

# Aspectes imprescindibles en el disseny d'instal·lacions de biomassa.

8 de maig de 2018



JOAN OLIVER CASANELLAS

Enginyer Industrial

SUNO Enginyeria de Serveis Energètics SCCLP

E-mail: joan@suno.cat

## 4. La combustió



## LA COMBUSTIÓ

La fusta (i per tant els combustibles derivats en totes les seves formes: tronc, estella, pèl·let, briqueta...) està formada per:

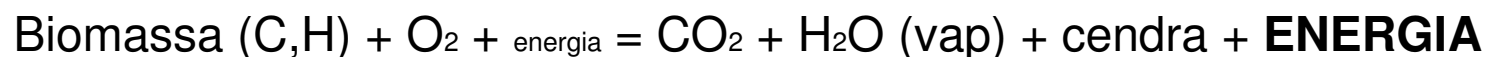
- **Cel·lulosa**
  - **polioses** (hemicel·luloses)
  - **Lignina**
  - aigua
  - components inorgànics (minerals que principalment formaran la cendra):  
Fòsfor, potassi, ferro, manganès i clor (clorofil·la).
- } H C O

Si bé la cel·lulosa és comuna a tots els arbres, la composició de la resta d'elements pot variar donant característiques lleugerament diferents en funció de la part de l'arbre que s'empri.

## LA COMBUSTIÓ



La combustió es una reacció química en la qual un element combustible (carboni i hidrogen) es combina amb un altre oxidant (generalment oxigen en forma de O<sub>2</sub> gasós), desprenent calor i produint un òxid. El producte d'aquestes reaccions pot incloure monòxid de carboni (CO), diòxid de carboni (CO<sub>2</sub>), aigua (H<sub>2</sub>O), **ENERGIA** y cendra.



**Si la combustió és incomplerta apareix CO.**

**Caldrà controlar: entrada biomassa, entrada aire, aportació energia inicial, sortida fums i de cendres.**

# LA COMBUSTIÓ

## FASES COMBUSTIÓ DE LA LLENYA



**1.- Assecament de la llenya** (a partir de 150°C) s'evapora l'aigua que conté la llenya (consumeix energia de la combustió, especialment si és humit)

**2.- Gasificació i oxidació de la matèria volàtil** (150-270°C) Piròlisi (combustió a baixa temp). Es produeix fum el qual està format per l'alliberament dels combustibles gasosos i hidrocarburs. Aquest fum és combustible no cremat que es perd (i embrut xemeneies). Es genera carbó vegetal.

**3.- Ignició** (280°C) s'encenen els gasos combustibles i comença la reacció exotèrmica (obtenim energia); flama gran.

**4.- combustió del carbó vegetal** (per sobre de 800°C), es una flama petita vermella (es veu carbó roent) amb temperatura entre 800 i 1000°C.

**Un cop el foc s'ha encès, conviuen les quatre fases.**

## LA COMBUSTIÓ

### Regla de les tres T de la combustió

Per a poder assolir una combustió completa, es requereixen les condicions descrites en la regla de les 3T de la combustió:

#### 1.- Temperatura

S'ha de mantenir una temperatura mínima a la cambra (entre 800 i 1000°C).

#### 2.- Temps

Cal mantenir un temps mínim de residència dels gasos de combustió a la cambra per a garantir la reacció (ex: per  $T > 900^{\circ}\text{C}$ , el temps ha de ser superior a 0,5s) i del combustible (sinó queda cremat per fora i no crema per dins)

#### 3.- Turbulència

S'ha de garantir una bona barreja de l'aire amb el combustible gasós per a assegurar la reacció (aire secundari).

Font: <http://www.salamandras.com.ar/>

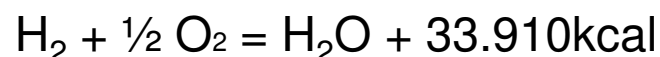
**Una bona combustió, aprofita el combustible (és eficient) i genera pocs contaminants.**

## LA COMBUSTIÓ

**En combustió d'estella, és habitual al voltant 10% (aire ambient 21%O<sub>2</sub>)**

### Barreja aire

Biomassa (C,H) + O<sub>2</sub> + energia = CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O (vap) + cendra + **ENERGIA**



És molt important una bona mescla amb l'aire i per això les calderes acostumen a aportar **aire primari** per a l'encesa (assecamet) i **secundari** per a millorar la combustió.

L'interior de les calderes es dissenya per a què hi hagi **turbulències** que milloren la mescla.

Moltes calderes aporten **aire preescalfat** que millora el rendiment de la combustió.

**Si hi ha poc O<sub>2</sub>, es formarà CO, fum (incremats) i carbó (poc eficient)**  
**Si hi ha excés O<sub>2</sub>, hi haurà aire calent (poc eficient)**

## LA COMBUSTIÓ

### PARTICULARITATS BIOMASSA

Les fustes toves (coníferes, pi, etc) s'encenen i donen calor de manera fàcil i ràpida. No obstant tenen poca autonomia (caldrà anar reomplint sovint i quantitats més grans).

Les fustes dures (alzina, roure, olivera, etc) en canvi li costarà una mica més d'encendre (caldrà més temperatura a l'interior de la caldera) però un cop enceses donen més autonomia (caldrà anar reomplint menys sovint o quantitats més petites).

Això afectarà a la **velocitat d'alimentació** i **d'extracció de cendres**. També afectarà a l'aportació d'aire i a la temperatura d'ignició. El refractari ajuda a mantenir temperatura i pot servir per preescalfar aire.

**La fullaraca porta molta clorofil·la que generarà clorhídric i afectarà a la durabilitat dels components (bescanviadors Inox)**



## LA COMBUSTIÓ



**Veure vídeo**



**Veure vídeo**

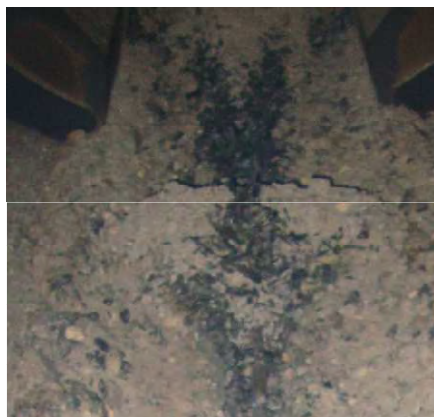
## LA COMBUSTIÓ

### MALA COMBUSTIÓ

Fum visible



Terrossos i carbó  
(cendres)



Quitrans



Mineralització



Mineralització i  
carbó



## LA COMBUSTIÓ

### Anàlisi de fums de la combustió

Ens permetrà veure com s'està realitzant la combustió i quins paràmetres cal millorar.



```

-----
      testo 330-1LL
V1.53      01720646/E
-----
Situación      15:47:25
13.01.2012
Combustible:   Made/Coque
O2ref.:        13.0%
CO2max:        20.0%
-----
135.0      °C Temp.Gas.com
550      ppm CO corregido
9.5      % O2
301      ppm CO
1.83      Lambda
10.95      % CO2
6.1      % qA
-----
mbar Tiro
20.7      °C TA
93.9      % REN
-----
ppm COamb
ppm CO2amb
-----
Número de opacidad -----
Promedio : -----
Oleod -----
  
```

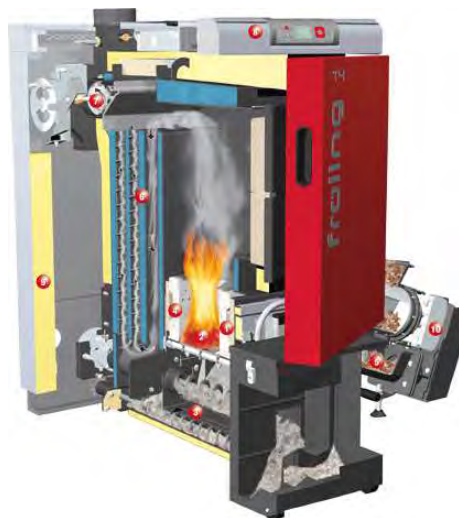
```

-----
      testo 330-1LL
V1.53      01720646/E
-----
Situación      16:02:11
13.01.2012
135.4      °C Temp.Gas.com
-.092      mbar Tiro
  
```

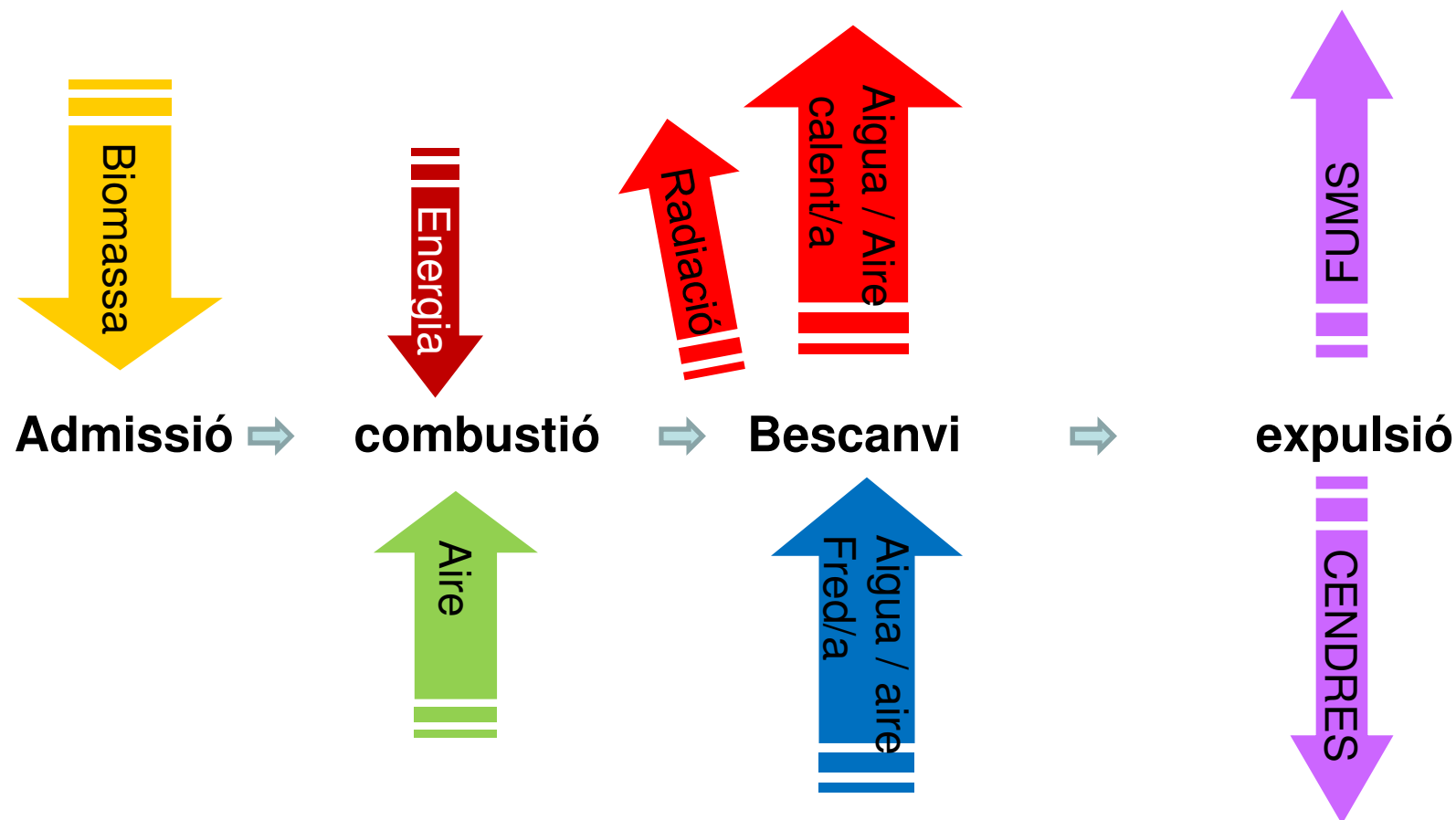




## 4.- Elecció dels equips generadors de calor.



## PROCÉS DE GENERACIÓ D'ENERGIA TÈRMICA



## EQUIPS DE GENERACIÓ D'ENERGIA TÈRMICA.



### **LLAR DE FOC**

Aparell de calefacció normalment obert.  
Disposa de sortida de fums.  
Radiació/convecció.

