



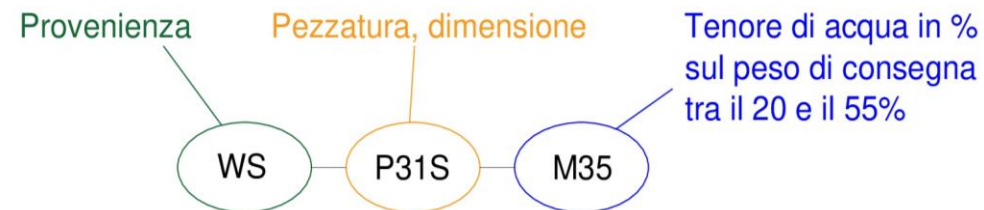
Esigenze dal punto di vista dei sistemi di combustione a cippato

Thomas Baltensperger - Cadenazzo, 11.10.2018

Cos'è il cippato

Criteri di classificazione

Materiale di partenza (Provenienza)	Sigla
Legno boschivo	WS
Tondame a scopo energetico	ERH
Scarti forestali	WRH
Scarti di segheria/ legno industriale	IS
Scarti di diradamento di conifere e latifoglie	DH
Legno da cura del paesaggio	LH
Corteccia sminuzzata	RZ
Resti della lavorazione del legno	RHH
Legno usato, triturato	AH



Pezzatura in mm e quantità per la combustione		
Frazione principale	min. 60%	3.15-31.5 mm
Frazione fine	max. 10% < 5% per potenze <200 kW	< 3.15 mm
Frazione grossa	max. 6%	> 45 mm
Lunghezza massima		≤ 150 mm

Classificazione dei combustibili (EN ISO 17225)

Classificazione dei combustibili e densità energetica

Combustibile	Sigla	P Dimensioni della pezzatura mm (vedi legenda)	M Tenore di acqua ^{a)} in % sulla massa, m-% allo stato della consegna	N Tenore di azoto in % sulla massa, m-% sul combustibile senz'acqua	F Frazione fine < 3.15 mm in % sulla massa, m-% allo stato della consegna	A Tenore di cenere con corpi estranei in % sulla massa, m-% sul combustibile senz'acqua	Densità energetica Riferito a PCI _{medio} Variazione ^{b)} in kWh/m ³
Cippato di qualità proveniente dalla selvicoltura (WS) ^{1) 4)} e da scarti dall'industria di lavorazione del legno (IS) ^{1) 4)}	fine WS-P16S-M20 / IS-P16S-M20	16S	15-20	N0.5	F05	A1.0	WH: HH: 700-900 1000-1200
	grosso WS-P31S-M20 / IS-P31S-M20	31S	15-20	N0.5	F05	A1.0	WH: HH: 630-850 950-1150
Cippato proveniente dalla selvicoltura (WS) ¹⁾ e dall'industria di lavorazione del legno (IS) ^{1) 2)}	WS-P31S-M35 / IS-P31S-M35	31S	20-35	N0.5	F10	A3.0	WH: HH: 600-800 900-1100
	WS-P31S-M50 / IS-P31S-M50	31S	30-50	N0.5	F10	A3.0	WH: HH: 550-750 850-1050
	WS-P31S-M55+ / IS-P31S-M55+	31S	30-60	N0.5	F10	A3.0	WH: HH: 500-700 800-1000
	WS-P45S-M35 / IS-P45S-M35	45S	20-35	N0.5	F10	A3.0	WH: HH: 550-750 850-1050
	WS-P45S-M50 / IS-P45S-M50	45S	30-50	N0.5	F10	A3.0	WH: HH: 500-700 800-1000
	WS-P45S-M55+ / IS-P45S-M55+	45S	30-60	N0.5	F10	A3.0	WH: HH: 450-650 750-950
	WS-P63-M50 / IS-P63-M50	63	30-50	N0.5	F10	A3.0	WH: HH: 450-650 750-950
	WS-P63-M55+ / IS-P63-M55+	63	30-60	N0.5	F10	A3.0	WH: HH: 400-600 700-900
Pioppi e salici dal bosco e dai campi	PWW	31S 45S 63	30-60	N0.5	F10 F10 F10	A5.0	450-700 400-650 350-600
Pioppi e salici da superfici a rotazione breve	PWK	31 45 63	30-60	N3.0	F25 ⁷⁾	A10.0	400-650 350-575 300-500
Legno dalla cura del territorio	LH ¹⁾	31 45 63	30-60	N3.0	F25 ⁷⁾	A10.0	400-600 350-750 300-700
Scarti legnosi da diradi forestali in boschi di conifere o latifoglie Ø <80 mm e corone (cimali)	DH	31 31 45 45 63 63	30-60	N3.0	F25 ⁷⁾	A10.0	WH: HH: 400-650 650-900 WH: HH: 350-600 600-850 WH: HH: 300-550 550-800
Segatura	SP	< 4	35-50	N0.5	-	A3.0	WH: HH: 450-550 650-750

