

Biomassa forestal: Instal·lacions i usuaris finals



Objectiu: aportar coneixements generals a propietaris forestals i estudiants per millorar la utilització de biomassa en la producció d'energia

ÍNDEX

1	Tecnologies de transformació	1
2	Aplicacions generals (1)	2
2.1	Generació d'energia tèrmica	2
2.2	Generació de energia elèctrica	2
2.3	Cogeneració	2
2.4	Trigeneració	3
3	Tipus de calderes de biomassa (2)	4
3.1	Calderes de leña	6
3.2	Calderes de pèl·lets	8
3.3	Calderes d'astella	10
4	Implicacions per a cada tipus d'instal·lació (1)	12
4.1	Mida de la instal·lació	12
4.2	Variació estacional de la demanda	13
4.3	Garantia de subministrament	13
4.4	Requisits	13
4.5	Xarxa de sumministrament	14
5	Elecció d'una caldera	15



1 Tecnologies de transformació

Els mètodes de transformació de la biomassa en energia es basen en la utilització de calor com a font de conversió. Els principals processos són la combustió, la gasificació i la piròlisi.

- **Combustió:** És el tipus de conversió energètica més emprat (estufes, llars, calderes), on s'aprofita directament la calor generada a la cambra de combustió i en els gasos d'escapament, que surten amb altes temperatures. Suposa l'oxidació completa de la biomassa a altes temperatures (800-1000 °C).
- **Gasificació:** Tecnologia per aprofitar el gas produït (syngas) com a combustible. Aquest gas pot emprar-se en diverses instal·lacions per generar calor i / o electricitat. Suposa una combustió incompleta a altes temperatures (700 - 1200 °C) en presència de poc oxigen. El principal avantatge de la gasificació és l'obtenció d'un combustible versàtil (syngas) que pot ser utilitzat en equips dissenyats per a gas o gasoil, substituint completament o parcialment als combustibles fòssils convencionals.
- **Piròlisi:** Tecnologia per aprofitar els possibles productes generats a partir d'un biomassa. El ràtio de productes generats depèn de la velocitat i durada del procés de piròlisi. És a dir, segons les condicions de l'operació es pot obtenir més carbó, o més líquid, o més gas. Suposa una combustió incompleta a baixes temperatures (400-600 °C) en absència d'oxigen. Per exemple, és el sistema emprat per a l'obtenció de carbó.

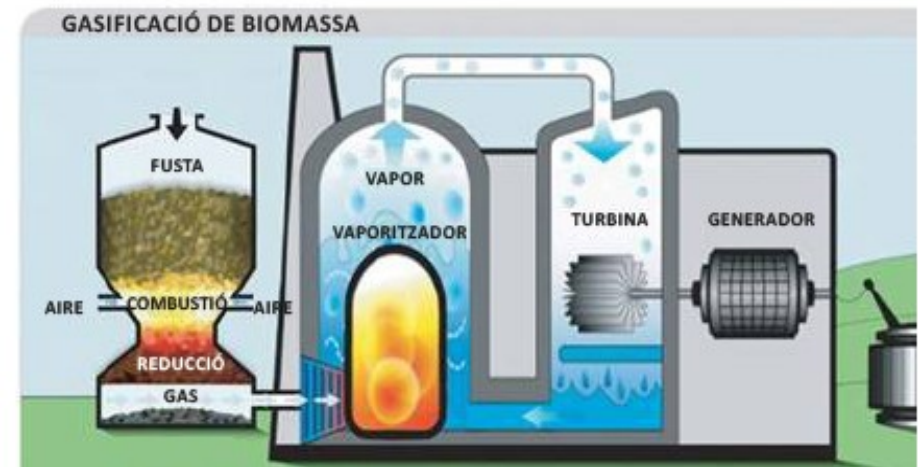


Figura 1: Esquema del procés de gasificació de biomassa.

2 Aplicacions generals (1)

2.1 Generació d'energia tèrmica

Generar calor amb biomassa és l'aplicació més comuna, **generalment per a calefacció**. A partir d'aquesta energia es genera aigua calenta, aire calent i vapor. A més, es pot aprofitar el vapor per a la producció d'energia elèctrica o altres processos industrials.