### **ESTUFA**

Aparell de calefacció tancat. Acostuma a  
tenir molt més rendiment que una  
combustió oberta. Més regulable.  
Pensat escalfar local a on està.



### **CALDERA o GRUP TÈRMIC**

Aparell de calefacció tancat, pensat per a escalfar un fluid  
(aigua o aire), centralitzat. Molt regulable.



## LLAR DE FOC.

*Combustible:* de llenya (també de pèl·let).

*Rang de potències:* de 7 a 14 kW (de 60 – 110m<sup>2</sup>); fins a 30kW aigua

*Rendiment:* 10-20% (obertes)

70-85% (tancades amb regulació aire)

*Funcionament:* per radiació, convecció aire o per aigua

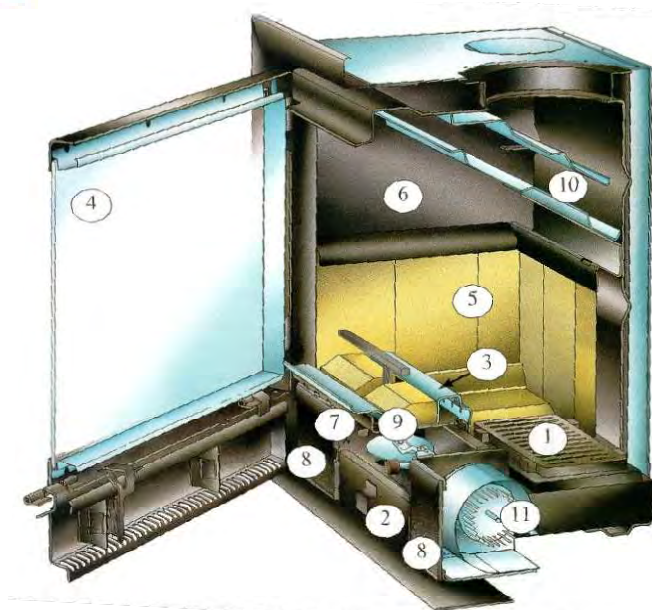
*Pot ser regulable* (amb termòstat pas aire/aigua)

És un mercat molt emergent.



## LLAR DE FOC (inserts).

*Funcionament:* per radiació i convecció aire  
*Regulable* (amb termòstat pas aire).  
Pot ser directe des de l'insertable o pot ser  
mitjançant xarxa conductes.





## LLAR DE FOC.

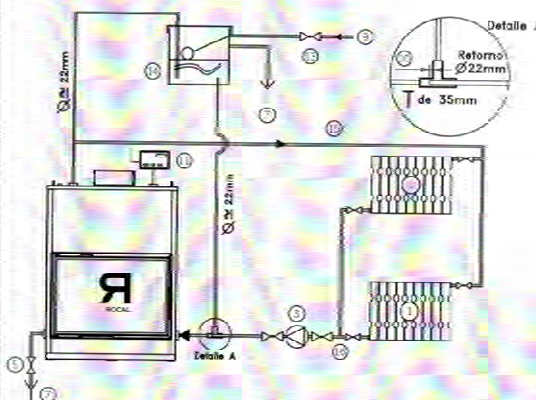
*Funcionament:* per radiació i radiadors aigua  
*Regulable* (amb termòstat pas aigua)



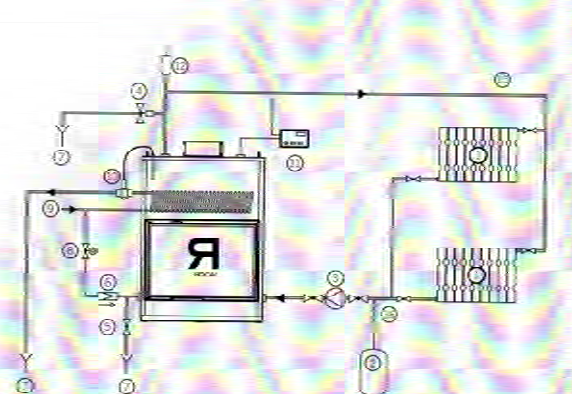
Font esquemes: Rocal Manufacturas

1. Radiadores. 2. Vaso de expansión cerrado. 3. Bomba de circulación. 4. Válvula seguridad 3 kg/cm<sup>2</sup>. 5. Vaciado circuito. 6. Válvula retención de llenado. 7. Rebosadero. 8. Válvula de llenado con indicador de presión del circuito. 9. Alimentación red hidrica. 10. Válvula descarga térmica. 11. Controlador electrónico: temperatura agua y bomba circulación. 12. Purgador automático. 13. Válvula llenado vaso de expansión. 14. Vaso de expansión abierto. 15. Tubería ida calefacción. 16. Tubería retorno calefacción.

Croquis hidráulico para circuito de agua abierto (L-N70A)



Croquis hidráulico para circuito de agua cerrado (L-N70C)



