



Guia

per orientar les explotacions
agràries a fer inversions en
biomassa



Generalitat de Catalunya
Departament d'Agricultura,
Ramaderia, Pesca i Alimentació

©Edició: Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació

Coordinació: Ester Blanco

Autors: Mireia Codina, Ester Blanco i Joan Farreras

Col·laboradors: Fermí Garriga i Adriano Raddi

Revisió, disseny i maquetació: Comunicació CTFC

Índex

BLOC I: TIPUS DE BIOMASSES I CARACTERÍSTIQUES	4
Biomassa, una font d'energia renovable útil per a les explotacions agràries	4
Deu raons per fer el canvi cap a la biomassa	6
Principals orígens de la biomassa agroforestal	8
Formes comercialitzades de la biomassa agroforestal	10
Consells pràctics a l'hora d'utilitzar biomassa	12
L'estella	12
• Comprar estella	13
• Requisits de qualitat de l'estella	13
• Emmagatzematge de l'estella	14
El pèl·let	15
• Comprar pèl·let	15
• Requisits de qualitat del pèl·let	15
• Emmagatzematge del pèl·let	16
Pinyols i closques	16
 BLOC II: TIPUS DE CALDERES I CARACTERÍSTIQUES DELS SISTEMES	 17
Característiques d'una instal·lació de biomassa	17
Caldera de llenya	20
Caldera de pèl·let	21
Caldera d'estella	22
 BLOC III: AVALUACIÓ DE LA DEMANDA ENERGÈTICA EN INSTAL·LACIONS	 24
TIPUS I ANÀLISI DE LA INVERSIÓ	24
Exemples d'instal·lacions tipus en explotacions agràries	24
Granja de porcs d'engreix	24
Granja de pollastres d'engreix	25
Granja de gallines de posta	25
Hivernacle de flor tallada	26
Casos pràctics	27
 ANNEX - Conceptes tècnics i financers	 30
 Enllaços d'interès	 35

BLOC I: TIPUS DE BIOMASSES I CARACTERÍSTIQUES

Biomassa, una font d'energia renovable útil per a les explotacions agràries



Durant mil·lennis, la biomassa forestal ha estat la font d'energia més natural de la terra, però en els darrers segles ha estat progressivament substituïda per altres fonts d'energia fòssil, com el carbó, el gas natural o el petroli. El creixent consum energètic, el caràcter limitat dels recursos fòssils, les actuals incerteses de subministrament i la capacitat limitada del medi ambient per a l'absorció de les emissions han contribuït que la biomassa agroforestal s'hagi convertit en el focus d'interès públic, els darrers anys. Així, **els sistemes de calefacció amb biomassa agroforestal han tornat a guanyar una gran acceptació.**

El foment de l'ús de la biomassa tanca no només cicles ecològics, sinó també econòmics. L'evolució del preu de la llenya i de l'estella és relativament estable i en gran part independent dels preus globals de mercat extremament fluctuants que tenen el petroli i el gas natural. Això implica que la fusta no només és una font d'energia de baix cost i a prova de crisis, sinó també una matèria primera local que fomenta la creació de valor social, en generar i garantir llocs de treball al territori, tot contribuint a la neteja dels boscos i a la prevenció d'incendis forestals.

A Catalunya, l'energia procedent de la biomassa ha guanyat terreny davant altres matèries primeres. En els darrers anys, el mercat dels biocombustibles s'ha desenvolupat i ara ofereix un ampli ventall de sistemes de calefacció eficient i respectuosos amb el medi ambient. Segons dades de l'Observatori de Calderes de Biomassa de Catalunya (ICAEN) s'ha passat d'un 465 instal·lacions de biomassa instal·lades l'any 2012 (amb 43.360 kW de potència) a unes 2.768 instal·lacions el 2017 (241.835 kW).

El bosc a Catalunya ocupa al voltant de 1,2 milions d'hectàrees, dues terceres parts del territori. Aquesta superfície s'ha anat incrementant progressivament degut, en part, a l'abandonament de terrenys agrícoles i a

l'aforestació de conreus. També han augmentat les existències forestals en quantitats significatives (22% els darrers 15 anys), de manera que **cada cop hi ha més superfície forestal i més fusta en peu disponible per a ser aprofitada de manera sostenible.**

D'altra banda, garantir una gestió forestal sostenible als boscos públics i privats és un factor clau. A Catalunya hi ha una tradició ben arrelada i un saber fer que avala aquesta gestió forestal sostenible. En aquest sentit, la certificació forestal també es va incorporant a les finques a través dels principals sistemes de certificació (PEFC i FSC). A Catalunya, el més habitual és el PEFC.

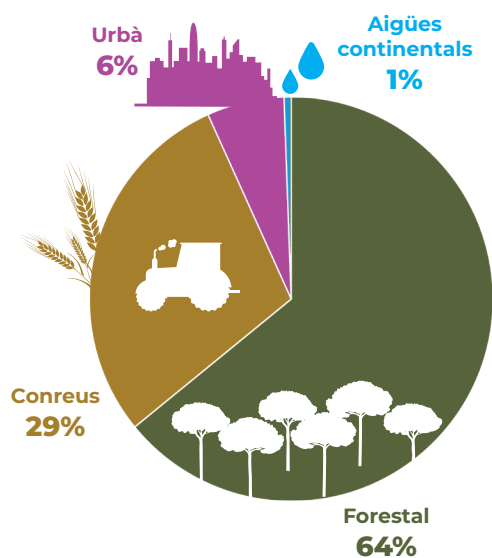


PEFC Catalunya

PEFC (*Program for the Endorsement of Forest Certification Schemes*) va néixer el 1998 com una iniciativa voluntària del sector forestal privat, basat en els criteris i indicadors emanats de les Conferències interministerials de Hèlsinki (1993) i Lisboa (1998) per la protecció dels boscos d'Europa. El 2001, 18 entitats vinculades al món forestal van constituir l'Associació Catalana Promotora de la Certificació Forestal també anomenat PEFC CATALUNYA. Tenint en compte l'estructura del bosc català, aquest sistema és el que s'adapta millor a les característiques dels boscos privats a Catalunya. La base del sistema PEFC és un instrument d'ordenació. Per tant, permet que el propietari aprofiti el seu PTGMF/PSGF/PO perquè es pugui adherir al sistema sense gaires canvis a la pràctica. Hi ha dos processos ben diferenciats de certificació:

Certificació forestal consta de dos processos ben diferenciats:

1. La certificació de la sostenibilitat de l'ordenació forestal – **Certificació de Gestió Forestal Sostenible**
2. La certificació dels productes – **Certificació de Cadena de Custòdia** (CdC)



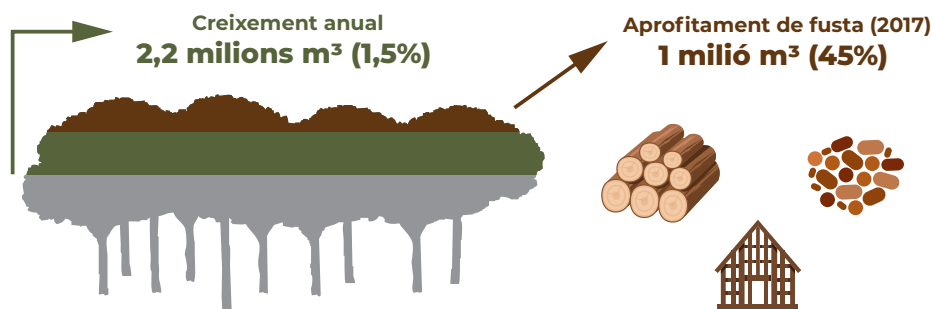
Font: Mapa de cobertes del sòl de Catalunya (MCSC v4 - 2009)

La biomassa forestal. Una oportunitat pel compliment dels objectius ambientals previstos per la UE 2030, 2050

Estoc de fusta en peu
151 milions m³



Font: Inventari Forestal Nacional (IFN4- 2015)



