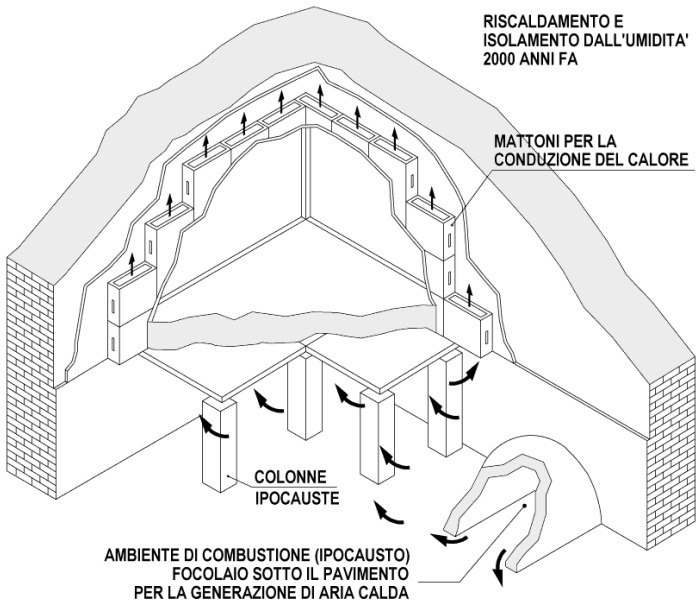
Sussidi didattici per il corso di
PROGETTAZIONE, COSTRUZIONI E IMPIANTI

Prof. Ing. Francesco Zanghì

IMPIANTI DI RISCALDAMENTO

AGGIORNAMENTO 27/02/2015

Introduzione

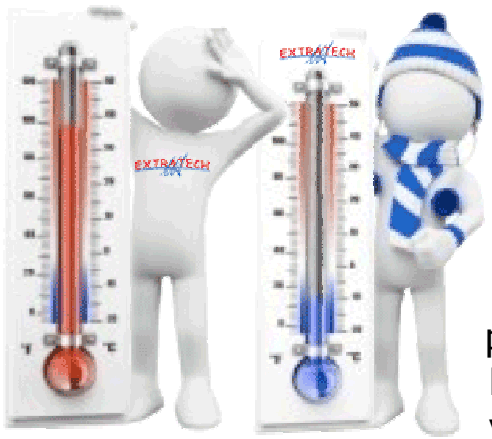


Un impianto di riscaldamento è un impianto termico per la **produzione** e la **distribuzione** di:

- **calore**, per riscaldare ambienti civili, industriali e commerciali;
- **acqua calda sanitaria** atta al consumo umano.

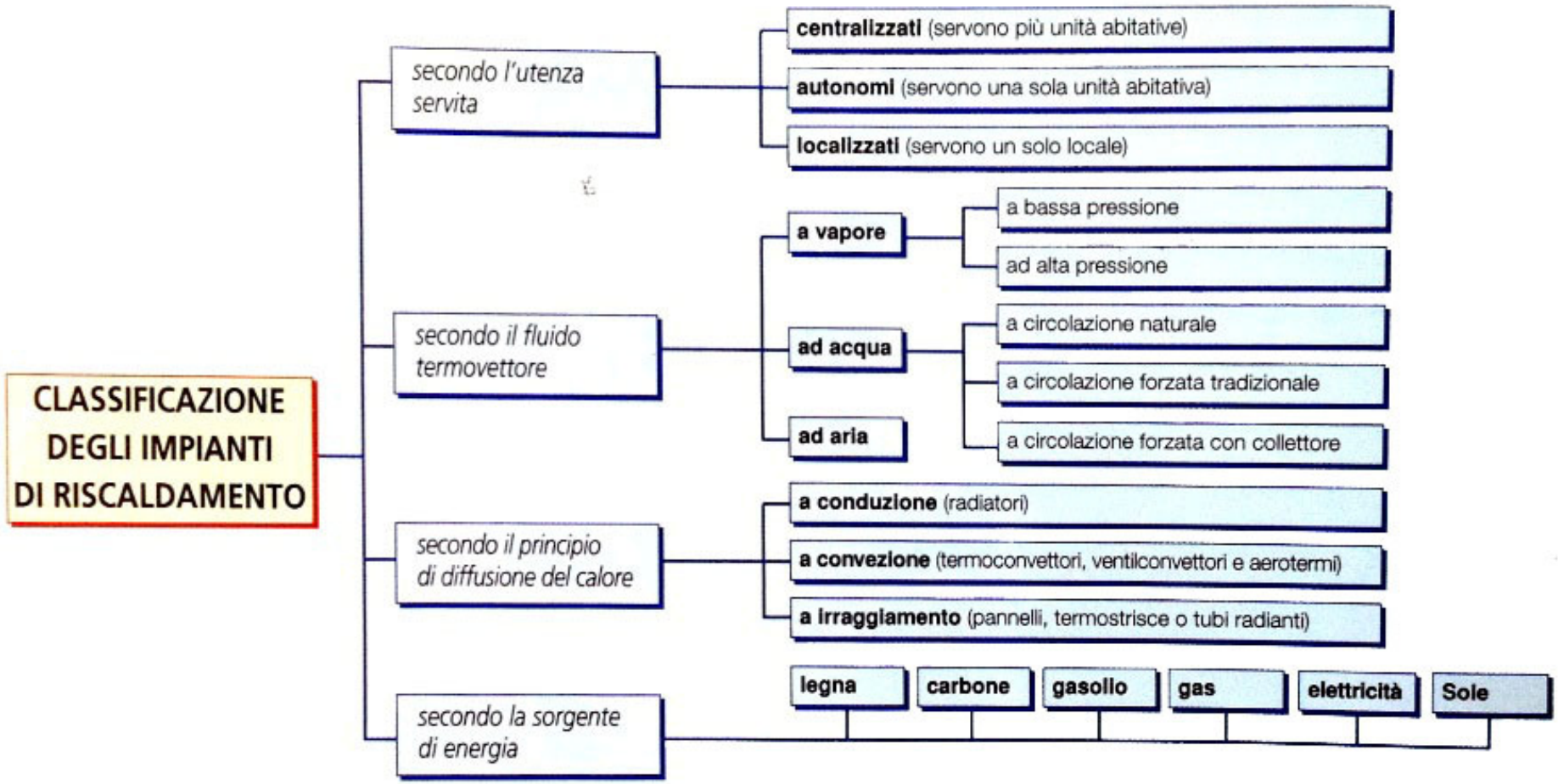
Quando il riscaldamento viene erogato dagli stessi dispositivi che forniscono anche raffrescamento e altre eventuali variazioni del microclima locale (ventilazione, umidificazione), viene detto di **condizionamento** o di **climatizzazione**.
Già gli Antichi Greci si dotarono di impianti di riscaldamento, facendo passare l'aria calda prodotta da una fornace negli spazi sotto il pavimento fino a dei bocchettoni nel muro. Questi sistemi sono noti col nome di "**ipocausto**".