## ESTUFA.

**Combustible:** de llenya, de pèl·let o combinable.

**Rang de potències:** de 7 a 15 kW (de 60 – 120m<sup>2</sup>)

**Rendiment:** 80-90% (les eficients)

**Funcionament:** per radiació, aire o per aigua

**Regulable** (amb termòstat que engega ventilador /bomba)

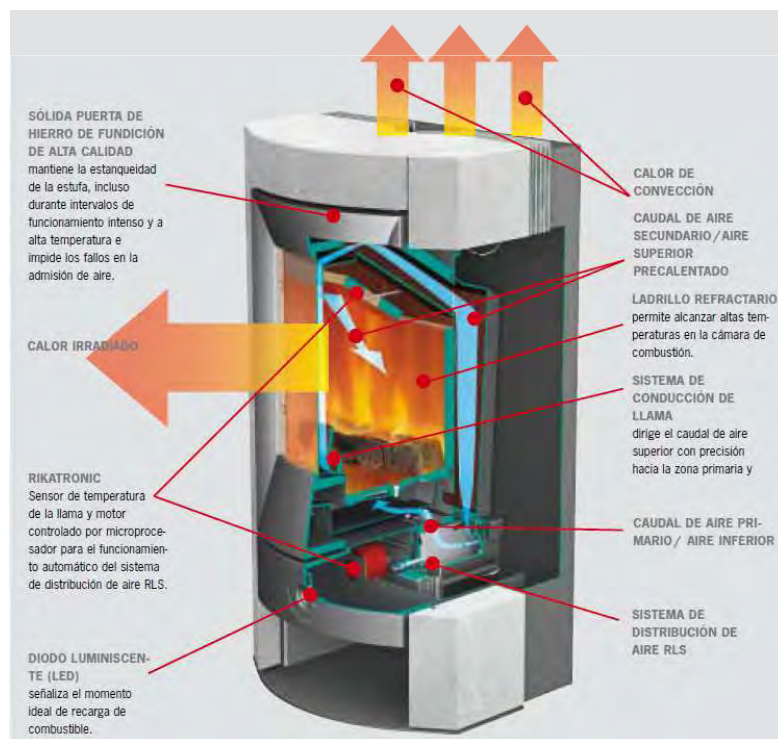
Estufa Llenya amb convecció forçada



Estufa Llenya amb convecció forçada



Estufa Llenya amb convecció forçada i forn

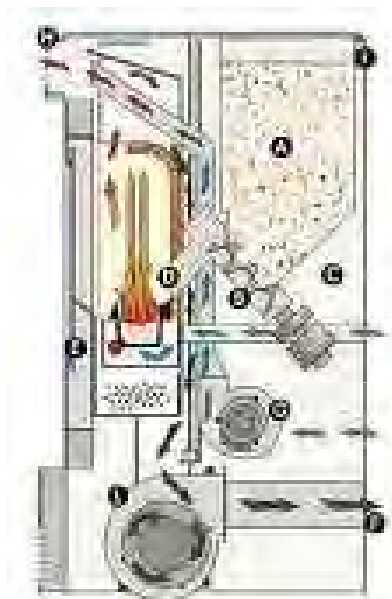


Font esquema: RIKA



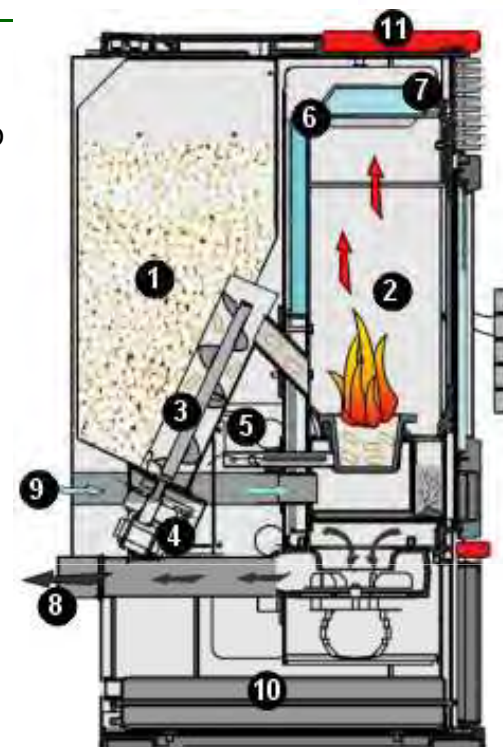
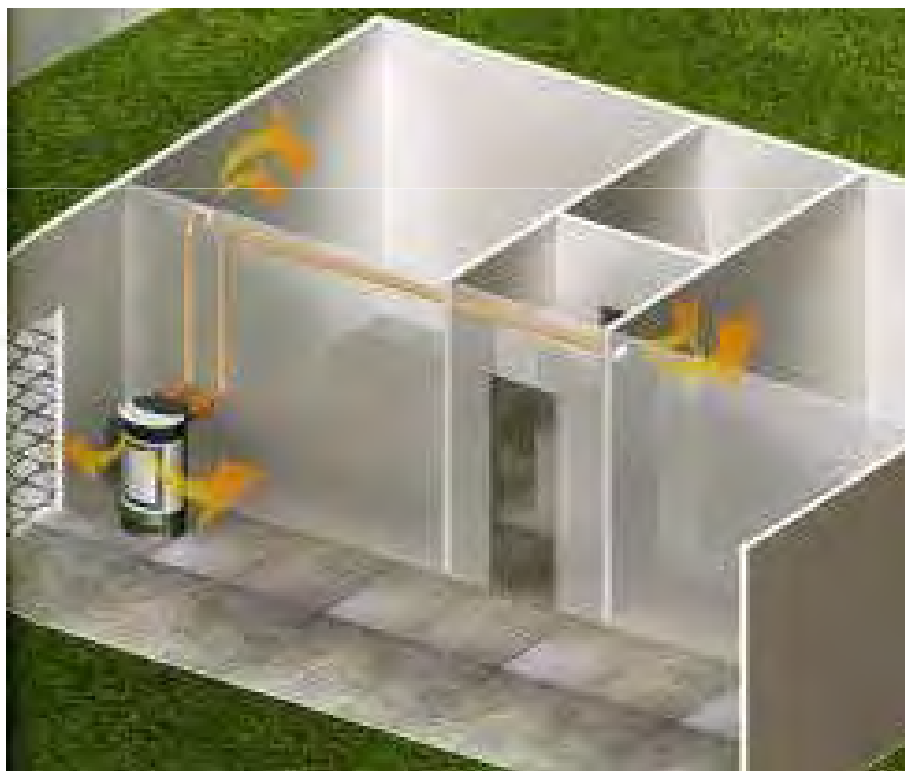
## ESTUFA.

Estufa de pèl·let amb  
convecció natural



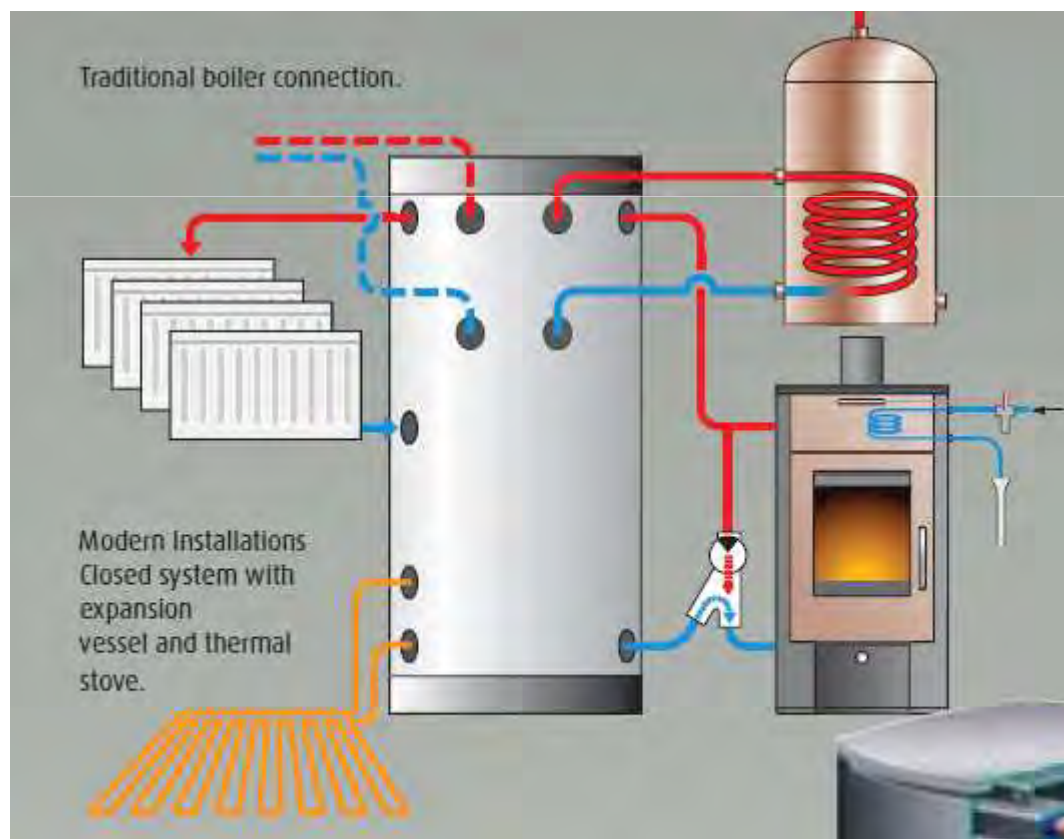
Estufa de pèl·let amb  
convecció forçada

Font imatges i esquemes: internet



## ESTUFA.

**Hidroestufa.** Estufa de pèl·let o llenya amb escalfament aigua



Font esquema: RIKa

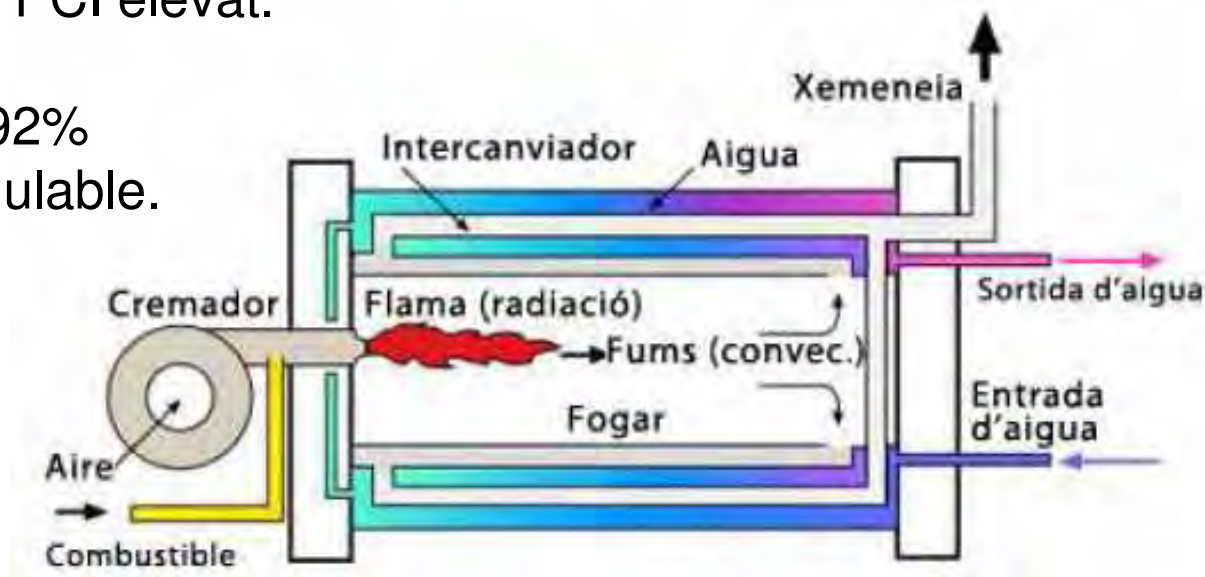
## CALDERA.

Aparell de calefacció tancat, pensat per a escalfar un fluid (aigua o aire) per a instal·lació centralitzada (una caldera per a un conjunt d'estances, edificis, etc)

### CALDERA DE GASOIL / GAS

- Combustible fàcil regular (líquid polvoritzat o gasós), normalitzat, amb PCI elevat.
- Pocs residus (sòlids).
- Rendiments superiors 92%
- Molt automatitzable/regulable.
- Engegada instantània.

**Volem el mateix  
servei per la  
biomassa**



## **CLASSIFICACIÓ TIPUS DE CALDERES**

### **MANUAL / SEMI-AUTOMÀTICA / AUTOMÀTICA**

Alimentació combustible, encesa, control combustió, control extracció (lambda), neteja cremador i recollida cendra, extracció cendra, neteja bescanviadors.

### **PER TIPUS COMBUSTIBLE**

Pèl·let, combustible granulat, estella (biomassa residual), llenya/briquetes, serradures i flocs.

### **SEGONS FUNCIONAMENT**

Tot/res, passos de potència, modulant

### **SEGONS INTERCANVI**

Normal, baixa temperatura i condensació.  
Horitzontal / vertical



## SISTEMES O PARTS DE LA CALDERA DE BIOMASSA.

### ALIMENTACIÓ (Manual / automàtica)

**Alimentació automàtica** del combustible acostuma a fer-se per un sense fi rígid que va dosificant el combustible des del dispositiu antiretorn de flama fins a la cambra de combustió.

Vàlvules de sobretemperatura, sondes de temperatura i sensors de depressió

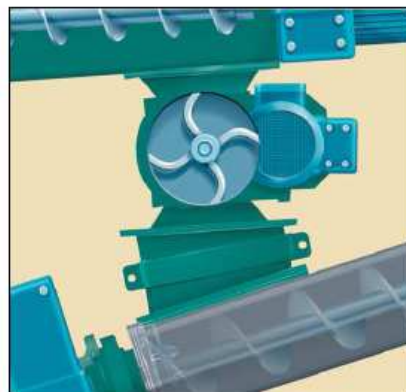
### Alguns dispositius antiretorn de flama