Font: Inventari Forestal Nacional

Font: Direcció General d'Ecosistemes Forestals i Gestió del Medi. 2017



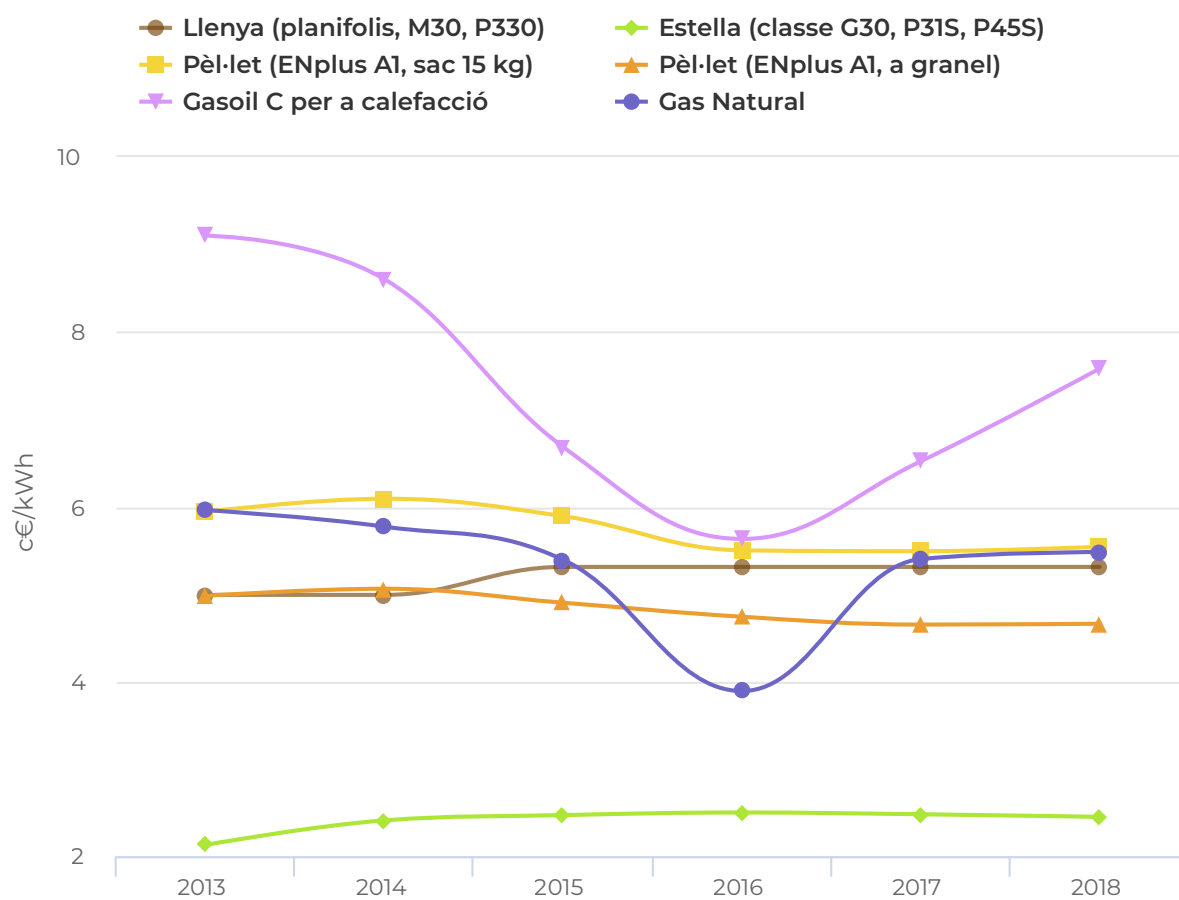
És una iniciativa del sector forestal català amb la finalitat de permetre a prescriptors, consumidors i la societat en general, identificar els productes forestals dels boscos de Catalunya en el mercat, amb garantia de sostenibilitat, proximitat i qualitat. Aquesta marca de garantia acull, inicialment, els següents productes forestals: fusta estructural, fusta serrada, estella, pèl·let, llenya i briquetes

Deu raons per fer el canvi cap a la biomassa

1. És una font d'energia renovable provinent de la gestió forestal sostenible dels nostres boscos
2. La biomassa té un balanç neutre d'emissions de CO₂. El diòxid de carboni emès en la combustió s'usa conjuntament amb l'energia solar per tornar a fer créixer nova biomassa
3. Promou una gestió forestal sostenible, millorant l'estat de les masses forestals
4. Contribueix a la prevenció d'incendis amb la reducció de combustible al bosc
5. L'aprofitament de la fusta per a usos energètics millora l'apreciació i la relació de l'usuari amb els recursos naturals més propers i amb el medi ambient. Millora la percepció del bosc com a font de treball i riquesa
6. Dóna sortida a un producte poc valoritzat, que complementa altres productes provinents dels treballs silvícoles i els aprofitaments fusters
7. Fomenta la creació de llocs de treball al medi rural i contribueix a la fixació de població
8. Dóna valor afegit local (els costos de producció estan associats al manteniment i la dinamització de l'economia rural) i col·labora a disminuir la dependència energètica externa
9. Té un balanç econòmic positiu (el cost dels combustibles sòlids forestals és inferior al cost dels combustibles fòssils) i té una menor volatilitat de preus
10. Els sistemes moderns de calderes que s'alimenten amb biomassa, fent un ús i un manteniment adequats, són perfectament comparables amb qualsevol altre sistema de calefacció a partir de fonts d'energia fòssil i compleixen sense dificultat els estàndards de prevenció de la contaminació atmosfèrica



Preu de venda de diferents fonts d'energia tèrmica (cèntims €/MWh)



Estratègia per la biomassa. ICAEN / CPF / CTFC. Gràfica:@OFC, 2018



Treballs de desembosc amb autocarregador forestal. Font: AFIB-CTFC

Principals orígens de la biomassa agroforestal

D'on prové la biomassa agroforestal?

A Catalunya prové principalment de la fusta dels boscos gestionats de manera sostenible, de les restes i els subproductes de les serradores, dels fruits dels arbres (pinyol d'oliva i closques d'ametlla i avellana), de les podes de vinya, plantacions de fruiters, podes de parcs i jardins, manteniment de vorals i cultius llenyosos de torn curt.

La classificació dels biocombustibles sòlids es basa en **l'origen i la font** del biocombustible, segons la norma ISO 17225-1. Els principals grups de biocombustibles sòlids en base al seu origen són: biomassa llenyosa, herbàcia, de fruits, aquàtica, i conjunts i barreges.

La **biomassa llenyosa** és la biomassa dels arbres, matolls i arbustos, i pot procedir de diferents fonts:

1. **Fusta procedent del bosc, plantacions i altra fusta verge:** la biomassa llenyosa només s'ha sotmès a reducció de la mida, pelat, assecat o humidificat. La biomassa llenyosa d'aquesta categoria inclou fusta de boscos, parcs, jardins, plantacions i de boscos i cultius llenyosos en torn curt.
2. **Subproductes i residus d'indústries de la fusta:** aquests biocombustibles poden ser residus de fusta no tractats químicament (per exemple, residus de pelat, serrat o reducció de mida, emmotllat, premsat) o residus de fusta tractats químicament procedents de la transformació de la fusta i la producció de taulers i mobles (fusta encolada, pintada, recoberta, lacada o tractada d'una altra forma) sempre que no continguin metalls pesats o compostos orgànics halogenats com a resultat del tractament amb conservants de fusta o tractament de recobriment.
3. **Fusta usada:** aquest grup inclou les restes de fusta post consum/post societat, natural o simplement transformada mecànicament, només contaminada en una mesura insignificant durant l'ús, amb substàncies que normalment no es troben a la fusta en el seu estat natural (per exemple, palets, caixes de transport, caixes de fusta, envasos de fusta, bobines de cables, fusta de construcció). Pel que fa al tractament, s'apliquen els mateixos criteris que els "residus i subproductes d'indústries de la fusta": així, la fusta usada no ha de contenir més metalls pesats o més compostos orgànics halogenats que la fusta verge, com a resultat del tractament amb conservants de fusta o de tractaments de recobriment.

La **biomassa herbàcia** prové de les plantes que tenen una tija no llenyosa i que es marceixen al final de l'estació de creixement. Inclou grans i cereals. La biomassa herbàcia té un alt contingut en clor, nitrogen i sofre, per la qual cosa es recomana el

seu ús només en calderes especialment dissenyades per aquest tipus de biomassa, ja que tendeixen a uns nivells de corrosió més elevats.