Il comfort termico

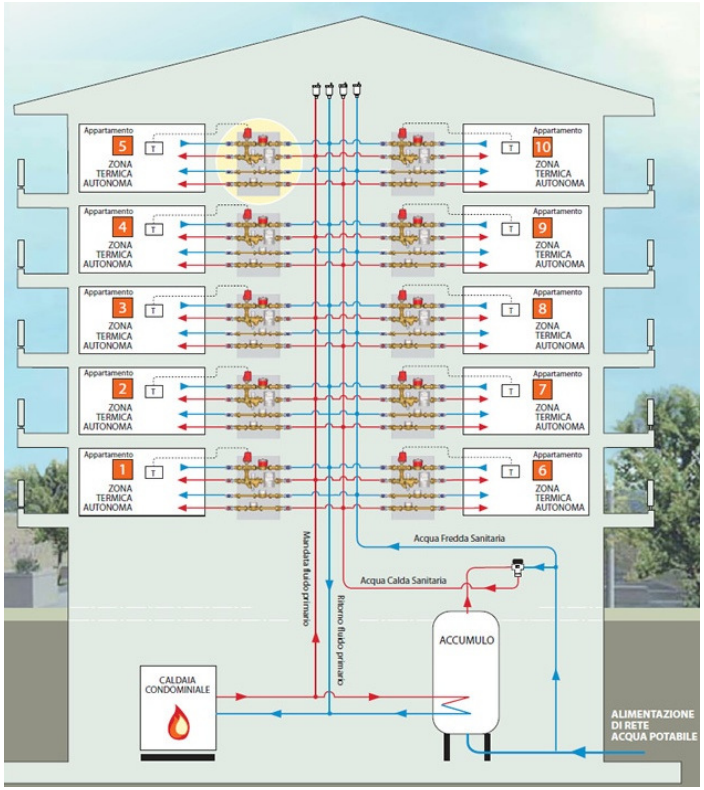


Un famoso detto popolare recita: "*Mangia al caldo, dormi al freddo*". Se di giorno in casa è necessaria una temperatura "primaverile", di notte può scendere a 16°. Ma da sola la temperatura giusta non basta: a questa deve corrispondere il giusto livello di umidità. Il benessere biometereologico dell'uomo implica una temperatura ideale di **18-24 °C** con umidità di **40-60%**. Un buon livello di umidità aumenta la sensazione di caldo percepito, mentre un tasso di umidità troppo basso aumenta l'evaporazione cutanea facendo raffreddare il corpo più in fretta. Inoltre l'aria secca può inaridire le mucose e irritare le vie aeree, causando mal di gola e mal di testa. Nel periodo estivo, nei locali dotati di impianto di condizionamento, la temperatura viene mantenuta a circa **25°** con umidità relativa del **55%.**

Classificazione degli impianti di riscaldamento



Impianto centralizzato

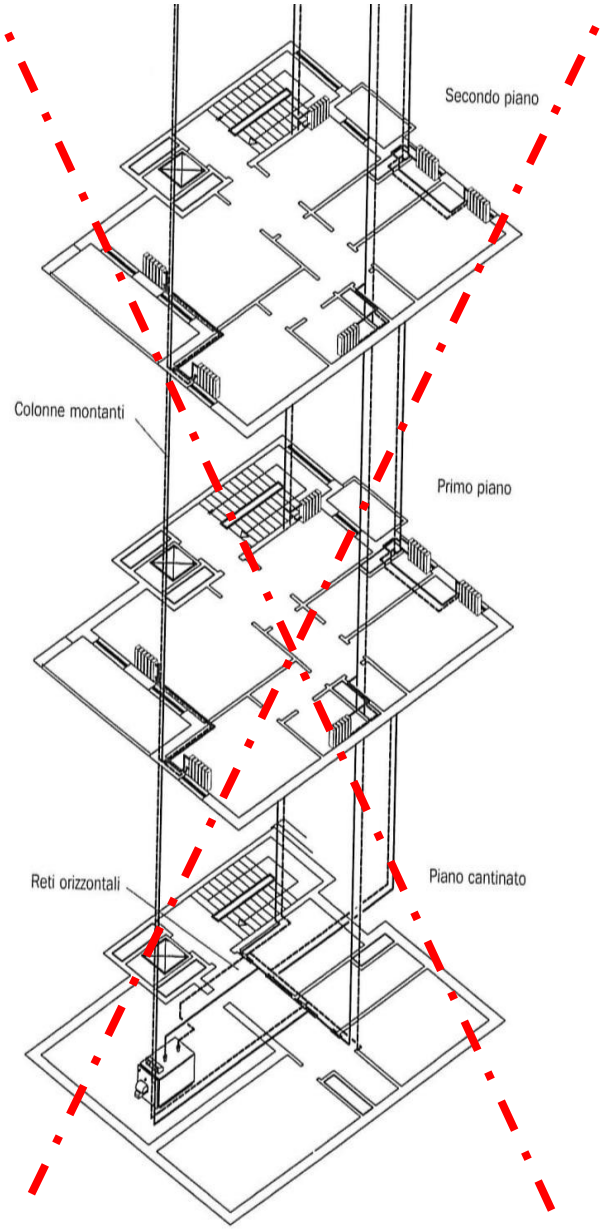


Con un unico generatore di calore (caldaia), di grandi dimensioni, si riscaldano più unità immobiliari dell'edificio. Il riscaldamento centralizzato è una delle formule più diffuse, nelle città, che consente ai singoli proprietari di non assumersi l'onere di gestione dell'impianto. Ne è responsabile l'amministratore e può essere acceso per legge solo in determinati periodi dell'anno.

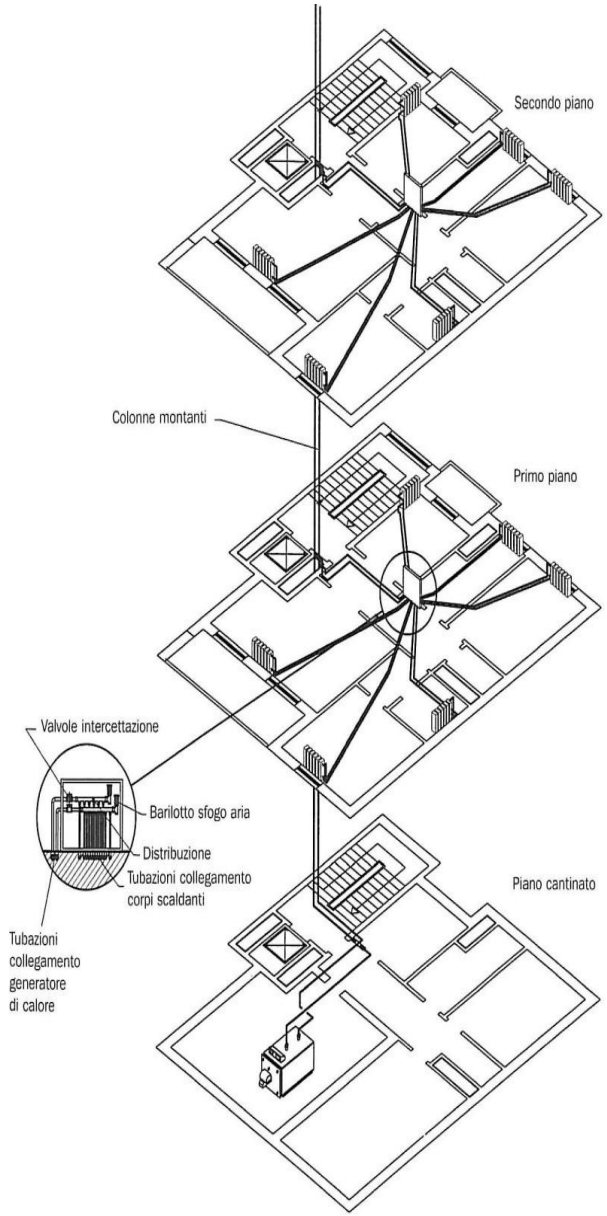
Se, in un impianto centralizzato, si dota ogni radiatore delle apposite **valvole termostatiche** per regolare la temperatura stanza per stanza e l'impianto è fornito di **contabilizzatore di calore**, si può avere una diminuzione dei consumi anche del 20%.

