



AVALUACIÓ DE L'APLICACIÓ DE LA BIOMASSA PRODUÏDA A LA VALL D'ALINYÀ PER LA PRODUCCIÓ D'ENERGIA CALORÍFICA

Memòria Projecte de Fi de Carrera de Ciències Ambientals

Universitat Autònoma de Barcelona
Facultat de Ciències



SUNSHINE S.A

Fundació
CatalunyaCaixa

Autors:

Laura Aviñoa Yorio

Ariadna León Molina

Esther Montero Pérez

Jordi Saura Mas

Tutors:

Martí Boada

Núria Casacuberta

Jordi Duch

Joan Rieradevall

Bellaterra, a 4 de Febrer de 2013

Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció
d'energia calorífica

AGRAÏMENTS

La realització d'alguns punts d'aquest projecte no hagués estat possible sense la participació de persones i institucions que han facilitat la seva execució. Per aquest motiu, és un plaer dedicar aquest espai a agrair el suport, els consells i la facilitació dels medis suficients per portar a terme les activitats proposades durant el desenvolupament d'aquest projecte, que no hagués estat possible sense l'ajuda proporcionada pels nostres tutors: Núria Casacuberta, Joan Rieradevall, Jordi Duch i Martí Boada. Volem agrair de forma especial a la professora Núria Casacuberta pel seu suport i confiança en el nostre treball i la seva capacitat per guiar les nostres idees.

Per altra banda, volem donar les gràcies a totes les institucions que ens han ajudat, primerament la Fundació Caixa Catalunya, tant per la documentació proporcionada d'Alinyà com per acollir-nos de forma familiar en les seves instal·lacions. Volem agrair també la contribució del tècnic de la Fundació Integra Pirineus, Ignasi Amat, per la seva atenció en tot moment, per la paciència al facilitar-nos la documentació necessària per realitzar el projecte i per fer-nos una visita guiada explicant les diferents etapes del procés de producció d'estella. I, finalment, també per atendre'ns sempre i solucionar tots els nostres dubtes.

No volem oblidar al Sr. Francesc Vardera, tinent d'alcalde de Ribes de Freser, per transmetre'ns tots els seus coneixements sobre el procés *District Heating* que es va realitzar a Ribes de Freser. Agraïm la seva visita guiada per les instal·lacions de la caldera comunitària.

Moltes gràcies a tots, endinsar-se en aquest món de la biomassa ha estat una experiència molt gratificant per tots nosaltres.

Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció d'energia calorífica

Aquest treball ha estat realitzat amb paper



ÍNDEX

AGRAÏMENTS	3
ÍNDEX	5
INDEXS DE FIGURES	9
INDEXS DE TAULES	12
PRESENTACIÓ DEL PROJECTE.....	14

CAPÍTOL I. INTRODUCCIÓ

1.1 INTRODUCCIÓ GENERAL

1.1.1 Concepte de biomassa.....	16
1.1.2 Tipus de biomassa.....	17
1.1.3 Caracterització dels biocombustibles.....	17
1.1.3.1 Pèl·lets.....	18
1.1.3.2 Estelles.....	18
1.1.3.3 Residus agroindustrials	19
1.1.3.4 Combustibles tradicionals: llenya i briquetes	19
1.1.4 Logística i proveïment de llenya i estella.....	20
1.1.4.1 Sistemes i costos d'aprofitament	20
1.1.4.2 Sistemes de transport	22
1.1.4.3 Sistemes d'emmagatzematge de l'estella forestal	23
1.1.5 Tipus de calderes.....	25
1.1.6 Actors rellevants en la implementació de sistemes de producció d'energia amb biomassa a Catalunya.	26
1.1.7 Avantatges i limitacions de la biomassa	30

1.2. ANTECEDENTS

1.2.1 Situació dels combustibles fòssils al món	32
1.2.2 La biomassa una nova font d'energia a Europa.....	34
1.2.3 Marc Legal	36
1.2.3.1 Legislació europea.....	36
1.2.3.2 Legislació estatal	38
1.2.3.3 Legislació catalana	38

1.2.4 La biomassa com a font d'energia a Catalunya	42
1.2.4.1 Xarxa de calor amb biomassa a Ribes de Freser	43
1.2.5 La biomassa a la Vall d'Alinyà	49
1.2.5.1 Procés de producció d'estella a la Vall d'Alinyà	50
1.2.5.2 Actuacions forestals a la finca de la Fundació Catalunya Caixa	52
1.2.6 El mercat de l'estella	52
1.3 DESCRIPCIÓ DE LA ZONA D'ESTUDI	
1.3.1 Situació geogràfica i entorn de la Vall d'Alinyà	58
1.3.2 Relleu i hidrologia	59
1.3.3 Climatologia	60
1.3.4 Caracterització dels ecosistemes forestals	64
1.3.4.1 La Gestió Forestal	67
1.3.4.2 Stock de biomassa disponible a la finca de la Muntanya d'Alinyà	69
1.3.5 Població i urbanisme	70

CAPÍTOL II. OBJETIUS

2.1 OBJECTIUS

2.1.1 Objectius principals	72
2.1.2 Objectius específics	72

CAPÍTOL III. METODOLOGIA

3.1 METODOLOGIA DE TREBALL

3.1.1 Fase I: Introducció	73
3.1.2 Fase II: Inventari i diagnosi	73
3.1.3 Fase II: Conclusions i propostes de millora	74

CAPÍTOL IV. INVENTARI I DIAGNOSI

4.1 DELIMITACIÓ DE L'ABAST DEL PROJECTE	76
---	----

4.2	ESTUDI ENERGÈTIC	78
4.2.1	Avaluació dels tipus d'energia consumida.....	78
4.2.2	Avaluació del consum d'energia amb fins calorífics	79
4.2.3	Emissions de CO2.....	80
4.3	AVALUACIÓ SOCIAL	82
4.4	ANÀLISIS DE L'AUTOSUFICIÈNCIA ENERGÈTICA	83
4.5	BALANÇ DE CO2 DE LA PRODUCCIÓ I DISTRIBUCIÓ D'ESTELLA	86
4.5.1	Desembosc.....	86
4.5.2	Estellat.....	88
4.5.3	Transport	90
4.5.4	Balanç global CO2	91
4.6	POSSIBLES ESCENARIS D'APROFITAMENT ENERGÈTIC DE BIOMASSA FORESTAL	93
4.6.1	Escenari I: Calderes petites i mitjanes.....	93
4.6.2	Escenari II: Generació de calor mitjançant plantes District Heating	94
4.7	COSTOS D'INVERSIÓ	95
4.8	NORMATIVA TÈCNICA	96
4.9	ANÀLISIS DE L'APLICACIÓ DE LA BIOMASSA A ALINYÀ	98
4.9.1	Escenari I: Calderes petites i mitjanes.....	98
4.9.2	Model de casa tipus d'Alinyà	98
4.9.2.1	Avaluació econòmica	99
4.9.2.2	Avaluació ambiental	99
4.9.3	Escenari II: District Heating	100
4.9.3.1	Punt de vista tècnic. Model de caldera adient.....	100
4.9.3.2	Localització de la caldera col·lectiva	101
4.9.3.3	Avaluació econòmica	102
4.9.3.4	Avaluació ambiental	103
4.9.4	Avaluació social d'ambdues calderes.....	104
4.10	COMPARACIÓ D'ESCENARIS	104

4.11 EXEMPLES PRÀCTICS: INSTAL·LACIONS DE CALEFACCIÓ AMB BIOMASSA A ESPANYA.....	112
4.11.1 Exemple 1: calderes de baixa potència per habitatges unifamiliars.....	112
4.11.2 Exemple 2: comunitat de veïns amb calderes de biomassa per (ACS).....	113
4.11.3 Exemple 3: calefacció i acs centralitzada per biomassa per diversos blocs d'habitatges i edificis municipals.....	115
4.12 ANÀLISIS DAFO.....	116

CAPÍTOL V. CONCLUSIONS I PROPOSTES DE MILLORA

5.1 CONCLUSIONS	117
5.2 PROPOSTES DE MILLORA	119

CAPÍTOL VI. INFORMACIÓ COMPLEMENTÀRIA

6.1 BIBLIOGRAFIA I DOCUMENTACIÓ	125
6.2 ACRÒNIMS	131
6.3 GLOSSARI	132
6.4 PROGRAMACIÓ DEL TREBALL	134
6.5 PRESSUPOST	135

CAPÍTOL VII. ANNEXOS

I. ENQUESTA.....	136
II. ENTREVISTA TÉCNIC FUNDACIÓ INTEGRAL PIRINEUS	139
III. INVENTARI FLORA I FAUNA.....	141
IV. CALCULS ESTUDI ENERGÈTIC	144
V. MAPES.....	148

INDEXS DE FIGURES

Figura 1. Cicle de la biomassa.....	16
Figura 2. Pèl·lets.....	18
Figura 3. Esquema de l'estellat a peu de pista	20
Figura 4. Esquema de l'estellat al carregador.....	21
Figura 5. Esquema de l'estellat en planta	21
Figura 6. Estella a l'aire lliure.....	23
Figura 7. Estella. Emmagatzematge sota tèxtil.....	24
Figura 8. Estella sota cobert	24
Figura 9. Caldera Pasqualicchio, mod. CS Marina	26
Figura 10. Caldera per a pèl·lets.....	26
Figura 11. Cremador de biomassa (PELLX).....	28
Figura 12. Descobriments de nous jaciments de petroli	32
Figura 13. Predicció del pic del petroli mundial.....	33
Figura 14. Producció d'energia primària a partir de biomassa sòlida.....	35
Figura 15. Evolució de la producció d'energia primària amb biomassa sòlida a la UE.....	36
Figura 16. Evolució de la intensitat energètica a Catalunya i a la Unió Europea	41
Figura 17. Consum d'energia primària a Catalunya l'any 2009	41
Figura 18. Consum d'energia primària a Catalunya amb renovables l'any 2020.....	41
Figura 19. Localització dels edificis municipals i distribució de la xara	43
Figura 20 Instal·lacions de les calderes de biomassa.....	44
Figura 21. Dues calderes de biomassa connectades. Depòsit de cendres...	44
Figura 22. Acumuladors d'aigua calenta.....	45
Figura 23. Control electrònic de l'estat del sistema.....	46
Figura 24. Xarxa de distribució, canonades.....	46
Figura 25. Sitja d'estella.....	47
Figura 26. Diagrama de valors empresa-social.....	49
Figura 27. Procés d'estella que realitza FIP	50
Figura 28. Pila de fusta desbrancada	51
Figura 29. Camió de 2 o 3 eixos	51

Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció
d'energia calorífica

Figura 30. Pila d'estella de 900 m ²	52
Figura 31. Despeses acumulades al llarg de 20 anys dels diferents tipus de combustibles	54
Figura 32. Superfície forestal, arbrada i no arbrada.....	55
Figura 33. Zona delimitades per espai PEIN al terme municipal de Fígols i Alinyà	57
Figura 34. Mapa situació geogràfica	58
Figura 35. Mapa topogràfic amb corbes de nivell de la serra d'Oden, Port del Comte	59
Figura 36. Mapa de precipitació anual (mm) de Fígols i Alinyà	63
Figura 37. Temperatura mitjana anual a Fígols i Alinyà	63
Figura 38. Distribució de les superfícies de les cobertes i de les formacions forestals	64
Figura 39. Distribució de les principals espècies forestals segons orientació del vessant	65
Figura 40. Distribució dels boscos segons altitud	66
Figura 41. Distribució de la biomassa aèria per fraccions entre les tres espècies objecte d'estudi	67
Figura 42. Zonificació de les actuacions en l'àrea d'estudi	68
Figura 43. Estructura de la metodologia del projecte.....	75
Figura 44. Delimitació de l'abast del projecte	76
Figura 45. Cost de la biomassa de restes forestals	77
Figura 46. Tipus d'energia consumida (en percentatge).....	78
Figura 47. Kcal/any per tipus d'energia utilitzada.....	79
Figura 48. Consum d'energia utilitzada (en percentatge)	80
Figura 49. Consum d'energia en tant per cent.....	81
Figura 50. Percentatge de diners disposats a invertir	82
Figura 51. Tallada de l'arbre amb serra mecànica.....	87
Figura 52. Màquina processadora	87
Figura 53. Tractor agrícola amb cabestrant	87
Figura 54. <i>Skidder</i>	87
Figura 55. Autocarregador.....	88
Figura 56. Estelladora semi-fixa.....	89
Figura 57. Estella.....	90
Figura 58. Camió de 3 eixos.....	90
Figura 59. Camió de caixa tancada.....	90
Figura 60. Caldera petita.....	93
Figura 61. Caldera mitjana.....	93

Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció d'energia calorífica

Figura 62. Caldera de biomassa per <i>District Heating</i> (850kW).....	94
Figura 63. Supervisió del sistema (detall d'habitatge).....	95
Figura 64. Costos d'inversió d'instal·lacions de biomassa per usos tèrmics.....	96
Figura 65. Model de Caldera Herz Biomatic.....	101
Figura 66. Parcel·la on es proposa la instal·lació de la caldera de biomassa comunitària.....	102
Figura 67. Possible ubicació de la caldera de biomassa.....	102
Figura 68. Caldera model Hidrocopper	112
Figura 69. Caldera model Ecother H ₂ O.....	113
Figura 70. Caldera Archi.....	114
Figura 71. Caldera LASIAN.....	114
Figura 72. Planta de calefacció i ACS de Cuéllar.....	115

ÍNDEX DE TAULES

Taula 1. Característiques principals dels pèl·lets.....	18
Taula 2. Recomanació d'estelles per ús domèstic.....	19
Taula 3. Característiques de la closca d'ametlla.....	19
Taula 4. Característiques dels vehicles utilitzats.....	22
Taula 5. Costos del tràiler respecte la distancia.....	23
Taula 6. Organismes i empreses catalanes referents en l'aprofitament energètic de la biomassa.....	29
Taula 7. Xarxes de calor amb biomassa a Catalunya.....	42
Taula 8. Diferents tipus de combustibles sòlids i les seves característiques principals.....	53
Taula 9. Taula comparativa de costos i consum.....	54
Taula 10. Distribució de superfícies i percentatges d'espais de la Xarxa Natura 2000 i PEIN al municipi de Fígols i Alinyà.....	56
Taula 11. Distàncies a diferents poblacions rellevants.....	59
Taula 12. Temperatura mitjana i mínima.....	61
Taula 13. Tones de biomassa total aprofitable a la Muntanya d'Alinyà.....	69
Taula 14. Distribució de la població per nuclis.....	70
Taula 15. Equivalències entre densitats de la fusta a diferents humitats.....	84
Taula 16. Poder calorífics (en kWh/t) a diferents humitats.....	85
Taula 17. Inventari de maquinària emprada pel desembosc i estellat.....	91
Taula 18. Inventari del consum dels medis de transport.....	92
Taula 19. Dades d'una casa tipus d'Alinyà.....	99
Taula 20. Preus de la caldera en funció de la potencia.....	103
Taula 21. Comparació escenaris.....	105

Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció
d'energia calorífica

Taula 22. Estalvi de combustible entre caldera individual entre caldera de
biomassa i caldera convencional..... 113

PRESENTACIÓ DEL PROJECTE

El projecte dut a terme pel grup Sunshine té per objectiu l'avaluació de l'aplicació de la biomassa extreta a la Vall d'Alinyà per a usos calorífics per als habitants de la pròpia Vall (Seu d'Urgell, Lleida, Catalunya).

L'estudi es troba emmarcat dintre de la llicenciatura de Ciències Ambientals de la Universitat Autònoma de Barcelona. D'acord amb l'aprenentatge durant la carrera aquest projecte pretén englobar una integració de tots els coneixements adquirits durant la Llicenciatura.

Aquest projecte, per una part, analitza detalladament les energies que s'utilitzen actualment a la població d'Alinyà. A més a més s'avalua el *stock* que hi ha de biomassa a la Vall d'Alinyà i si aquest garanteix el subministrament en el cas que s'hi apliquessin calderes de biomassa. Tot seguit es realitza una avaluació ambiental d'emissions de CO₂ de tot el procés des de la producció d'estella fins la seva distribució. També gràcies a les enquestes s'avalua la percepció social dels habitants d'Alinyà sobre la biomassa i altres formes d'energia alternatives.

L'estudi es divideix en sis capítols principals:

Capítol I (Introducció): Aquesta primera part és la base a partir de la qual es desenvoluparà l'estudi. Inclou una introducció teòrica al concepte de biomassa, així com una descripció de la zona d'estudi. També s'hi exposen els antecedents amb una visió multifuncional de tot el debat que es viu actualment amb els combustibles fòssils i les noves fonts d'energia renovable.

Capítol II (Objectius): Es detallen els objectius generals i específics del projecte.

Capítol III (Metodologia): En aquest capítol s'explica de forma exhaustiva com s'ha dut a terme el treball i les eines utilitzades per la seva realització.

Capítol IV (Inventari i Diagnosi): Aquest capítol és el cos del projecte. Comprèn una avaluació energètica, social i d'emissions de CO₂. S'exposen les dades més rellevants i es realitza una diagnosi, valorant els resultats i els impactes associats al procés d'aprofitament energètic de la biomassa.

Capítol V (Conclusions, propostes de millora): En aquest capítol es presenten les conclusions de l'estudi, les propostes de millora i les *perspectives de futur per a la biomassa*.

Capítol VI (Informació Complementària): En el darrer capítol es complementa el projecte amb la programació de les fases realitzades durant el temps, el pressupost i la citació dels acrònims usats en el document. També s'adjunta un

Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció
d'energia calorífica

recull de la bibliografia i documentació utilitzada durant la realització del projecte. A més a més, es realitza un escenari d'aplicació de la biomassa a Alinyà, donant així unes perspectives de futur per la biomassa.

CAPÍTOL 1. INTRODUCCIÓ

1.1 INTRODUCCIÓ GENERAL

1.1.1 Concepte de biomassa

La biomassa és tota aquella fracció biodegradable dels productes, les deixalles i els residus procedents de l'agricultura, de la silvicultura i de les indústries connexes (incloses les substàncies d'origen animal), així com la fracció biodegradable dels residus industrials i municipals (Peterson C.L, et al., 1995).

Històricament, la biomassa ha estat el primer i principal combustible utilitzat per l'home fins a la revolució industrial. S'utilitzava per cuinar, per escalfar la llar, per fer ceràmica i, posteriorment, per produir metalls i per alimentar les màquines de vapor. Aquests nous usos progressivament van requerir major quantitat d'energia en un espai cada vegada més reduït. A més a més, aquests nous usos van promocionar l'ús del carbó com a combustible substitutiu a mitjans del segle XVIII.

Des d'aquest moment es van començar a utilitzar altres fonts energètiques més intensives (amb un major poder calorífic), i l'ús de la biomassa va disminuir fins a mínims històrics. Aquesta disminució de la biomassa va coincidir amb l'ús massiu dels derivats del petroli i amb uns preus baixos d'aquests productes .

Malgrat això, la biomassa encara continua jugant un paper destacat com a font energètica en diferents aplicacions industrials i domèstiques. D'altra banda, el caràcter renovable i no contaminant que té i el paper que pot jugar en el moment de generar ocupació i activar l'economia d'algunes zones rurals, fan que la biomassa sigui considerada una clara opció de futur.

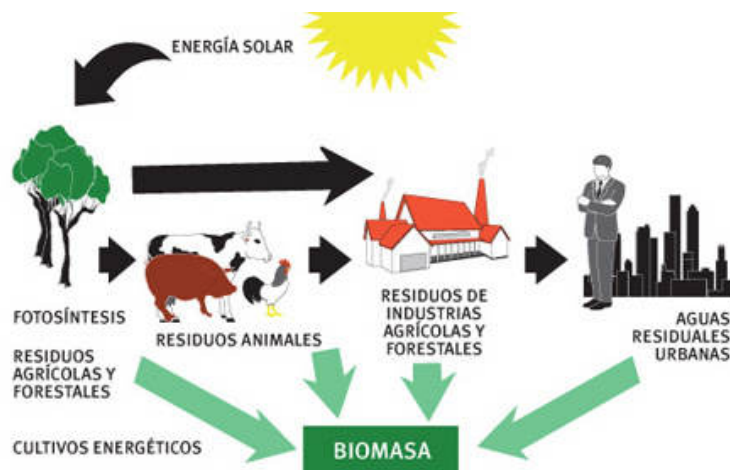


Figura 1: Cicle de la biomassa. Font: IDAE

1.1.2 Tipus de biomassa

En funció de la procedència de la biomassa, aquesta es pot dividir en 3 grans grups (MADRID V, 2012):

Biomassa natural: És la que es produeix espontàniament a la natura sense cap tipus d'intervenció humana. Els recursos generats en les podes naturals d'un bosc constitueixen un exemple d'aquest tipus de biomassa. La utilització d'aquests recursos requereix de la gestió de la seva adquisició i transport fins a l'empresa, fet que pot provocar que el seu ús sigui inviable econòmicament.

Cultius energètics: Són una altra forma de biomassa, la qual consisteix en cultius o plantacions que es fan amb fins exclusivament energètics, és a dir, per aprofitar el seu contingut d'energia. Aquests cultius els podem classificar en:

- Cultius ja existents com els cereals, oleaginoses, remolatxes, etc
- Lignocel·lulòsics forestals (pollancre, salzes, etc.)
- Lignocel·lulòsics herbacis com el card *Cynara cardunculus*
- Altres cultius com la patata

Biomassa residual: Es produeix per qualsevol activitat humana, principalment en els processos agrícoles, ramaders i els del propi home, com escombraries i aigües residuals. Inclou els residus forestals i agrícoles, els residus d'indústries forestals i agrícoles, els residus sòlids urbans i els residus biodegradables

Segons la proporció d'aigua en les substàncies que formen la biomassa, també es pot classificar en:

- **Biomassa residual seca:** Procedeix de recursos generats en les activitats agrícoles, forestals. També es produeix aquest tipus de biomassa en processos de la indústria agroalimentària i de la indústria de transformació de la fusta. Dins d'aquest tipus de biomassa, es pot diferenciar la d'origen forestal i la d'origen agrícola.
- **Biomassa residual humida:** Procedeix d'abocaments biodegradables formats per aigües residuals urbanes i industrials i també pels residus ramaders.

Això té molta importància respecte del tipus d'aprofitament, i els processos de transformació a què es pot ser sotmesa per obtenir l'energia desitjada.

1.1.3 Caracterització dels biocombustibles

La baixa densitat física i energètica de la biomassa, són uns dels principals problemes que presenta el seu ús. Per evitar aquest problema es realitza un procés denominat "densificació o compactació". Com a productes d'aquest procés s'obtenen: (IDAE, HERNÁNDEZ C, 1996).

1.1.3.1 Pèl·lets

Són combustibles generats a partir dels residus forestals i de la indústria de la fusta, amb humitat entre el 8 i 15% i mida de partícula de 0,5 cm, de manera que necessiten molt poc espai per al seu emmagatzematge. Són petits cilindres amb diàmetre entre 6 i 18 mm, longitud de 15 a 30 mm i amb una densitat de l'ordre de 950-1.300 kg/m³ (Taula 1). Per a la seva fabricació s'utilitzen premses de matriu angular o pel·letitzadores de matriu plana, amb capacitat de producció entre 2.500 i 25.000 kg/h. La compactació pot ser natural o mitjançant la utilització d'elements químics no contaminants.



Figura 2: Pèl·lets. Font: IDAE

Taula 1: Les característiques principals dels pèl·lets. Font: IDAE

	Pèl·let baixa qualitat	Pèl·let estàndard	Pèl·let alta qualitat
Poder Calorífic Inferior (kcal/kg)	> 3000	> 4000	> 4300
(Kj/kg)	> 12500	> 16700	> 18000
Humitat b.h (% en massa)	< 12	< 12	< 10
Densitat (kg/m ³)	> 1000	1000 - 1400	> 1120
Contingut en cendres (% en pes)	< 6	< 1,5	< 0,5
Longitud (mm)	< 7 per diàmetre	< 50	< 5 per diàmetre
Diàmetre (mm)	< 12	4 - 10	< 8

1.1.3.2 Estelles

Les estelles de fusta són trossos petits d'entre 5 i 100 mm de longitud. La seva qualitat depèn fonamentalment de la matèria primera de la qual procedeixen, de la seva recollida i de la tecnologia d'estellat. En funció de la seva procedència i qualitat, poden distingir dos grups principals d'estelles:

- **Estelles de classe 1:** Provenients de la indústria de la primera i segona transformació de la fusta o fustes forestals molt netes. Solen tenir humitats menors al 30%, encara que poden arribar al 45%. Apropiadades per al seu ús en instal·lacions domèstiques i vàlides per a tot tipus d'instal·lacions.
- **Estelles de classe 2:** Procedents de tractaments silvícoles, agrícoles i forestals (podes, aclarides, tallades de selecció, cultius energètics llenyosos, etc).

Avantatges de l'estella:

- Pretractament relativament senzill (estellat i, si s'escau, assecat).
- Tenen un cost inferior a biomasses produïdes industrialment.
- Es poden produir localment.
- Poden ser un combustible d'alta qualitat per a calderes de qualsevol mida, encara que necessiten més espai d'emmagatzematge que els pèl·lets o l'os d'oliva.

Taula 2: Recomanació d'estelles per a ús domèstic. Font: IDAE

Estelles de fusta	
Origen	Troncs de fusta
Contingut d'humitat	≤ 20 - 30%
Dimensions de la fracció principal (> 80% en pes)	Dimensió major ≤ 63 mm
Densitat energètica	< 900 kWh/m ³ apilats

1.1.3.3 Residus agroindustrials

Els més utilitzats per al seu ús com a combustible en calderes de biomassa són fonamentalment els provinents de les indústries de la producció d'oli d'oliva, de destil·leries de raïm, i dels fruits secs. Aquests productes són sotmesos a processos d'assecat per tal d'augmentar el seu poder calorífic i solen ser econòmics i de bona qualitat (Taula 3).

Taula 3: Característiques de la closca d'ametlla. Font: IDAE

Closca d'ametlla	
Humitat (%)	12
Densitat aparent (kg/m ³)	470
PCI b.s. (kJ/kg)	15900
PCI b.s. (kWh/kg)	4,4

1.1.3.4 Combustibles tradicionals: llenya i briquetes

La llenya prové de troncs trossejats que no seran utilitzats per produir fusta, mentre que les briquetes són cilindres de biomassa premsada (densificada) de mida molt superior a la dels pèl·lets, que provenen de serradures i encenalls de serradores. Les briquetes s'empren en substitució de la llenya.