La **biomassa de fruits** és la biomassa de les parts de la planta que provenen o contenen les llavors. Les fonts d'on prové són:

1. **Fruiters i fruits d'horticultura:** s'inclouen en aquesta classe els fruits d'arbres i matollars i també fruits d'herbàcies (per exemple, tomàquets i raïms).
2. **Subproductes i residus d'indústries de processat de fruits i alimentària:** es refereix al material de biomassa de fruits que queda després de la manipulació i tractament industrial. Alguns exemples són les closques i els pinyols de fruits, els residus del premsat en la producció de l'oli d'oliva i del suc de poma i els residus vegetals processats (per exemple, escalfats, cuits al vapor, cuinats, etc.) de la indústria de producció d'aliments.

La **biomassa aquàtica** prové de les anomenades plantes hidrofítiques o hidròfites (algues, jacints aquàtics, etc.), que són plantes que s'han adaptat a viure en o sobre els medis aquàtics.

Els conjunts i barreges es refereixen als materials mesclats, d'origen variat. La mescla pot ser intencionada (conjunt) o no intencionada (barreja).

De tot el ventall de biocombustibles sòlids descrits segons la norma ISO 17225-1, **la Guia es centra en fer una descripció més detallada dels biocombustibles sòlids agroforestals que poden ser d'interès per a les explotacions agràries a Catalunya.**



Treballs d'estellat a carregador. Font: AFIB-CTFC

Formes comercialitzades de la biomassa agroforestal

Quins tipus de biomassa agroforestal trobem a Catalunya?

A Catalunya podem trobar diversos formats de biomassa agroforestal:

Fusta procedent del bosc ⇒ llenya, estella, carbó

Subproductes i residus de la indústria forestal ⇒ pèl·lets, briquetes

Fruiters ⇒ podes i sarments en forma d'estella, pinyol d'oliva, closca d'ametlla, closca d'avellana

En funció de l'usuari, la instal·lació, les necessitats calòriques i la disponibilitat del producte, escollirem un tipus de combustible o un altre.

Hi ha una gran varietat de combustibles biomàssics, i el seu ús varia d'una zona a una altra en funció de la disponibilitat i el clima. Per exemple: llenya, estelles, pèl·lets, briquetes, pinyols d'olives, closques de fruits secs (ametlles, pinyons), restes de poda, etc. L'ús de la biomassa forestal primària amb objectiu energètic requereix una transformació prèvia per tal d'aconseguir els productes més adequats per al seu ús com a combustible.



	Llenya	Estella	Pèllets	Briquetes
				
Definició	Troncs de fusta tallada obtinguts per tall amb eines afilades	Fragments de fusta de petita dimensió obtinguts per tall amb eines afilades	Cilindres de serradures comprimides	Cilindres de serradures comprimides
Origen	Biomassa llenyosa	Biomassa llenyosa	Biomassa llenyosa, herbàcia, de fruits, aquàtica, i conjunts i barreges	Biomassa llenyosa, herbàcia, de fruits, aquàtica, i conjunts i barreges
Dimensió	20-50 cm de llarg , i 5-35 cm de diàmetre	Fragments irregulars de 5-100 mm	Forma cilíndrica, de 6-25 mm de diàmetre i 3,15-50 mm de llarg	Forma cilíndrica, rectangular... Generalment, 10 cm de diàmetre i 25-40 cm de llarg
Humitat	Acabada de tallar, la humitat de la llenya pot assolir valors del 40% (alzines) o del 50% (pins). Després d'una temporada, la humitat es situa al voltant del 20%.	Humitat variable entre 20-40%. Idealment per consum ha de ser inferior al 30%.	Inferior al 15%	Inferior al 15%
Poder calorífic	3.900 kWh/t (al 20% d'humitat)	3.500 kWh/t (al 30% d'humitat)	4.000 kWh/t (al 10% d'humitat)	5.200 kWh/t (al 10% d'humitat)
Densitat aparent	400-500 kg/esteri	180-270 kg/map*	600-700 kg/map*	1.000-1.300 kg/map*
	Carbó vegetal	Pinyol d'oliva	Closca d'ametlla	Closca d'avellana
				
Definició	Procedent de la combustió incompleta i amb falta d'oxigen de fusta tallada i apilada formant carboneres	Subproducte agrícola format únicament per la part llenyosa de l'oliva, una vegada s'ha extret l'oli i s'ha assecat i netejat. La producció de pinyol depèn de les collites anuals d'olives, i els preus de la biomassa estan subjectes a la producció de la collita.	Subproducte agrícola. La producció de closca depèn de les collites anuals d'ametlles, i els preus de la biomassa estan subjectes a la producció de la collita.	Subproducte agrícola. La producció de closca depèn de les collites anuals d'avellanes, i els preus de la biomassa estan subjectes a la producció de la collita.
Origen	Biomassa llenyosa i de fruits	Biomassa de fruits	Biomassa de fruits	Biomassa de fruits
Dimensió	16-150 mm	10-80 mm	10-35 mm	10-35 mm
Humitat	8-10% d'humitat	6-10% d'humitat	10-20% d'humitat	10-20% d'humitat
Poder calorífic	8.889 kWh/t	4.750 kWh/t	5.000 kWh/t	4.028 kWh/t
Densitat aparent	130- 150 kg/map*	600 kg/map*	340 - 490 kg/map* (triturada 800 kg/map*)	490-500 Kg /map*

*map: metre cúbic aparent

Font: AFIB-CTFC. A partir de les principals formes comercialitzades de matèries primeres de biomassa llenyosa segons la norma 17225-1

Consells pràctics a l'hora d'utilitzar biomassa

Estella

L'estella és un fragment de fusta de petita dimensió obtingut per tall mecànic, donant lloc a trossos petits de forma irregular que presenten una espessor del voltant de 2 cm i mides variables que no acostumen a superar els 10 cm de longitud.

L'estella procedent de fusta de bosc (o biomassa forestal primària) s'obté de la retirada del bosc de les restes dels aprofitaments forestals, del producte de tallades de millora, així com d'aquells procedents de treballs de prevenció d'incendis. En canvi, l'estella industrial és aquella que prové de subproductes derivats d'indústries primàries de la fusta (les quals processen directament l'arbre o tonc que arriba del bosc) i secundàries (que processen la fusta ja elaborada en les indústries de primera transformació).

Les estelles es cremen en instal·lacions de combustió controlades automàticament i garanteixen el mateix confort que els seus competidors fòssils, el gas i el gasoil. Un inconvenient és la seva baixa densitat energètica. Emmagatzemades a granel, requereixen el doble d'espai que la llenya. Els sistemes de calefacció amb estelles són idealment utilitzats a partir d'una mitjana de consum anual de 4.000 litres de gasoil. Els sistemes de combustió amb estelles s'instal·len habitualment en empreses de transformació agrícola i forestal, empreses comercials, masies i edificis públics, així com xarxes de calefacció locals i microxarxes.



Font: Biocombustibles de qualitat a l'abast de tothom. AFIB-CTFC.

Comprar estella

L'estella es comercialitza principalment per volum o per pes. Un metre cúbic aparent correspon a una quantitat entre 200 i 450 kg, depenent del tipus de fusta, la mida i el contingut d'aigua. El contingut tèrmic oscil·la entre 630 i 1.100 kWh. El pes de lliurament exacte es pot calcular pesant el vehicle en una bàscula calibrada, en una bàscula pont o en bàscules de vehicles. Per saber exactament el contingut d'aigua cal prendre una mostra d'estella i analitzar-lo en un laboratori especialitzat seguint el procés estandarditzat d'assecat en estufa que senyala la norma UNE-EN ISO 18134-1. Es pot realitzar una estimació inicial del contingut d'aigua in situ, emprant instruments de mesura disponibles al mercat. L'estella és normalment subministrada per proveïdors locals i sol aplicar-se una descàrrega pneumàtica fins a la sitja d'emmagatzematge, de forma similar al mètode emprat per al pèl·let.



Requisits de qualitat de l'estella

Per a l'estella, els paràmetres de qualitat més importants a tenir en compte són: distribució de mida (les dimensions), el contingut d'humitat i el contingut en cendres.

L'estella de qualitat té un alt poder calorífic, una baixa humitat i és un producte homogeni. Seguint aquests paràmetres, el seu rendiment en la fase de combustió serà òptim, millorarà el rendiment de les instal·lacions, minimitzarà els costos de manteniment, evitarà problemes de funcionament en el futur i, en general, allargarà la vida útil de les instal·lacions.

Per al subministrament de qualsevol tipus de biocombustible sòlid és recomanable contactar amb empreses que garanteixin un proveïment de qualitat.