Il contabilizzatore, o ripartitore, permette il conteggio individuale dei consumi, ottenendo così una quantificazione del reale consumo termico e, di conseguenza, delle spese. I dati di consumo sono letti via radio dall'esterno dell'alloggio ed elaborati dal centro servizi per effettuare il conteggio delle spese individuali.

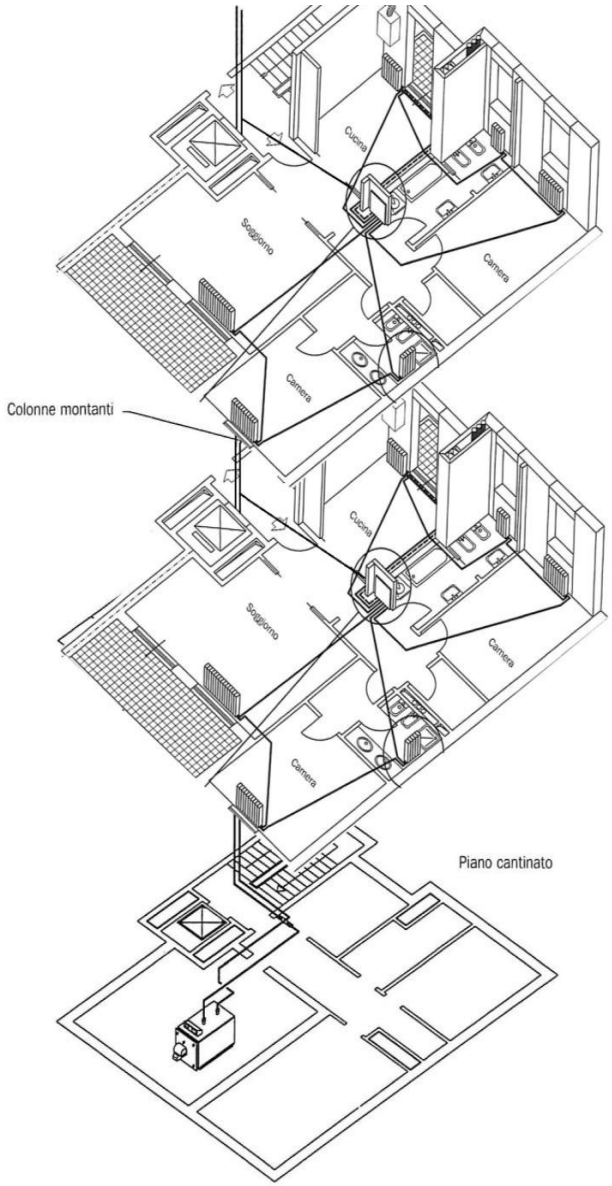
Anche l'installazione di **cronotermostati** in grado di programmare temperature ed orari di accensione, contribuisce ad una migliore razionalizzazione dei consumi.



A COLONNE MONTANTI



A COLLETTORI



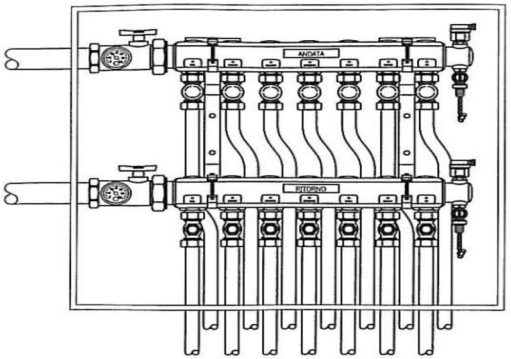
A MONOTUBO

Riscaldamento centralizzato a colonne montanti

Questa tipologia impiantistica **non è più applicabile** alle nuove costruzioni o a quelle esistenti per le quali è prevista la realizzazione di un nuovo impianto di riscaldamento. La normativa di riferimento è la **Legge 10/91 (art. 26)** che prevede che gli impianti debbano essere realizzati in modo tale da consentire l'adozione di sistemi di **termoregolazione e contabilizzazione** del calore per ogni singola unità immobiliare

Riscaldamento centralizzato a collettori

La produzione del calore è sempre centralizzata, ma le colonne montanti vengono notevolmente diminuite e aumentano le reti di distribuzione orizzontale autonome per appartamento. L'impianto è caratterizzato da uno speciale collettore doppio che consente un alternarsi degli attacchi di mandata e ritorno, di modo da ridurre il più possibile gli accavallamenti dei tubi posti a pavimento



Riscaldamento centralizzato a monotubo

Il principio su cui si basano gli impianti a monotubo è quello di collegare sia l'entrata che l'uscita dei corpi scaldanti ad un unico tubo che li alimenta in sequenza, formando un circuito idraulico **ad anello.**

Temperatura massima di progetto

È la temperatura massima del fluido inviato ai corpi scaldanti. Per questa grandezza è consigliabile assumere valori variabili da:

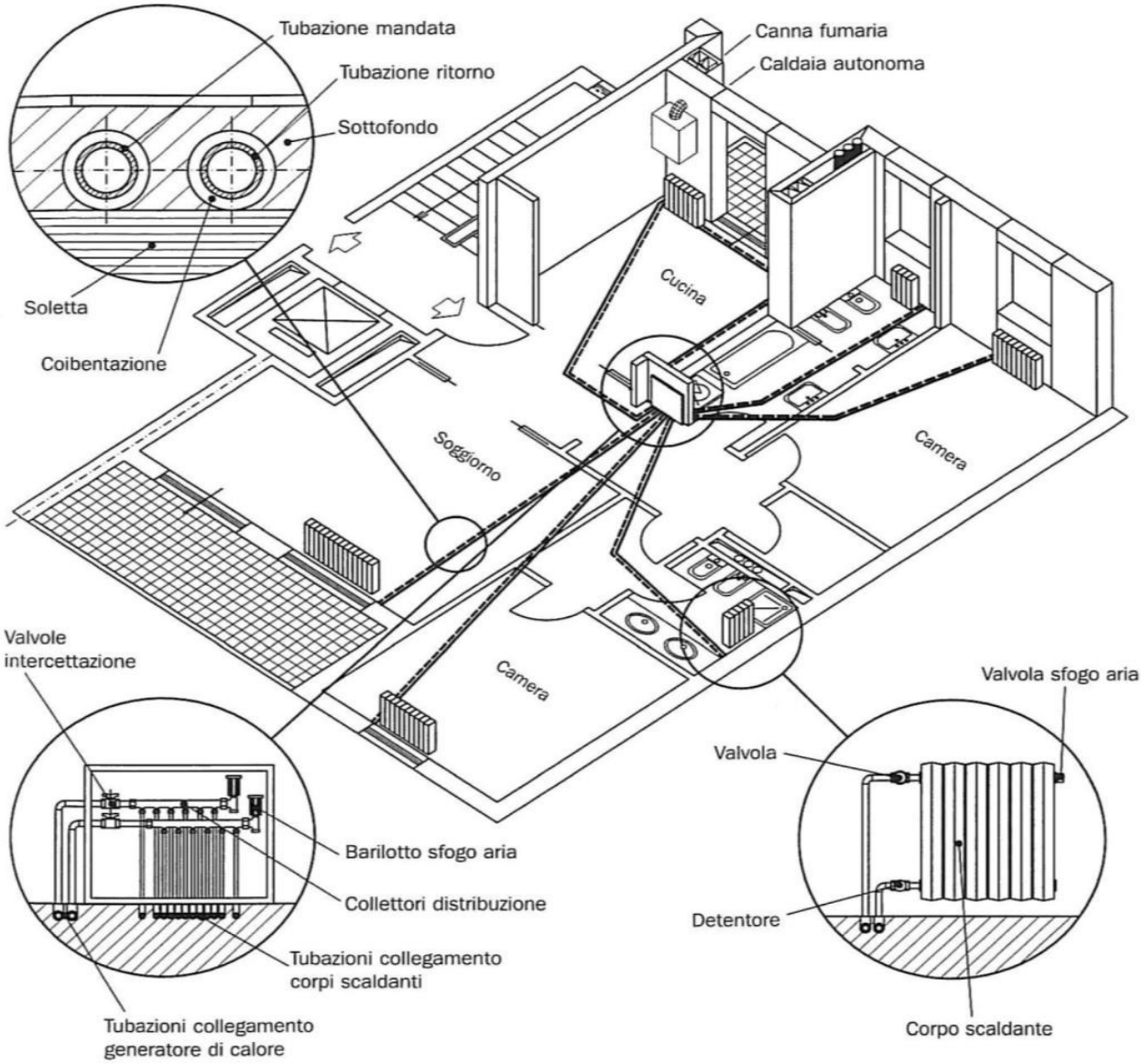
– **70** a **80**°C con caldaie tradizionali;
– **50** a **60**°C con caldaie a condensazione;
– **60** a **75**°C con teleriscaldamento.

Salto termico ΔT

È la differenza tra la temperatura di andata del fluido e quella di ritorno alla caldaia nelle condizioni di progetto. Generalmente sono adottati valori variabili da:

– **10** a **15**°C negli impianti con caldaie tradizionali;
– **5** a **10**°C negli impianti con caldaie a condensazione;
– **15** a **20**°C negli impianti collegati al teleriscaldamento.

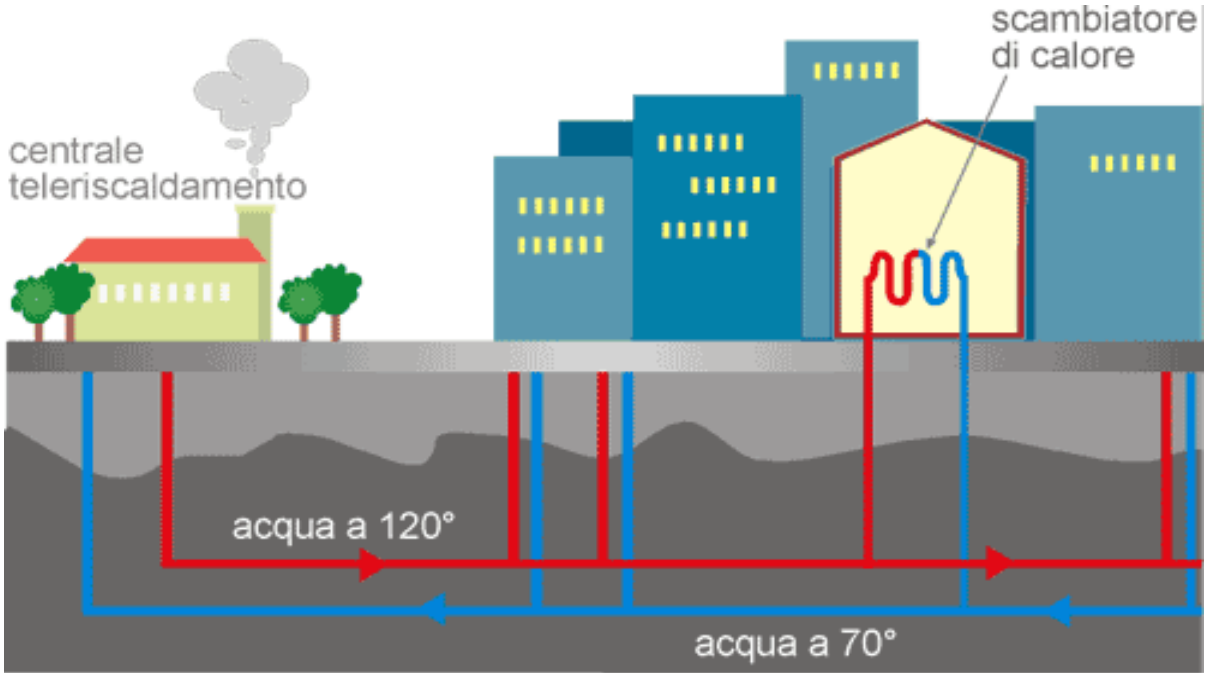
Impianto autonomo



E' la tipologia più diffusa. Ogni appartamento dispone di una propria caldaia. Il combustibile usato in prevalenza è il metano. L'impianto autonomo consente di impostare le temperature in base alle esigenze individuali, tuttavia non è detto che questo tipo di impianto porti sempre a dei consumi inferiori rispetto a quello centralizzato. I consumi sono infatti influenzati da vari fattori, tra cui l'**isolamento delle pareti**. Inoltre, se le pareti non sono adeguatamente isolate, ci può essere anche **sottrazione di calore** da parte dell'appartamento adiacente, quando in questo il riscaldamento è spento, con conseguente aumento di consumi nell'unità in cui, invece, è acceso. L'utente deve far visionare l'impianto una volta l'anno da un tecnico, che deve fornire un **libretto di manutenzione** su cui annota gli interventi e appone la firma. Ogni due anni lo stesso tecnico deve eseguire l'**analisi dei fumi** ed un **controllo della canna fumaria**.

Teleriscaldamento (TLR)

Il teleriscaldamento è una forma di riscaldamento che consiste essenzialmente nella distribuzione, attraverso una rete di tubazioni isolate e interrate, di acqua calda acqua surriscaldata o vapore (detti fluidi termovettori), proveniente da una grossa centrale di produzione, alle abitazioni con successivo ritorno dei suddetti alla stessa centrale. Il calore è solitamente prodotto in una **centrale di cogenerazione** termoelettrica a gas naturale / combustibili fossili o biomasse, oppure utilizzando il calore proveniente dalla **termovalorizzazione** dei rifiuti solidi urbani o da fonti geotermiche (Ferrara).



Cogenerazione = produzione contemporanea di energia meccanica (solitamente trasformata in energia elettrica) e di calore.

