

## Sumari

<b>SUMARI</b>	<b>1</b>
<b>1. ANNEXES 1</b>	<b>3</b>
1.1. Pressupost.....	3
1.2. Càlculs.....	5
<b>2. ANNEXES 2</b>	<b>9</b>





# 1. Annexes 1

## 1.1. Pressupost

El cost total de la realització d'aquest projecte es calcularà com la suma del cost de les hores emprades així com els costos de les despeses materials. Per a saber les hores emprades es mostrarà el repartiment de tasques en el temps o diagrama de Gantt corresponent cada casella a 10 dies i prenent una dedicació mitjana de 3 hores diàries (dies laborables):

**Taula 1.1:** Diagrama de Gantt

Tasca	Feb	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setem.
1.	■	■	■	■				
2.			■	■				
3.				■	■			
4.				■	■			
5.			■	■	■	■	■	■
6.					■	■		
7.						■	■	
8.							■	■
9.								■
10.								■

1. Documentació i bibliografia – 106 h.
2. Visita de la ubicació i reconeixement dels requeriments – 27 h.
3. Cerca a Catalunya de mètodes i empreses forestals – 22 h.



4. Càlculs previs – 15 h.
5. Redacció de memòria – 175 h.
6. Cerca de sistemes de gasificació – 30 h.
7. Càlculs exhaustius – 42 h.
8. Estudi de viabilitat – 35 h.
9. Annexes – 14 h.
10. Revisió i correcció – 42 h.

El còmput total d'hores és de 508 h a un cost de 35 €/h.

Per a conèixer la situació futura de la planta, les necessitats de la zona i el mercat de fusta a Catalunya, s'han visitat diverses poblacions com, Vic, El Brull, pobles del Lluçanès, etc. El cost dels 7 desplaçaments on es compte el combustible, peatges i l'amortització del vehicle és de 122€.

El cost total és doncs de:  $508 \text{ h} \times 35 \text{ €/h} + 122 \text{ €} = \mathbf{17.902 \text{ €}}$



## 1.2. Càlculs

Per a cada compost s'ha calculat la capacitat calorífica per la seva fracció molar:

### Metà

$$0,02 * 50,7 \text{ kJ/kmol}\cdot\text{C} = \mathbf{1,014 \text{ KJ/kmol}\cdot\text{C}}$$

$$0,02 * 16 \text{ g/mol} = 0,32 \text{ g}$$

### CO

$$0,22 * 39,29 \text{ kJ/kmol}\cdot\text{C} = \mathbf{6,6638 \text{ KJ/kmol}\cdot\text{C}}$$

$$0,22 * 28 \text{ g/mol} = 6,16 \text{ g}$$

### CO<sub>2</sub>

$$0,1 * 45,94 \text{ kJ/kmol}\cdot\text{C} = \mathbf{4,594 \text{ KJ/kmol}\cdot\text{C}}$$

$$0,1 * 44 \text{ g/mol} = 4,4 \text{ g}$$

### H<sub>2</sub>

$$0,22 * 29,14 \text{ kJ/kmol}\cdot\text{C} = \mathbf{6,4108 \text{ KJ/kmol}\cdot\text{C}}$$

$$0,22 * 2 \text{ g/mol} = 0,44 \text{ g}$$

### N<sub>2</sub>

$$0,44 * 30,57 \text{ kJ/kmol}\cdot\text{C} = \mathbf{13,4508 \text{ KJ/kmol}\cdot\text{C}}$$

$$0,44 * 28 \text{ g/mol} = 12,32 \text{ g}$$

Per trobar la capacitat calorífica en kJ/kg·C cal trobar la seva fracció massica:

$$0,32 \text{ g} + 6,16 \text{ g} + 4,4 \text{ g} + 0,44 \text{ g} + 12,32 \text{ g} = 23,64 \text{ g}$$

### Metà

$$0,32 \text{ g} / 23,64 \text{ g} * = \mathbf{0,0135}$$



$$0,0135 * 3,16 \text{ kJ/kg}\cdot\text{C} = \mathbf{0,043 \text{ kJ/kg}\cdot\text{C}}$$

### CO

$$0,6,16 \text{ g} / 23,64 \text{ g} * = \mathbf{0,2606}$$

$$0,2606 * 1,081 \text{ kJ/kg}\cdot\text{C} = \mathbf{0,282 \text{ kJ/kg}\cdot\text{C}}$$

### CO<sub>2</sub>

$$4,4 \text{ g} / 23,64 \text{ g} * = \mathbf{0,1861}$$

$$0,1861 * 1,044 \text{ kJ/kg}\cdot\text{C} = \mathbf{0,194 \text{ kJ/kg}\cdot\text{C}}$$

### H<sub>2</sub>

$$0,44 \text{ g} / 23,64 \text{ g} * = \mathbf{0,0186}$$

$$0,0186 * 14,45 \text{ kJ/kg}\cdot\text{C} = \mathbf{0,269 \text{ kJ/kg}\cdot\text{C}}$$

### N<sub>2</sub>

$$12,32 \text{ g} / 23,64 \text{ g} * = \mathbf{0,5212}$$

$$0,5212 * 1,092 \text{ kJ/kg}\cdot\text{C} = \mathbf{0,569 \text{ kJ/kg}\cdot\text{C}}$$

Per al càlcul del cabal necessari d'oxigen s'ha buscat el cabal de cada gas d'un cabal total de 850 Nm<sup>3</sup>/h i l'oxigen necessari per a la seva combustió:

### Metà

$$0,02 * 850 \text{ Nm}^3/\text{h} = \mathbf{17 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$17 \text{ m}^3/\text{h} * 0,656 \text{ kg/m}^3 = \mathbf{11,15 \text{ kg/h}}$$

$$11,15 \text{ kg/h} / 16 \text{ g/mol} = \mathbf{0,697 \text{ kmols/h}}$$

per a la combustió de un mol de metà es gasten **2** mols d'O<sub>2</sub>

$$0,697 \text{ kmols/h} * 2 = \mathbf{1,393 \text{ kmols O}_2}$$



**CO**

$$0,22 * 850 \text{ Nm}^3/\text{h} = \mathbf{187 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$187 \text{ m}^3/\text{h} * 1,145 \text{ kg/m}^3 = \mathbf{214,1 \text{ kg/h}}$$

$$214,1 \text{ kg/h} / 28 \text{ g/mol} = \mathbf{7,646 \text{ kmols/h}}$$

per a la combustió de un mol de metà es gasten **0,5** mols d'O<sub>2</sub>

$$7,646 \text{ kmols/h} * 0,5 = \mathbf{3,823 \text{ kmols O}_2}$$

**CO<sub>2</sub>**

$$0,1 * 850 \text{ Nm}^3/\text{h} = \mathbf{85 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$85 \text{ m}^3/\text{h} * 1,798 \text{ kg/m}^3 = \mathbf{152,91 \text{ kg/h}}$$

$$152,91 \text{ kg/h} / 44 \text{ g/mol} = \mathbf{3,475 \text{ kmols/h}}$$

no hi ha combustió per al CO<sub>2</sub>

**H<sub>2</sub>**

$$0,22 * 850 \text{ Nm}^3/\text{h} = \mathbf{187 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$187 \text{ m}^3/\text{h} * 0,082 \text{ kg/m}^3 = \mathbf{15,41 \text{ kg/h}}$$

$$15,41 \text{ kg/h} / 2 \text{ g/mol} = \mathbf{7,704 \text{ kmols/h}}$$

per a la combustió de un mol de metà es gasten **0,5** mols d'O<sub>2</sub>

$$7,704 \text{ kmols/h} * 0,5 = \mathbf{3,852 \text{ kmols O}_2}$$

**N<sub>2</sub>**

$$0,44 * 850 \text{ Nm}^3/\text{h} = \mathbf{374 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$374 \text{ m}^3/\text{h} * 1,145 \text{ kg/m}^3 = \mathbf{428,23 \text{ kg/h}}$$

$$428,23 \text{ kg/h} / 28 \text{ g/mol} = \mathbf{15,294 \text{ kmols/h}}$$

no hi ha combustió per al N<sub>2</sub>



Per al càlcul dels gasos d'escapament després de la combustió:

### Metà

La combustió d'un mol de metà genera 1 mol de CO<sub>2</sub> i 2 d'H<sub>2</sub>O

$$0,697 \text{ kmol/h} * 1 * 44 \text{ g/mol CO}_2 = \mathbf{30,654 \text{ kg/h CO}_2}$$

$$0,697 \text{ kmol/h} * 2 * 18 \text{ g/mol H}_2\text{O} = \mathbf{25,08 \text{ kg/h H}_2\text{O}}$$