2.2 Generació d'energia elèctrica

Obtinguda principalment de la transformació tèrmica de la biomassa. Per generar l'energia elèctrica a partir de la biomassa hi ha diferents tecnologies:



- **Cicle de vapor:** basat en la combustió de la biomassa a partir de la qual es genera vapor, el qual mitjançant la seva expansió fa moure una turbina.
- **Turbina de gas:** basat en la gasificació de la biomassa. Utilitza els gasos de síntesi obtinguts, els quals fan moure una turbina. Si els gasos que surten de la turbina s'aprofiten en un cicle de vapor, llavors es parla de cicle combinat.
- **Motor alternatiu:** motor que utilitza els gasos de síntesi obtinguts a partir de la gasificació de la biomassa.

El rendiment de la generació elèctrica, igual que amb altres fonts d'energia, és molt variable. Per a la biomassa sol estar entre el 20% i el 30%. La resta de l'energia sol perdre en forma de calor.

2.3 Cogeneració

És la **producció conjunta d'electricitat i calor**. Aquest aprofitament simultani de calor i electricitat comporta un rendiment global més elevat, a diferència de la generació elèctrica convencional.

Per tant, la cogeneració és un sistema d'alta eficiència, que permet reduir la factura energètica sense alterar el procés productiu. Els **usuaris potencials** són empreses amb:

- o Demandes de calor i d'electricitat simultànies i contínues.
- o Calendari laboral de 4.500 a 5.000 hores anuals.
- o Espai suficient i legalització adequada per a la ubicació dels nous equips.

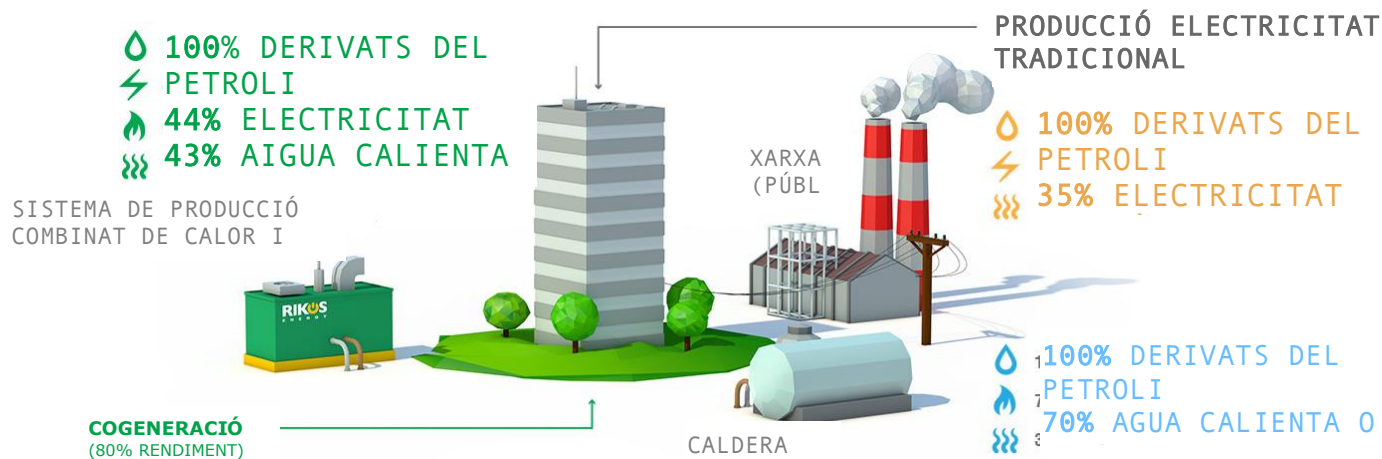


Figura 2: Esquema d'una planta de cogeneració

2.4 Trigeneració

La trigeneració és la **producció conjunta d'electricitat, calor i fred**. Una planta de trigeneració és similar a una de cogeneració, a la qual s'afegeix un sistema d'absorció per a la producció de fred. Gràcies al seu alt rendiment, es pot reduir considerablement el cost energètic dels processos productius quan es necessiten grans quantitats de calor, fred industrial o energia elèctrica.

La trigeneració és aplicable al sector terciari, on -a més de calefacció i ACS (aigua calenta sanitària) - es necessiten quantitats importants de fred per a climatització.

L'estacionalitat d'aquests consums (calefacció a l'hivern i climatització a l'estiu) impediria el funcionament normal d'una planta de cogeneració clàssica.