Contenuti problematici del legno



1. **Azoto N₂**, formazione di NO_x, HCN ed emissioni di N₂O
2. **Cloro Cl₂**, formazione di HCl, Diossine, corrosione
3. **Zolfo S**, formazione di SO_x, corrosione
4. **Potassio K**, il legno marcito possiede una elevata quantità di potassio, che ribassa il punto di fusione della cenere, con la successiva formazione di scorie, corrosione e polveri fini
5. **Polveri fini**, causate spesso da:
 - Una potenza bassa e con il successivo intasamento della griglia, fessura dell'aria
 - Una combustione troppo veloce e non controllata, che genera fumo nero



Sistemi di trasporto del combustibile

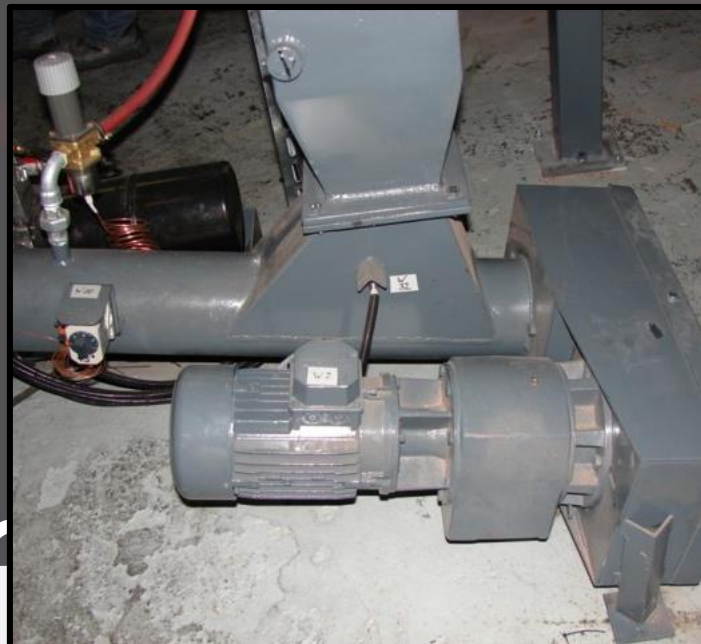
- Con coclea (cippato di prima qualità)
- Dosatore idraulico (per tutti i tipi di cippato)