### CO

La combustió d'un mol de CO genera 1 mol de CO<sub>2</sub>

$$7,646 \text{ kmol/h} * 1 * 44 \text{ g/mol CO}_2 = \mathbf{336,44 \text{ kg/h CO}_2}$$

### H<sub>2</sub>

La combustió d'un mol d'hidrogen genera 1 mol d'H<sub>2</sub>O

$$7,704 \text{ kmol/h} * 1 * 18 \text{ g/mol H}_2\text{O} = \mathbf{138,68 \text{ kg/h H}_2\text{O}}$$

### Gasos de sortida:

#### CO<sub>2</sub>

$$152,91 \text{ kg/h inicials} + 30,654 \text{ kg/h} + 336,44 \text{ kg/h} = \mathbf{520 \text{ kg/h CO}_2}$$

#### H<sub>2</sub>O

$$25,08 \text{ kg/h} + 138,68 \text{ kg/h} = \mathbf{163,76 \text{ kg/h H}_2\text{O}}$$

#### O<sub>2</sub>

$$1868 \text{ kg/h aire} * 0,21 = 392,28$$

$$392,28 \text{ kg/h totals} - 290,24 \text{ kg/h cremats} = \mathbf{102,04 \text{ kg/h O}_2 \text{ d'excés}}$$

#### N<sub>2</sub>

$$1868 \text{ kg/h aire} * 0,79 = 1475,72 \text{ kg/h N}_2$$

$$428,23 \text{ kg/h inicials} + 1475,72 \text{ kg/h N}_2 = \mathbf{1903,95 \text{ kg/h N}_2}$$





## 2. Annexes 2

En aquests annexes es recullen:

- Recomanacions sobre pèrdua de nutrients als boscos
- Tipus de gasificadors
- Propietat de la fusta i les estelles
- Taula 2.1 d'assecat d'estella
- Taula 2.2 d'aprofitament forestal
- Taula 2.3 comparativa de fabricants de sistemes de gasificació
- Característiques del Règim especial i taula 2.4
- Full tècnic motor-generador Caterpillar
- Preus dels productes forestals



Diverses recomanacions amb relació a la pèrdua de nutrients ocasionada per la retirada de restes i arbres petits (Hakkila, 2004; Balboa et al., 2003):

- Efectuar la retirada de restes bàsicament en terrenys de poc pendent, mecanitzables i amb menor risc d'arrossegament dels nutrients, per exemple amb el retorn de les cendres de combustió.
- Tenint en compte només aspectes de conservació de sòls, els terrenys més adients per a l'aprofitament de biomassa forestal són els que tenen una ampla capacitat agrícola o forestal (profunditat suficient, pendent de vessant suau, risc d'erosió reduït, i possibilitat de fertilització mecanitzada).
- Les possibilitats de fertilització estan determinades per les possibilitats de mecanització i el més baix risc d'arrossegament de fertilitzants per l'aigua de l'escolament, dos factors que bàsicament depenen del pendent.
- En tot cas, és recomanable no extreure fulles i branquillons més fins. L'assecat natural de restes sobre el terreny és un mitjà efectiu per assolir la reducció simultània d'humitat i defoliació parcial per a arbres petits sencers i munts de restes de tallada sobre el terreny.
- En operacions amb arbres petits, especialment en masses joves de pi, es poden escapar els arbres. Això redueix de manera efectiva la pèrdua de nutrients.
- Altres practiques silvícoles: règims de menys intensitat d'extracció, prolongació dels torns de tallada i establiment de masses mixtes amb espècies amb diferent demanda.



## TIPUS DE GASIFICADORS

### Llit fluiditzat

Es tracta d'un tipus de gasificador en el que el sòlid és mantingut en suspensió mitjançant el gas. En general, no podem distingir zones més o menys diferenciades en les que es portin a terme els diferents processos d'assecat, piròlisi, etc. Cada partícula és sotmesa de manera instantànea-consecutiva-simultània a aquests processos en qualsevol punt del gasificador després de la seva entrada, sent finalment les cendres expulsades pel gas emergent.

Aquestes característiques d'elevada velocitat de reacció i excel·lent barreja fan que els perfils de temperatura i conversió siguin uniformes al llarg del reactor, permetent un control molt precís de les condicions d'operació. Aquesta és també la causa de l'alta capacitat específica (Kg de sòlid/ m<sup>3</sup> de reactor) enfront d'altres tipus de reactors, per la qual cosa, per a unitats de gran mida (més de 100 MW) resulten més interessants. L'operació amb aquestes unitats a pressió, també ajuda a disminuir la mida del reactor. Per tot això són els favorits per a la utilització en cicles termodinàmics avançats (IGCC o CHP).

Dins dels gasificadors de llit fluiditzat podríem distingir diversos subtipus, entre els que el llit fluiditzat circulant sembla destacar. En aquests llits fluids circulants, o CFBs, el llit es troba en condicions de fluidització ràpida i els sòlids són arrossegats, devent ser recollits i recirculats. En aquestes condicions el contacte sòlid-gas és millor que en altres règims de fluidització i la uniformitat en temperatura i conversió són majors que en el llit fluid convencional. Es redueix així mateix la tendència de les partícules a aglomerar-se podent addicionar-se reactants gasosos a diferents nivells. La complexitat dels equips, no obstant això augmenta, produint-se major desgast degut a les majors velocitats dels sòlids.

En qualsevol cas, característica comuna als diversos tipus de llits fluids, juntament amb el bon contacte sòlid-gas, l'alta capacitat específica i el bon control de les condicions abans esmentats, és un contingut mitjà en quitrans per al gas de sortida, i com a principal desavantatge, un important arrossegament de sòlids.

### Gasificador de llit mòbil en contracorrent (updraft)

En el gasificador Updraft, sòlid i gas es mouen en sentits contraris, normalment el sòlid descendent i el gas ascendent. Anem, doncs, a seguir el procés que segueix una partícula de biomassa des que entra al gasificador fins a la seva conversió a gas, en aquest tipus de reactor.



La partícula es troba primer amb gasos calents procedents de les zones inferiors el que augmenta la seva temperatura a mesura que descendeix en el llit, a costa de la calor sensible dels gasos ascendents. Inicialment la partícula es seca i a determinada temperatura comencen els processos de piròlisi, generant-se els gasos que ascendeixen a la sortida del reactor. Com productes de piròlisi també apareixen barrejats amb el gas, quitrans i vapors condensables que surten del gasificador sense craquejar o cremar.

Continuant en sentit descendent, la partícula, que ja és char, es troba amb els gasos de combustió i l'oxigen en defecte necessari per mantenir tèrmicament el procés. Tenen lloc llavors reaccions d'oxidació i reducció entre el sòlid i la barreja gasosa present, amb el que el gas produït en aquesta zona es barrejarà amb el produït en la superior de piròlisi component el gas producte que surt del gasificador.

El perfil de temperatura és tal que va augmentant a mesura que es baixa en el reactor, arribant a un petit màxim abans d'arribar a l'extrem calent. La conversió també augmenta a mesura que es descendeix en el reactor, arribant a pràcticament el 100 % del sòlid a l'extrem calent.

Aquest gasificador és de fàcil construcció i operació i la seva eficàcia tèrmica és alta. La baixa temperatura de sortida del gas, un gas adequat per a combustió directa, és un altre avantatge. El principal inconvenient és que el gas produït conté els quitrans i condensables produïts en el procés de piròlisi inicial de les partícules, per la qual cosa el procés de neteja del gas pot tornar-se tecnològicament complex i econòmicament costós. Aquesta classe de gasificador ha estat provat principalment en plantes de poca potència.

A més, els gasificadors de llit mòbil tenen una sèrie de característiques com són l'alta conversió, sota arrossegament de sòlids, i fàcil construcció i operació abans comentades. Inconvenients són la baixa capacitat específica i perill de fusió de cendres.

### **Gasificador de llit mòbil en corrents paral·leles (downdraft)**

En el gasificador en llit mòbil en corrents paral·leles sòlid i gas es mouen en el mateix sentit, normalment descendent, d'aquí el nom de downdraft.

Una partícula que entra al gasificador per la part superior pateix successivament els processos de assecat i piròlisi al sotmetre's a un progressiu augment de temperatura en el seu camí descendent. Aquest perfil de temperatura és degut fonamentalment a la conducció de calor o radiació a temperatures el bastant altes, des de la part inferior, en la que s'està generant mitjançant la combustió parcial dels productes que allà arriben.



Gasos, quitrans i char, descendeixen fins a la zona d'oxidació on, amb l'oxigen introduït, es proporciona l'energia necessària per mantenir tèrmicament el procés. Això vol dir que és així com es provoca el perfil de temperatures de la part superior del reactor, i augmenta la calor sensible i temperatura dels productes que continuen el seu camí descendent.