El contingut d'aigua és el tret de qualitat més distintiu de l'estella i és important a l'hora d'avaluar el poder energètic i les característiques d'emmagatzematge del biocombustible. L'estella verda té una humitat superior al 50% i, en aquestes condicions, no es recomana el seu emmagatzematge de llarga durada ni utilitzar-la per sistemes petits o mitjans de calefacció, sense un procés d'assecatge previ. En canvi, per a xarxes de calor més grans i en instal·lacions de combustió industrials, l'ús d'estella humida és més habitual i aquests sistemes ja estan adaptats i calibrats per poder treballar amb aquesta estella més humida. En aquest segon tipus d'instal·lacions es vetlla per una baixa emissió i una combustió eficient gràcies als equips tecnològics de què disposen (per exemple: neteja i condensació dels gasos de sortida).



El Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC) ha promogut una marca pròpia de la qualitat de l'estella forestal, la DBOSQ, a disposició dels productors que vulguin adscriure-s'hi per certificar que l'estella compleix els estàndards de qualitat.

Emmagatzematge de l'estella

L'emmagatzematge de l'estella requereix, respecte altres combustibles fòssils clàssics, disposar d'un espai més gran. Hi ha sitges prefabricades i sitges dissenyades i construïdes al detall per a una instal·lació en concret. Quan construïm una sitja *ad hoc*, el dimensionament que tingui estarà relacionat amb el sistema d'alimentació entre la sitja i la caldera. Les sitges poden ser bàsicament de tres tipus, amb les seves particularitats: prefabricades tèxtils, prefabricades rígides i d'obra.

En general, el subministrament de qualsevol biocombustible que no tingui una granulometria homogènia requereix d'una logística més complexa, lligada al disseny, a les dimensions i a l'accessibilitat de la sitja i del magatzem. Concretament, la descàrrega de l'estella en sitges que es troben soterrades es fa habitualment per gravetat amb un camió bolquet, o bé també aprofitant un talús. En altres casos requereixen solucions més complexes basades en bombes pneumàtiques, cintes acostellades, etc.



Cobert per emmagatzemar l'estella.

El pèl·let

Els pèl·lets de fusta són peces petites de fusta natural seca, premsades i cilíndriques. Els pèl·lets es preparen en instal·lacions específiques normalment relacionades bé amb serradores que permeten donar un valor afegit a la fusta residual o de subproducte de les serradores o bé d'altres indústries de transformació de la fusta.

Comprar pèl·let

El pèl·let comercial orientat a petit consumidor (calderes domèstiques principalment) té normalment un diàmetre de 6 mm i una longitud aproximada d'1 a 4 cm. En canvi, el pèl·let que proveeix instal·lacions de calefacció més grans i centrals de calefacció reben el nom de pèl·lets industrials i solen tenir un diàmetre superior. És recomanable comprar pèl·lets de fusta estàndards i certificats per garantir un funcionament correcte de les instal·lacions.

Requisits de qualitat del pèl·let

La qualitat del pèl·let no queda només definida per la selecció de les matèries primeres i el procés de producció. També influeixen altres paràmetres com la durabilitat, el transport i la manipulació que rep durant l'emmagatzematge intermedi, així com el subministrament del pèl·let al dipòsit, fins la sitja o fins el magatzem de l'usuari final.

Degut a la càrrega mecànica del pèl·let (fricció), la proporció de fins pot augmentar. Els responsables de la instal·lació o del contracte de serveis/provisionament haurien de garantir les condicions per a un emmagatzematge adequat del pèl·let i vetllar per un correcte disseny dels tubs de subministrament cap al dipòsit o el magatzem de pèl·lets.

Si la proporció de fins del lot de pèl·lets lliurat és massa elevada, aquest podria provocar un mal funcionament en el transportador vis-sens-fi i tenir una influència negativa en la crema i en la forma d'emissió del sistema de calefacció.



Al mercat espanyol trobem 2 certificacions europees de qualitat del pèl·let, principalment. Són els segells ENPlus i DinPlus, tots dos amb característiques molt similars. Aquests segells garanteixen al client que la qualitat dels pèl·lets s'adequa als valors especificats als estàndards. Les empreses que disposen d'aquests segells de qualitat són auditades regularment per experts independents. El CTFC està acreditat per a realitzar les auditories DinPlus a fàbriques productores de pèl·let, seguint els estàndards d'aquest segell.

Emmagatzematge del pèllet

El pèllet de fusta es pot emmagatzemar en un lloc sec (preferentment sota un cobert i en un espai ben ventilat). L'emmagatzematge del pèllet requereix d'un ambient protegit, tant per mantenir baix el contingut d'humitat dels pèllets com per garantir en bones condicions la seva estructura. La caldera de pèllet es carrega automàticament amb biocombustible a través d'un conjunt de tubs d'alimentació o d'un dispositiu d'aspiració.

En comparació amb l'estella de fusta, el pèllet només requereix una quarta part de l'espai d'emmagatzematge, de manera que a les cases unifamiliars normalment hi ha suficient espai per emmagatzemar el pèllet per tot l'any. L'antiga sala del dipòsit de gasoil de la casa també és un lloc ideal per emmagatzemar pèllets.

Pinyols i closques

Dins aquesta categoria de biocombustible, els més usats a casa nostra i que solen funcionar bé són les closques d'ametlla i d'avellana i el pinyol d'oliva. En el cas del pinyol d'oliva, aquest es pot utilitzar com a combustible en edificis residencials, edificis comercials petits i edificis públics, així com en instal·lacions de generació energètica industrial.

El pinyol d'oliva pot provenir de les almàsseres o de les extractores d'oli. Si prové de les extractores, pot haver sofert un tractament químic a base d'hexà o altres dissolvents per al procés de l'extracció de l'oli residual. Aquest procés d'extracció i els dissolvents utilitzats han de declarar-se. Cal advertir també, que en el cas dels pinyols d'oliva tractats amb additius químics, com la sal o la sosa, en aquest cas no es podrien utilitzar com a combustible.

Els pinyols d'oliva produïts segons la norma UNE-EN ISO 17225-1 es poden utilitzar en estufes de pèllets, cremadors de pèllets, així com en calderes de combustibles sòlids o sistemes de cremadors integrats de combustibles sòlids. Per a poder-los utilitzar en aquest tipus d'instal·lacions s'han de realitzar els ajustos o dissenys necessaris dels equips per tal d'aconseguir els paràmetres d'emissió i rendiment indicats a la norma.

En general, les biomasses de closques i pinyols de fruits tenen un contingut baix d'elements que formen la cendra, però que tendeixen a disminuir la seva temperatura de fusió en comparació amb la majoria dels materials a base de fusta, el que pot donar lloc a la formació d'escòries i dipòsits a l'interior dels equips. Aquests problemes estan especialment relacionats amb els materials que posseeixen un contingut relativament alt de potassi (K) i silici (Si) en comparació amb el de calci (Ca).



BLOC II: TIPUS DE CALDERES I CARACTERÍSTIQUES DELS SISTEMES

Característiques d'una instal·lació de biomassa

Les calderes de biomassa poden proveir els edificis de calefacció, o de calefacció i aigua calenta sanitària (ACS), i la seva fiabilitat és equiparable als sistemes habituals de gas o gasoil.

És necessari plantejar-se des del principi el biocombustible que es vol utilitzar i les característiques del lloc que s'ha de calefactar, per tal de dissenyar-ne la instal·lació adient.

Les calderes de biomassa es classifiquen en funció del tipus de combustible que admeten i de la classe de tecnologia que utilitzen:

En funció del tipus de combustible:

- Calderes de llenya: de mida petita i càrrega manual. Són molt eficients i tenen un 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: mida mitjana (potències des de 25 kW fins a 150 kW) o gran (potències superiors als 200 kW). Admeten diferents tipus de combustible (pèl·lets, estelles, pinyols d'oliva, restes de poda, closques de fruits secs, etc.), escollint el combustible en funció del millor preu i de la disponibilitat. No admeten varis combustibles simultàniament, però sí que admeten diferents tipus de combustibles de manera seqüencial, reprogramant la caldera per a cada tipus.

En funció del tipus de tecnologia utilitzada:

- Calderes convencionals adaptades per a biomassa: antigues calderes de carbó adaptades per poder utilitzar biomassa o calderes de gasoil amb un cremador de biomassa. Tot i que són barates, la seva eficiència és reduïda (75–85%). Acostumen a ser semiautomàtiques, ja que com que no estan dissenyades específicament per a biomassa no disposen de sistemes específics de manteniment i neteja.
- Calderes estàndard de biomassa: dissenyades específicament per a un combustible determinat (llenya, pèl·lets, estella,...). Assoleixen rendiments fins a un 92%. Generalment es tracta de calderes automàtiques, ja que disposen de sistemes automàtics d'alimentació del combustible, neteja de l'intercanviador de calor i extracció de cendres.

