

Impianto di riscaldamento

I combustibili

Per combustibile si intende qualsiasi sostanza capace di dar luogo a reazioni di combustione: in particolare sostanze che bruciano rapidamente in presenza di ossigeno, emettendo grandi quantità di calore.

La combustione presuppone la contemporanea presenza in giuste proporzioni di tre elementi fondamentali: il combustibile, il comburente e la temperatura. In assenza anche di uno solo di questi fattori la combustione non ha luogo, mentre se le proporzioni non sono rispettate si parla di combustione incompleta.

Dal punto di vista termodinamico, la combustione è un processo di conversione dell'energia chimica del combustibile in calore.

L'energia termica recuperata viene utilizzata per riscaldamento o per processi produttivi industriali oppure per generare elettricità grazie a cicli a gas o a vapore.

Con la combustione di qualsiasi combustibile, si forma un gas molto tossico: l'ossido di carbonio (CO), dovuto alla non perfetta combustione.

L'analisi dei fumi ha rilevato che l'ossido di carbonio tende a diminuire con l'aumentare del rendimento termico e a scomparire man mano che la combustione tende ad essere completa.

Poiché l'ossido di carbonio è un gas combustibile che miscelato con aria a temperature elevate brucia, nel bruciare il CO presente nei fumi generati dalla combustione primaria si ha la postcombustione.

I vantaggi di questa tecnologia sono la riduzione dei gas tossici immessi nell'ambiente, l'aumento del rendimento termico di circa il 10%, il risparmio economico ed energetico.

Il caldo si può diffondere per irraggiamento (1) o per convezione (2).

1. La fonte di calore emette onde infrarosse e propaga il caldo senza provocare movimenti d'aria, proprio come avviene con i raggi del sole.

Poiché consente di non seccare l'aria e di evitare la circolazione di polveri, l'irraggiamento è un sistema che garantisce un miglior livello di comfort termoigrometrico.

2. Il calore si propaga scaldando l'aria.

Per sfruttare questo principio, le stufe e i camini moderni sono dotati di una ventola che distribuisce uniformemente il caldo nell'ambiente.

L'aria, se opportunamente canalizzata, può essere portata nei locali attigui attraverso appositi condotti.

L'efficienza del combustibile si esprime attraverso il potere calorifero¹; tra le varie tipologie di combustibile presenti allo stato attuale, di grande rilevanza ai fini del risparmio energetico sono la legna e la biomassa vegetale².

Di seguito verrà proposta una analisi circa le caratteristiche principali delle differenti fonti energetiche, corredate da una descrizione sintetica delle modalità d'uso.



¹ Il potere calorifero misura la quantità di energia termica o calore, rilasciata da una determinata massa di combustibile che brucia in condizioni standard. Si può distinguere tra potere calorifero massimo e minimo.

L'unità di misura è il Joule/kg per combustibili solidi e liquidi, il Joule/m³ per i combustibili gassosi.

² La legna viene considerata una fonte energetica non pulita in realtà, poiché nella sua combustione vengono prodotti inquinanti come la fuliggine o l'ossido di azoto; per quanto concerne invece la produzione di CO², la legna produce tanta anidride carbonica quanta ne può assorbire l'albero, rientrando dunque in un ciclo naturale.

I combustibili	Legna
-----------------------	-------

Il legname rappresenta una risorsa ampiamente disponibile sul territorio italiano, di cui ne rappresenta circa un terzo. E' una risorsa rinnovabile, seppure con una tempistica che potrebbe sembrare lunga. In realtà infatti, il volume degli alberi cresce di 3 m³ all'anno, e ne viene raccolto soltanto 1 m³ circa.

Inoltre la moderna selvicoltura naturalistica non costituisca per nulla attività lesiva o distruttiva delle zone boschive.

Si distingue poi in legna dolce, ottenuta da abete, castagno, ontano, pino, pioppo e salice che brucia rapidamente e con fiamma lunga, di norma utilizzato in forni che richiedono un lungo giro di fiamma.

Esiste anche la legna denominata forte, di faggio, frassino, leccio, olmo e quercia, che brucia lentamente con fiamma corta ed è utilizzata principalmente nel riscaldamento domestico.

Per la generazione di energia attraverso la legna, è da rilevare come allo stato attuale, la risorsa non sia di certo sfruttata al meglio, né a livello monetario, né a livello ambientale.

Esistono essenzialmente due differenti modalità d'impiego:

1. il caminetto;
2. la stufa.



I combustibili	Biomassa
-----------------------	----------

S'intende per biomassa ogni sostanza organica derivante direttamente o indirettamente dalla fotosintesi clorofilliana

Attraverso questo processo le piante assorbono dall'ambiente circostante anidride carbonica (CO₂) e acqua, che vengono trasformate, con l'apporto dell'energia solare e di sostanze nutrienti presenti nel terreno, in materiale organico utile alla crescita della pianta. In questo modo vengono fissate complessivamente circa 2×10¹¹ tonnellate di carbonio all'anno, con un contenuto energetico equivalente a 70 miliardi di tonnellate di petrolio, circa 10 volte l'attuale fabbisogno energetico mondiale. E' biomassa tutto ciò che ha matrice organica, con esclusione delle plastiche di origine petrolchimica e dei materiali fossili, es. petrolio e carbone che esulano dall'argomento in questione.

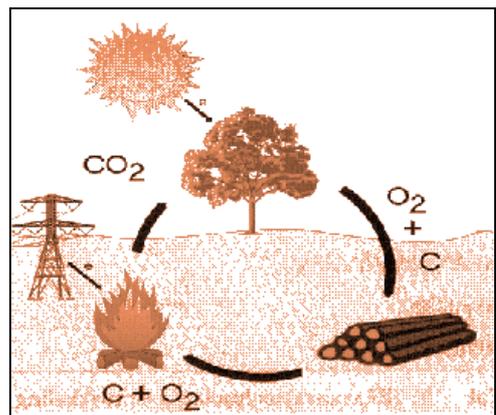
Le più importanti tipologie di biomassa sono i residui forestali, gli scarti industriali della trasformazione del legno (trucioli, segatura, etc.), gli scarti delle aziende zootecniche, gli scarti mercatali, le alghe e colture acquatiche e, non per ultimi i rifiuti solidi urbani.

Il settore delle biomasse per usi energetici è probabilmente la più concreta ed immediata fonte di energia rinnovabile disponibile.

Le principali applicazioni sono:

1. produzione di energia (bioenergia);
2. sintesi di carburanti (biocarburanti);
3. sintesi di prodotti (bioprodotti).

Il biossido di carbonio emesso dagli impianti termici alimentati a biomasse è lo stesso che viene assorbito dai vegetali per produrre una quantità uguale di biomassa.



Nel ciclo energetico della biomassa il bilancio del biossido di carbonio è in pareggio-equilibrio. Come risultato dei progressi tecnologici la maggior parte dei motori dei veicoli attualmente in circolazione nell'Unione europea è in condizione di usare una miscela contenente una bassa percentuale di biocarburante senza inconvenienti.

I più recenti sviluppi tecnologici permettono di utilizzare percentuali più elevate di biocarburante nella miscela; alcuni paesi utilizzano già miscele contenenti il 10%, e oltre, di biocarburante.

I principali vantaggi delle biomasse sono:

- abbondanza;
- facilità di estrazione energetica;
- economica;
- rigenerante terre desolate;
- sviluppabile in aree inutilizzate e creare occupazione;
- non contribuisce all'effetto serra;
- basso tenore di zolfo e quindi non contribuisce alla produzione di piogge acide;
- è rinnovabile;
- il suo fine ciclo costituisce potenziale fertilizzante.

Ad oggi, le biomasse soddisfano il 15% circa degli usi energetici primari nel mondo, con 55 milioni di TJ/anno (1.230 Mtep/anno).

L'utilizzo di tale fonte mostra, però, un forte grado di disomogeneità fra i vari Paesi: i Paesi in Via di Sviluppo, nel complesso, ricavano mediamente il 38% della propria energia dalle biomasse, con 48 milioni di TJ/anno (1.074 Mtep/anno), ma in molti di essi tale risorsa soddisfa fino al 90% del fabbisogno energetico totale, mediante la combustione di legno, paglia e rifiuti animali.

Nei Paesi Industrializzati, invece, le biomasse contribuiscono appena per il 3% agli usi energetici primari con 7 milioni di TJ/anno (156 Mtep/anno); in particolare, gli USA ricavano il 3,2% della propria energia dalle biomasse, equivalente a 3,2 milioni di TJ/anno (70 Mtep/anno); l'Europa, complessivamente, il 3,5%, corrispondenti a circa 40 Mtep/anno, con punte del 18% in Finlandia, 17% in Svezia, 13% in Austria, l'Italia, con il 2,5% del proprio fabbisogno coperto dalle biomasse, è al di sotto della media europea.

L'impiego delle biomasse in Europa soddisfa, dunque, una quota abbastanza marginale dei consumi di energia primaria, rispetto alla sua potenzialità.

All'avanguardia, nello sfruttamento delle biomasse come fonte energetica, sono i Paesi del centro-nord Europa, che hanno installato grossi impianti di cogenerazione e teleriscaldamento alimentati a biomasse.

La Francia, che ha la più vasta superficie agricola in Europa, punta molto anche sulla produzione di biodiesel ed etanolo, per il cui impiego come combustibile ha adottato una politica di completa defiscalizzazione.

La Gran Bretagna invece, ha sviluppato una produzione trascurabile di biocombustibili, ritenuti allo stato attuale antieconomici, e si è dedicata in particolare allo sviluppo di un vasto ed efficiente sistema di recupero del biogas dalle discariche, sia per usi termici sia elettrici.

La Svezia e l'Austria, che contano su una lunga tradizione di utilizzo della legna da ardere, hanno continuato ad incrementare tale impiego sia per riscaldamento sia per teleriscaldamento, dando grande impulso alle piantagioni di bosco ceduo (salice, pioppo) che hanno rese 3÷4 volte superiori alla media come fornitura di materia prima.

Nel quadro europeo dell'utilizzo energetico delle biomasse, l'Italia si pone in una condizione di scarso sviluppo, nonostante l'elevato potenziale di cui dispone, che risulta non inferiore ai 27 Mtep.

La combustione di biomassa associata a cicli a vapore non sempre consente di ottenere ottimi rendimenti di generazione elettrica. Valori tipici per impianti di potenza medio – grande (nel caso delle biomasse, ciò significa almeno dell'ordine dei 10 MW elettrici) si aggirano intorno al 25% come rendimento elettrico netto, mentre, sono nettamente inferiori in caso di impianti di piccola taglia. La combustione di materiali poveri, inoltre, presenta alcune problematiche dovute, sostanzialmente, a scarsa applicazione di essiccazione e condizioni ottimali di stoccaggio al fine di diminuire il contenuto di umidità, basso punto di fusione delle ceneri (in funzione del tipo di biomassa considerata).

Tali problematiche possono essere in parte o del tutto affrontate con sistemi di cippatura, bricchettatura o pellets, sistemi attualmente in fase di sviluppo e sperimentazione.

Anche alcune tipologie di scarti dell'industria del legno (segatura, polveri) possono essere utilizzate per produrre combustibili ecologici quali pellet, bricchetti o cippato.

Il pellet

Il pellet si distingue per la bassa umidità (inferiore al 12 %) , per la sua elevata densità nonché per la regolarità del materiale. Il presupposto per l'utilizzo di questo prodotto è l'impiego di legname vergine, non trattato cioè con corrosivi, colle o vernici. I pellets sono prodotti con la polvere ottenuta dalla sfibratura dei residui legnosi, pressata da apposite macchine in cilindretti che possono avere diverse lunghezze e spessori (1,5-2 cm di lunghezza, 6-8 mm di diametro). La compattezza e la maneggevolezza danno a questa tipologia di combustibile caratteristiche di alto potere calorifico (p.c.i. 4.000-4.500 kcal/kg) e di affinità ad un combustibile fluido.

