corpi scaldanti ed i millesimi: da dove vengono le cifre che compaiono nel conto?

La contabilizzazione

... non è solo un insieme di apparecchiature

- Che potenza ha ciascun corpo scaldante?
- Come si fa il conteggio della ripartizione dei costi?
- Come si applica la UNI 10200 nel caso specifico?
- Quanto valgono i nuovi millesimi?
- Quanto vale il consumo involontario?
- Come si calcola l'energia utile ogni anno?

**Un progetto ben fatto deve rispondere a
TUTTE queste domande**

CONDOMINIO ESEMPIO 8 APPARTAMENTI

Indirizzo

INSTALLAZIONE DI UN SISTEMA DI TERMOREGOLAZIONE E CONTABILIZZAZIONE IN UN EDIFICIO ESISTENTE.

RELAZIONE TECNICA DI PROGETTO EX ARTICOLO 26 COMMA 3 L10/1991

INDICE

1	Introduzione.....	3
2	Riferimenti legislativi e normativi	4
3	Disposizioni di legge applicabili all'intervento	4
4	Identificazione della potenza dei corpi scaldanti	5
5	Dimensionamento e criteri di posa delle apparecchiature	5
5.1	Termoregolazione.....	5
5.2	Contabilizzazione riscaldamento.....	7
6	Criteri di ripartizione (UNI 10200).....	7
6.1	Determinazione della nuova tabella millesimale preriscaldamento riscaldamento	7
6.2	Determinazione del rendimento medio stagionale di generazione.....	8
6.3	Determinazione dei consumi involontari per riscaldamento	8
6.4	Determinazione dei consumi di energia elettrica	9
7	Calcolo esempio di ripartizione 1° anno	9
8	Calcolo della ripartizione delle spese negli anni successivi	9

Esempio 8 appartamenti

Progetto dell'impianto di contabilizzazione - Allegato n°1

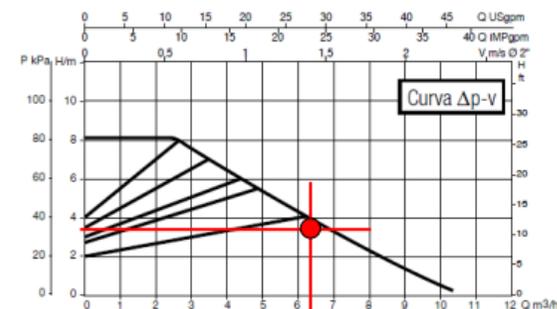
Distinta dei corpi scaldanti dell'unità immobiliare: NONNATO (HOLBAN inq.)

Interno	Piano	LOCALE	RADIATORE										Potenza con Δt 60 °C (²)	Parametri ripartitore		
			Tipo (¹)	largh	Alt	Prof	Elem	DN	L	S	V	C (²)		W	Matricola	Kc
			mm	mm	mm	n	m	m²	m³	W/m²	W					
1	T	INGRESSO	PST_GHS1_CDL_LISCE	240	870	110	4	3/8	3	0,662	0,6618	20.300	755	0	0	0,0
1	T	CAMERA	PST_GHS1_CDL_LISCE	724	672	110	12	3/8	3	0,528	1,2802	16.900	533	0	0	0,0
1	T	BAGNO	PST_GHS1_CDL_LISCE	422	672	110	7	3/8	3	1,280	0,8078	20.300	1.569	0	0	0,0
1	T	CAMERA 1	PST_GHS1_CDL_LISCE	903	672	110	15	3/8	3	0,808	1,5601	20.300	968	0	0	0,0
1	T	CAMERA 2	PST_GHS1_CDL_LISCE	601	576	110	10	3/8	3	1,560	0,9513	20.300	1.926	0	0	0,0
1	T	CUCINA	PST_GHS1_CDL_LISCE	360	576	145	6	3/8	3	0,951	0,6862	20.300	1.153	0	0	0,0

Note

- (¹) La legenda delle tipologie di radiatori è riportata nell'ultima pagina
- (²) Secondo UNI 10200 la potenza P60 del radiatore è data da $314 \times S + V \times C$ + la potenza dispersa dalle tubazioni di collegamento alla colonna
- (³) Per radiatori marchiati CE, il coefficiente C è ricavato dai dati nominali secondo EN 442

Pompa selezionata: XXXXXXXXXXXX o equivalente
Il punto di lavoro di progetto della pompa selezionata è quello indicato:



Il punto di lavoro di progetto riportato sulla caratteristica della pompa XXXXXXXXXXXX

La pompa di circolazione dovrà essere parametrizzata nella maniera seguente:

- Regolazione a pressione proporzionale alla portata
- Prevalenza alla portata di 6 m³/h: 4 m c.a.

Progettazione dei sistemi di termoregolazione e contabilizzazione

- ▶ **Perchè ?**
 - ▶ **Progettare = pensare prima di fare**
 - ▶ **L 10/91, articolo 26, commi 3 e 5, progettazione obbligatoria degli impianti**
- ▶ **Come ?**
 - ▶ **Norme di settore: UNI 10200 e norme collegate**
- ▶ **Da chi ?**
 - ▶ **L 10/91, articolo 28 → professionisti abilitati**
- ▶ **Cosa deve contenere il progetto**
 - ▶ **Dimensionamento e criteri di posa delle apparecchiature**
 - ▶ **Soluzione dei casi anomali (corpi scaldanti di tipo diverso)**
 - ▶ **Criteri di ripartizione (UNI 10200)**
 - ▶ **Calcolo esempio di ripartizione 1 anno**

... ma non basta un buon progetto...

Cosa da fare capo deve avere...

L'idea progettuale deve essere trasmessa, controllata, verificata e messa in pratica.

Ci vuole continuità e nei lavori complessi è impossibile che basti un pezzo di carta

→ Qualcuno deve seguire il lavoro dall'inizio alla fine sapendo esattamente cosa si deve fare.