Rotativa



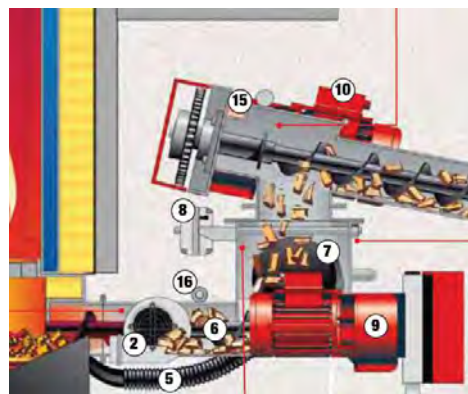
Font: hargassner

Rotativa



Font: heizomat

Clapeta



Font: hargassner

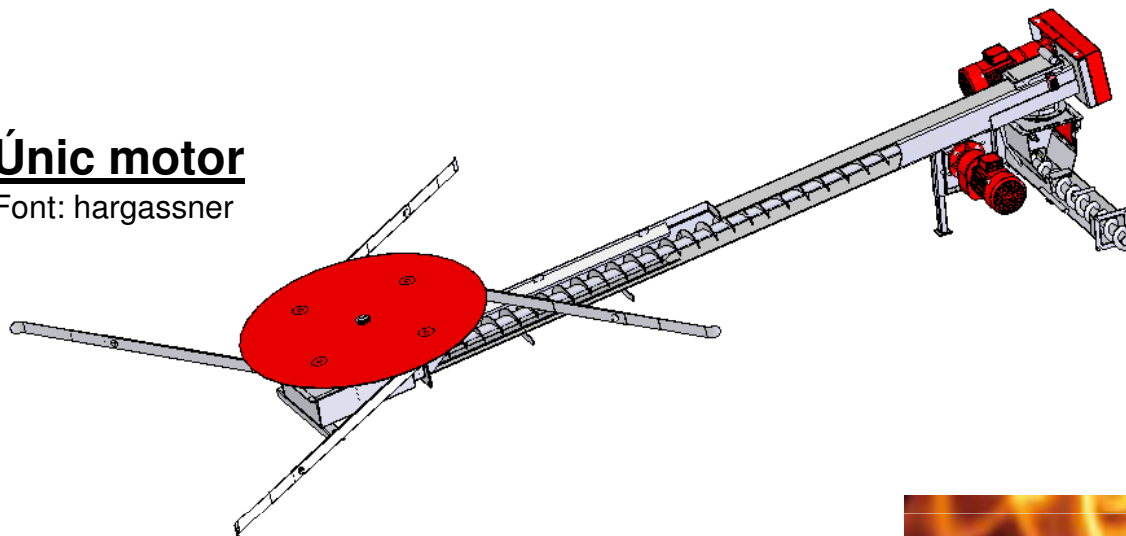
Tub termoretràctil



Font: lasian

## Únic motor

Font: hargassner

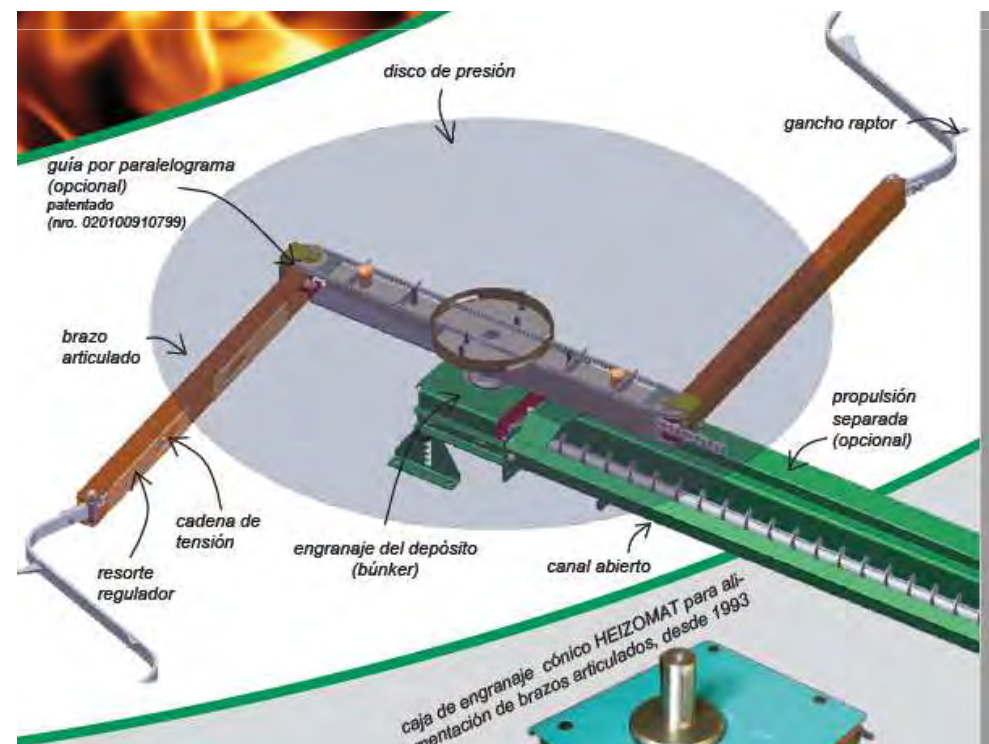
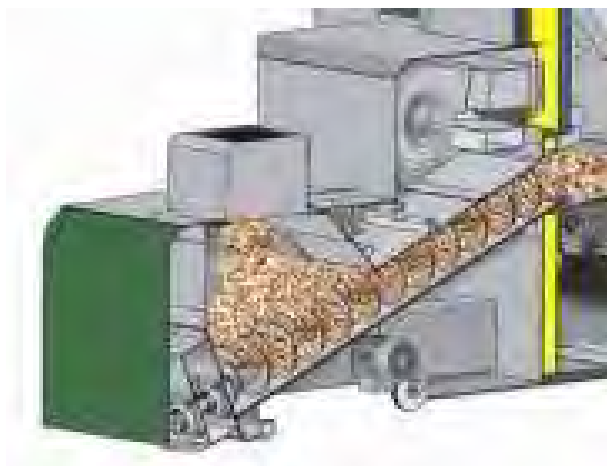


## Dos motors amb dipòsit pulmó

Font: heizomat

## Dipòsit Pulmó

Font: Herz (Termosun)





## SISTEMES O PARTS DE LA CALDERA DE BIOMASSA.

### ENCESA (Manual / per brases / automàtica)

**Encesa manual:** en calderes de llenya o senzilles (biocombustible, llenya petita, paper, encesa amb misto i avivament foc).

**Encesa per brases:** en lloc d'aturar-se completament, algunes calderes mantenen automàticament les brases (alimentant i aportant aire) de manera que quan hi ha demanda no cal encendre-les manualment (només la primera vegada o en cas de fallada). Útil per a períodes curts de no funcionament (en cas contrari el consum pot ser important i les brases és mala combustió).

**Encesa automàtica:** Encenen el cremador automàticament. Permeten treballar aturant la caldera en períodes d'inactivitat (estiu).

- Per resistència elèctrica estratègicament situada.
- Per bufador (aire molt calent que gasifica i encén el gas).

La caldera sabrà que s'ha encès si en un període de temps, la temperatura de fums ha superat la de l'aigua, en base a nivell O2 residual i en base a increment de temperatura. Alguns cremadors tenen fotocèl·lula.

**En cas encesa fallada, no obrir porta caldera. Perill deflagració.**



Font: Leister Triac Economy  
Consum: 1000-1600W  
Temp. 250-600°C  
Cabal: 230 l/min



## SISTEMES O PARTS DE LA CALDERA DE BIOMASSA.

### NETEJA BESCANVIADORS (Manual / semiautomàtica/ automàtica)

**Neteja manual:** Cal usar un raspall i netejar tots els bescanviadors (un cop setmana segons ús i combustible emprat).

**Neteja semimanual:** el bescanviador disposa de turbuladors que a més de millorar el bescanvi, per fricció netegen el sutge que s'agafa a les parets del bescanviador. L'accionament d'aquesta neteja acostuma a fer-se amb una palanca o manivela que es pot automatitzar.

**Neteja automàtica:** És el sistema més eficient. Periòdicament (o en funció del funcionament) s'acciona la neteja dels bescanviadors.

- Puja i baixa turbuladors (en bescanviadors verticals).
- fa girar unes ganivetes (en bescanviadors verticals).
- Fa girar els visos sense fi (en bescanviadors horitzontals).
- Fa actuar sistema d'aire comprimit (menys efectiu amb els quitrans i incrustacions)



Bescanviadors aquatubular de neteja manual sense manteniment

Font: SUNO Enginyeria de Serveis Energètics

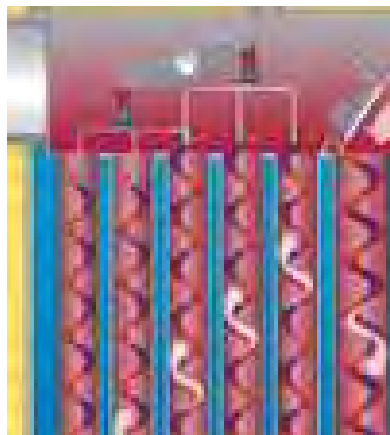
## SISTEMES O PARTS DE LA CALDERA DE BIOMASSA.

### NETEJA BESCOANVIADORS (Manual / semiautomàtica/ automàtica)

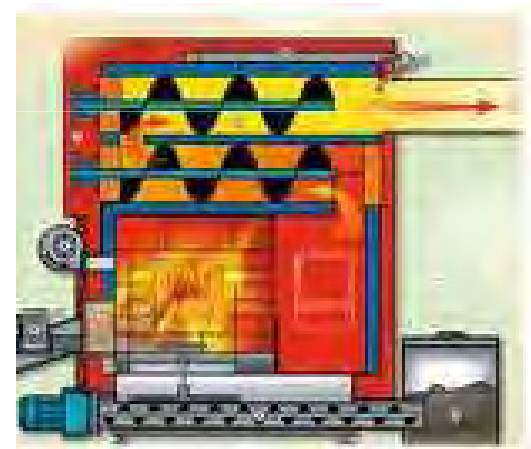
#### Neteja automàtica:



Neteja aire comprimit  
Font: Gilles



Neteja moviment turbuladors  
Font: Hargassner



Neteja moviment visos sense fi  
Font: Heizomat

## SISTEMES O PARTS DE LA CALDERA DE BIOMASSA.

### NETEJA CREMADOR / BUIDAT (Manual / automàtica)

**Neteja manual:** Cal usar un raspall o rascador i netejar periòdicament el cremador per a evitar que la sorra, impureses i cendres puguin obstruir l'alimentació i l'aire primari.

**Neteja automàtica:** Periòdicament (o en funció del funcionament) s'acciona la neteja del cremador.

- Pressió combustible desplaça les cendres i evita solidificacions (no sempre efectiu)
- Trapes mòbils (guillotina) que freguen contra un raspador fix.
- Graelles basculants que buiden les cendres.
- Vibradors (sacsegen el cremador evitant que s'adhereixin).
- en les graelles mòbils el moviment entre peces neteja el cremador.



Font: SUNO Enginyeria de Serveis Energètics

## SISTEMES O PARTS DE LA CALDERA DE BIOMASSA.

### CREMADORS METÀL·LICS O AMB REFRACTARI

El refractari permet donar durabilitat a la zona de cremadors (especialment quan hi ha altes temperatures) a més de mantenir la temperatura reduint engegades i millorant la combustió. Inconvenient: Cost.