E' molto indicato quindi, per la sua praticità, per piccoli e medi impianti residenziali.

Si utilizzano in stufe a pellets, simili a normali stufe o camini da incastro. Nate in Canada già da molti anni, si sono diffuse un po' dappertutto. Si tratta di stufe ecologiche ad alto rendimento, poco inquinanti. Sono diventate molto affidabili con l'utilizzo dell'elettronica. Hanno il grande vantaggio rispetto alle tradizionali stufe a legna di poter dosare il combustibile a piacimento e quindi consentono un preciso controllo della temperatura.

Hanno il grande vantaggio rispetto alle tradizionali stufe a legna di poter dosare il combustibile a piacimento e quindi consentono un preciso controllo della temperatura.

L'accensione può essere automatica e possono essere regolate in temperatura tramite normali termostati o cronotermostati. Necessitano di poca manutenzione e sono molto pratiche.

La maggioranza di queste stufe sono automatiche: accensione, regolazione alimentazione, quantità di aria o acqua calda sono automatiche, se manca la corrente elettrica la stufa si ferma e riprende a funzionare automaticamente quando torna.

Vengono gestite da un microprocessore e possono avere in dotazione un telecomando.

Sono disponibili con capacità di riscaldamento da 70 a 200 mq. con una autonomia che va da 15 a 45 ore secondo i modelli. Esistono modelli sia ad aria calda che ad acqua collegabili in serie o in parallelo all'impianto di riscaldamento a termosifoni.

Esistono agevolazioni fiscali che promuovono la loro installazione a livello regionale presso i vari assessorati energia e ambiente.

I bricchetti

Con residui e polveri più grossolane vengono prodotti i bricchetti, che sono dei tronchetti pressati, in genere di 30 cm di lunghezza e 7-8 cm di diametro.

L'utilizzo è assimilabile a quello del legno in ciocchi.

I processi per la produzione di pellets e bricchetti non richiedono l'uso di alcun tipo di collante, poiché la compattazione avviene fisicamente e con l'alta temperatura generata nel processo.

La compattezza e la maneggevolezza danno a questa tipologia di combustibile caratteristiche di alto potere calorifico (p.c.i. 4.000-4.500 kcal/kg), li rende indicati per impianti medi e grandi, ma si presta anche all'uso in piccoli impianti anche residenziali.

Il cippato

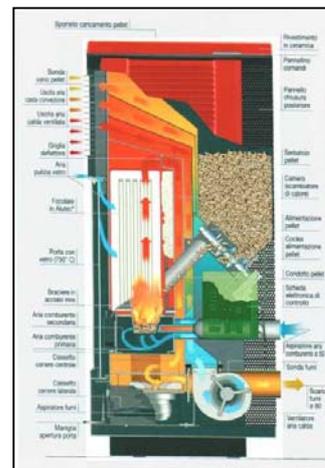
Cippato deriva dall'inglese Chips "pezzettini"; sono pezzettini di legno ricavati dagli scarti di segherie che lavorano piante prive di sostanze inquinanti quali vernici, ecc.

Il cippato ottenuto può essere di tre tipologie:

1. verde, quando sono presenti anche le foglie (è il caso della sminuzzatura della pianta intera, o delle ramaglie);
2. marrone, se sono cippati rami e tronchetti con corteccia;
3. bianco, se il materiale da cippare è stato preventivamente scortecciato.

E' un ottimo combustibile che usato in apposite caldaie o stufe sprigiona una potenza calorica di Kcal/h 3000/3500 a seconda del grado di umidità.

I combustibili sin ora descritti sono competitivi nei confronti del metano, non solo per le necessità di calore ma in alcuni casi, con i sistemi adeguati, anche per la produzione di energia elettrica.



Uno dei maggiori inconvenienti della combustione di tali prodotti è l'alto tenore di emissioni, soprattutto di CO, soprattutto nei piccoli impianti residenziali dove può anche dar luogo ad intossicazioni dato che tale gas è altamente tossico.

Vi sono tuttavia impianti, anche residenziali, che adottano la tecnologia della post-combustione.

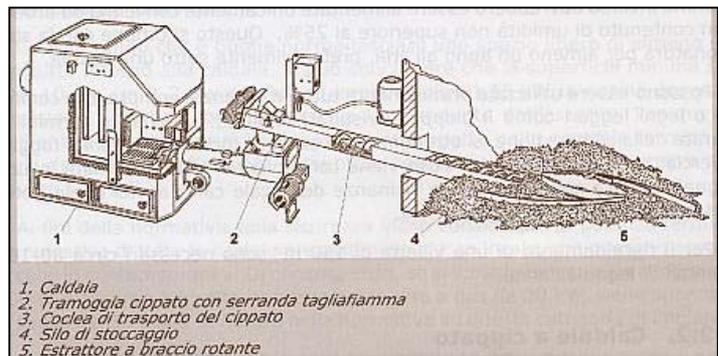
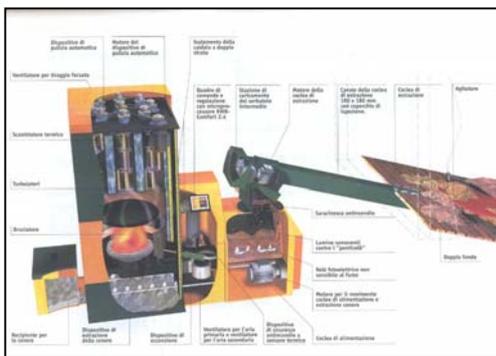
Impianti a cippato

Questo genere di impianti viene utilizzato da anni per il riscaldamento di edifici di medie o grandi dimensioni, stabili industriali o interi quartieri attraverso reti di teleriscaldamento, a piena soddisfazione degli utenti.

Grazie agli enormi progressi tecnici compiuti negli ultimi anni in questo settore, oggi esistono impianti a cippato adatti anche al riscaldamento di edifici di dimensioni contenute.

Le caldaie più piccole possono fornire una potenza regolabile a partire da 5 kW e sono quindi idonee al riscaldamento di case mono o plurifamigliari o piccoli stabili artigianali.

Nelle moderne caldaie a cippato di una certa dimensione è possibile utilizzare senza problemi sia cippato umido (fresco) sia a cippato secco.



I combustibili	Gas naturale
-----------------------	--------------

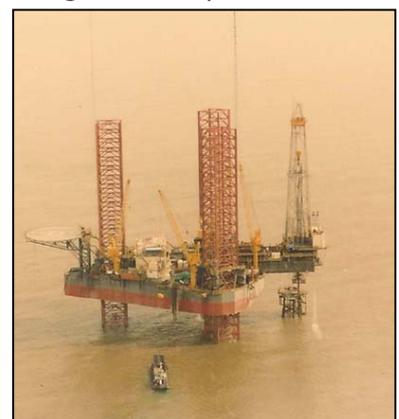
Il gas naturale, comunemente detto metano, deriva dalla trasformazione di residui organici di esseri viventi, piante, batteri, alghe e altri microrganismi coperti da sedimenti marini.

Il petrolio ed il gas si formano quando viene prodotto più materiale organico di quanto non venga decomposto dalla degradazione naturale.

Queste condizioni si verificano nei depositi, in cui la produzione di materiale biogenico (essere viventi, piante, ecc.) è elevata (ad esempio nella fascia costiera dei mari, dove prosperano grandi quantità di organismi) e l'apporto di ossigeno negli strati acquosi vicini al suolo e nei sedimenti non è sufficiente per decomporre per ossidazione tutto il materiale organico.

Queste due condizioni sono soddisfatte in numerose aree sedimentarie costiere continentali. In queste aree - e in misura minore anche nei delta fluviali e nei laghi - il materiale organico è ricoperto, e quindi sottratto alla decomposizione, rapidamente. Se il materiale organico resta racchiuso in profondità per milioni di anni, a causa delle temperature elevate si verificano delle reazioni chimiche. Una parte del materiale organico è così progressivamente trasformato in composti di idrogeno e carbonio liquidi e gassosi, gli idrocarburi, che costituiscono le componenti combustibili del petrolio e del gas naturale.

L'estrazione del materiale avviene sfruttando la bassa densità del materiale stesso che sale negli strati superiori e viene poi stoccato in cosiddette trappole per gas. L'estrazione del gas naturale è resa possibile da trivellazioni nei giacimenti (pozzi di produzione). Il metano si trova nel sottosuolo sotto forte pressione: quando la sonda raggiunge la sacca dove si è accumulato il gas, fuoriesce con grande violenza.



Dai pozzi di produzione il metano viene trasportato ai luoghi di consumo per mezzo di grandi condutture, dette gasdotti o, più comunemente, metanodotti.

Il gas naturale non contiene impurità non è tossico ed è privo di residui di combustione, bruciando, infatti, produce solo vapore acqueo e anidride carbonica. Il suo potere calorico è molto elevato rispetto a quello ricavato dalla distillazione del carbone.

Poiché il metano è incolore e inodore prima di essere distribuito viene addizionato ad un particolare additivo che possa rendere percepibile la presenza di fuoriuscite di gas e quindi evitare il pericolo di esplosioni.

I settori di impiego più comuni dell'utilizzo di metano sono quello industriale per usi termici e quello domestico. Il gas naturale può essere utilizzato, infatti, per la produzione di energia nelle centrali termoelettriche e nelle centrali a turbogas. Inoltre è impiegato per produrre energia termica nell'industria, negli usi domestici e civili (cucine a gas, riscaldamento), nell'industria chimica e nell'autotrazione.

Dal 1996 al 2000, il consumo di gas naturale in Italia è cresciuto da circa 56,2 miliardi di metri cubi a circa 70,4 miliardi, aumento dovuto principalmente allo sviluppo del settore della produzione termoelettrica, nel quale i consumi sono raddoppiati.

I generatori di calore

L'efficienza del generatore di calore è uno degli elementi di primaria importanza del sistema edificio-impianto ai fini del contenimento dei consumi e delle emissioni in atmosfera. Tra i generatori di calore eco-compatibili particolare rilievo assumono le caldaie a condensazione e le caldaie a temperatura scorrevole.

I generatori di calore

Caminetti

Il caminetto coniuga la funzione di riscaldamento domestico a quella di arredamento, cottura cibi, eventualmente produzione di acqua calda d'uso sanitario.

Se un tempo era caratterizzato da grandi dispersioni termiche dovute alla fuoriuscita di calore dal focolare aperto e dal camino, oggi le nuove tecnologie hanno consentito di minimizzare le eventuali perdite di calore.

Si compone essenzialmente di un camino, deputato all'espulsione dei fumi all'esterno dell'edificio e da un focolare collegato alla presa d'aria.

Attraverso la combustione lignea, si sviluppa una colonna d'aria che sfruttando la differenza di pressione relativa, crea una depressione che genera un moto ascendente del fumo.

Il camino deve dunque convogliare i fumi in (contenente ossidi di azoto, di zolfo e di carbonio) in modo rapido.

Oltre al caminetto tradizionale, si trovano altre quattro tipologie:

- caminetto ventilato;
- caminetto da incasso;
- termocaminetto ad aria;
- termocaminetto ad acqua.

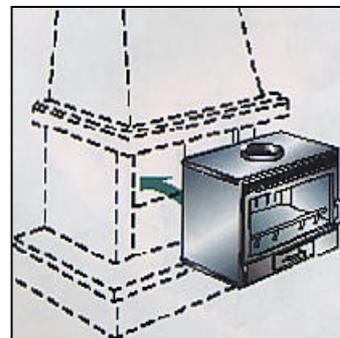
Caminetto ventilato

È un caminetto aperto, sostanzialmente un caminetto tradizionale cui sono abbinati soluzioni per il riscaldamento dell'aria.