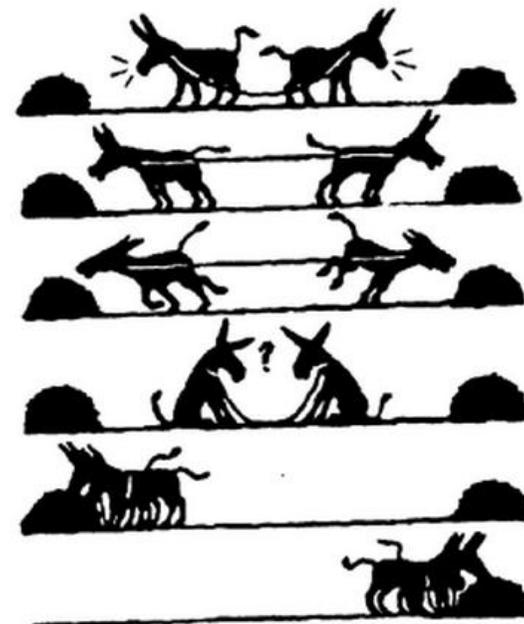
- **Progettista → direttore lavori → collaudatore**
- **Installatore capo commessa**
- **Servizio energia**

**CI VUOLE UN
OPERATORE ESPERTO**

... ma non basta un buon progetto...

Per realizzare impianti di termoregolazione e contabilizzazione funzionanti correttamente e gestirli con soddisfazione dell'utente occorrono:

- **Un gioco di squadra** fra progettista, installatore, manutentore, gestore ed amministratore: tutti devono dare le medesime informazioni all'utente
- **Operatori esperti** che facciano correttamente il LORO mestiere interfacciandosi con gli altri operatori
- **Un capo** che governi il tutto



**... altrimenti si rischia di trasformare
una delle poche opportunità di business sano
nell'ennesima fregatura per l'utente
e in una fonte inesauribile di contenzioso per gli operatori**

Un parallelo preoccupante ...

CERTIFICAZIONE ENERGETICA

L'ultima «carta» quando si vende
una casa
... o il documento che dice prima al
venditore e poi al compratore cosa
vale energeticamente l'edificio
oggetto di compravendita ...
... e dovrebbe contenere già una
diagnosi ...



**Rovinata da troppi
inesperti**

DIAGNOSI ENERGETICA

L'ultima «carta» quando
si cambia una caldaia da 100 kW
... o il documento che dice prima
cosa si deve fare...

TERMOREGOLAZIONE E CONTABILIZZAZIONE

... *la base del risparmio energetico...*



**SOPRAVVIVERANNO
AGLI INESPERTI ?**

Chi cerca guai li trova pure



Grazie per l'attenzione ...



Termoregolazione e contabilizzazione del calore a ciascuno il suo

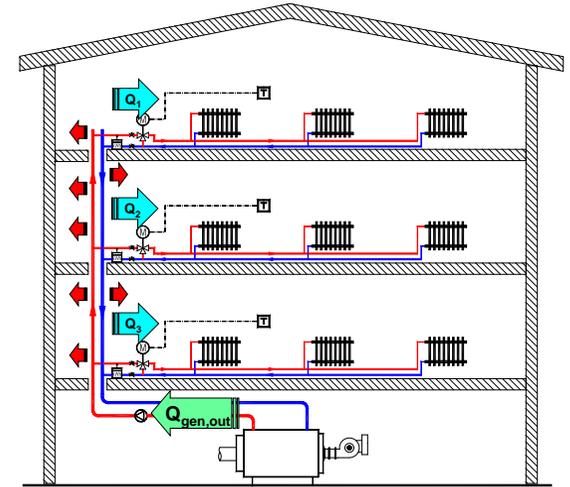
COMPLEMENTI La quota fissa percentuale e gli edifici poco abitati

Ing. Laurent Socal

Riassunto

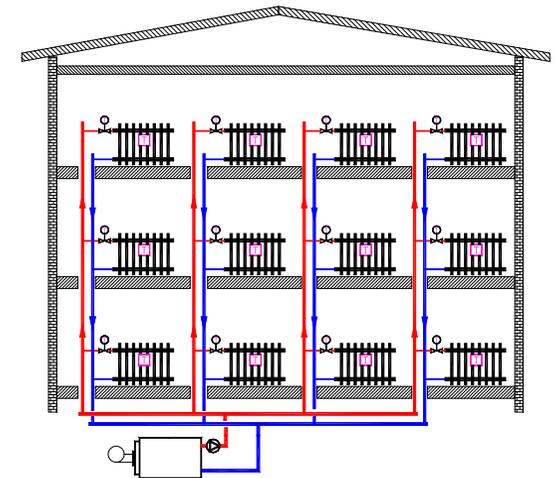
- **Con gli impianti di tipo “a zone”**

- Si attua la contabilizzazione **diretta**
- L’incidenza del consumo involontario è determinata anno per anno e si adatta automaticamente all’utilizzo dell’edificio
→ Nessun problema nelle case poco abitate

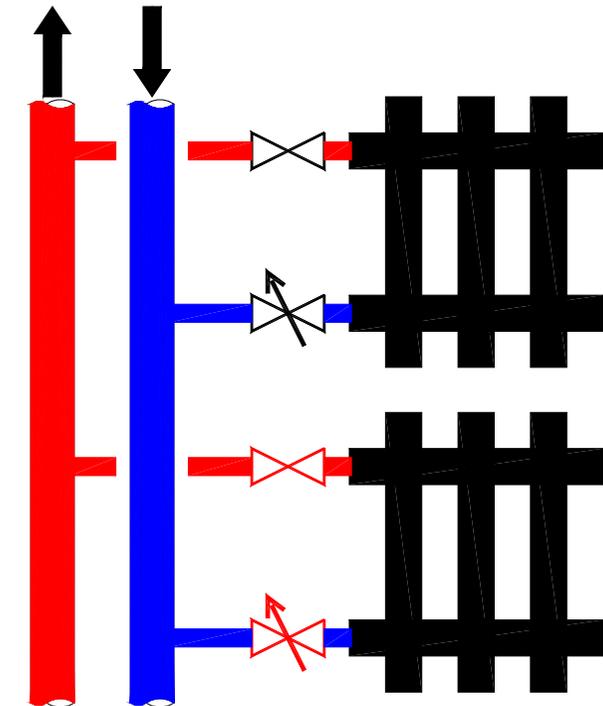


- **Con gli impianti di tipo “a colonne”**

- Si attua la contabilizzazione **indiretta**
- L’entità del consumo involontario viene predeterminata sulla base del tipo di edificio e di impianto
→ Possibili problemi nelle case poco abitate



Cosa rimane fisso?



