

Condensazione e
premiscelazione
con ARENA



FERROLI

La tecnologia imita la natura

Nel loro processo di combustione (tabella 1) tutti i combustibili contenenti idrogeno producono acqua che è vaporizzata dalle alte temperature generate nella reazione stessa. Nelle caldaie “tradizionali”, i fumi arrivano al camino con temperature elevate, ben al di sopra del punto di condensazione dell’acqua, e l’energia inizialmente spesa nella vaporizzazione viene completamente persa.

Tabella 1: Reazioni di combustione

Metano	$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
Propano	$\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
Butano	$\text{C}_4\text{H}_{10} + 6,5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$
Gasolio	$\text{C}_{17,9}\text{H}_{35,2} + 26,7\text{O}_2 \rightarrow 17,9\text{CO}_2 + 17,6\text{H}_2\text{O}$
Olio Combustibile	$\text{C}_{23,5}\text{H}_{38,1} + 33,02\text{O}_2 \rightarrow 23,5\text{CO}_2 + 19,5\text{H}_2\text{O}$

Nelle caldaie a condensazione, viceversa, il vapore d’acqua presente nei fumi, viene fatto condensare, ed il relativo calore latente di vaporizzazione viene assorbito dallo scambiatore e ceduto all’impianto. Una caldaia a condensazione è quindi potenzialmente in grado di sfruttare tutta l’energia disponibile nel combustibile.

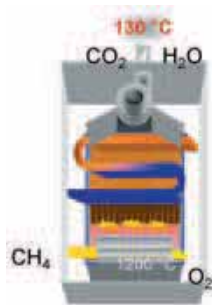
L’energia recuperabile come calore latente di vaporizzazione è di circa 2500kJ per Kg di acqua condensata. Evidentemente l’energia recuperata

è tanto maggiore quanto più elevato è il contenuto d’acqua nei fumi, contenuto che dipende dal tenore di idrogeno nel combustibile. Come si vede in tabella 2, tra i combustibili d’uso per riscaldamento domestico, l’impiego della condensazione diventa particolarmente vantaggioso con il metano, che presenta il maggior contenuto di acqua nei fumi.

Tabella 2: Contenuto d’acqua nei fumi

	H ₂ O prodotta nella combustione (per kg di combustibile)	Contenuto max di H ₂ O nei fumi (comb. stechiometrica)
Metano	2,25 kg	18,9%
Propano	1,65 kg	15,4%
Butano	1,55 kg	14,9%
Gasolio	1,27 kg	12,9%
Olio Combustibile	1,07 kg	11,4%

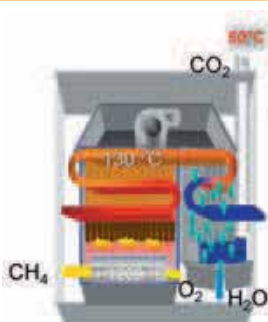
Grazie al recupero del calore latente di vaporizzazione, una caldaia a condensazione può ottenere rendimenti fino al 20-25% maggiori di quelli di una caldaia tradizionale (nelle migliori condizioni di carico e temperatura, come si vedrà in seguito).



Energia
(calore) utile
all’impianto

CALDAIA TRADIZIONALE

- In una caldaia tradizionale i fumi fuoriescono ad una temperatura elevata, al di sopra del “punto di rugiada”.
- L’acqua prodotta dalla reazione di combustione esce allo stato di vapore.
- Il “calore latente di vaporizzazione” è perso.



Energia
(calore) utile
all’impianto

CALDAIA A CONDENSAZIONE

- In una caldaia a condensazione i fumi fuoriescono ad una temperatura al di sotto del “punto di rugiada”.
- L’acqua prodotta dalla reazione di combustione viene riportata alla fase liquida internamente alla caldaia.
- Il “calore latente di vaporizzazione” è recuperato e ceduto all’impianto.