En quant a les seves característiques, la llenya ha de tenir una humitat inferior al 20% i el seu poder calorífic és de 4,5 kWh/kg, mentre que les briquetes tenen una densitat d'uns 700 kg/m³, la seva humitat és inferior al 10%, el seu poder calorífic de 5 kWh/kg i el seu contingut de cendres menor del 0,7%.

1.1.4 Logística i proveïment de llenya i estella

1.1.4.1 Sistemes i costos d'aprofitament

Els sistemes d'aprofitament forestal, es diferencien bàsicament pel lloc on es realitza l'estellat i en funció d'això, les operacions variaran, tal com es mostra a continuació: (MUNDET R, et al., s.d.)

- **Sistema 1: Estellat a peu de pista**

Les operacions a realitzar són:

Tala i arrossegament: Consisteix en la tala dels arbres però, sense esbrancar ni despuntar. Per a la tala s'usa bàsicament la serra mecànica o processadora i l'arrossegament es fa mitjançant *skidder* o tractor amb cabrestant.

Estellat: L'estellat s'efectua a les pistes forestals on es reuneix la biomassa, per la qual cosa ha d'estar adaptada per poder accedir als llocs més inaccessibles.

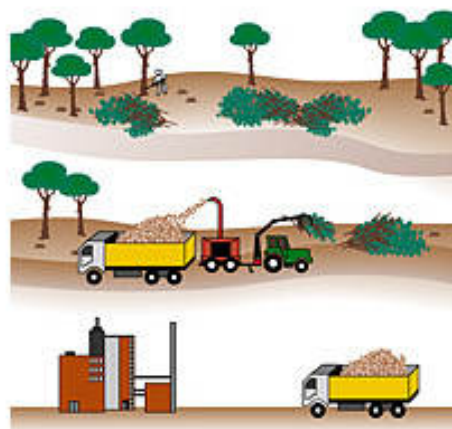


Figura 3: Esquema de l'estellat a peu de pista.
Font: Observatori de la biomassa CPF, 2006

L'estelladora disposa d'una grua pròpia i d'un sistema logístic d'extracció consistent en un tractor amb remolc o un contenidor. La baixa productivitat d'aquest tipus d'estelladora amb alta mobilitat fa que els costos d'estellat siguin elevats (Figura 3).

Transport de l'estella: quan el remolc o el contenidor estan plens es desplacen fins a la destinació final. Aquest sistema pot ser interessant només en els casos en què la planta o magatzem estiguin a poca distància, ja que d'aquesta manera el vehicle que realitza la extracció (tractor amb remolc o camió amb contenidor) pot fer també el transport fins a la planta i no ha de traspasar el material a un altre mitjà de transport.

- **Sistema 2. Estellat a carregador**

Les operacions a realitzar són:

Tala i arrossegament: Com en el cas anterior, s'efectua la tala dels arbres amb serra mecànica o processadora, sense esbrancar ni despuntar.

L'arrossegament es realitza amb *skidder* o tractor amb cabrestant o, en funció de les condicions del terreny, amb autocarregador.

Extracció: La extracció de l'arbre sencer es realitza amb autocarregador o amb remolc fins al carregador. En funció de la distància, també es pot fer amb *skidder*.

Estellat: Es realitza l'estellat en carregador, utilitzant una estelladora de menys mobilitat que la del sistema 1, però més pesada, robusta i de major potència, de manera que la productivitat també és més gran. Tot i que és necessari l'ús d'una maquinària addicional per a la extracció dels arbres, el major rendiment de la estelladora hauria de compensar aquest cost.

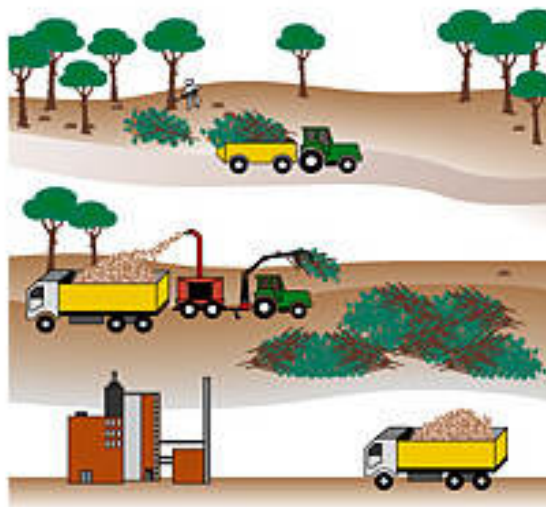


Figura 4: Esquema de l'estellat al carregador.
Font: Observatori de la biomassa, CPF 2006.

Transport de l'estella: A partir d'aquest punt, ja es carrega l'estella al mitjà de transport corresponent (Figura 4).

- **Sistema 3. Estellat de troncs en planta o magatzem**

Les operacions a realitzar són:

Tala, processament i arrossegament: En aquest cas, després de la tala de l'arbre, aquest es despunta i es desbranca, i es trosseja el tronc només si és necessari per optimitzar el transport. Per l'arrossegament fins pista també es pot utilitzar el mateix tipus de maquinària que en els sistemes 2 i 3: *skidder*, tractor amb cabrestant o autocarregador sempre que les condicions del terreny ho permetin.



Figura 5: Esquema de l'estellat en planta.
Font: Observatori de la biomassa, CPF 2006.

Transport dels troncs: Si les condicions del terreny i de les pistes ho permeten, un cop la fusta és arrossegada i apilada prop del camí, se sol utilitzar un camió de 3 o 4 eixos que realitza directament el transport fins a la planta. En

cas d'haver de portar llenya fins al carregador, el desembosc es realitza mitjançant el mateix *skidder*, amb autocarregador o tractor amb remolc.

Estellat: un cop realitzat el transport de llenya a la planta o magatzem, aquesta es pot estellar directament, o bé emmagatzemar per després fer el estellat de la fusta seca. El estellat es realitza amb estelladores fixes o semimòbils de gran potència, que tenen menys cost horari que les mòbils i permeten millors condicions de control de la qualitat de l'estella (Figura 5).

1.1.4.2 Sistemes de transport

El transport de la biomassa fins al seu destí final dependrà principalment de la distància a recórrer:

- **Transport d'estella**

Els vehicles utilitzats i el cost per al transport d'estella segons la distància són:

Taula 4: Característiques dels vehicles utilitzats. Fonts: * (RODRÍGUEZ J, et al. 2006); ** (MARQUES A, et al. 2007)

Distància	Vehicle més adequat *	Cost **
Curta (3-4 km)	Autocarregador o tractor agrícola amb remolc acoplat amb una carga útil entre 5-10 tones Tenen una mobilitat pel bosc superior als altres vehicles.	No es disposa de dades de costos per a aquests dos tipus de transport degut a que no s'han utilitzat en les diferents experiències conegudes.
Mitjana (10-30 km)	Tenen avantatges d'accessibilitat en terrenys forestals, però és més ràpid per carretera que el tractor convencional.	
Mitja-Llarga (30-45 km)	Camions amb contenidor, amb una carga útil d'estella entre 8-12 tones	12,5 - 20,5 €/t verd
Llarga (> 45 km)	Camions amb remolc, amb una carga útil d'estella entre 24-28 tones	9 - 9,5 €/t verd

- **Transport de troncs**

En el cas d'utilitzar el sistema d'aprofitament en què s'estellen els troncs en planta, els vehicles que es poden utilitzar per al seu transport són:

- **Camió de 3 o 4 eixos:** Pot transportar 11 o 16 tones respectivament. Aquest vehicle ja pot transportar la fusta des de peu de pista fins a la planta.
- **Tràiler:** Pot transportar 21 tones: Aquest vehicle és útil per a distàncies llargues. En aquest cas es requereix fer un desembosc previ. A la columna del cost del tràiler ja s'hi inclouen els costos de desembosc (Taula 4).

Els costos en funció de la distància són:

Taula 5: Els costos del tràiler respecte la distància. Font: (RODRÍGUEZ J, JUANATI C, et. al. 2006)

Distància	Cost del camió de 3 o 4 eixos (€/t verd)	Cost del tràiler (€/t verd)*
10 km	8,5	13
30 km	10,5	14
50 km	12	15

Tal com es pot comprovar (Taula 5), per distàncies curtes és més econòmic l'ús del camió de 3 o 4 eixos.

1.1.4.3 Sistemes d'emmagatzematge de l'estella forestal

- **Emmagatzematge a l'aire lliure**

És l'opció més senzilla i econòmica. Es realitza en els següents casos:

- Temporalment durant l'execució de l'estella. Al lloc de l'estellat per al seu posterior transport.
- En el lloc d'emmagatzematge, bé exposats per afavorir l'assecat (principalment a l'estiu).

Cal tenir en compte que si la pila d'estellat es realitza sobre el terra (sense paviment) es perd la capa inferior del material, ja que es barreja amb pedres i sorra. A més a més, el risc de rehidratació de la pila és més gran (Figura 6).



Figura 6: Estella a l'aire lliure. Font: Observatori de la biomassa, CPF 2006.

- **Emmagatzematge sota tèxtil**

Al mercat hi ha diversos tipus de tèxtils (per exemple, el * Toptex © o el * Lest'o ©) que permeten l'evaporació de la humitat de la pila però impedeixen que la pluja o la neu mullin directament l'estella, amb la qual cosa afavoreixen l'assecat. La seva vida útil és aproximadament de 5 anys.

En aquest cas, és recomanable que el sòl estigui pavimentat, ja que així no hi haurà increments d'humitat ni pèrdues d'estella per impureses.

Les principals avantatges del tèxtil és que no requereix molta inversió inicial i permet moure el lloc d'emmagatzematge (Figura 7).

Un desavantatge és que si es formen plecs i no es col·loca correctament, s'acumula l'aigua i deixa de ser efectiu. A més a més, també ho és la necessitat de posar i treure el tèxtil manualment.



Figura 7: Estella. Emmagatzematge sota tèxtil. Font: Observatori de la biomassa, 2009

- **Emmagatzematge sota cobert**

Si està ben dissenyat, aquest sistema d'emmagatzematge permet l'assecat més segur (Figura 8). És important controlar alguns aspectes del disseny com ara la ventilació, l'aïllament i l'accés.

Els seus principals avantatges són:

- Més capacitat per m² ocupat (si la coberta és amb parets).
- Protecció efectiva contra l'aigua (rehidratació).
- Segons la construcció, es redueix l'aportació de pedres i sorra pel vent.



Figura 8: Estella sota cobert. Font: Observatori de la biomassa, 2009

Els principals inconvenients són que requereix una major inversió inicial que els tèxtils i que és fix. Tanmateix, també es poden utilitzar per a aquesta finalitat magatzems preexistents, com els de palla.

Generalment, es deixa el material en piles sota coberta, ben airejades i evitant condensacions al sostre, i sobre un sòl pavimentat que faciliti la posterior recollida. En aquestes condicions, la temperatura de la pila d'estella arriba als 60-70 °C després 3-6 setmanes, però va baixant lentament fins a establitzar a temperatura ambient a les 8-10 setmanes. En qüestió de 3-4 mesos, la humitat

pot passar del 50% al 25% (en base humida), tot i que encara poden quedar zones humides al cim i la base de la pila (PINEDA M, et. al., 1998).

1.1.5 Tipus de calderes

• Instal·lació necessària

Les instal·lacions per a l'aprofitament de la biomassa en calefacció i ACS i la utilitzada amb combustibles convencionals difereixen bàsicament en:

- Cremador de la caldera.
- Sitja d'emmagatzematge.
- Sistema de subministrament a la caldera.

No obstant això, hem d'aclarir que la instal·lació d'equips amb biomassa obliga d'alguna manera a fer instal·lacions centralitzades, donades les dificultats i limitacions en la distribució del combustible (biomassa) entre el dipòsit i la caldera.

L'única limitació que imposa una instal·lació per biomassa, és l'espai necessari per al dipòsit de combustible i per la cambra de la caldera, guanyant-se, però, l'espai ocupat en els estenedors o cuines per la caldera individual.

• Tipus de calderes

Els rendiments de les calderes de biomassa en l'actualitat arriben al 90%, el manteniment que requereixen es considera mínim i disposen de sistemes automàtics de neteja de les cendres resultants de la combustió. Les emissions de partícules no han d'excedir de 150 mg/Nm³, i la de CO no ha de superar els 200 mg/Nm³ a plena càrrega (BUN-CA, 1995).

Existeixen tres tipus de calderes de biomassa:

- Calderes de flama invertida per troncs de fusta
- Calderes per estelles
- Calderes per a pel·lets

Els primers tipus de caldera són de potència limitada, donada la dificultat de subministrament, emmagatzematge i càrrega del combustible, pel que no són recomanables per instal·lacions noves en habitatges.

Algunes de les característiques que ha de requerir una bona caldera de biomassa són les següents:

- Tenir càmera de combustió de material refractari, i sistema antisolidificació de cendres (per evitar que es fessin taps a l'entrada de combustible del cremador).

- Certificat d'ús emès pel fabricant de bon funcionament amb biomasses ibèriques.
- Rendiment energètic superior al 90%.

L'element que singularitza aquest tipus de calderes davant les convencionals de gasoil o gas, és el cremador, que rep el subministrament dosificat i regulat del combustible de biomassa, normalment granulat (pèl·lets o pinyols d'oliva) ja que són aquests els més idonis per mida i forma per a la seva dosificació automàtica. En el cremador, i mitjançant unes resistències elèctriques, es produeix l'encesa automàtica de la biomassa, iniciant-se la seva combustió, que produeix la calor que s'injecta en el cos de la caldera, on es produeix l'intercanvi de calor amb el circuit primari d'aigua.

Les condicions d'instal·lació d'una caldera de biomassa són similars a les d'una caldera de gasoil en quant al seu manteniment i evacuació de fums. No obstant això, s'ha d'evitar la seva col·locació a distàncies grans de la sitja d'emmagatzematge, a causa de les limitacions del sistema de transport del combustible (normalment sens fins o bandes transportadores). Alguns models incorporen un petit dipòsit intermedi de biomassa, alimentat des de la sitja, que permet regular amb més eficàcia el subministrament de combustible al cremador, i fins i tot per servir de sitja directe (fins a 250 l de biomassa) (BUN-CA, 1995).



Figura 9: Caldera Pasqualicchio, mod. CS Marina. Font: IDAE



Figura 10: Caldera per a pèl·lets. Font: IDAE

Calderes d'estelles (Figura 9): En aquest format la caldera s'alimenta d'estella, que es carrega de forma totalment automàtica a través d'un alimentador-dosificador.

L'alimentació i combustió de les estelles al cremador es regula automàticament mitjançant una central electrònica, que recull dades del termòstat ambiental, i de la temperatura i concentració d'oxigen dels fums a través d'una sonda lambda. L'encesa és automàtica, bé a través d'una resistència elèctrica o mitjançant un cremador pilot, normalment de combustible líquid.

En quant als sistemes de seguretat exigits, dir que pel fet que un cop tallat el subministrament de combustible al cremador, es necessita un cert temps per extingir totalment la combustió, i per això en aquest tipus de calderes s'obliga a la instal·lació d'un vas d'expansió obert per minimitzar així els efectes d'una eventual ebullició del circuit primari d'aigua.

D'altra banda, en tots els models s'assegura la interrupció de la continuïtat física del combustible entre el cremador i el sistema de subministrament, per evitar retorns de flama cap a la sitja.

Aquest tipus de calderes està indicat per a qualsevol tipus de potència requerida.

Calderes de pèl·lets (Figura 10): La densitat dels pèl·lets és molt més gran que la de les estelles, i les seves característiques possibiliten que el granulat pugui ser utilitzat també en calderes per estelles, i fins i tot en calderes de gasoil (mitjançant l'adaptació d'un cremador especial). Aquesta solució és bastant comú a Escandinàvia, tot i que és important assenyalar que encara que es redueixen molt els costos d'instal·lació, també es redueix la potència obtinguda i els costos de manteniment, a més d'impossibilitar el total automatisme de la instal·lació.

Altres estudis classifiquen les calderes en:

Equips compactes: Dissenyades específicament per al seu ús en calefacció domèstica, tant en habitatges unifamiliars com en blocs residencials. Inclouen sistemes d'encesa i neteja automàtics, que faciliten el maneig de l'usuari. Normalment, es tracta d'equips de potència mitjana o baixa (fins a 150 kW).

Calderes amb alimentador inferior: Disposen d'un sistema d'alimentació per aflorament a la zona inferior, i presenten bon rendiment amb biomasses d'alta qualitat, és a dir, poc humides i amb baix contingut en cendres, com són les estelles seques, els pèl·lets i alguns residus agroalimentaris.

Calderes amb graella mòbil: Aquest sistema s'aplica en calderes més grans (més de 500 kW) i poden utilitzar biomassa de qualitat inferior i composició variable, amb més contingut en humitat i cendres, com ara estelles, llenya, residus agrícoles i fins i tot barreges diverses.

Calderes de gasoil amb cremador de pèl·lets: Sobre una caldera tradicional de gasoil, tal com s'ha dit és possible adaptar un cremador de biomassa. Té l'inconvenient de reduir el rendiment de la caldera i presentar més problemes en el sistema de neteja.

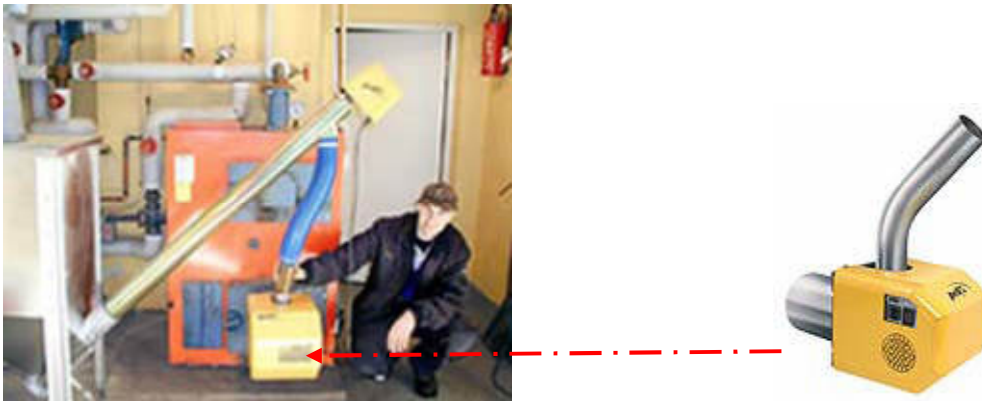


Figura 11: Cremador de biomassa (PELLX). Acoblat a una caldera de gasoil convencional per permetre la utilització de biomasses granulades. Font: IDAE

Calderes amb combustible en cascada: Tenen una graella en forma d'escala, possibilitant la combustió de la biomassa en diferents etapes, de manera que s'aconsegueix augmentar el rendiment i reduir les cendres. Aquest sistema s'utilitza en calderes de mida mitjana (50-500 kW), amb combustible de qualitat mitjana-alta, com ara residus d'almàssera o pèl·lets.

1.1.6 Actors rellevants en la implementació de sistemes de producció d'energia amb biomassa a Catalunya.

La viabilitat de l'ús de la biomassa com a font d'energia és l'objectiu de nombrosos organismes dedicats a l'adaptació i el desenvolupament d'experiències europees basades en l'explotació, subministrament i generació d'energia a partir de biomassa forestal, agrícola i industrial.

Taula 6: Organismes i empreses catalanes referents en l'aprofitament energètic de la biomassa. Font: IDAE

Entitats públiques	
Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge	
Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció rural	
Generalitat de Catalunya. Departament de Política Territorial i Obres Públiques	
Diputació de Barcelona, Xarxa de Municipis	
Intitut Català de l'Energia (ICAEN)	
Centre Tecnològic i Forestal de Catauña (CTFC)	
Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF)	
ConSORCI Forestal de Catalunya (CFC)	
Entitats privades	
Recuforest S.L	Ecenergia, S.A
Ambigest	
Grup Cassà	Molins S.A
Termisa, S.A	
Calderas, L.Solè-S.A	Energia Natural de Móra, S.L
Nova Energia, S.A	
Construcciones Corma, S.A	Tractament i Valorització de Residus, S.A
Avamsolar Biomassa	
Piribloc, S.A	Tractament i Valorització de Residus, S.A
Energrup Bio-renovables, S.L	
Grefer, S.L	Trama Tecno Ambiental, S.A
Gahelios	
Ibersilva	Recalor, S.A
Sapre, Energies Renovables	

A Catalunya hi ha un gran nombre d'agents públics i privats que intervenen en l'estudi, control, promoció i venda de serveis basats en la generació d'energia amb biomassa.

Aquests agents conformen una xarxa d'actors rellevants per al funcionament d'experiències actuals i futures amb la biomassa (Taula 6). Els resultats divulgatius a partir de les experiències promogudes per empreses i entitats públiques faciliten la generació de noves iniciatives amb els mateixos objectius.

1.1.7 Avantatges i limitacions de la biomassa

Avantatges	Limitacions
<p>Estalvi energètic de fonts d'origen fòssil i diversificació energètica. Emissions de SO₂ (causant de la pluja àcida) molt inferiors a les emeses pels combustibles fòssils.</p>	<p>La instal·lació d'equips de biomassa té un cost superior a la d'equips convencionals de potència equivalent.</p>
<p>Balanç de CO₂ neutre perquè es considera que es tanca el cicle natural del carboni que es basa en el procés de la fotosíntesi.</p>	<p>L'usuari no està connectat a una xarxa de subministrament de combustible, com la xarxa elèctrica o la de gas i, per tant, cal gestionar l'aprovisionament del combustible.</p>
<p>Emissions de SO₂ (causant de la pluja àcida) molt inferiors a les emeses pels combustibles fòssils. Baix contingut en clor, sofre i nitrogen en comparació als combustibles fòssils.</p>	<p>Es necessita un espai per a emmagatzemar el biocombustible. Incentiva la gestió forestal sostenible econòmica i mediambientalment, cosa que disminueix el risc d'incendis i plagues forestals, i dinamitza el mercat forestal valoritzant els seus productes i subproductes.</p>
<p>Incentiva la gestió forestal sostenible econòmica i mediambientalment, cosa que disminueix el risc d'incendis i plagues forestals, i dinamitza el mercat forestal valoritzant els seus productes i subproductes.</p>	<p>Cal preveure la logística de subministrament del biocombustible i validar l'accessibilitat dels camions subministradors fins al punt de càrrega de la sitja</p>
<p>Els preus dels biocombustibles estan subjectes a mercats locals i no als internacionals, i no estan sotmesos a la volatilitat de preus que tenen les fonts d'origen fòssil.</p>	<p>Tot i l'existència de nombroses normatives europees referents a les qualitats de la biomassa, encara manca normativa i reglamentació específica estatal per a l'ús i la producció de biomassa per a usos energètics.</p>

La despesa en combustible es produeix al territori mateix. L'aprofitament d'un recurs autòcton ajuda a enriquir el teixit productiu i a generar riquesa al territori.	La baixa densitat energètica de la biomassa comparada amb la dels combustibles fòssils en dificulta sovint la manipulació i fa que augmentin els costos derivats del transport i emmagatzematge (cal més espai per a acumular la mateixa energia).
Crea activitat industrial i llocs de treball en àmbits rurals.	L'heterogeneïtat d'algunes biomasses és un fet difícil de controlar per la seva influència en les condicions climàtiques i el seu origen.
Davant les fuites en l'emmagatzematge o en el transport, la biomassa no genera fluids contaminants.	Sovint, l'elevat cost associat a l'assecatge de la biomassa és una limitació per a produir biocombustibles sòlids de qualitat.
La biomassa té una nul·la o baixa emanació de gasos quan està emmagatzemada i una baixa volatilitat si es compara amb els combustibles fòssils.	En molts casos, l'absència de pretractaments dels productes i subproductes forestals i agrícoles provoca una minva de la qualitat del biocombustible.
Construir edificis amb instal·lacions tèrmiques alimentades per biomassa millora dràsticament les emissions de CO ₂ vinculades a l'explotació de l'edifici i, per tant, millora la Qualificació Energètica atorgada a la nova construcció.	Els preus dels productes i subproductes agrícoles estan marcats pel seu caràcter estacional i per la seva dispersió espacial.

Taula 7: Avantatges i limitacions de la biomassa.

Font: www.gencat.cat

1.2. ANTECEDENTS

1.2.1 Situació dels combustibles fòssils al món

Actualment al món, per portar a terme els sistemes de producció i consum es requereixen grans quantitats d'energia per poder mantenir-los. I encara que els països rics disposin de processos més eficients i campanyes de conscienciació per l'estalvi energètic són els majors consumidors d'energia. Això significa que el desenvolupament d'un país implica un augment considerable del seu consum energètic. Aquesta situació és important per tots aquells països que actualment es troben en vies de desenvolupament ja que el seu consum d'energia augmentarà significativament.

Tenint en compte, la delicada situació que viuen actualment els combustibles fòssils, en particular el petroli, fa pensar que el futur està encaminat a produir l'energia d'altres fonts.

En el cas del petroli, La Agencia Internacional de la Energia (AIE) va fer públic el novembre de 2010 que la producció de petroli cru va arribar al seu *peak oil* l'any 2006 (Agencia Internacional de Energia, 2005). Aquest concepte de *peak oil* està molt relacionat amb les reserves existents i el ritme de consum. Encara que no es tenen dades fiables de les reserves de petroli existents al món, la gran majoria d'estudis arriben a la conclusió que les reserves actuals de petroli convencional oscil·len al voltant de 2 billons de barrils. El motiu pel qual no se sap bé quina quantitat de petroli tenim avui dia és degut a les estimacions desmesurades que realitzen els economistes, ja que com diu Colin Campbell (2004), fundador de ASPO, "Els geòlegs busquen petroli, els enginyers el produeixen i els economistes el venen" (CAMPBELL C. et al., 2005).