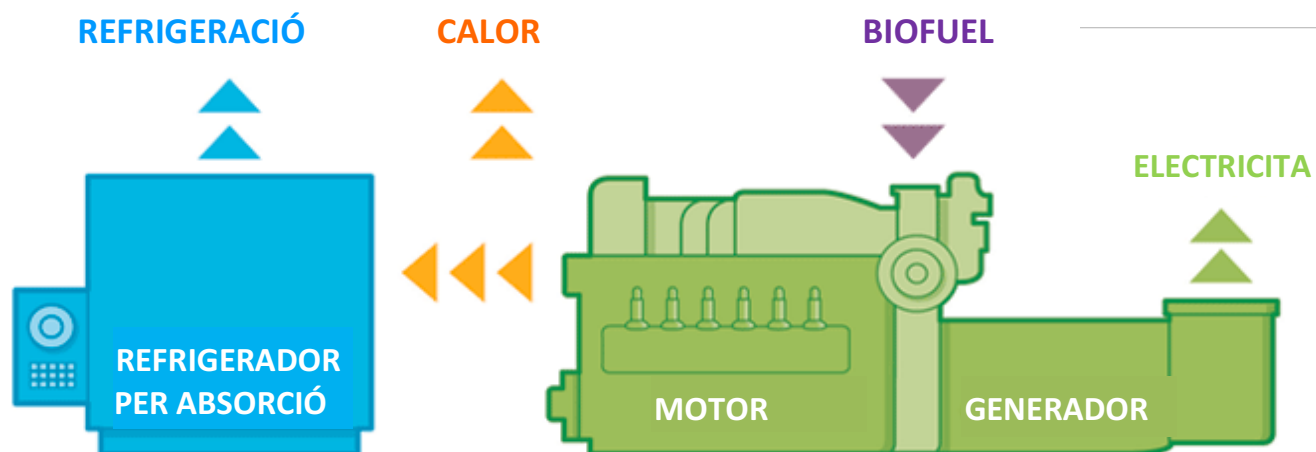


Figura 3: Components del procés de trigeneració

3 Tipus de calderes de biomassa (2)

Les calderes de biomassa poden dotar els edificis de calefacció i ACS, i la seva fiabilitat és equiparable als sistemes habituals de gas o gasoil.

Les instal·lacions de producció de calor amb biomassa forestal requereixen una inversió inicial de 3 a 5 vegades més elevada que els sistemes convencionals amb el mateix nivell d'automatismes. No obstant això, el preu del combustible és més barat. Per això s'utilitzen quan hi ha necessitats tèrmiques constants i elevades, on l'economia del preu de la biomassa respecte al preu del combustible fòssil permet amortitzar més ràpidament la inversió.

L'ús de biomassa per a calefacció està especialment recomanat on es compleix algun dels requisits:

- Caldera instal·lada amb més de 15 anys (de gas natural o gasoil)
- De pròxima renovació
- De futura construcció
- Amb demanda de climatització alta i constant
- Amb espai per la sitja i la descàrrega

Les calderes de biomassa es classifiquen segons el tipus de combustible que admeten:

- Calderes de llenya: mida petita, molt eficients i baix cost.
- Calderes específiques de pèl·let: mida petita (fins a 40 kW), altament eficients i baix cost.
- Calderes d'estella: mida mitjana o gran, altament eficients i una mica més cares que les de pèl·lets.
- Calderes mixtes o policombustibles: admeten diferents tipus de combustible (pèl·let, estella, restes de poda, pinyol d'oliva, closca de fruits secs, etc.) reprogramant els paràmetres de la caldera (simultàniament, no). Per això pot escollir-se el combustible en funció del preu i la disponibilitat local). Són de mida mitjana (25 kW - 150 kW) o major (> 200 kW).

Avui dia, l'avanç tecnològic ha permès que les calderes de biomassa igualin en prestacions, comoditat i rendiment a les calderes de combustibles fòssils. Així i tot, l'ús energètic de la biomassa presenta alguns inconvenients en comparació amb l'ús dels combustibles fòssils:

- La biomassa té menys densitat energètica, el que fa que els sistemes d'emmagatzematge siguin més grans.
- Els sistemes d'alimentació del combustible i l'eliminació de les cendres són més complexos i requereixen uns costos d'operació i manteniment més elevats.
- Els canals de distribució de la biomassa no s'han desenvolupat tant com els dels combustibles fòssils.
- La biomassa té un contingut elevat d'humitat, el que fa que en determinades aplicacions pugui ser necessari un procés previ d'assecat.