Può essere a circolazione naturale o forzata, quando cioè al sistema di base si associa un ventilatore finalizzato alla migliore diffusione dell'aria calda.

Il funzionamento prevede delle lastre interne atte a creare intercapedini nelle quali l'aria, circolando, si riscalda e fuoriesce dalle bocchette.

Il rendimento non è tuttavia particolarmente elevato giacché la maggior parte del calore prodotto viene comunque disperso unitamente ai fumi.



Caminetto da incasso o caminetto-stufa

Può essere un valido sistema per ottimizzare camini già esistenti, incrementandone la resa anche di 3-4 volte. Il rendimento di un caminetto da incasso è molto elevato e può raggiungere il 70%.

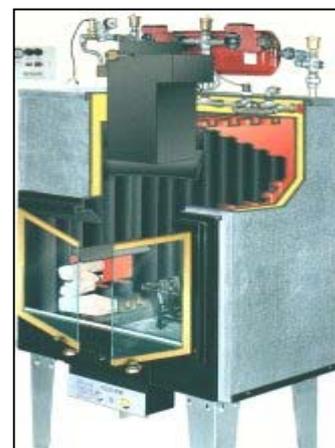
Il principio di funzionamento è il medesimo del caminetto tradizionale, ma è un caminetto chiuso.

Termocaminetti

Possono essere essenzialmente di due tipologie:

- ad aria;
- ad acqua.

I termocaminetti ad aria sembrerebbero la soluzione alle problematiche presentate dalle tipologie sinora analizzate. Infatti riesce a minimizzare le dispersioni termiche verso l'ambiente. È un caminetto a focolare chiuso, con consumi di legna decisamente



bassi¹ (circa due terzi dei caminetti tradizionali aperti).

Il rendimento del caminetto è migliore se si sfruttano i gas di combustione che cedono calore ad un fluido intermediario (acqua o aria), il quale a sua volta viene utilizzato per il riscaldamento indiretto o diretto degli ambienti.

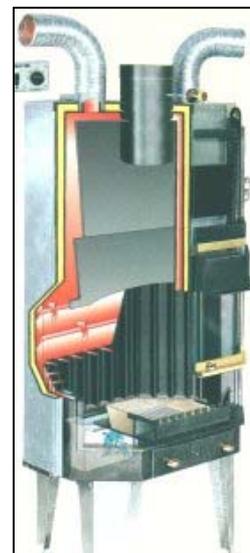
Si parla comunque di risparmi variabili dal 50 al 60%.

Il flusso d'aria che serve alla combustione viene prelevato dalle bocchette esterne, come il flusso d'aria che serve al riscaldamento (viene prelevato anch'esso da bocchette esterne), che entra nello scambiatore e fuoriesce dalle bocchette stesse.

I termocaminetti con fluido vettore acqua, a circolazione forzata, sono costituiti essenzialmente da una struttura portante in acciaio con pareti laterali, parete posteriore, piano del fuoco e cielo del focolare bagnati ovvero costituiti da intercapedine o tubazioni percorse da acqua (cosa che non avviene con il termocaminetto ad aria ovviamente), una griglia al piano del fuoco con cassetto per la raccolta della cenere, una chiusura frontale, una cappa di raccordo degli scarichi fumi.

La circolazione dell'acqua viene attuata attraverso apposite pompe che possono in tal modo convogliare l'acqua in qualsiasi ambiente.

Possono lavorare sia a legna sia a gas in modo combinato. Si possono collegare in parallelo all'impianto di riscaldamento a termosifoni, abbinandoli a caldaie a gasolio o a gas, ma possono lavorare anche da soli. Alcuni modelli possono anche disporre di uno scambiatore di calore per la produzione dell'acqua calda sanitaria, avendo dunque il gruppo idraulico come optional.



I generatori di calore	Stufe
-------------------------------	-------

La stufa a legna

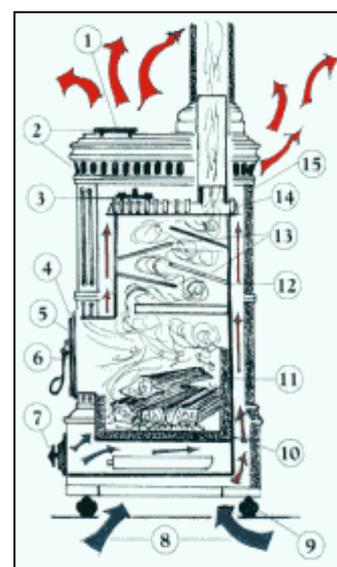
La stufa sopperisce all'inadeguatezza del camino come mezzo per il riscaldamento soprattutto nelle regioni più fredde e nelle zone di montagna.

A differenza del camino la stufa ha il grande vantaggio di poter essere collocata in ogni luogo all'interno della casa e collegata alla canna fumaria attraverso opportuni tubi per l'incanalamento dei fumi.

Sebbene le stufe si differenzino molto tra loro, i componenti principali sono:

- presa d'aria per l'afflusso d'aria al focolare;
- camera di combustione;
- giri di fumo tra il focolare ed il raccordo fumario;
- intercapedini che riscaldano aria per contatto e la immettono nell'ambiente per convezione.

1. Griglia ottone mobile
2. Uscita aria di convezione naturale o forzata mediante ventole
3. Sportello pulizia interna
4. Ingresso aria pulizia vetro
5. Vetro
6. Sportello
7. Valvola regolazione aria primaria e secondaria
8. Aria ambiente
9. Piedini regolabili
10. Rivestimento refrattario interno
11. Focolare



Schema di una stufa a legna

¹ I consumi variano a seconda delle dimensioni dell'ambiente da riscaldare: in linea teorica, per riscaldare un locale di circa 80 mq occorrono circa 5 kg di legna all'ora, mentre per riscaldare 200 mq occorrono circa 11 kg di legna all'ora, ipotizzando un rendimento dell'80%.

12. Scambiatore
13. Battifumo
14. Coperchio scambiatore
15. Ceramica refrattaria

Le stufe possono funzionare essenzialmente per:

- conduzione²
- convezione³
- irraggiamento⁴

Segue una rapida carrellata delle tipologie principali di stufe a legna, di seguito elencate:

1. stufa in muratura intonacata.
2. Stufa in maiolica- kachelofen
3. Stufa in pietra ollare.
4. Stufa-camino in ghisa ed acciaio con rivestimento in ceramica.
5. Stufa-camino tradizionale combinati.

Stufa in muratura intonacata

La stufa in muratura è ad accumulo ed irraggiamento di calore.

La radiazione emessa per irraggiamento è circa l'80% dell'emissione termica totale⁵.

Stufe di medie e grandi dimensioni hanno una grande capacità di accumulazione, associata ad un ottimo effetto radiante. E' necessario tuttavia prevedere un camino a buon tiraggio (con depressioni nell'ordine di 12 Pa) per ridurre e controllare l'emissione di sostanze tossiche.

Oltre alla stufa in muratura piena, si può trovare quella in ghisa murata, le cui radiazioni caloriche risultano molto elevate.

Stufa in maiolica-kachelofen

Hanno una resa, a parità di consumo di legna, in rapporto 3:1 rispetto ai normali caminetti o stufe in ghisa. Esistono tre principali tipologie di stufa in maiolica.

Stufa piena

Funziona per solo irraggiamento.

E' necessario realizzare un giro dei fumi il più lungo possibile e comunque proporzionato alla camera di combustione ed alla superficie della stufa stessa. La serpentina del giro dei fumi combinata alla canna fumaria realizza un apparato auto aspirante a garanzia di una perfetta combustione. L'energia che si libera durante la combustione ed i fumi, vengono condotti nella serpentina dei giri di fumo che permettono l'accumulo di calore della stufa. E' importante sapere che la stufa in maiolica a differenza delle normali stufe in ghisa o dei caminetti, è un perfetto accumulatore di calore adatto a rimanere in temperatura per 12/24 ore dalla sua accensione.



²Quando due corpi, di cui uno più caldo rispetto ad un altro, si ha passaggio di calore dal corpo più caldo a quello più freddo; questo passaggio avviene per conduzione quando i due corpi a diversa temperatura sono a contatto tra loro. Ad esempio, il passaggio di calore che avviene attraverso una parete quando le due facce siano a temperature diverse.

³ La convezione è quel particolare modo di propagazione del calore per mezzo del movimento di un fluido che funge da veicolo.. Si affida la trasmissione del calore al riscaldamento dell'aria ambiente in cui si trova la stufa. L'aria fredda a contatto con la stufa si riscalda e salendo verso l'alto cede calore e si raffredda iniziando un nuovo ciclo. Appartengono a questa categoria quelle stufe-caminetto ad aria calda in cui sono previste particolari canalizzazioni per portare l'aria calda nei vari locali di una casa.

⁴ L'irraggiamento è l'emissione di radiazioni elettromagnetiche di varie lunghezze d'onda (infrarosso) da parte di una sorgente. Un esempio di riscaldamento per irraggiamento è quello del Sole.

Le stufe che sfruttano questo principio (come le stufe in maiolica o quelle in pietra ollare) hanno una camera di combustione dove viene prodotto calore ad alta temperatura che scalda le pareti della stufa, che accumulano così una grande quantità di calore restituito lentamente all'ambiente circostante. L'irraggiamento è un sistema di riscaldamento sano, naturale, igienico e confortevole, che provoca poco movimento dell'aria, non secca l'aria e permette di godere dei benefici effetti dei raggi infrarossi sul corpo umano

⁵ Il coefficiente di irradiazione per il mattone è di circa 4,61 kcal/m²h, mentre per la piastrella di 4.3-4.4 kcal/ m²h.

La stufa è costruita in modo da essere auto aspirante per un perfetto tiraggio e non vi è alcuna perdita di fumo al fine di generare una forte immediata combustione a garanzia della veloce scottatura del giro dei fumi. La forte combustione è comunque sempre garantita da legna secca e sminuzzata o spaccata in parti al fine di consentire il miglior attacco possibile al legname da parte del fuoco.

Stufa piena con inserto

Funzionamento per irraggiamento e convezione.

La tecnica moderna permette inoltre di realizzare stufe a sistema misto di irraggiamento e convezione.

Di fatto viene inserita nella stufa sopra una camera di combustione in ghisa con o senza vista fuoco (inserto) che permette un immediato riscaldamento dell'aria per convezione naturale; il calore generato viene poi convogliato verso apposite bocchette di uscita della stessa stufa.

Ciò permette di accorciare notevolmente i tempi di riscaldamento di partenza dell'ambiente ove viene posta la stufa, e di aumentare fortemente la potenza della stessa pur se con un aumento ragionevole dei consumi di legna.

L'inserto può avere un cristallo per la vista del fuoco con ulteriore beneficio estetico ed irraggiante⁶.

Stufa ad aria calda e giri di fumo in ghisa.

Questa stufa funziona principalmente per convezione.

E' dotata di una superficie di giro dei fumi di grandi dimensioni per consentire immediato scambio di aria calda per convezione e minor durata, legata alle superfici minime di accumulo della maiolica.

Rispetta tutti i principi delle stufe precedenti, accumulo escluso, ed è chiaramente ideale per ambienti ove è necessario un riscaldamento rapido.

Tuttavia, tale stufa non sembra sufficiente a garantire la salubrità dell'aria; l'aria, a temperatura più elevata, trascina le polveri e riduce l'umidità relativa.

3) Stufa in pietra ollare⁷.

Inizialmente la stufa in pietra ollare fu molto diffusa in Finlandia e nel Nord Europa dove la steatite è molto abbondante e utilizzata anche come materiale da costruzione; la casa stessa veniva costruita intorno alla stufa.