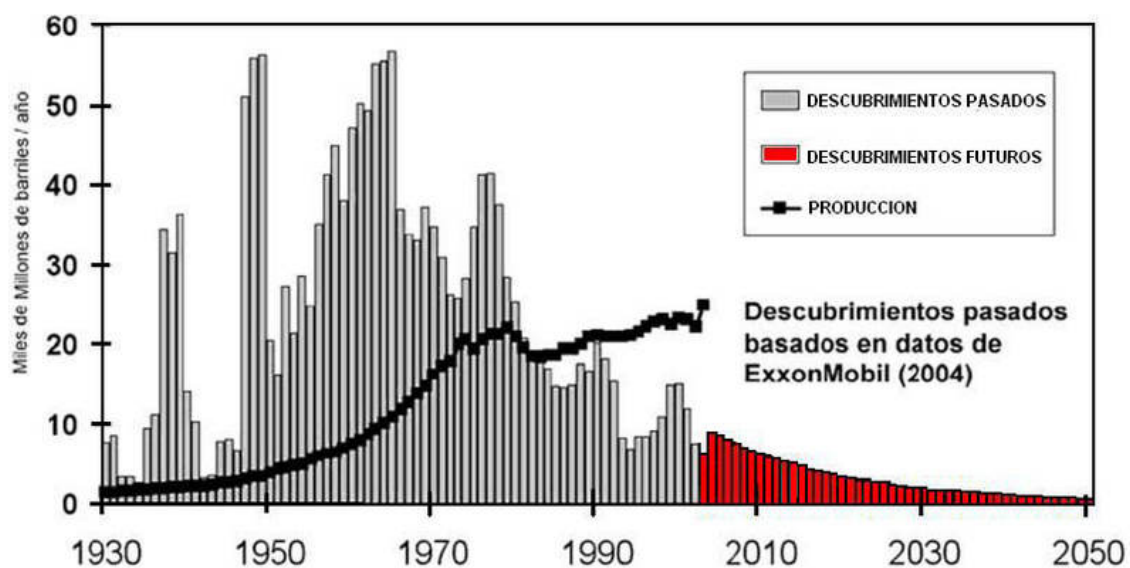


Figura 12: Descubriments de nous jaciments de petroli. Font: ASPO Newsletter, setembre de 2004.

En la Figura 12, s'observa la corba de nous jaciments que va aconseguir el seu sostre el 1964 i ara té una caiguda tendencial al voltant del 5% a l'any. Des de finals de la dècada dels 70 (període en el qual es va descobrir els grans jaciments de la badia de Prudoe a Alaska i el Cantarell a Mèxic) no s'han descobert més grans jaciments. Els jaciments que es troben ara tenen poca quantitat de petroli i en molts d'ells és difícil extreure'n el cru, s'ha d'invertir molta energia en maquinària per poder extreure'ls i en moltes ocasions la inversió no surt rendible. A més a més, s'hi afegeix el problema d'haver de tractar un petroli cada vegada de pitjor qualitat (més dens i/o amb major contingut de metalls pesants i sofre).

Relacionant la caiguda de descobriments de nous jaciments amb el ritme desmesurat de demanda que hi ha, molts experts han utilitzat la teoria de Hubbert. Aquesta teoria estableix que les corbes de descobriments de nous jaciments i d'extraccions tenen forma de campana. La causa és que arriba un moment en que el consum supera el petroli nou i, a partir d'aquí, cada vegada és més gran la fracció de petroli consumit procedent de jaciments antics. Hubbert, que era un geòleg de la dècada dels 50, va predir que la producció de cru en els EEUU arribaria al seu pic entre 1965 i 1970. I es va arribar al pic l'any 1971. A partir d'aquest any la producció ha seguit un progressiu descens fins al punt que, actualment, s'extrau al mateix nivell que durant la dècada dels 40. D'acord amb el model de Hubbert, les reserves de EEUU s'esgotaran a finals del segle XXI. (CAMPBELI C, et al., 2005).

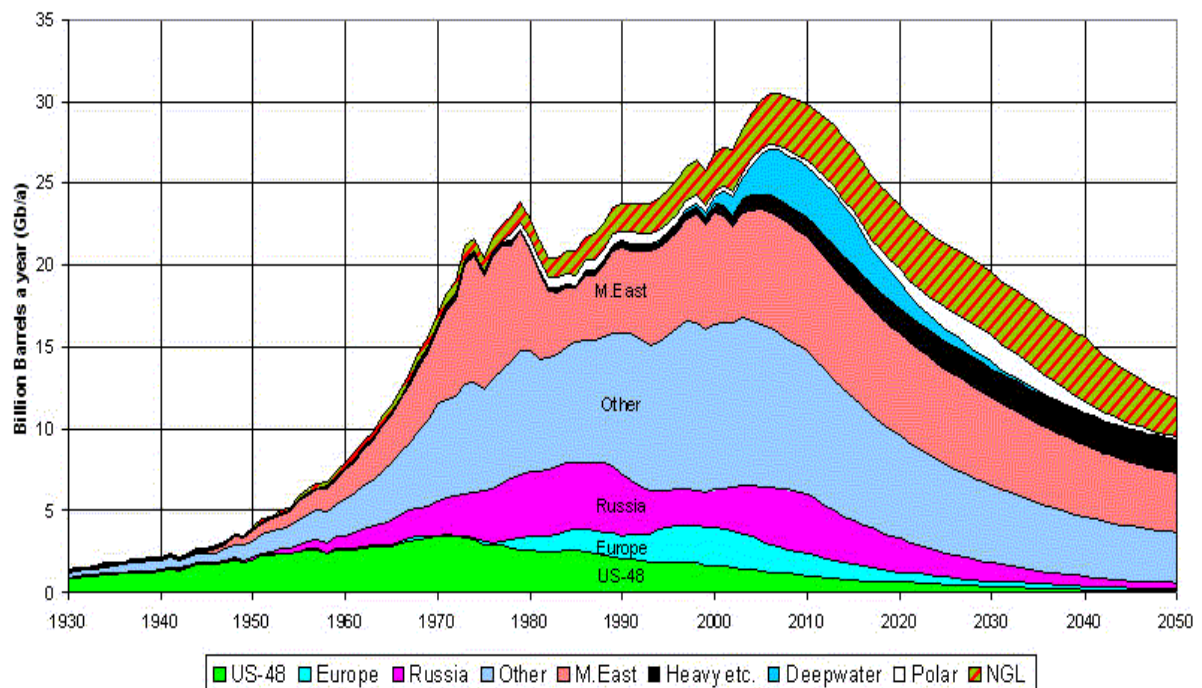


Figura 13: Predicció del pic del petroli mundial. Font: ASPO Newsletter, desembre de 2004.

La majoria de crítics argumenten que el pic no es produirà tan aviat com es pensava Hubbert. Aquests diuen que el pic podria ser més irregular i més

extens, és a dir, no decreixerà tan ràpidament com va predir Hubbert. Hubbert va predir que el *peak oil* mundial arribaria entre el 1995 i 2000. Aquesta predicció va ser errònia i ara altres organitzacions com l'Associació per a l'Estudi del Pic del Petroli i el Gas (ASPO), en el seu informe de l'any 2005, va dir que el *peak oil* arribaria l'any 2007 aproximadament (Figura 13) (Agència Internacional de Energia, 2005). Una altra organització, la *Energy Information Administration*, prediu que no ocorrerà el pic abans del 2025.

Un dels motius que ha fet retardar l'aparició del pic, ha sigut la crisi energètica del 1973, la qual va disminuir dràsticament els subministraments de cru. Al igual que la crisi energètica de 1979, encara que aquesta va tindre efectes menys greus en el subministrament de cru. Pel que fa a la demanda, les recessions dels anys 1980 i 1990 van reduir també la demanda de consum de cru. Tots aquests efectes teòricament haurien estat els causants del retard del *peak oil*.

Per tant, la creixent distància entre descobriments i producció posa en risc el model de desenvolupament actual sostingut en el petroli. És evident que els recursos fòssils no són infinits i que cal buscar energies alternatives per al desenvolupament futur. A més a més, l'escassetat de petroli podria forçar a canviar els mètodes agrícoles a l'anomenada agricultura biològica, menys agressiva medioambientalment però també menys intensiva. A més a més, el canvi del petroli per altres formes d'energia suposaria la reducció de contaminants que deixen els vessaments de petroli, en les perforacions petrolíferes que sempre causen danys ambientals i en contaminació atmosfèrica i efecte hivernacle.

L'extracció i consum de cru té forts i constants impactes sobre el medi, aquests són: Emissions de gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera, efectes físic-tòxics sobre la superfície i fons marins i l'eliminació de la capacitat fotosintètica de les plantes. Sobretot, un dels grans problemes és la gran quantitat de CO₂ que s'emet a l'atmosfera en cremar els combustibles fòssils. Aquest gas és el causant principal de l'efecte hivernacle que està provocant l'escalfament global, el desglaç dels casquets polars i destruint els models climàtics.

Per aquestes raons, ha d'augmentar la rapidesa de la societat ha adoptar l'ús d'energies alternatives.

1.2.2 La biomassa una nova font d'energia a Europa

Com s'ha esmentat abans, tenim una forta dependència a les energies no renovables. De fet, actualment, més del 80% del nostre abastiment energètic prové d'energies fòssils, un altre 13% d'energia nuclear, i només al voltant del 6% d'energies renovables. Aquest 94% d'energies no renovables comporta importants implicacions mediambientals i una forta dependència de l'abastament exterior (IEA, 2005).

Segons dades del Fondo de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), "alguns països pobres obtenen el 90% de la seva energia de

la llenya i altres biocombustibles ". A l'Àfrica, Àsia i Llatinoamèrica representa la tercera part del consum energètic i per 2000 milions de persones és la principal font d'energia en l'àmbit domèstic (IEA, 2005). Però, en moltes ocasions, aquesta utilització massiva no es realitza mitjançant un ús racional i sostenible dels recursos, sinó com una recerca desesperada d'energia que provoca la desforestació de grans àrees, deixant indefens el sòl davant l'erosió.

La pròpia FAO reconeix que "la millora de l'ús eficient dels recursos de l'energia de la biomassa -inclosos els residus agrícoles i les plantacions de materials energètics- ofereix oportunitats d'ocupació, beneficis ambientals i una millor infraestructura rural". Per tant, la biomassa, podria ser una font energètica que permeti el desenvolupament dels països pobres, evitant d'aquesta manera que el seu augment en el consum energètic provoqués un risc al medi ambient i la seguretat en l'abastiment energètic de la nostra societat.

En el cas d'Europa, el 54% de l'energia primària d'origen renovable procedeix de la biomassa (2009), encara que suposa el 4% sobre el total energètic. Aquesta producció de biomassa va ser destinada a la generació de calor en cases unifamiliars, comunitats de veïns i xarxes de calefacció centralitzada.

En definitiva, aproximadament el 83% de la producció de biomassa va ser destinada a usos tèrmics i el 17% a la producció d'electricitat (EurObserv'ER).

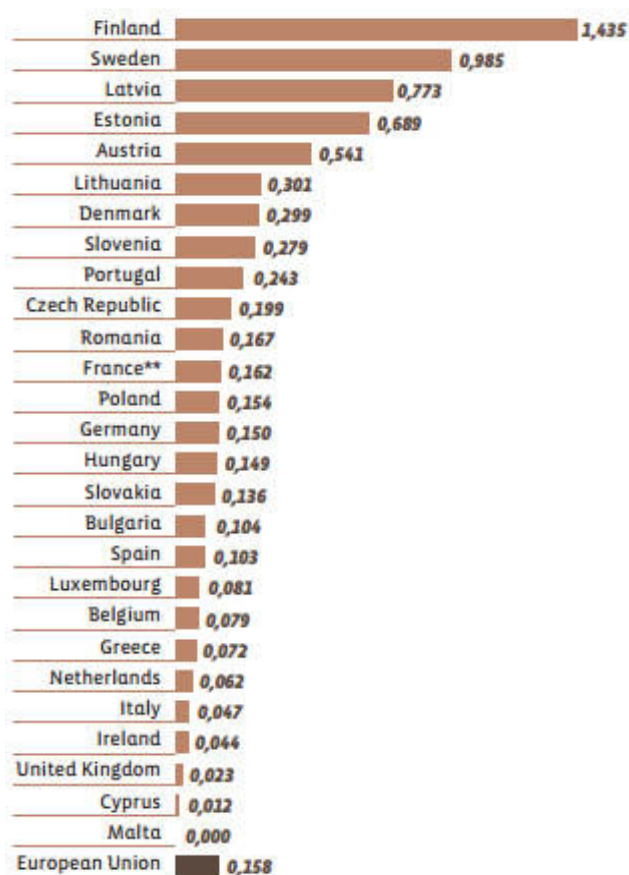


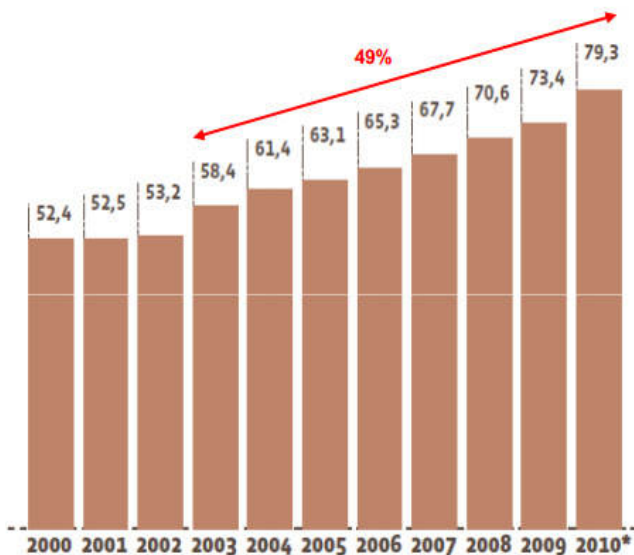
Figura 14: Producció d'energia primària a partir de biomassa sòlida.

*Tep/càpita als països de la Unió Europea el 2010.

Font: EurObserv'ER

En l'última dècada a Europa ha augmentat considerablement la producció de biomassa, on els països escandinaus (Figura 14) són considerats els líders ja que cobreixen el 50% de les seves necessitats de calor i el 20% del consum d'energia primària amb la biomassa. Presenten la producció de biomassa per càpita més alta d'Europa. A més cal dir que a ajudat l'aparició dels pèl·lets, que tenen una alta densitat energètica i que

permeten a més ser transportats fàcilment a grans distàncies. El pèl·let ha millorat considerablement la situació de la biomassa gràcies a les noves formes de tractament i transformació d'aquesta.



Com es pot observar a la Figura 15, la producció de biomassa ha augmentat a Europa aproximadament un 50% entre 2003 i 2010. Tot i que la disponibilitat de biomassa és abundant a Europa, el subministrament encara no està organitzat en molts casos. Per això és necessari promoure un mercat europeu de biomassa. En l'actualitat la biomassa sol ser un mercat local produït per indústries forestals locals o dels residus produïts en els aprofitaments i cures de les masses forestals.

Figura 15: Evolució de la producció d'energia primària amb biomassa sòlida a la UE (en Mtep). Font: Euroserv'ER

En el cas d'Espanya, la biomassa comporta el 45% de la producció d'energies renovables (calculat en el Pla d'Energies Renovables, PER) (IDAE, 2005). El PER, va ser aprovat pel Govern l'agost del 2005, aquest pla plantejava una sèrie de solucions als problemes que han impedit el desenvolupament de la biomassa a Espanya.

Aquest problema han estat l'escàs aprofitament dels residus agrícoles i dels cultius energètics. Per això, el PER pren com a punt de partida l'any 2004 i marca un nou creixement fins al 2010 de 5.040,3 ktep, on la majoria de ktep serien per a aplicacions elèctriques (IDAE, 2005). Com a novetat important del PER, gran part del repartiment de la potència s'adjudica a la combustió, sense deixar de banda la potenciació de cultius energètics establerts en l'anterior pla.

1.2.3 Marc Legal

1.2.3.1 Legislació europea

La normativa sobre l'aprofitament de la biomassa forestal és molt complexa ja que existeix legislació a molts nivells, tant europeu com estatal i català, encara que la majoria són transposicions al territori que deriven del marc europeu. Al 1998 es va realitzar una **Estratègia Forestal de la UE** on s'establí un marc per a accions relacionades amb el sistema de gestió sostenible de boscos, basat en la coordinació de polítiques forestals dels estats membres. És a dir,

indica que les polítiques forestals són competència dels estats membres sempre d'acord amb la normativa europea.

A nivell europeu s'han dut a terme moltes directives per fomentar l'ús de formes d'energia renovables. Com per exemple;

- **Directiva 2001/77/CE** sobre la **promoció d'electricitat generada a partir de fonts d'energia renovable**. El seu objectiu és afavorir un augment de la contribució de les fonts d'energia renovables a la producció d'electricitat al mercat interior corresponent i assentar les bases d'un futur marc comunitari en aquest àmbit.
- **Directiva 2003/30/CE** sobre el **foment de l'ús de biocarburants o altres combustibles renovables** per tal de substituir el gasoil o la benzina en el transport. L'objectiu d'aquesta mesura va ser contribuir a la consecució d'objectius com el compliment dels compromisos en matèria de canvi climàtic, una seguretat del subministrament respectuosa amb el medi ambient i el foment de les fonts d'energia renovables.

Però el que esdevé més important pel nostre projecte és el **Pla d'acció sobre la biomassa** (desembre de 2005), que es va plantejar a la cimera de *Hampton Court* l'octubre de 2005, on es va reiterar la importància de la biomassa a UE, ja que representa la meitat de l'energia renovable s'hi utilitza. Segons aquest pla, la UE cobreix el 4% de les seves necessitats energètiques amb biomassa al 2003. El que es pretén és augmentar la generació d'energia amb biomassa per tal de reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle i la forta dependència de l'exterior de combustibles fòssils.

Per aconseguir-ho, el pla presenta una sèrie de mesures comunitàries, com augmentar la demanda de biomassa, reforçar l'oferta, eliminar els obstacles tècnics i desenvolupar la investigació. Per tant, la UE es vol recolzar en una nova política energètica amb tres objectius principals: competitivitat, desenvolupament sostenible i seguretat en el subministrament. Per això la Comissió Europea orienta la biomassa a tres sectors: la producció de calor, la producció d'electricitat i el transport. Segons la Comissió, al aplicar-se el pla si s'arribés a l'objectiu especificat es reduirien les emissions de gasos d'efecte hivernacle en 209 milions de tones de CO₂ eq. a l'any (Pla d'acció de la biomassa. Comissió de les Comunitats Europees).

Una altra directiva de gran importància a nivell europeu i concretament en la gestió dels boscos és la **directiva 97/62/CEE** que contempla la **creació de la Xarxa Natura 2000**.

1.2.3.2 Legislació estatal

A nivell estatal, destacar la **Llei 42/2007 del Patrimoni natural i la Biodiversitat**, la qual es centra en la protecció dels recursos per tal que es puguin utilitzar de forma sostenible. Defensa la necessitat de preservar el paisatge així com espais naturals protegits, entre ells la Xarxa Natura 2000.

A partir de la **Llei 54/1997 del Sector Elèctric**, s'estableix la necessitat d'elaborar un **Pla de Foment de les Energies Renovables (PFER)**, amb la finalitat que l'any 2010 les fonts d'energia renovables cobreixin com a mínim un 12% del total de la demanda energètica d'Espanya. Degut a que aquest pla ja s'ha esgotat, el Govern espanyol va elaborar un nou pla per al període 2011-2020. Aquest nou pla recull els objectius que fixa la **Directiva 2009/28/CE** del Parlament Europeu i del Consell, de 23 d'abril de 2009, relativa al foment de l'ús d'energies procedents de fonts renovables. Per tant, fixa com objectius generals aconseguir una quota mínima del 20% d'energia procedent de fonts renovables en el consum final brut (IDAE, s.d.).

1.2.3.3 Legislació catalana

Respecte a la legislació catalana, que és la que ens afecta al nostre territori d'estudi, cal destacar els següents plans i lleis:

- **Pla d'Espais d'Interès Natural (PEIN)**, on s'estableix una xarxa d'espais naturals que siguin suficientment representatius tant paisatgísticament com per la diversitat biològica del sistema natural català. S'estableixen mesures per la seva protecció bàsica d'aquests espais.
- **Decret 64/1995**, de 7 de març, pel qual s'estableixen **mesures de prevenció d'incendis forestals**. Aquest decret indica que en algunes zones s'ha de retirar biomassa per prevenir els incendis forestals (netejar el bosc). Per tant a l'hora d'explotar un territori s'ha de prioritzar aquelles zones que tenen alt risc d'incendi. Conjuntament es troba el decret 123/2005 on es citen mesures de prevenció dels incendis forestals.
- **Pla general de política forestal (2005-2014)**, s'estableixen directrius i estratègies per fomentar la gestió sostenible dels terrenys forestals, assegurant la conservació dels ecosistemes forestals i les seves funcions ambientals, així com el desenvolupament sostenible i els seus valors socials i econòmics. Els punts més importants del pla són abordar totes les activitats i els usos que es desenvolupen en els boscos, tant tradicionals com nous. També elaborarà un model de gestió del risc d'incendis forestals a Catalunya i es fomentarà una indústria de transformació adaptada a la producció potencial del nostres boscos.
- La Fundació Territori i Paisatge va ordenar la redacció d'un **Pla Tècnic de Gestió i Millora Forestal (PTGMF)**, del qual ja s'han realitzat les primeres actuacions i que estableix, entre moltes altres tasques, quines seran les zones de gestió forestal. De forma molt extensa, es realitza una parcel·lació

de tota la finca determinant els usos de cadascuna d'elles i les millores que s'hi hauran de dur a terme. Per dur a terme aquesta parcel·lació es van fer servir ortofotomapes de la finca creant un total de 12 parcel·les i 61 subparcel·les forestals. El document estableix els objectius de la gestió forestal:

- Garantir l'estabilitat dels ecosistemes en el temps.
- Millorar la qualitat de les diferents àrees forestals.
- Millorar els requeriments ecològics de determinades espècies indicadores i/o amenaçades que es pretengui afavorir especialment.
- Reservar algunes àrees sense intervencions, com a parcel·les forestals i ecològiques experimentals, amb l'objectiu de facilitar i d'estudiar l'evolució natural no condicionada de l'ecosistema.
- En determinades àrees de la finca es durà a terme una gestió forestal encaminada a la producció de fustes, llenyes i/o productes secundaris del bosc com la biomassa, objecte d'aquest estudi, per al desenvolupament de la qual s'aplicaran criteris de sostenibilitat i multifuncionalitat.
- Disminuir el combustible forestal per millorar la resistència a la ignició i propagació del foc.
- Millorar l'estructura de la massa forestal per afavorir l'equilibri, vitalitat i resistència a plagues.

Aquestes àrees o zones on es duran a terme les explotacions forestals s'anomenen "zones de millora d'hàbitat" i és on es realitzaran tallades selectives amb la finalitat de reduir l'elevada densitat dels boscos, doncs es concep que la gestió forestal està encaminada a millorar l'hàbitat. Altres zones seran explotades més intensament, concretament les "Zones de producció sostenible" conformades per 3 parcel·les (una de pi negre, una de pi roig i una altre de pinassa).

A més a més, per la producció forestal es tindran en compte factors com la conservació i/o millora de la biodiversitat en àrees crítiques d'espècies amenaçades o indicadores, com el Gall Fer (*Tetrao urogallos*) i el Picot Negre (*Dryocopus martrius*).

Serà consensuat, aquest nou enfocament d'explotació forestal de la finca, amb les entitats implicades en la protecció de la fauna. Compatibilitzar l'explotació forestal sostenible amb la conservació de la biodiversitat.

El període de vigència del pla es de 10 anys i va ser aprovat el 2003 i per tant haurà de ser revisat el 2013.

- **Pla de l'energia i Canvi Climàtic de Catalunya 2012-2020.** Actualment està en exposició pública. Una de les estratègies principals és l'aprofitament energètic de la biomassa forestal. En concret el que es vol aconseguir és:

Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció d'energia calorífica

- Assessorament per a l'avaluació de l'aprofitament del recurs biomassa a aquelles iniciatives emergents i valorar els jaciments disponibles (llenyes, suro, plàtan, pollancre, etc.).
- Potenciació d'ajuts específics a la biomassa.
- Línies d'R+D+I (recerca, desenvolupament i innovació), tant en las fases de producció del recurs com de transformació energètica.
- Divulgació, seminaris i formació als diferents agents del sector.
- Fórmules de garantia de subministrament de biomassa forestal per a producció d'energia.
- Col·laboració en estudiar la millor logística per a cada projecte, i pel conjunt de tots, en el territori català.
- Fomentar les instal·lacions de calefacció i elèctriques alimentades amb biomassa forestal.
- Manteniment de línies d'ajudes destinades a rebaixar els costos d'extracció de la biomassa residual dels aprofitaments forestals del bosc.
- Coordinació de les administracions competents en l'aprofitament energètic de biomassa.

Aquest pla no solament es centra en la biomassa sinó que també té altres eixos generals, com:

- Augmentar la consciència social i millorar la formació vers la problemàtica energètica, és a dir, influir en el comportament de la societat per a que es faci una utilització racional de l'energia. Però no només per als consumidors sinó que també per entitats financeres, mitjans de comunicació, etc.
- Assegurar el subministrament tot garantint-ne la qualitat, al mínim cost i amb el màxim respecte pel medi ambient.
- Impulsar les fonts energètiques renovables: És una prioritat del Govern per tres raons fonamentals, perquè són netes, es restitueixen gratuïtament si no se'n fa una explotació excessiva i poden ser la solució al problema energètic a llarg termini.
- Recolzar la R+D+I (Recerca, desenvolupament i innovació).
- Fomentar l'estalvi i l'eficiència energètica: Degut a que la demanda d'energia a Catalunya ha crescut per sobre el ritme en què ho esta fent la pròpia economia. Això suposa que l'economia catalana cada cop requereix més energia per produir una mateixa quantitat de bens i serveis, i que la intensitat energètica, l'indicador que expressa les unitats d'energia requerides per a produir una unitat de PIB, s'hagi anat incrementant des de fa quinze anys. Tal com s'observa a la Figura 16, des d'aproximadament 1997 que tenim un consum energètic més gran que la UE.

Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció d'energia calorífica

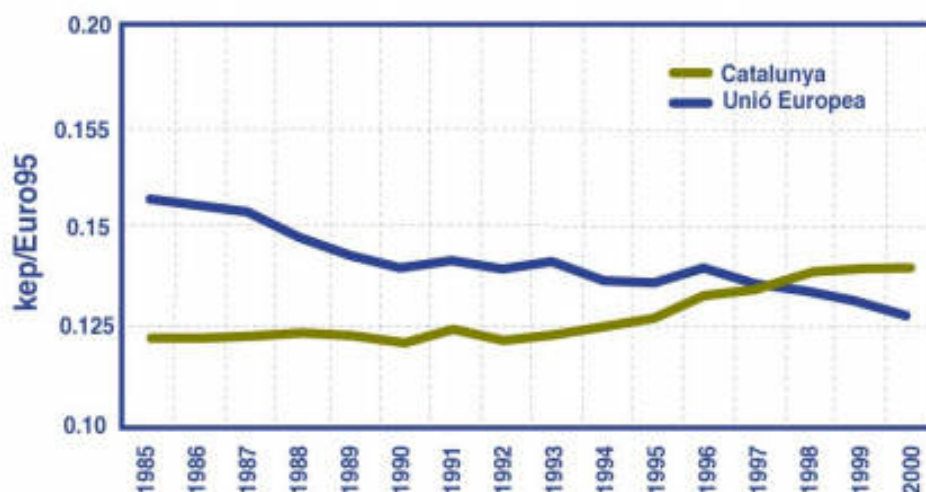


Figura 16: Evolució de la intensitat energètica a Catalunya i a la Unió Europea. Font: EUROSTAT, Institut Català d'Energia

L'Institut Català d'Energia (ICAEN), ha calculat les previsions de consum d'energia per Catalunya pel Pla de l'Energia i Canvi Climàtic de Catalunya, considera que en 10 anys augmentarà el consum de biomassa fins el 16,6% del consum total d'energies renovables (Figures 17 i 18). (IDAE, s.d.)

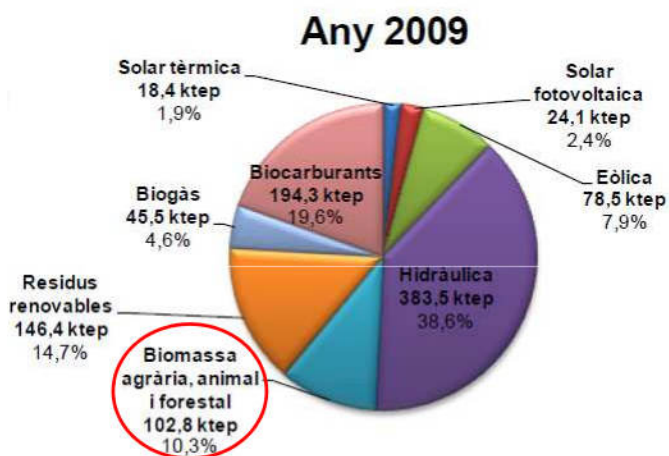


Figura 17: Consum d'energia primària a Catalunya l'any 2009. Font: Institut català d'energia.

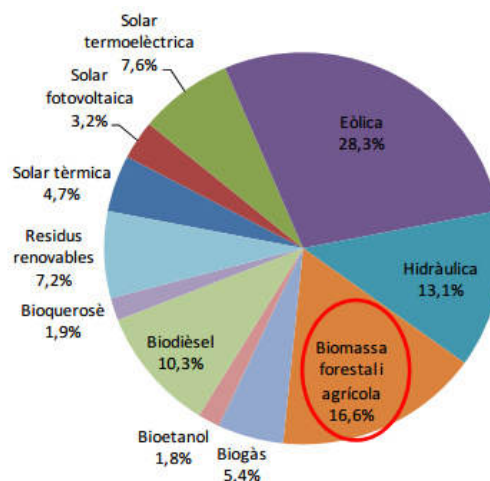


Figura 18: Consum d'energia primària a Catalunya amb renovables l'any 2020. Font: Institut català d'energia.

1.2.4 La biomassa com a font d'energia a Catalunya

A Catalunya es poden destacar diferents organismes que promouen estudis relacionats amb la biomassa, un dels quals és el centre de Recerca d'Ecologia i Aplicacions Forestals (CREAF), que es dedica a la recerca bàsica i aplicació d'estudis forestals. Aquest organisme que està associat Institut d'Investigació i Tecnologia Agroalimentària (IRTA), ha realitzat l'inventari Ecològic i forestal de Catalunya i el pla de biomassa de Catalunya conjuntament amb el Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC).

També ha contribuït als projectes de fi de carrera d'estudiants de CCAA de la Universitat Autònoma de Barcelona, com:

- Avaluació de l'aprofitament de biomassa disponible per a la producció d'energia calorífica al Parc Natural de l'Alt Pirineu (ARRÉS J, 2009).
- Avaluació de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal del Parc de Collserola (OLMEDO A, 2006).

Un altre organisme important és l'ICAEN, el qual actualment centra part de la seva recerca i investigació en el desenvolupament i obtenció d'energia a partir de la biomassa mitjançant processos termoquímics, bàsicament, de gasificació i combustió

Catalunya actualment ocupa el primer lloc pel que fa a xarxes de calor instal·lades, amb un total de 18 instal·lacions, entre els diferents projectes *District Heating* que s'han realitzat al territori català, en destaquem els més importants (L'aprofitament energètic de la biomassa a Catalunya):

Taula 7: Xarxes de calor amb biomassa a Catalunya. Font: Elaboració pròpia

Localitat	Torelló (Osona)	Molins de Rei	Vall de Sau	Arbúcies (La Selva)	Vic	Ribes de Freser
Potència Caldera (kW)	2x250	2.250	400	2x150	500	500 i 220
Capacitat acumulador (m ³)	72	2x100	30	2X64	-----	-----
Consum biomassa (t/any)	6000-7000	1667	-----	-----	-----	300
Tipus de combustible	Estelles de fusta d'origen forestal	Pinya picada, closca d'ametlla i subproducte forestal	Estelles de fusta d'origen forestal	Estelles de fusta d'origen forestal	Estella de fusta d'origen forestal	Estella de fusta d'origen forestal
Estalvi tones CO ₂	5000	3000	-----	-----	-----	-----
Infraestructura a escalfar	Piscina municipal	695 habitatges	Hotel, granja i habitatge	Poliesportiu municipal	Escoles, hotel, etc.	7 edificis municipals
Cost infraestructura	-----	1.622.733 €	-----	-----	427000€	1 milió €

1.2.4.1 Xarxa de calor amb biomassa a Ribes de Freser

De forma similar també es va realitzar un projecte de *District Heating* a **Ribes de Freser (Ripollès)**, aquest projecte va ser subvencionat per l'ICAEN, amb una inversió d'1 milió d'euros. El grup tècnic encarregat de la instal·lació i funcionament de la xarxa de distribució de calor, alimentat amb combustible d'origen forestal (estella), és l'empresa Agefred filial catalana del grup Dalkia.

Aquesta xarxa dona calefacció i aigua calenta sanitària (ACS) a set edificis municipals;

1. Centre d'assistència primària
2. Residència de la gent gran Vall de Ribes
3. Escola pública de Verge de Núria
4. CES Joan Triadú
5. Patronat de cultura de Ribes de Freser
6. Casal d'avis de Ribes de Freser
7. Pavelló poliesportiu
8. Piscina municipal

En la Figura 19 es mostra com es distribueix la xarxa de calor i ACS d'aquests edificis municipals en l'espai.

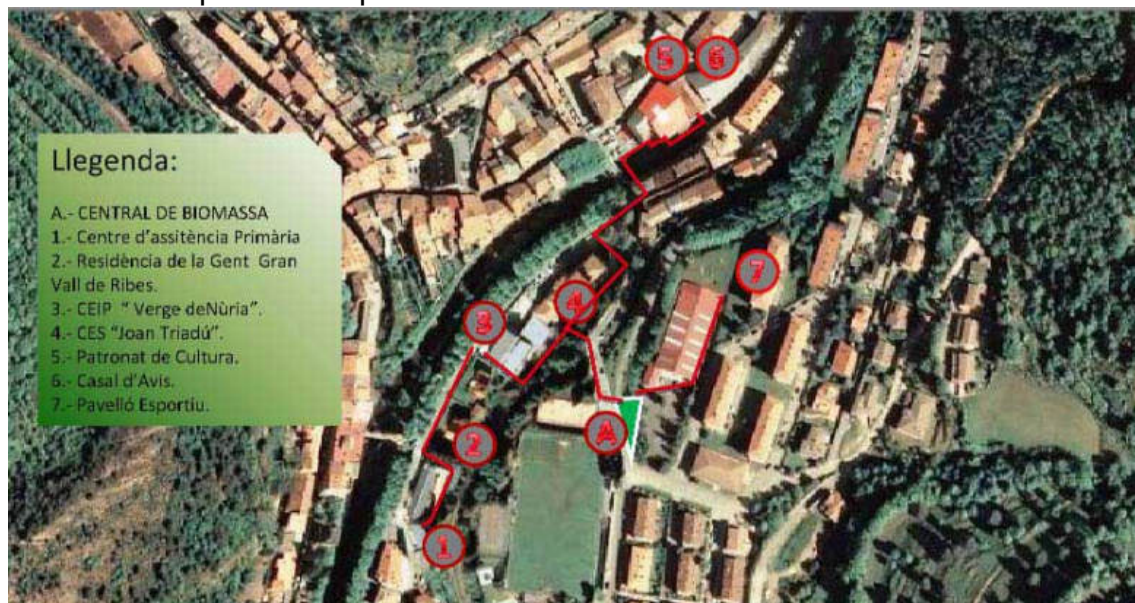


Figura 19: Localització dels edificis municipals i distribució de la xarxa.
Font: Elaboració pròpia.

D'aquesta manera s'aconsegueix escalfar el 50% dels equipaments existents al municipi, fent d'aquest un "referent" ja que hi ha pocs municipis encara que tinguin xarxes de calor alimentats per biomassa.

Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció d'energia calorífica



Figura 20. Instal·lacions de les calderes de biomassa Ribes de Freser. Font: Elaboració pròpia.

Durant el projecte es va realitzar un visita a la instal·lació (Figura 20), on l'enginyer en tècniques energètiques, tinent d'alcalde i regidor encarregat de la biomassa, Francesc Vardera ens va explicar el funcionament tècnic de la instal·lació que expliquem a continuació.

A l'hora d'instal·lar les calderes es va buscar un lloc cèntric a prop dels edificis municipals per tal d'evitar despeses econòmiques com tècniques de la xarxa de distribució. Al costat del pavelló esportiu es van instal·lar 2 calderes de biomassa que utilitzen com a combustible estella (Figura 21). Es va deixar un espai per posar una tercera caldera (possible ampliació en el futur per subministrament a hotels i blocs de pisos del barri del Pavelló). Aquestes dues calderes, tenen una potència de 500 kWh la gran i 220 kWh la menor. Subministren tant calefacció com ACS i en són dues perquè per ser eficients, cal que estiguin funcionant al 30% de la seva potència com a mínim. Així a l'estiu i altres moments en que el consum és menor, no es baixa del 30% de potencia desactivant-ne una i mantenint l'altre en funcionament. El funcionament i el consum d'estella són regulats electrònicament.



Figura 21. Dues calderes de biomassa connectades. Depòsit de cendres. Font: Elaboració pròpia.

A més a més es van instal·lar 3 acumuladors (dipòsits d'aigua calenta) de 5 m d'altura i 5000 L cadascun. Aquests acumuladors estan mantinguts per la caldera per mantenir l'aigua a una temperatura constant, i s'utilitzen per moderar els pics de consum que es donen als edificis subministrats. Es donen aquest pic de consum ja que hi ha edificis que s'han d'escalfar 24 h, com la residència d'avis, però en canvi altres com les escoles o instituts varia el seu consum durant el dia. També varia el consum en funció de la climatologia i altres factors. Aquestes variacions del consum van ser estudiades prèviament mitjançant l'elaboració d'un cronograma i estudi de consum. Els acumuladors també serveixen per millorar l'eficiència del sistema, doncs els canvis sobtats en el funcionament de les calderes serien ineficients (cal que funcionin a ritmes sostinguts) i a més permeten escalfar una mica l'aigua de tornada en barrejar-la amb l'aigua emmagatzemada abans d'entrar a la caldera novament. Aquest últim procés serveix perquè és més eficient escalfar més aigua però tant sols un o dos graus i tornar-la a emmagatzemar que no pas escalfar menys aigua més graus centígrads (Figura 22).



Figura 22. Acumuladors d'aigua calenta.
Font: Elaboració pròpia

Un dels principals desavantatges és la xarxa de distribució (canonades), que han d'estar molt aïllants per tal d'augmentar l'eficiència i, com més sofisticades són, també són més cares. A Ribes de Freser les canonades més el seu cost d'instal·lació tenen un cost aproximat d'entre 100 i 200€ per metre. El rendiment té una caiguda d'un grau de temperatura cada kilòmetre, però depèn de si la canonada és coberta o descoberta i del diferencial de temperatura entre l'interior i l'exterior de la canonada. Per això cal cobrir encara més les canonades exteriors (Figura 24). Prèviament es va calcular també que el projecte tindria una pèrdua d'un 13% de calor en tota la xarxa. A més, aquest sistema de xarxa de distribució no es pot circular per convecció ja que tindria un nivell molt baix de rendiment, s'ha de bombejar. Aquesta bomba, però, no ha de ser gaire potent, doncs la força que fa l'aigua en contra de la circulació només és deguda al contacte amb les canonades i com més amples són, menys força cal fer. Això és així perquè l'aigua es troba a pressió dins del sistema i, per tant, no hem de vèncer la força de la gravetat, només hem de

Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció d'energia calorífica

crear un gradient de pressió (Principi de Bernouilli). Aquest gradient és el que governarà el funcionament de les bombes controlades electrònicament també (Figura 23).

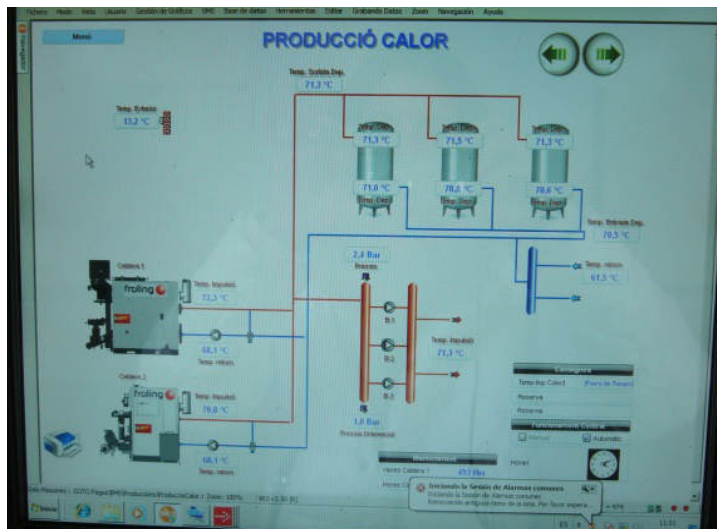


Figura 23. Control electrònic de l'estat del sistema. Font: Elaboració pròpia



Figura 24. Xarxa de distribució, canonades. Font: Elaboració pròpia.

Pel que fa al subministrament de l'estella a les calderes es realitza per gravetat, ja que els dipòsits d'estella es troben en una zona més alta. Els camions porten l'estella i l'aboquen en 3 sitges (Figura 25), en un nivell més elevat que les calderes, i per gravetat l'estella baixa fins una cinta transportadora que la porta fins la caldera segons aquesta en vagi requerint de forma automatitzada. D'aquesta manera trobem un altre inconvenient en el procés: el transport de l'estella es el factor que fa variar el preu considerablement. Pel que fa al procés tècnic, el que fa variar el preu de la instal·lació, com ja s'ha dit, és la xarxa de distribució per tots els requisits tècnics que ha de tindre per tal de tindre un rendiment favorable.

Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció d'energia calorífica



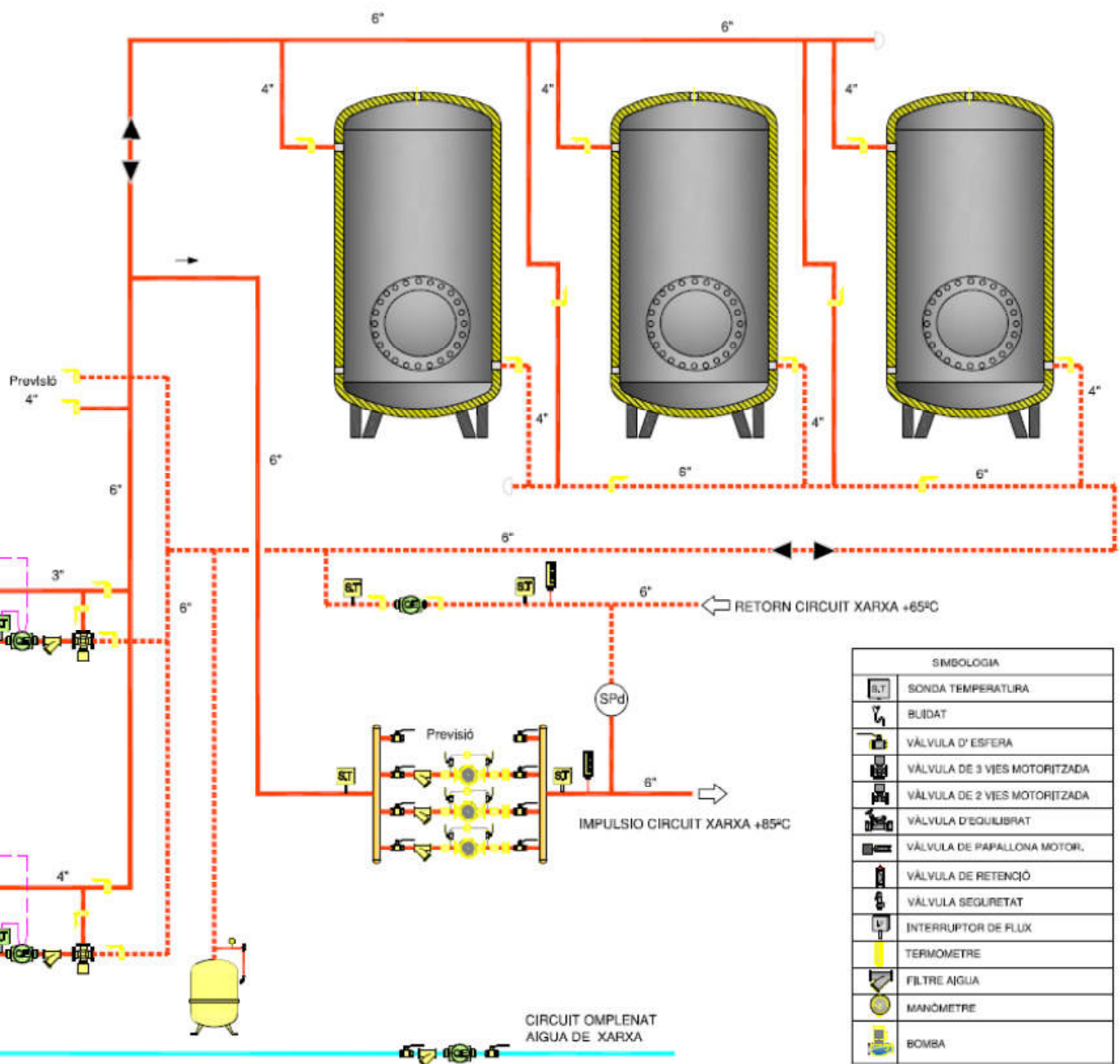
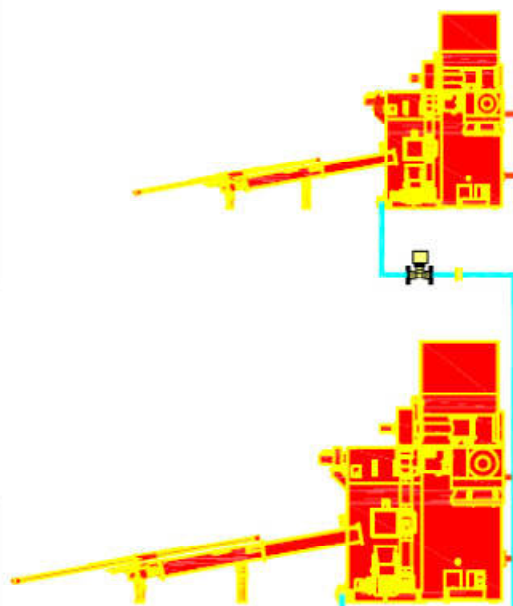
Figura 25. Sitja d'estella. Font: Elaboració pròpia.

Cal esmentar també que la biomassa (estella) que es crema és produïda en el Parc Natural de les capçaleres del Ter i el Freser. En aquest parc es produeix unes 3.000 tones d'estella a l'any on el projecte de Ribes de Freser en consumeix unes 300 tones que exploten ells mateixos llogant el personal i la maquinària quan els és necessari. Aquest projecte de xarxa de distribució de calor pot convertir a Ribes de Freser en la capital verda del Ripollès, ja que un dels avantatges d'aquest model és l'estalvi econòmic, ja que suposarà passar de gasoil a la biomassa i es calcula que aquest estalvi a Ribes serà d'un 10%. No obstant, es creu que en tres o quatre anys es pot multiplicar l'estalvi ja que el cost dels combustibles fòssils augmenta cada any de manera sostinguda. Actualment paguen entre 30 i 35 Euros per tona d'estella al 30% d'humitat.

Nota: A continuació s'adjunta l'esquema del procés, elaborat pel grup Agefred per l'Ajuntament de Ribes de Freser.



FUTURA AMPLIACIÓ



SIMBOLOGIA	
	SONDA TEMPERATURA
	BUIDAT
	VÀLVULA D'ESFERA
	VÀLVULA DE 3 VJES MOTORITZADA
	VÀLVULA DE 2 VJES MOTORITZADA
	VÀLVULA D'EQUILIBRAT
	VÀLVULA DE PAPALLONA MOTOR.
	VÀLVULA DE RETENCIÓ
	VÀLVULA SEGURETAT
	INTERRUPTOR DE FLUX
	TERMOMETRE
	FILTRE AIGUA
	MANOMETRE
	BOMBA

1.2.5 La biomassa en la Vall d'Alinyà

La fundació Catalunya Caixa va adquirir la parcel·la de la muntanya d'Alinyà, (5.400 ha totals de les quals 4500 ha són bosc), l'any 1999 de mans d'un propietari privat. Aquesta ha sigut l'actuació territorial més important en temes mediambientals de la Obra Social de Caixa Catalunya. Han realitzat un extens treball per conèixer tots els valors naturals de la finca i ha elaborat un pla de gestió que inclou tots els aspectes a desenvolupar a curt i mitjà termini, entre els quals es troba els diferents itineraris per visitar i conèixer la finca, amb un mirador i fonts. Per conservar, millorar i diversificar la part forestal de la finca així com el paisatge, també s'ha redactat un Pla Tècnic de Gestió i Millora Forestal (PTGMF), del qual ja s'han realitzat les primeres actuacions per recuperar, per exemple, alguns cultius i pastures.

La Fundació Catalunya Caixa va cedir l'any 2011 l'explotació de la finca de la Muntanya d'Alinyà a la **Fundació Integra Pirineus (FIP)**, que n'ha realitzat l'explotació forestal des d'aleshores. FIP és un projecte tridimensional que combina l'explotació sostenible de la biomassa amb la integració social, mitjançant l'oferta de treball, de persones discapacitades i la pròpia funció empresarial de caire econòmic (Figura 26).

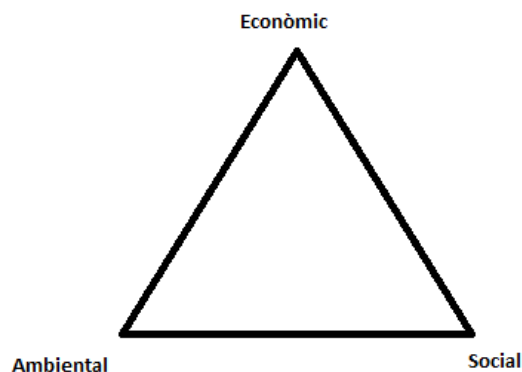


Figura 26. Diagrama de valors empresa-social. Font: Elaboració pròpia

En el caire social, la Fundació Integra Pirineus (FIP) va obtenir el 4 de juny de 2012 la qualificació de centre especial de treball (a través d'una resolució de la Direcció General d'Economia Social i Cooperativa i Treball Autònom). FIP contracta, principalment, persones amb un 33% de discapacitat o superior de la mateixa comarca de l'Alt Urgell i alhora presta serveis d'ajustament social i personal dels treballadors.

Al ser una activitat realitzada íntegrament a la comarca, els costos de producció i els llocs de treball també són de la mateixa i per tant el valor afegit es queda al territori. Donades les dinàmiques de despoblament de les zones rurals, la FIP realitza de forma indirecta, amb la seva activitat, una fixació poblacional i revitalització de l'economia rural.

L'extracció forestal, durant les dècades de 1980 i 1990, era mal vista per la societat catalana, que basant-se en tesis conservacionistes, considerava negativa tota actuació al bosc. Els grans incendis forestals d'aquestes dècades i l'augment de coneixement de la societat ha fet que canviés aquest punt de vista i que la gent comencés a creure necessari "netejar" el bosc o, tècnicament, fer una gestió forestal sostenible. Per tant, es concep que la FIP realitza una funció de protecció del medi ambient en reduir la densificació del

bosc i prevenir incendis, afavorir el desenvolupament d'un bosc madur i recuperar terres de pastura. Per donar-hi sentit cal comprendre el bosc com a paisatge (el bosc objecte d'estudi és relativament recent i es va formar recolonitzant terres de conreu i pastura generant problemes de densificació excessiva i homogeneïtat d'edat dels arbres), i no com a medi natural, i per tant, cal que sigui gestionat.

1.2.5.1 Procés de producció d'estella a la Vall d'Alinyà

En aquest apartat s'explica tot el procediment que es porta a terme des de la gestió en el bosc fins al punt de consum que realitza FIP a la Vall d'Alinyà (Figura 27).