Cal plantejar-se des del principi el biocombustible que es vol emprar i les característiques del lloc a calefactar, per tal de dissenyar la instal·lació a l'efecte (tipus de caldera, cremador, sistemes d'alimentació, sitja, etc.).

3.1 Calderes de llenya

Descripció

La llenya segueix sent la forma més comuna de calefacció domèstica. Les calderes més modernes presenten una avançada tecnologia, amb rendiments superiors al 90%. La seva potència oscil·la entre 19 i 40 kW.

Ús recomanat

Calefacció de cases aïllades d'un o pocs pisos, amb superfícies a escalfar de fins a 230 m². Especialment interessant si es disposa de llenya de producció pròpia

Components

- o Caldera de flama invertida
- o Acumulador inercial de la calor
- o Escalfador per l'ACS
- o central de control

Disseny del sistema

Dimensions: En funció de les característiques del sistema de calefacció i aïllament de l'edifici i de la zona climàtica on es troba, generalment es recomana una potència entre 20 i 40 W / m³.

Cal una potència menor en edificis ben aïllats i amb sistemes de calefacció d'alta eficiència, com els de terra o parets radiants.

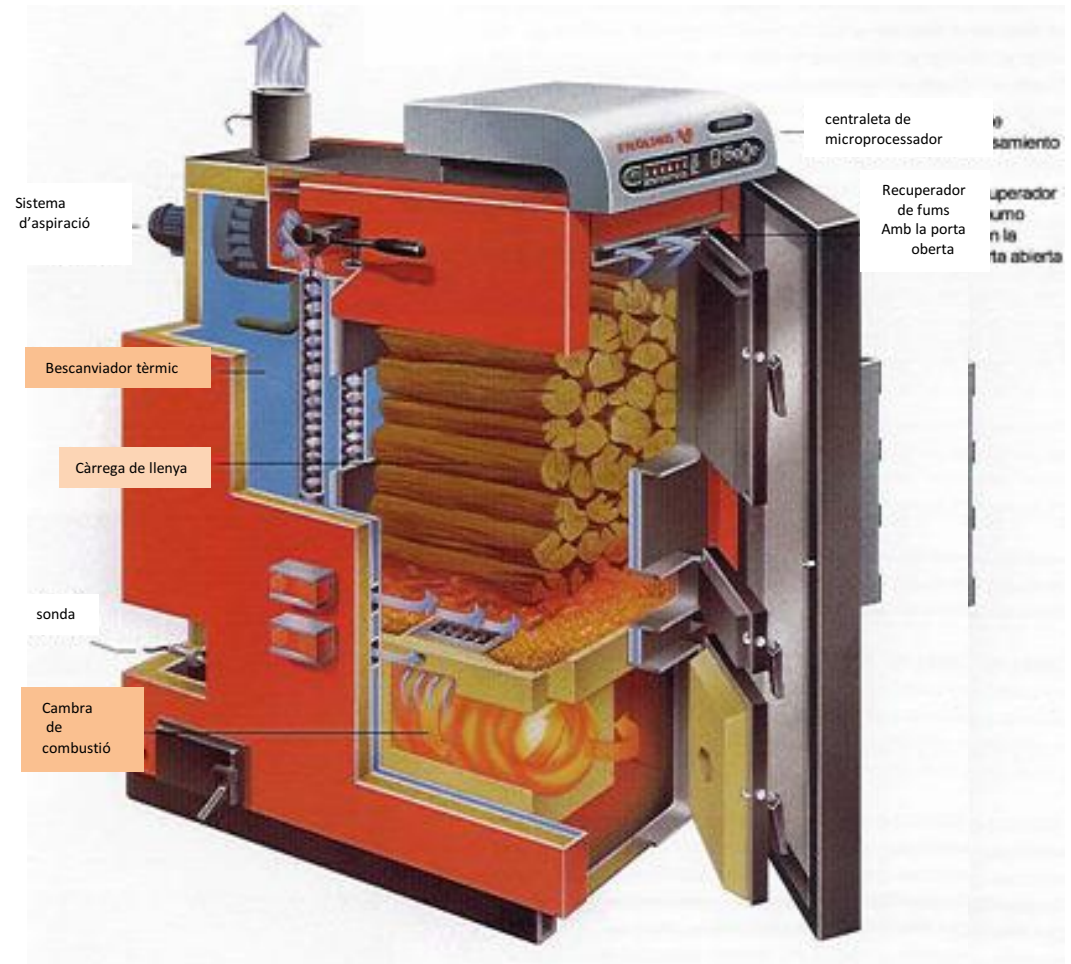


Figura 4: Caldera de llenya.