3 RENDIMENTI E POTERE CALORIFICO

Con il “potere calorifico” si indica la quantità di calore sviluppata dalla combustione completa dell’unità di volume (o massa) dei combustibili. Per i combustibili che contengono vapor d’acqua nei fumi sono sempre definiti due poteri calorifici: quello superiore P.C.S.(Hs), che tiene conto di tutta l’energia liberata dalla combustione, compresa quella sotto forma di calore latente di vaporizzazione nel vapore d’acqua, e quello inferiore P.C.I. (Hi), che viceversa non ne tiene conto. Poiché, come si è visto, fino a pochi anni or sono nelle caldaie il calore latente di vaporizzazione andava comunque “perso”, era (ed è rimasto anche a livello normativo) usuale determinare la potenza “bruciata” dalla caldaia, e quindi la sua efficienza, sulla base del potere calorifico inferiore. È chiaro come calcolare il rendimento (come rapporto tra le potenze $P_{\text{utile}}/P_{\text{bruciata}}$) di un generatore a condensazione sulla base dell’Hi significhi ignorare a denominatore l’apporto di quell’energia da calore latente poi recuperata nella condensazione, e come in questo modo si possano ottenere rendimenti superiori al 100%.

4 IL PUNTO DI RUGIADA

La temperatura alla quale avviene la condensazione è detta “punto di rugiada”. Sperimentalmente si è verificato che la temperatura del punto di rugiada aumenta con il crescere del tenore di CO_2 nei fumi (ovvero al diminuire dell’eccesso d’aria con cui viene fatto lavorare il bruciatore). Per ottenere la condensazione in caldaia è necessario che la temperatura di uscita dei fumi sia inferiore a quella del punto di rugiada.

Il diagramma di figura 3 mostra l’andamento del punto di rugiada dei combustibili metano e gasolio in funzione del contenuto CO_2 (%) e dell’eccesso d’aria: come si può notare, dal punto di vista della facilitazione del fenomeno della condensazione, risulta più vantaggioso impiegare il metano piuttosto che il gasolio.