- Calderes mixtes: permeten l'ús alternatiu de dos combustibles en funció de les necessitats econòmiques o de subministrament de cada situació. Necessiten un emmagatzematge i un sistema d'alimentació de la caldera per a cada combustible, per la qual cosa el cost d'inversió és més gran que per a altres tecnologies. El seu rendiment és alt, pròxim al 92%, i són calderes totalment automàtiques.
- Calderes de pèllets a condensació: petites, automàtiques i per a ús exclusiu de pèllets. Aquestes calderes recuperen la calor latent de condensació continguda al combustible, disminuint progressivament la temperatura dels gasos fins que es condensa el vapor d'aigua a l'intercanviador. Mitjançant aquesta tecnologia, l'estalvi de pèllets és del 15% respecte una combustió estàndard, de manera que s'aconsegueixen les eficiències més altes del mercat, amb un rendiment de fins al 103% respecte al PCI (poder calorífic inferior).

En general, les instal·lacions de producció de calor amb biomassa forestal requereixen una inversió inicial més elevada que en sistemes convencionals, a igualtat de nivell d'automatismes. Per això, normalment s'utilitzen per a necessitats tèrmiques constants i elevades, on el preu de la biomassa respecte el preu del combustible fòssil permet amortitzar més ràpidament la inversió.

Tanmateix, l'ús energètic de la biomassa presenta una sèrie de requeriments específics en comparació amb l'ús dels combustibles fòssils:

- La biomassa té menys densitat energètica, la qual cosa fa que els sistemes d'emmagatzematge requerits siguin més grans
- Els sistemes d'alimentació del combustible i l'eliminació de les cendres són una mica més complexos i requereixen un seguiment en les operacions i en el manteniment que impliquen uns costos sovint més elevats
- La biomassa té un contingut elevat d'humitat. Per això es recomana comprar el biocombustible sota uns estàndards de qualitat i gestionar-lo correctament fins el seu ús.

Quines són les característiques de la biomassa que influenciaran més en el funcionament d'una instal·lació?

Perquè les instal·lacions funcionin de forma òptima, hi ha tres característiques importants que cal considerar de la biomassa utilitzada:

- El poder calorífic (l'energia que s'alliberarà en la combustió)
- La humitat (com més humitat menys poder calorífic)
- Les cendres produïdes durant el procés de combustió (com més cendra es generi, hi haurà més necessitat de neteja i de manteniment de les instal·lacions)

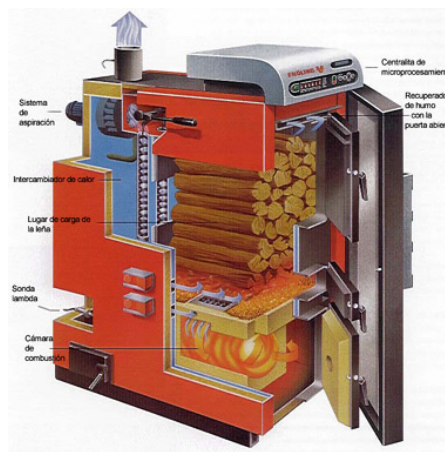


Caldera d'estella de 250 kW del CTFC.

Caldera de llenya

Descripció

L'ús de la llenya per cremar continua essent la forma més comuna d'utilitzar la biomassa per a la calefacció domèstica. Avui dia, les calderes de llenya més modernes presenten una elevada tecnologia, amb grans prestacions i rendiments superiors al 90%. La seva potència oscil·la entre 20 i 70 kW.



Ús recomanat

Calefacció de cases aïllades d'un o pocs pisos, amb superfícies a escalfar de fins a 230 m². Especialment interessant en els casos que es disposi de llenya de producció pròpia o de proveïment local.

Components

- Caldera de combustió superior o flama invertida
- Acumulador inercial de la calor
- Escalfador per l'ACS
- 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. La potència necessària és menor als edificis ben aïllats i on hi ha sistemes de calefacció d'alta eficiència, com els sistemes de fil radiant al terra o les parets.
- Nombre de càrregues al dia: és a dir, l'autonomia de funcionament desitjada. Depèn de la capacitat del forat de càrrega de 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 una humitat inferior al 25%bh (base humida). És a dir, assecada com a mínim un any a l'aire, preferiblement sota un cobert. La norma internacional que classifica la llenya és la ISO 17225-5

Condicionants

En comparació amb una llar de foc o una estufa de llenya convencional té un punt més de sofisticació i té l'avantatge que la seva neteja és molt menys freqüent (tot i que una mica més, comparada amb altres tipus de calderes de biomassa). 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.

Caldera de pèl·let

Descripció

El pèllet, degut a la seva mida petita i forma cilíndrica i llisa, tendeix a comportar-se com un fluid, la qual cosa facilita 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 pròxim al 90%.



Ús recomanat

Calefacció en edificis de mida petita o mitjana com, per exemple, cases individuals dins una població, blocs de pisos, hotels, però també apta per a masies, escoles, comunitats de veïns, piscines, edificis municipals, etc.

Components

- Caldera
- Dipòsit de pèllet
- Sistema d'alimentació
- Central de regulació
- Opcionalment, acumulador inercial i escalfador per ACS (aigua calenta sanitària)

Disseny del sistema

La sitja d'emmagatzematge ha d'estar al costat de la sala de la caldera o molt propera.

Les calderes més senzilles es carreguen manualment amb bosses de 15 kg (essent aleshores l'autonomia de només uns 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

Pèllets que compleixin els requeriments de la caldera en base a la norma ISO 17225-2 que regula els paràmetres de qualitat.

El pèllet està disponible al mercat en diferents formes:

- Bosses petites de 15 kg, utilitzades en estufes, llar de focs i calderes petites amb dipòsit de càrrega manual
- Bosses grans de 800 – 1.000 kg ("*big bags*"), utilitzades en sistemes d'alimentació de vis sens fi
- A granel, utilitzades en sitges d'emmagatzematge

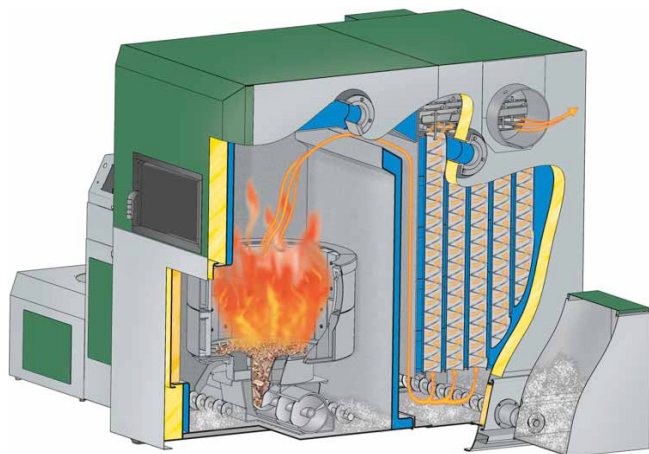
Condicionants

El preu del pèllet és superior al de l'estella però per contra té un poder calorífic superior.

Caldera d'estella

Descripció

Una caldera d'estella és un sistema totalment automatitzat en que la seva dimensió es pot adaptar bé a les necessitats del client, podent assolir 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, per exemple, 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

- Caldera
- Sitja per emmagatzemar l'estella
- Sistema d'alimentació
- Central de regulació
- Opcionalment, acumulador inercial i escalfador per ACS (aigua calenta sanitària)

Disseny del sistema

La sitja d'emmagatzematge ha d'estar al costat de la sala de la caldera o molt propera. Ha de tenir unes determinades dimensions 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 del combustible determinarà la configuració de la sitja:

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

Combustible

Ha de ser aquella estella que compleixi els requeriments de la caldera en base a la normativa ISO 17225-1.