Nombre de càrregues al dia: Constitueix l'autonomia de funcionament desitjada. Depèn de la capacitat de la boca d'entrada per carregar la llenya i de la potència de la caldera. La relació entre aquestes dues mesures, expressant la capacitat de càrrega de llenya en litres i la potència en kW, proporciona el nombre aproximat d'hores d'autonomia de funcionament continu a la màxima potència.

Combustible

Llenya amb humitat inferior al 25% Hbh. És a dir, assecada almenys un any a l'aire, preferiblement sota coberta.

Condicionants

Les calderes de llenya tenen avantatges enfront de les xemeneies de llenya convencional:

- o La seva neteja és molt menys freqüent, encara que més que amb calderes d'altres biomasses
- o Generalment són d'alimentació semiautomàtica, és a dir, que s'ha de realitzar la càrrega de la llenya manualment una o dues vegades al dia.



Foto 1: Estufa de llenya amb càrrega inferior

3.2 Calderes de pèl·lets

Descripció

El pèl·let és de mida petita, homogeni i forma cilíndrica i llisa. Per això tendeix a comportar-se com un fluid, facilitant el moviment del combustible i la càrrega automàtica de les calderes.

La seva potència pot oscil·lar entre els 12 i els 500 kW, amb un rendiment proper al 90%.

Ús recomanat

Calefacció en edificis de mida petita o mitjana com p.ex. cases individuals dins d'un nucli urbà, blocs de pisos, hotels, etc.

Components

- o Caldera
- o Dipòsit de pèl·let
- o Sistema d'alimentació
- o central de regulació
- o Opcionalment, acumulador inercial i escalfador per a ACS

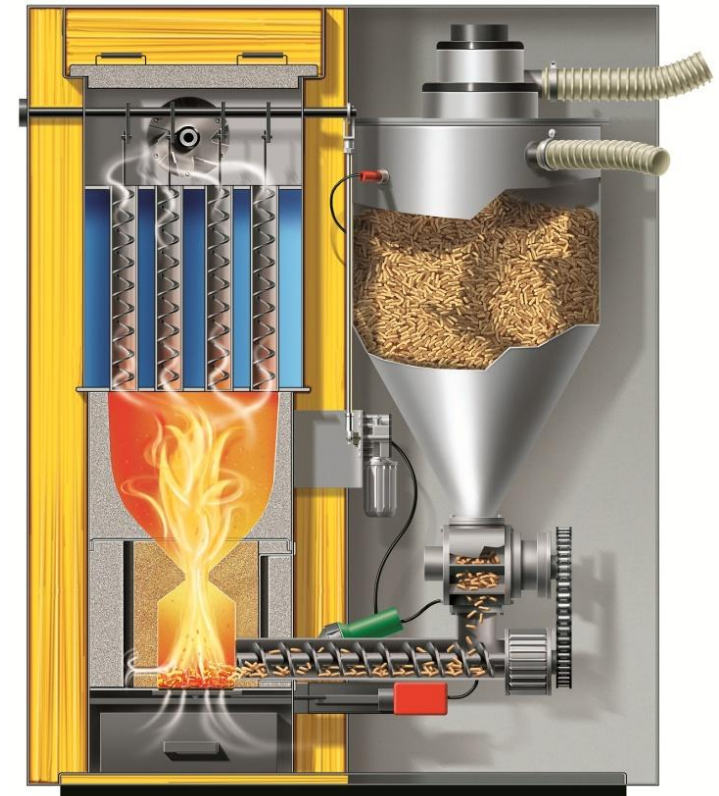


Figura 3: Esquema d'una estufa de pèl·lets

Disseny del sistema

El dipòsit d'emmagatzematge ha d'estar al costat de la sala de la caldera o molt pròxim.

Les calderes més senzilles es carreguen manualment amb sacs de 15 kg, per a una autonomia d'un o pocs dies. En canvi, en calderes amb major potència pot haver-hi un dipòsit més gran de tipus metàl·lic, flexible o d'obra, de dimensions molt variades en funció dels dies o mesos d'autonomia que es prefereixi.