A l'haver patit aquests canvis en calor sensible i temperatura, tot i que cessa l'aport de oxigeno i s'entra per tant en una zona de reducció, els productes continuen reaccionant dintre seu en, el que dóna com a resultat una disminució de la temperatura, i un increment de la quantitat i qualitat del gas produït.

Donat el perfil de temperatura i la història tèrmica dels productes, a l'haver travessat prèviament una zona d'alta temperatura, els quitrans, estan en molt petita proporció en el gas producte. Per evitar que existeixin zones fredes o perfils radials de temperatura, i que d'aquesta forma es puguin escapar els quitrans, cal un bon sistema de distribució de l'oxidant, a més de reduir la secció del gasificador a la zona d'oxidació.

Aquest gasificador és de fàcil construcció i operació i el seu principal avantatge és la citada del baix contingut en quitrans dels gasos. La tendència actual és a ajuntar les zones de piròlisi i oxidació en una sola, de manera que els productes de piròlisi es produeixen i es cremen simultàniament, en tant que en una zona inferior es produeix la reducció de manera anàloga al downdraft tradicional.

El principal avantatge d'aquest tipus de gasificador és la de produir un gas relativament net de quitrans, encara que a una temperatura més alta que el updraft. No obstant això no és molt apte per a treballar amb sòlids d'una humitat elevada i l'experiència que es té treballant per a plantes de potència de certa entitat és escassa.

Com llit mòbil que és, posseeix els inconvenients i avantatges inherents a aquesta mena de gasificadors, tal com es va comentar anteriorment.

### **Gasificador de forn rotatiu**

El funcionament d'aquest tipus de reactor presenta similituds amb els gasificadors de llit mòbil però té les seves pròpies característiques, sobretot pel que afecta a la part mecànica que facilita el desplaçament dels sòlids el que fa més fàcil el funcionament en continu del sistema. Recordem que en un forn rotatiu el gas pot circular en contracorrent o en cocorrent amb el sòlid, tenint cada cas els seus avantatges i inconvenients, podent establir-se en alguns casos una analogia amb el Updraft i el Downdraft.



Els principals components del forn cilíndric rotatiu on circulen els sòlids (en aquest cas Residus Forestals) juntament amb aire i gasos són 1) una sitja per a la càrrega dels Residus, 2) un alimentador del forn, 3) una cambra de càrrega, 4) el forn rotatiu pròpiament dita, i 5) la cambra de descàrrega.

El procés que segueixen els sòlids dins del forn s'il·lustra aquí per al funcionament en contracorrent, amb la qual cosa, podem dividir en quatre etapes les transformacions que durant el flux dels sòlids tenen lloc:

1) Alimentació dels sòlids. Els sòlids es descarreguen a la sitja d'entrada, caient a continuació a través d'un conducte vertical fins a l'alimentador. L'alimentador, mitjançant un pistó hidràulic, introdueix els sòlids en el forn. A través de la cambra de càrrega entren en el forn rotatiu on es troben amb el flux de gasos calents que surten del forn.

2) Escalfament inicial dels sòlids. En un primer pas dins del forn es produeix un intercanvi tèrmic entre els Residus i els gasos, escalfant-se i assecant-se els primers, i refredant-se els segons. La temperatura en aquesta primera secció no supera els 400 EC. La giravolta dels residus facilita la barreja amb el flux sortint de gasos millorant l'intercanvi tèrmic i la retenció de partícules en suspensió en els gasos.

3) Carbonització i formació de gas combustible. Els residus estan calents i a mida que avancen pel forn els gasos que es troben estan més calents. Els residus comencen llavors a descompondre's per la calor formant-se una barreja de gasos combustibles i una fracció sòlida similar al carbó vegetal. La barreja de gasos manca d'oxigen pel que no pot cremar. La fase sòlida restant es troba a una temperatura molt alta.

4) Combustió de la fracció sòlida. En el sector final del forn, el carbó calent es troba amb un flux d'aire, amb el que s'inflama i crema. Aquesta combustió permet mantenir la temperatura necessària perquè continuï el procés. La totalitat de l'oxigen de l'aire que entra per l'extrem calent del forn és consumit en el procés de combustió. Això permet que el gas que surt per l'un altre extrem del forn tingui una composició mancada d'oxigen, i rica en gasos combustibles. Una altra conseqüència és que el volum de gas combustible produït és mínim, el que facilita el seu tractament de cara a realitzar una combustió més neta.



## PROPIETATS DE LA FUSTA I LES ESTELLES

### Composició i humitat

La composició química de la fusta varia entre espècies, dins de la mateixa espècie, i dins dels diversos components de l'arbre (fusta, escorça i fullam). Els principals elements de la fusta són (Mehrdadin et al., 2004) els següents:

- Carbó: 48-52%.
- Oxigen: 38-42%.
- Hidrogen: 6-6,5%.
- Nitrogen, elements minerals (sobretot calci, potassi i magnesi) i cendres: 0,5-5%.

El poder calorífic depèn de la distribució proporcional d'aquests elements; són el carbó i l'hidrogen els que proporcionen calor.

Principals components de la fusta:

- Cel·lulosa: 40-50%.
- Lignina: 20-35%.
- Hemicel·lulosa: 20-35%.
- Extractius: 5-10%.
- Cendres: 0,1-1 %.

En zones temperades, la quantitat de cendres en els troncs és rarament superior al 0,5 o 0,6%. El contingut en l'escorça i el fullam és generalment molt més alt.

La humitat de la fusta és variable segons l'estat de la fusta (acabada de tallar, assecada, etc.). Es pot mesurar en base seca o en base humida (Laurier et al., 1998):

- En base seca:  $h = (p_{\text{humit}} - p_{\text{sec}}) \times 100 / p_{\text{sec}}$ .
- En base humida:  $h = (p_{\text{humit}} - p_{\text{sec}}) \times 100 / p_{\text{humit}}$ .

L'àmbit forestal es treballa amb humitats en base seca, amb els valors de referència següents (Vignote i Jiménez, 1996):



- Humitat d'equilibri higroscòpic (HEH): quan s'equilibra la humitat atmosfèrica i la de la fusta (variable en funció de l'ambient).
- Punt de saturació de la fibra: 30%, que correspon a la HEH en un ambient saturat d'humitat.
- Fusta anhidra: humitat 0%.
- Humitat normal: 12%.

### **Volum i densitat**

Es pot mesurar la quantitat de fusta segons el volum (Laurier et al., 1998):

- Sòlid o real: Emprat per a rolls o troncs, es tracta del volum del cilindre del mateix diàmetre mitjà i la mateixa longitud que la peça cubicada. Unitat: metre cúbic (m<sup>3</sup>).
- Aparent d'una pila de rolls, tots de la mateixa llargada: Emprat en llenyes i d'indústria. És el volum aparent de la pila assimilada a un paral·lelepípede. Unitat: esteri (1 m<sup>3</sup> aparent, que conté alhora fusta i aire).
- Aparent d'estella: És el volum que ocupa un recipient o pila d'estella. Unitat: metre cúbic aparent d'estella (MAP) (1 m<sup>3</sup> aparent que conté fusta i aire).

Pes específic de la fusta verda, just acabada de tallar (humitat de prop del 80%, en molts casos superior al 100% en base seca) (Vignote i Jiménez, 1998):

- Pi roig: 0,85-0,95 t/m<sup>3</sup>
- Pi insigne: 0,8-0,9 t/m<sup>3</sup>
- Pinastre: 0,8-0,95 t/m<sup>3</sup>
- Faig: 0,85-1 t/m<sup>3</sup>
- Roure: 1-1,2 t/m<sup>3</sup>
- Castanyer: 0,85-0,95 t/m<sup>3</sup>
- Pollancre: 0,8-0,9 t/m<sup>3</sup>
- Eucaliptus: 1,2-1,3 t/m<sup>3</sup>





**Taula 12.1:** Evolució de l'assecat d'estella

	<b>Estella verda</b>	<b>Després de 4 mesos d'assecat</b>
<b>Volum aparent</b>	1 esteri	0,86 esteris
<b>Massa volumètrica</b>	350 kg/esteri	250 kg/esteri
<b>Taxa humitat sobre massa bruta</b>	50%	25%
<b>Poder calorífic inferior (kWh/t)</b>	220	3650
<b>Massa total</b>	350 kg	210 kg
<b>Massa en matèria seca</b>	175 kg	157,5 kg (-10%)
<b>Energia proporcionada</b>	770 kWh	766 kWh



Taula 12.2: Aprofitaments forestals derivats de l'execució de treballs silvícoles