Condicionants

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

RECOMANACIONS FINALS A L'HORA DE SELECCIONAR UN TIPUS DE CALDERA

A l'hora d'escollir una caldera de biomassa hi ha una sèrie d'aspectes que s'han de considerar prèviament:

- **El consum anual estimat**, per tal d'escollir la potència de caldera més adequada
- **La disponibilitat d'espai**. Un sistema de calefacció amb biomassa té unes exigències d'espai majors que un sistema convencional. En general, és necessari disposar d'espai suficient per a la caldera, la sitja i l'accés dels camions per poder subministrar la biomassa.
- **La capacitat del dipòsit** segons el nombre de càrregues anuals
- **La garantia de subministrament del producte**. Ha de poder-se assegurar el subministrament a mig-llarg termini amb una adequada qualitat de la biomassa. El subministrament de llenya i estella és recomanable a distàncies curtes, mentre que el pèllet (en part, degut a les seves elevada densitat energètica) facilita el seu transport més a llargues distàncies
- **El manteniment de la caldera**. Quan no s'utilitzen calderes de biomassa amb sistemes automàtics de neteja, és necessari planificar la retirada periòdica de les cendres dels intercanviadors de calor. D'altra banda, s'ha de vigilar el nivell de combustible a la sitja d'emmagatzematge i planificar la seva reposició per tal d'evitar la falta de subministrament
- **Un servei tècnic de confiança i proper**

ATENCIÓ AL CONTRACTE DE SUBMINISTRAMENT!

El contracte de subministrament estableix les regles comercials entre el subministrador de biomassa i el client o responsable del funcionament de la instal·lació.

Els principals aspectes que s'han de considerar en els contractes de subministrament són els següents:

- La quantitat del subministrament i les unitats de facturació: les quantitats de biomassa a subministrar es poden expressar en metres cúbics aparents (volum), en tones (pes) referides a una humitat concreta, o bé per energia produïda (kWh).
- Les característiques del material a subministrar: tipus de material (origen i espècie), humitat, granulometria, presència d'impureses...
- El preu i la seva revisió: el preu del subministrament ha de resoldre's per mutu acord entre les parts, segons els preus del mercat local i en funció de la quantitat, qualitat, nombre d'entregues i el cost de les diferents fases de treball, incloent el transport.
 - Es recomana establir el preu per energia produïda (principalment en el cas d'estella forestal), essent més car quan més sec és el material, ja que té un poder calorífic major.
 - És important acordar què inclou el preu (lliurament, gestió de les cendres...).
- La durada del contracte
- Les entregues: en les emergències o situacions imprevistes, el subministrador ha de fer tot el que sigui possible per a realitzar les entregues el més aviat possible.
- Les garanties i les penalitzacions: per a que el subministrament sigui fiable es defineixen una sèrie de garanties i penalitzacions per les quals el client pot exigir l'existència d'un estoc de garantia (un percentatge del contracte anual).
 - El client ha de garantir l'accés i l'emmagatzematge de la biomassa, el bon manteniment i funcionament de la tecnologia i informar al subministrador de les quantitats de combustible que necessita i de l'existència de períodes de màxima utilització de combustible.
 - Les penalitzacions indemnitzen al client en cas d'irregularitat en els terminis d'entrega, qualitat del combustible o quantitats per part del subministrador, i al subministrador en cas de funcionament incorrecte de les instal·lacions.

BLOC III: AVALUACIÓ DE LA DEMANDA ENERGÈTICA EN INSTAL·LACIONS TIPUS I ANÀLISI DE LA INVERSIÓ

La demanda energètica d'una granja d'animals està íntimament relacionada a mantenir unes condicions ambientals adequades pels animals que hi ha al seu interior. El control de l'ambient millora el benestar dels animals i contribueix a aconseguir els objectius productius de l'explotació. Els sistemes de calefacció i de refrigeració s'utilitzen per controlar la temperatura de l'interior de la granja. L'objectiu és aconseguir les temperatures òptimes de producció. Per aconseguir això també és molt important utilitzar unes tècniques constructives el màxim d'eficients possibles perquè això farà que les pèrdues energètiques siguin mínimes i el consum de combustible, en aquest cas, també sigui mínim. El sistema d'aïllament és molt important a l'hora de determinar les necessitats de calefacció o de refrigeració.

El tipus d'energia més utilitzada a les explotacions ramaderes són els combustibles fòssils (gasoil, propà i carbó) pels calefactores, i l'energia elèctrica per ventilació i refrigeració.

A continuació presentem quatre exemples d'explotacions tipus per tal que el lector pugui fer-se la idea de les necessitats energètiques, del consum anual, inversió inicial i estalvi previst en cadascun dels casos.

Exemples d'instal·lacions tipus en explotacions agràries

Granja de porcs d'engreix

Suposem una explotació porcina a la Noguera amb una nau de 2.000 garrins.

La demanda energètica de la granja és de 257.593 kWh/any. Per cobrir aquesta demanda faria falta una caldera de **220 kW**, amb un consum d'unes 73 tones d'estella a l'any.

Si l'usuari decidís realitzar una instal·lació amb biomassa d'estella, podria estalviar-se uns 13.000 € l'any en combustible per calefactar la granja i recuperaria la inversió de la caldera en prop de 4 anys. A més, suposaria un estalvi anual en les emissions de CO₂ de 73 tones respecte les emissions que suposaria l'ús de gasoil.

	Gasoil	Estella	Pèl·let	Pinyolada
Consum anual	29.272 l/any	73 t/any (al 30% d'humitat)	64 t/anys	57 t/any
Despesa anual	19.526 €/any	6.311 €/any	12.004 €/any	6.182 €/any
Estalvi previst		13.215 €/any	7.522 €/any	13.343 €/any
Inversió inicial		49.700 €	47.100 €	47.100 €
Recuperació de la inversió		3,8 anys	6,3 anys	3,5 anys

Granja de pollastres d'engreix

Es tractaria del cas d'una explotació de 20.000 pollastres d'engreix a la Segarra.

La demanda energètica de calor de la granja és de 394.965 kWh/any. Per cobrir aquesta demanda necessitaria una caldera de **130 kW**, amb un consum d'unes 177 tones d'estella a l'any.

Si l'usuari decidís realitzar una instal·lació amb biomassa d'estella, podria estalviar-se uns 20.000 € l'any en combustible per calefactar la granja i recuperaria la inversió de la caldera en poc més de 2 anys. A més, suposaria un estalvi anual en les emissions de CO₂ de 124 tones respecte les emissions que suposaria l'ús de gasoil.

	Gasoil	Estella	Pèl·let	Pinyolada
Consum anual	44.882 l/any	112 t/any (al 30% d'humitat)	156 t/any	139 t/any
Despesa anual	29.938 €/any	9.677 €/any	29.049 €/any	14.961 €/any
Estalvi previst		20.262 €/any	18.202 €/any	32.291 €/any
Inversió inicial		44.600 €	42.100 €	42.100 €
Recuperació de la inversió		2,2 anys	3,7 anys	2,1 anys

Granja de gallines de posta

En aquest cas plantejem una explotació de 20.000 gallines de posta al Solsonès, on la demanda energètica de calor de la granja és de 132.232 kWh/any.

Per cobrir aquesta demanda faria falta una caldera d'una potència de **70 kW**.

Si l'usuari decidís realitzar una instal·lació amb biomassa d'estella, podria estalviar-se més de 6.000 €/any en combustible per calefactar la granja i recuperaria la inversió de la caldera al voltant dels 4 anys. A més, suposaria un estalvi anual en les emissions de CO₂ de 37,6 tones respecte les emissions que suposaria l'ús de gasoil.

	Gasoil	Estella	Pèl·let	Pinyolada
Consum anual	15.026 l/any	38 t/any (al 30% d'humitat)	33 t/any	29 t/any
Despesa anual	10.023 €/any	3.240 €/any	6.162 €/any	3.174 €/any
Estalvi previst		6.784 €/any	3.861 €/any	6.850 €/any
Inversió inicial		29.600 €	26.900 €	26.900 €
Recuperació de la inversió		4,4 anys	7 anys	3,9 anys

Hivernacle de flor tallada

Suposem un hivernacle de flor tallada al Maresme amb una superfície a calefactar de 7.500 m².

La demanda energètica de l'hivernacle és de 1.000.000 kWh/any. Per cobrir aquesta demanda faria falta una caldera d'**1 MW**, amb un consum d'unes 300 tones d'estella a l'any.

Si l'usuari decidís realitzar una instal·lació amb biomassa d'estella, podria estalviar-se uns 51.300 € l'any en combustible per calefactar l'hivernacle i recuperaria la inversió de la caldera en prop de 4 anys. A més, suposaria un estalvi anual en les emissions de CO₂ de 288 tones respecte les emissions que suposaria l'ús de gasoil.