Cremador estufa de pèl·let



Aro cremador caldera 500kW



Cremador amb refractari  
caldera 100kW

Font: SUNO Enginyeria de Serveis Energètics

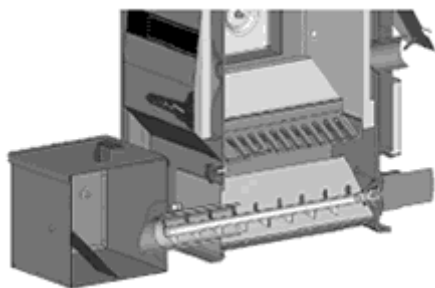


## SISTEMES O PARTS DE LA CALDERA DE BIOMASSA.

### RECOLLIDA DE CENDRA (Manual / automàtica)

**Recollida manual:** Periòdicament (en funció ús) cal treure les cendres i netejar la zona a on es dipositen les cendres (entre un 1-3% del volum combustible).

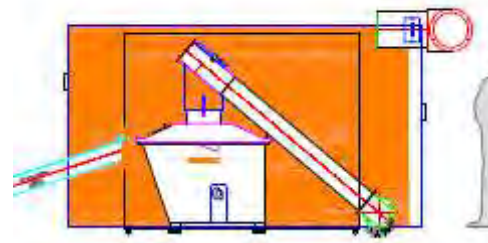
**Recollida automàtica:** mitjançant diversos visos sense fins s'extreuen les cendres de la cambra de combustió i de la neteja de bescanviadors fins a un dipòsit exterior. En alguns casos de molt consum, es poden transportar fins a contenidors.



Recollida cendres  
Font: ATMOS



Recollida cendres 240 l.  
Font: Hargassner



Recollida cendres 900 l.  
Font: Heizomat

## SISTEMES O PARTS DE LA CALDERA DE BIOMASSA.

### APORTACIÓ D'AIRE (Manual / automàtica)

**Regulació manual:** disposen de diverses pletines que permeten obrir o tancar el pas d'aire de manera manual. En funció del tiratge que tingui la caldera aportarà més o menys cabal d'aire.

**Regulació per Extractor de tir forçat:** Permet regular el tiratge en funció de diversos paràmetres. Pot disposar de clapetes de pas d'aire fixes o mòbils.

**Regulació d'aire primari secundari i de depressió:** disposa de ventiladors de velocitat variable (o clapetes motoritzades) per a aportar l'aire primari (base graella), secundari i terciari (millorar combustió) i extractor de velocitat variable.

**Sensors cabal aire:** permet regulació precisa del cabal d'aire en cada un dels ventiladors



## SISTEMES O PARTS DE LA CALDERA DE BIOMASSA.

### CONTROL CREMADORS (Tot o res / etapes potència / modulants)

**Tot o res:** El sistema engega tot quan hi ha demanda i s'atura quan no n'hi ha. N'hi ha que mantenen brases quan no hi ha demanda. L'aportació d'aire és constant i l'aportació de material es fa per temps aportació/temps espera. Són econòmics però tenen baixa eficiència.

**Per etapes:** Poden tenir encesa automàtica i tenen programats diferents cicles de funcionament (encesa, manteniment brasa, potència 1, 2, 3...6, etc). En cada cas es configura l'aportació aire, temps d'alimentació combustible i temps espera combustible. Segons diferencial temperatura consigna i real, es posen en una o altra etapa. Millor rendiment i menys neteges (degudes a temps inactivitat).

**Modulant:** no salta d'una etapa a altra en valors fixos sinó que va variant en funció de la temperatura, del tipus de combustible i de l'aire residual (sonda lambda). Molt rendiment i bon comportament del conjunt.



## SISTEMES O PARTS DE LA CALDERA DE BIOMASSA.

### REGULACIÓ PER TEMPERATURA CALDERA

La caldera té una temperatura de consigna i anirà ajustant el mode de funcionament en funció de la distància entre la seva temperatura de fluid i la temperatura de consigna.

Aquesta temperatura de consigna pot ser fixe o pot ser variable (en funció de les càrregues).

### REGULACIÓ PER TEMPERATURA DE FUMS

La caldera anirà mirant la temperatura de fums i la relació respecte a la temperatura del fluid per tal d'identificar el seu estat de funcionament (encesa, apagat, escalfant, sobretemperatura, error).

## SISTEMES O PARTS DE LA CALDERA DE BIOMASSA.

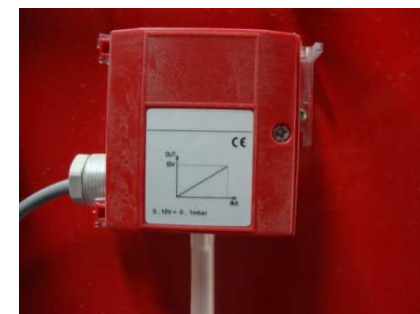
### REGULACIÓ PER SONDA LAMBDA

**Sonda Lambda:** Mesura l'oxigen residual després de la combustió (l'excés d'oxigen). Les calderes amb regulació per sonda lambda poden modificar l'aportació d'aire secundari en funció de com s'estigui realitzant la combustió.



### REGULACIÓ PER DEPRESSIÓ

**Sensor de depressió:** Mesura la depressió a la cambra de combustió i permet regular el extractor de fums i fins i tot aturar la caldera en cas de sobrepressió.



### REGULACIÓ PER TEMPERATURA COMBUSTIÓ

**Sensor de temperatura de combustió:** Mesura la temperatura dins la càmera de combustió i pot reduir alimentació en temps elevades o recircular fums.

## SISTEMES O PARTS DE LA CALDERA DE BIOMASSA.

### RECIRCULACIÓ DE FUMS

**Biomasses excessivament seques:** Temperatura de la cambra de combustió augmenta molt (desgast components i aparició NOx, possible reducció potència).

→ **Injecció d'una part dels fums a la zona secundària** (reduint temperatura sense afectar significativament l'equilibri d'oxigen).

**Biomasses excessivament Humides:** Temperatura de la cambra de combustió disminueix molt (sobrealimentació, incremats, fums amb molt vapor)

→ **Injecció d'una part dels fums a la zona primària** (assecant estella, evitant desgast ja que no s'aporta excés oxigen).



## **CLASSIFICACIÓ TIPUS DE CALDERES**

### **MANUAL / SEMI-AUTOMÀTICA / AUTOMÀTICA**

Alimentació combustible, encesa, control combustió, control extracció (lambda), neteja cremador i recollida cendra, extracció cendra, neteja bescanviadors.

### **PER TIPUS COMBUSTIBLE**

Pèl·let, combustible granulat, estella (biomassa residual), llenya/briquetes, serradures i flocs.

### **SEGONS FUNCIONAMENT**

Tot/res, passos de potència, modulant

### **SEGONS INTERCANVI**

Normal, baixa temperatura i condensació.  
Horitzontal / vertical

## CALDERA DE PÈL·LET (automàtica)

*Combustible:* pèl·let

*Caldera modulant* (30%-100%)

*Rendiment:* 95%

*Enggada* automàtica.

*Alimentació* per cascada lateral

Aire primari, secundari i

Extracció de fums regulats.

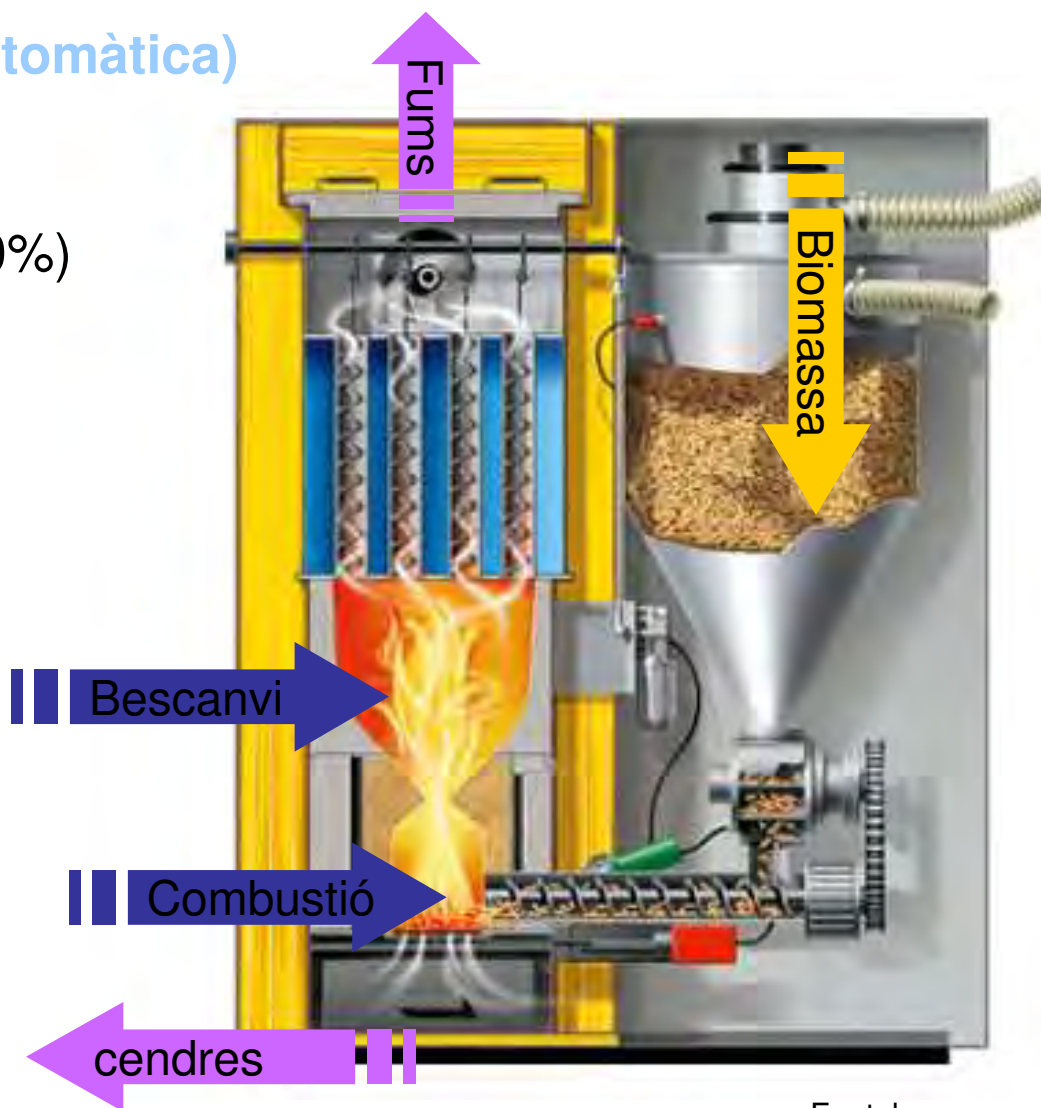
*Buidat cendres* clapeta

lliscant.

*Bescanviadors* verticals  
(turbuladors).