Municipi	Any	Actuació	Especie Principal	Producte	Promig (t/ha)	Total (t)
Aiguafreda	2007	Tallada selectiva	alzina	llenya	19,87	741,55
Aiguafreda	2007	Tallada selectiva	pi roig	fusta	55,60	2.074,99
Aiguafreda	2008	Tallada selectiva	alzina	llenya	18,48	334,30
el Brull	2004	Tallada selectiva	alzina	llenya	4,00	53,28
el Brull	2005	Aclarida de millora	piça	fusta	8,30	7,12
el Brull	2005	Tallada aclaratòria	pi roig	fusta	5,00	91,00
el Brull	2006	Tallada arreu	pollancre	fusta	30,00	18,90
el Brull	2006	Tallada selectiva	alzina	llenya	29,40	408,66
el Brull	2007	Tallada selectiva	alzina	llenya	29,00	140,65
el Brull	2008	Tallada selectiva	alzina	llenya	26,05	74,50
Seva	2004	Aclarida de millora	pi roig	fusta	7,50	133,28
Seva	2005	Aclarida de millora	pi roig	fusta	11,00	181,72
Seva	2005	Tallada final	pollancre	fusta	30,00	18,90
Seva	2005	Tallada selectiva	alzina	fusta	11,00	181,72
Seva	2005	Tallada selectiva	alzina	llenya	10,00	217,60
Seva	2005	Tallada selectiva	alzina	serra	9,00	195,84
Seva	2005	Tallada selectiva	pi roig	trituració	2,00	43,52
Seva	2005	Tallada selectiva	roure	llenya	9,00	145,89
Seva	2006	Aclarida de millora	pi roig	fusta	22,00	363,44
Seva	2006	Aclarida de millora	roure	llenya	9,00	145,89
Seva	2006	Tallada selectiva	alzina	fusta	22,00	363,44
Seva	2007	Aclarida de millora	alzina	llenya	15,00	442,80
Seva	2007	Aclarida de millora	pi pinyer	fusta	15,00	17,55
Seva	2007	Adevesament	alzina	llenya	6,00	37,86
Seva	2007	Adevesament	pi pinyer	fusta	2,00	12,62
Seva	2007	Tallada selectiva	pi roig	serra	24,60	369,00
Seva	2007	Tallada selectiva	pi roig	trituració	6,16	92,40
Tagamanent	2005	Tallada selectiva	alzina	llenya	2,08	29,62
Tagamanent	2005	Tallada selectiva	pi blanc	fusta	26,13	744,04
Tagamanent	2006	Tallada selectiva	pi blanc	fusta	52,00	740,48
Tagamanent	2008	Tallada selectiva	alzina	llenya	30,00	60,00
					17,65	8.482,56



**Taula 12.3:** Comparativa sistemes gasificadors

<b>Companya</b>	<b>Community Power Corporation</b>	<b>Martezo Group</b>	<b>CARBO CONSULT &amp; ENGINEERING (Pty) Ltd</b>
País	Estats Units d'Amèrica	França	Sudàfrica
Web site	<a href="http://www.gocpc.com/">http://www.gocpc.com/</a>	<a href="http://www.martezo.fr/">http://www.martezo.fr/</a>	<a href="http://www.carboconsult.com/">http://www.carboconsult.com/</a>
Marca	BioMax	CENTRALE MARTEZO	System Johansson Gasproducer CCE-SJ Gasproducer
Patent	N/D	França	Sistema patentat. Llicències de explotació en Japó y Europa.
Estat de comercialització	Pre-comercial.	Disponible comercialment sota comanda	Disponible comercialment
Experiències prèvies	Varies unitats de demostració en USA (4 en Califòrnia) i en altres països.	N/D	Varies unitats a Sudàfrica i altres projectes a l'estranger: Namíbia, UK, Holanda.  Gasificadors provats i millorats des de fa més de 15 anys.
Motor	Ve integrat en el genset.	Caterpillar	Opcional. Recomanen que s'obtingui localment.
Opcions	El equipo d'assecat i alimentació de la biomassa es opcional.	Equip de trituració de fusta, assecat i alimentació.	Genset i perifèrics opcionals.
Termini d'entrega	N/D	Equips 6 mesos Motor Caterpillar: 42 setmanes	14 a 16 per al sistema bàsic (sense el motor-generador)
Cost específic	Uns 6000 USD/kWe	Uns 7 500 USD/kWe (equipo bàsic)	Uns 5 600 USD/kWe (gasificador + genset + perifèrics)
<b>Companyia</b>	<b>Community Power Corporation</b>	<b>Martezo Group</b>	<b>CARBO CONSULT &amp; ENGINEERING (Pty) Ltd</b>
Tipus de gasificador	Gasificador downdraft	Gasificador downdraft	Gasificador downdraft
Neteja de gasos	Sistema de neteja en sec	Diversos filtres + Sistema humit amb tractament d'aigua residual	Sistema humit (scrubber) + filtres. Recirculació d'aigua, que no requereix tractament.
Motor	100% gas	100% gas	100% gas, o bé



Companyia	Community Power Corporation	Martezo Group	CARBO CONSULT & ENGINEERING (Pty) Ltd
		CARTERPILAR	Dual
Integració	Motor y generador integrats	Grup electrogen connectat a la sortida del sistema de condicionament del gas	Sistema poc compacto, tipus planta de procés
Mides disponibles	Mòduls de 5 a 75 kW L'estàndard es 50 kW	4 models, des de 70 fins 425 kW	4 models 120 a 850 Nm <sup>3</sup> /h: 50 a 400 kVA, o bé 180 a 1300 kWt.
Tipus d'alimentació	Estelles de fusta, pellets, closques de nou, etc.	Fusta (400 kg/m <sup>3</sup> ) o residus agrícoles (600 fins 800 kg/m <sup>3</sup> )	Blocs de fusta o bé biomassa en briquetes dures i compactes, fetes a partir de residus forestals, biomassa agrícola, arbustos, plantes, etc.
Mida alimentació	entre 0,5 y 1 polsada (12 – 25 mm)	Briquetes o steaks (30 – 150 mm)	Blocs de combustible, màxim: 75 mm llarg X 25cm <sup>2</sup> secció (para el modelo de 180 Nm <sup>3</sup> /h)
Humitat alimentació	< 20 %	< 20 %	< 20 %
Alimentador de biomassa	Alimentador/assegador automàtic opcional	cinta transportadora amb motorreductor per a l'emplenat enllaç sitja o canaleta de recepció al generador	Per a petits modelo en països en desenvolupament: seleva la càrrega fins la plataforma de càrrega mitjançant cabestrant.
Consumo biomassa	1.5 kg/kWhe	1.3 kg/kWhe	1.25 kg/kWhe (100% gas) En mode dual reemplaça el 80% del diesel (0,48 kg/kWe)
Consumo aigua	No	Requereix aigua a pressió	Reposició de l'aigua de recirculació (cada 18 meses)
Altres consums	No	Aire comprimit a 6 bar 300 litres/min	No
Gas de síntesi	O <sub>2</sub> 0%, H <sub>2</sub> 20%, CO 20%, CO <sub>2</sub> 7%, CH <sub>4</sub> 2%, el resto es N <sub>2</sub>	N/D	H <sub>2</sub> : 22,3 -22,5 / CO: 22,2 -24,3 CO <sub>2</sub> : 10,7 -9,8 / CH <sub>4</sub> : 1,90 -2.10 N <sub>2</sub> : resto
Poder calorífic inferior	5 000 kJ/m <sup>3</sup>	N/D	5 900 a 6 250 kJ/Nm <sup>3</sup>
Quitrans i partícules	< 5 ppm	N/D	"Lliure de quitrans" 6 mg/Nm <sup>3</sup> de quitrans i partícules 5 micres (com a promig)



<b>Companyia</b>	<b>Community Power Corporation</b>	<b>Martezo Group</b>	<b>CARBO CONSULT &amp; ENGINEERING (Pty) Ltd</b>
Sistemes aplicables	100%gas	100%gas	100%gas i dual
Sortida de electricitat	110 VAC; 60 Hz en USA 220 VAC, 50/60 Hz para exportació	220 V, 50 Hz	220 V, 50 Hz
Eficiència elèctrica	16 a 22 %	19 a 20 %	19 a 20 %
Relació electricitat/calor	0.29	0.33 a 0.50	N/D (Depèn de la configuració)
Eficiència CHP	55 a 75%	Un 64%	N/D (Depèn de la configuració)

	<b>Community Power Corporation</b>	<b>Martezo Group</b>	<b>Carbo Consult &amp; Engineering (Pty) Ltd</b>
Maduresa de la tecnologia	Mitja/alta	N/D	Alta
Avantatges competitives	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equip altament compacto</li> <li>• No precisa aigua per a la neteja de gasos</li> <li>• Altament automatitzat</li> <li>• Baix manteniment</li> <li>• Arrancada en calent ràpida</li> <li>• Major marge de regulació de càrrega</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No ofereix avantatges competitives significatives.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnologia molt provada i adaptada per a països en desenvolupament.</li> <li>• Baix en quitrans. Recirculació d'aigua solucionada.</li> <li>• Pot funcionar en mode dual</li> </ul>
Inconvenients	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reticències para el subministrament.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requereix tractament adicional de l'aigua de rentat.</li> <li>• No es disposa d'informació sobre experiències prèvies.</li> <li>• Requereix subministrament adicional de bombes i compressor d'aire.</li> <li>• Termini d'entrega molt llarg.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baix nivell d'automatització, intensiu en mà d'obra.</li> <li>• Càrrega de biomassa manual.</li> </ul>