Se la circolazione dell'acqua è continua o «quasi continua», temperatura di rete e temperatura dei radiatori sono uguali
→ dispersioni in percentuale fissa

Se un radiatore viene distaccato dalla rete (intervento dell'utente che lo spegne) diminuisce l'erogazione di calore e quindi aumenta l'incidenza delle dispersioni percentuali

Se una termostatica va quasi in chiusura, la temperatura di ritorno non può scendere sotto 20 C ed il radiatore si «rimpicciolisce» → aumenta l'incidenza delle dispersioni percentuali

Se la regolazione avviene con valvole monotubo quando diminuisce l'erogazione di calore aumentano le dispersioni di rete anche in valore assoluto → aumentano molto in valore percentuale

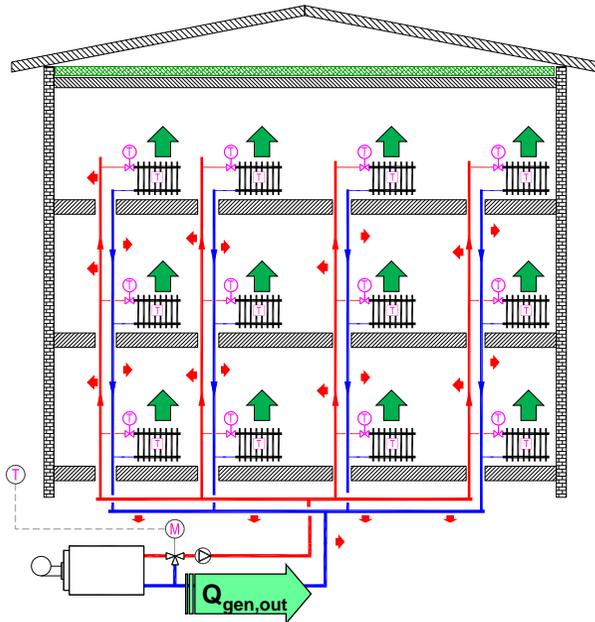
CALORE EROGATO DAI RADIATORI

CALORE DISPERSO DALLA RETE

Cosa rimane fisso?

La UNI 10200 dice:

... il consumo involontario è sempre una **quantità fissa calcolata** ... ma:



A seconda del **tipo di rete** (colonne montanti / zone)
e del **tipo di regolazione** (continua / ON-OFF)

e del **tipo di utilizzo**

può essere più rappresentativo
in prima approssimazione

un prelievo involontario

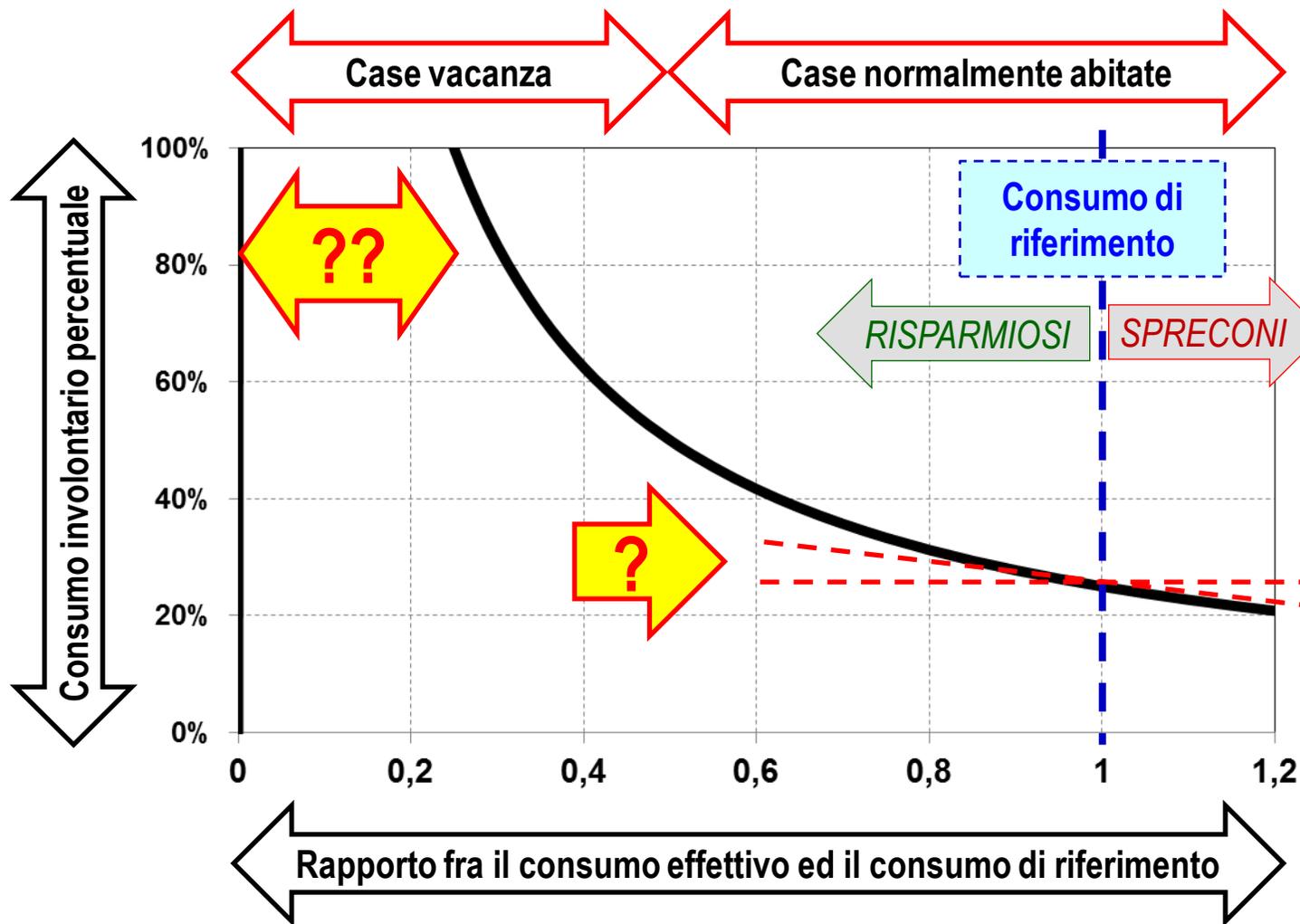
proporzionale al consumo volontario
(percentuale fissa del consumo effettivo)

oppure

fisso in valore assoluto

... e ci sono problemi con le case vacanza ...