	Gasoil	Estella	Pèl·let	Pinyol d'oliva
Consum anual	113.636 l/any	285 t/any (al 30% d'humitat)	250 t/anys	222 t/any
Despesa anual	75.800 €/any	24.500 €/any	46.600 €/any	24.000 €/any
Estalvi previst		51.300 €/any	29.200 €/any	51.800 €/any
Inversió inicial		200.000 €	200.000 €	200.000 €
Recuperació de la inversió		3,9 anys	6,8 anys	3,9 anys

Casos pràctics

Exemple 1. Granja de truges

En primer lloc cal saber les necessitats energètiques. Aquestes s'han calculat a partir d'un model publicat per l'Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético (IDAE) del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Una granja de truges ubicada a Lleida, amb un tancament de bloc de termoargila de 19 cm i capa de poliuretà de 3 cm, amb coberta de fibrociment i capa d'escuma projectada de 3 cm té una necessitat màxima de 180 (kcal/h animal) en el moment climàticament més desfavorable.

Per a una granja de 500 mares reproductores tenim les següents xifres:

Nombre d'animals	500
Necessitats calorífiques en kcal/h.animal	180
Total kcal.h	90.000
Total kW	104,67

La comparativa de cost per tipus de combustible seria la següent:

Tipus de combustible	Poder calorífic (kW/kg)	Import (€/kW)	Cost per hora
Gasoil	10,234	0,076	7,934
GLP	12,793	0,080	8,374
Pèl.let	4,652	0,057	5,968
Estella	4,084	0,026	2,700
Pinyol d'oliva	5,234	0,024	2,512
Clofolla d'avellana	4,478	0,021	2,219

Exemple 2.- Granja de pollastres (broilers)

Per efectuar els càlculs de les necessitats energètiques en una granja de pollastres, s'ha utilitzat la mateixa publicació que en el l'exemple anterior.

Posem per cas, una granja de broilers ubicada a Tarragona, amb un tancament de gero (maó ceràmic calat) de 19 cm i capa projectada de poliuretà de 3 cm i coberta metàl·lica amb capa d'aïllament de 3 cm, té una necessitat màxima de 5,20 (kcal/h animal) en el moment climàticament més desfavorable.

D'aquesta manera per a una granja de 10.000 pollastres tenim les següents xifres:

Nombre d'animals	10.000
Necessitats calorífiques en kcal/h.animal	5,20
Total kcal.h	52.000
Total kW	60,48

I la comparativa de demanda de combustible i cost seria la següent:

Tipus de combustible	Poder calorífic (kW/kg)	Import (€/kW)	Cost per hora
Gasoil	10,234	0,076	4,584
GLP	12,793	0,080	4,838
Pèllet	4,652	0,057	3,448
Estella	4,084	0,026	1,560
Pinyol d'oliva	5,234	0,024	1,451
Clofolla d'avellana	4,478	0,021	1,282

Exemple 3.- Granja de conills

Pel càlcul de kcal necessàries en aquest tipus de granja s'ha usat el model exposat per Philipp Rockmann a la publicació Cunicultura, publicada el mes de desembre de 2014. Plantegem l'escenari de buscar una temperatura interior de 18°C amb una d'exterior de -4°C.

En primer lloc ens cal saber la potència calorífica necessària per mantenir la T° aconsellada. Per calcular-la seguirem un model que s'hi aproxima molt, i que ens serveix en aquest cas. Els kilowatts necessaris s'obtenen de la següent expressió: $kW = A \times B \times C / 860$, on;

A.- m³ a calefactar

B.- diferencial tèrmic entre la temperatura exterior i la interior

C.- coeficient d'aïllament de la granja, que oscil·la entre 1,50 (granja molt ben aïllada) i 3,50 (granja sense cap aïllament).

Afegim en aquest exemple un rendiment de la caldera del 85%.

Característiques tècniques	
Longitud	50,00
Amplada	10,00
Alçada mitjana	3,00
Grau aïllament	2,50
T° mínima exterior °C	-4,00
T° mitjana interior °C	18,00
Volum espai a calefactar (m³)	1500,0
Diferencial tèrmic	22,00
Factor aïllament	2,50
Factor conversió kW	860
kW necessaris	95,93
Rendiment caldera	85%
kW necessaris	112,86

Aquesta necessitat calorífica es pot cobrir amb diferents combustibles, convencionals o biomassa, amb els següents resultats de cost per hora de funcionament.

Tipus de combustible	Poder calorífic (kW/kg)	Import (€/kW)	Cost per hora
Gasoil	10,234	0,076	8,555
GLP	12,793	0,080	9,029
Pèl·let	4,652	0,057	6,435
Estella	4,084	0,026	2,912
Pinyol d'oliva	5,234	0,024	2,709
Clofolla d'avellana	4,478	0,021	2,393
diferencial entre combustible més car i barat per hora de funcionament (€)			6,16
diferencial per dia supòsit de funcionament 8 hores en €)			49,30
diferencial mensual en €			1.478,91

PER RECORDAR!

- La biomassa, respecte el combustible fòssil, representa un estalvi econòmic important que s'incrementa en la mesura en que augmenta la demanda energètica (kW necessaris). És a dir, com més alta sigui la demanda energètica, més rendible és l'opció biomassa respecte el combustible fòssil.
- La biomassa té menys fluctuació de preu que el combustible fòssil, a la vegada que presenta més opcions o variants de biocombustible (closques i pinyols, pèl·let, estella, etc...) respecte les fluctuacions dels combustibles fòssils.
- Des d'un punt de vista de contaminació, el balanç CO₂ de la biomassa és neutre respecte el combustible fòssil.
- La biomassa és un recurs sostenible, disponible a casa nostra i que contribueix a millorar l'economia productiva de les zones rurals. Alhora, la biomassa diversifica el sistema energètic, redueix la dependència exterior i afavoreix la dinàmica empresarial, així com la creació d'ocupació local i fomenta la competitivitat de les explotacions.

ANNEX - CONCEPTES TÈCNICS I FINANCERS

La GUIA que teniu entre mans proposa una sèrie d'exemples de granges on es calculen els costos energètics amb diferents tipus de combustibles; biomassa i fòssils. Aquest annex pretén familiaritzar el lector en alguns conceptes tècnics i financers que li seran d'utilitat tant per poder seguir els exemples com per poder fer els seus propis càlculs. La idea és ajudar al lector a l'hora de "fer números" i donar eines i informació per a prendre decisions.

Conceptes tècnics

La calor (cal) és una unitat d'energia. Una calor és la quantitat de calor necessària per elevar en 1 °C un gram d'aigua. D'aquesta manera, la kilocaloria és la quantitat necessària per augmentar 1 °C un litre d'aigua. Així, si volem incrementar un grau un litre d'aigua, ens farà falta 1 kilocaloria, i per 10 litres, 10 kilocalories. El combustible és el que per medi d'una oxidació (cremar) ens aporta aquesta energia.

Una segona paraula també fonamental; **el poder calorífic**. Es defineix com la quantitat d'energia per kg (o per litre), que desprèn un combustible (gasoil, GLP, estella, pèl·let...). Així quan per exemple diem que 1 kg de closca de pinyol d'oliva té un poder calorífic de 4.500 kilocalories, el que estem dient és la quantitat de kilocalories que desprèn aquest combustible.

En aquest punt, ja podem veure que hi ha una relació directa entre calories necessàries per escalfar per exemple un litre d'aigua, i els kg de pèl·let o gasoil necessaris; el seu poder calorífic.

En la següent taula presentem el poder calorífic de diferents combustibles:

Tipus de combustible	Poder calorífic (kcal-h/kg)
Gasoil	8.800
GLP	11.000
Pèl·let	4.000
Estella	3.512
Pinyol d'oliva	4.500
Clofolla d'avellana	3.850

Taula 1.- poder calorífic i densitat de diferents combustibles. Autor: Joan Farreras

A partir d'aquí, ja podem calcular les kilocalories necessàries per escalfar un volum d'aigua i la quantitat necessària per a cada tipus de combustible. A continuació, un exemple:

Calculem quina és la quantitat i el cost de diferents combustibles per escalfar 1.000 litres d'aigua des d'una temperatura inicial de 10 °C fins a 65 °C.