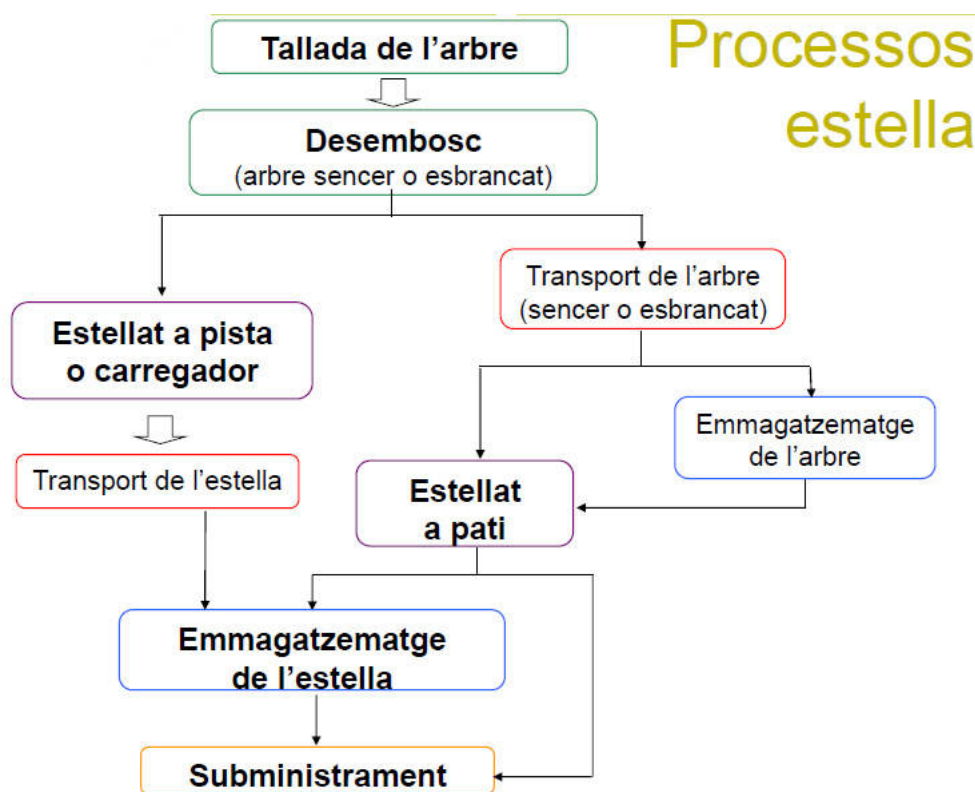


Figura 27: Procés d'estella que realitza FIP. Font: CODINA M, 2011.

Primerament, els experts realitzen una selecció d'unitats (arbres) a talar segons principis de protecció, conservació i millora del bosc, és a dir: marquen els arbres menys viables, densificats i aquells que tenen més competència amb la finalitat que el bosc esdevingui madur i tingui individus de totes les talles i edats, establint una dinàmica generacional que millori la perdurabilitat del bosc. Aquestes característiques de bosc irregular, madur, unitats rectes i poc brancades i amb fusta de alt valor de mercat els donen els boscos que han sigut intervinguts.

Els tècnics forestals realitzen la tala de les unitats seleccionades amb serres de cadena (hi ha massa pendent per utilitzar processadores) i les transporten, arrossegant-les amb tractors, fins a 60 metres de la pista forestal (ha d'estar a

més de 20m per llei), on són desbrancades i apilades pel seu assecatge parcial (Figura 28).

Després són carregades dins del camió amb els autocarregadors (Figura 29), aquests no afecten tant el sòl ja que no arrossegueu el tronc. Una altra opció és el cable aeri però és car i no n'hi ha a la Vall d'Alinyà. La principal dificultat per aquestes tasques són logístiques i d'accessibilitat, i és que les pistes les ha de construir, tot i que amb subvencions, la pròpia FIP. A pesar d'això no és apta per a tots els camions i els que sí ho són també tenen dificultats per accedir-hi (amplitud de les pistes, mobilitat en punts clau, etc).



Figura 28. Pila de fusta desbrancada. Font: Elaboració pròpia

Els camions baixen l'estella fins "la gravera" o parcel·la on la fundació realitza l'estellatge (Figura 30). S'estella la biomassa (granulometria 30-40mm³) i es guarda en piles de mida limitada (per evitar combustions espontànies) pel seu assecatge i posterior venda. Sovint tapen les piles amb lones de "goretex" per evitar que es mulli amb l'aigua de pluja i que transpirin igualment.



Figura 29. Camió de 2 o 3 eixos. Font: CODINA M, 2011

Pel que fa a l'objecte d'explotació, la biomassa, com ja s'explica en la introducció, és considerada una font d'energia neutra en emissions de CO₂ i, per tant, (deixant de banda altres impactes que decantarien la balança només en favor de la biomassa) menys contaminant que els combustibles fòssils convencionals. Per tant la FIP realitzaria una tasca ambiental important no només en realitzar la gestió del bosc sinó també en comercialitzar els seus productes. Esbrinar la certesa d'aquest aspecte és objecte del nostre estudi.



Figura 30. Pila d'estella de 900 m².
Font: Elaboració Pròpia.

1.2.5.2 Actuacions forestals a la finca de la Fundació Catalunya Caixa

L'explotació forestal de la finca ha estat escassa durant els últims 50 anys, centrant-se només en actuacions puntuals en les zones més accessibles, poblades per pinassa i pi roig, que consistien en talar els peus de major diàmetre (CD 25-30 cm) pel seu valor de serra. Les classes diamètriques inferiors restaven i el resultat final era un empobriment considerable del medi (FUNDACIÓ CATALUNYA CAIXA, 2010).

En les zones més elevades també s'ha realitzat, durant la dècada de 1990 a 2000, una explotació o procés d'aclarida sobre els boscos de pi negre. Aquesta, però, afectava només als arbres de més de 30 cm de diàmetre pel seu valor de serra. Es van extreure prop de 2000 tones de pi en una superfície de 120ha (FUNDACIÓ CATALUNYA CAIXA, 2010).

Aquesta explotació difereix en aquest punt i en altres punts fonamentals, amb la gestió forestal sostenible que avui en dia es du a terme i que tractem en aquest projecte. Aquesta gestió forestal sostenible és la que ve definida pel PTGMF, principis del qual podem trobar a l'apartat d'antecedents.

A més a més, també s'han produït petits aprofitaments de biomassa, per a l'autoconsum, entorn els nuclis habitats. Aquest han afectat a les rouredes i carrascars que trobem al fons de la vall (FUNDACIÓ CATALUNYA CAIXA, 2010).

1.2.6 El mercat de l'estella

Existeix una gran varietat de combustibles sòlids que poden ser utilitzats amb usos tèrmics: restes de poda, estelles, pèl·lets, briquetes, pinyols d'olives, closques de fruits secs (ametlles, pinyons), etc. Cadascuna té un determinat

potencial energètic en funció de les seves característiques físiques, com la humitat, les quals poden condicionar l'ús i influir en la combustió. A la Taula 8, es fa un recull dels principals i/o més utilitzats combustibles sòlids en el camp de la biomassa.

Taula 8: Diferents tipus de combustibles sòlids i les seves característiques principals.
Font: ICAEN

	Descripció	Densitat real	Poder calorífic	Cendres
Llenya	Fàcil de trobar Humitat variable	350-700 kg/m ³	3-3,5 kWh/kg	<1,5%
Estelles	Provenen del fraccionament de la llenya	250-400 kg/m ³	1,5-4 kWh/kg	<1,5%
Briquetes	Serradures comprimides de forma cilíndrica (5-13 cm de diàmetre i 5-30 cm de llargada), 10% humitat	1000-1300 kg/m ³	4,7-5 kWh/kg	<0,5%
Pèl·lets	Serradures comprimides de forma cilíndrica (6-20 mm i 25-60mm de llargada), 10% humitat	1200 kg/m ³	4-5 kWh/kg	<0,5%

Les estelles provenen del fraccionament de la llenya, facilitant d'aquesta manera la combustió. Són poc denses i tenen un rendiment energètic relativament baix que, com s'observa a la Taula 8, és de 1,5 – 4 kWh/kg, sempre depenent del grau d'humitat que tingui. Els pèl·lets, en canvi, s'obtenen a partir de la compactació de la biomassa triturada. El procés de producció és més industrialitzat i per això tenen una densitat més gran, que facilita molt el seu transport i emmagatzematge, abaratint-ne el cost.

Les calderes d'estella es comencen a amortitzar, respecte les de gasoil, a partir de potències de calefacció de 35-40 kW. Per això, aquestes calderes són idònies en masies, calderes col·lectives, granges, instal·lacions esportives, xarxes de calor, etc. Ja que té una elevada inversió inicial, que sol tenir un preu entre dues i tres vegades el preu d'una caldera convencional. Per això es sol tindre ajuts d'institucions. En el cas de Catalunya, ICAEN és la institució que més ajuts aporta.

Per tant, com s'observa a la Figura 31, les calderes de gas propà i el gasoil donarien una millor amortització respecte a l'estella. Com s'ha esmentat abans també és degut als poder calorífics dels diferents tipus de combustible.

Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció d'energia calorífica

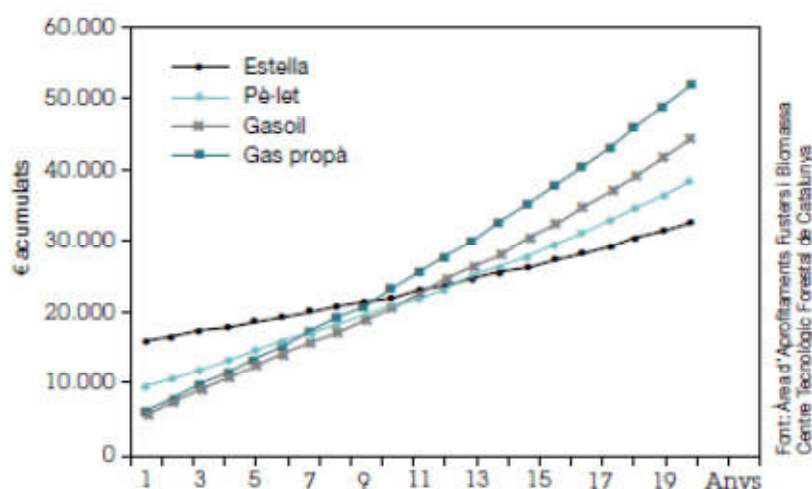


Figura 31: Despeses acumulades al llarg de 20 anys dels diferents tipus de combustibles. Font: BARAS E, et al., 2010.

Per tenir una idea més clara, a la Taula 9, s'observa una comparativa d'una caldera d'estella amb una de gasoil. Prenent com a referència la caldera de 100 kW, amb les mateixes hores de funcionament tant una com per l'altra, s'observa que el cost total de la instal·lació de la caldera és molt superior a l'estella respecte a la de gasoil, però referent al consum de combustible, resulta més econòmic l'estella ja que es necessiten 3.915 €/any. En canvi, el gasoil necessita 12.348 €/any. Sense tenir en compte que el gasoil és un mercat irregular on cada any canvien els preus.

Taula 9: Taula comparativa de costos i consum. Font: ICAEN i Centre de la Propietat Forestal de Catalunya

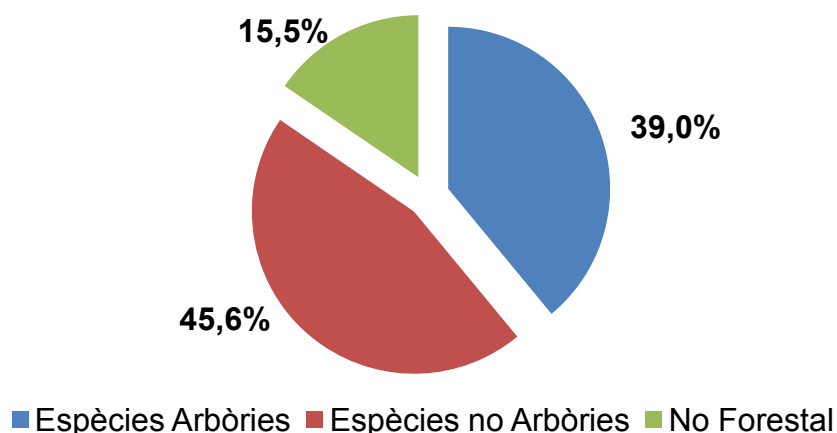
Potència Caldera	100 kW	300 kW	500 kW
Funcionament (hores/ any)	1.500	1.500	1.500
Producció d'energia tèrmica(kW/any)	150.000	450.000	750.000
Cas Estella			
Consum d'estella (tones /any)	49	147	245
Consum anual estella (€/any)	3.915	11.744	19.574
Cost instal·lació caldera biomassa (€)	50.000	126.000	180.000
Cost manteniment caldera biomassa (€)	1.500	2.000	2.500
Cost total anual caldera biomassa (€ /any)	5.415	13.744	22.074
Gas Gas oil			
Consum gasoil (l/any)	18.997	56.9991	94.985
Cost anual gasoil (€/any)	12.348	37.044	61.740
Cost instal·lació caldera gasoil (€)	14.000	33.000	50.000
Cost manteniment caldera de gasoil (€)	700	900	1.100
Cost total anual caldera de gasoil (€/any)	13.048	37.944	62.840

1.3 DESCRIPCIÓ DE LA ZONA D'ESTUDI

La zona d'estudi escollida pel present projecte són els nuclis d'Alinyà, Lloberes, Les Sorts i l'Alzina d'Alinyà, poblacions que trobem dins de la Vall d'Alinyà i del municipi de Fígols i Alinyà. Dins del mateix municipi hi ha encara altres nuclis poblacionals. Els més importants: Perles i Canelles.

També és objecte d'estudi la parcel·la de la Fundació Catalunya Caixa a Alinyà: la Reserva de la Muntanya d'Alinyà; doncs és en aquesta on es realitza l'explotació forestal. Com ja hem comentat a antecedents, aquesta finca va ser adquirida l'any 1999 per l'aleshores Fundació Territori i Paisatge de Catalunya Caixa. La finca, la més gran de Catalunya, té 5.438,21ha. (Pla Tècnic de Gestió i millora Forestal, Fundació Territori i Paisatge) (Figura 32) de les quals el 85,5% o 4.598,21ha són forestals. D'entre les forestals, 2.120,93ha són poblades per espècies arbòries i 2.477,28ha no ho són. Les superfícies no forestals tenen 840,00 ha compreses per conreus, edificis, carreteres, etc.

Figura 32: Superfície forestal, arbrada i no arbrada. Font: Pla Tècnic de Gestió i Millora Forestal



Qualificacions especials del territori (Taula 10):

La finca Reserva de la Muntanya d'Alinyà, forma parcialment part, amb 2.350 ha, del PEIN de les Serres d'Odèn-Port del Compte (RAFA MF. 2003).

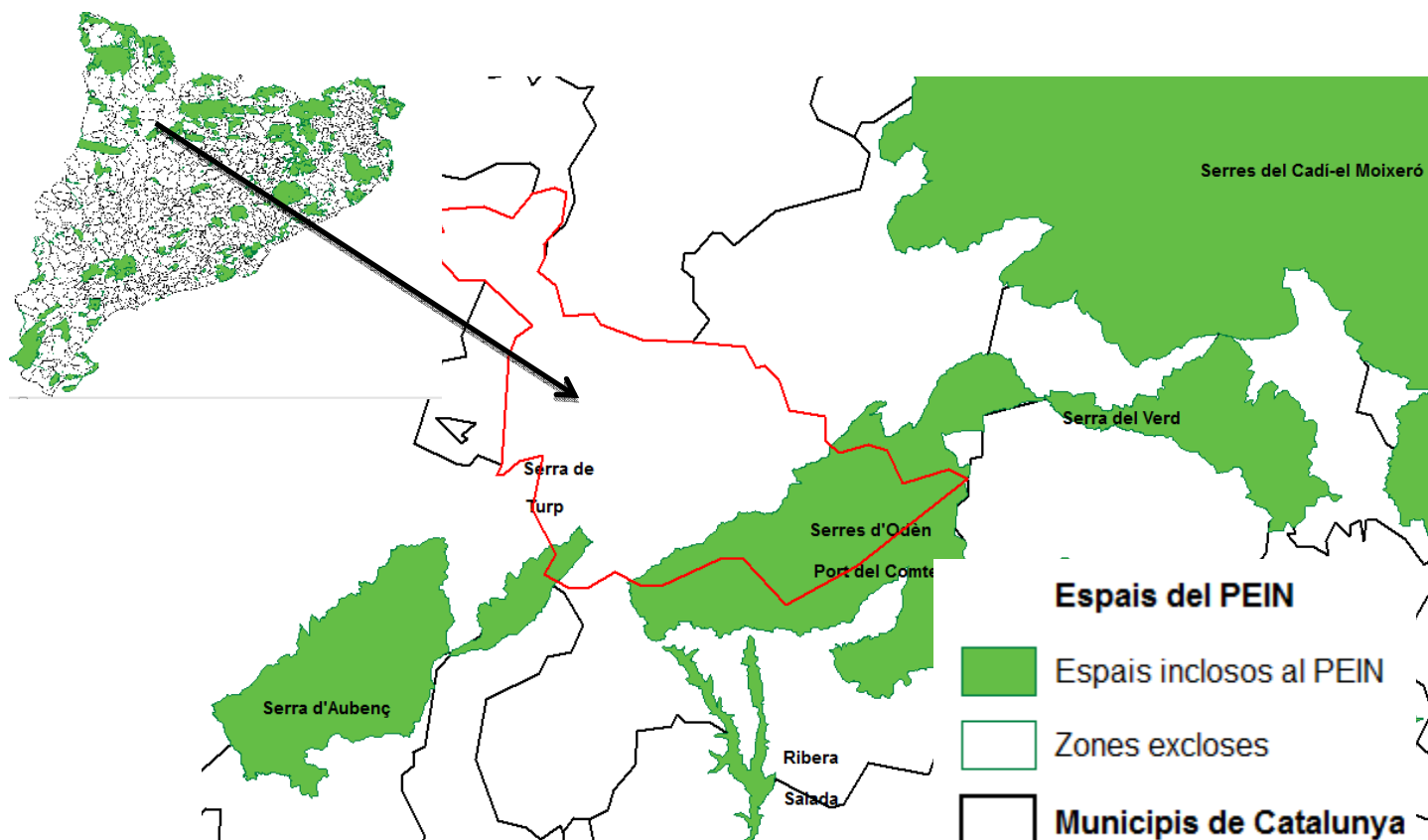
Pel que fa el municipi, un terç es troba protegit pels Plans d'Espais d'Interès Natural (PEIN) del Parc Natural del Cadí-Moixeró al nord i pel de la Serra d'Odèn-Port del Compte al sud (Pla d'ordenació urbanística del terme municipal de Fígols i Alinyà, Octubre de 2011). També inclou 3 espais inclosos en la Xarxa Natura 2000 (XN2000), territoris propis de la regió alpina i que es solapen amb el PEIN.

Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció d'energia calorífica

Taula 10: Distribució de superfícies i percentatges d'espais de la Xarxa Natura 2000 i PEIN al municipi de Fígols i Alinyà. Font: Pla d'ordenació urbanística municipal del terme municipal de Fígols i Alinyà

Espai XN2000	Superfície total (ha)	Superfície municipi (ha)	% sòl municipal inclòs en l'espai.	% sòl de l'espai corresponent al municipi
Pirineu Central Català (ES 0000018)	57.074,59	6.040,43	59,3	10,6
Serra del Turp i Mora Condal-Valldan (ES5130009)	3.709,08	248,40	2,4	6,7
Serra de Prada-Castellàs (ES5130026)	3.735,95	1.058,75	10,4	28,3
Espai PEIN	Superfície total (ha)	Superfície municipi (ha)	% sòl municipal inclòs en l'espai	% sòl de l'espai corresponent al municipi
Serres d'Odèn – Port del Compte (OPC 102)	10.954,51	6.040,43	59,3	55,1
Serra del Turp i Mora Condal-Valldan (TUP 156)	3.709,08	248,40	2,4	6,7
Serra de Prada-Castellàs (SPC 141)	3.735,95	1.058,75	10,4	28,3

Figura 33: Zona delimitada per espai PEIN al terme municipal de Fígols i Alinyà. Font: Elaboració pròpia.

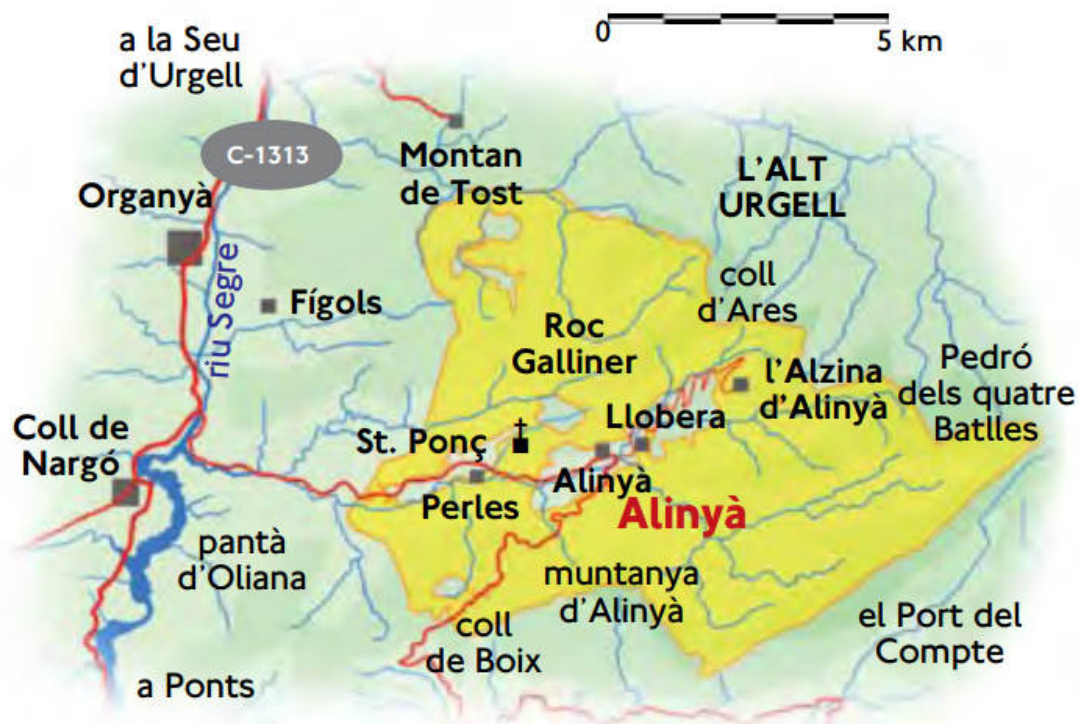


1.3.1 Situació geogràfica i entorn de la Vall d'Alinyà

La vall d'Alinyà fa 62,5Km² i està situada dins del municipi de Fígols i Alinyà, al cor del Prepirineu occidental català. Comprèn l'espai excavat pel riu Perles entre els contraforts ponentins del Port del Compte i el riu Segre en l'embassament d'Oliana. (COMAS L, et al. 2004)

Fígols i Alinyà es troba situat al centre de la comarca de l'Alt Urgell (capital La Seu d'Urgell. Fígols) (Moisés J, et al., 2004), i limita al nord amb els municipis de Ribera d'Urgellet i la Vansa i Fórnols, a l'est i al sud amb el municipi d'Odèn (Solsonès) i Oliana i a l'oest amb Organyà (Mapa 34). Té una superfície de 101,8 km² que comprèn les valls de tres afluents del riu Segre: el riu Perles, el torrent de Fígols i el barranc d'Escales. L'altitud varia dels 602 msnm (metres sobre el nivell del mar) al fons de la vall on trobem Fígols (a tocar del Segre), fins prop dels 2.382 msnm, on es troba el cim de la Pedró dels Quatre Batlles. (RAFA MF. 2003).

Figura 34: Mapa situació geogràfica. Font: Catalunya Caixa



Les vies de circulació que creuen el terme són la carretera C-14, de Vilaseca a Adrall, en paral·lel al riu Segre, la carretera comarcal L-401, de Sant Llorenç de Morunys a Coll de Nargó, i diverses carreteres locals (Taula 11).

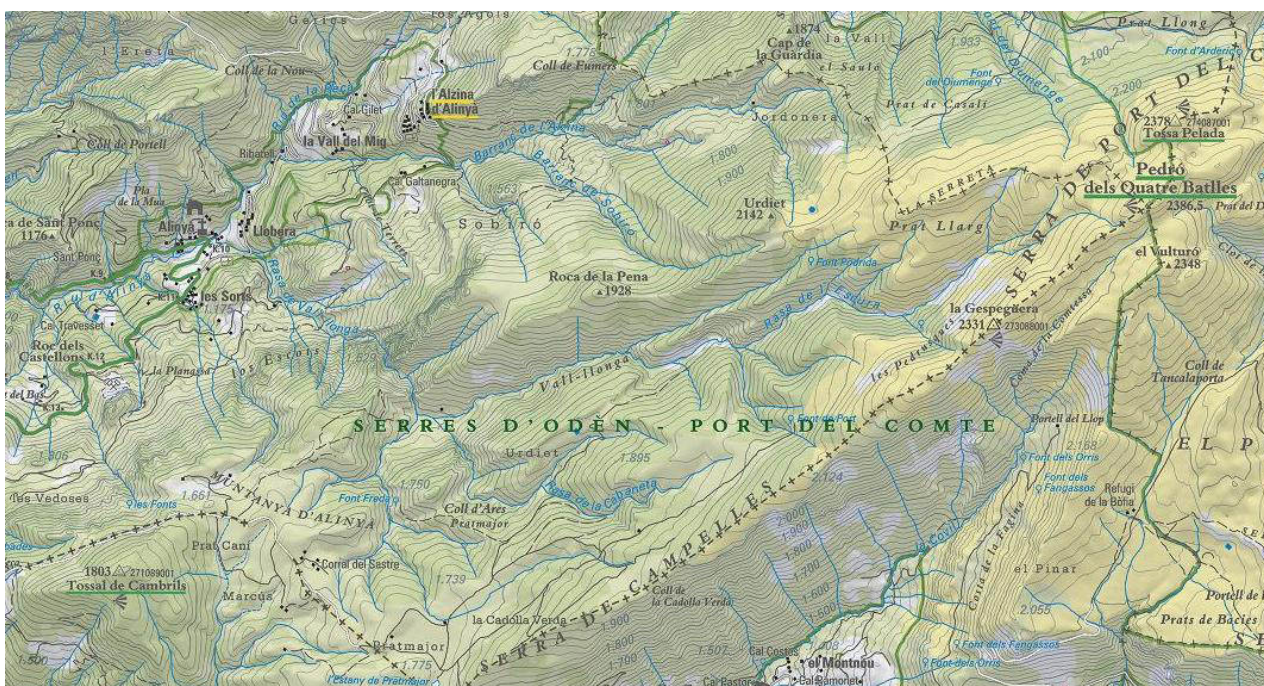
Taula 11: Distàncies a diferents poblacions rellevants. Font: Elaboració pròpia

Distància per carretera, des d'Alinyà, a de diferents poblacions		
Població	Distància en Km	Temps
Coll de Nargó	12km	13 minuts
Fígols	12km	13 minuts
Canelles d'Organyà	13km	14 minuts
Oliana	25km	24 minuts
La Seu d'Urgell	35km	35 minuts
Solsona	39km	40 minuts
Sant Llorenç Morunys	40km	41 minuts
Pistes Esquí P. Compte	40km	45 minuts

Relleu i hidrologia

La Vall d'Alinyà neix a la serra de Port del Compte i aflueix al Segre, per la dreta (pendent amunt), entre Organyà i Coll de Nargó. És separada, al N, de la vall de la Vansa pel roc de Galliner (de 1.635 msnm) i el puig de Ginestar (1.730msnm) i per un llarg contrafort que deriva del Pedró dels Quatre Batlles (2.382msnm), punt culminant de la serra de Port del Compte; al S, la Serra de Turp (1.620msnm), la tossa de Cambrils (1.803msnm) i la serra d'Odèn (que deriva del propi Pedró dels Quatre Batlles) separen aquesta vall de la vall de les Anoves i de la ribera Salada. La vall és drenada pel riu Perles, afluent del Segre per la dreta (muntanya amunt) en el pantà d'Oliana, i que té com afluent el riu de Canelles (Mapa 35) (TORT J, 2004).