Caldaie per usi civili

Esistono quindi tante possibilità differenti di classificazione delle caldaie. Per scegliere la caldaia più adatta alle proprie necessità di riscaldamento è quindi necessario aver ben chiare tutte queste caratteristiche, ad esempio se la caldaia serve solo per il riscaldamento o anche per la produzione di acqua calda sanitaria, oppure le dimensioni degli ambienti che si vuole riscaldare (più è grande lo spazio e maggiore dovrà essere la potenza nominale), il luogo dove la si vuole installare (all'interno o all'esterno dell'abitazione), e così via.

- **Caldaia murale**

Hanno potenze comprese tra i 24 kW ed i 32 kW. Questo tipo di generatore di calore è, in alcuni casi, dotato di bollitore di ridotte dimensioni per la produzione di acqua calda sanitaria. Si suddividono in due tipi:

Caldaia a camera aperta ("a tiraggio naturale") - TIPO B

Trae l'aria utile alla combustione del gas direttamente dall'ambiente per mezzo di una piccola apertura frontale.
Si può utilizzare solo se abbiamo spazio sul balcone esterno, un apposito locale arieggiato, un'intercapedine nella parete esterna o nicchie appositamente progettate. NON È POSSIBILE INSTALLARLA IN CASA.

Caldaia a camera stagna("a tiraggio forzato") - TIPO C

La fiamma utile alla combustione del gas è del tutto isolata dall'ambiente e l'aria necessaria è tirata forzatamente (tramite un piccolo ventilatore) dall'esterno attraverso tubazioni che espellono contemporaneamente anche l'aria inquinata interna. Questa tipologia può essere installata dentro casa.

Caldaia TRADIZIONALE - Caldaia A CONDENSAZIONE

Le caldaia a condensazione sono caldaie caratterizzate da un **alto rendimento**, grazie al fatto che si recupera il calore di condensazione del vapore acqueo contenuto nei fumi della combustione che invece nelle caldaie tradizionali viene convogliato verso l'esterno.

Caldaia a basamento

Tipicamente, le caldaie a **basamento** hanno dimensioni superiori di quelle pensili e sono destinate ad essere installate in locali specifici, le centrali termiche, che hanno potenze nettamente superiori a quelle standard per le comuni abitazioni. E' generalmente dotata di bollitore ad alta capacità. Anche queste possono essere a camera aperta o a camera stagna. Sono generalmente in acciaio e possono funzionare anche a combustibile solido (legno, pellets) o liquido (gasolio).

DIMENSIONAMENTO DI UNA CALDAIA

Indicativamente in un'abitazione con un isolamento standard e ubicata dove la temperatura esterna invernale media è di -5°, il fabbisogno per il riscaldamento può essere stimato in **30 - 45 W/mc**.

Ad esempio, un'abitazione di 100 mq, che corrispondono a 300 mc., per essere riscaldata ha bisogno di:

300 x **45** W/mc = **13.5** KW

Per la produzione di acqua sanitaria si tenga presente che una doccia necessita di circa **9 lt/minuto** e richiede:

Kcal= lt/ora x ΔT

dove ΔT è differenza temperatura tra acqua di produzione (40°-45°) e quella entrante di rete (10° in inverno e 25° in estate). Assumendo ΔT =40°-10° = 30°:

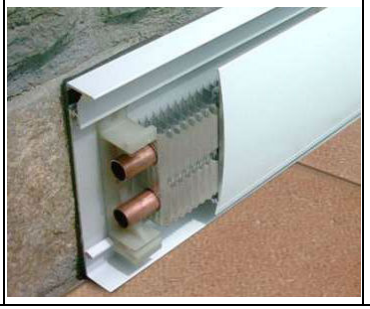
Kcal = **10** lt minuto x **60** min. = **600** l/ora x **30** = **18.000** Kcal/0.86 =**20.93** kW

Possiamo utilizzare, pertanto una caldaia da **24 kW**.

Abitazioni con 2 bagni o lavandini che vengono usati contemporaneamente si considera un fabbisogno di acqua calda sanitaria (ACS) indicativo di **16 lt/min**.

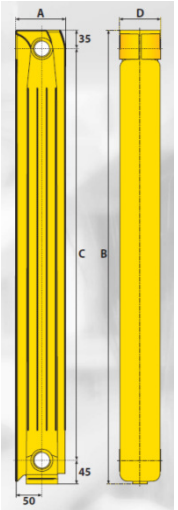
Per situazioni con maggiori utilizzi contemporanei di (ACS) si dovrà provvedere con caldaie provviste di serbatoio di accumulo, che fungono da volano termico, per supportare la richiesta contemporanea.

Terminali scaldanti

a convezione naturale	**RADIATORI**	• **ghisa** • **alluminio** • **acciaio**		Scaldano l'ambiente grazie al fluido scaldante che, proveniente dalla caldaia, cede calore all'ambiente attraverso le pareti dei radiatori stessi. La temperatura normale di esercizio prevede l'ingresso dell'acqua (dall'alto) a 60-80°C e una differenza in uscita di 10°C. Lo scambio di calore avviene in piccola parte per irraggiamento (30%) ed in quantità consistente per **convezione** (70%). Quelli in alluminio hanno un costo contenuto, sono leggeri e caratterizzati da una bassissima inerzia termica.
	PIASTRE RADIANTI	• **alluminio** • **acciaio**		Sono piastre saldate tra loro al cui interno si trova il fluido termo vettore. Lo scambio di calore avviene in piccola parte per convezione ed in quantità consistente per **irraggiamento**. Funziona temperature più basse rispetto ai termosifoni ottenendo un risparmio energetico e una diffusione omogenea della temperatura nella stanza.
	TERMOCONVETTORI	• **ad acqua** • **elettrici** • **a gas**		E' una specie di termosifone in cui la superficie riscaldante è molto più ampia (tubi dotati di alette) L'aria calda, per convezione sale verso l'alto. L'aria fredda scende verso il basso e viene aspirata dalla parte bassa. Il sistema è più efficiente ma la caldaia deve lavorare di più. Non sono molto utilizzati. Sono utilizzati prevalentemente per il riscaldamento di palestre, auditori, fabbriche, ecc. Se il flusso viene creato da un ventilatore interno prendono il nome di *aerotermi*.
	RADIATORI A BATTISCOPA			Il sistema radiante (di dimensioni di circa 15 centimetri in altezza per 3 in larghezza) è posizionato lungo il perimetro delle stanze (in particolare lungo le pareti esterne) in sostituzione ai normali battiscopa. Il calore passa dal sistema e si distribuisce sulle pareti con duplice effetto: riscalda le superfici interne dei muri che a loro volta irradiano calore all'interno della stanza e tengono asciutti i muri dall'eventuale possibile presenza di umidità.

a convezione forzata	**VENTILCONVETTORI *"FANCOIL"***			Funziona come un termoconvettore. L'aria viene filtrata e spinta verso lo scambiatore di calore da un ventilatore pertanto hanno bisogno di alimentazione elettrica. Se collegato con un refrigeratore può essere usato come condizionatore. In questo caso l'aria viene raffrescata e deumidificata.
a scambio termico radiativo	**PANNELLI RADIANTI**	**a pavimento**		La posa in opera delle tubazioni con interassi molto ravvicinati e lo scorrimento dell'acqua a una temperatura compresa fra i 25 e i 40°C, permettono di riscaldare l'ambiente per **irraggiamento** (in piccola parte per convezione), mantenendo temperature del pavimento molto basse.
		a soffitto		Il soffitto è la superficie più libera della casa. Generalmente intonacato, è occupato al massimo da un lampadario o da faretti. Si estende per tutta la superficie della stanza, ed è ad una distanza costante. L'ideale per un sistema radiante.
		a parete		

