

PIANO ENERGETICO E AMBIENTALE DEL COMUNE DI PERUGIA

III FASE - PIANO DEFINITIVO

SCHEDA TECNICA C3) IMPIEGO DI TECNOLOGIE AD ALTA EFFICIENZA C3.b) CALDAIE

STATO DELL'ARTE

Generalità

Il generatore di calore è costituito dal bruciatore e dalla caldaia; nel seguito si parlerà di caldaia intendendo il generatore di calore, come nella comune accezione. La caldaia è l'elemento di un impianto dove viene bruciato combustibile per scaldare un fluido termovettore che circolerà, per diverse utilizzazioni, nell'impianto stesso. È composta, in generale, da un bruciatore che miscela l'aria con il combustibile e alimenta una camera di combustione (il focolare), da una serie di tubi attraverso i quali i fumi caldi prodotti dalla combustione scaldano il fluido termovettore e da un involucro esterno di materiale isolante protetto da una lamiera (mantello isolante).

Ogni caldaia è caratterizzata da: una potenza termica del focolare, che indica la quantità di calore sviluppata, per ogni ora, nella camera di combustione; una potenza termica utile, cioè la quantità di calore effettivamente trasferita, per ogni ora, al fluido termovettore. L'energia contenuta nel combustibile viene per la maggior parte trasferita al fluido termovettore, ed in piccola parte dispersa verso l'esterno dal corpo stesso della caldaia (attraverso il mantello isolante) e soprattutto dai fumi che fuoriescono, ancora caldi, dal camino. Più vicini sono i valori della potenza al focolare e della potenza utile, minori sono le perdite di calore e quindi migliore è il rendimento della caldaia.

Le moderne tecnologie hanno portato alla realizzazioni di caldaie ad alta efficienza che consentono di avere rendimenti più alti anche con diversi regimi di funzionamento.

I più comuni tipi di caldaie moderne per impieghi domestici e terziari sono di seguito elencate:

- caldaie a gas standard con possibilità di produzione di acqua calda sanitaria, hanno lo scambiatore in acciaio o rame, e si adattano ai carichi variabili con il controllo della portata del gas combustibile;
- caldaie a gas a basse emissioni inquinanti, normalmente con l'adattamento ai carichi variabili ottenuto con il controllo sia della portata del gas combustibile sia della portata di aria comburente, molte hanno rendimenti a regime superiori al 90% rispetto al p.c.i ("caldaie ad alto rendimento");
- caldaie a condensazione a gas di piccola e grande taglia tipicamente con scambiatore per la condensazione in acciaio inossidabile o in fusione di alluminio e controllo del rapporto tra la portata del gas combustibile e la portata dell'aria comburente (tale funzionalità è necessaria per ottenere una buona condensazione che si può avere solo se si controlla efficacemente l'aria comburente fornita in eccesso). Hanno a regime un rendimento fino al 105-106% rispetto al p.c.i (95-96% rispetto al p.c.s.);
- caldaie a legna ad alta efficienza;
- gruppi termici a gasolio con bruciatori con fiamma blu (fumosità zero).

Le *caldaie standard* coprono la quasi totalità del mercato italiano, utilizzano bruciatori convenzionali e hanno un rendimento di targa vicino all'88%. Il rendimento annuale medio è difficile da stimare. Esso dipende da stato di manutenzione, tempi di utilizzo (o meglio fattore di carico), disposizione del sistema, tipo di regolazione. Secondo le stime correnti l'efficienza media è inferiore all'80%; per alcuni generatori di calore non arriva nemmeno al 70%, anche se l'efficienza delle caldaie a gas naturale (per le taglie di tipo domestico) è considerata comunque superiore a quella delle altre caldaie (a gasolio, a solidi).

Le *caldaie a basse emissioni* incorporano bruciatori in grado di ridurre le emissioni di inquinanti quali gli ossidi di azoto (NOx) e raggiungono rendimenti nominali superiori al 90%. Le Normative in vigore fissano il rendimento di targa minimo a pieno carico al valore del 90% e il rendimento minimo, al 30% del carico nominale, nonché il limite superiore delle emissioni di NOx (70 mg/kWh).