Quota involontaria secondo UNI 10200



Se il consumo involontario è una quantità fissa...

... in caso di uso saltuario molto pronunciato la quota volontaria potrebbe diventare negativa

Come risolvere la questione...

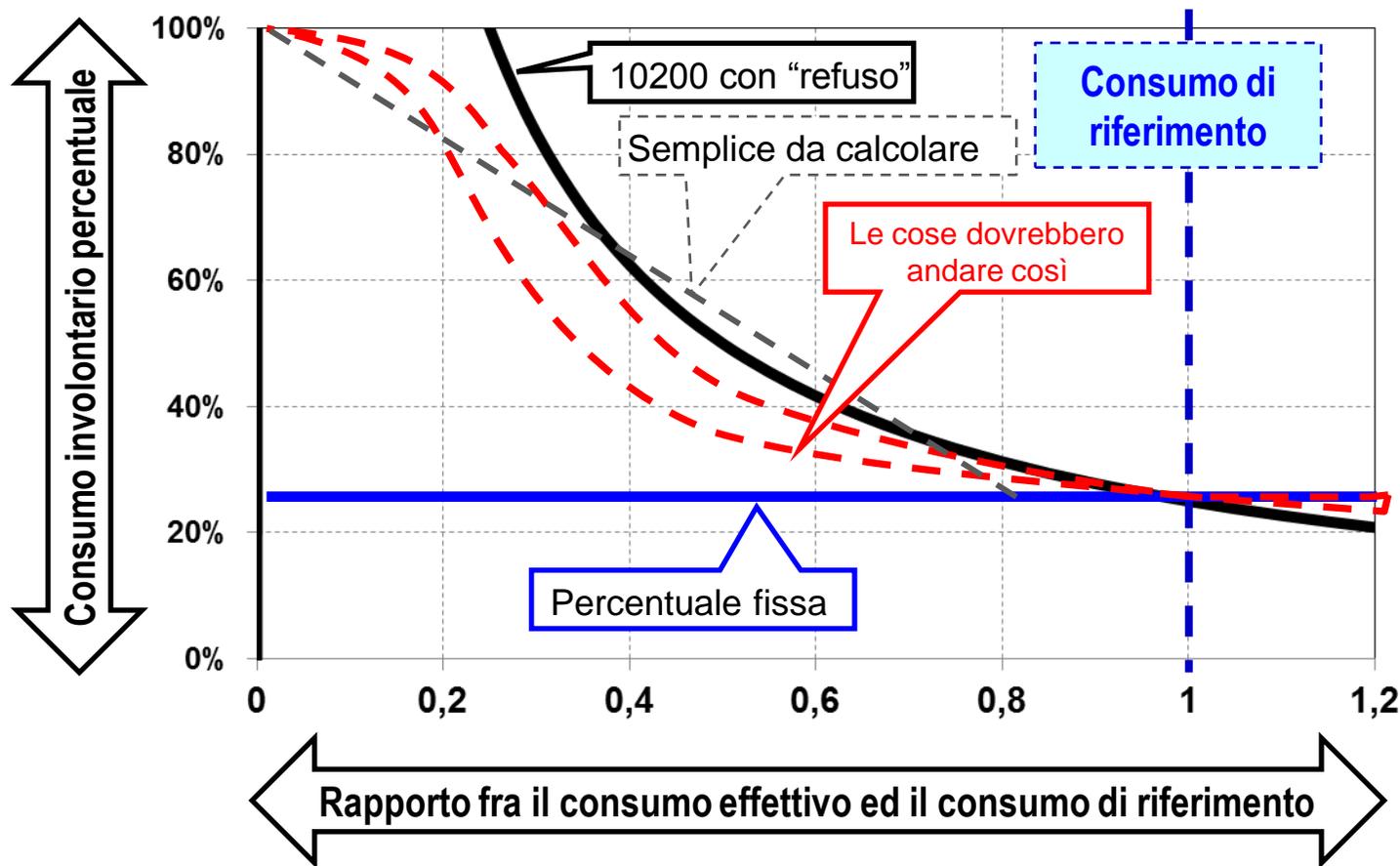
● Ideale:

- Valorizzare in kWh le indicazioni dei ripartitori di qualunque tipo, al solo scopo di suddividere l'energia utile fra prelievo volontario ed involontario (non direttamente per fatturare)

● Accettabile

- Identificare l'uso saltuario:
 - Quando il consumo reale diventa meno della metà del consumo in condizioni standard
 - Indicatore: $C_{uso} = \text{consumo reale} / \text{consumo standard}$
- Determinare la percentuale di prelievo volontario in funzione del coefficiente di uso C_{uso} con un grafico.

Quote involontarie a confronto



Confronto fra diverse ipotesi

Nero: 10200 ora

Rosso tratteggiato: dove forse sta la verità (è un'area)