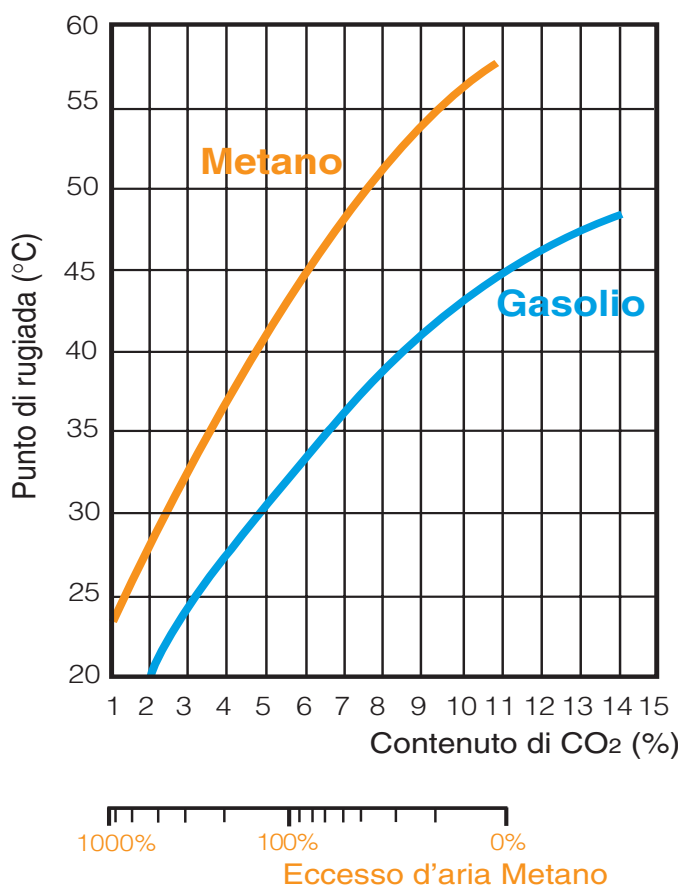


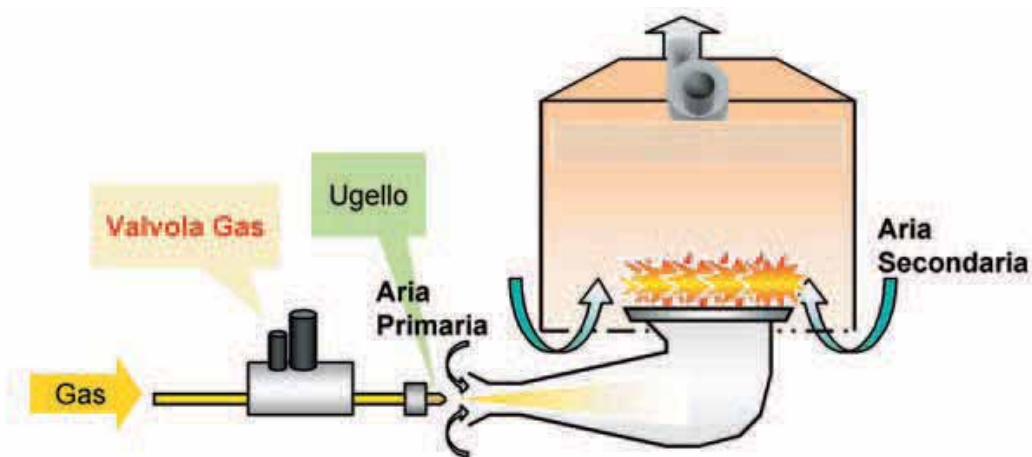
Figura 3

5 LA PREMISCELAZIONE

Mentre nelle caldaie tradizionali l'afflusso d'aria primaria e secondaria non è controllato, in quelle premiscelate a sola aria primaria l'eccesso di aria aspirata è sempre al minimo, il rapporto tra aria e gas è sempre costante e la qualità della combustione è ottimale (fig.4).

Ne conseguono drastiche riduzioni delle emissioni ed un innalzamento del "punto di rugiada", a tutto vantaggio della condensazione che inizia a temperature più elevate.

BRUCIATORE ATMOSFERICO:



BRUCIATORE PREMISCELATO:

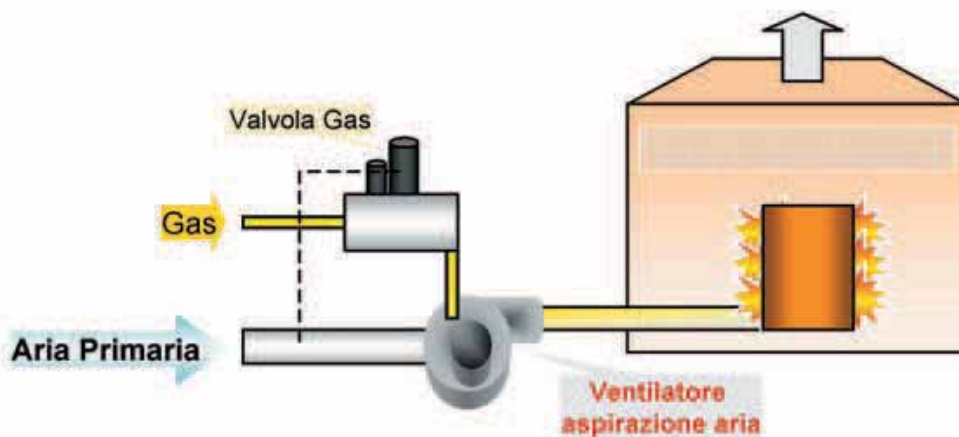


Figura 4

6 LA CONDENSA

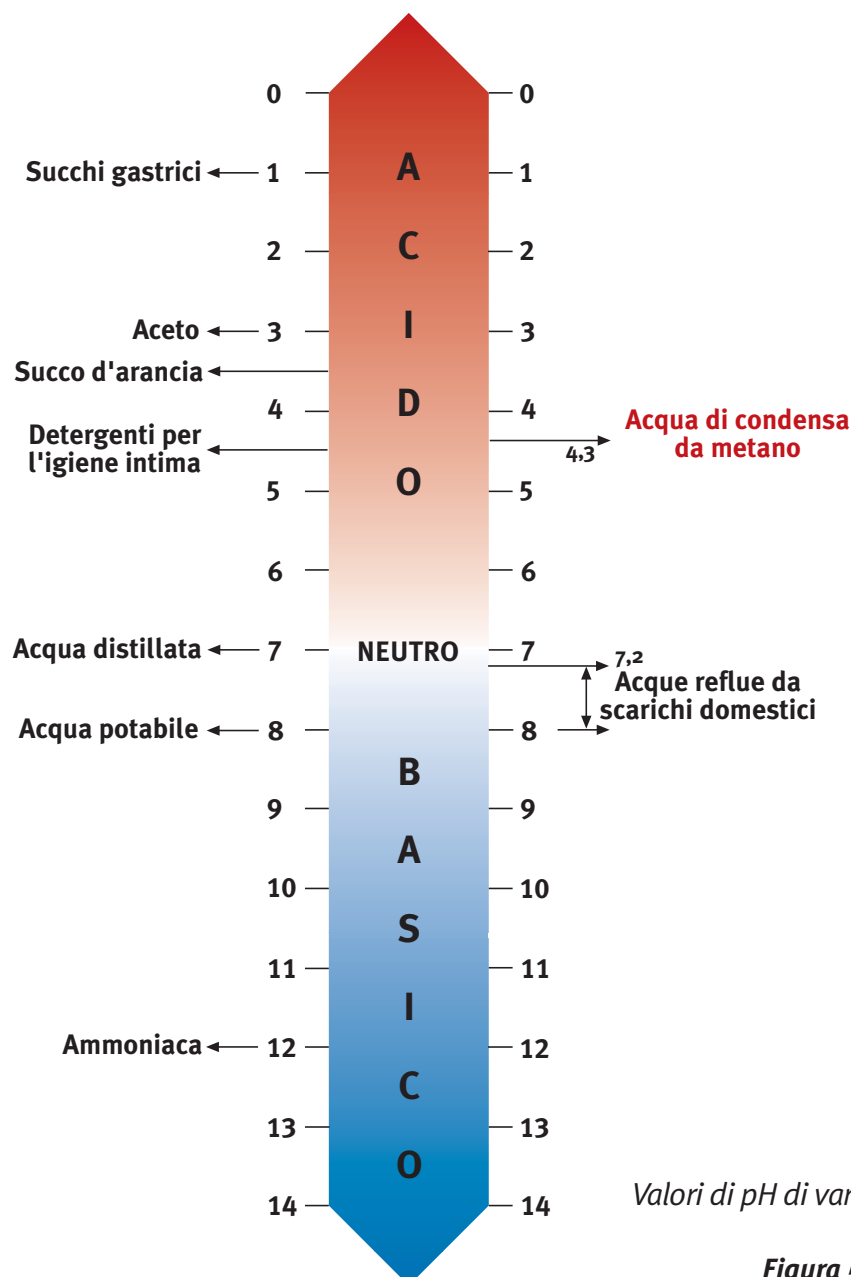
Lo sfruttamento del fenomeno della condensazione comporta la “produzione” in caldaia di un certo quantitativo di vapore acqueo condensato, le cui caratteristiche qualitative e quantitative dipendono da vari fattori, quali:

- tipo di combustibile
- materiale impiegato per lo scambiatore
- potenza della caldaia
- regime di funzionamento della stessa.

Nel caso particolare del combustibile metano (CH_4), statisticamente il più diffuso ed il più conveniente agli effetti della quantità di condensa producibile, si è potuto osservare che la condensa ha un pH compreso tra 4 e 4,3 circa, e quindi che è caratterizzata da un leggero grado di acidità.

Si può notare comunque dalla fig. 5 che prende in esame alcuni liquidi, come in natura esistono liquidi con pH notevolmente più acido: ciò per sfatare, qualora fosse necessario, luoghi comuni che attribuiscono alla condensa da caldaia a condensazione effetti quanto mai nocivi.

In ogni caso la condensa acida da gas metano (o da G.P.L.) è chimicamente leggermente aggressiva e può, a lungo andare, corrodere. Per questo il corpo delle caldaie a condensazione e i canali da fumo devono essere realizzati in materiali ad essa resistenti nel tempo.