Altres consideracions

- Subministrador de la UE

Companyia	Community Power Corporation	Martezo Group	CARBO CONSULT & ENGINEERING (Pty) Ltd
Arrancada	Potència disponible dins dels 30 s.	N/D	N/D
Arrancada en fred a gas de fusta:	~15 min	N/D	Entre 5 i 10 minuts.
Regulació de càrrega (Max-Min)	> 10:1	N/D	6:1
Pot funcionar 24 h/dia	Sí	6 a 8 hores contínues Si el client ho sol·licita es dissenya per 24h.	Sí
Control	Parada i arrancada completament automàtic. Sistema de control amb microprocessador.	Regulador de règim elèctric +/- 5% Armari elèctric de comandament i de seguretat per a la central completa	Fàcil d'operar manualment. Intensiu en mà d'obra (crea llocs de treball). Estan treballant en la plena automatització.
Combustible per a Arrancada/Canvi	GLP, propà, butà	Arrancada amb electricitat (3-4 kW)	Els ventiladors poden arrancar amb AC (220V) o DC (12 o 24V) Ignició elèctrica (220V) del gasificador. Si el sistema es dual, arranca amb diesel el genset per posar en marxa el gasificador.
Manteniment i operació	Baix	Semblant a un grup diesel	Realitzable per un mecànic de grups diesel, específicament entrenat
Vida útil de disseny	N/D	N/D	20 anys



---

Emissions	2003 Califòrnia Air Resources Board-certified	Inferiors a las marcadades per les normes de la UE.	N/D
Efluents líquids	No	Requereix tractament de l'aigua de neteja de gasos.  Pot incorporar un sistema amb recirculació.	Reposició de l'aigua de recirculació no tòxica cada 18 mesos.
Superfície	5 x 5 m	N/D	N/D
Pes	1500 kg	N/D	N/D

---



## **REGIM ESPECIAL**

Poden acollir-se al règim especial les instal·lacions de producció d'energia elèctrica contemplades en l'article 27.1 de la Llei 5411997, de 27 de novembre. Aquestes instal·lacions es classifiquen en les següents categories, grups i subgrups, d'acord amb el Reial Decret 66112007 de 25 de maig de 2007:

**Categoria a)**: productors que utilitzin la cogeneració o altres formes de producció d'electricitat a partir d'energies residuals.

Tenen la consideració de productors de cogeneració aquelles persones físiques o jurídiques que desenvolupin les activitats destinades a la generació d'energia tèrmica útil i energia elèctrica i/o mecànica mitjançant cogeneració, tant pel seu propi us com per la venda total o parcial d'aquestes. S'entén per energia tèrmica útil la produïda en un procés de cogeneració per tal de satisfer, sense superar-la, una demanda econòmicament justificable de calor i/o refrigeració i, per tant, que seria satisfeta en condicions de mercat mitjançant altres processos, de no utilitzar la cogeneració.

Aquesta categoria a) es classifica en dos grups:

**Grup a.1** Instal·lacions que incloguin una central de cogeneració sempre que suposin un alt rendiment energètic i s'acompleixin els requisits que es determinen a la taula 6. Aquest grup es divideix en 4 subgrups:

Subgrup a.1.1 Cogeneracions que utilitzin gas natural, sempre que aquest suposi al menys el 95% de l'energia primària utilitzada, o al menys el 65% de l'energia primària utilitzada sempre que la resta procedeixi de biomassa i/o biogàs.

Subgrup a.1.2 Cogeneracions que utilitzen com combustible el gas-oil, fuel-oil o Gasos Lliquats del Petroli (GLP) sempre que representin al menys el 95% de l'energia primària utilitzada.

Subgrup a.1.3 Cogeneracions que utilitzen com combustible principal biomassa i/o biogàs, sempre que suposi al menys el 90% de l'energia primària utilitzada.

Subgrup a.1.4 Resta de cogeneracions que incloguin com a possibles combustibles a utilitzar, gasos residuals de refineries, coqueria, combustibles de procés, carbó i altres no contemplats als subgrups anteriors.





**Grup a.2 Instal·lacions** que incloguin una central que utilitzi energies residuals procedents de qualsevol instal·lació, màquina o procés industrial la finalitat dels quals no sigui la producció d'energia elèctrica.

**Categoria b):** instal·lacions que utilitzin com a energia primària alguna de les energies renovables no consumibles, biomassa, o qualsevol tipus de biocarburant, sempre que el seu titular no realitzi activitats de producció en el règim ordinari.

Aquesta categoria es classifica en 8 grups:

**Grup b.1** Instal·lacions que utilitzin energia solar.

Subgrup b.1.1 Instal·lacions que únicament utilitzin energia solar fotovoltaica.

Subgrup b.1.2 Instal·lacions que utilitzin energia solar tèrmica. Aquestes instal·lacions podran utilitzar equips auxiliars de gas natural o propà per al manteniment de la temperatura de l'acumulador de calor.

**Grup b.2** Instal·lacions que únicament utilitzin energia eòlica. Subgrup b.2.1 Instal·lacions ubicades en terra Subgrup b.2.2 Instal·lacions ubicades en mar

**Grup b.3** Instal·lacions que únicament utilitzin energia geotèrmica, la de les onades, la de les marees, la de les roques calentes i seques, la oceanotèrmica i la dels corrents marins.

**Grup b.4** Centrals hidroelèctriques amb potència instal·lada no superior a 10 MW.

**Grup b.5** Centrals hidroelèctriques amb potència instal·lada superior a 10 MW i no superior a 50MW.

**Grup b.6** Centrals que utilitzin com a combustible principal la biomassa procedent de cultius energètics, o de residus d'activitats agrícoles, forestals i altres. Es divideix en tres grups:

Subgrup b.6. 1 Centrals que utilitzen com combustible principal biomassa procedent de cultius energètics



Subgrup b.6.2 Centrals que utilitzen com combustible principal biomassa procedent de residus de les activitats agrícoles o de jardineries.

Subgrup b.6.3 Centrals que utilitzen com combustible principal biomassa procedent de residus forestals i altres operacions silvícoles.

**Grup b.7** Centrals que utilitzin com a combustible principal biomassa procedent de fems, biocombustibles o biogàs procedent de la digestió anaeròbia de residus agrícoles i ramaders, de residus biodegradables d'instal·lacions industrials o de llots de depuració d'aigües residuals, així com el recuperat en els abocadors controlats. Es divideix en dos grups:

Subgrup b.7.1 Instal·lacions que utilitzen com combustible principal biogàs d'abocadors

Subgrup b. 7 .2 Instal·lacions que utilitzen biogàs generat en digestors utilitzant algun dels següents residus: residus biodegradables industrials, llots de depuradora d'aigües urbanes o industrials, residus sòlids urbans, residus ramaders, agrícoles i altres als que s'apliqui la digestió anaeròbia

**Grup b.8** Centrals que utilitzin com a combustible principal biomassa procedent d'instal·lacions industrials del sector agrícola i forestal, o mescla dels combustibles principals anteriors.

Subgrup b.8.1 Centrals que utilitzen com combustible principal biomassa procedent d'instal·lacions industrials del sector agrícola.

Subgrup b.8.2 Centrals que utilitzen com combustible principal biomassa procedent d'instal·lacions industrials del sector forestal.

Subgrup b.8.3 Centrals que utilitzen com combustible principal licors negres procedents de la indústria paperera.

**Categoria c):** instal·lacions que utilitzin com a energia primària residus amb valorització energètica no contemplats en la categoria b).



**Grup c.1** Centrals que utilitzin com a combustible principal residus sòlids urbans.

**Grup c.2** Centrals que utilitzin com a combustible principal altres residus no contemplats anteriorment.

**Grup c.3** Centrals que utilitzin com a combustible residus, sempre que aquests no suposin menys del 50% de l'energia primària utilitzada.

**Grup c.4** Centrals que estiguessin acollides al Reial Decret 23661/1994, de 9 de desembre i que a l'entrada en vigor del present Reial Decret es trobin en explotació, quan utilitzin com a combustible productes de les explotacions mineres de qualitats no comercials per a la generació elèctrica, pel seu elevat contingut en sofre o cendres, i sempre que el seu PCI sigui inferior a 2200 kcal/kg i que els residus representin més del 25% de l'energia primària utilitzada..