Le *caldaie a condensazione* raggiungono rendimenti tra i più elevati, se abbinate a impianti a bassa temperatura, con emissioni paragonabili a quelle della categoria precedente. Questi apparecchi, nonostante il costo più elevato rispetto alle caldaie tradizionali hanno registrato e stanno registrando una diffusione in ambito domestico crescente. Le normative in vigore fissano i valori minimi di rendimento, nelle condizioni di pieno carico e carico ridotto (30% del nominale), e di emissione di ossidi di azoto (meno di 70 mg/kWh).

(Segue Stato dell'arte)

Il buon funzionamento della caldaia a condensazione dipende fortemente dal corretto accoppiamento al sistema d'utilizzazione dell'energia che deve restituire l'acqua, di ritorno alla caldaia, a temperature basse (attorno ai 30 °C). In questi casi di ottimale accoppiamento tra caldaia a condensazione e sistemi di utilizzazione del calore il rendimento termico utile può assumere valori molto elevati.

Dopo il forte incremento dovuto all'ampia diffusione del metano nel Paese, le vendite annue di caldaie a gas naturale per applicazioni domestiche si sono stabilizzate negli anni intorno al valore di 1.000.000 pezzi [1]. Di queste, il 22% circa è costituito da caldaie "non tradizionali" e, in particolare, il 20% sono caldaie a condensazione mentre il 2% circa sono altri sistemi "hi-tech" [2]. Attualmente, il prezzo medio delle caldaie di tipo "ecologico" è all'incirca il 50% in più degli apparecchi di tipo standard, mentre il prezzo di quelle a condensazione è pari a 2 – 3 volte quelle tradizionali.

Quasi tutte le caldaie a gas sono ormai dotate di sistemi di controllo (basati su scheda di controllo elettronica o su sistemi di modulazione elettromeccanica) della potenza termica utile fornita all'esterno, che è variabile con continuità dal valore corrispondente alla massima potenza ad un valore minimo che è pari a circa il 20 o 30% della potenza massima. Quando tali caldaie funzionano alla potenza termica minima modulata i rendimenti termici utili sono compresi nell'intervallo tra l'85 e l'87%: un deciso passo avanti se confrontati con le prestazioni delle caldaie di alcuni anni fa.

Anche la recente legislazione ha favorito la produzione e l'impiego di caldaie con alta efficienza fissando dei limiti sia sul rendimento che sulle emissioni inquinanti. Negli ultimi anni sono stati previsti dei finanziamenti che hanno incentivato l'impiego di moderne caldaie ad alto rendimento e la sostituzione delle vecchie caldaie poco efficienti.

Legislazione

D.P.R. 15 novembre 1996, n.660, stabilisce il regolamento per l'attuazione della **direttiva 92/42/CEE** concernente i requisiti di rendimento delle nuove caldaie ad acqua calda, alimentate con combustibili liquidi o gassosi, aventi una potenza nominale pari o superiore a 4 kW e pari o inferiore a 400 kW. A questi requisiti si devono adattare tutte le caldaie che sono state messe in commercio dal primo gennaio '98.

Legge 9 Gennaio 1991, n. 10, "Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia", riguarda anche l'installazione, l'esercizio e la manutenzione delle caldaie occupandosi degli impianti termici all'interno del Titolo II "Norme per il contenimento del consumo di energia negli edifici" artt.31, 34 e 37). Il decreto attuativo di tale legge è il **D.P.R. 26 Agosto 1993, n. 412** "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia".

D.P.R. 21 Dicembre 1999, n. 551, "Regolamento recante modifiche al D.P.R. 26 Agosto 1993, n. 412". Il decreto, al di là delle variazioni tecniche, termina il periodo transitorio individuato dal D.P.R. 412/93 e risolve alcuni dei problemi che si erano evidenziati durante lo svolgimento delle precedenti campagne di controllo sull'esercizio e la manutenzione degli impianti termici.

D. Lgs. 311/2006, il cui Allegato I sostituisce ed annulla l'Allegato I del **D. Lgs. 192/2005**, "Attuazione della Direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia"

RISVOLTI ENERGETICI, AMBIENTALI E SOCIO – ECONOMICI

Risvolti energetici

Sul 100% di energia finale consumata nelle abitazioni, circa il 70% è dovuto al riscaldamento, mentre il restante 30% è così ripartito:

- 12% produzione di acqua calda sanitaria;
- 6% usi cucina;
- il 15% consumi elettrici.