Valori di pH di vari liquidi

Figura 5

ARENA 30 C
ARENA 30 A

ARENA 30 C

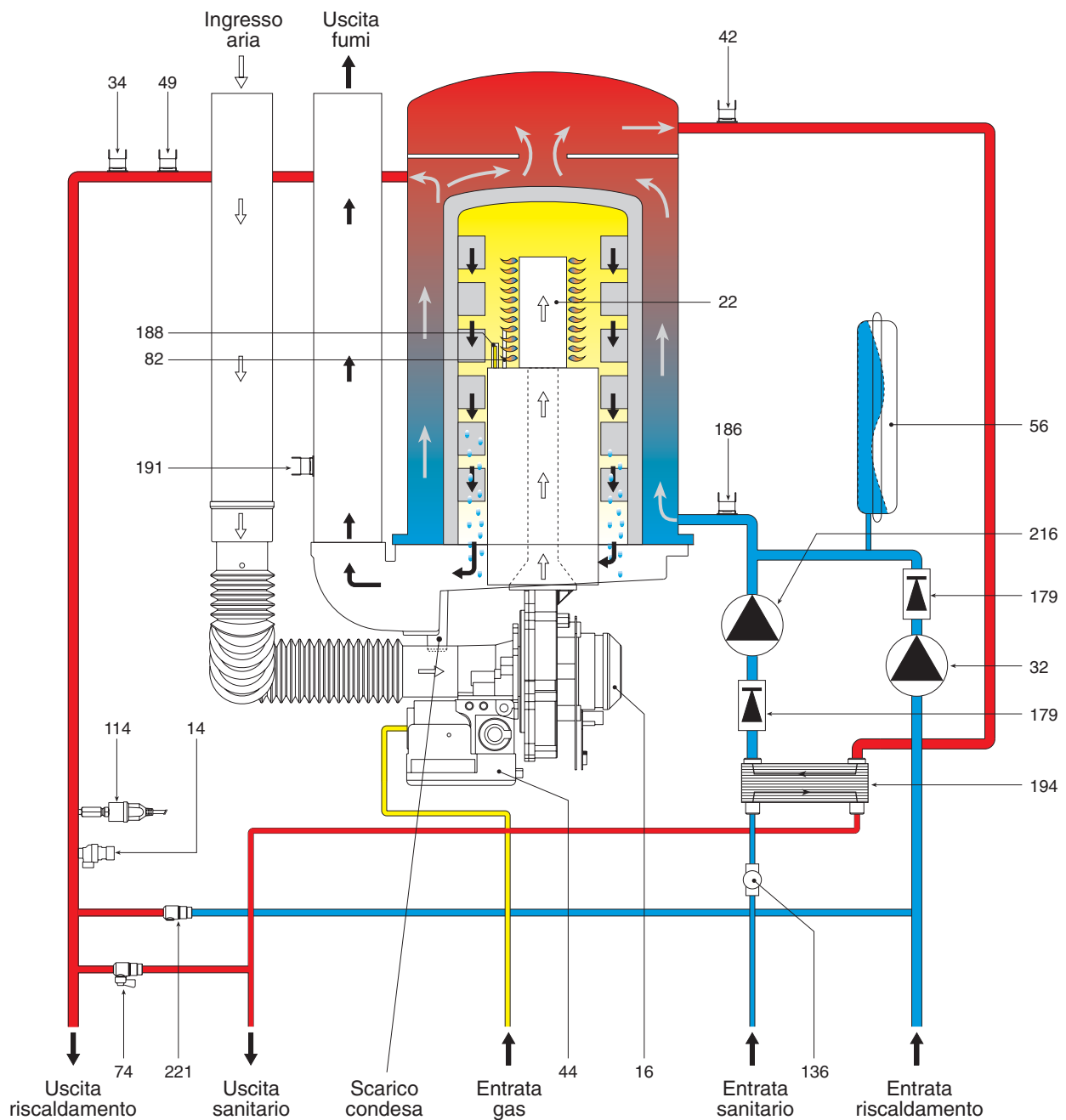


Figura 11

Legenda

14	Valvola di sicurezza	82	Elettrodo di rilevazione
16	Ventilatore	114	Pressostato acqua
22	Bruciatore	136	Flussometro
32	Circolatore riscaldamento	179	Valvola di non ritorno
34	Sensore temperatura riscaldamento	186	Sensore di ritorno
42	Sensore temperatura sanitario	188	Elettrodo d'accensione
44	Valvola gas	191	Sensore di temperatura fumi
49	Termostato di sicurezza	194	Scambiatore sanitario
56	Vaso di espansione	216	Circolatore sanitario
74	Rubinetto di riempimento impianto	221	By-pass