*- Per la categoria (b) es considera combustible principal aquell que suposa com a mínim un 90% de l'energia primària utilitzada, excepte pel subgrup (b.1.2)*

*- Per la categoria (c) es considera combustible principal aquell que suposa com a mínim un 70% de l'energia primària utilitzada, excepte pels grups (c.3 i c.4)*

Cessió de l'energia elèctrica generada en règim especial.

Las instal·lacions incloses en el règim especial incorporaran al sistema l'energia excedentària, excepte les de la categoria b), que podran incorporar a la xarxa la totalitat de l'energia elèctrica produïda. Es considera energia elèctrica excedentària la resultant dels saldos instantanis de l'energia elèctrica intercanviada per la instal·lació amb la xarxa, a través dels seus punts frontera.



**Taula 12.4:** Preus de venda per als diferents subgrups de la categoria b

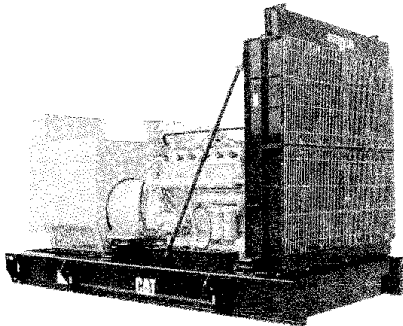
Grup	Subgrup	Potència	Termini	Tarifa regulada c€/kWh	Prima de referència c€/kWh	Límit Superior c€/kWh	Límit Inferior c€/kWh	
b.1	b.1.1	P≤100 kW	≤ 25 anys	47,0181				
			Des de llavors	37,6144				
		100kW <P≤10MW	≤ 25 anys	44,5751				
			Des de llavors	35,6601				
		10<P≤50 MW	≤ 25 anys	24,5311				
			Des de llavors	19,6249				
b.1.2	≤ 25 anys	28,7603	27,1188	36,7252	27,1228			
	Des de llavors	23,0080	21,6950					
b.2	b.2.1		≤ 20 anys	7,8183	3,1273	9,0692	7,6098	
			Des de llavors	6,5341				
	b.2.2			9,0004	16,9494			
b.3			≤ 20 anys	7,3562	4,1046			
			Des de llavors	6,9505	3,2671			
b.4			≤ 25 anys	8,3278	2,6739	9,0965	6,9612	
			Des de llavors	7,4951	1,4353			
b.5			≤ 25 anys		2,2468	8,5413	6,5341	
			Des de llavors	***	1,4353			
b.6	b.6.1	P≤2 MW	≤ 15 anys	16,9642	12,7888	17,7553	16,4528	
			Des de llavors	12,5911				
		2 MW < P	≤ 15 anys	15,6509	11,2588	16,1111	15,2356	
			Des de llavors	13,1825				
	b.6.2	P≤2 MW	≤ 15 anys	13,4216	9,2462	14,2107	12,9081	
			Des de llavors	9,0487				
2 MW < P	≤ 15 anys	11,4817	7,0895	11,9472	11,0813			
	Des de llavors	8,6118						



	b.6.3	P≤2 MW	≤ 15 anys	13,4216	9,2462	14,2107	12,9081
			Des de llavors	9,0487			
		2 MW < P	≤ 15 anys	12,6299	8,2383	13,0896	12,2141
			Des de llavors	8,6118			
b.7	b.7.1		≤ 15 anys	8,5328	4,5132	9,5663	7,9434
			Des de llavors	6,9505			
	b.7.2	P≤500 kW	≤ 15 anys	13,9533	10,9098	16,3673	13,1857
			Des de llavors	6,9505			
		500 kW < P	≤ 15 anys	10,3350	6,6475	11,7764	10,1962
			Des de llavors	6,9505			
	b.7.3		≤ 15 anys	5,7227	3,7723	8,8937	5,4451
			Des de llavors	5,7227			
b.8	b.8.1	P≤2 MW	≤ 15 anys	13,4216	9,2462	14,2107	12,9081
			Des de llavors	9,0487			
		2 MW < P	≤ 15 anys	11,4817	7,0895	11,9472	11,0813
			Des de llavors	8,6118			
	b.8.2	P≤2 MW	≤ 15 anys	9,9080	5,7336	10,6980	9,3848
			Des de llavors	6,9505			
		2 MW < P	≤ 15 anys	6,9484	2,5562	7,4096	6,5341
			Des de llavors	6,9484			
	b.8.3	P≤2 MW	≤ 15 anys	9,9080	5,9986	10,6980	9,3848
			Des de llavors	6,9505			
		2 MW < P	≤ 15 anys	8,5413	3,9170	9,6090	8,0075
			Des de llavors	6,9484			



**GAS  
GENERATOR SET**



**CONTINUOUS  
450 kVA**

50 Hz

Caterpillar is leading the power generation marketplace with Power Solutions engineered to deliver unmatched flexibility, expandability, reliability, and cost-effectiveness.

**FEATURES**

**FULL RANGE OF ATTACHMENTS**

- Wide range of bolt-on system expansion attachments, factory designed and tested

**SINGLE-SOURCE SUPPLIER**

- **Fully Prototype Tested** with certified torsional vibration analysis available

**WORLDWIDE PRODUCT SUPPORT**

- Worldwide parts availability through the Caterpillar dealer network
- With over 1,200 dealer outlets operating in 166 countries, you're never far from the Caterpillar part you need.
- 99.5% of parts orders filled within 48 hours. The best product support record in the industry.
- Caterpillar dealer service technicians are trained to service every aspect of your electric power generation system.
- Preventive maintenance agreements
- The Cat Scheduled Oil Sampling (S-O-S<sup>SM</sup>) program cost effectively detects internal engine component condition, even the presence of unwanted fluids and combustion by-products



**CAT® G3412C LE GAS ENGINE**

- Reliable, rugged, durable design
- Field-proven in thousands of applications worldwide
- Low pressure gas



**CAT SR4B GENERATOR**

- Designed to match performance and output characteristics of Caterpillar engines
- Optimum winding pitch for minimum total harmonic distortion and maximum efficiency
- Segregated AC/DC, low voltage accessory box provides single point access to accessory connections



**CAT CONTROL PANELS**

- Two levels of controls, designed to meet individual customer needs:
  - EMCP II provides digital monitoring, metering, and protection
  - EMCP II+ provides EMCP II features along with full-featured power metering and protective relaying



WHERE THE WORLD TURNS FOR POWER



**CONTINUOUS 450 kVA  
50 Hz**

**CATERPILLAR**

**FACTORY INSTALLED STANDARD & OPTIONAL EQUIPMENT**

System	Standard	Optional
Air Inlet	Single element canister type air cleaner Service indicator	
Cooling	Radiator with guard Coolant drain lines with valves Fan and belt guards Caterpillar Coolant Low coolant level sensors	Jacket water coolant heater with shutoff valves Radiator removal
Exhaust	Stainless steel exhaust flex with weld outlet flange	15 dBA muffler
Fuel	Gas pressure regulator Low pressure fuel system Energize To Run (ETR) gas shutoff valve	
Generator	Self excited Class H insulation Class F temperature rise (105° C continuous/130° C standby) VR6 Voltage Regulator, 3-phase sensing, with reactive droop 2:1 Volts/Hz or 1:1 Volts/Hz Bus bar termination Extension box	Permanent magnet excited Digital Voltage Regulator Digital Voltage Regulator with KVAR/PF control Anti-condensation space heater Oversize & premium generators Circuit breakers, UL, 3 pole with shunt trip Multiple breaker capability
Governor	2301A speed control with EG3P actuator	Electronic load sharing
Ignition	Electronic Ignition System (EIS)/DST	
Control Panels	EMCP II	EMCP II+ Customer Communication Module Local alarm & remote annunciator modules
Lube	Lubricating oil and filter Oil drain line with valve Fumes disposal	Manual sump pump
Mounting	Wide base Linear vibration isolators between base and engine-generator	
Starting/Charging	45 amp charging alternator 24 volt starting motor Batteries with rack and cables Battery disconnect switch	Battery chargers, 5 & 10 amp Oversize batteries
General		Automatic Transfer Switches (ATS) Floor standing circuit breakers

**SPECIFICATIONS**

**CAT SR4B GENERATOR**

Frame	592
Type	Self excited, static regulated, brushless
Construction	Single bearing, close coupled
Three phase	12 lead reconnectable
Insulation	Class H with tropicalization and antiabrasion
IP rating	Drip proof 22
Alignment	Pilot shaft
Overspeed capability	
Prototype tested	180%
Production tested	150%
Wave form	Less than 5% deviation
Paralleling capability	Standard
Voltage regulator	3-phasing sensing with Volts-per-Hertz
Voltage regulation	Less than ± 1/2% (steady state) Less than ± 1% (no load to full load)
Voltage gain	Automatic
Telephone Influence Factor (TIF)	Less than 50
Harmonic Distortion (THD)	Less than 5%

**CAT ENGINE**

G3412C LE, 4-stroke-cycle, SCAC	
Bore - mm (in)	137 (5.4)
Stroke - mm (in)	152 (6.0)
Displacement - L (cu in)	27.0 (1649)
Compression ratio	11.4:1
Aspiration	Turbocharged-Aftercooled
Ignition system	Cat Electronic Ignition (EIS) with Detonation Sensitive Timing (DST)
Governor type	Woodward 2301A

**CAT CONTROL PANEL**

24 Volt DC Control
NEMA 1, IP22 enclosure
Electrically dead front
Lockable hinged door
Generator instruments meet ANSI C-39-1
Terminal box mounted
Single location customer connector point

Consult your Caterpillar dealer for available voltages.