Combustible

Pèl·lets que compleixin els requeriments de la caldera en base als estàndards establerts, que regulen la qualitat i poder calorífic del combustible.

El pèl·let està disponible al mercat en diferents formats:

- o Sacs petits de 10-15 kg, utilitzats en estufes, xemeneies i calderes petites amb dipòsit de càrrega manual
- o Big bags de 800 a 1.000 kg, utilitzats en sistemes d'alimentació de cargol bisensfi
- o A dojo, utilitzat en sitges d'emmagatzematge

Condicionants

El preu del pèl·let és superior al de l'estella. Per això, quan hi hagi espai suficient per a la sitja d'emmagatzematge de l'estella i si la prioritat és l'estalvi econòmic, es recomana una caldera d'estella front una de pèl·lets, ja que s'amortitza abans la instal·lació. Si es prioritza l'estalvi en operacions de manteniment, el pèl·let sempre és millor opció.

3.3 Calderes d'astella

Descripció

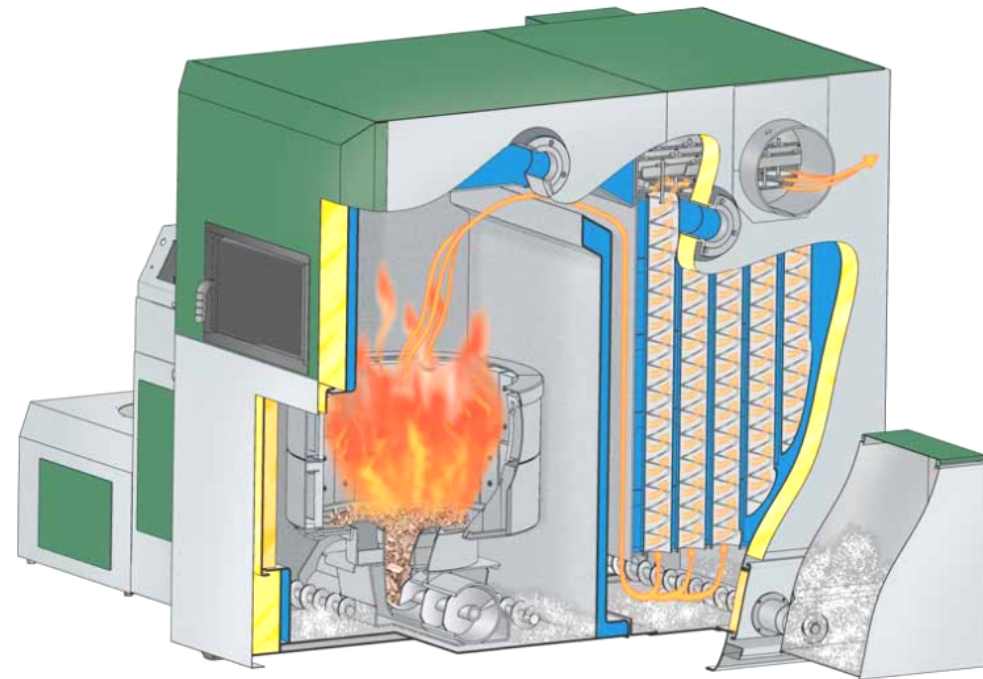
Els sistemes d'estella són totalment automatitzats i no tenen límit de mida, podent aconseguir potències De 25 fins a 1.000 kW, amb un rendiment proper al 90%.

Ús recomanat

Calefacció en edificis de mida mitjana o gran com masies, hotels, escoles, comunitats de veïns, hospitals, ajuntaments, centres comercials, piscines cobertes, etc. També per a usos industrials amb elevada demanda tèrmica com granges d'engreix, hivernacles, formatgeries, etc.

Components

- o Caldera
- o Dipòsit per emmagatzemar l'estella
- o Sistema d'alimentació
- o central de regulació
- o Opcionalment, acumulador inercial i escalfador per a ACS



p.ex.

Figura 4: Esquema d'una estufa d'astella

Disseny del sistema

El dipòsit d'emmagatzematge ha d'estar al costat de la sala de la caldera o molt pròxim. Ha d'estar dimensionat en funció de la potència i rendiment de la caldera, de les característiques del combustible i de l'autonomia requerida (mínim 15 dies).