Figura 35: Mapa topogràfic amb corbes de nivell de la serra d'Odèn, Port del Comte. Font: Institut cartogràfic de Catalunya.



1.3.2 Climatologia

La Vall d'Alinyà té 3 climes diferenciats (MOISÉS J, et al., 2004), tots ells, amb diferent grau, continentals (RAFA MF, 2003):

1. Submediterrani subhúmit al voltant dels 600msnm d'altitud (Fígols).
2. Submediterrani humit al voltant dels 1200msnm (Alinyà – Alzina d'Alinyà).
3. Eurosiberià temperat sobre els 1500msnm.

Aquesta varietat climatològica és deguda a la conjunció de 2 factors:

1. La variació altitudinal de la vall (600-2400msnm).
2. Zona climàtica de transició.

Donat que no hi ha cap estació climatològica al municipi, o les dades de les que es disposa són insuficients o de poca qualitat, les dades climatològiques s'extrapolen de municipis o estacions amb característiques semblants a les de Fígols i Alinyà. Aquests són: Tuixent (Municipi: Josa i Tuixent, assimilable a Alinyà i els altres nuclis del voltant.), Port del Compte (1.800msnm al municipi de La Coma i la Pedra, assimilable a les zones de gestió forestal i com a molt l'Alzina d'Alinyà) i Organyà (Molt pròxim i assimilable a Fígols).

Taula 12: Temperatura mitjana i mínima (mitjana de mínimes). *Segons estació de l'any, mes i general de tot l'any i Risc de Gelades (T= total [tn < 0°C], Fr=Freqüent [0°C < tn < 3°C], PFr= Poc Freqüent [3°C < tn < 7°C], SG= Sense Gelades). Font: elaboració pròpia a partir de MOISÉS J, et al., 2004.

Temperatura en °C													
Zona	Organyà – Fígols												
Estació	Hivern			Primavera			Estiu			Tardor			Anual
Mes	Ds	Gn	Fbr	Mrç	Abr	Mg	Jun	Jl	Ag	Set	Oct	Nv	
Mitjana	3,8	3,6	5,7	8,9	10,6	15,8	20,0	22,5	21,5	17,4	11,4	6,2	
Mitja	4,3			11,8			21,3			11,7			12,3
Mínima	-1,3	-2,2	-0,7	2,1	4,7	9,1	13,5	16,0	14,6	11,0	5,3	1,2	
Mitja	-1,4			5,3			14,7			5,8			6,1
R.Gel.	T	T	T	Fr	PFr	SG	SG	SG	SG	SG	PFr	Fr	
Zona	Tuixent – Nuclis urbans estudiats (Alinyà, Lloberes, Alzina d'Alinyà, Les Sorts)												
Estació	Hivern			Primavera			Estiu			Tardor			Anual
Mes	Ds	Gn	Fbr	Mrç	Abr	Mg	Jun	Jl	Ag	Set	Oct	Nv	
Mitjana	7,0	4,5	8,4	8,6	12,6	15,1	19,1	21,3	15,4	12,1	11,6	8,4	
Mitja	6,9			12,1			18,6			10,7			12,0
Mínima	2,8	0,5	4,4	4,6	8,5	10,4	13,4	15,7	11,1	7,2	5,7	4,9	
Mitja	2,5			7,8			13,4			6,0			7,4
R. Gel.	Fr	Fr	PFr	PFr	SG	SG	SG	SG	SG	PFr	PFr	PFr	
Zona	Port del compte - 1.800m – zona de gestió forestal												
Estació	Hivern			Primavera			Estiu			Tardor			Anual
Mes	Ds	Gn	Fbr	Mrç	Abr	Mg	Jun	Jl	Ag	Set	Oct	Nv	
Mitjana	3,9	2,5	1,3	3,8	6,2	11,0	12,4	13,8	11,5	6,7	4,5	4,1	
Mitja	2,6			7,0			12,6			5,1			6,8
Mínima	-2,4	-3,1	-3,5	-0,5	2,0	6,3	7,4	9,1	7,2	3,0	0,7	-0,2	
Mitja	-3,0			2,6			7,9			1,2			2,2
R. Gel.	T	T	T	T	Fr	PFr	SG	SG	SG	PFr	Fr	T	

Segons la Taula 12, podem veure que:

- **Organyà – Fígols:** A les zones més baixes (600msnm, Fígols), on trobem el clima submediterrani subhúmit, les temperatures (Figura 37) varien entre 21,3°C de mitja a l'estiu i 4,3°C de mitja al hivern. De les temperatures mínimes cal destacar que al hivern hi ha una forta inversió tèrmica (Taula 12 tª min.), que fa baixar més les temperatures mitjanes en els fons de vall, i zones per sota dels 1.200msnm, que no pas en zones més elevades (com Tuixent o Alinyà). Les gelades són freqüents

entre Novembre i Març i totals entre desembre i febrer. Les precipitacions són les característiques de les valls prepirinenques, amb 656,9 mm de mitja anual, produint-se la majoria durant la tardor (219,5mm de mitja) (Figura 36). Cal destacar que les dades d'Organyà són les de més qualitat que disposa l'estudi consultat, originades ja a principis del S.XX. (MOISÈS J, et al., 2004).

- **Tuixent – Nuclis urbans estudiats (Alinyà, Lloberes, Alzina d'Alinyà, Les Sorts):** A les zones mitges al voltant dels 1.200msnm és on trobem el clima submediterrani humit. Les temperatures (Figura 37) són, de mitja, lleugerament més fresques a l'estiu i més càlides al hivern, que no pas el clima altitudinalment inferior (Fígols). A l'estiu hi ha 18,6 °C de mitja (front dels 21,3°C d'Organyà) i al hivern 6,9°C (front dels 4,3 d'Organyà) (Figura 37). Les gelades no són mai totals i només són freqüents entre desembre i gener (Figura 37). Donat que Alinyà (958msnm), Les Sorts (1.020msnm) i Lloberes (1.000msnm) es troben en el fons de vall i lleugerament per sota dels 1.200 msnm és possible que sí hi hagi una inversió tèrmica importat al hivern que seria rellevant pel nostre projecte però que no es veu representat a les dades (Taula 12). Les precipitacions són pròpies de muntanya mitjana i oscil·len els 1.000 mm anuals, la majoria dels quals, a la tardor (416,3 mm de mitja) (Figura 36). Durant els mesos d'hivern les precipitacions són sovint en forma de neu.
- **Port del compte - 1.800m – zona de gestió forestal:** A les zones altes, al voltant dels 1800msnm trobem el clima eurosiberià temperat. Els hiverns són més llarg (fins a 6 mesos) i els estius més suaus. És un clima típic de muntanya mitjana, temperada i humida però amb una variant extrema de climes eurosiberians. La temperatura mitjana anual no arriba als 6,8°C i la mitjana a l'estiu és de 12,6°C (Taula 12) (Figura 37). Les gelades són totals entre novembre i març, i freqüents entre abril i octubre (Taula 12). La precipitació anual és similar a la de Tuixent, però les precipitacions no es concentren tant durant la tardor (Figura 36). Durant l'hivern les precipitacions són sovint en forma de neu.

Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció d'energia calorífica

Figura 36: Mapa de precipitació anual (en mm) de Fígols i Alinyà. Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'Altles Climatològic de Catalunya.

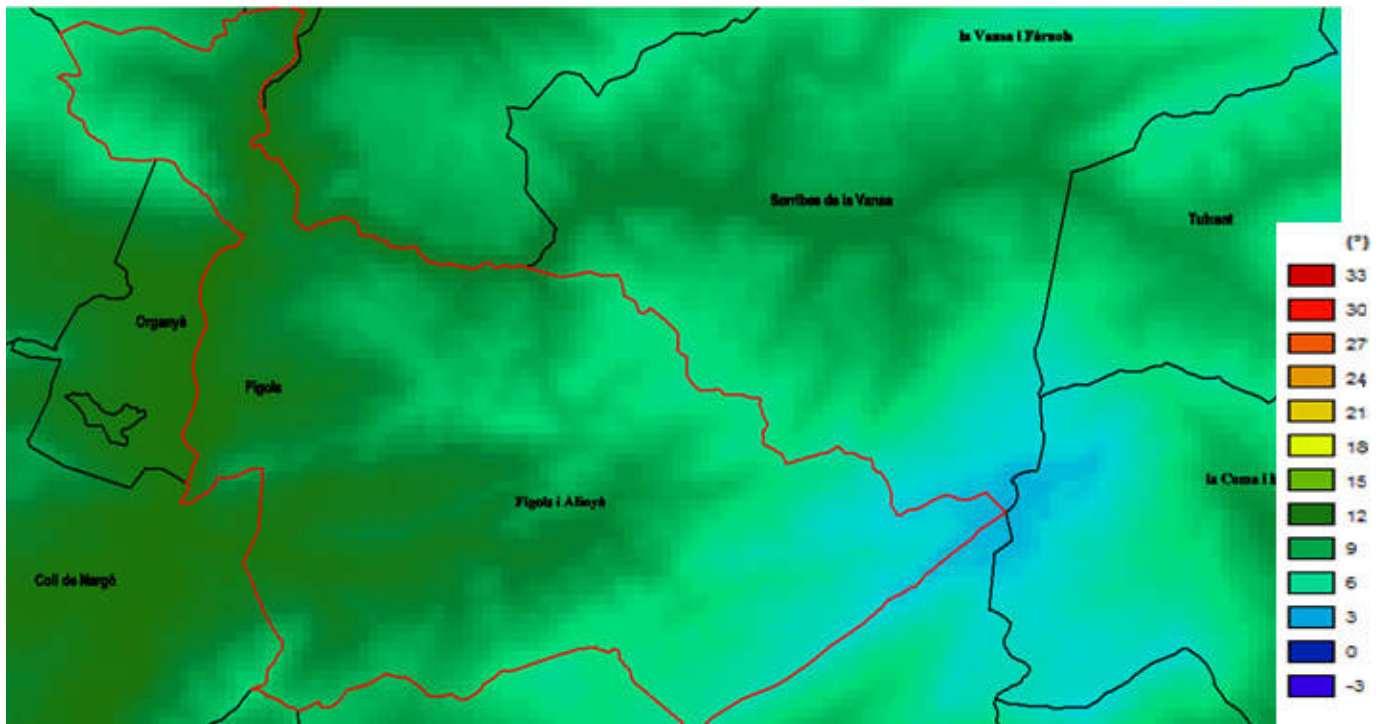
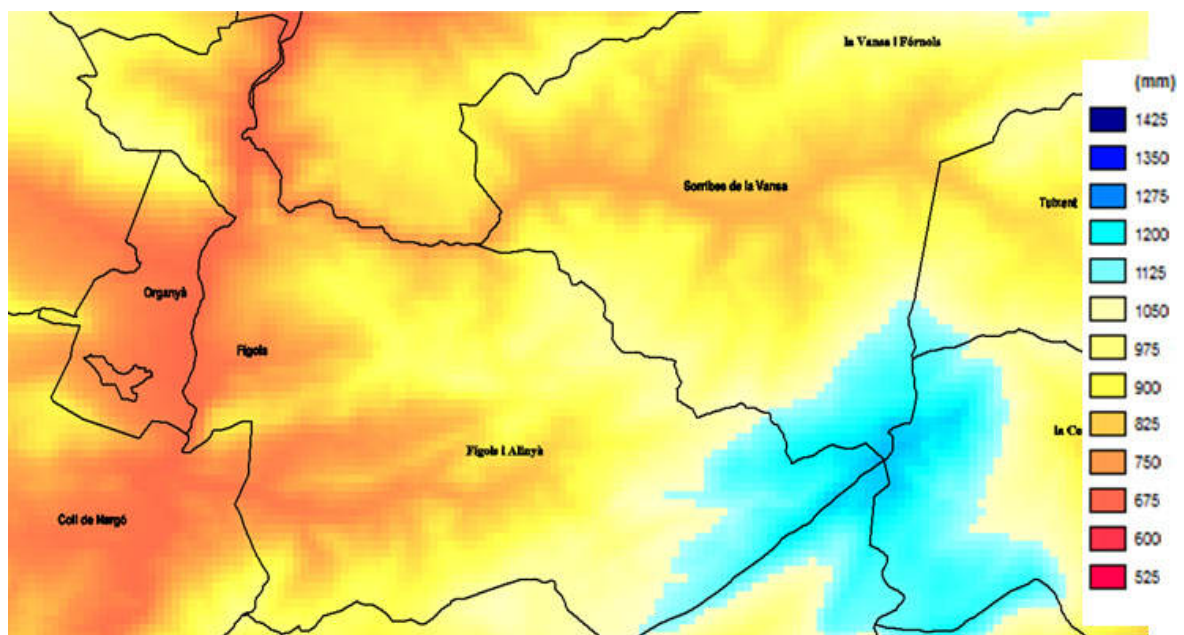


Figura 37: Temperatura mitjana anual a Fígols i Alinyà. Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'Altles Climatològic de Catalunya. *Unitats: Graus Centígrads.



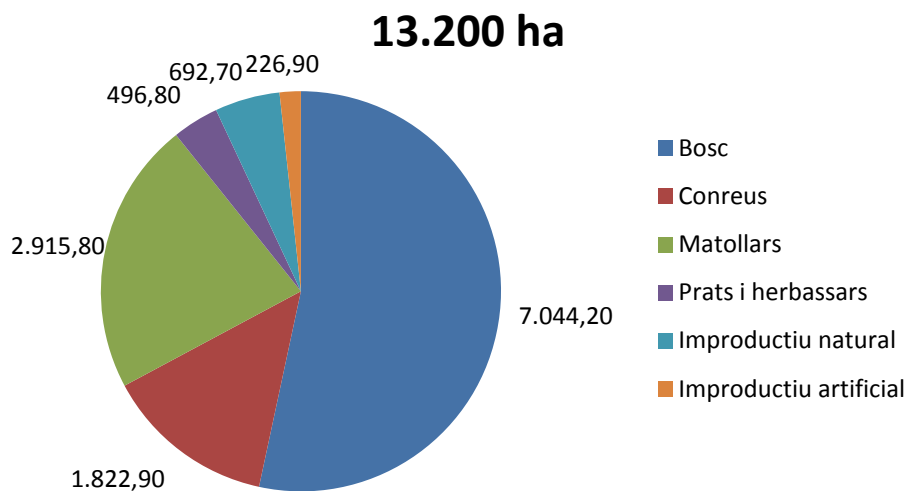
La principal relació d'aquestes dades amb el nostre projecte és la que s'estableix entre la demanda o necessitat de calefacció i aigua calenta amb la temperatura mitjana, temperatura mínima i gelades. Aquesta relació és òbvia i

estableix que en principi, com més fred faci, més calefacció gastarà una família. Per tant, aplicant les dades a la demanda veiem que els nuclis d'Alinyà, Lloberes, Les Sorts, l'Alzina d'Alinyà i d'altres de similars no estudiats, tindran demandes de calefacció importants, ja sigui per l'altura on són, com per la inversió tèrmica. L'Alzina d'Alinyà, en canvi, queda resguardada de la inversió tèrmica i per tant els consums de calefacció haurien de ser significativament inferiors, sobretot durant els mesos d'hivern. Fígols, que no ha estat objecte del nostre estudi, observant les dades de l'estudi que emprem aquí, té uns hiverns molt freds per culpa de la inversió tèrmica.

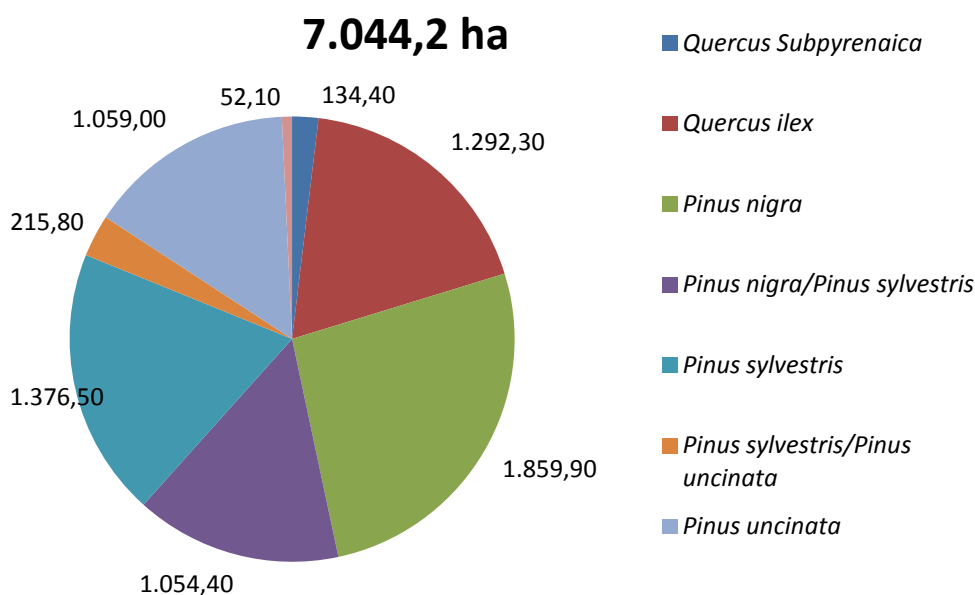
1.3.3 Caracterització dels ecosistemes forestals

El llibre Els Sistemes Naturals de la Vall d'Alinyà inclou un inventari forestal que considera tota la Vall d'Alinyà (COMAS L, et. al., 2004), una superfície superior a la de la Reserva de la Muntanya d'Alinyà (la finca de la Fundació Catalunya Caixa), però incloent-la. Són 13.200 ha estudiades, de les quals 7.044 ha (53%) són de bosc com s'aprecia en la Figura 38.

Figura 38: Distribució de les superfícies de les cobertes i de les formacions forestals (COMAS L, et. al., 2004).



Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció d'energia calorífica



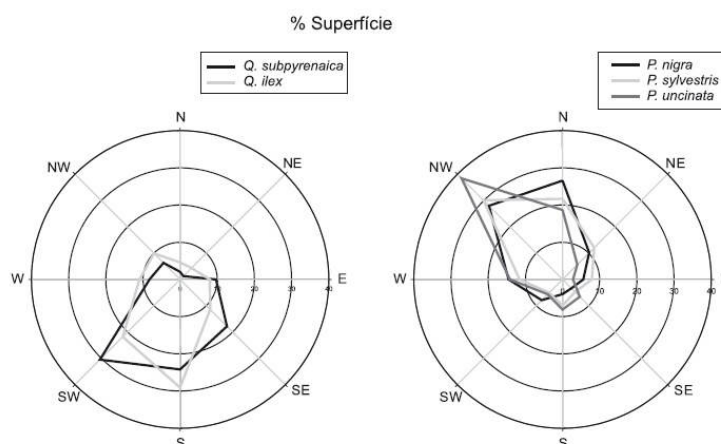
La diversitat d'espècies arbòries és escassa, però és una característica pròpia de la zona més que de l'espai estudiat. Segons les fonts del PTGMF, només hi ha 5 espècies dominants al bosc (Figura 38): *Quercus subpyrenaica* (Roure martinenc), *Quercus ilex* (Alzina), *Pinus nigra* (Pinassa), *Pinus sylvestris* (Pi Roig), *Pinus mugo* subsp. *uncinata* (Pi negre). Entre les espècies dominants hi ha una desproporció a favor dels pins en boscos d'una sola espècie o combinacions d'aquestes.

Segons el PTGMF, només en la Reserva de la Muntanya d'Alinyà, hi ha 5.438,21ha totals, de les que 4.598,21 ha són forestals, de les quals 2.120,93 ha són arbrades i d'aquestes últimes 1.600 són explotables. La densitat mitja del bosc es calcula en peus per hectàrea, i a la finca es situa al voltant de 1.200 peus per hectàrea de mitja, essent de 1.600 peus per hectàrea, en les Zones de Producció Forestal definides pel PTGMF.

Els pins i els roures també tenen una distribució diferent segons l'orientació de la pendent on creixen. Així els pins creixen més en vessants nord i nord-oest, mentre que els roures creixen més en els vessants sud i sud-oest (COMAS L, et. al., 2004) (Figura 39). Això és degut, en part, a que els conreus sempre s'han distribuït en els vessants sud, i per tant hi trobem menys superfícies boscoses.

Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció d'energia calorífica

Figura 39: Distribució de les principals espècies forestals segons l'orientació del vessant. Font: COMAS L, et. al., 2004



De la mateixa manera, els roures i pins es distribueixen de diferent manera altitudinalment, creixent roures i alzines en les zones més baixes fins als 1500msnm, mentre que els pins es distribueixen de forma més complexa segons l'espècie). *Pinus nigra* creix des de la base de la vall d'Alinyà fins als 1.500msnm, lloc on creixen totes les espècies, però per damunt d'aquestes cotes només hi trobem *Pinus sylvestris* i *Pinus uncinata*. (Figura 40)

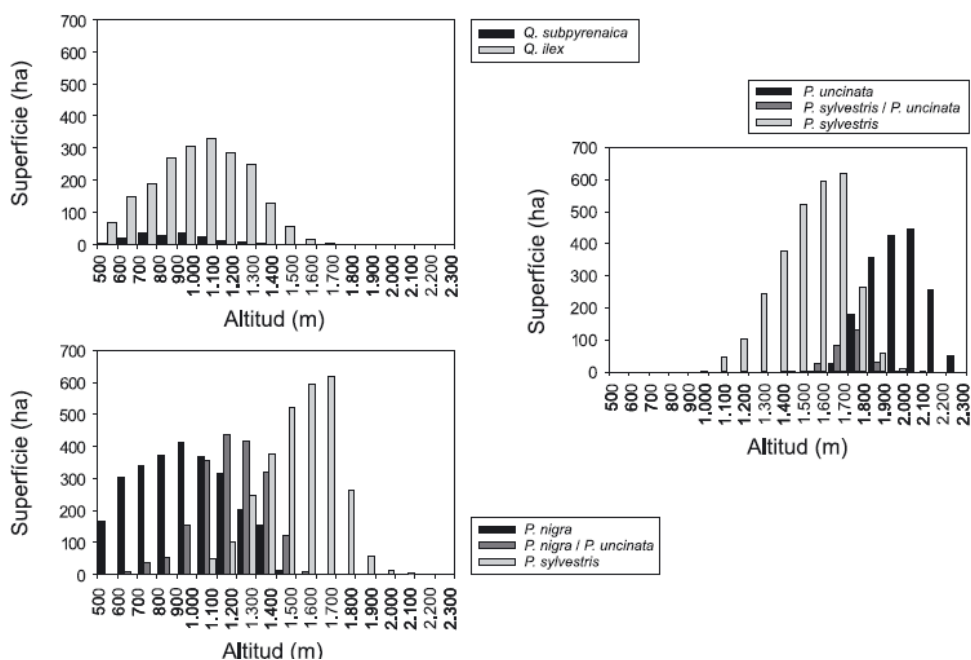
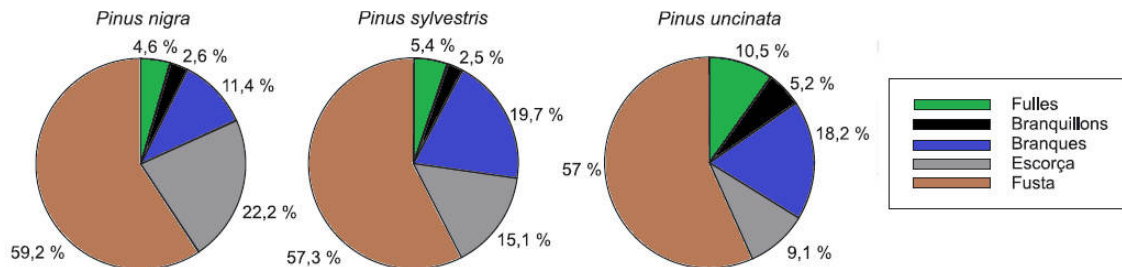


Figura 40: Distribució dels boscos segons l'altitud. Font COMAS L, et. al., 2004

Com s'observa a la Figura 40, els boscos de pi negre (*Pinus mugo* subsp. *uncinata*) són els que trobem a major alçada, entre 1.600 i 2.300msnm. Més avall, entre 1.100 i 2.000msnm trobem els boscos de pi roig (*Pinus sylvestris*). Entre 1600 i 1.900msnm trobem una zona de transició entre pi roig i pi negre. Per sota dels 1500msnm comencem a trobar la pinassa (*Pinus nigra*), el roure

martinenc (*Quercus subpyrenaica*) i l'alzina (*Quercus ilex*) (FUNDACIÓ CATALUNYA CAIXA, 2010).

Figura 41: Distribució de la biomassa aèria per fraccions entre les tres espècies objecte d'estudi.



Els pins d'Alinyà tenen una distribució similar de la biomassa en les diferents fraccions d'aquestes, sent la més rica per l'ús calorífic la fusta, que sempre és més del 50% del total (Figura 41).