DIMENSIONAMENTO e POSIZIONAMENTO RADIATORI



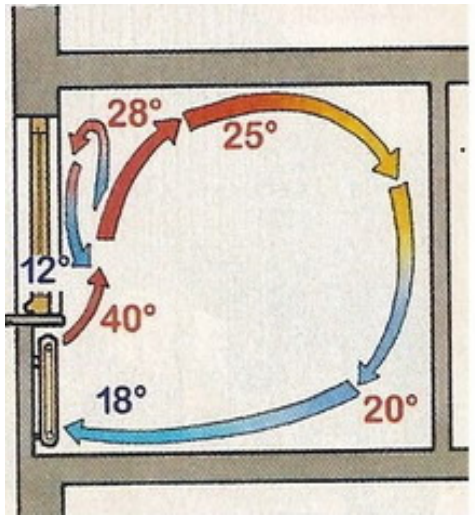
Il calcolo per il dimensionamento parte dal volume della stanza presa in considerazione. Il valore, espresso in calorie, richiesto per riscaldare una stanza varia da **30** a **40** kcal/mc in base alla posizione geografica.

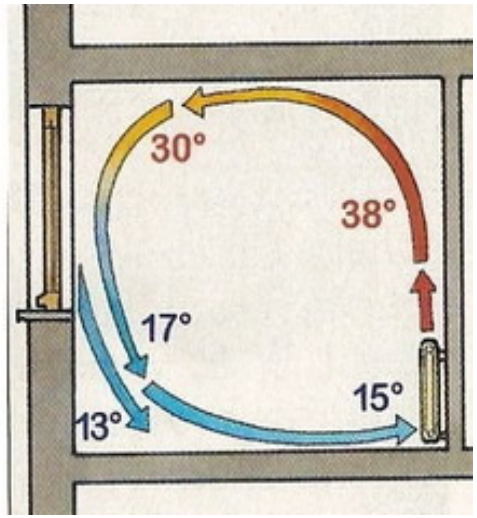
volume x 30/40 kcalorie = valore espresso in kcalorie per il riscaldamento della stanza
valore espresso in kcalorie / 0,86 = valore espresso in kwatt

I termosifoni tradizionali sono formati dall'allineamento di elementi verticali detti **elementi.** Ogni elemento *mediamente* genera una potenza di 200 kcal (variabile in base al tipo di radiatore: da catalogo). Ad esempio: per riscaldare una stanza di 60 mc. necessitano:

60 mc x 35 kcal/mc = 2100 kcal /200 = 11 elementi.

All'interno di un locale l'aria riscaldata si muove in modo diverso, secondo se il radiatore è collocato sotto la finestra e quindi in prossimità di una parete esterna, più fredda, oppure è appoggiato a una parete interna. Nel primo caso l'aria calda salendo verso il soffitto si distribuisce in modo più uniforme e perde meno gradi durante il suo percorso, garantendo un comfort migliore.





Nel prevedere la misura dei corpi scaldanti, si deve aggiungere almeno **7÷10 cm** per l'attacco e relativa valvola; all'altezza vanno aggiunti, in basso, almeno **10 cm** per il passaggio dell'aria e per la pulizia e, in alto, almeno **15 cm** per consentire il libero movimento ascensionale dell'aria calda; alla profondità vanno aggiunti almeno **3 cm** di distanza dal filo della parete finita a cui si addossa il corpo scaldante.

Rete di distribuzione

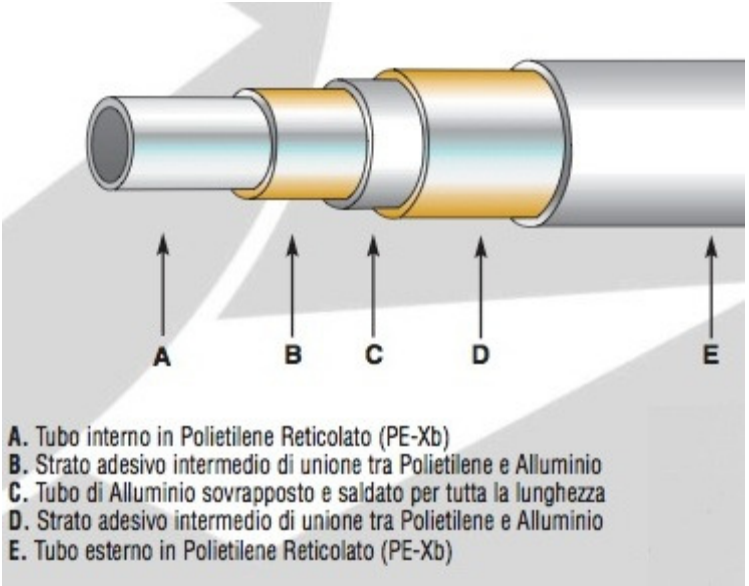
È costituita essenzialmente dall'insieme delle tubazioni di mandata e di ritorno, in **RAME**, **MULTISTRATO** o **PEX**, che collegano la caldaia ai termosifoni.

Vantaggi del rame: marcata manovrabilità e lavorabilità (piegatura a mano, riduzione dei pezzi speciali) e la possibilità di trovare in commercio anche tubi con diametri ridotti.

Svantaggi del rame: soprattutto negli ultimi anni il costo ha subito un innalzamento considerevole.

Materiale	De [mm]	Di [mm]
Rame	10	8
	12	10
	16	12
	16	14
	18	16
Multistrato	14	10
	16	11.5
	20	15
	26	20
	32	26
PEX	12	8
	15	10
	18	13
	20	16
	28	20

I tubi in multistrato sono costituiti dall'accoppiamento di materiale plastico e alluminio. Il costo è più basso, rispetto al rame, e maggiormente lavorabile. Sono caratterizzati da una ridotta rumorosità e una rugosità interna minore pertanto le perdite di carico sono basse. Viene usato anche negli impianti di distribuzione dell'acqua calda sanitaria. Rispetto ai tubi in solo PEX (polipropilene reticolato), la presenza dello strato di alluminio garantisce una barriera nei confronti dell'ossigeno e degli altri gas e ne aumenta la resistenza allo schiacciamento.