Blu: percentuale fissa

Grigio tratteggiato: facile da calcolare

Termoregolazione e contabilizzazione del calore a ciascuno il suo

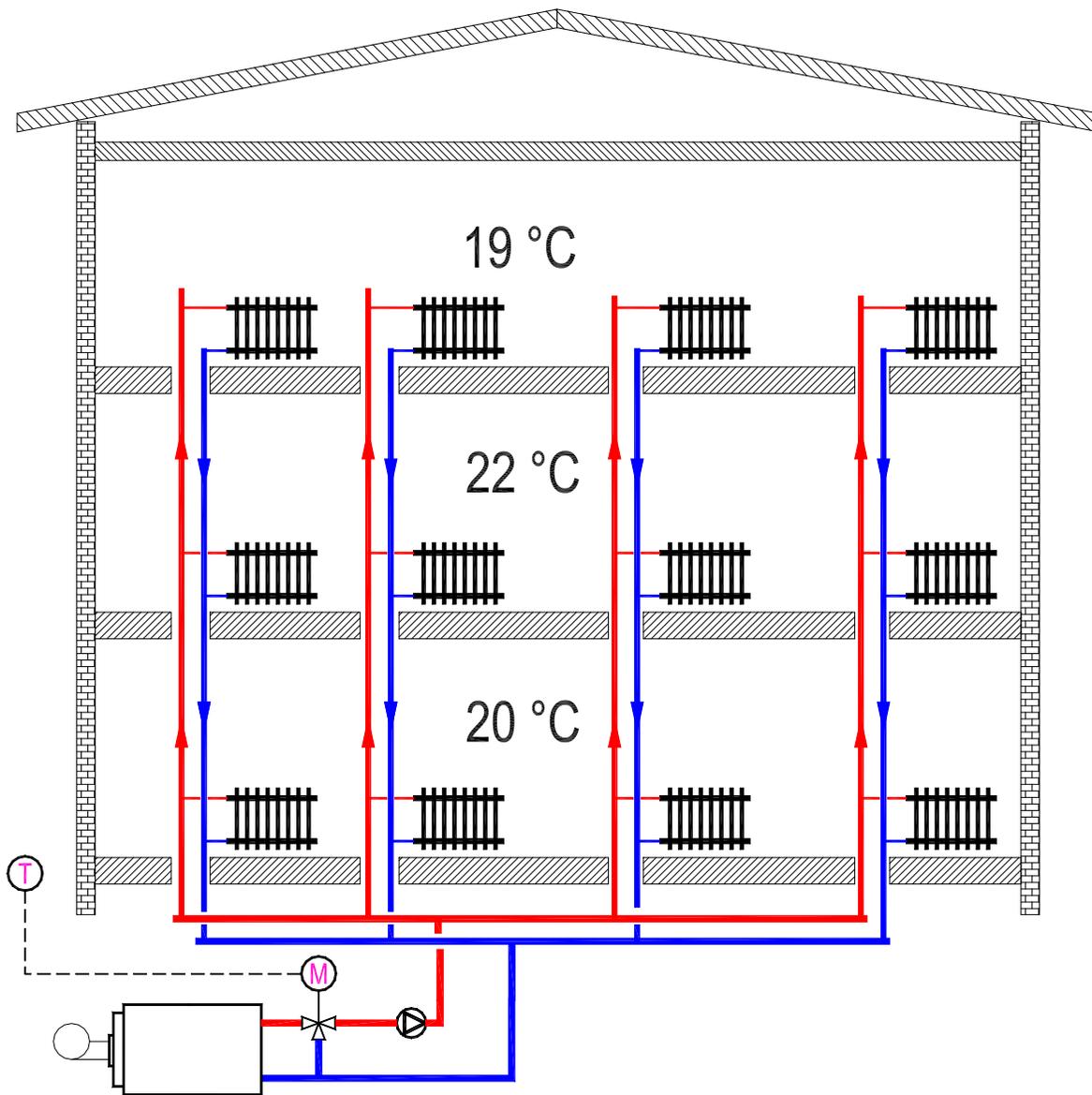
COMPLEMENTI La termoregolazione con le valvole termostatiche

Ing. Laurent Socal

La termoregolazione

... comporta la riprogettazione della rete di distribuzione con funzionamento a portata variabile...

- **Che tipo di valvole termostatiche od elettriche occorre usare?**
- **Per le termostatiche, che valore di preregolazione occorre impostare?**
- **Che pompa occorre scegliere ?**
- **Che parametri occorre inserire nella pompa?**
- **Occorre modificare la curva climatica e se si, come?**
- **Prima messa in servizio e ottimizzazione del funzionamento del sistema (commissioning...)**
- **...**