1.3.4.1 La Gestió Forestal

L'escassa gestió forestal ha donat lloc a l'existència de masses boscoses de dimensions importants, molt denses i sense discontinuïtats, amb classes diamètriques mitjanes i poca presència de dimensions grans. Aquesta densificació comporta diversos problemes que fan necessària la gestió:

- La continuïtat espacial de material combustible –arbustos inclosos– afavoreix extraordinàriament el risc de propagació dels incendis. Cal afegir encara l'acumulació de fusta morta no retirada.
- La competència intraespecífica és molt elevada, fet que determina una pèrdua de vigor dels exemplars i un alentiment de la seva taxa de creixement, tot dificultant l'evolució a un bosc més estructurat.
- El fet anterior dificulta l'evolució del bosc a estadis de major maduresa.
- La resistència a plagues forestals es veu reduïda. Hi ha plagues de processionària sobre les coníferes de forma habitual.

Ens trobem, per tant, amb unes formacions forestals a mig camí en la seva evolució climàtica cap a un bosc madur. En aquest sentit, val a dir que les classes d'edat més freqüents oscil·len entre els 25 i els 55 anys.

Les activitats de gestió forestal, segons el PTGMF i altres documents consultats (FUNDACIÓ CATALUNYA CAIXA, 2010), estaran restringits per diversos factors que dividiran la finca en 3 zones diferents (Figura 42):

- Zona vermella: Zona on no es podrà realitzar cap tasca de gestió forestal pel seu mal accés i perquè aquest li confereix un valor fonamental

Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció d'energia calorífica

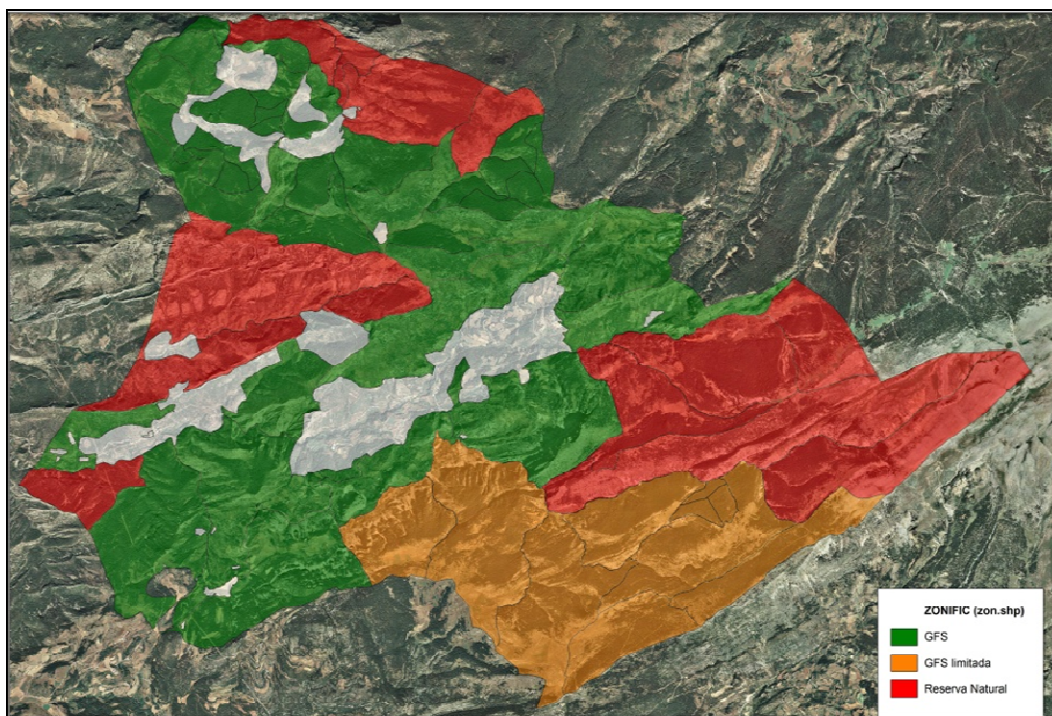
(absència d'activitat antròpica) necessari per la fauna. Coincideix amb la Zona de Reserva Forestal definida en el PTGMF(RAFA MF, 2003).

- **Zona taronja:** Zones on es realitza una gestió forestal sostenible de millora sobre masses monoespecífiques o de combinacions de *Pinus uncinata*, *Pinus sylvestris* i *Pinus nigra*. Són zones on l'activitat no interfereix amb les espècies protegides. L'activitat consistirà en realitzar aclarides eliminant sobretot peus malalts, bessons, malformats, torts, amb un accés de brancatge i peus de talles inferiors, molt abundants degut a la poca activitat. Aquesta gestió sostenible afavorirà el propi bosc en el futur. L'activitat estarà limitada en, per exemple:
 - Períodes de treball: Evitant treballs en èpoques de més vulnerabilitat per la fauna. (tala i apilat en pista entre 15 d'agost i la primera nevada, transport entre 1 de maig fins les primeres nevades).
 - Reserva d'arbres pel gall fer (on pugui posar-se).
 - Altres: Instal·lació de caixes niu, apilament de troncs i branques que facin de refugi a petits mamífers, respectar certes espècies d'arbres i arbusts, etc.

Coincideix amb la Zona de Millora d'Hàbitat del PTGMF.

- **Zona verda:** zona on es pot realitzar la gestió forestal sostenible sense període de temporalitat ni cap de les consideracions especials de la zona taronja i amb més intensitat. A pesar d'això, la gestió serà sostenible i es realitzarà segons els criteris descrits a antecedents. Coincideix amb la Zona de Producció Sostenible del PTGMF.

Figura 42: Zonificació de les actuacions en l'àrea d'estudi. Font: FUNDACIÓ CATALUNYA CAIXA, 2010.



1.3.4.2 Stock de biomassa disponible a la finca de la Muntanya d'Alinyà

El "Estudio de la Viabilidad de la Extracción de Biomasa Forestal en la Reserva de Montaña de Alinyà" ens dona una aproximació de la quantitat de biomassa que seria extraïble, concretament en la propietat de la Fundació Catalunya Caixa, i segons les prescripcions que el PTGMF estableix per cada parcel·la. Aquesta seria de aproximadament **27.573,01 tones al 0% d'humitat** durant la primera fase del PTGMF, que es du a terme entre 2011 i 2013, i d'acord amb les talles que estableix aquest document (Taula 13).

Taula 13. Tones de biomassa total aprofitable a la Muntanya d'Alinyà. Sumatori de totes les parcel·les del PTGMF. *Pes sec: al 0% d'humitat . Pes verd: humitat de tala. Font: RAFA MF, 2003

BIOMASSA APROFITABLE (Tn) 2011-2013		
Tipus d'extraccions	Total Pes verd	Total Pse (sec)
Zones de Producció i Millora.	26.103,61	16.706,31
Opertura de Pistes.	1.310,34	838,62
Franges de Protecció.	7.201,24	4.608,79
Recuperació de Pastures.	11.969,22	7.660,30
TOTAL	43.082,83	27.573,01

Que existeixi tota aquesta biomassa no vol dir que tota ella sigui aprofitable, doncs molta es troba en llocs de difícil accés i no surt rentable extreure-la. L'empresa encarregada de la gestió forestal (FIP) també té les seves limitacions a l'hora d'extreure-la i aquest seran, en última instància, els qui definiran quanta biomassa hi ha realment disponible segons la que puguin i estiguin disposats a extreure. D'acord amb dades de FIP l'any 2011 es van extreure 2.500 m³ de biomassa.

A més a més és necessària una revisió del PTGMF ja que els aprofitaments forestals previstos pel PTGMF són poc rentables i de massa poca intensitat, pel que no podrien mantenir-se ni rebent les subvencions corresponents.

Aquestes extraccions es conceben com a gestió forestal sostenible del bosc, ja que actuen de forma directa, disminuint el risc d'incendi i millorant la diversitat i riquesa de l'ecosistema, però també de forma indirecta, ja que el bosc es percep com una font de treball i de riquesa.

A més a més, Alinyà és una zona on la pastura està en recessió. L'abandonament de la pastura comporta una pèrdua de biodiversitat ja que el pi envaeix les zones d'interfase. Per això cal fer madurar el bosc en les zones on hi haguí bosc vell. La idea és intercalar boscos vells amb boscos joves per fer

que la superfície sigui heterogènia (mosaic successional heterogeni), ja que la densificació actual no permet que hi hagi regeneració generacional.

Actualment tota l'estella que es produeix es comercialitza a grans ciutats com Barcelona. La finalitat d'aquest projecte és poder aprofitar els recursos forestals de la Vall per a la població local, és a dir, aprofitar l'estella que es produeix a la Vall per poder-la convertir en calor i ACS amb l'ajuda de calderes de biomassa.

1.3.5 Població i urbanisme

La població a principis de segle era d'uns 1.000 habitants, atrets, sobretot, pel conreu de patates o "trumfos". Segons el cens de la població realitzat l'any 2010 la població de tot el municipi era de 282 habitants, dels quals 107 viuen a Fígols, 25 al conjunt d'Alinyà, Lloberes i Les Sorts, i 117 es troben disseminats en masies (Taula 14). D'aquests el 35.5% té 65 anys o més (2007) i un 40% de població activa que es dedica principalment als serveis (41,2%) i l'agricultura (25.5%). L'any 2005 el nombre total d'habitatges al municipi era de 164 unitats, 106 principals, 51 secundaris (segona residència) i 7 vacants (AJUNTAMENT DE FÍGOLS I ALINYÀ 2010).

Taula 14: Distribució de la població per nuclis. Font: POUM Fígols i Alinyà.

Nucli de població	Habitants
Fígols i Romanins	107
Alinyà, Llobera i Sorts	25
Alzina d'Alinyà i Rabal	20
Perles	13
Disseminats	117

Les segones residències tenen una elevada importància per una de les activitats principals del municipi: el turisme rural o oci de muntanya. El problema és que l'estacionalitat de l'ocupació dels habitatges impedeix fer inversions en serveis i equipaments que fixin la població, com és el cas d'una infraestructura de calefacció, però sí han permès que molts dels habitatges fossin rehabilitats.

Deixant de banda Fígols, que no és objecte del nostre estudi, la morfologia de l'urbanisme es caracteritza, a la resta de nuclis urbans, per ser una agregació d'edificacions amb diferents usos a l'entorn d'una era o pati concertat, formant entre elles una llar. Els carrers són delimitats per les edificacions i les tanques de les eres, donant-los un traçat i amplada irregular.

Alinyà: Nucli urbà situat a 958 msnm, a la dreta del riu de Perles, prop de la seva formació en la confluència dels torrents de Vall-llonga i de l'Alzina. S'hi accedeix a través de la L-401. Forma un conjunt dispers d'edificacions distribuïdes al voltant d'un carrer paral·lelament al nord de la carretera L-401. Només entrar trobem un hotel-restaurant.

És el nucli més habitat dels estudiats, principalment per persones jubilades. La majoria de cases es troben rehabilitades i en bon estat. Algunes d'elles han estat construïdes recentment com a segones residències.

Les Sorts: Nucli urbà situat a 1.020 msnm al sud d'Alinyà, travessat de sud a est pel riu Aiguaneix, vora la carretera comarcal L-401.

L'Alzina d'Alinyà: Nucli urbà situat entre el riu Pera i el barranc de l'Alzina, ambdós afluents del riu de Perles, a 1.350 – 1425msnm. La població permanent és de només 3 persones, però a l'estiu, amb l'arribada del turisme, poden arribar a ser 100 habitants.

Llobera: Situat al nord-est del nucli urbà d'Alinyà, a 1.000 msnm i a l'esquerra del riu de Perles, a banda i banda del camí de Gordinet, que surt de la L-401 i que porta a l'Alzina d'Alinyà. Destaca com activitat local un hotel restaurant.

INFRASTRUCTURES EXISTENTS:

Comunicacions: Per la carretera comarcal L-401 i el camí de Gordinet que va de la carretera fins l'Alzina d'Alinyà i per on poden circular camions de 2 eixos.

Energia elèctrica: en tots els nuclis urbans, sempre de forma aèria fins arribar als centres de transformació.

Aigua: El subministrament d'aigua a l'Alzina d'Alinyà està gestionada pels seus habitants. Alinyà, Lloberes i Les Sorts comparteixen la mateixa font de captació i un dipòsit comú, des del quan la xarxa es ramifica per arribar a cada nucli urbà.

CAPÍTOL II. OBJECTIUS

2.1 OBJECTIUS

2.1.1 Objectius principals

Estudi de sostenibilitat de la instal·lació de calderes de biomassa a la vall d'Alinyà, fent ús de la biomassa (en forma d'estella) de la pròpia vall, amb la finalitat d'assolir l'autosuficiència energètica per calefacció i ACS.

La biomassa és una font d'energia ecològica, sostenible i eficient que actualment està desaproveitada. No només és més barata que l'energia convencional sinó també més neta i respectuosa amb la natura, generant un impacte positiu sobre els nostres boscos. A més a més, permetria que la població s'independitzés parcialment de la demanda de combustibles fòssils provinents del mercat exterior, repercutint positivament en l'economia de la zona. Aquests combustibles són més contaminants, insostenibles, cars i de subministrament i preu variables. El subministrament de combustibles fòssils pot veure's interromput donades dificultats d'accés a la vall durant l'hivern o als inconvenients del mercat. La biomassa es contraposa a aquestes circumstàncies al ser produïda localment i tractar-se d'un mercat petit amb una oferta molt gran.

2.1.2 Objectius específics

1. Estudi energètic de la població de la Vall (consum i energies més utilitzades).
2. Estudi de la percepció social, que té la població d'Alinyà, de la biomassa com a futur model energètic.
3. Anàlisi de la biomassa(estella) disponible segons el Pla Tècnic de Gestió i Millora Forestal(PTGMF), per abastir i garantir el subministrament de la població d'estudi.
4. Balanç de CO₂ del procés de producció i distribució d'estella a la Vall d'Alinyà i comparació amb les emissions del model convencional.
5. Detecció d'impactes per als diferents escenaris plantejats(Calderes individuals, *District Heating* i energies convencional).
6. Comparació tècnica, econòmica, ambiental i social dels diferents escenaris plantejats (Calderes individuals, *District Heating* i energies convencionals).

CAPÍTOL III. METODOLOGIA

3.1 METODOLOGIA DE TREBALL

En el següent apartat es realitza una explicació detallada de la metodologia emprada per la realització d'aquest projecte, juntament amb un diagrama explicatiu de tot el procés que s'ha seguit durant la seva elaboració.

3.1.1 Fase I: Introducció

En la primera fase es destaca la recerca i consulta de documents relacionats, tant econòmics com socials i sobretot ambientals, de la Vall d'Alinyà proporcionat per la Fundació Catalunya Caixa. Al mateix temps es realitza un recull d'antecedents de l'aprofitament forestal de biomassa que s'ha realitzat durant els últims anys a la Vall i com s'ha gestionat aquesta biomassa.

Per a la recopilació d'informació s'han emprat diverses eines, com la consulta de projectes de fi de carrera d'anys anteriors, especialment:

- Avaluació de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal del parc de Collserola (OLMEDO, A; RODRÍGUEZ, E, ROMÁN, P; SÁNCHEZ, E., 2006).
- Avaluació de l'aprofitament de la biomassa disponible per a la producció d'energia calorífica al Parc Natural de l'Alt Pirineu. (ARRÉS, J; CAPDEVILA, A ; MARTIN, S ; VILAHUR, M., 2009)

Al mateix temps s'han utilitzat altres eines bibliogràfiques referents a la biomassa, amb llibres i articles científics extrets de biblioteques com la de la UAB i altres institucions. A més a més, també s'ha consultat un projecte de característiques similars que s'ha dut a terme al municipi de Ribes de Freser.

Internet ha sigut una eina important tant per la recerca d'articles com altres especificacions tècniques. A més a més, ha proporcionat una eina bàsica per la interacció i comunicació entre els integrants del grup i per comunicar-se amb els tutors de projecte i altres consultes a experts sobre el tema d'estudi. Per tant, la creació d'un espai virtual ha ajudat a facilitar la comunicació i l'intercanvi d'informació.

Per concloure la primera fase de documentació, es va realitzar una primera visita a la Vall d'Alinyà, on es va consultar tot el procés que es realitza per l'obtenció de biomassa i com, posteriorment, es tractava, amb l'ajuda d'un expert de la Fundació Integra Pirineus (FIP).

3.1.2 Fase II: Inventari i diagnosi

Aquest apartat és l'eix principal del projecte i s'ha dut a terme a partir d'inventaris realitzats en el treball de camp. Un exemple són les enquestes del tipus d'energia que s'utilitza actualment, en les edificacions de la població d'Alinyà, i el consum mig que demanden anualment. A més, en les enquestes es realitza una consulta als habitants per veure el grau d'acceptació i conscienciació respecte a noves formes d'energia més netes.

Seguidament es realitza una planificació a partir de l'estudi de mapes de les zones d'extracció de biomassa realitzada per la Fundació Integra Pirineus. S'estudia si aquesta biomassa disponible podria cobrir totes les necessitats energètiques, de caire calorífic, que necessiten actualment els habitants d'Alinyà. A més a més, es realitza un estudi exhaustiu de la comparació (econòmica, social i ambiental) de les dues propostes d'aplicació de la biomassa, tant calderes individuals com col·lectives. D'aquesta manera es podrà concloure quina proposta és més adient a la zona d'estudi. Per realitzar aquest apartat s'han utilitzat eines de cartografia digital com Miramón i SIG d'ArcView 3.3.

Per assolir uns dels objectius, que és estudiar la rendibilitzar del projecte a través de programes estadístics (SPSS, Excel,) es realitza l'anàlisi econòmic del projecte. D'aquesta manera es sabrà si és econòmicament viable la instal·lació i el funcionament de la caldera comunitària en aquesta zona d'estudi.

Per acabar, amb l'inventari es realitzaran balanços de CO₂ de tot el procés que segueix la biomassa fins punt de consum per així comparar-lo amb altres fonts d'energia utilitzades més convencionals. En totes les parts de l'elaboració, tant del inventari com, posteriorment, la seva diagnosi, s'ha dut a terme mitjançant reunions i discussions entre els integrants del grup.

3.1.3 Fase II: Conclusions i propostes de millora

Per concloure el projecte s'han avaluat els resultats obtinguts per tal de veure si s'han assolit els objectius fixats al inici del projecte. Un cop analitzat el projecte, s'han detectat possibles millores, a partir de les quals es realitza un pla d'acció per solucionar els punts dèbils del projecte.

Si aquest projecte resultés viable tant econòmica, social i ambientalment, es presentaria com a model per altres zones del territori. D'aquesta manera es podria rendibilitzar la biomassa que hi ha a la Vall d'Alinyà per a poblacions adjacents.

Seguidament es presenta un diagrama de la metodologia emprada en el present projecte:

Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció d'energia calorífica

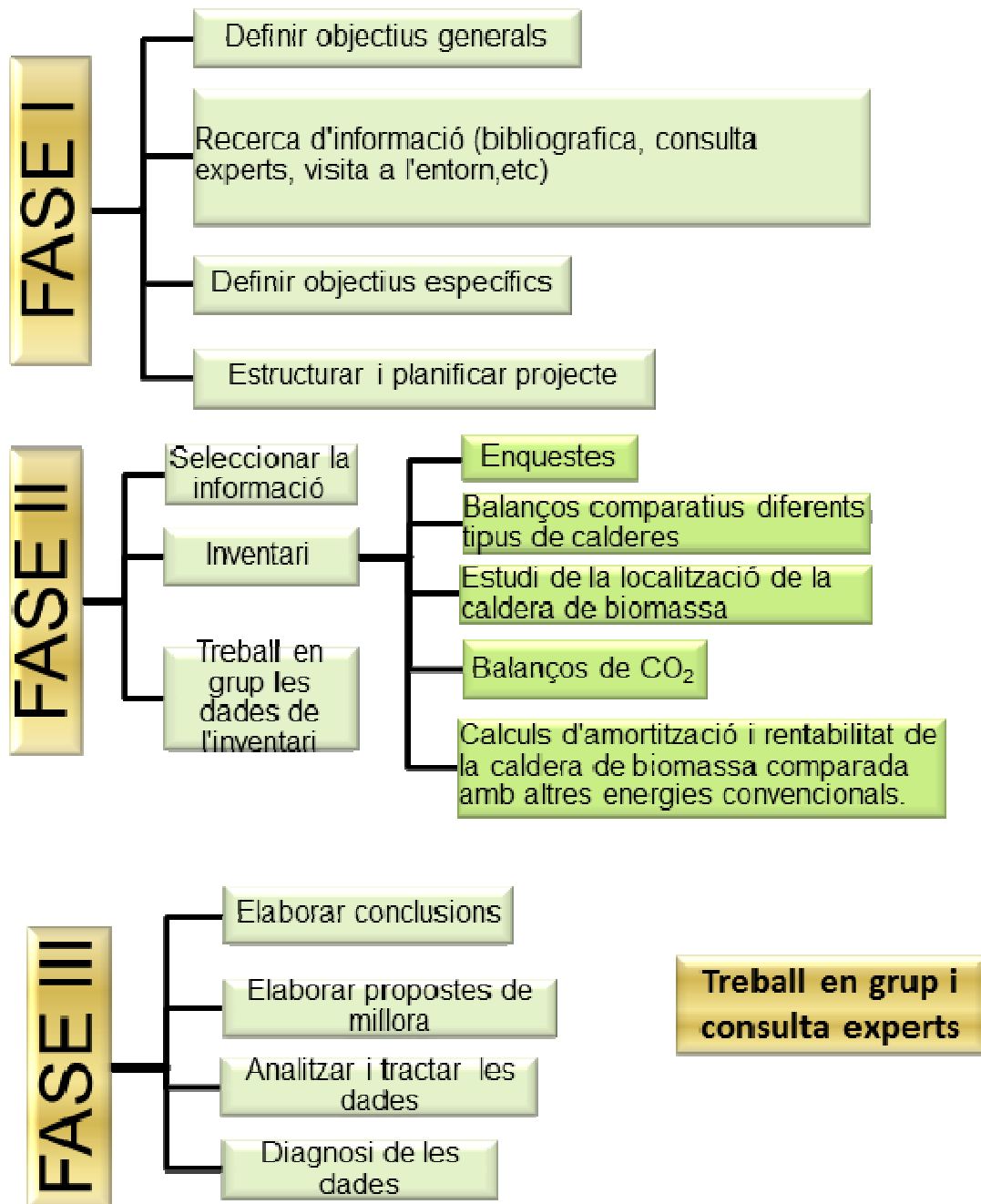


Figura 43: Estructura de la metodologia del projecte. Font: Elaboració pròpia

Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció d'energia calorífica

realitzen les activitats d'extracció de biomassa, i, d'aquesta manera, la seva distribució seria molt més fàcil i representaria una energia molt més sostenible ambientalment.

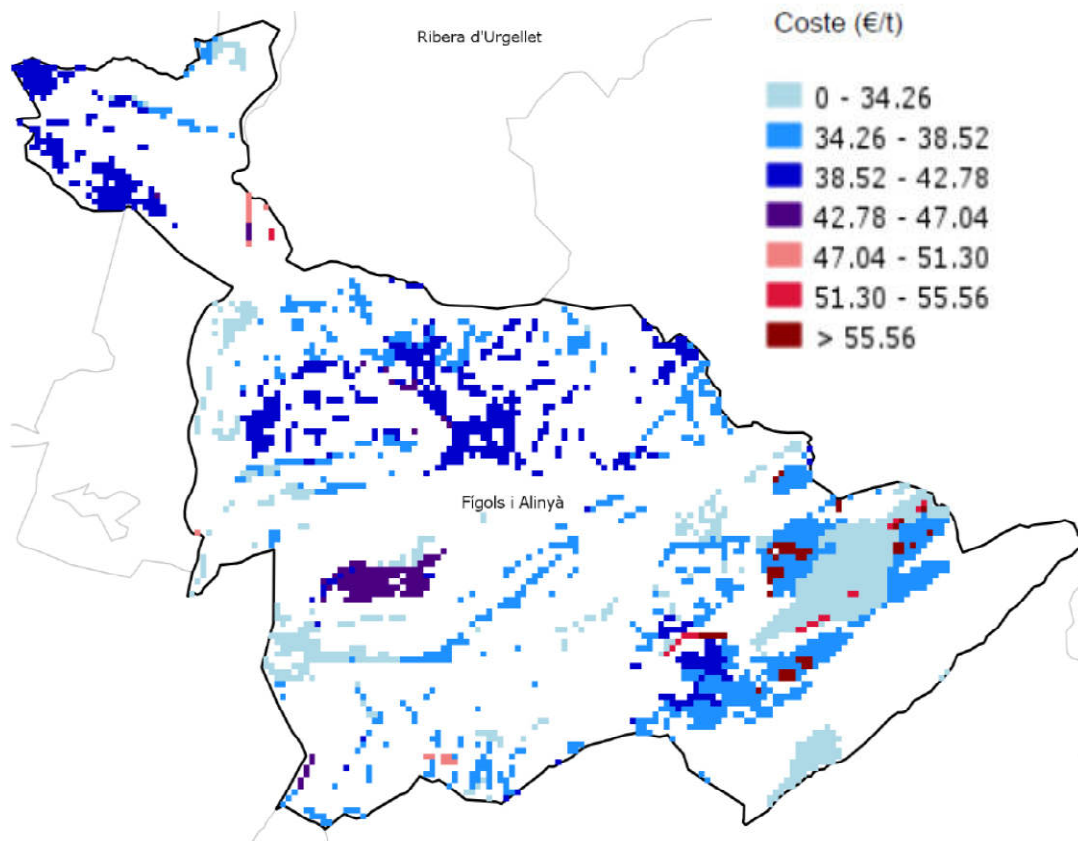


Figura 45: Cost de la biomassa de restes forestals. Font: IDAE

A la Figura 45 s'observa com els nuclis seleccionats, al estar a prop de les zones d'extracció, el preu de la tona de biomassa s'abarateix considerablement. Com indica la Figura 45, el preu màxim de la tona de biomassa es troba al voltant de 40 euros pels nuclis seleccionats. A més a més, al tractar-se d'un projecte dedicat a les ciències ambientals ens ha preocupat a l'hora de delimitar les zones d'estudi, els indrets on s'establiria un menor impacte ambiental. Sobretot, al tenir en compte que tractem temes energètics, el principal objectiu és emetre el menor impacte de CO₂. Per aquesta raó, ubicar els punts de consum prop de les zones d'extracció, provoca una reducció considerable de les emissions de CO₂ degudes tant al transport del combustible com a les tècniques de processament d'aquest.

4.2 ESTUDI ENERGÈTIC

Per poder realitzar l'estudi i l'avaluació energètica dels nuclis poblacionals seleccionats, hem realitzat enquestes a 26 habitatges diferents (Annex I), amb un total de 65 persones.