Con coclea

per cippato di prima qualità

Pezzatura: G30 e G50



Dosatore idraulico

per tutti i tipi di cippato

Pezzatura: G30, G50, G100 e oltre

Per impianti di grande potenza





Tipologia di caldaie per il cippato

- Combustione con griglia
- Combustione a carica inferiore

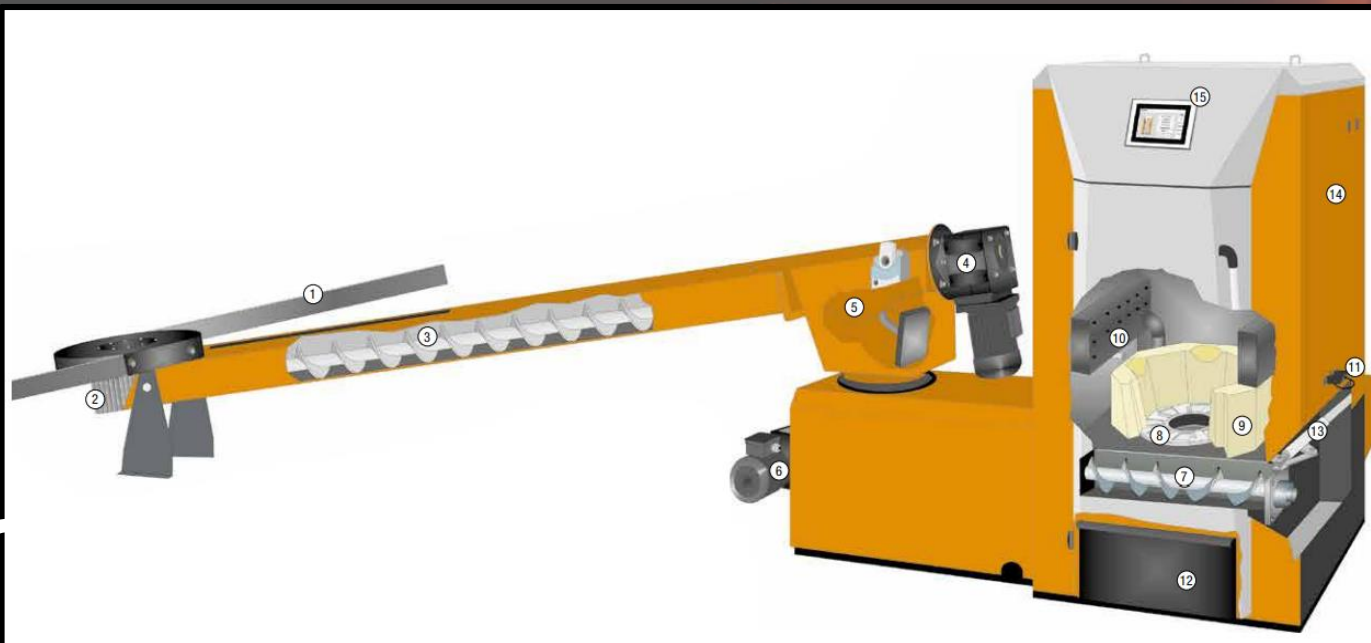
Caldaia a carica inferiore

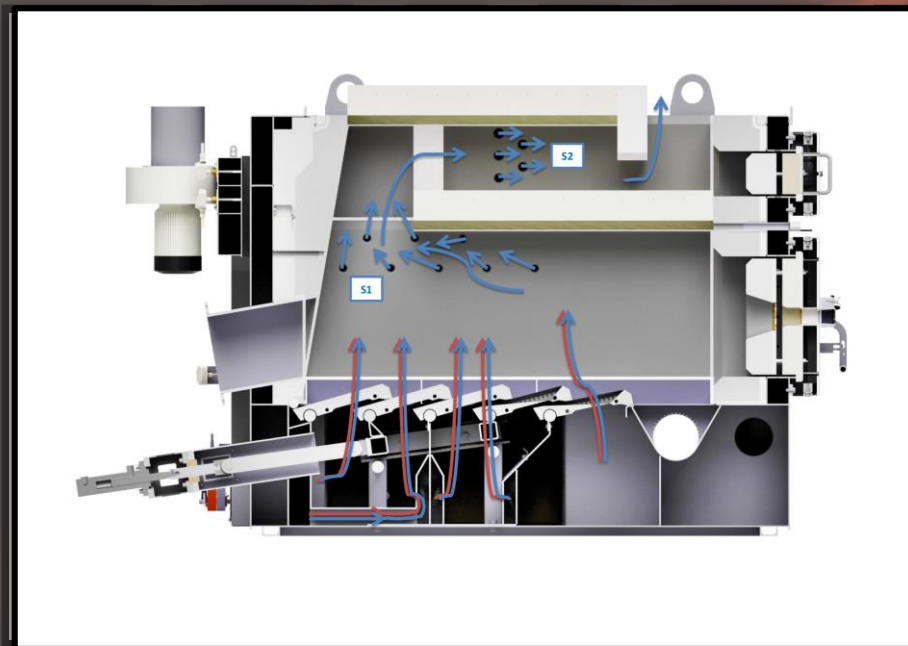
Potenza: da 12 kW a ca. 1.000 kW

Combustibile: cippato di alta qualità

Tenore d'acqua: dal 10 al 35 %

Pezzatura: da G30 a G50, dipende dal trasporto del cippato





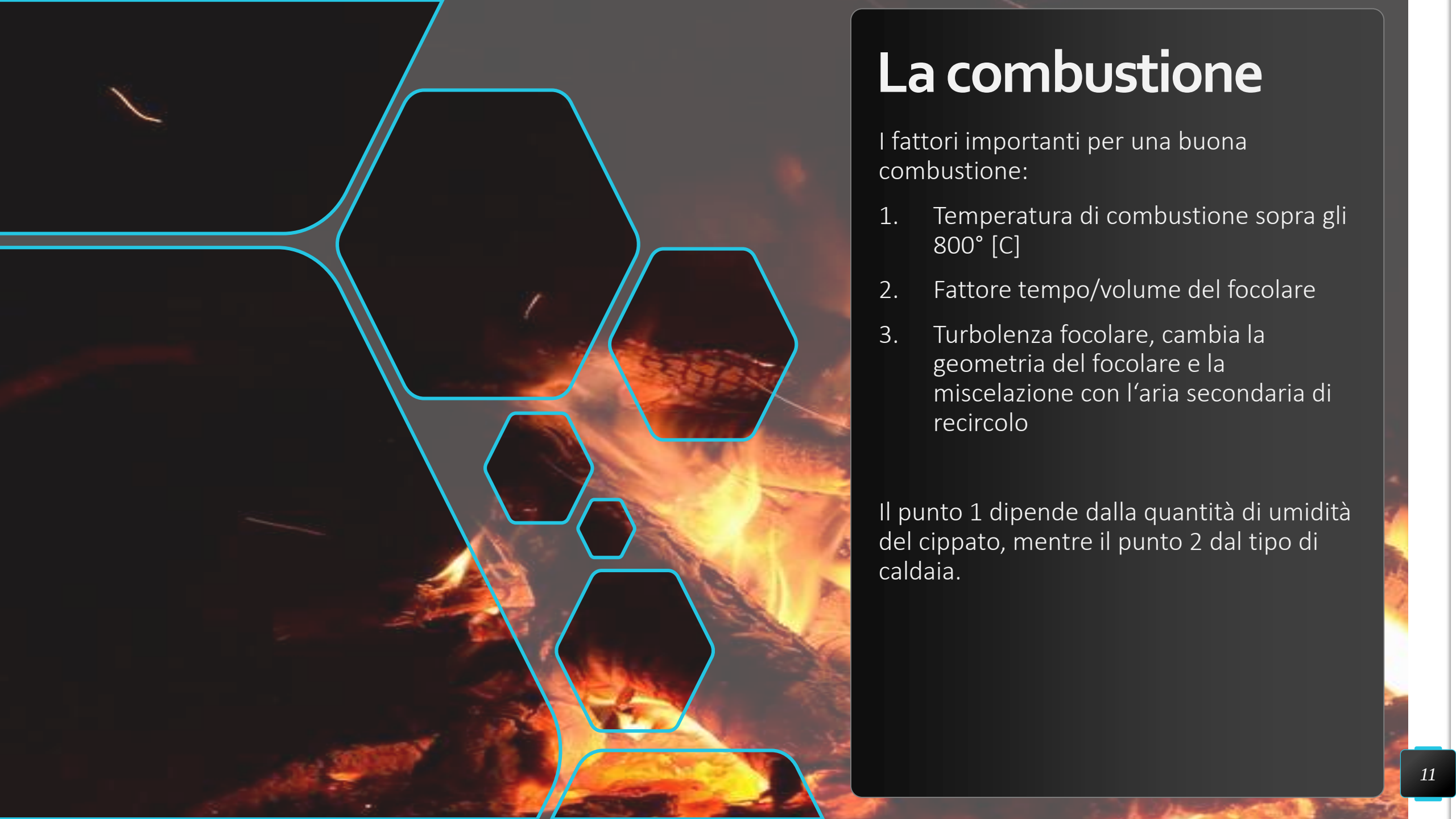
Caldaia con griglia mobile

Potenza: da 100 kW a ca. 50.000 kW

Combustibile: cippato, corteccia, segatura