In Italia purtroppo le cave di steatite sono rare.

Le stufe vengono costruite utilizzando lastre di pietra ollare di grosso spessore al fine di migliorare la capacità di accumulo del calore. Acquista importanza la direzione del taglio della pietra. Infatti, la pietra può essere tagliata in direzione parallela o verticale la venatura della fibra. In questo modo cambiano le proprietà termiche della pietra stessa favorendo a seconda del taglio la proprietà di accumulo o quella di diffusione del calore. Le stufe in pietra ollare appartengono alla categoria delle stufe a irraggiamento, cioè riscaldano attraverso calore radiante a luce infrarossa, invisibile ad occhio umano. Le caratteristiche di accumulo termico che contraddistinguono la pietra ollare consentono di disperdere la minor quantità di calore possibile,



⁶ L'inserto è un sistema di fuoco a doppia combustione ecologica ove di fatto, oltre alla camera di combustione ove è posta la legna, è realizzata una seconda camera di post combustione ove l'altissima temperatura presente favorisce l'incendio delle parti incombuste presenti nel fumo derivante dalla prima combustione della legna, con beneficio di aumento della temperatura di combustione e pulizia dei fumi dal residuo umido.

⁷ La pietra ollare, detta anche pietra saponaria o pietra da sarto è una varietà di talco, formata dalla composizione mineraria di magnesite e talco, caratterizzata dalla squamosità e dalla compattezza. Viene usata al posto del gesso per disegnare sulla lavagna, ma è molto più dura e resistente.

La pietra ollare presenta molte caratteristiche peculiari: resiste al fuoco e al freddo, oltre che agli acidi e alle liscive, non teme sbalzi di temperatura.

La pietra ollare è anche tenera e facilmente lavorabile, motivo per cui viene usata come pietra ornamentale e per preziosi rivestimento di interni. Presenta un comportamento termico molto buono riuscendo ad accumulare molto più calore rispetto ad altri materiali naturali o artificiali e ciò ne decretò il successo nel campo del riscaldamento. Questo grazie al suo peso specifico molto elevato (2980 Kg per metro cubo).

poichè l'aria arriva alla canna fumaria solo dopo aver ceduto buona parte del calore. Questo garantisce un risparmio energetico elevato.

Infatti soltanto 2-4 ore di fuoco portano la pietra ollare a raggiungere la massima capacità di accumulo, dopodichè la stufa emetterà costantemente il calore accumulato per altre 6 - 10 ore, sotto forma di calore radiante.

La temperatura nella stanza rimane costante ed il calore radiante della pietra ollare genera una piacevole sensazione di comfort.

4) Stufe-camino a convezione naturale.

La stufa a caminetto riesce a coniugare le caratteristiche del caminetto a quelle di una stufa. Può funzionare dunque per irraggiamento o per convezione. La diffusione dell'aria calda avviene attraverso griglie o aperture ricavate nella stufa stessa mentre l'afflusso dell'aria avviene sia dall'esterno sia dall'interno.

Funziona a doppia combustione.

5) Stufe-camino a convezione forzata.

Vi sono all'interno elettro-ventilatori che migliorano la diffusione del calore nell'ambiente e generalmente delle sonde termostatiche che attivano il sistema di ventilazione meccanica.



I generatori di calore	Caldaie a condensazione
-------------------------------	-------------------------

Se nelle caldaie tradizionali, a seconda del rendimento medio, buona parte del calore prodotto viene disperso, con la condensazione si è in grado di ridurre in modo evidente il calore sensibile residuo rendendolo disponibile per il riscaldamento.

Anche il calore di vaporizzazione (il calore latente contenuto nei fumi) può essere recuperato e trasmesso all'acqua di caldaia.

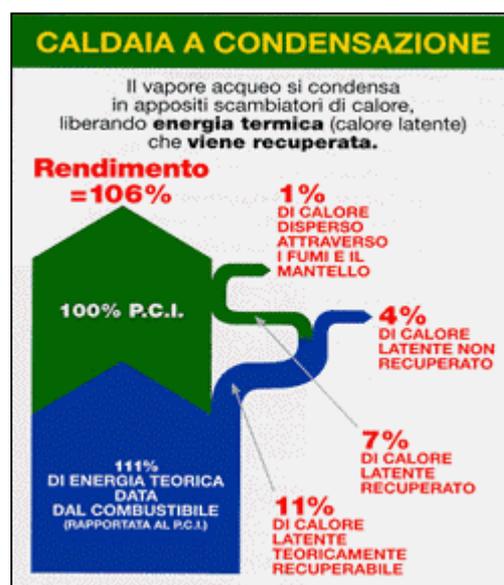
Ne consegue un rendimento maggiore associato ad un consumo energetico inferiore⁸.

Il calore di condensazione riutilizzabile e la condensa ottenibile variano in funzione dell'umidità dell'aria, della temperatura dell'aria per la combustione, della temperatura del sistema di riscaldamento e dell'indice d'eccesso d'aria.

La tecnica della condensazione risulta sfruttata appieno nel riscaldamento a pannelli radianti, poiché lavorando con temperature dell'acqua molto basse⁹, si ottengono maggiori quantità di condensa.

L'eccesso d'aria nella combustione incide nel processo produttivo poiché il punto di rugiada del vapore d'acqua varia in funzione dell'eccesso d'aria e dunque del contenuto di CO₂ nei fumi¹⁰.

La caldaia a condensazione ha un costo decisamente più alto di quella tradizionale (deve essere resistente alla



⁸ Il rendimento considera come valore di riferimento il potere calorifico inferiore ovvero, il potere calorifico superiore meno la quantità di calore di evaporazione presente nel gas di combustione.

Dunque, ne risulta, per le caldaie a condensazione, un rendimento effettivo superiore al 100%.

La differenza tra p.c.s. e p.c.i. varia in funzione del contenuto di idrogeno del combustibile. Tanto più elevata la differenza tra i due valori quanto più è possibile sfruttare il calore di condensazione.

Per fare un esempio, una caldaia a condensazione con combustibile metano aumenta il rendimento di circa il 14%. Ne deriva un rendimento del 104-106%.

La temperatura di condensazione del metano è di 10° C superiore a quella del gasolio; ne consegue un maggior sfruttamento del calore di evaporazione.

Il metano, poi, durante la combustione, non emette anidride solforosa SO₂.

La tecnica della condensazione risulta meglio sfruttata (sotto il profilo economico ed ecologico) con il metano.

⁹ 30 - 40° C di norma.

¹⁰ L'eccesso d'aria è inversamente proporzionale al punto di rugiada del vapore acqueo.

corrosione ed avere una superficie di scambio termico liscia e senza alette, e disposta in modo tale che la condensa possa defluire al neutralizzatore o alle acque reflue di scarico).

Il sistema di scarico fumi necessita di calcoli particolari per il tiraggio (è possibile una ventilazione ausiliaria).

Lo smaltimento della condensa risulta complicato giacchè la condensa è leggermente acida¹¹.

In Italia le caldaie a condensazione non hanno avuto un grande successo commerciale sia per le problematiche legate allo smaltimento della condensa sia per la complessità del sistema.

Tuttavia ha avuto un buon riscontro nell'ambito terziario ed in quello condominiale.

I generatori di calore	Caldaie con temperature scorrevoli
-------------------------------	------------------------------------

Questi generatori di calore, definiti a temperatura scorrevole, consentono la riduzione delle perdite passive per irraggiamento e di quelle al camino.

Sono in grado di funzionare a temperature molto basse (45-50°C) in mandata senza fenomeni di condensazione.

Il rendimento della caldaia si mantiene costante al variare del carico termico dell'impianto; il suo rendimento può essere del 90% ed oltre.

Sono caratterizzate da basse emissioni inquinanti di ossido d'azoto e monossido di carbonio.

Un funzionamento a temperatura scorrevole con temperature relativamente basse durante buona parte del periodo invernale consente anche la riduzione delle dispersioni passive della rete distributiva dell'impianto e il miglior rendimento di emissione dei corpi scaldanti, siano essi radiatori o piastre.



¹¹ Non può, infatti, essere sempre scaricata nelle acque reflue o nella rete fognaria, come prescrivono le normative di alcuni Paesi europei.

I corpi scaldanti

Per ottenere una situazione di benessere termico all'interno di un ambiente, è tanto importante la quantità di calore prodotto quanto la sua qualità.

Ai fini del raggiungimento del comfort termico, l'organismo privilegia lo scambio di calore per irraggiamento rispetto a quello per convezione o conduzione.

Nonostante ciò, la maggior parte dei sistemi di riscaldamento presenti ad oggi nelle case italiane, utilizzano lo scambio per convezione, scaldando prevalentemente l'aria che ci circonda.

I sistemi tradizionali sono di norma costituiti da radiatori in cui circola acqua calda ad una temperatura compresa tra i 60 e gli 80°C. Gli elementi che compongono il radiatore si scambiano vicendevolmente il calore per irraggiamento, riscaldando tuttavia l'aria che li circonda.

Soltanto una minima parte del calore prodotto arriva all'ambiente per irraggiamento; inoltre, con questo sistema aumenta la circolazione delle polveri, il consumo di combustibile, e si riduce l'umidità dell'aria.

Per sopperire alle carenze, è stato introdotto un nuovo sistema basato su elementi radianti piatti, detti anche piastre radianti.

In questi radiatori circola acqua a temperature inferiori ai 60°C riducendo in tal modo i moti convettivi dell'aria. Più del 50% del calore prodotto viene trasmesso per via radiante.

Esistono tuttavia altri sistemi per la diffusione del calore, i corpi scaldanti.

Il riscaldamento avviene prevalentemente per irraggiamento di calore e non per circolazione di aria calda in modo che il sistema di riscaldamento non pregiudichi in alcun modo il comfort ambientale.

Vengono di seguito descritti alcuni sistemi alternativi di riscaldamento:

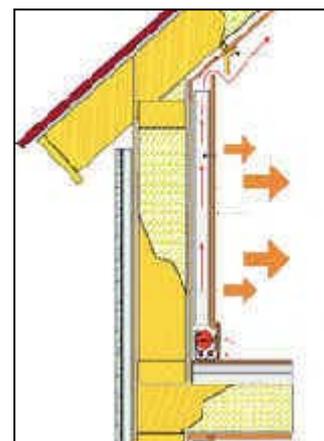
- la parete radiante ad ipocausto;
- la parete radiante in mattoni cavi;
- la parete radiante con tubi capillari;
- la parete radiante con tubi in rame;
- convettori a battiscopa.

I corpi scaldanti	Parete radiante ad ipocausto
--------------------------	------------------------------

Già 2000 anni fa i romani riscaldavano le loro stanze riscaldando le pareti. È nato così il riscaldamento ipocausto classico; il calore prodotto dal fuoco acceso nel piano inferiore dello stabile veniva convogliato attraverso dei canali predisposti nelle pareti e nel pavimento, riscaldando così i muri circostanti che a loro volta irradiavano termicamente i locali. Dato che non era prevista nessuna circolazione forzata dell'aria calda, come oggi normalmente avviene con i termosifoni, l'aria del locale restava relativamente fresca e priva di polvere. Il sistema di riscaldamento ad ipocausto è stato, in epoche successive, sviluppato e combinato alle moderne tecnologie. Un esempio in tal senso è rappresentato dal riscaldamento a parete calda in laterizio ipotermico, ideata da J.Steiner. In questo sistema, le perdite di energia tipiche del riscaldamento ad ipocausto classico, vengono ovviate attraverso la diffusione del calore non più effettuata mediante aria, bensì attraverso acqua, fino alla superficie scaldante. Nella parete poi, non circola acqua ma aria calda in un circuito chiuso. Fulcro di questo sistema è un sottile mattone forato, combinato a due camere d'aria separate (di circa 12 cm). La muratura viene terminata con uno speciale laterizio ad U che consente il giro dell'aria. Nello zoccolino viene poi inserito un convettore di rame. Quando l'acqua scorre nel tubo di rame, si crea nella parete una circolazione naturale di aria calda che tende verso l'alto generando calore per irraggiamento. L'aria si raffredda e passando nel mattone ad U, passa nella camera d'aria posteriore dove viene poi richiamata dallo scambiatore. L'altezza massima di una parete radiante in mattoni è di 2 metri, e deve essere protetta da uno strato isolante per ovviare ad eventuali perdite termiche delle tubazioni.