Di fondamentale importanza, dunque, è il rendimento della caldaia. Oggi la legislazione pone riguardo all'aspetto energetico-ambientale delle caldaie e pone dei requisiti a cui devono corrispondere le nuove caldaie e quelle già installate. Le caldaie per uso civile (riscaldamento e usi idrico-sanitari) di nuova installazione devono avere rendimenti piuttosto elevati che, come precedentemente detto, sono fissati dalla legge sia per il funzionamento a pieno regime che per il funzionamento al 30% della potenzialità massima. La seguente tabella (1) mostra, a titolo di esempio per ciascun tipo di caldaia, alcuni valori per i rendimenti minimi di legge (D.P.R. 15 novembre 1996, n. 660) che possono servire da confronto per valutare le prestazioni di una caldaia.

(Segue risvolti energetici, ambientali e socio-economici)

Tab. 1: Rendimenti minimi per alcuni tipi di caldaia

Tipo di caldaia	Potenza utile (kW)	Rendimento a potenza nominale (%)	Rendimento a carico parziale (%)
Caldaie standard	20	86,6	83,9
	200	88,6	86,9
Caldaie a bassa temperatura	20	89,5	89,5
	200	91,0	91,0
Caldaie a gas a condensazione	20	92,3	98,3
	200	93,3	99,3

La scelta della potenza della caldaia è importante e deve essere fatta da un professionista qualificato e attento ai problemi energetici. Infatti, una caldaia più grande del necessario spreca energia (lungi e frequenti periodi di spegnimento durante i quali disperde il calore dal mantello e attraverso il camino). Per rispettare i valori di rendimento imposti dalle nuove norme, le caldaie più recenti come le "modulanti" o quelle a "temperatura scorrevole", sono dotate di dispositivo che permettono di mantenere una buona efficienza anche se non lavorano a pieno regime.

Nel caso di impianti di riscaldamento per uso civile, se la potenza necessaria a scaldare l'edificio supera i 350 kW, è necessario installare due o più caldaie. In questo modo si evita che caldaie molto grandi lavorino, in particolare nelle stagioni intermedie, a basso regime e quindi con bassi valori di rendimento.

Per produrre anche acqua calda per usi sanitari è necessaria una caldaia con potenza molto superiore a quella sufficiente al solo riscaldamento. Per evitare sovradimensionamenti, nelle nuove installazioni, non è più ammessa la produzione di acqua calda effettuata dalla stessa caldaia destinata al riscaldamento, con l'eccezione degli impianti individuali.

Oggi quasi tutte le caldaie installate sono ad alto rendimento. Per poter essere considerate tali le caldaie devono avere un rendimento di almeno il 90% riferito al p.c.i. (le più comuni nell'ordine del 91-93%).

Tra le caldaie ad alto rendimento ed apparati ad alto valore di combustione, come già detto, ci sono caldaie a condensazione a gas o ad olio. Nelle caldaie a condensazione il vapore acqueo generato dal processo di combustione (circa 1,6 kg. per mc di gas) non viene disperso in atmosfera attraverso il camino (come avviene con le comuni caldaie ad alto rendimento): la quantità di calore in esso contenuta (calore latente) rappresenta ben l'11% dell'energia liberata dalla combustione. La caldaia a condensazione è dotata di un particolare scambiatore-condensatore che riesce a sfruttare l'energia contenuta nei fumi e a condensare perfettamente il vapore acqueo abbassando la temperatura dei fumi stessi. Si riesce così a recuperare in primo luogo il calore sensibile dei prodotti di combustione quando ancora non sono nel campo della condensazione: In questa fase i fumi liberati raggiungono infatti una temperatura massima di circa 80°C, ma contengono ancora tutto il calore latente sotto forma di vapore acqueo. Quando l'acqua di ritorno dall'impianto confluisce nella parte bassa dello scambiatore-condensatore il vapore acqueo si condensa sulle pareti più fredde cedendo il calore latente dell'acqua che, riscaldata, affluisce nuovamente all'impianto. Questa maggiore disponibilità termica consente che il grado di efficienza della caldaia migliori sensibilmente con un notevole risparmio di energia. I rendimenti possono essere superiori al 106% riferiti al p.c.i. con una riduzione dei consumi, anche per effetto della modulazione lineare che può essere combinata a tali caldaie, di non meno del 30% rispetto alle normali caldaie ad alto rendimento. Nelle caldaie a condensazione la temperatura dei fumi di uscita mantiene circa lo stesso valore della temperatura di mandata, ben inferiore quindi ai 140/160 °C dei generatori ad alto rendimento ed ai 200/250 °C dei generatori di tipo tradizionale.