El tipus de descàrrega determinarà la configuració de la sitja:

- o Descàrrega per gravetat: sitges enterrats; permet l'ús de camions amb caixa basculant (els més usuaris i econòmics).
- o Descàrrega amb elevació: permet una major flexibilitat en el disseny de la sitja, però es requereix un remolc especial.
- o Descàrrega amb sistema pneumàtic o mitjançant impulsors auxiliars: permet una flexibilitat absoluta en la ubicació de la sitja.



Foto 2: Càrrega d'estella per gravetat. CTFC

Combustible

Estella que compleixi els requeriments de la caldera en base a un estàndard.

Per exemple, per a les calderes austríaques s'utilitza la norma ÖNORM M 7133:

- o Calderes domèstiques: G30 = mida aproximat de 2,8 a 16 mm i humitat inferior al 30%
- o Calderes mitjanes: G50 = mida aproximat de 5,6 a 31,5 i humitat inferior al 35%.

Condicionants

Un dels condicionants més importants per a la construcció d'un sistema de calefacció d'estelles és la disponibilitat d'un local per a l'emmagatzematge, en una posició accessible per als mitjans de transport del combustible i amb un espai adequat per a les maniobres.

4 Implicacions per a cada tipus d'instal·lació (1)

4.1 Mida de la instal·lació

Segons la dimensió es poden distingir els tipus d'instal·lació:

- o Les menors: calderes d'autoconsum (consum de <100 t any) i les mini-xarxes de calor (<1000 t / any). Generen únicament calor.
- o Centrals termoelèctriques (CHP, Combined Heat and Power) a partir de 5 MWe (<100.000 t / any)

Com més gran és la instal·lació, menor és la inversió per unitat instal·lada (€ / kW), la qual cosa fa més econòmiques les instal·lacions grans. No obstant això, a mesura que s'augmenta el volum de demanda de matèria primera també s'incrementa el radi requerit d'aprovisionament, i per tant s'incrementen els costos de transport i per tant de la matèria primera (4).

Per tant, les plantes més petites tenen una càrrega més reduïda pel que fa a costos de transport.

D'altra banda, la producció de biomassa (t / ha) així com la seva localització, afecten el cost de l'energia i -per tant- sobre la mesura òptima de la planta.

Així mateix, com s'ha comentat, en petites instal·lacions per a calefacció els costos d'inversió (€ / kW) són més elevats que en sistemes convencionals amb gas o gasoil, mentre que el combustible (€ / kWh) és més barat.

4.2 Variació estacional de la demanda

Es produeix sobretot en plantes petites, i provoca alhora certa fluctuació en l'activitat d'aprofitament forestal i subministrament.

Les grans plantes termoelèctriques tenen una demanda més estable. No obstant això, per a aquestes grans demandes cal evitar embussos de vehicles de subministrament en èpoques de màxima demanda i als matins programant acuradament els lliuraments (5).

4.3 Garantia de subministrament

Cal garantir un subministrament suficient que cobreixi eventualitats com p.ex .:

- o Incidències climàtiques
- o Avaries dels equips de subministrament o contratemps del personal
- o Alts i baixos en el mercat de la fusta

Per això les instal·lacions de mitjà o gran consum solen tenir el subministrament diversificat (mix de subministrament), amb diferents proveïdors i diferents fonts de biomassa llenyosa (per exemple, biomassa d'origen agrícola). En aquest sentit, una planta de gran consum de biomassa situada prop de la costa permet incloure en el mix de subministrament l'aprovisionament local i alhora el marítim des d'altres països a un preu competitiu.

4.4 Requisits

Els requisits per a la matèria primera varien segons la planta, el sistema d'alimentació i els sistemes de control. Com més gran és la instal·lació, sol admetre estella de menys qualitat: majors dimensions, major humitat, amb més impureses. Per això i l'economia d'escala, en petites plantes de calefacció el combustible és més car que la mitjana, ja que la qualitat requerida és major (5) i les quantitats subministrades menors.

En relació a la humitat es consideren els següents valors de referència (6) (5):

- > 1 MW: admet fusta assecada a l'aire lliure, fins al 50% Hbh.
- <1 MW: es requereix humitat màxima del 25-30% Hbh.