I corpi scaldanti	Parete radiante in mattoni cavi
--------------------------	---------------------------------

Le pareti radianti possono essere realizzate anche mediante tubi in rame o particolari plastiche in cui circola il fluido termovettore riscaldato. Esistono attualmente due differenti tipologie di pareti radianti in mattoni cavi, che saranno di seguito illustrate. La prima prevede speciali mattoni in argilla scanalati in modo tale da potervi inserire un tubo di piccole dimensioni. Il mattone è inoltre fornito di foro nella parte inferiore per poter far passare le canalizzazioni elettriche o idriche. Di norma la parete radiante può essere costruita a ridosso di una muratura perimetrale che presenti buon isolamento termico, oppure può costituire la parete divisoria tra due ambienti in modo tale da fornire il riscaldamento ad entrambi gli ambienti. Il sistema così composto di tubo e mattone, viene ricoperto con una speciale malta che garantisce la trasmissione del calore. La temperatura dell'acqua nella parete può in linea teorica andare oltre i 50°C senza problemi di asimmetria della temperatura che può essere controllata da un termostato. Per quanto concerne l'impiantistica, per ottenere la resa termica effettiva, ogni parete radiante viene collegata da apposita tubazione di andata e ritorno con associati tubi di diametro adeguato alla portata. Tali tubazioni fanno capo a collettori di distribuzione. L'altro sistema di riscaldamento a parete in mattoni cavi, prevede invece un tubo di rame piegato a serpentina, fissato ad incastro su un pannello isolante. Il tubo in rame viene ricoperto da una speciale malta e su di esso sarà posizionata la rete porta intonaco, e successivamente l'intonaco di calce o gesso o le piastrelle.



I corpi scaldanti	Parete radiante con tubi capillari
--------------------------	------------------------------------

Il sistema è costituito da una parete radiante a bassa inerzia termica.

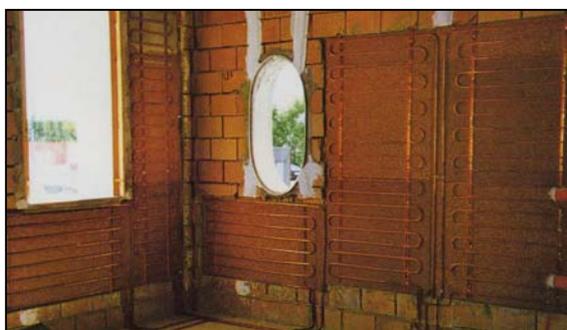
La differenza sostanziale dai sistemi sin ora descritti, sta nelle dimensioni dei tubicini che per dimensioni, sono in questo caso incorporati all'intonaco.

Questa caratteristica conferisce alla parete proprietà di bassa inerzia termica che la rende facilmente adattabile al variare delle temperature.

Si possono trovare in commercio con o senza isolante; qualora siano dotati di strato di isolamento, la parete avrà ancora più rimarcate capacità di adattamento all'ambiente esterno.

Il collegamento dei tubicini all'impianto idraulico viene effettuato mediante tubi di andata e di ritorno posti alla base della parete ed allacciati ai collettori di distribuzione.

I corpi scaldanti	Parete radiante con tubi in rame
--------------------------	----------------------------------



La parete radiante in tubi in rame è caratterizzata da una migliore inerzia termica rispetto all'utilizzo di altri materiali, dopo circa 20 minuti, infatti, la parete inizia a riscaldare l'ambiente.

Questo sistema può essere utilizzato sia per il riscaldamento degli ambienti sia per il raffrescamento facendo circolare nei tubi acqua fredda ad una temperatura di 16-20°C.

Caratteristica fondamentale delle pareti radianti, inoltre, risulta la capacità di riscaldare l'ambiente da pavimento ad un'altezza di circa 2m, ciò

favorisce il benessere termico all'interno degli ambienti in quanto il corpo umano è sviluppato in altezza. Inoltre, l'utilizzo del rame per questo tipo di applicazioni è positivo grazie all'elevata conduttività elettrica e termica del materiale, superiore ad altri metalli.



Normalmente il serpentino in rame viene fornito in moduli preassemblati che facilitano la posa in opera degli elementi con un passo, generalmente, di 10 centimetri. Questi vengono posti sulla parete grazie a speciali supporti per fissare il serpentino al muro o all'isolante. L'intonaco può essere supportato dal serpentino stesso.

Se la muratura perimetrale sulla quale vengono posate le serpentine non è sufficientemente coibentata è preferibile porre uno strato di isolamento ulteriore per evitare le perdite di calore, massimizzando in questo modo la resa dell'impianto.

I diametri, gli spessori, la composizione, gli strati fisici e le tolleranze dei tubi in rame adatti per queste applicazioni sono definiti dalla norma europea UNI EN 1057¹.

¹ Questa norma specifica i requisiti, le prove, i metodi di prova e le condizioni di fornitura per i tubi in rame. Essa è applicabile ai tubi tondi di rame senza saldatura con diametri esterni da 6mm fino a 267mm per:

- reti di distribuzione di acqua calda e fredda;
- sistemi di riscaldamento ad acqua calda compresi i pannelli radianti;
- distribuzione domestica di combustibili liquidi e gassosi;
- acque di scarico degli impianti sanitari.

La norma è anche applicabile ai tubi tondi di rame senza saldatura destinati ad essere preisolati prima dell'uso in qualsiasi delle suddette applicazioni.

Un sistema di riscaldamento molto usato soprattutto nei Paesi nordici è quello a battiscopa che è formato sostanzialmente da un tubo di rame di circa 25mm di diametro, posto nell'angolo tra il pavimento e la parete più fredda, infilato in tante lamelle radianti, distanti tra loro uno o due centimetri.

La striscia di parete dietro il tubo è isolata.

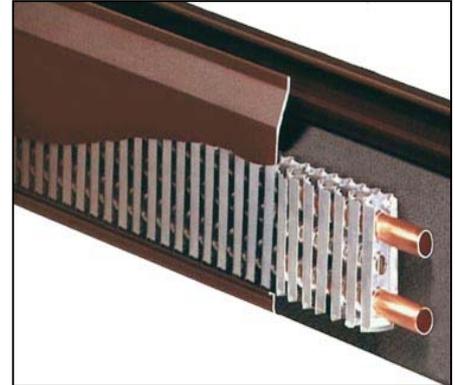
All'interno scorre acqua con temperatura che va dai 50°C agli 80°C, idonea all'accoppiamento con pannelli solari.

L'aria sale in strato laminare a contatto con la parete riscaldandola e riuscendo ad ottenere una situazione di equilibrio termico all'altezza di un metro e mezzo - due.

Si evita in questo modo la dispersione di calore a livello del soffitto con la conseguenza di un risparmio energetico di circa il 20%.

La parete resterà più asciutta evitando la formazione di muffe ed aumentando il potere di isolamento.

Gli aspetti negativi sono la lentezza di entrata in esercizio e la possibile formazione di campi elettromagnetici su percorsi metallici con acqua corrente.



La pompa di calore

Il nostro pianeta assorbe circa il 47% dell'energia che riceve dal Sole (più di 500 volte l'energia di cui il genere umano necessita ogni anno) e la mantiene in forma di energia pulita e rinnovabile.

Un modo per sfruttare tale energia è costituito dalla pompa di calore, che rende possibile il condizionamento dell'aria con un ridotto impatto ambientale.

La pompa di calore è una macchina in grado di trasferire calore, da un corpo a temperatura più bassa (sorgente fredda) ad un corpo a temperatura più alta (pozzo caldo); opera per la produzione d'acqua calda con lo stesso principio del frigorifero e del condizionatore d'aria.

Sono definiti sorgente fredda¹ il mezzo da cui si estrae calore, e pozzo caldo l'aria o l'acqua da riscaldare.

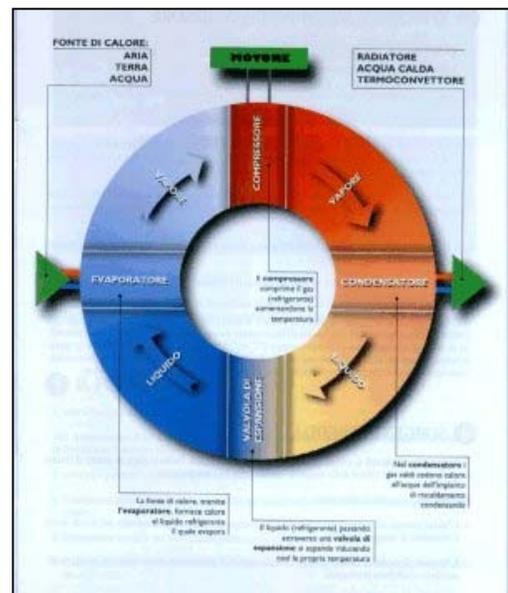
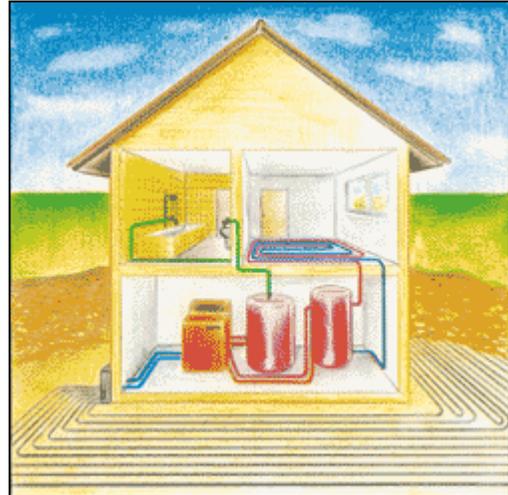
Genericamente il calore reso dalla pompa di calore è pari all'energia fornita alla macchina per il suo funzionamento (generalmente ad energia elettrica) sommato al calore trasferito (o pompato) dalla macchina stessa dall'esterno all'interno.

L'efficienza di una pompa di calore è misurata dal coefficiente di prestazione "COP", dato dal rapporto tra energia resa (calore ceduto al mezzo da riscaldare) ed energia elettrica consumata.

Per fare un esempio, un valore di COP pari a tre vuol dire che per ogni kWh d'energia elettrica consumato, la pompa di calore renderà 3 kWh d'energia termica all'ambiente da riscaldare (dei tre resi, uno sarà prodotto da energia elettrica, i restanti due prelevati invece dall'ambiente esterno).

Tenendo conto della gratuità dell'energia prelevata dall'ambiente esterno, si può facilmente affermare che l'efficienza della pompa di calore è del 300 per cento.

In realtà, per una valutazione più corretta, occorre ovviamente considerare anche l'energia necessaria a produrre il chilowattora consumato dall'apparecchio, tenendo conto dei rendimenti della catena di produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica.



¹ Tra le sorgenti fredde ricordiamo l'aria o l'acqua

Questa energia proviene in parte da fonti rinnovabili e, per la maggior parte (70% circa), dalle centrali termoelettriche che bruciano combustibile.

Comunque la pompa di calore offre la possibilità di utilizzare le differenti fonti energetiche, con rendimenti complessivi medi annuali compresi tra il 110 ed i 140 per cento (gli attuali impianti a caldaia presentano rendimenti di produzione medi stagionali inferiori all'80%).