Tenore d'acqua: dal 25 al 65 %

Pezzatura: da G30 a oltre il G100

The background of the slide is a close-up photograph of a fire, showing bright orange and yellow flames and glowing embers. Overlaid on the left side of the image is a large, stylized graphic consisting of several interconnected hexagonal shapes, some of which are filled with a dark, textured pattern, resembling a molecular or crystalline structure.

La combustione

I fattori importanti per una buona combustione:

1. Temperatura di combustione sopra gli 800° [C]
2. Fattore tempo/volume del focolare
3. Turbolenza focolare, cambia la geometria del focolare e la miscelazione con l'aria secondaria di recircolo

Il punto 1 dipende dalla quantità di umidità del cippato, mentre il punto 2 dal tipo di caldaia.

La combustione

Importanza dell'aria primaria

Un buon apporto di aria primaria è essenziale per la qualità della combustione:

Apporti di aria	Cause	Conseguenze
Carenza di aria	Elevata frazione fine , resistente all'aria	Combustione incompleta
		Elevate emissioni di CO
	Mancanza di spazi per penetrare	Emissione fumi di cattivo odore
		Diminuisce il rendimento e la potenza
Eccesso di aria Hotspot	Velocità maggiori dell'aria	Maggiore sporco nella camera di combustione
	Temperature elevate	Emissioni di polveri
	Ponti sopra il letto della brace e formazione di aerosol	Rapida usura del rivestimento (danni ai barrotti)
		Fusione delle ceneri e formazione di depositi