ARENA 30 A

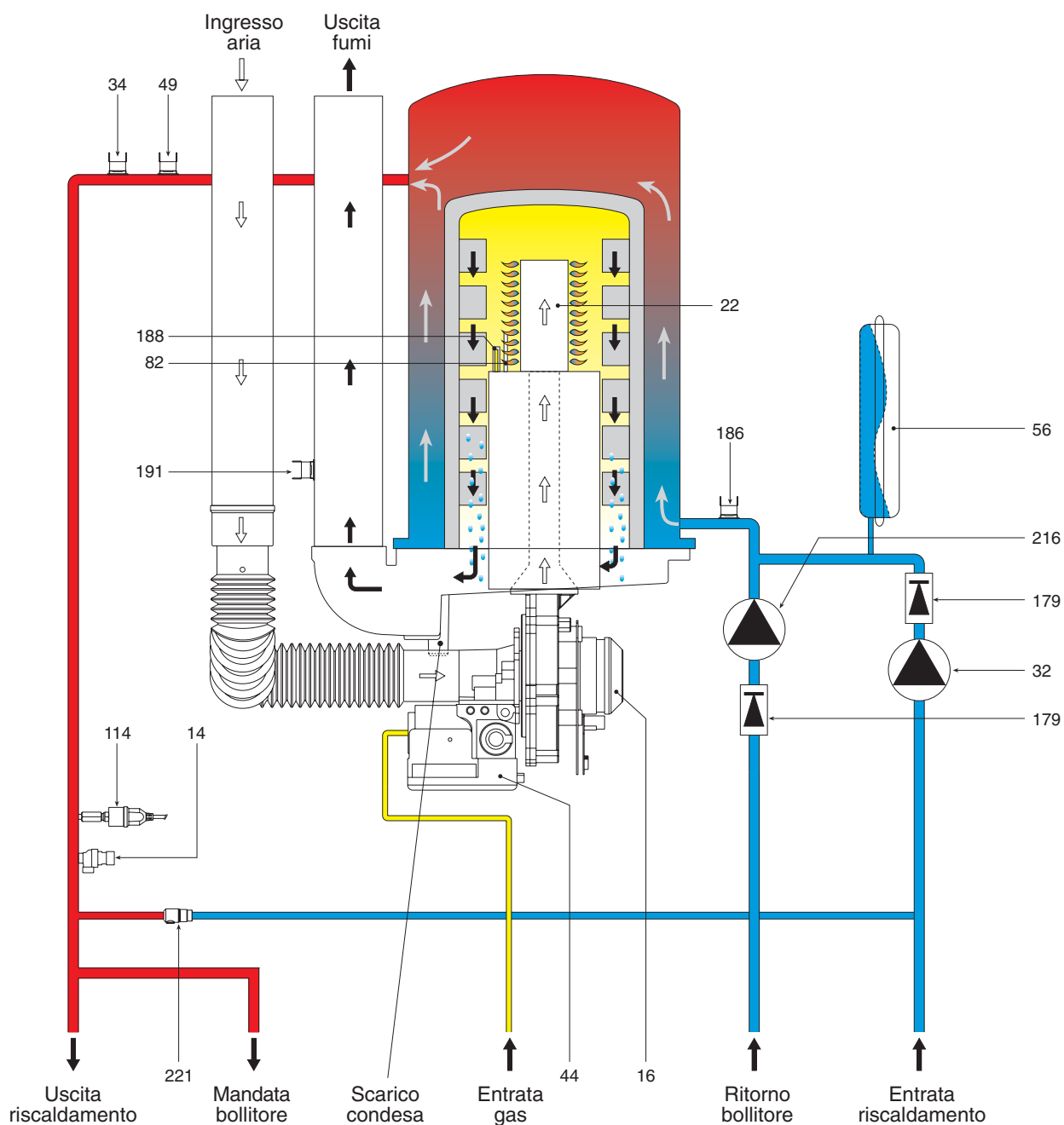


Figura 12

Legenda

14	Valvola di sicurezza	82	Elettrodo di rilevazione
16	Ventilatore	114	Pressostato acqua
22	Bruciatore	136	Flussometro
32	Circolatore riscaldamento	179	Valvola di non ritorno
34	Sensore temperatura riscaldamento	186	Sensore di ritorno
42	Sensore temperatura sanitario	188	Elettrodo d'accensione
44	Valvola gas	191	Sensore di temperatura fumi
49	Termostato di sicurezza	194	Scambiatore sanitario
56	Vaso di espansione	216	Circolatore sanitario
74	Rubinetto di riempimento impianto	221	By-pass