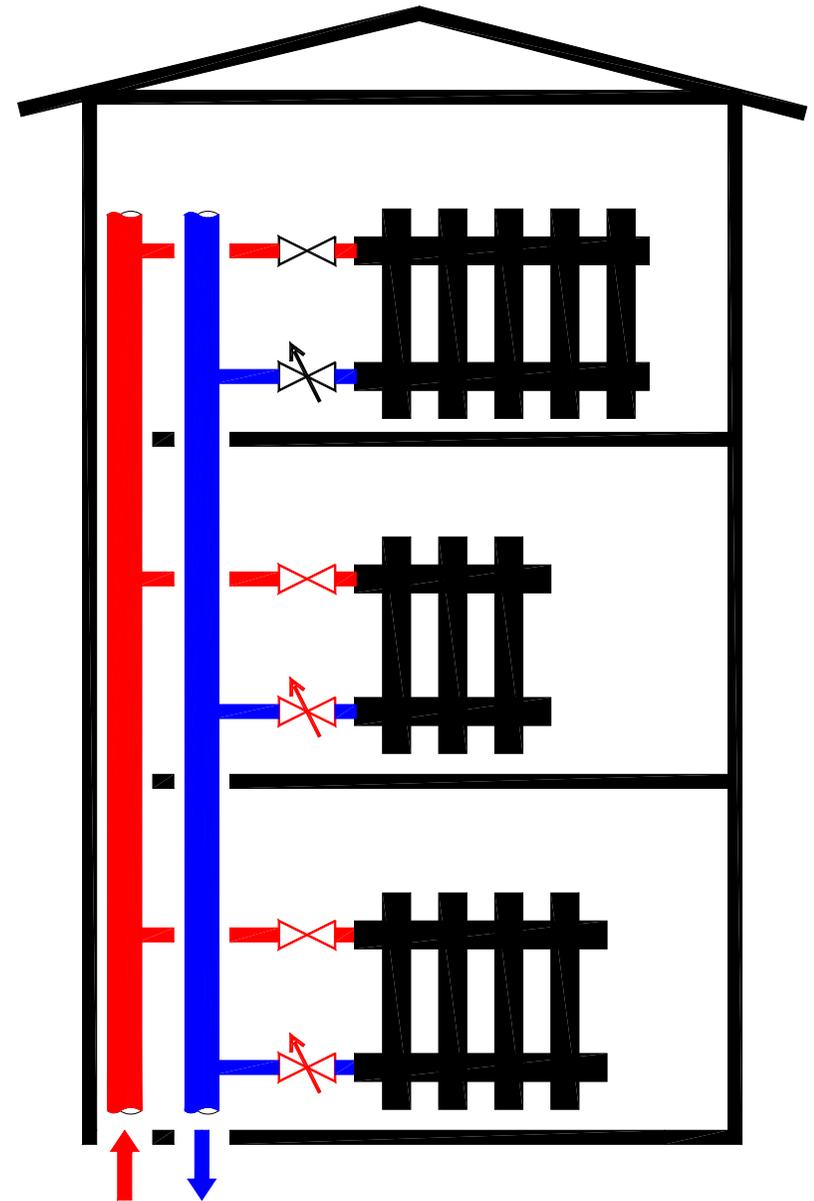


Impianto a colonne montanti

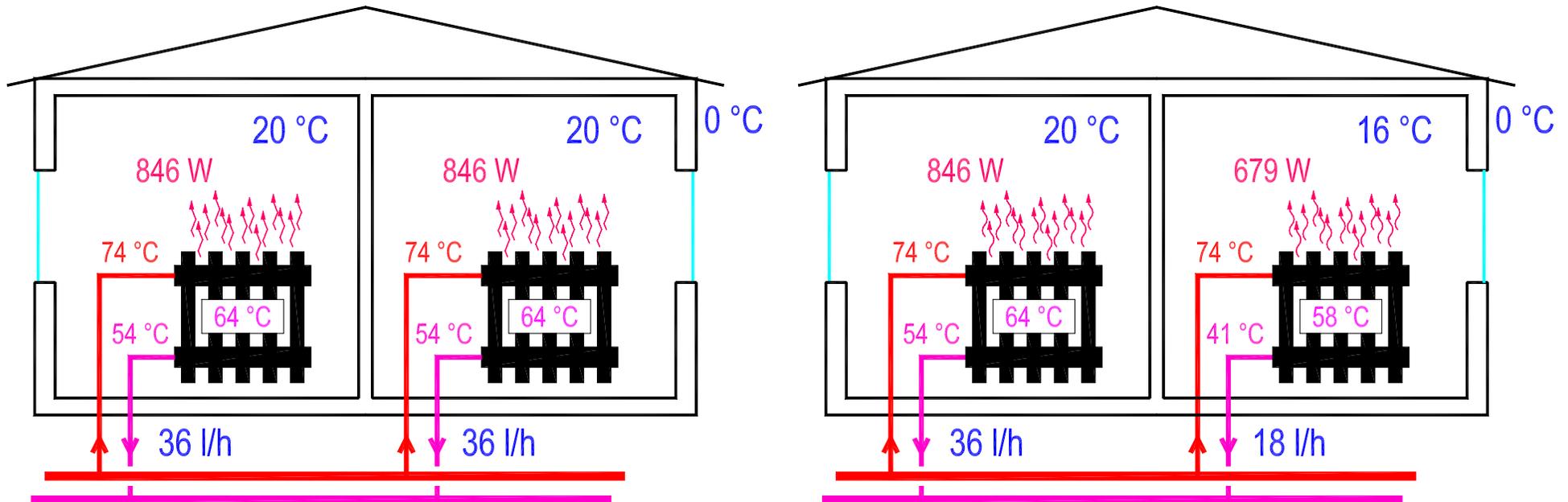
Bilanciamento

Bilanciare l'impianto vuol dire:

1. **Immettere il calore dove serve**
2. **Distribuire i corpi scaldanti**
in base alla potenza
delle dispersioni
3. **Distribuire le portate di acqua** in
base alle potenze
dei radiatori
 - Controllo temperatura di ritorno
 - Agire sui detentori?

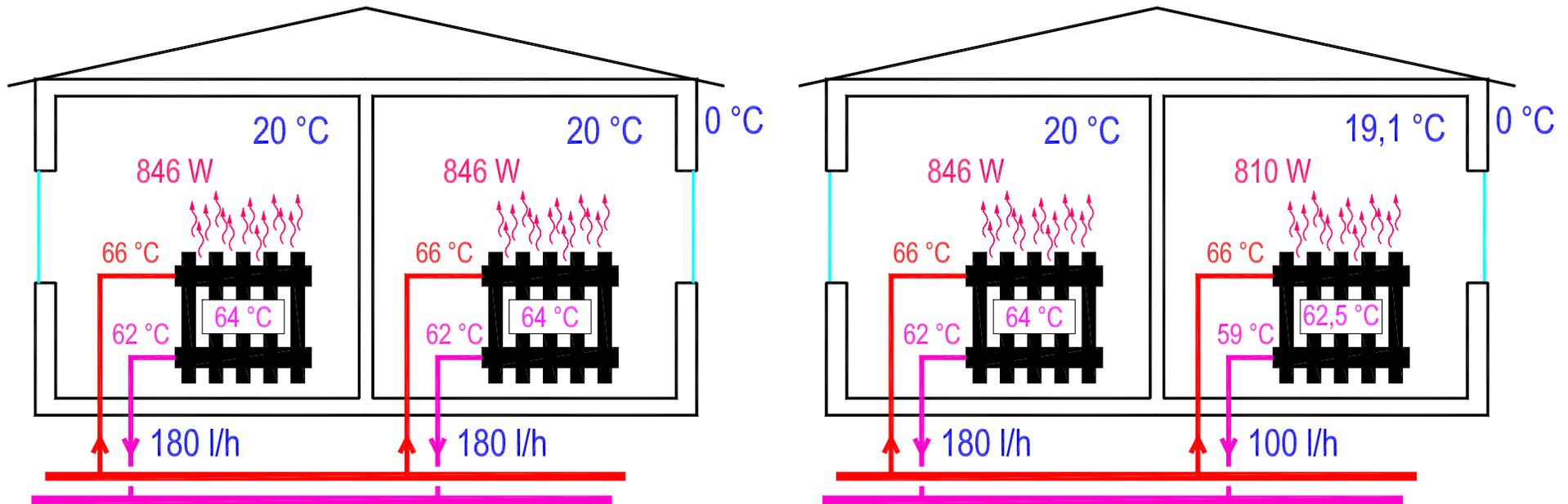


Bilanciamento corretto



Se le portate sono corrette (cioè quanto basta!),
lo sbilanciamento ha effetti disastrosi