Volum d'aigua a escalfar en litres	1.000
Kilocalories necessàries per °C d'increment	1.000
Tª inicial de l'aigua en °C	10
Tª final de l'aigua en °C	65
Kilocalories necessàries	55.000

Tipus de combustible	Poder calorífic (kcal-h/kg)	Kg de combustible necessaris	Preu combustible	import total
Gasoil	8.800	6,25	0,776	4,85
GLP	11.000	5,00	1,023	5,12
Pèl.let	4.000	13,75	0,265	3,65
Estella	3.512	15,66	0,105	1,65
Pinyol d'oliva	4.500	12,22	0,126	1,54
Clofolla d'avellana	3.850	14,29	0,095	1,36

Els preus dels diferents combustibles i la seva evolució es poden extreure de diferents publicacions. Es pot observar que els preus de la biomassa sempre són més estables i amb un preu per sota dels fòssils. Fonts: Observatori Forestal Català (2018) i Preus de productes forestals de la Diputació de Barcelona (2017).

Conceptes financers per a l'estudi de la rendibilitat d'una inversió

• Rendibilitat de la inversió

La paraula rendibilitat busca, com la mateixa paraula diu, saber quin benefici es treu d'una inversió.

La decisió d'usar un o altre tipus de combustible ha de venir motivada a partir de la major rendibilitat d'una opció respecte l'altra.

Parlant en termes d'inversió, el sistema de calefacció d'una granja, amb independència del combustible que escollim, té tres parts diferenciades, que són:

1.- dipòsit d'emmagatzematge de combustible

2.- caldera

3.- sistema de distribució de l'aigua calenta per la granja

Els punts 1 i 3 són, des del punt de vista dels diners a invertir, idèntics o gairebé idèntics sigui quin sigui el tipus de combustible que usem. Per tant, la rendibilitat major o menor de la inversió l'hem de focalitzar en el punt 2, el sistema de caldera.

I parlant de calderes ens trobem:

- a) per una banda que la biomassa, com a combustible, és més econòmic que el combustible fòssil i per tant, usar biomassa en qualsevol cas serà més beneficiós des del punt de vista de rendibilitat de la matèria primera
- b) que les calderes de biomassa són en general més cares que les convencionals de gas o gasoil.

Haurem d'estudiar doncs, aquest segon apartat; l'import de la caldera.

• Amortització

Sovint el terme amortització es confon. Solem dir que amortitzem la caldera en un any o en dos, quan el que volem dir és que amb el que ens estalviem, podem pagar la caldera en un o dos o tres anys i mig... L'amortització, almenys des d'un punt de vista financer, respon a un altra concepte. En aquest sentit, l'amortització ens ve a dir quin és el cost anual d'una inversió. Si adquirim una caldera que te una vida útil de 15 anys, el cost anual de la caldera serà el del seu import dividit per aquesta vida útil.

Exemple amb imports reals de calderes:

Descripció equip	Import (€)	Vida útil (anys)	Cost anual de l'equip (€/any)
Caldera gasoil de 80 kW, de dues etapes amb cremadors i posada en marxa	3.653	15	243,53
Caldera propà de 80 kW, de dues etapes amb cremadors i posada en marxa	5.070	15	338,00
Caldera biomassa amb potència 80 kW	6.000	15	400,00

El que podem veure, per a calderes no massa grans, és que el cost de l'amortització no és massa rellevant entre un tipus i altre de caldera. Parlem de 156,47 euros/any.

Descripció equip	Import (€)	Vida útil (anys)	Cost anual de l'equip (€/any)
Caldera gasoil de 150 kW, de dues etapes amb cremadors i posada en marxa	4.478	15	298,53
Caldera propà de 150 kW, de dues etapes amb cremadors i posada en marxa	4.514	15	300,93
Caldera biomassa amb potència 150 kW	16.000	15	1.066,67

De la mateixa manera, si anem a equips majors – potències de 150 kW – tampoc veiem diferencials tant alts en el cost d'amortització d'una caldera o altra. Parlem de 768,14 euros/any.

• Cost financer de la inversió

Seguint amb el mateix plantejament del punt anterior, cal calcular el cost financer diferencial que té el fet d'escollir un tipus o altre de caldera, ja que aquest també afectarà la rendibilitat de la inversió.

Descripció equip	Import (€)
Caldera gasoil de 80 kW, de dues etapes amb cremadors i posada en marxa	3.653,00
Import a finançar	3.653,00
Període en anys	5,00
Interés del préstec	0,06
Quota anual	855,45
Cost financer dels 5 anys	624,23
Caldera biomassa amb potència 80 kW	6.000,00
Import a finançar	6.000,00
Període en anys	5,00
Interés del préstec	0,06
Quota anual	1.405,06
Cost financer dels 5 anys	1.025,29
Diferencial de cost financer entre una i altra caldera	401,06

Observem que per a una caldera de 80 kW el diferencial de cost financer entre una caldera de gasoil i una altra de biomassa, seria de 401,06 euros.

Descripció equip	Import (€)
Caldera gasoil de 150 kW, de dues etapes amb cremadors i posada en marxa	4.478,00
Import a finançar	4.478,00
Període en anys	5,00
Interés del préstec	0,06
Quota anual	1.048,64
Cost financer dels 5 anys	765,21
Caldera biomassa amb potència 150 kW	16.000,00
Import a finançar	16.000,00
Període en anys	5,00
Interés del préstec	0,06
Quota anual	3.746,82
Cost financer dels 5 anys	2.734,11
Diferencial de cost financer entre una i altra caldera	1.968,90

La comparativa per a dues calderes de 150 kW (una de gasoil *versus* una de biomassa) tindria un cost financer de 1.968,90 euros.

• Resum de costos

A mode de resum i per clarificar totes les idees exposades en els punts anteriors, es presenta la següent taula:

	80 kW gasoil	80 kW biomassa	150 kW gasoil	150 kW biomassa
Amortització	243,53	400,00	298,53	1.066,67
Cost financer	624,23	1.025,29	765,21	2.734,11
Total	867,77	1.425,29	1.063,74	3.800,78

	80 kW gasoil	80 kW biomassa	150 kW gasoil	150 kW biomassa
Potència calorífica combustible (kW/kg)	10,23	4,08	10,23	4,08
Kg de combustibles gastats per hora	7,82	19,59	14,66	36,72
Cost combustible	0,78	0,10	0,78	0,10
Cost per cada hora de funcionament caldera	6,06	1,96	11,37	3,68
Estalvi per hora de funcionament		4,10		7,70
Hores de funcionament durant la vida útil de la caldera per recuperar inversió		347,29		493,93

Del quadre resum en podem extreure algunes conclusions:

- 1.-** la biomassa és més econòmica que el combustible fòssil
- 2.-** aquest estalvi és més evident en potències més elevades, ja que el diferencial de preu es fa notar quan les quantitat són altes
- 3.-** la inversió en calderes (les de biomassa solen ser més altes) queden compensades aviat amb les hores de funcionament de la caldera, pel fet que la inversió es recupera en poc temps si comparem el preu del biocombustible respecte el combustible fòssil.

ENLLAÇOS D'INTERÈS

BiomassaCAT

<http://icaen.gencat.cat/ca/energia/renovables/biomassa/BiomassaCAT>

Observatori Forestal Català

<http://www.observatoriforestal.cat/>

Subdirecció General de Planificació Rural

http://sac.gencat.cat/sacgencat/AppJava/organisme_fitxa.jsp?codi=11298

Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC)

<http://www.ctfc.cat/>

Institut Català d'Energia (ICAEN)

<http://icaen.gencat.cat/ca/inici>

Clúster de Biomassa

www.clusterbiomassa.cat

Centre de la Propietat Forestal

<http://www.cpf.gencat.cat>

PEFC

www.pefc.cat

CATFOREST

www.catforest.cat

Sistemes d'emmagatzematge d'estella forestal

http://observatoribiomassa.forestal.cat/1-3c_biomassa.php

Guia de bones pràctiques per al control del risc per inhalació de monòxid de carboni (CO) en l'emmagatzematge de pèl·lets de fusta a les dependències dels usuaris finals

http://treball.gencat.cat/web/.content/09_-_seguretat_i_salut_laboral/07_-_altres/GUIA-DE-BONES-PRACTIQUES-PER-AL-CONTROL-DEL-RISC-PER-INHALACIO-DE-MONOXID-DE-CARBONI-CO.pdf



Dades de contacte:

Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya
Ctra. de Sant Llorenç de Morunys, Km2
25280 Solsona