Taula 1: En relació a la granulometria, a França s'esmenten les següents dimensions mitjanes segons el tipus de caldera (6):

Destinació	Dimensió (cm)			Notes
	Longitud	Amplada	Grossor	
Calderes grans	8	5	1 - 3	Com una caixa de llumins gran
Calderes individuals y medianes (30 - 400 kW)	1,5 - 3	1 - 1,5	0,5	Més petita que un dit

4.5 Xarxa de subministrament

Bona part del material disponible com a font de biomassa són els aprofitaments forestals. Per tant, dins del mix de subministrament és necessari comptar, en primer lloc amb les cadenes d'aprofitament forestal preexistents, les que ja estan subministrant matèries primeres a la indústria de la fusta o biomassa a altres instal·lacions.

En instal·lacions de gran consum aquest mix ha d'incloure proveïdors de diferents escales (gran escala, mitjana, propietaris o empreses particulars) per garantir el gruix de la demanda i cobrir les fluctuacions (7).

5 Elecció d'una caldera

A l'hora de triar una caldera de biomassa hi ha una sèrie d'aspectes a considerar prèviament:

- **Consum anual estimat:** per escollir la potència de caldera més adequada.
- **Disponibilitat d'espai i accessos:** un sistema de calefacció amb biomassa té unes exigències d'espai majors que un sistema convencional. En general, cal disposar d'espai suficient per a la caldera, la sitja i l'accés dels camions per poder subministrar la biomassa.
- **Capacitat del dipòsit** segons el nombre de càrregues anuals.
- **Garantia de subministrament del producte:** ha de assegurar-se el subministrament a mig-llarg termini amb una qualitat de la biomassa alta i constant abans del seu establiment. El subministrament de llenya i estella és recomanable a distàncies curtes, mentre que el pèl·let (a causa de la seva elevada densitat energètica) facilita el seu transport a llargues distàncies.
- **Manteniment de la caldera:** quan no s'utilitzen calderes de biomassa amb sistemes automàtics de neteja, cal planificar la retirada periòdica de les cendres dels intercanviadors de calor. A més, s'ha de vigilar el nivell de combustible a la sitja d'emmagatzematge i planificar la seva reposició per evitar la manca de subministrament.
- **Servei tècnic** de confiança i proper

B - Bibliografia

- 1 AFIB (APROFITAMENTS FUSTERS I BIOMASSA), CTFC. **Síntesi d'informació temàtica: Biomassa**. 19 pp. Recuperado en 2017 desde <http://afib.ctfc.cat/sintesi-dinformacio-tematica-biomassa>: [s.n.], 2011.
- 2 LÓPEZ, I. et al. Tecnologies i aplicacions de la biomassa.. **Dossier tècnic**, n. 62, p. 337- 346, 2013.
- 3 RODRÍGUEZ, J. et al. **Aprofitament i desembosc de biomassa forestal**. [S.l.]: Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Centre de la Propietat (CPF)., 2006.
- 4 KUMAR, A.; CAMERON, J. B.; FLYNN, P. C. Biomass power cost and optimum plant size in western Canada. **Biomass and Bioenergy**, n. 24, p. 445-464, 2003.
- 5 HAKKILA, P. (. P. **Developing technology for large-scale production of forest chips. Wood Energy Technology Programme 1999-2003. Final report**. TEKES. [S.l.], p. 99 pp. 2004.
- 6 LAURIER, J.-P.; POUËT, J.-C.; BALLAIRE, P. **Bois-energie: Le déchetage en forêt**. ADEME. Collection Connaître pour agir. ed. Paris: [s.n.], 1998. 111 p p.
- 7 BELL, J. F. V.; TEMMERMAN, M.; SCHENKEL, Y. Three level procurement of forest residues for power plant. **Biomass and bioenergy**, n. 24, p. 401-409, 2003.

Disseny i redacció: Judit Rodríguez

Crèdits d'Il·lustracions: AFiB-CTFC

Edició: maig 2019

Maquetació: Eduter-CNPR



Aquest projecte va ser finançat amb el suport de la Comissió Europea. Aquesta publicació (comunicació) reflecteix únicament l'opinió de l'autor, i la Comissió Europea no és responsable de l'ús que pugui fer de la informació continguda en la mateixa.

Per a més informació contactar amb les entitats sòcies del projecte eforOwn

Si ets propietari/a forestal

A Bèlgica



SRFB · KBBM

A Espanya



A França



Si ets estudiant o formador/a

A Bèlgica



A Espanya



A França