Il COP di una pompa di calore è funzione del modello, delle condizioni climatiche e del funzionamento dell'impianto ed è tanto maggiore quanto più bassa è la differenza di temperatura tra l'ambiente da riscaldare e la sorgente di calore.

Il rendimento ha valori prossimi a 3 quando si utilizza l'aria esterna, a temperature non inferiori ai 4-5°C e valori più elevati quando si utilizzano l'acqua, il terreno, o anche l'aria interna prima di aver effettuato il ricircolo.

Nel calcolare il COP effettivo di un impianto sono inoltre da computare i consumi elettrici dei dispositivi ausiliari come pompe, ventilatori e resistenze di sbrinamento.

Le moderne pompe di calore hanno la possibilità di considerare, a seconda delle esigenze, uno stesso ambiente sia come pozzo caldo sia come sorgente di calore.

Sono utilizzabili tanto in estate quanto in inverno e rappresentano il sistema da preferire senz'altro quando si desidera, o è necessario, il condizionamento estivo.

La pompa di calore è formata da un circuito chiuso, percorso da uno speciale fluido frigorifero che, al mutare delle condizioni di temperatura e di pressione, assume lo stato liquido o di vapore.

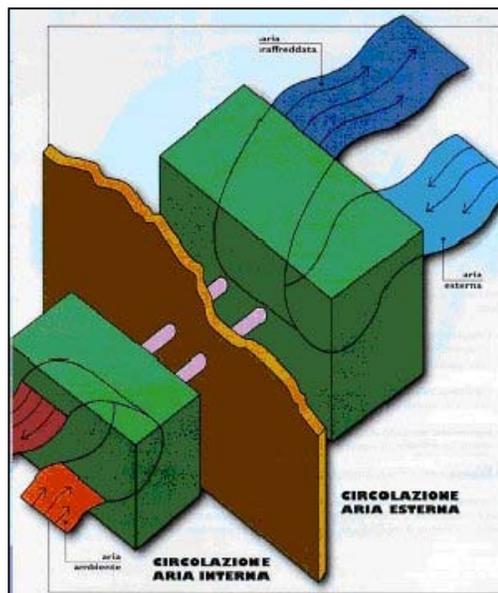
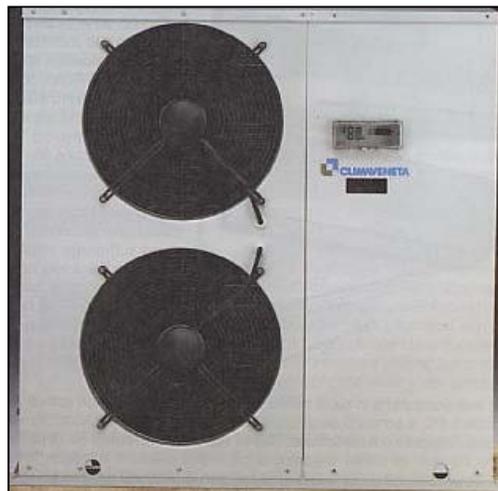
Il fluido frigorifero viene fatto evaporare in una serpentina posta nella sorgente fredda dalla quale assorbe il calore necessario all'evaporazione.

Successivamente viene compresso ed in questo processo la temperatura del fluido aumenta fino a raggiungere un valore più alto di quello del pozzo caldo, (in questa fase si cede energia alla pompa).

Il fluido viene poi fatto condensare nella serpentina posta nel pozzo caldo al quale cede il calore assorbito dalla sorgente fredda, sommato al calore che ha ricevuto durante la compressione.

Il fluido, allo stato liquido, passando attraverso una valvola d'espansione si trasforma parzialmente in vapore e si raffredda, raggiungendo una temperatura più bassa di quella della sorgente fredda.

Ritornato a questo punto nell'evaporatore, completa l'evaporazione e ricomincia il ciclo.²



² Essa si compone essenzialmente di un circuito sigillato all'interno, nel quale un gas, normalmente Freon R22, compie un intero ciclo termodinamico, detto di Carnot, che consiste in pratica in una compressione quasi adiabatica (a volume praticamente costante) avvenendo in un compressore volumetrico di tipo ermetico.

Il motore elettrico di trascinamento e il compressore sono inglobati in un unico contenitore ermetico, completamente isolato termicamente, in modo da ridurre le dispersioni di calore verso l'esterno; naturalmente il contenitore ermetico contiene anche l'olio per la lubrificazione del compressore medesimo.

Nell'utilizzo della pompa di calore per riscaldamento ambiente, le principali sorgenti fredde dalle quali estrarre il calore gratuito sono:

L'aria

- esterna al locale dove è installata la pompa di calore;
- estratta dal locale dove è installata la pompa di calore.

L'acqua

- di falda, di fiume, di lago, presente in prossimità dei locali da riscaldare e a ridotta profondità;
- accumulata in serbatoi e riscaldata da collettori solari.

Il terreno nel quale possono sotterrarsi apposite tubazioni collegate all'evaporatore.

La pompa di calore	Le differenti pompe di calore
---------------------------	-------------------------------

A seconda delle combinazioni delle sorgenti fredde disponibili e del fluido (acqua o aria) usato per la distribuzione del calore negli ambienti, si possono avere pompe di calore:

1. aria-aria;
2. aria-acqua;
3. acqua-aria;
4. acqua-acqua;
5. terra-aria;
6. terra-acqua.

L'aria come sorgente fredda ha il vantaggio d'essere disponibile ovunque; tuttavia la potenza resa dalla pompa di calore diminuisce con la temperatura della sorgente fredda.

Nel caso si utilizzi l'aria esterna, è necessario (intorno ai 4-5°C), un sistema di sbrinamento che comporta un ulteriore consumo d'energia elettrica.

In definitiva l'efficienza della pompa di calore si abbassa quando la temperatura dell'aria esterna scende al di sotto di 5°C fin quando potrà rendersene conveniente lo spegnimento.

Più vantaggioso, naturalmente, è l'impiego dell'aria interna, viziata ma tiepida, da rinnovare.

Durante la prima fase del ciclo, detta compressione, il freon aumenta di pressione e di temperatura con un incremento del proprio contenuto entalpico; nella seconda fase il freon attraversa uno scambiatore, detto condensatore, nel quale viene a contatto con l'acqua o l'aria, cedendo loro in contro corrente il calore immagazzinato nelle due fasi precedenti.

L'acqua o l'aria così riscaldate sono utilizzate come fluido vettore per il riscaldamento di locali o di acqua sanitaria.

Nella terza fase del ciclo termodinamico, il freon attraversa una valvola di espansione ove subisce un processo di "laminazione" ed una conseguente riduzione di pressione e quindi un calo della temperatura. Questo cambiamento di stato da gas a liquido è utilizzato nell'evaporazione (quarta fase) dove il freon si troverà a temperature molto basse, tali da permettergli di assorbire calore dal fluido vettore esterno apporto di energia.

Nel caso questo sia aria, essa viene aspirata a temperatura ambiente e convogliata sull'evaporazione mediante un ventilatore, preferibilmente assiale. L'aria viene così raffreddata di 4 - 6 centigradi ed espulsa, mentre il freon ne assorbe il calore evaporando nuovamente e torna al compressore per riprendere il ciclo descritto.

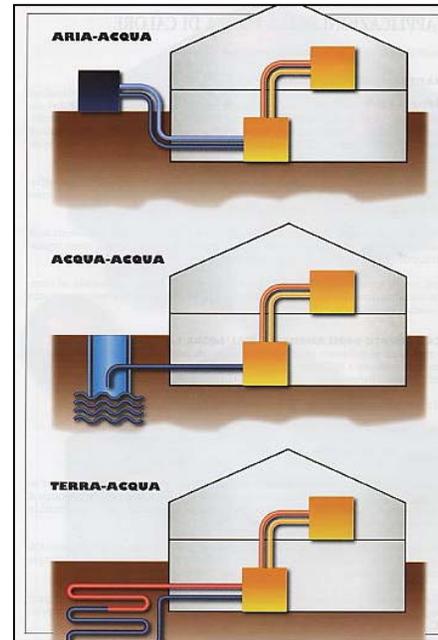
Riassumendo:

- 1) nella fase di evaporazione il freon assorbe calore sottraendolo all'aria o ad altro mezzo;
- 2) nella fase di compressione il freon (stato gassoso) assorbe ulteriore calore per conversione di lavoro meccanico-termico.
- 3) nella fase di condensazione il freon cede il calore assorbito nelle due fasi precedenti, all'acqua o all'aria vettori;
- 4) nella fase di espansione il freon riduce la propria pressione e temperatura (stato liquido).

(FONTE ISES)

L'acqua, come sorgente fredda, garantisce ottime prestazioni della pompa di calore, senza risentire delle condizioni climatiche esterne; il suo utilizzo può richiedere un leggero costo addizionale dovuto al sistema d'adduzione.

Anche il terreno, usato come sorgente fredda, ha il vantaggio di subire minori sbalzi di temperatura rispetto all'aria. Le tubazioni orizzontali vanno interrate ad una profondità minima da 1 a 1,5 m per non risentire troppo delle variazioni di temperatura dell'aria esterna e mantenere i benefici effetti dell'insolazione. Questa soluzione è però costosa sia per il terreno necessario sia per la complessità dell'impianto.



La pompa di calore	Applicazioni della pompa di calore
---------------------------	------------------------------------

Le possibili applicazioni di una pompa di calore sono, come accennato precedentemente:

- climatizzazione degli ambienti;
- riscaldamento degli ambienti e dell'acqua sanitaria dove distinguiamo gli impianti in monovalenti e bivalenti.

Quando la pompa di calore è in grado di coprire l'intero fabbisogno termico, utilizziamo il sistema monovalente (se la pompa utilizza come sorgente l'aria esterna, tale sistema è utilizzabile soltanto in zone ove la temperatura non scenda sotto agli 0°C).

Qualora invece la pompa di calore non riesca a coprire il fabbisogno termico, si farà ricorso al sistema bivalente, che fa ricorso ad un riscaldamento ausiliario che intervenga quando la temperatura scende sotto agli 0°C.

Per il riscaldamento dell'acqua calda si ricorda che i serbatoi di accumulo dovranno essere previsti di dimensioni maggiori rispetto ai normali scaldacqua, giacchè la temperatura dell'acqua prodotta non supera i 55°C.

La pompa di calore	Dimensionamento dell'impianto
---------------------------	-------------------------------

Il dimensionamento dell'impianto a pompa di calore richiede un'accurata valutazione dei fabbisogni termici.

Una pompa di calore a ciclo invertibile ha una capacità di raffreddamento di poco inferiore a quella di riscaldamento, pertanto il dimensionamento dell'impianto di climatizzazione va fatto, in genere, sulle esigenze di raffreddamento.

Per quanto riguarda il dimensionamento per il riscaldamento degli ambienti, deve ovviamente essere in funzione della localizzazione geografica dell'impianto e delle condizioni meteorologiche tipiche del contesto.

Il dimensionamento della pompa di calore finalizzata al riscaldamento dell'acqua sanitaria deve prevedere le esigenze dell'utenza finale.

Lo schema sottostante può fornire un'idea approssimativa dei sopracitati fabbisogni.

Numero di persone	Fabbisogno medio di acqua calda a 45°C litri/giorno
1-2	70-140
3-5	190-270
6-8	310-370

E' da sottolineare, inoltre, che

- ai sensi della L. 10/91, prima dell'inizio dei lavori, va depositato in Comune il progetto delle opere e una relazione tecnica secondo lo schema previsto dal Decreto del Ministero dell'Industria del Commercio e dell'Artigianato del 13/12/1993;
- l'installazione della pompa di calore deve essere effettuata da personale qualificato ai sensi della legge 46/90;
- alla fine dei lavori l'installatore dovrà rilasciare un certificato di regolare esecuzione che andrà conservato.