Bilanciamento all'italiana

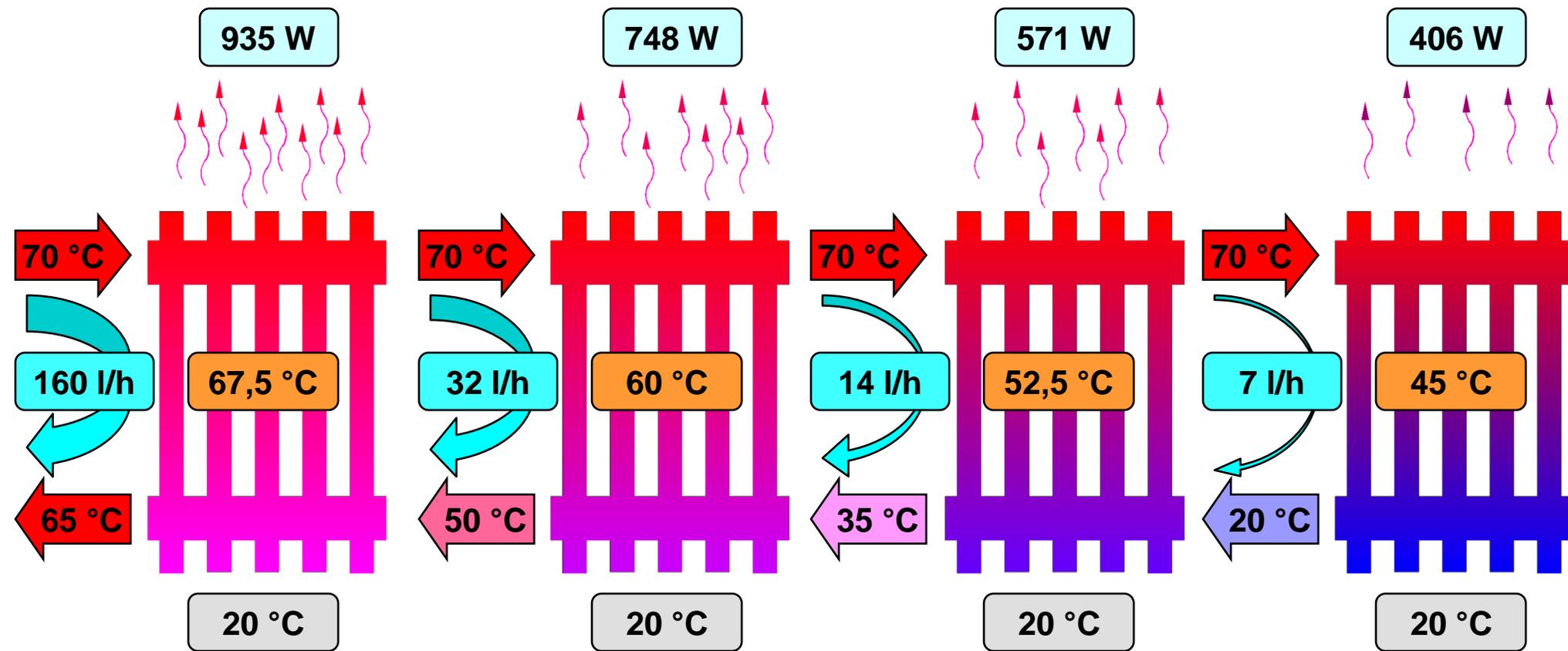


Se le portate sono molto elevate, anche se la portata nel radiatore di destra si riduce a poco più della metà, lo sbilanciamento ha effetti modesti

Bilanciamento ... tedesco



Regolazione a portata variabile

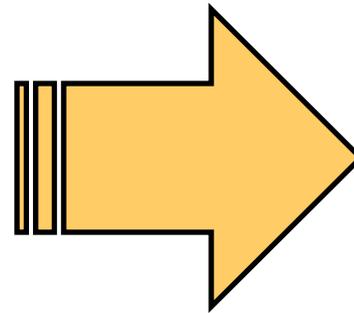


RADIATORE DA 1000 W NOMINALI

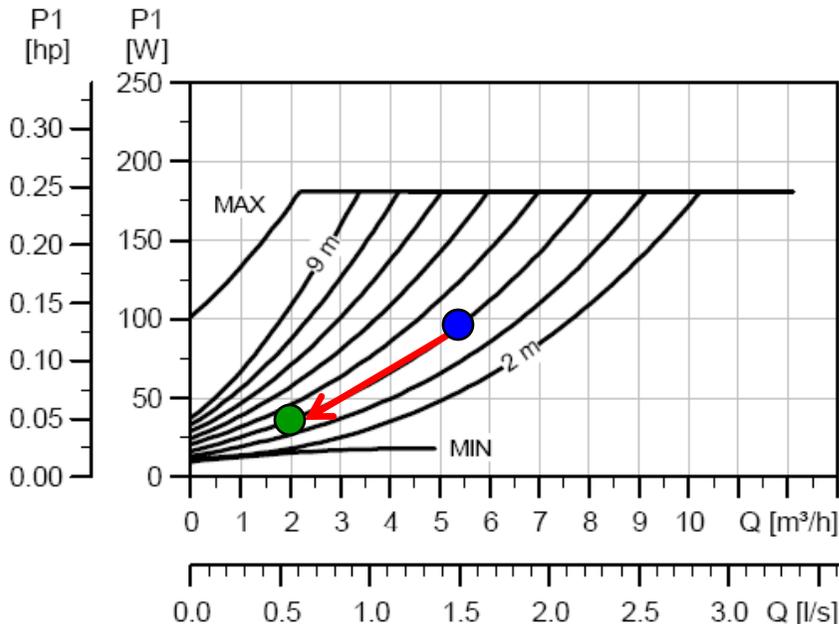
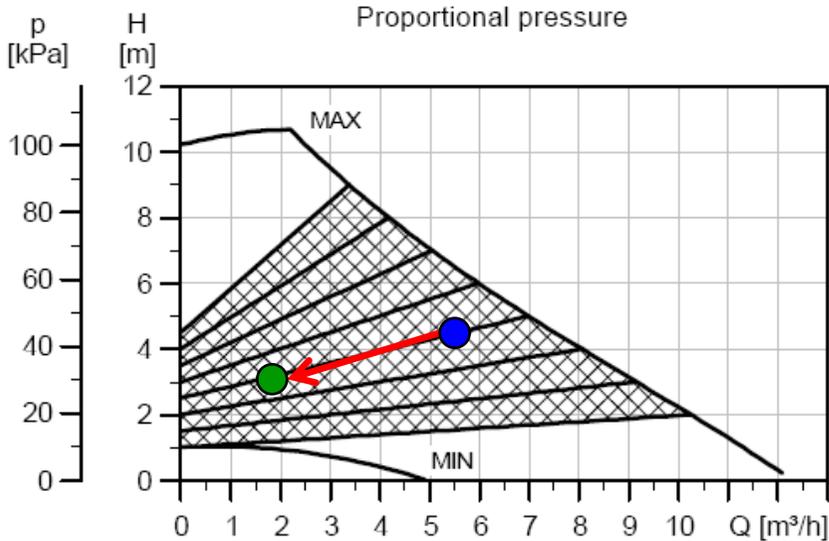
Effetto sulle portate