Eccesso di aria

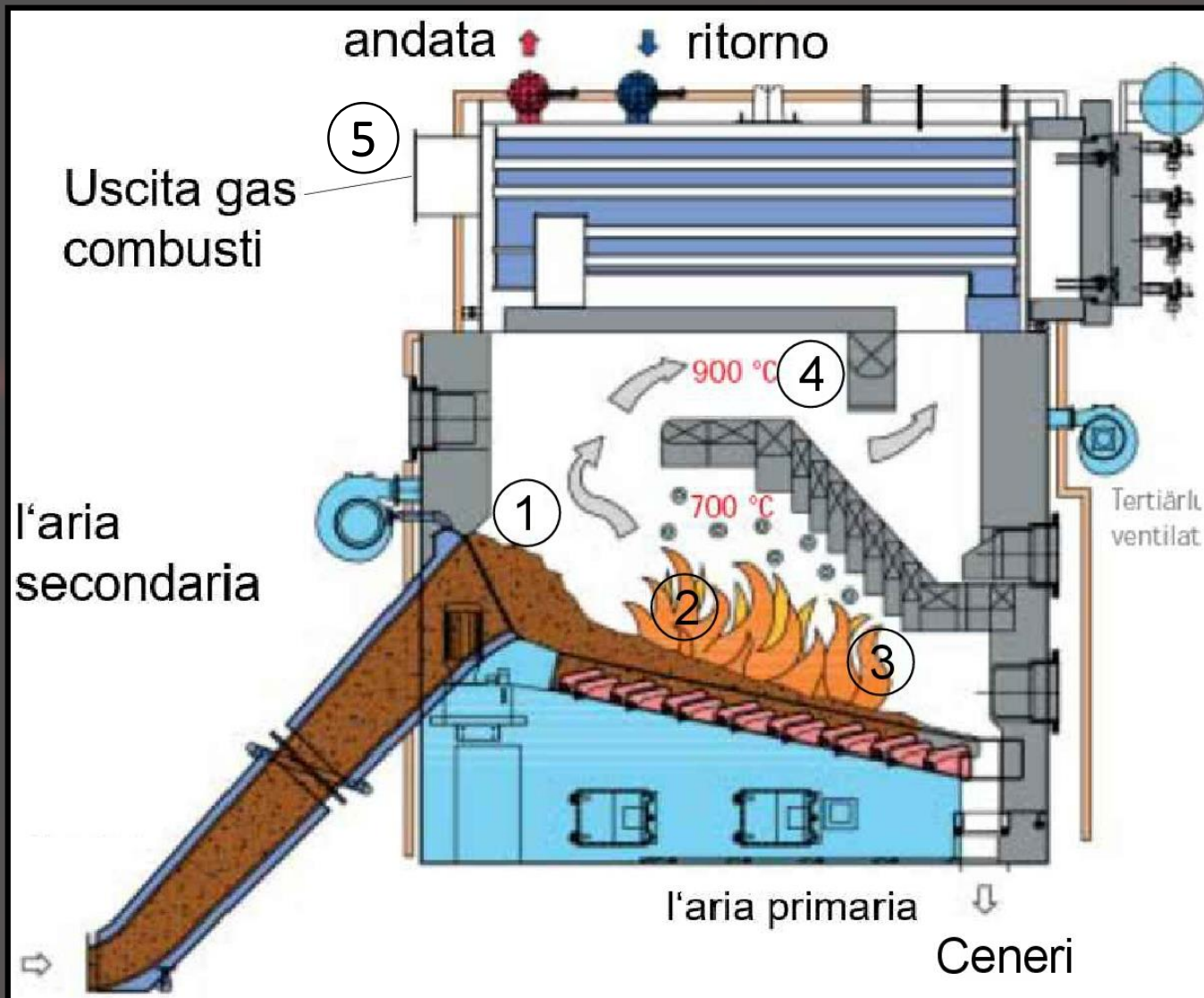


Combustione ottimale



Carenza di aria

Processo di combustione in una caldaia a griglia



Fasi combustione nella zona griglia:

1. **Essiccazione** temperatura di ca. 100°[C]
2. **Gassificazione**, apporto dell'aria primaria, temperatura dai 100 ° ai 600 °[C]
3. **Combustione del carbone**, temperatura dai 600° ai 1050 °[C]

Postcombustione, con apporto di aria secondaria:

4. **Combustione del gas**, temperatura dai 750° ai 1050° [C], se inferiore i 700°[C] la combustione non è completa, cio' puo' causare :
 - Formazione di catrame, che sporca la caldaia e il focolare
 - Emissioni di CO, HC e fuliggini, per la mancata reazione di ossidazione
5. **Uscita gas combusti** (rendimento caldaia) temperatura inferiore ai 180°[C] con un valore di ossigeno residuo intorno l'8%

Classificazione dei fumi

1. Fumi bianchi:

- Buona combustione
- Combustione con legna umida (cippato)
- Aria esterna piu' fredda

2. Fumi blu:

- Temperatura del focolare troppo bassa, nei fumi abbiamo la presenza di gas combustibili, CO e HC

3. Fumi scuri grigio/nero:

- Quantità dell'aria non regolata
- Quantità del combustibile troppo alta
- Focolare sporco



In sintesi:

1. **Cippato**, si divide per forma e % di umidità:
 - Frazione principale, fine e grossa
2. **Sistemi di trasporto**:
 - Con coclea o a dosatore idraulico
3. **Tipologia caldaia**:
 - Combustione a griglia
 - Combustione a carica inferiore
4. **La combustione, fasi**:
 - Essiccazione, gassificazione, combustione carbone, combustione gas e uscita gas combusti
5. **Classificazione fumi**:
 - Fumi bianchi, blu e grigio/neri.

Avete domande?



Grazie

 Thomas Baltensperger

 091 751 26 04

 tb@baltensperger-energie.ch

 <http://baltensperger-energie.ch/>