Gli enormi progressi compiuti nel campo dell'isolamento degli edifici fanno sì che la potenza richiesta da un impianto termico per il reintegro delle dispersioni sia molto limitata, nell'ordine di 5-6 kW all'ora per una normale abitazione monofamiliare. Da questo dato emerge, come una caldaia debba fornire costantemente una piccolissima quantità di calore dal momento che, nell'arco di un'intera ora, le dispersioni assommano a pochi kW. Quando una caldaia tradizionale deve reintegrare piccole quantità di calore disperso, si accende alla massima potenza per spegnersi subito dopo essendo l'erogazione esuberante rispetto al fabbisogno reale. Diversamente, le caldaie che sfruttano la "modulazione lineare continua" consentono di modificare l'intensità della fiamma riducendo la potenza. Ciò permette di modulare continuamente la potenza in linea con il reale fabbisogno termico dell'impianto e di evitare quindi l'anomalia dell'intermittenza acceso-spento che, in una normale caldaia, si ripete fino a decine di migliaia di volte nell'arco di una stagione di riscaldamento favorendo anche l'usura che deriva da sollecitazioni meccaniche troppo frequenti.

Risvolti ambientali

I vantaggi in termini di emissioni di CO₂ che è possibile ottenere con l'impiego di caldaie "moderne" possono essere evidenziati attraverso il confronto tra due caldaie tipo. Come caldaia di riferimento si prenda una caldaia a gas metano con rendimento dell'83%, rappresentativa del parco installato, mentre come caldaia "moderna" si consideri una caldaia a condensazione con rendimento pari al 106%. La prima caldaia ha un'emissione, per kWh termico prodotto, di 240 grammi di anidride carbonica, la seconda di soli 187. Si desume quindi che per ogni kWh termico prodotto si ottiene una riduzione di **53 g CO₂**.

PROSPETTIVE DI SVILUPPO

Incentivi

La sostituzione di caldaie esistenti con caldaie ad elevato rendimento energetico è uno di quegli interventi di riqualificazione che gode delle detrazioni fiscali del 55% prorogate dal Governo per tutto il 2011 e il 2012 e che probabilmente diventerà strutturale. Dal 1 gennaio 2012, inoltre, sono divenute permanenti le detrazioni del 36% sulle ristrutturazioni edilizie e gli interventi che prevedono "la modifica e l'inserimento di nuovi elementi ed impianti" possono godere anche di tale beneficio.

ATTUABILITÀ NEL TERRITORIO COMUNALE

Nel febbraio 2011 è stato pubblicato dal Comune di Perugia il "Regolamento per la gestione dei controlli sugli impianti termici", frutto di un lavoro congiunto con la Provincia di Perugia, il cui fine è quello di uniformare le attività di controllo sistematico degli impianti nel territorio.

Tenendo conto della media annua di ristrutturazioni che prevedono la sostituzione delle caldaie e considerando lo sviluppo edilizio legato al nuovo PRG, è ragionevole supporre una potenzialità di 3.000 nuovi generatori all'anno su cui intervenire con tecnologie all'avanguardia, suddivisi equamente fra caldaie ad alta efficienza (1.500) e pompe di calore (1.500). L'Amministrazione Comunale si propone di realizzare accordi di programma con operatori di settore per incentivare l'applicazione di generatori ad alta efficienza.

NOTE

Riferimenti

- [1]. Assotermica, Studi di mercato anni 2004 – 2007;
- [2]. Assotermica, Studio di mercato 2007.