L'introduzione delle valvole termostatiche provoca
il crollo della portata nell'impianto

150...200 l/h per radiatore → 100...150 l/h per appartamento



Effetto dell'installazione delle valvole termostatiche in un condominio di 16 appartamenti a Padova



PRIMA DOPO

Radiatori

130 kW 130 kW

Caldaia

250 kW 116 kW

Pompa

25 m³/h 5 m³/h

Portata media

~ 20 m³/h 2 m³/h

← **Punto di lavoro di progetto e medio effettivo della pompa installata**

Con l'introduzione delle termostatiche...

- L'impianto funziona in maniera completamente diversa
 - Il vecchio impianto scalda tutti i radiatori in maniera uniforme
 - Il nuovo impianto emette calore solo dove serve
 - Il vecchio impianto richiede una sempre un fiume di acqua
 - Il nuovo impianto richiede poca acqua solo quando serve
- **L'impianto deve essere riprogettato**
 - Progettare = pensare prima di fare
 - Progettare = fare il lavoro con la testa prima di farlo con le mani
- **L'utente deve essere informato ed istruito**
Oltre agli apparecchi occorre riparametrizzare anche... l'utente finale.

Uso delle valvole termostatiche

Le valvole termostatiche si dovrebbero utilizzare in tutti gli impianti perché

- Si bilancia automaticamente l'impianto
- Gli apporti gratuiti, le perdite recuperabili e **gli effetti degli interventi di isolamento dell'involucro edilizio** si valorizzano solo con una regolazione per singolo ambiente
- **Permettono di utilizzare liberamente radiatori sovradimensionati**
- **Permettono di abbassare la temperatura di ritorno dell'impianto**
- Il costo si ammortizza tipicamente in 3-5 anni

La regolazione per singolo ambiente in TUTTI i nuovi impianti è obbligatoria
.... sin dal DPR 412/93 del 1993

**Richiedono attenzione nel loro utilizzo
e nel dimensionamento della pompa di circolazione**

Note sull'uso delle valvole termostatiche

Dispositivo efficace ma che richiede una riprogettazione dell'impianto e del suo utilizzo

Alcune **semplici** regole da rispettare per evitare problemi

- **Installare su tutti i corpi scaldanti**
- **Cambiare la pompa e parametrizzarla correttamente**
- **Preregolazione** necessaria negli impianti centralizzati che funzionano ad intermittenza
- **Sonde a distanza / comando a distanza** in caso di mensole e nicchie
- **Compatibile con cronotermostato**
(tarato a 25 °C di giorno, temperatura desiderata in attenuazione)

- **INFORMAZIONE ALL'UTENTE**

- **CONTABILIZZAZIONE PER MOTIVARE L'UTENTE**

... e collaborazione amministratore/progettista/installatore

Messa a punto del sistema

- Finora sono stati espressi criteri di dimensionamento = scelta dei componenti.
 - **L'impianto deve essere messo a punto nel primo periodo di utilizzo: curva climatica +5...8 °C rispetto a prima**
 - **Fa freddo: su cosa occorre agire?**
 - **Radiatore caldo anche in basso:**
circolazione elevata di acqua → alzare temperatura
 - **Radiatore freddo in basso:**
bassa circolazione di acqua → alzare la preregolazione e la temperatura
- Agire sulla pompa non ha quasi nessun effetto

Possibili problemi?

- **Sifoni**: non si possono riempire sfruttando la velocità dell'acqua → sfiati
- **Sporcamento valvole** → lavaggio impianto (a caldo e senza acidi) e poi evitare trascinarsi con salti termici elevati e portate molto basse
- **Bloccaggio valvole in estate**
→ scegliere prodotto di buona qualità

Le solite osservazioni...

- Il radiatore non funziona: è freddo sotto...
- Il radiatore è freddo sotto: è pieno d'aria (!!)
- Prima tutti i radiatori erano caldi, adesso mi tocca regolare le valvole altrimenti quello dell'atrio rimane freddo...

La termostatica taglia gli sprechi

E' un "termostato":

trovata la posizione giusta non va più toccato

Istruzioni all'utente

- **E' normale** che non tutti i radiatori siano caldi
 - si scalda solo dove serve: risparmio
 - l'impianto deve scaldare la casa non i radiatori
- **E' normale** che il radiatore sia freddo in basso
 - L'acqua deve cedere il calore all'ambiente
- **Trovare la posizione giusta e non toccare più**
 - La valvola è un regolatore di temperatura ambiente
- **Abbassare solo in caso di assenza prolungata**

Termostatiche e contabilizzazione

Impianto autonomo: scelgo quando consumare e pago in base al consumo

- **Contabilizzazione senza regolazione:**
inutile perché non posso decidere il consumo
- **Regolazione senza contabilizzazione:**
poco utile perché non sono motivato ad impiegarla

→ **termostatiche + contabilizzazione**