Per la climatizzazione degli ambienti sono attualmente disponibili pompe a

1. Piccola potenza (fino ai 2 kW), monoblocco o split (composto da unità esterna-compressore/scambiatore ed unità interna dal quale viene immessa aria calda o fresca).
2. Media potenza (da 10 a 20 kW), monoblocco o split.
3. Grande potenza (oltre i 20 kW) composti da unità motocondensanti esterne che producono acqua calda o refrigerata e da ventilconvettori o fan-coils che immettono aria.



La necessità e la crescente richiesta di comfort abitativo, spingono utenti e progettisti a porre sempre maggiore attenzione alla razionale ed efficiente climatizzazione degli ambienti. In questo contesto, la pompa di calore a ciclo invertibile è un utilissimo strumento in quanto, oltre a permetterci di raffrescare in estate, in inverno, sfruttando per il riscaldamento il calore gratuito esterno, ci consente di risparmiare energia e, quindi, di inquinare meno.

L'aver disponibile ovunque l'aria esterna come sorgente fredda rende le pompe di calore aria-acqua ed aria-aria i sistemi più diffusi.

La pompa di calore, tuttavia, nel caso in cui prelevi il calore dall'aria esterna, non sempre può rimpiazzare completamente ed in maniera economicamente conveniente, la tradizionale caldaia.

Essa, infatti, può assolvere, completamente e con buone performance, al riscaldamento degli ambienti solo nelle zone climatiche nelle quali la temperatura esterna non scenda, per lunghi periodi, al di sotto di 4-5 °C.

Il riscaldamento del condominio

Il cuore dell'impianto di riscaldamento è costituito dalla caldaia, dove il combustibile viene bruciato per scaldare l'acqua o l'aria (fluido termovettore) che circolerà nell'impianto.

Si compone di un bruciatore che miscela l'aria con i combustibili (focolare), di una serie di tubi tramite i quali i fumi caldi scaldano il fluido termovettore e da un isolante esterno protetto da lamiera.

Le caldaie sono caratterizzate da una potenza termica¹ e da una potenza termica utile².

Più i valori della potenza al focolare e della potenza utile sono vicini meno sono le perdite di energia termica, dunque, migliore sarà il rendimento³

La scelta della caldaia è in funzione delle caratteristiche dell'edificio, della destinazione d'uso, e non per ultimo, dall'ubicazione.

E' necessario installare due o più caldaie qualora la potenza necessaria sia stimata sopra i 350kW.

Anche qualora la caldaia sia adibita e al riscaldamento e alla produzione di acqua calda, la potenza della caldaia stessa dovrà essere stimata a valori superiori.

Per quanto concerne le caldaie individuali si dividono essenzialmente in caldaie di tipo stagno o atmosferiche (a fiamma libera).

Le caldaie atmosferiche, a differenza di quelle a tipo stagno, utilizzano l'aria del locale in cui sono poste, da cui ne consegue una adeguata ventilazione del locale stesso⁴

Chiaramente, l'impianto di riscaldamento, deve prevedere adeguato scarico dei fumi (o sopra il colmo del tetto o con scarico individuale a parete - qualora ovviamente l'impianto di riscaldamento sia di tipo autonomo -).

Adeguata coibentazione va poi prevista per la rete distributiva.

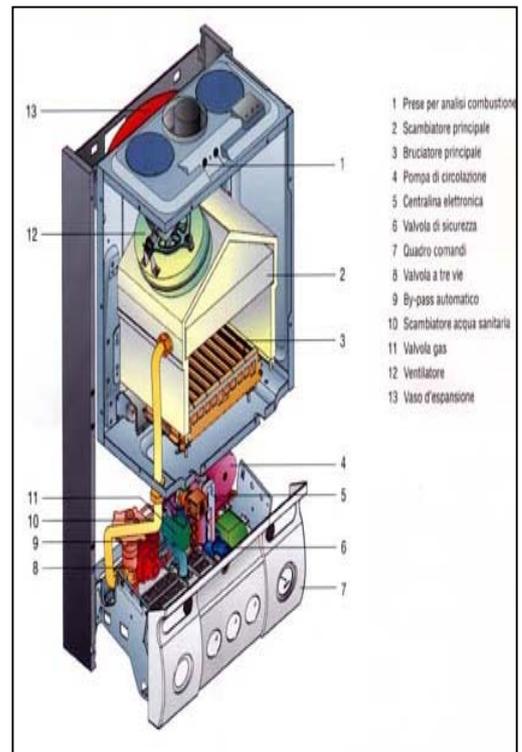
La trasmissione dell'energia termica avviene attraverso i radiatori, che possono essere costruiti in ghisa, acciaio o alluminio. La grandezza fondamentale è la superficie di scambio termico, o superficie radiante che è direttamente proporzionale alla quantità di calore emanata dal radiatore stesso⁵.

Come noto, gli impianti di riscaldamento si dividono essenzialmente in:

- impianti centralizzati;
- impianti individuali (o autonomi).

Per quanto la tendenza attuale sia quella di rendere autonomo il riscaldamento condominiale, tale scelta appare spesso immotivata e solo in taluni casi questa soluzione risulta essere un vantaggio economico reale⁶.

Sicuramente attraverso l'autonomia decisionale possono essere evitati sprechi energetici o anche si può andare incontro alle esigenze reali, tuttavia di seguito verranno illustrate le



¹ Per potenza termica si intende la quantità di energia che il combustibile sviluppa in un'ora nella camera di combustione.

² Per potenza termica utile si intende l'energia trasferita al fluido termovettore nell'unità di tempo (ora).

³ La normativa prevede un valore minimo del rendimento utile sia per il funzionamento a regime sia per un funzionamento al 30%.

⁴ Se poste all'interno dell'abitazione, tali caldaie non devono in alcun modo essere installate in bagno o in camera da letto.

⁵ Si sottolinea, a tal proposito, che i modelli più recenti sono, appunto, dotati di alette e setti interni atti ad aumentarne la superficie di scambio.

⁶ Questo aspetto infatti andrebbe debitamente calcolato ai fini dell'estimo immobiliare.

principali differenze tra le due tipologie di riscaldamento, che rendono tutto sommato preferibile l'impianto centralizzato.

In modo molto schematico si analizzano i vantaggi del centralizzato rispetto all'autonomo:

- il costo di un unico impianto, sebbene di dimensioni maggiori risulta minore;
- negli impianti centralizzati è possibile far ricorso a fonti energetiche differenti (quali per esempio metano, gas liquido o gasolio) mentre in un impianto autonomo l'unico combustibile che si adatti risulta essere il metano.
- il rendimento termico di una caldaia centralizzata è migliore della sommatoria di ciascuna caldaia, stesso discorso per la potenza termica necessaria⁷;
- le spese di manutenzione risultano essere minori in un sistema centralizzato e la vita utile della caldaia è più lunga;
- l'impianto è più sicuro e la responsabilità e gestione sono delegati all'amministratore dello stabile.

Esiste tuttavia una terza possibilità che integra i due differenti sistemi; si parlerà dunque di contabilizzazione individuale del calore con la possibilità di gestire autonomamente le temperature dell'appartamento.

Senza la presenza di una caldaia, è possibile provvedere alla regolazione della climatizzazione interna, con la possibilità di variare le temperature sino a 20°C nell'arco delle intere 24 ore.

Risulta dunque ben più conveniente procedere all'installazione dei contabilizzatori piuttosto che convertire l'intero sistema da centralizzato ad autonomo.

Come nel caso del riscaldamento individuale, si paga esclusivamente in riferimento ai reali consumi.

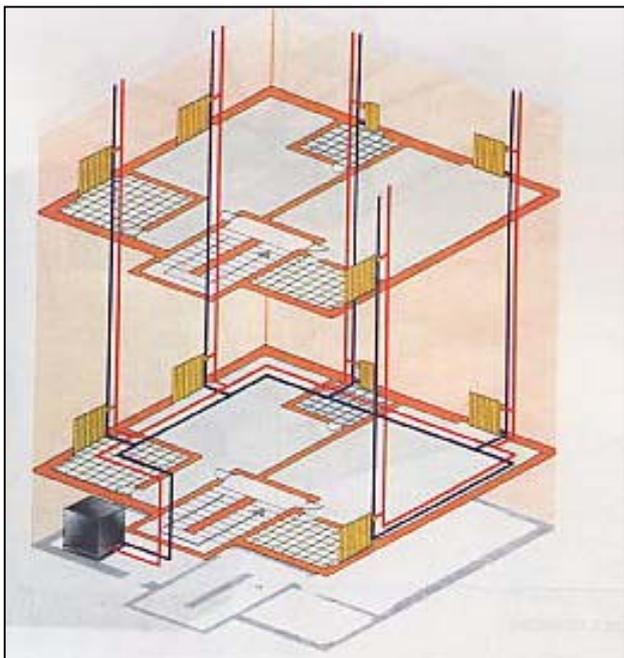
Anche i condomini con impianti a colonne montanti possono convertire l'impianto ed inserire la contabilizzazione attraverso un ripartitore di calore che registra il quantitativo di calore emesso nel tempo.

Si applica sui radiatori assieme ad una valvola termostatica che consente la regolazione termica degli ambienti.

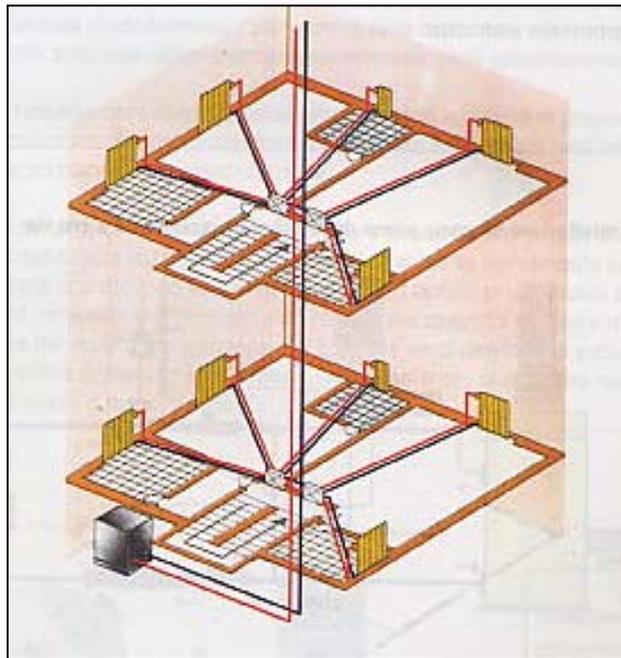
Qualora invece l'edificio sia di più recente edificazione e preveda un'impiantistica a zone (o orizzontale) , si applica un contatore di calore alla cassetta del collettore di ciascuna utenza, che misuri l'energia termica consumata non più dal singolo radiatore ma dalla intera unità immobiliare.



⁷ Per potenza termica si intende il lavoro prodotto nell'unità di tempo da una fonte di calore.



Impianto a colonne montanti



Impianto orizzontale

Nonostante vi sia la ripartizione dei costi, esiste tuttavia una quota fissa, indipendente dalla quantità di energia consumata. L'incidenza di tale costo fisso può variare tra il 20% ed il 50% del costo totale dell'edificio del riscaldamento.

L'aliquota viene stabilita dai condomini.

Il contatore di calore è un apparecchio elettronico applicato, come si diceva precedentemente, ai singoli collettori ed è formato da una unità volumetrica che rileva il valore della portata d'acqua dell'impianto (sul tubo di ritorno), due sonde di temperatura (da installare su entrambi i tubi di mandata e di ritorno) che rilevano la differenza di temperatura, ed infine da una unità di calcolo che elabora i dati ed esprime i valori dell'energia fornita dall'impianto. In genere si usa anche una valvola motorizzata a tre vie comandata da un cronotermostato ambiente.