*Neteja* automàtica.

*Recollida cendres*  
automàtica.



Font: hargassner

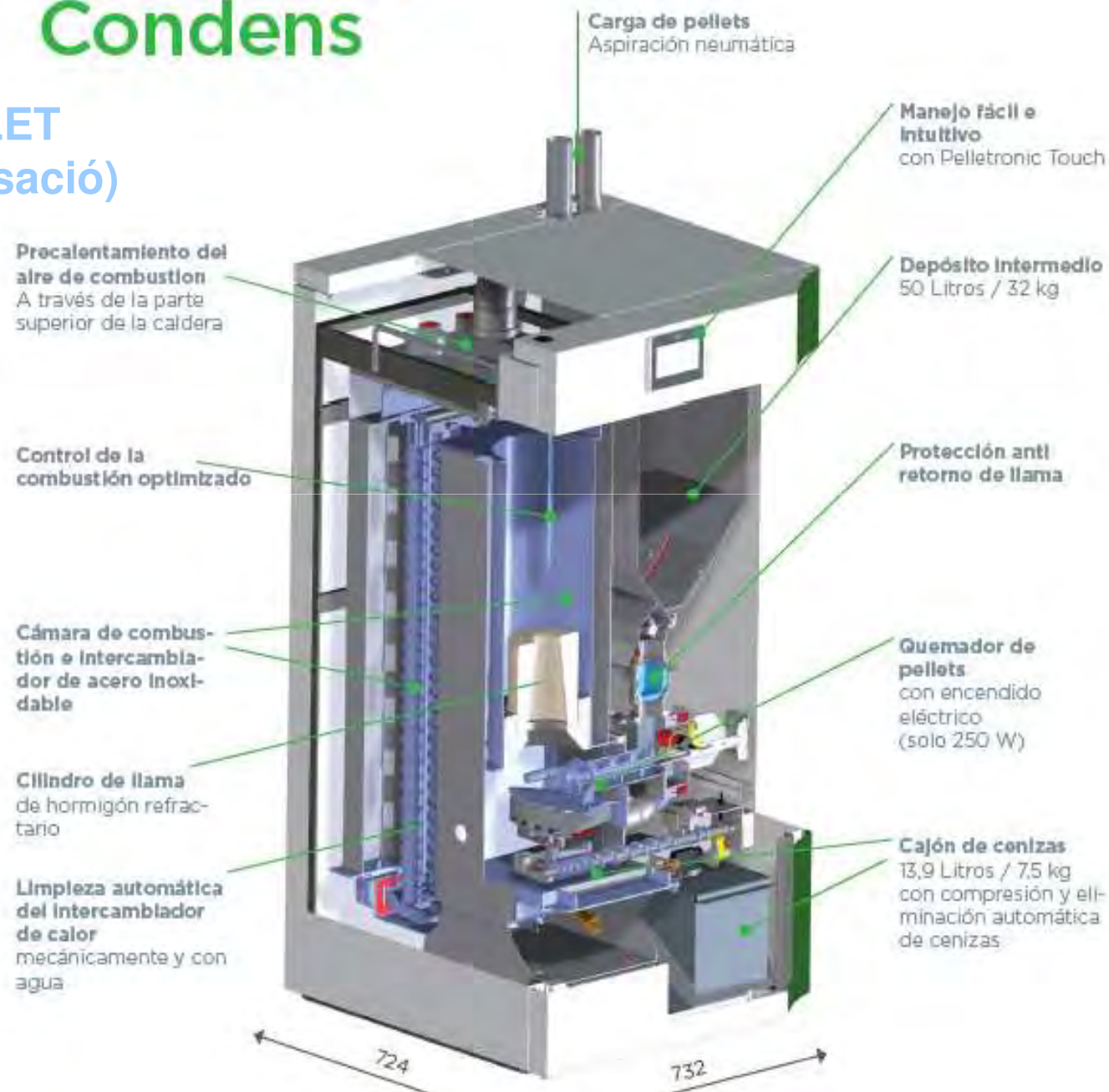




# Pellematic Condens

Font: OKOFEN

## CALDERA DE PÈL·LET (automàtica condensació)



## CALDERA PÈL·LET I ESTELLA (automàtica)

*Combustible:* pèl·let i estella normalitzat.

*Caldera modulant* (25%-100%)

*Rendiment:* 92%

*Alimentació* per aflorament.

Aire primari i secundari  
regulat per  $\lambda$ .

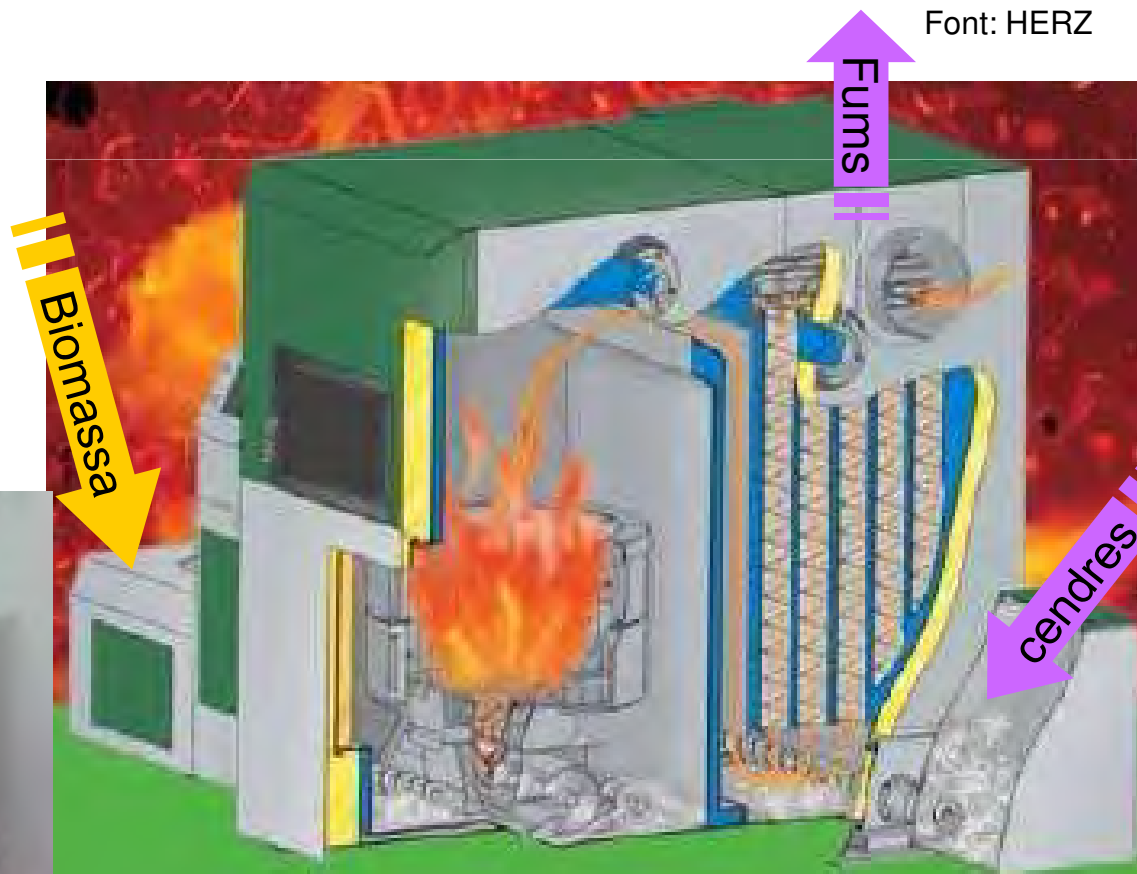
*Buidat cendres:* Vibració.

*Bescanviadors* verticals.

*Neteja* automàtica.

*Recollida* cendres  
automàtica.

**Ciclo fums.**



Font: HERZ

## CALDERA PÈL·LET I ESTELLA (automàtica)

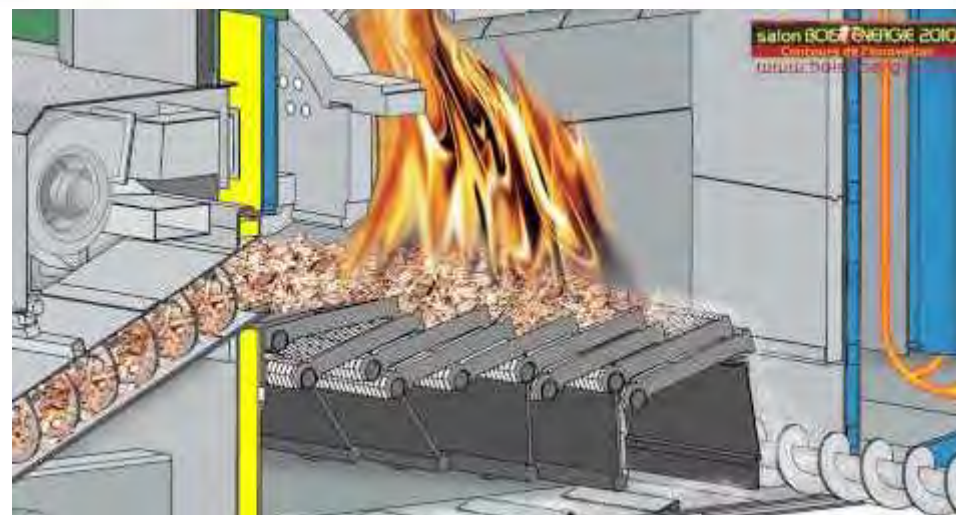






*cremador:* Graella mòbil.

Font: HERZ



## CALDERA ESTELLA (automàtica)

*Combustible:* pèl·let i estella variable.

Caldera modulant (30%-100%)

*Rendiment:* 92%

*Alimentació* per cascada.

*Aire primari , secundar i terciari* regulat per lambda i preescalfats.

*Buidat cendres i cremador:*

Graella mòbil.

*Bescanviadors* verticals

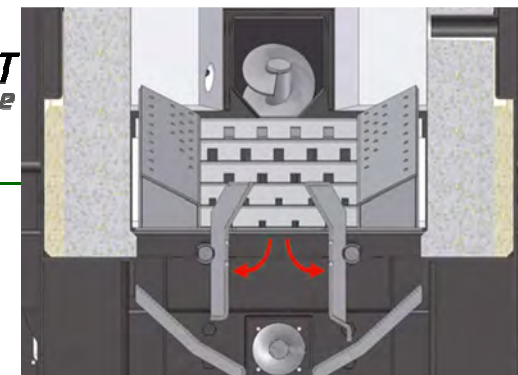
*Neteja* automàtica.

*Recollida* cendres automàtica.

**No requereix cicló.**

**Humitats fins 50% amb recirculació de fums**





## CALDERA PÈL·LET I ESTELLA (automàtica)

*Combustible:* estella i pèl·let.