10 DATI TECNICI

Potenze		Pmax	Pmin
Portata termica Hi	kW	30,9	7,6
Portata termica Hi	kcal/h	26.574	6.536
Portata termica Hs	kW	34,3	8,4
Portata termica Hs	kcal/h	29.498	7.224
Potenza termica Utile 80°C - 60°C	kW	30,0	7,4
	kcal/h	25.800	6.364
Potenza termica Utile 50°C - 30°C	kW	31,5	8,2
	kcal/h	27.090	7.052
Portata Gas Metano (G20)	nm ³ /h	3,24	0,80
Pressione alimentazione Gas Metano (G20)	mbar	20	20
Portata Gas GPL (G31)	kg/h	2,38	0,59
Pressione alimentazione Gas GPL (G31)	mbar	37	37
Combustione		Pmax	Pmin
CO ₂ (G20 - Gas naturale)	%	9,5	9,0
CO ₂ (G31 - Propano)	%	9,1	8,5
CO ₂ (G30 - Butano)	%	10,9	10,0
Temperatura fumi 80°C-60°C	°C	70	65
Temperatura fumi 50°C-30°C	°C	40	32
Portata fumi	kg/h	49	13
Quantità di condensa	kg/h	3,3	1,4
Valore pH acqua condensa	pH	4,1	
Riscaldamento			
Range di regolazione temperature di riscaldamento	°C	20 - 90	
Temperatura massima di esercizio riscaldamento	°C	90	
Pressione massima di esercizio riscaldamento	bar	3	
Pressione minima di esercizio riscaldamento	bar	0,8	
Capacità vaso di espansione	litri	12	
Pressione di precarica vaso di espansione	bar	1	
Contenuto d'acqua totale caldaia	litri	11,8	
Sanitario (solo per ARENA 30C)			
Erogazione acqua calda sanitaria Δt 25°C	l/min	17	
Erogazione acqua calda sanitaria Δt 30°C	l/min	14,2	
Erogazione acqua calda sanitaria Δt 35°C	l/min	12,1	
Range di regolazione temperatura sanitario	°C	40 - 65	
Pressione massima di esercizio sanitario	bar	6	
Pressione minima di esercizio sanitario	bar	0,25	
Dimensioni, pesi attacchi			
Altezza	mm	760	
Larghezza	mm	460	
Profondità	mm	368	
Peso a vuoto	kg	55	
Attacco impianto gas	poll.	1/2"	
Attacchi impianto riscaldamento	poll.	3/4"	
Attacchi circuito sanitario	poll.	1/2"	
Scarico condensa (tubo flessibile)	mm	15x20	
Massima lunghezza camini separati D=80*	m _{eq}	100	
(*Valore espresso in metri aria equivalenti - cfr. sistema di calcolo FERROLI)			
Alimentazione elettrica			
Max Potenza Elettrica Assorbita	W	150	
Potenze elettriche assorbite dal circolatore (Velocità I-II-III)	W	48-67-93	
Tensione di alimentazione/frequenza	V/Hz	230/50	
Indice di protezione elettrica	IP	44	

21 I RENDIMENTI

Il raggiungimento di elevatissimi rendimenti con Arena 30 è dovuto gran parte alla possibilità di recuperare nella misura massima possibile il calore latente di condensazione minimizzando nel contempo le cosiddette “perdite sensibili al camino”. Naturalmente contribuiscono anche altri fattori quali un poderoso isolamento del corpo caldaia realizzato tramite guscio di poliuretano espanso di notevole spessore che riduce le “perdite passive” attraverso il mantello fino a valori dello 0,5% circa in condizioni di temperature di mandata/ritorno minime, oltre che la modulazione proporzionale continua di fiamma che riduce notevolmente i tempi di sosta con bruciatore spento e quindi le cosiddette “perdite vuoto”. Ciò premesso a carico ridotto, con combustibile metano (G 20), il rendimento può raggiungere il 109,5% (vedi fig.34).

RENDIMENTO



Figura 34

I valori di rendimento riscontrati, testati dai laboratori dell'istituto GASTEC, sono tali da conferire ad Arena 30 il massimo grado di rendimento energetico previsto dalla direttiva 92/42 CEE recepita con il DPR 660/96 e cioè ★★★★★.

Nella tabella seguente sono riportati i valori di efficienza sia a potenza massima che a potenza minima.

EFFICIENZA

			Pmax	Pmin
Marcatura energetica (Direttiva 92/42 EEC)			★★★★★	★★★★★
Rendimento Termico Utile	80°C-60°C	%	98,1	97,9
	50°C-30°C	%	101,9	107,9
Rendimento Termico Utile a Carico Ridotto	36°C-30°C	%	107,7 (30% del carico nominale)	109,5
Perdite al mantello	80°C-60°C	%	0,9	0,9
	50°C-30°C	%	0,8	0,6
Perdite al camino con bruciatore acceso	80°C-60°C	%	1,0	1,2
	50°C-30°C	%	0,9	0,6
Perdite al camino con bruciatore spento		%	0,2	0,2