**CONTINUOUS 450 kVA  
50 Hz**



**TECHNICAL DATA**

Open Generator Set — 1500 rpm/50 Hz/400 Volts		Continuous DM5450
<b>Package Performance</b>		
Power rating @ 0.8 PF	kVA	450
Power rating	okW	360
Aftercooler temperature	Deg C	54
<b>Fuel Consumption</b>		
100% load with fan	N·m <sup>3</sup> /hr	111
75% load with fan	N·m <sup>3</sup> /hr	86.8
50% load with fan	N·m <sup>3</sup> /hr	60.5
<b>Cooling System</b>		
Ambient air temperature*	Deg C	40
Air flow restriction (system)	kPa	0.12
Air flow (maximum @ rated speed for standard radiator arrangement)	m <sup>3</sup> /min	915
Engine coolant capacity with radiator	L	140
Jacket water outlet temperature	Deg C	99
<b>Exhaust System</b>		
Combustion air inlet flow rate	N·m <sup>3</sup> /min	33
Exhaust gas stack temperature	Deg C	356
Exhaust gas flow rate	m <sup>3</sup> /min	34
Exhaust flange size (internal diameter)	mm	203.2
Exhaust system backpressure (maximum allowable)	kPa	6.7
<b>Heat Rejection</b>		
Low Heat Value (LHV) fuel input	kW	1117
Heat rejection to jacket water (includes oil cooler)	kW	329
Total heat rejection to exhaust (LHV to 25° C)	kW	298
Heat rejection to exhaust (LHV to 120° C)	kW	190
Heat rejection to A/C	kW	49
Heat rejection to atmosphere from engine	kW	45
Heat rejection to atmosphere from generator	kW	25
<b>Generator</b>		
Motor starting capability @ 30% voltage dip**	kVA	723
Frame		592
Temperature rise	Deg C	105
<b>Emissions***</b>		
NOx	mg/N·m <sup>3</sup> @ 5% O <sub>2</sub>	871
CO	mg/N·m <sup>3</sup> @ 5% O <sub>2</sub>	771
HC (total)	mg/N·m <sup>3</sup> @ 5% O <sub>2</sub>	2010
HC (non-methane)	mg/N·m <sup>3</sup> @ 5% O <sub>2</sub>	302
Exhaust O <sub>2</sub> (dry)	%	8.5

\*Ambient capability at 200 m (660 ft) above sea level. For ambient capability at other altitudes, consult your Caterpillar dealer.

\*\*Assumes synchronous driver

\*\*\*Emissions data measurement is consistent with those described in EPA CFR 40 PART 89 SUBPART D and ISO 8178-1 for measuring HC, CO, CO<sub>2</sub> and NOx. Data shown is based on steady state engine operating conditions of 77° F, 28.43 inches HG and fuel having a LHV of 920 BTU per cubic foot at 30.00 inches HG absolute and 32° F. Not to exceed emission data shown is subject to instrumentation, measurement, facility and engine fuel system adjustments.

**RATING DEFINITIONS AND CONDITIONS**

**Continuous** — Output available without varying load for an unlimited time.

**Ratings** are based on ISO3046/1 standard reference conditions of 25° C (77° F) and 100 kPa (29.61 in Hg).

**Ratings** are based on pipeline natural gas having a LHV (low heat value) of 36.2 MJ/N·m<sup>3</sup> (920 Btu/cu ft). Variations in altitude, temperature, and gas composition from standard conditions or the use of a three way catalyst may require a reduction in engine horsepower.





### Preus dels productes forestals TARDOR 2007

CATALUNYA	PREU POSAT A FÀBRICA		PREU D'IMPORTACIÓ		PREU DRET	
<b>BARCELONA</b>	<b>PREU REAL</b>	<b>BARCELONA</b>	<b>PREU REAL</b>	<b>PREU REAL</b>	<b>PREU REAL</b>	<b>PREU REAL</b>
PI PRIMER	39-44 €/t	39-44 €/t	39-44 €/t	116-140 €/t	116-140 €/t	116-140 €/t
PI SEGON	31-36 €/t	31-36 €/t	31-36 €/t	105-140 €/t	105-140 €/t	105-140 €/t
PI TERCER	41-51 €/t	41-51 €/t	41-51 €/t	35-198 €/t	35-198 €/t	35-198 €/t
PI BLANC	33-56 €/t	33-56 €/t	33-56 €/t	12,6-17,0 €/t	12,6-17,0 €/t	12,6-17,0 €/t
PI VERMEL	42-54 €/t	42-54 €/t	42-54 €/t	54 €/t	54 €/t	54 €/t
PI NEGRE	38-48 €/t	38-48 €/t	38-48 €/t	8,7-12,0 €/t	8,7-12,0 €/t	8,7-12,0 €/t
PI VERMELL I NEGRE	38-48 €/t	38-48 €/t	38-48 €/t	103-130 €/t	103-130 €/t	103-130 €/t
PI VERMELL I NEGRE (per a plànies)	35-56 €/t	35-56 €/t	35-56 €/t	39,0-49,0 €/t	39,0-49,0 €/t	39,0-49,0 €/t
PI VERMELL I NEGRE (per a plantacions)	48-54 €/t	48-54 €/t	48-54 €/t	39,0-49,0 €/t	39,0-49,0 €/t	39,0-49,0 €/t
PI VERMELL I NEGRE (per a plànies i plantacions)	39-54 €/t	39-54 €/t	39-54 €/t	39,0-49,0 €/t	39,0-49,0 €/t	39,0-49,0 €/t
PI VERMELL I NEGRE (per a plànies i plantacions) amb 0-15 cm	39-54 €/t	39-54 €/t	39-54 €/t	39,0-49,0 €/t	39,0-49,0 €/t	39,0-49,0 €/t
PI VERMELL I NEGRE (per a plànies i plantacions) amb 0-15 cm i 16-30 cm	39-54 €/t	39-54 €/t	39-54 €/t	39,0-49,0 €/t	39,0-49,0 €/t	39,0-49,0 €/t
PI VERMELL I NEGRE (per a plànies i plantacions) amb 0-15 cm i 16-30 cm i 31-45 cm	39-54 €/t	39-54 €/t	39-54 €/t	39,0-49,0 €/t	39,0-49,0 €/t	39,0-49,0 €/t
PI VERMELL I NEGRE (per a plànies i plantacions) amb 0-15 cm i 16-30 cm i 31-45 cm i 46-60 cm	39-54 €/t	39-54 €/t	39-54 €/t	39,0-49,0 €/t	39,0-49,0 €/t	39,0-49,0 €/t
PI VERMELL I NEGRE (per a plànies i plantacions) amb 0-15 cm i 16-30 cm i 31-45 cm i 46-60 cm i 61-75 cm	39-54 €/t	39-54 €/t	39-54 €/t	39,0-49,0 €/t	39,0-49,0 €/t	39,0-49,0 €/t

### Costos dels treballs forestals

**Preus mitjans amb IVA pagats per l'Oficina Regional de Prevenció Municipal d'Incendis Forestals**

**Plantació mitja (fita, roures i/o albanos) mecanitzada amb desratador, 400 paus/ha** 770-800 €/ha

- desratador 400 paus/ha 470-500 €/ha
- plantació mitja (fita, roures i/o albanos) 300-350 €/ha
- plantació mitja (fita, roures i/o albanos) amb 100 paus/ha 570-600 €/ha
- plantació mitja (fita, roures i/o albanos) amb 200 paus/ha 650-680 €/ha
- plantació mitja (fita, roures i/o albanos) amb 300 paus/ha 730-760 €/ha
- plantació mitja (fita, roures i/o albanos) amb 400 paus/ha 810-840 €/ha
- plantació mitja (fita, roures i/o albanos) amb 500 paus/ha 890-920 €/ha