Caldera modulant (30%-100%)

*Rendiment:* 95%

*Alimentació* per cascada.

*Aire primari , secundar i terciari* regulat per lambda i preescalfats.

*Buidat cendres i cremador:*

Graella escalonada fixe amb final mòbil.

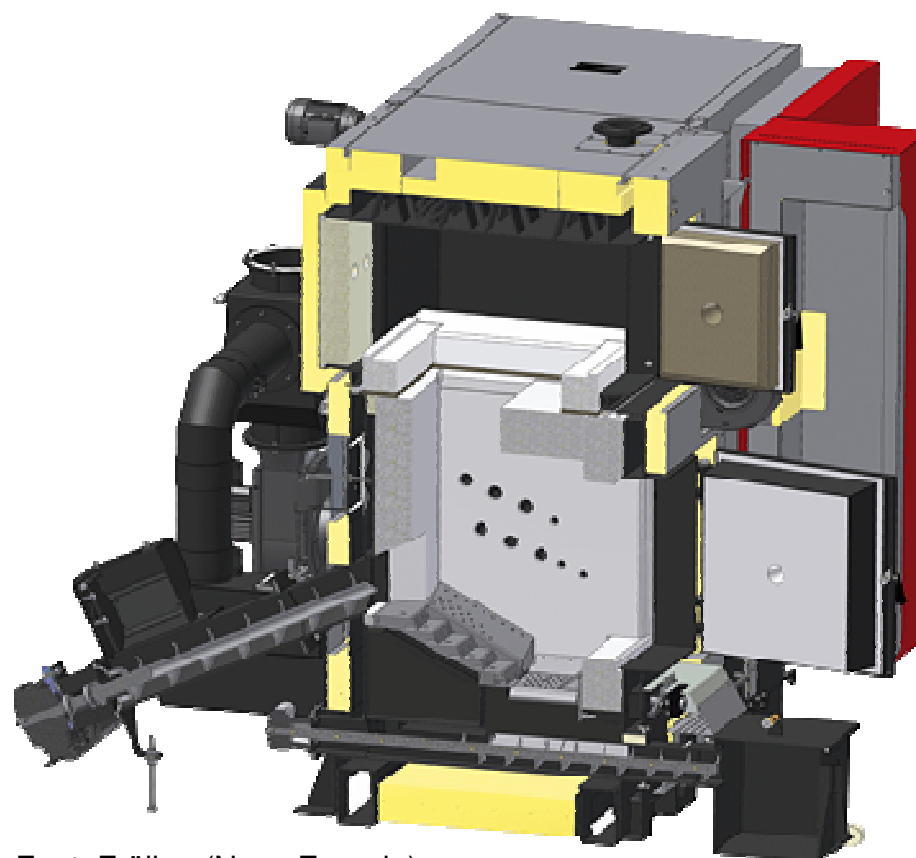
*Bescanviadors* verticals

*Neteja* automàtica.

*Recollida* cendres automàtica.

**No requereix cicló.**

**Humitats fins 50% amb recirculació de fums**



Font: Fröling (Nova Energia)





## CALDERA ESTELLA (automàtica)

*Combustible:* estella i pèl·let

*Caldera modulant* (30%-100%)

*Rendiment:* 95%

*Engegada* automàtica.

*Alimentació* per cascada

*Aire primari, secundari i terciari*  
(preescalfats i regulats)

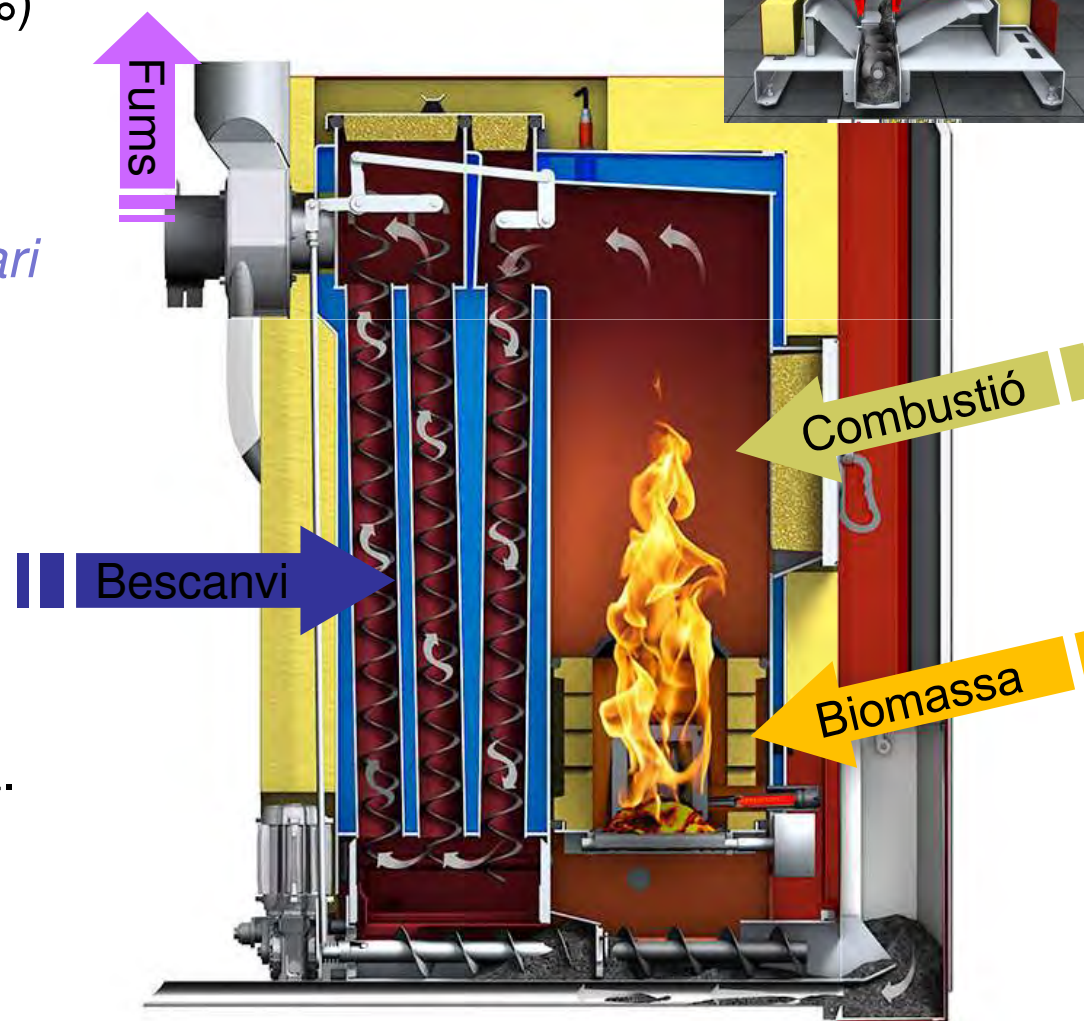
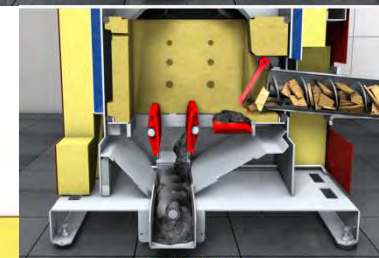
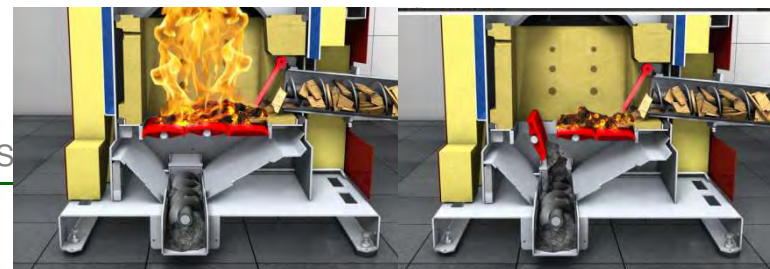
*Extracció de fums* regulada.

*Buidat cendres i cremador*  
graella giratòria.

*Bescanviadors* verticals  
(turbuladors).

*Neteja* automàtica.

*Recollida cendres* automàtica.



## CALDERA POLICOMBUSTIBLE (Manual)

Font: diversos internet

*Combustible:* policombustible.

*Caldera modulant* (25%-100%)

*Rendiment:* 80-85% (en funció manteniment)

*Alimentació* per cascada.

Aire primari forçat o natural.

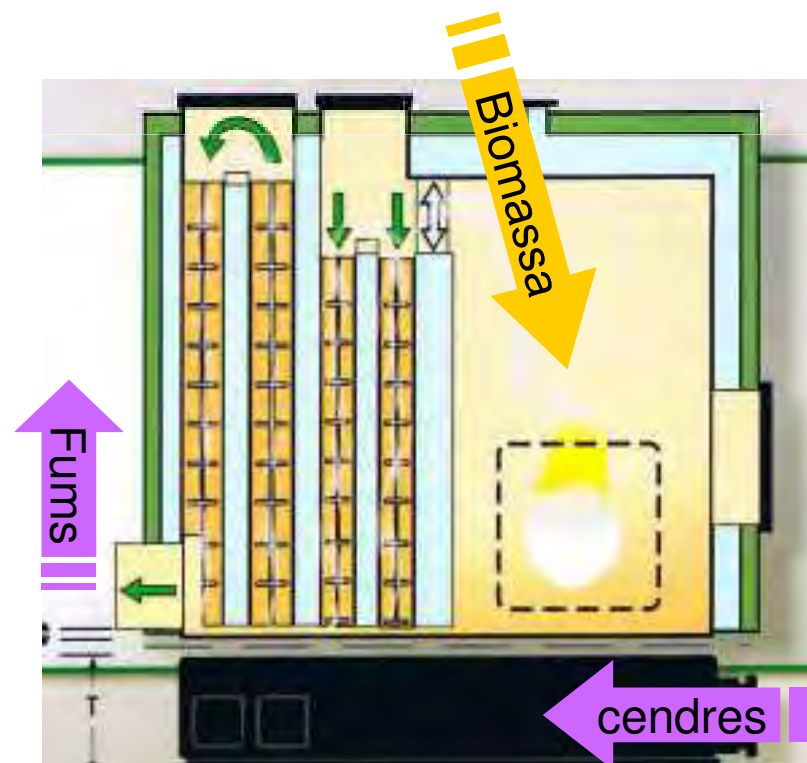
*Combustió* no controlada (no  $\lambda$ )

*Buidat cendres:* Gravetat.

*Bescanviadors* verticals.

*Neteja* manual (setmanal).

*Recollida* cendres manual.