Il ripartitore di calore invece, come precedentemente illustrato, viene applicato al radiatore di cui ne contabilizza l'energia e consente la lettura su display della quantità termica utilizzata. Al suo interno vi è un dispositivo di autodiagnosi che rileva il funzionamento del ripartitore stesso.

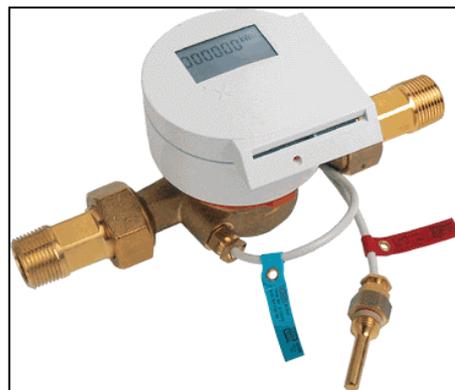
La lettura dei consumi può essere effettuata nei seguenti modi:

- lettura diretta;
- lettura centralizzata via radio con una memory card che rileva i dati di tutti i singoli apparecchi;
- lettura centralizzata via radio con modem.

Sia negli impianti centralizzati sia in quelli autonomi è poi possibile riuscire a programmare in modo più efficace la temperatura nell'arco della giornata attraverso il cronotermostato che riesce a mantenere la temperatura costante indipendentemente dalla temperatura esterna.

Esistono delle valvole termostatiche, collocate sui radiatori al posto delle tradizionali valvole manuali, che regolano l'afflusso di acqua calda in base alla temperatura selezionata. Tale valvola si chiude quando la temperatura è quella richiesta e dirotta l'acqua calda verso i radiatori con temperatura inferiore.

A livello di condominio questo sistema tende a distribuire la temperatura; quando infatti la temperatura dei piani superiori arriva a 20°C, le valvole chiudono i radiatori consentendo un

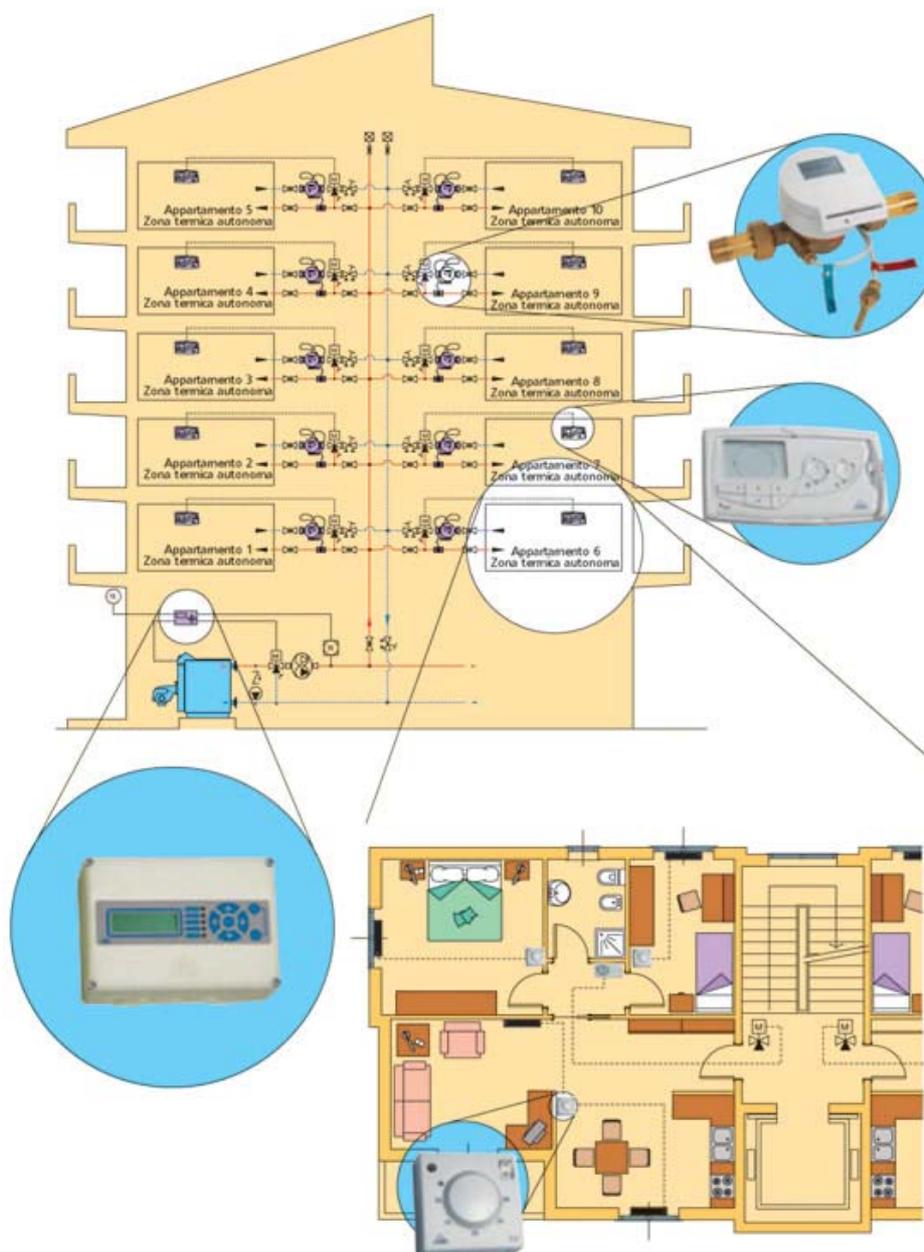


maggior afflusso da acqua calda i piani freddi. Il risparmio di calore che si può ottenere con l'uso delle valvole termostatiche può raggiungere e superare il 20%.

Le valvole termostatiche

Le valvole termostatiche sono composte da:

1. un elemento idraulico che si installa in luogo della tradizionale valvola d'intercettazione del radiatore.
2. un elemento che aziona la valvola che modula l'apertura dell'otturatore in modo che la temperatura media del corpo scaldante provochi un'emissione termica in equilibrio con le dispersioni termiche localizzate.
3. una sonda che misura la temperatura e mette in funzione la valvola.



Il contratto servizio energia

Il Contratto Servizio Energia è uno strumento contrattuale, previsto dal DPR 412/93 che ha come obiettivo lo sviluppo e la promozione del risparmio energetico nell'ambito del riscaldamento degli edifici.

Tale normativa unisce il concetto di comfort e risparmio energetico, vedendo nel risparmio energetico uno strumento per la creazione del comfort stesso.

In ragione di ciò al contratto servizio energia si applica l'aliquota ridotta del 10%.

Per poter applicare tale aliquota ridotta il contratto servizio energia deve possedere alcuni requisiti, riportati di seguito schematicamente.

Obiettivo-> La nuova soluzione adottata deve garantire il miglioramento del processo produttivo energetico con l'ammmodernamento dell'impianto termico, l'uso razionale dell'energia prodotta, il comfort termico desiderato dall'utenza, la riduzione dell'inquinamento ambientale e non per ultimo gli standard previsti dalla legge.

Requisiti dell'impresa-> L'impresa, per poter stipulare il contratto energetico di cui sopra, deve diventare terzo responsabile della centrale termica, possedere adeguate capacità tecniche, organizzative ed economiche, unitamente all'abilitazione professionale; non può fornire il combustibile e deve estendere la sua attività e responsabilità sull'intero ciclo produttivo (produzione, distribuzione, emissione e regolazione).

Acquisto del combustibile->Il combustibile della centrale termica è acquistato dall'impresa titolare del contratto energetico.

Misurazione e contabilizzazione del calore->Con il contratto servizio energia il condominio acquista dal Gestore l'acqua calda (o l'aria calda) prodotta nella centrale termica dell'edificio, misurando i consumi con contatori di calore.

Il contatore di calore è lo strumento fiscale di controllo e dunque il gestore deve garantirne l'affidabilità (ovviamente deve avere taratura iniziale) e la conformità alle normative vigenti.

Aree antagoniste->Si formano due aree di interesse antagoniste che contribuiscono ad evitare sprechi e speculazioni. Queste due aree sono:

- Area del gestore che produce il calore.
- Area degli utenti che utilizzano il calore.

Come si evince entrambi i soggetti (condominio e gestore) hanno interesse nel risparmio energetico.

Determinazione della tariffa del calore consumato-> La tariffa viene determinata dal seguente rapporto:

Tariffa = costo annuale del combustibile / kWh annuali di calore consumati=EURO/kWh.

Diagnosi energetica dell'edificio->Per effettuare il contratto servizio energia è obbligatoria una analisi preventiva dell'edificio sotto il profilo energetico. Tale analisi risulta fondamentale per conoscere il comportamento termodinamico dell'edificio e risulta indispensabile per valutare la redditività degli investimenti.

Coefficiente di consumo specifico-> Al termine del primo anno di gestione, l'impresa deve stabilire il coefficiente di consumo specifico che servirà da benchmark per i consumi e gli interventi sul risparmio energetico.

Interventi sul sistema edificio-impianto-> nel capitolato d'appalto devono essere previsti gli interventi atti ad incrementare il sistema energetico.

Annotazioni sul libretto di centrale degli interventi effettuati-> Esiste ovviamente l'obbligo di annotare gli interventi effettuati a disposizione degli organismi di controllo. E' un documento fiscale nonché la prova documentale dell'avvenuta e corretta esecuzione degli interventi.

Negli anni precedenti sono stati redatti alcuni contratti, simili apparentemente al contratto servizio energia da cui però, in realtà, si discostano molto (non si applica infatti la aliquota del 10%).

Per citarne qualcuno:

Contratto forfettario: il Gestore propone una quota annua di riscaldamento all'edificio determinata rispetto agli anni precedenti. Sono compresi nella quota il combustibile, la manutenzione e la responsabilità civile e penale assunta dal Gestore.

Contratto a gradi/giorno: in questo caso la tariffa proposta dal Gestore è espressa in gradi/giorno. La spesa finale sarà la risultante della quota di gradi/giorno consumata moltiplicata per la tariffa concordata.

Contratto a ore calore: si parla in questo contratto di euro/ore di calore. Sono compresi i costi del combustibile ma non quelli di manutenzione e responsabilità.

Il contratto servizio energia si applica al riscaldamento per uso domestico o assimilato all'uso domestico (qualora non si possa distinguere tra uso domestico ed uso domestico assimilato si applicherà l'aliquota abituale del 20%). Tra il domestico assimilato sono annoverati:

1. scuole
2. asili
3. caserme
4. case di riposo
5. conventi
6. istituti correzionali

Nell'ambito dei condomini giacchè le perdite di calore si localizzano sia a monte sia a valle, per migliorare la situazione possono essere fatti i seguenti interventi migliorativi:

- miglioramento dell'efficienza della centrale termica;
- introduzione di contabilizzazione individuale e termoregolazione;
- integrazione della centrale termica attraverso fonti di energia rinnovabili;
- utilizzo di sistemi tecnologici innovativi sia quanto a produzione sia quanto a distribuzione/utilizzo;

Il costo dell'investimento, come visto in precedenza, si ripaga in primo luogo con la riduzione dell'aliquota IVA al 10%, in secondo luogo, con il risparmio energetico.

Nella successiva tabella, verrà evidenziato come per avere 100 si debba acquistare tre volte tanto (300); dopo gli investimenti migliorativi per avere 100 l'acquisto sarà soltanto di 130.

I 173 punti percentuali rappresentano l'ammortamento disponibile al condominio per l'investimento effettuato.