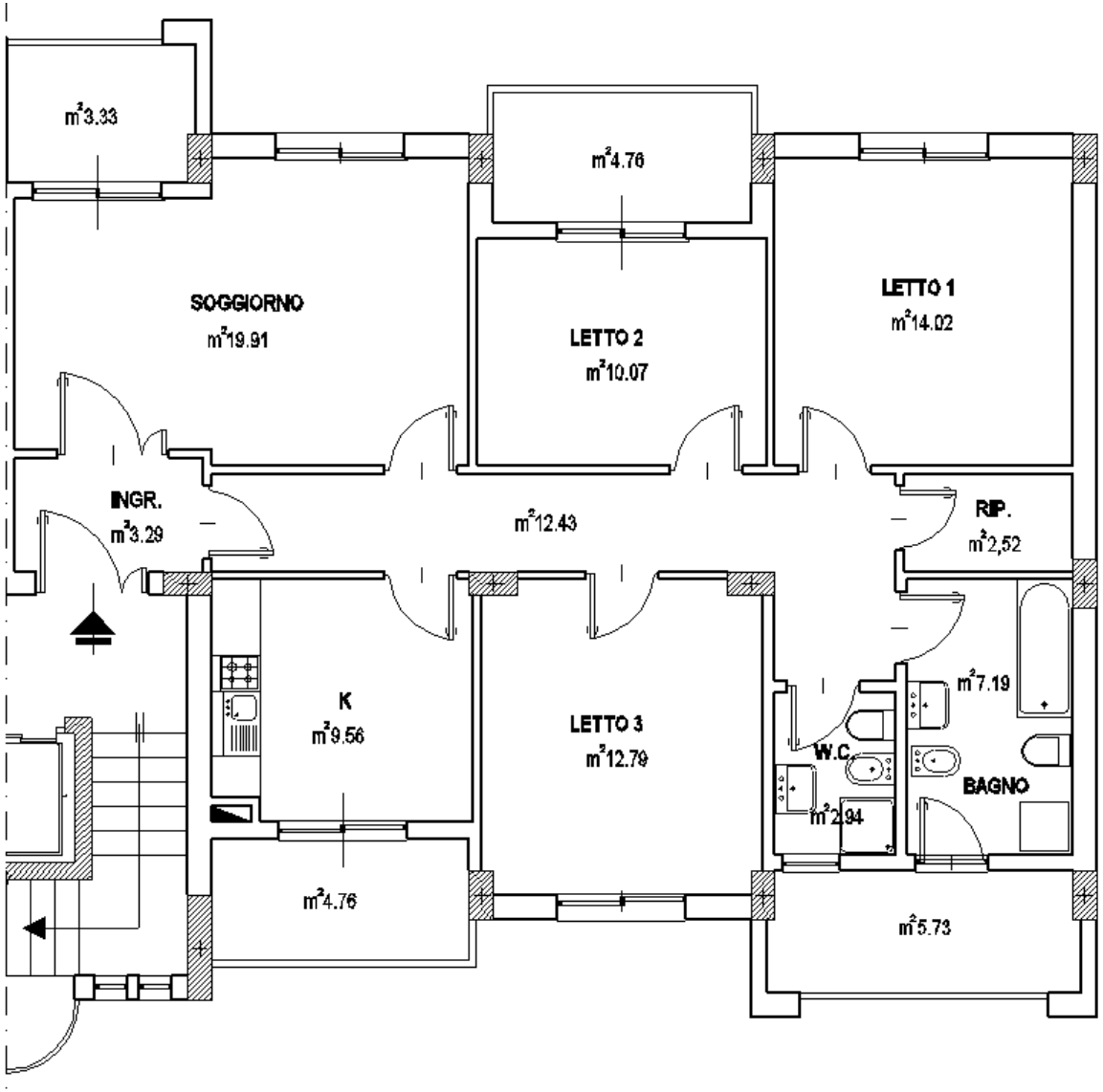


Generalmente, negli impianti di riscaldamento di edifici civili, l'acqua calda (tra i **50** ed i **90**°C) partendo dalla caldaia, percorre le tubazioni di mandata, riscalda i radiatori e quindi l'ambiente, e ritorna a temperatura più fredda alla caldaia stessa.

Per limitare le dispersioni, le tubazioni della rete di distribuzione debbono essere protette da un adeguato strato di materiale isolante, il cui spessore, fissato dalla normativa, dipende dal diametro della tubazione, dal tipo di isolante, e dalla parete che attraversa.

ESEMPIO

Dimensioniamo un impianto di riscaldamento autonomo, del tipo a collettori, per l'unità abitativa presa in considerazione nelle dispense relative agli impianti idrico-sanitari, assumendo un'altezza libera di piano pari a **2.90**m.
L'edificio ha un isolamento standard, con murature di tamponamento a cassa vuota e infissi dotati di vetri a doppia camera, ed è ubicato in una zona dove la temperatura esterna invernale media è pari a -5°.



Dimensionamento della caldaia

Stimando un coefficiente termico pari a 40 W/mc si ha:

Soggiorno	19,91	mq
Cucina	9,56	mq
Letto 1	14,02	mq
Letto 2	10,07	mq
Letto 3	12,79	mq
Ingresso	3,29	mq
Corridoio	12,43	mq
Ripostiglio	2,52	mq
Bagno	7,19	mq
WC	2,96	mq
TOTALE sup.	94,74	mq
VOLUME	274,746	mc
Potenza richiesta per il riscaldamento:	**11**	kW

Per la produzione di acqua sanitaria (ACS), essendoci 2 bagni, abbiamo due possibilità:

1. Assumiamo una *produzione di ACD istantanea*, cioè erogata direttamente dal generatore. Con un fabbisogno di 16 lt/min e un ΔT=30° (40°-10°) avremo:

16 lt/min x 60 min = 960 l/ora x 30 = 28800 Kcal/0.86 =**33.5** kW

dovremo installare una caldaia da **35 kW**

2. In alternativa, per evitare sbalzi di temperatura oppure diminuzioni repentine della quantità d'acqua, si può accoppiare alla caldaia di potenza minore (**24 kW**) un bollitore interno (*produzione di ACD ad accumulo*) dicapacità massima pari a **50 l**, oppure una caldaia da **12 kW** e bollitore esterno da **150 l** .

Dimensionamento dei radiatori

Dalla scheda tecnica dei radiatori adottati si ricava una potenza per elemento pari a 147 W. Assumendo pari a 35 kcal/mc il calore necessario a scaldare una stanza, si ricava il numero di elementi da assegnare a ogni singolo radiatore.

Ambiente	Sup. [mq]	h [m]	Vol. [mc]	kcal/mc	P [kcal]	P [W]	W elem.	n° elem.
Soggiorno	19,91	2,9	57,739	35	2021	2.350	147	16
Cucina	9,56	2,9	27,724	35	970	1.128	147	8
Letto 1	14,02	2,9	40,658	35	1423	1.655	147	11
Letto 2	10,07	2,9	29,203	35	1022	1.188	147	8
Letto 3	12,79	2,9	37,091	35	1298	1.510	147	10
Ingresso	3,29	2,9	9,541	35	334	388	147	3
Corridoio	12,43	2,9	36,047	35	1262	1.467	147	10
Bagno	7,19	2,9	20,851	35	730	849	147	6
WC	2,96	2,9	8,584	35	300	349	147	2

Modello	Profondità	Altezza	Interasse	Larghezza	Peso	Potenza	Espon.
	mm	mm	mm	mm	kg elem.	W elem	N
350/100	97	429	350	80	1,07	97	1,31
500/100	97	577	500	80	1,43	129	1,32
600/100	97	676	600	80	1,65	147	1,33
700/100	97	779	700	80	1,91	166	1,34
800/100	97	879	800	80	2,21	183	1,35

Dimensionamento dei circuiti interni

Noto il carico termico P del locale e fissato un salto termico di ΔT = 10°, si calcola, per ogni calorifero, la portata di fluido necessaria ad alimentare il corpo scaldante, e garantire il salto termico richiesto, mediante la seguente relazione:

Φ int [mm]	8,4	10,4	12,4	14,4
Lungh. deriv. [m]	**Portata [l/h]**			
5 – 10	130	230	371	555
10 – 15	100	179	289	433
15 – 20	86	153	246	369
20 – 30	66	119	192	289
30 – 40	58	102	166	249

$$Q = \frac{P\ [W]}{1.16\ \cdot \Delta T\ [°]}\quad [l/h]$$

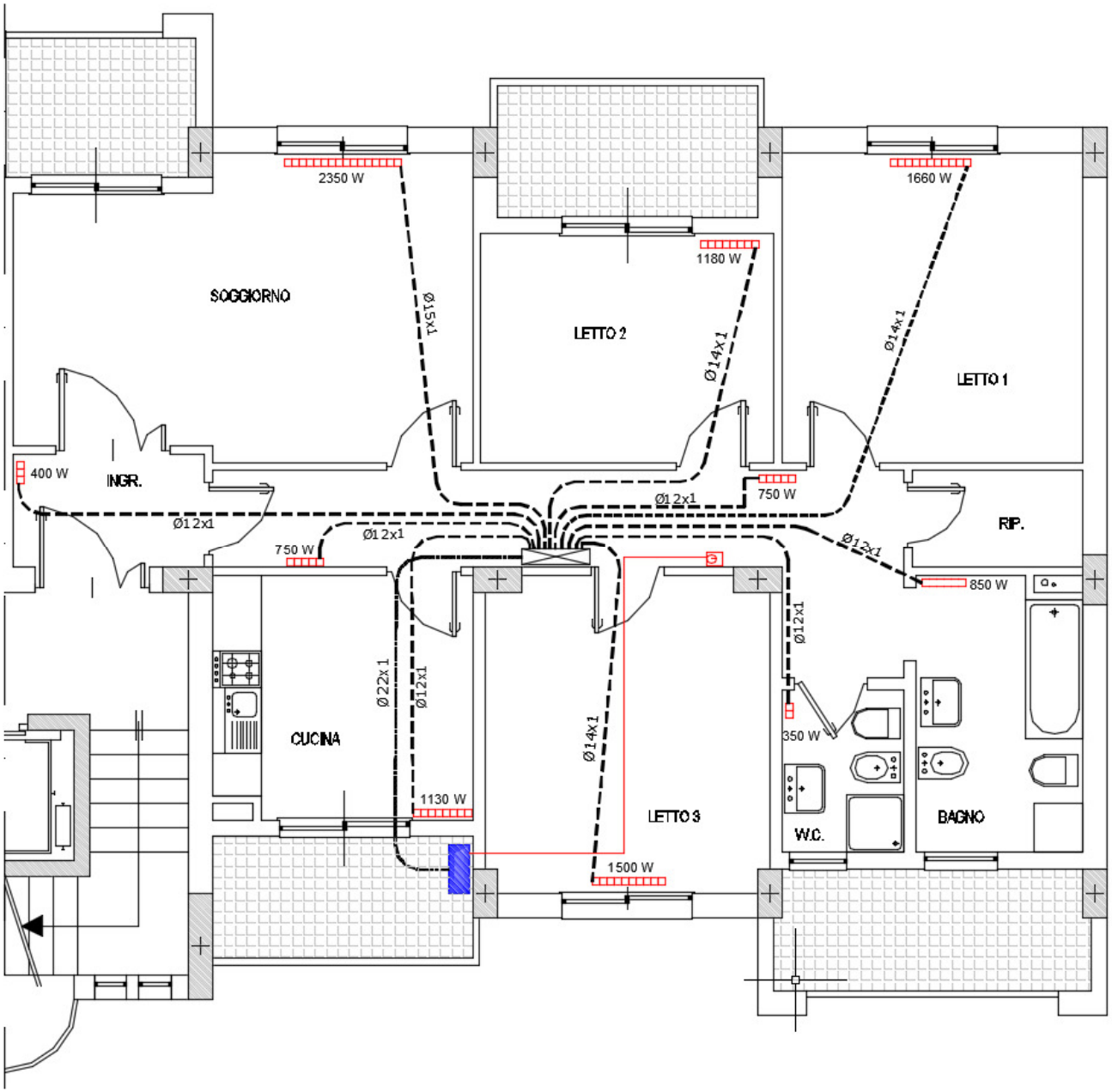
Mediante la tabella, utile per un rapido predimensionamento della sezione dei tubi, scegliamo il diametro interno teorico in funzione della portata e della lunghezza della derivazione. Quest'ultima è data dalla somma delle derivazioni di mandata e ritorno con l'aggiunta dello sviluppo delle curve relative (circa 3.00m in totale).
Il tubo andrà scelto sulla base di quanto contenuto nelle schede tecniche del produttore. Nel nostro caso, a titolo di esempio, utilizziamo tubazioni in rame del tipo SMISOL®One della KME.

Ambiente	P [W]	ΔT [°C]	Q [l/h]	L [m]	Øi [mm]	TUBO
Soggiorno	2.350	10	202,57	14,6	12,4	15x1
Cucina	1.130	10	97,41	12,68	8,4	12x1
Letto 1	1.660	10	143,10	19,56	10,4	14x1
Letto 2	1.180	10	101,72	13,82	10,4	14x1
Letto 3	1.500	10	129,31	12,2	10,4	14x1
Ingresso	400	10	34,48	16,9	8,4	12x1
Corridoio 1	750	10	64,66	9,28	8,4	12x1
Corridoio 2	750	10	64,66	9,5	8,4	12x1
Bagno	849	10	73,15	12,36	8,4	12x1
WC	349	10	30,12	12,28	8,4	12x1

dimensioni De x Sp (mm)
10 x 1
12 x 1
14 x 1
15 x 1
16 x 1
18 x 1
22 x 1

De = Diametro esterno

Installeremo anche un cronotermostato per la caldaia, che permette di ottenere il massimo comfort regolando e programmando la temperatura ottimale in casa in base alle proprie esigenze, permettendo anche di risparmiare energia. La temperatura può essere regolata in modo differenziato per ogni ora del giorno, e per i diversi giorni della settimana.



LEGENDA SIMBOLI	
	TERMOARREDO
	RADIATORE
	CRONOTERMOSTATO AMBIENTE
	CALDAIA MURALE PER ESTERNO
	COLLETTORE

Fonti

- B.Furiozzi - Il Koenig/2 - Elementi di fabbrica - Le Monniere Scuola
- C.Amerio, U.Alasia, M.Pugno - Progettazione Costruzioni Ipianti - SEI
- http://www.donelliimpianti.it/impianti-riscaldamento-acqua-calda.html
- http://www.salutegrazie.com
- http://www.extratech.it
- http://www.serviziterritorio.it/
- http://www.lavorincasa.it/
- http://www.comisaenergy.it/
- A. Carcereri - Gli impianti tecnologi - ANACI Verona
- http://www.caldaie.name
- http://www.prontoroma.it/servizi/
- http://www.pelletsatlas.info/
- http://www.kaldaie.com/
- http://www.carnevaliemontanari.it/
- http://www.aquatechnik.it/
- C.Isetti - Corso di Fisica tecnica e ambientale – a.a. 2011/2012
- http://lucianoannibale.jimdo.com/
- http://www.coffeenews.it/
- ENEA- Risparmio energetico con gli impianti di riscaldamento
- C.Buratti - Impianti di riscaldamento:criteri di progetto
- Quaderni tecnici CALEFFI