## CALDERA PÈL·LET AIRE

*Combustible:* Pèl·let

*Caldera* modulant

*Rendiment:* cremador 91%

*Alimentació* automàtica

*Encesa* automàtica

*Aire primari* regulat

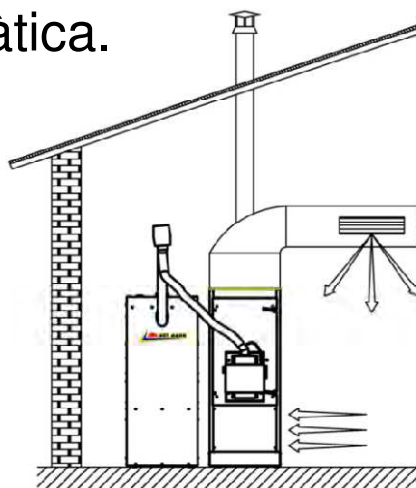
*Buidat cendres:* gravetat.

*Bescanviadors* horitzontals.

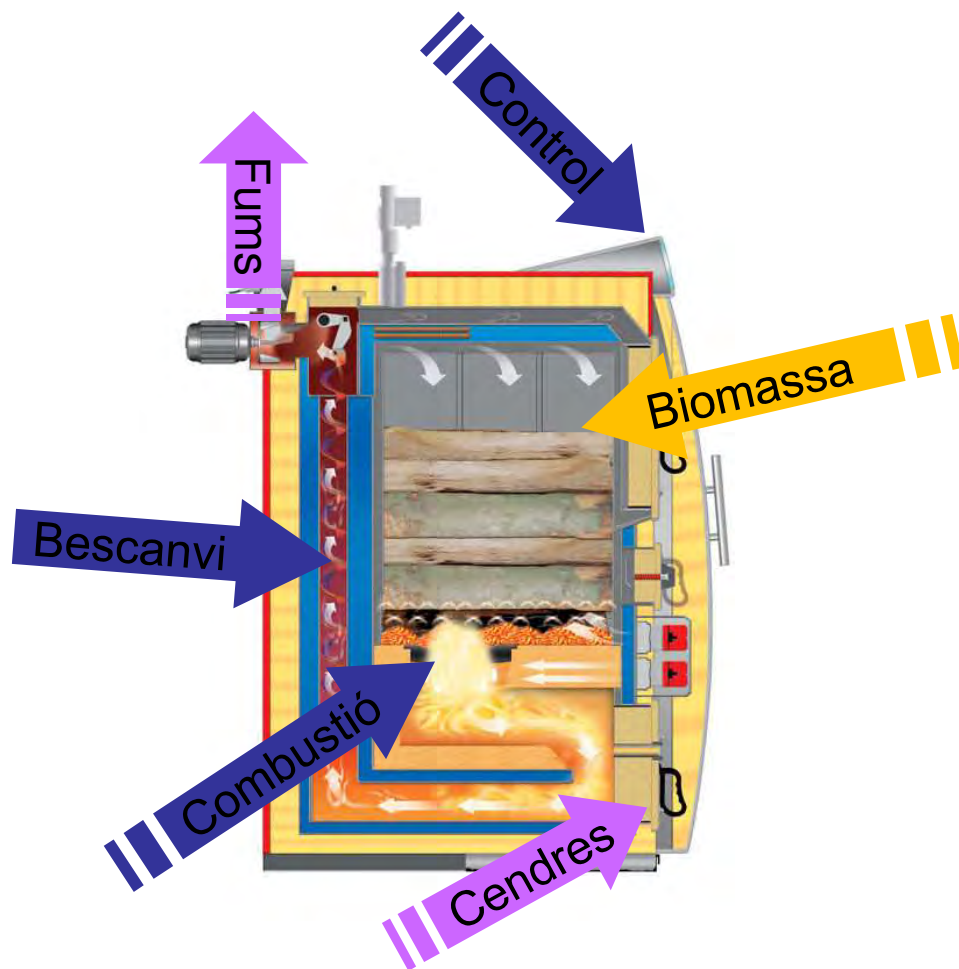
*Neteja* manual.

*Recollida cendres* automàtica.

Font imatges: Biomcat i  
Metmann



## CALDERA DE LLENYA SEMIAUTOMÀTICA (o de flama invertida)



*Combustible:* Llenya o briqueta 50cm

Caldera càrrega tota i parcial

*Rendiment:* 92%

*Alimentació* manual (5-10h).

*Aire primari i secundari* regulat per lambda amb clapetes i extractor de fums.

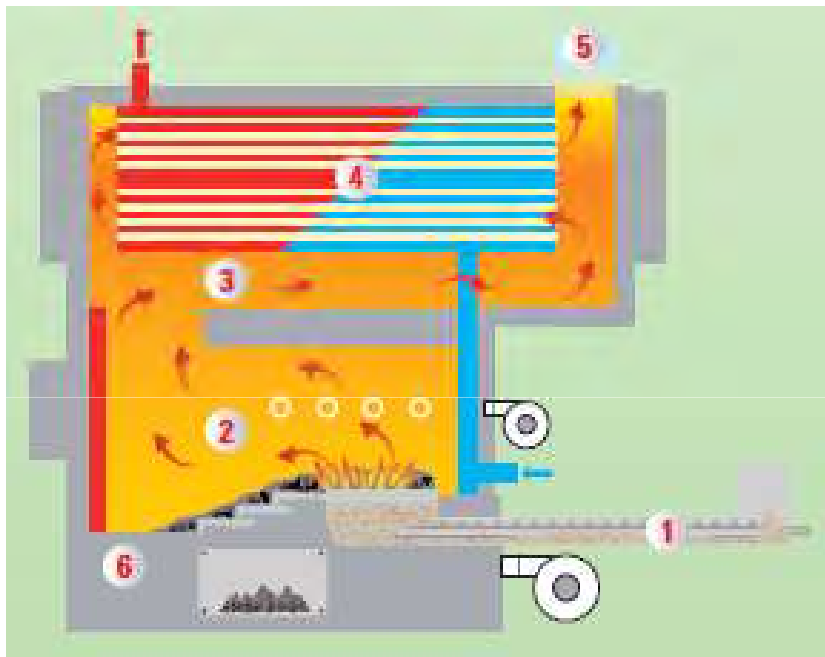
*Buidat cendres:* manual gravetat.

*Bescanviadors* verticals.

*Neteja* automàtica.

*Recollida cendres* manual.

## CALDERES INDUSTRIALS DE VAPOR O OLIS TÈRMICS



*Combustible:* variable  
*Caldera* modulant (30%-100%)  
*Rendiment:* 85-92%  
*Alimentació* automàtica

*Aire primari, secundari i terciari*  
regulat per  $\lambda$ .

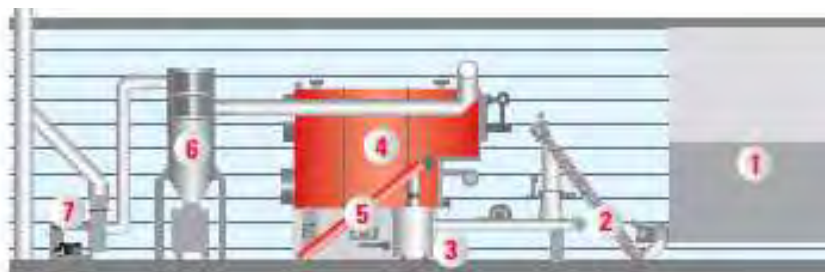
*Buidat cendres:* gravetat.

*Bescanviadors* Horitzontals / verticals.

*Neteja* automàtica aire comprimit.

*Recollida cendres* automàtica.

Cicló.



## CREMADORS AUTÒNOMS PER A ADAPTAR A CALDERES



Font: Attack. Heat  
Technology Producer

Es poden adaptar a calderes amb cremadors externs amb portes d'accés a la cambra de combustió.

La caldera ha de disposar d'unes dimensions mínimes.

L'eficiència del conjunt no és igual que en el cas d'una caldera pensada per a biomassa.



Font: Termocabi





## CONCLUSIONS

Existeixen dos grans grups de calderes molt lligats al preu d'adquisició de les mateixes:

- Les poc automàtiques, amb cos del cremador d'acer, rendiment superior al 80% (en funció del manteniment), cal parametritzar canvi de combustible.
- Les totalment automàtiques, amb cos cremador de refractari, rendiments molt alts. No requereixen pràcticament intervenció.

En funció de l'aplicació i del client cal veure quina caldera encaixarà millor. **Si volem garantir costos d'explotació, fiabilitat, durabilitat i emissions, cal anar a les totalment automàtiques.**

**En general no hi ha calderes dolentes, hi ha calderes no apropiades al client.**



## CONCLUSIONS

Compte però amb les actuacions manuals (una caldera hauria de durar més de 15 anys (més de 30 les d'alta gama) i el compromís és important.

No recomano calderes la neteja dels bescanviadors de les quals no sigui semiautomàtica o automàtica (cal netejar-los cada 2-7 dies en funció ús).

Una caldera **desatesa és un fracàs** (mala combustió, rendiment baix, mal servei, sobreconsum, fallades en components, etc).

## CONCLUSIONS

La combustió de pèl·let, degut a la regularitat del combustible i característiques, és més simple que la combustió d'estella o altres subproductes. El mercat de calderes de pèl·let és molt gran.

Per calderes d'estella, es molt recomanable que siguin *totalment automàtiques* i que disposin de control amb *sonda lambda*. Si l'estella serà molt variable, és recomanable que disposin de cremador de *graella mòbil*.

Les calderes de cos calent es recomanen només per aplicacions de consum continu, sinó el sobreconsum en estacionari pot rondar el 20-30%.

## CONCLUSIONS

En el sectors que requereixen fiabilitat del servei, es molt important que les calderes siguin totalment automàtiques i que disposin de sistemes de monitorització i seguiment.

És important tenir present els **serveis tècnics**. Moltes comercialitzadores no en disposen a prop, i a la biomassa se li exigirà un servei igual o superior al de la resta de combustibles.

## CONCLUSIÓ

*En el moment d'escollir una caldera haurem de tenir present:*

- Potència.
- Si és manual, semiautomàtica o automàtica.
- Tipus de combustible admès.
- Sistema de modulació.
- Rendiment al 30% i al 100%.
- Sistema d'encesa.
- Si la combustió és regulada (secundari, lambda i extracció).
- Sistema d'intercanvi.
- Sistema de neteja intercanviadors.
- Sistema de recollida de cendres.

### - Dimensions

*Aïllament carcassa.*

*Volum aigua.*

*Sistema alimentació.*

*Garanties.*

*Marca i Servei tècnic.*

# MOLTES GRÀCIES PER LA VOSTRA ATENCIÓ

8 de maig de 2018



JOAN OLIVER CASANELLAS

Enginyer Industrial

SUNO Enginyeria de Serveis Energètics SCCLP

E-mail: joan@suno.cat