**Adaptació manual de pi blanc, roures i/o albanos** 800-1.000 €/ha

**Adaptació manual de pi blanc, roures i/o albanos amb 100 paus/ha** 900-1.100 €/ha

**Adaptació manual de pi blanc, roures i/o albanos amb 200 paus/ha** 1.000-1.200 €/ha

**Adaptació manual de pi blanc, roures i/o albanos amb 300 paus/ha** 1.100-1.300 €/ha

**Adaptació manual de pi blanc, roures i/o albanos amb 400 paus/ha** 1.200-1.400 €/ha

**Adaptació manual de pi blanc, roures i/o albanos amb 500 paus/ha** 1.300-1.500 €/ha

**Obertura de canals:**

- obertura de canals 4.000-5.000 €/km
- obertura de canals amb 100 m de longitud 4.000-5.000 €/km
- obertura de canals amb 200 m de longitud 8.000-10.000 €/km
- obertura de canals amb 300 m de longitud 12.000-15.000 €/km
- obertura de canals amb 400 m de longitud 16.000-20.000 €/km
- obertura de canals amb 500 m de longitud 20.000-25.000 €/km

**Obertura de canals:**

- obertura de canals 930-1.000 €/km
- obertura de canals amb 100 m de longitud 930-1.000 €/km
- obertura de canals amb 200 m de longitud 1.860-2.000 €/km
- obertura de canals amb 300 m de longitud 2.790-2.940 €/km
- obertura de canals amb 400 m de longitud 3.720-3.880 €/km
- obertura de canals amb 500 m de longitud 4.650-4.810 €/km

**Manteniment de camins:**

- manteniment de camins 4.000-5.000 €/km
- manteniment de camins amb 100 m de longitud 4.000-5.000 €/km
- manteniment de camins amb 200 m de longitud 8.000-10.000 €/km
- manteniment de camins amb 300 m de longitud 12.000-15.000 €/km
- manteniment de camins amb 400 m de longitud 16.000-20.000 €/km
- manteniment de camins amb 500 m de longitud 20.000-25.000 €/km

**Manteniment de camins:**

- manteniment de camins 930-1.000 €/km
- manteniment de camins amb 100 m de longitud 930-1.000 €/km
- manteniment de camins amb 200 m de longitud 1.860-2.000 €/km
- manteniment de camins amb 300 m de longitud 2.790-2.940 €/km
- manteniment de camins amb 400 m de longitud 3.720-3.880 €/km
- manteniment de camins amb 500 m de longitud 4.650-4.810 €/km

**Obertura en zona arbustiva (0-10%): arbrada (0-10%)** 300-350 €/ha

**Obertura en zona arbustiva (10-20%): arbrada (0-10%)** 400-450 €/ha

**Obertura en zona arbustiva (20-30%): arbrada (0-10%)** 500-550 €/ha

**Obertura en zona arbustiva (30-40%): arbrada (0-10%)** 600-650 €/ha

**Obertura en zona arbustiva (40-50%): arbrada (0-10%)** 700-750 €/ha

**Obertura en zona arbustiva (50-60%): arbrada (0-10%)** 800-850 €/ha

**Obertura en zona arbustiva (60-70%): arbrada (0-10%)** 900-950 €/ha

**Obertura en zona arbustiva (70-80%): arbrada (0-10%)** 1.000-1.050 €/ha

**Obertura en zona arbustiva (80-90%): arbrada (0-10%)** 1.100-1.150 €/ha

**Obertura en zona arbustiva (90-100%): arbrada (0-10%)** 1.200-1.250 €/ha

**LABORALS**

**Pea** 38 €/dia 84 €/dia

**Tractorista** 47,7 €/dia 102,4 €/dia

**Encarregat** 53,0 €/dia 113,8 €/dia

**Altre treballador** 35,0 €/dia 84,0 €/dia

**Costos**

**TALLADA DE FUSTA I DESEMBOC** (fins al carregador)

**Costos**

- Conifera 18-23 €/t
- Plantifolia 14-18 €/t
- Plantifolia de pinets 10,9-13,6 €/t
- Intensiva 8-12 €/t
- Llenya 18-30 €/t
- Paja de suro 18-30 €/t
- Paja de pinet 18-30 €/t
- Branquers 10-15 €/t
- Branquers de pinet 10-15 €/t
- Branquers de suro 10-15 €/t
- Branquers de pinet i suro 10-15 €/t
- Branquers de pinet i suro i pinet 10-15 €/t
- Branquers de pinet i suro i pinet i suro 10-15 €/t
- Branquers de pinet i suro i pinet i suro i pinet i suro 10-15 €/t
- Branquers de pinet i suro i pinet i suro i pinet i suro i pinet i suro 10-15 €/t
- Branquers de pinet i suro i pinet i suro i pinet i suro i pinet i suro i pinet i suro 10-15 €/t

**TRANSPORT CARREGA CAMIÓ (0-15 km)**

- radi de 25 km 6,5 €/t
- radi de 50 km 9,4 €/t
- radi de 100 km 14,5 €/t

**TRENS**

- fusta verda 3,0 €/L/km
- fusta seca 3,6 €/L/km
- fusta seca 16,0-18,2 €/t
- fusta seca 54-66 €/t

**INSTRUMENTS**

- Preu o cost establert
- Preu o cost en dimensió
- Variació anual calculada
- Variació anual a llarg termini de preus establerts en euros constants (letra de, amb inferència a un any base donat a l'eliminar als efectes de la inflació)

**Etiquetatge d'opinions empresarials TARDOR 2006-IVERN 2007**

**Anualment aquest fulllet públic els resultats d'una enquesta dissenyada per conèixer les opinions del sector forestal català i les seves previsions a curt termini. Les enquestes, que atenen les variables indicades en la taula, permeten un triple nivell de resposta: positiva (+), negativa (-) o neutra.**

Variable	Positiva (+)	Negativa (-)	Neutra (0)
Fusta	36	9	55
Llenya i carbó	33	33	33
Suro	25	25	50
Altres	40	10	50
Sector forestal	4	67	29

**Indec de Confiança del Sector Forestal a Catalunya (ICSF)** (BASE 2006-IVERN 2007)

**SUBSECTOR**

- Fusta 31
- Llenya i carbó 37
- Suro 31
- Altres 31
- Sector forestal 34

**Costos**

**Producció**

- (1) fusta
- (2) lenya
- (3) carbó
- (4) altres
- (5) surs
- (6) altres
- (7) altres
- (8) altres

**Costos**

- (1) fusta
- (2) lenya
- (3) carbó
- (4) altres
- (5) surs
- (6) altres
- (7) altres
- (8) altres

**Inversions**

- (1) fusta
- (2) lenya
- (3) carbó
- (4) altres
- (5) surs
- (6) altres
- (7) altres
- (8) altres

**Altres**

- (1) fusta
- (2) lenya
- (3) carbó
- (4) altres
- (5) surs
- (6) altres
- (7) altres
- (8) altres

**El resultat es presenta en forma de saldo entre el percentatge de respostes positives i negatives. Els valors positius assemblen que preuen la opinió positiva; el valor zero indica que no hi ha cap resposta negativa. El valor negatiu indica que preuen la opinió negativa. El valor o significatiu hi ha igual nombre de respostes positives que negatives.**

**PREU POSAT A FÀBRICA**

**PREU D'IMPORTACIÓ**

**PREU DRET**

**PREU D'IMPORTACIÓ**

**PREU DRET**

**PREU D'IMPORTACIÓ**

**PREU DRET**

**PREU D'IMPORTACIÓ**

**PREU DRET**

**PREU D'IMPORTACIÓ**

**PREU DRET**

**PREU D'IMPORTACIÓ**

**PREU DRET**

**PREU D'IMPORTACIÓ**

**PREU DRET**

**PREU D'IMPORTACIÓ**

**PREU DRET**

**PREU POSAT A FÀBRICA**

**PREU D'IMPORTACIÓ**

**PREU DRET**

**PREU D'IMPORTACIÓ**

**PREU DRET**

**PREU D'IMPORTACIÓ**

**PREU DRET**

**PREU D'IMPORTACIÓ**

**PREU DRET**

**PREU D'IMPORTACIÓ**

**PREU DRET**

**PREU D'IMPORTACIÓ**

**PREU DRET**

**PREU D'IMPORTACIÓ**

**PREU DRET**

**PREU POSAT A FÀBRICA**

**PREU D'IMPORTACIÓ**

**PREU DRET**

**PREU D'IMPORTACIÓ**

**PREU DRET**

**PREU D'IMPORTACIÓ**

**PREU DRET**

**PREU D'IMPORTACIÓ**

**PREU DRET**

**PREU D'IMPORTACIÓ**

**PREU DRET**

**PREU D'IMPORTACIÓ**

**PREU DRET**

**PREU D'IMPORTACIÓ**

**PREU DRET**