Segons les dades de 2009, a Alinyà hi estan censades 86 persones. Per tant, aproximem que les nostres enquestes representen el 75% de la població.

4.2.1 Avaluació dels tipus d'energia consumida

A partir del tractament de les dades de les enquestes, hem obtingut el següent gràfic (figura 46):

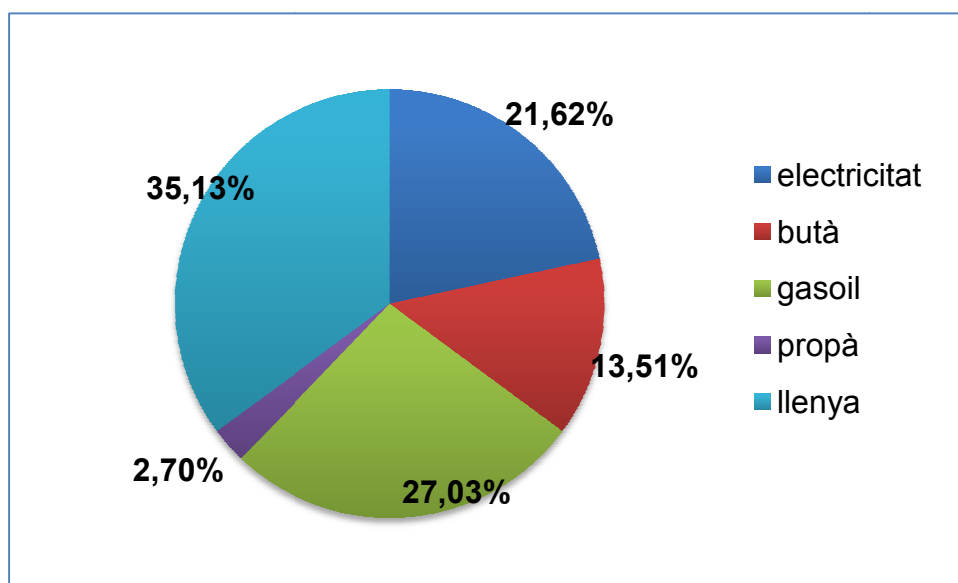


Figura 46: Tipus d'energia consumida. (*en percentatge)
Font: Elaboració pròpia.

A la Figura 46, podem veure com la llenya és la font energètica més utilitzada als nuclis poblacionals, representant el 35,13%. És àmpliament utilitzada ja que és gratuïta i fàcil d'obtenir pels veïns en els boscos del municipi. S'utilitza mitjançant llars de foc (foc a terra) o estufes de llenya i es combina amb altres energies convencionals.

Ha estat complicat determinar la demanda energètica de la llenya, ja que al ser d'accés gratuït (Fundació Catalunya Caixa cedeix els drets), els veïns no

ens sabien dir aproximadament les quantitats de llenya que poden arribar a utilitzar, amb excepció d'alguns que, per comoditat, la compraven.

Com a segona energia més utilitzada trobem el gasoil, amb un 27,03%, d'energia que s'utilitza per ACS i calefacció.

Seguidament trobem l'electricitat, amb un 21,62%. Aquesta és una energia que trobem combinada amb altres, igual que el butà, amb un 13,51%. Quasi sempre les combinen amb llenya, utilitzant aquesta per a la calefacció, i el butà i l'electricitat, per a l'ACS.

Finalment trobem el propà amb un 2,70%. Aquest últim, només vam trobar que l'utilitzava un negoci hostaler de la Vall.

4.2.2 Avaluació del consum d'energia amb fins calorífics

El consum energètic l'hem calculat a partir de les dades recollides amb les enquestes realitzades, calculant les Kcal/any per cada tipus d'energia utilitzada (Annex IV). A continuació, a la Figura 47 i la Figura 48, es mostren les Kcal/any per energia utilitzada i tant el per cent per energia utilitzada.

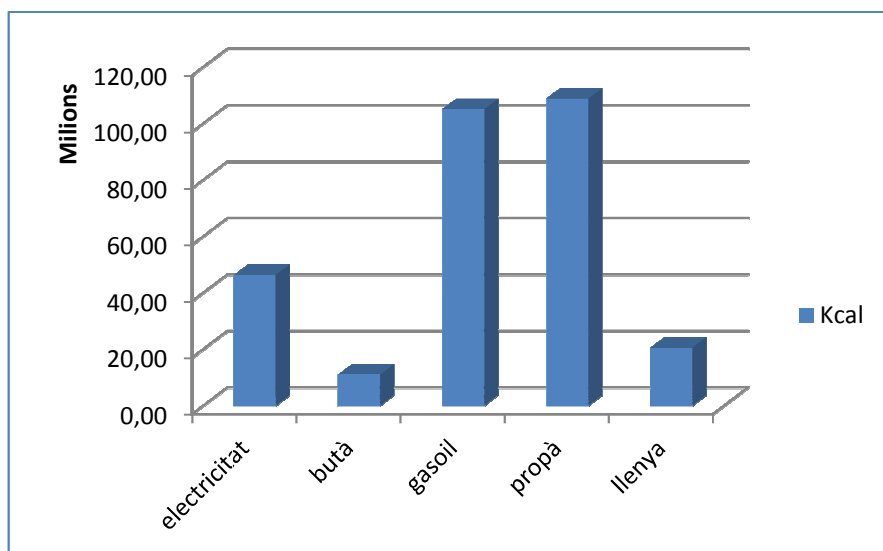


Figura 47: Kcal /any per tipus d'energia utilitzada.

Font: Elaboració pròpia

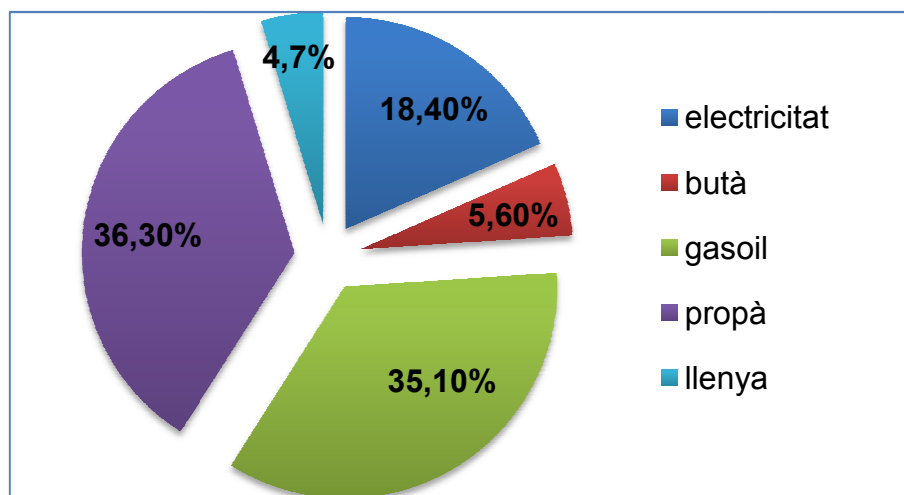


Figura 48: Consum d'energia utilitzada. (*en percentatge) Font: Elaboració pròpia

Veiem que el propà i el gasoil són les energies que més es consumeixen a Alinyà. El propà, com ja hem dit abans, només és utilitzat a un negoci hostaler de la zona (2,70%), però com que té un consum molt més elevat que un habitatge normal, es presenta com l'energia més demanda, representant el 36,3% del total.

El gasoil és la segona energia que més es consumeix, sent el 35,1% de la demanda total.

Seguidament, l'electricitat (21,62%) i el butà (13,51%), al ser energies que només s'utilitzen combinades amb altres, els seus consums no són tan elevats com els del gasoil o el propà.

Finalment, la llenya és l'energia que, respecte al total, és menys representativa, tot i que és la que més persones utilitzen. Aquesta discrepància en els resultats, pot ser deguda a l'època de l'any en que s'ha realitzat les enquestes (tardor), quan la població era mínima, o perquè els enquestats no ens sabien dir amb exactitud el seu consum de llenya.

Actualment a Alinyà, sumant totes les energies, es consumeixen unes **342.171.745,6 kcal/any** (Annex IV).

4.2.3 Emissions de CO₂

A partir dels consums (Kcal/any) i dels factors de conversió obtinguts del IDAE, del 30 novembre 2010, hem realitzat els càlculs de les emissions de CO₂ per energia (Annex IV).

A continuació, podem veure a la Figura 49, l'estudi comparatiu en Tep (tones equivalents de petroli) i TCO₂ (Tones de Diòxid de Carboni) per a cada tipus d'energia utilitzada a Alinyà:

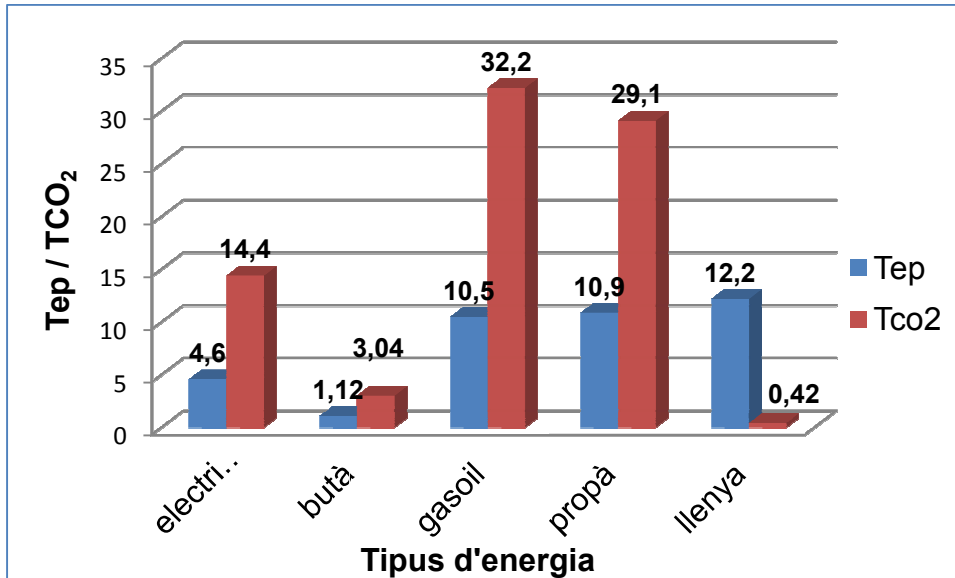


Figura 49: Consum d'energia en tant per cent.

Font: Elaboració pròpia

Tep = Tones equivalents de petroli

Tco₂ = Tones de CO₂

Podem veure a la Figura 49, que les emissions de CO₂ més nombroses són degudes al gasoil, seguides del propà. En canvi, l'electricitat presenta unes emissions anuals de 14,4 TCO₂ i el butà de 3,04 TCO₂.

En el cas de la llenya, hem considerat que el seu impacte en emissions de CO₂ és equivalent amb el que genera la producció i distribució d'estella. Les emissions generades per produir i distribuir l'estella a Alinyà equivalen a 52,06 TCO₂ a l'any. Per tant, hem realitzat un seguit de càlculs:

$$\frac{52,06 \text{ TCO}_2}{833,33 \text{ Testella}_{30}} = 0,062 \text{ TCO}_2 / \text{Testella}_{30}$$

Per a una caldera de 24 kW (caldera individual):

$$\frac{1 \text{ Tona estella}}{3500 \text{ kWh}} \times \frac{1 \text{ kWh}}{860,4 \text{ kcal}} = 3,32 * 10^{-7} \text{ Testella/kcal}$$

$$20.700.000 \text{ kcal} \times \frac{3,32 * 10^{-7} \text{ Testella}}{1 \text{ kcal}} \times \frac{0,062 \text{ TCO}_2}{1 \text{ Testella}} = 0,4261 \text{ TCO}_2$$

S'observa com anualment per a produir una tona d'estella s'emeten 0,062 tones de CO₂. Com que els habitatges d'Alinyà només necessitarien una caldera individual al voltant de 24kW de potència i que per produir una kcal es necessiten només $3,32 * 10^{-7}$ Testella, podem deduir que, el consum total de llenya emetrien unes 0,4261TCO₂.

Veiem que, en total, actualment el consum d'Alinyà emet 79,17 TCO₂, de les quals 14,4 TCO₂ són d'electricitat i es produeixen de manera dispersa. Tot i així no són menys importants, ja que contribueixen de la mateixa manera a l'escalfament global (Annex IV).

4.3 AVALUACIÓ SOCIAL

A partir de les enquestes hem pogut determinar el punt de vista que tenen els veïns d'Alinyà sobre la biomassa i el seu nivell de coneixement.

Respecte el coneixement sobre energies alternatives, hem determinat que el 65,38% de les persones coneix alguna energia alternativa. El concepte de biomassa, però, només el coneix, de forma aproximada o general, el 72% de la població.

En canvi, només el 42,31% sap què és la Fundació Integra Pirineus (FIP) i què fa a la vall. D'aquestes persones, el 75% pensen que l'activitat realitzada per la FIP és bona social i econòmicament per la vall. El 92,31% pensen que és bo ambientalment, ja que argumenten que el bosc està "molt brut" i que, per tant, cal que algú el netegi per tal de prevenir incendis.

Quan preguntem si estarien disposats a canviar a l'energia de la biomassa només el 44% estarien disposats a utilitzar-la en un futur. A continuació, la Figura 50 representa quants diners estarien disposats a invertir els veïns de la zona, per canviar l'energia que utilitzen per biomassa:

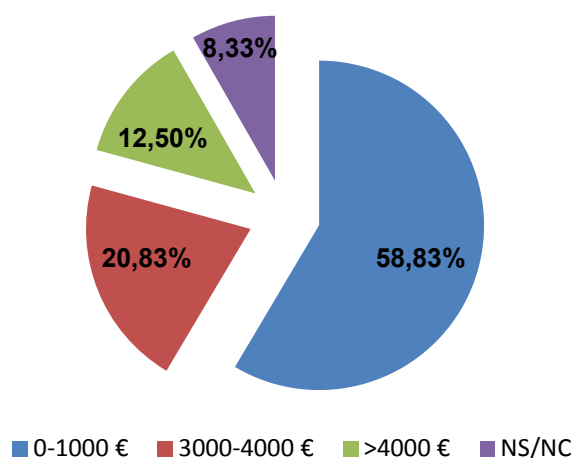


Figura 50: Percentatge de diners disposats a invertir. Font: Elaboració pròpia

Hi ha molta gent que no està disposada a fer una inversió per canviar la instal·lació energètica de la seva llar. De les que sí hi estan disposades, la gran majoria invertiria entre 3.000 i 4.000 mil € i només un 12,5% més de 4.000 €.

Les persones més joves sí que estan més obertes a la possibilitat de canviar d'energia, sobretot les que tenen un negoci a la vall, ja que al tenir un consum molt més gran que el d'un habitatge normal, sí que estan disposats a invertir diners per fer el canvi energètic als seus negocis i, així, poder estalviar diners.

També hem de destacar que el 8,33% no sap quants diners invertiria ja que no sap quant li valdria canviar la instal·lació de la seva llar.

Per concloure, podem dir que, en general, veiem que hi ha molta desinformació sobre els avantatges de l'energia de la biomassa, com s'utilitza i sobre la Fundació Integra Pirineus i les activitats que realitza a la vall.

També hem pogut veure que a la majoria de gent li sembla bé l'aprofitament de la biomassa a la vall, argumentant que ningú s'encarrega de la neteja dels boscos, i que està bé que, a més, s'utilitzi per produir energia.

4.4 ANÀLISIS DE L'AUTOSUFICIÈNCIA ENERGÈTICA

En aquest apartat, es pretén fer un anàlisi de la biomassa disponible que hi ha a la Vall i si aquesta seria suficient pel consum de biomassa que volem establir als nuclis seleccionats.

Tenint en compte les dades facilitades per la Fundació Integra Pirineus, aquesta va extreure un total de 833,33 t₃₀ de biomassa (Llenya. Matèria prima) l'any 2011, que, posteriorment, va transformar en estella (combustible). Això representa una petita part (un 3.02%), del volum total de biomassa que hi ha actualment a tota la Vall (27.573 tones).

Cal esmentar, que l'extracció d'aquesta biomassa no suposa una connotació negativa al bosc, ja que la biomassa és un tipus d'energia renovable provinent d'una gestió forestal sostenible, degut a que es redueix el risc d'incendi, disminueix la dependència energètica externa i, a més a més, dóna un valor afegit a l'entorn rural.

Cal dir, que l'estella és el biocombustible primari per excel·lència, obtingut a partir del processament físic directe de la biomassa forestal. És el resultat de triturar llenya fins a obtenir uns petits fragments, la grandària dels quals no sol excedir els deu centímetres de longitud i els dos centímetres de gruix. L'estella, que procedeix de llenya de bosc, s'obté a la Vall d'Alinyà de les restes de bosc,

quan es fan tallades de millora o bé treballs de prevenció d'incendis. Per tant, el fet d'aprofitar aquest material, comporta reduir la disponibilitat de combustible al bosc i, per tant, disminuir el risc d'incendi.

Aquesta estella que procedeix d'aprofitaments forestals té una densitat baixa però amb una superfície específica superior a la de la llenya. Però, a mesura que el seu contingut d'humitat es redueix, fa que augmenti el seu poder calorífic. Per tant, la humitat és un paràmetre molt important d'aquest tipus de combustible, ja que, quanta més humitat conté la llenya, menys matèria seca hi ha per unitat de massa i menor és la calor subministrada. En general, la millor estella per usos de calefacció i ACS són les que tenen un alt poder calorífic i, en conseqüència, una humitat baixa. D'aquesta manera no col·lapsa els sistemes d'alimentació i no genera emissions contaminants pel seu contingut en impureses.

Actualment, no hi ha cap legislació que reguli els paràmetres de qualitat de l'estella, per tant, produir estella de bona qualitat es deixa a la voluntat dels productors i comercialitzadors.

En el cas d'estudi, la Fundació Integra Pirineus subministra estella al 30% d'humitat, que proporciona 3.500 kcal per tona d'estella. Les espècies que utilitzen més per produir estella són el Pi negre i el Pi roig i la Pinassa.

A continuació, es mostren unes taules de diferents paràmetres de qualitat de diferents biocombustibles.

Espècie	Densitat		
	Bàsica (t ₀ /m ³)	50%hbh (t ₅₀ /m ³)	30%hbh (t ₃₀ /m ³)
Avet	0,51	0,87	0,62
Pi negre	0,50	0,86	0,61
Pi roig	0,48	0,81	0,58
Pinassa	0,51	0,88	0,63
Pi blanc	0,55	0,93	0,66
Pi pinyer	0,51	0,87	0,62
Pinastre	0,44	0,74	0,53
Pi insigne	0,46	0,78	0,56
Faig	0,69	1,16	0,83
Bedoll	0,60	1,03	0,73
Alzina	0,87	1,47	1,05
Roures	0,73	1,24	0,88
Castanyer	0,59	1,00	0,71
Freixe	0,67	1,13	0,81
Pollancre	0,43	0,74	0,53
Plataner	0,65	1,11	0,79
Coníferes	0,51	0,87	0,62
Planifolis	0,67	1,14	0,82

Taula 15: Equivalències entre densitats de la fusta a diferents humitats.

Font: Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC) * hbh (humitat en base humida)

En quant a la Taula 15 es parla de densitat bàsica de la fusta, es refereix a la densitat anhidra, és a dir, al 0% d'humitat. S'observa com, a una humitat del 0%, les espècies seleccionades tenen una densitat menor respecte a altres factors d'humitat, com al 50%, on s'observa com augmenta la seva densitat. Aquest fet és un punt negatiu a l'hora de la combustió, ja que, quanta més humitat (és a dir, més contingut d'aigua), menys poder calorífic proporciona. A la Taula 15, veiem que a una humitat del 30%, com ens proporciona la FIP, el Pi roig presenta una major eficiència (0,58 t₃₀/m³). Seguidament seria el Pi negre (0,61 t₃₀/m³) i posteriorment la Pinassa (0,63 t₃₀/m³).

En canvi, a la Taula 16, es presenten les dades de referència del poder calorífic (PCI) de la fusta en funció de la humitat per les principals espècies. Argumentant el que s'ha esmentat abans, veiem com el pi roig és més eficient, ja que proporciona més poder calorífic (3.533 kWh/t) a un mateix nivell d'humitat (30%) que la Pinassa (3.504 kWh/t).

Taula 16: Poders calorífics (en kWh/t) a diferents humitats. Font: Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC) *bh humitat de la llenya en base humida.

Espècie	Humitat bh						
	0	20	30	35	40	45	50
Alzina	5.307	4.110	3.512	3.212	2.913	2.614	2.314
Roures	4.975	3.844	3.279	2.996	2.714	2.431	2.148
Pi roig	5.338	4.135	3.533	3.232	2.931	2.631	2.330
Pinassa	5.296	4.101	3.504	3.205	2.906	2.607	2.309
Pi blanc	5.082	3.930	3.354	3.066	2.778	2.490	2.202
Pi pinyer	5.374	4.164	3.558	3.256	2.953	2.651	2.348
Pollancre	4.815	3.716	3.167	2.892	2.618	2.343	2.068
Castanyer	5.184	4.012	3.425	3.132	2.839	2.546	2.253
Faig	4.951	3.825	3.262	2.981	2.699	2.418	2.136
Coníferes	5.272	4.082	3.487	3.190	2.892	2.595	2.297
Planifolis	5.078	3.927	3.351	3.063	2.775	2.488	2.200

Segons les dades que ens va proporcionar la FIP, es van extraure 2.500 m³ de llenya l'any 2011 amb una humitat del 30%. Aquesta llenya presentava una densitat de 1 t per 3 m³ (0,33 t/m³) aproximadament. Fent càlculs, observem com:

$$2.500 \frac{\text{m}^3 \text{ fusta}}{\text{any}} \times \frac{1 \text{ tona}}{3 \text{ m}^3 \text{ fusta}} = 833,33 \text{ t}_{30}/\text{any}$$

Com s'observa a la Taula 16, els tres tipus d'espècies que més s'utilitzen a Alinyà, presenten un PCI per un 30% d'humitat de aproximadament 3.533 kWh/t₃₀.

$$3.533 \frac{kWh}{t_{30}} \times \frac{0,860 \cdot 10^6 cal}{1 kWh} \times \frac{1 kcal}{1000 cal} = 3.038.380 kcal/t_{30}$$
$$3.038.380 \frac{kcal}{t_{30}} \times 833,33 \frac{t_{30}}{any} = \mathbf{2.531.973.205 kcal/any}$$

Els resultats indiquen que la producció anual de biomassa que extreu FIP, és de 2.531.973.205 kcal/any. Tenint en compte que el consum actual a Alinyà, sumant totes les energies, és d'unes 300.076.353,43 kcal/any. Veiem que:

$$\frac{2.531.973.205 kcal/any}{342.171.745,6 kcal/any} = 7,4$$

La FIP produeix 7,4 vegades més biomassa de la que necessiten els nuclis seleccionats en el nostre abast d'estudi. Per tant, podem afirmar que la Vall d'Alinyà produeix biomassa suficient com per proveir les necessitats de calefacció i ACS dels nuclis seleccionats i, a més a més, en resta gran quantitat que es pot comercialitzar a altres indrets.

4.5 BALANÇ DE CO₂ DE LA PRODUCCIÓ I DISTRIBUCIÓ D'ESTELLA

Al capítol I s'explica tot el procediment que porta a terme FIP a la Vall d'Alinyà per gestionar la biomassa i transformar-la en estella.

En aquest apartat, es realitzarà un balanç de CO₂, de tota la maquinària emprada en tot el procés des de que es fa el desembosc fins que es porta al punt de consum un cop tractada la fusta i processada en estella.

4.5.1 Desembosc

Primerament, es realitza la tallada, que engloba l'abatiment, d'esbrancament i d'espuntament que es realitza amb serra mecànica a peu d'arbre, tal i com s'observa en la Figura 51. També es realitza aquesta etapa del procés conjuntament amb una processadora, màquina que talla l'arbre, el desbranca, despunta i apila.



Figura 51: Tallada de l'arbre amb serra mecànica. Font: Gafib-CTFC



Figura 52: Maquina processadora. Font: Gafib-CTFC

El desembosc es realitza pel mètode del tronc sencer. El tronc, després de ser abatut i desbranchat, és extret del bosc fins a un punt de reunió, carregador o pista, accessible pel vehicle que a continuació haurà de fer el transport per carretera.

Per realitzar el desembosc s'utilitzen, segons les condicions del terreny, animals o un tractor agrícola. En el cas d'Alinyà s'utilitza el tractor agrícola.

Aquest tractor amb cabrestant s'utilitza sobretot pel desembosc de la fusta pendent amunt, ja que és més fàcil estirar el cable manualment pendent avall. La polivalència d'aquest vehicle, basada en la possibilitat d'acoblar-hi eines forestals i agrícoles, ha permès que se n'hagi estès l'ús, tot i estar poc adaptat al medi forestal.



Figura 53: Tractor agrícola amb cabrestant. Font: Gafib-CTFC



Figura 54: Skidder. Font: Gafib-CTFC

L'ús del tractor agrícola està condicionat principalment per la distribució de pesos (limitacions en pendents elevades), les adaptacions de seguretat que s'han incorporat al tractor per poder treballar en terrenys forestals (reforços, proteccions, etc), menor capacitat de càrrega i menor mobilitat en comparació amb els tractors

forestals. Es pot complementar el tractor amb el *Skidder*, és una màquina similar que també té la funció d'arrossegament. (Ambrosio YT, et al., 2009).

L'autocarregador (Figura 55), és un tractor amb remolc i grua. Està adaptat a usos forestals, ja que s'utilitzen per carregar la fusta, i alguns models porten adaptacions perquè el remolc augmenti la seva mida i comprimeixi la biomassa bruta. D'aquesta manera es pretén evitar la baixa densitat de biomassa bruta, és a dir, portar més tones de biomassa per trajecte. Degut a la reducció de trajectes permet reduir els costos d'extracció.

En el cas d'Alinyà, aquest equip s'utilitza per transportar arbres a la zona de reunió. Aquesta zona de reunió és on s'apilen tots els troncs d'arbre desbrancats. Es troba a prop de la zona on s'han extret els arbres. Es deixa l'aplec una temporada a l'aire lliure perquè es redueixi la seva quantitat d'humitat i, d'aquesta manera, augmentar el seu poder calorífic. Posteriorment es transporta cap al pati on es realitza el procés d'estellat.



Figura 55: Autocarregador. Font: Gafib-CTF

4.5.2 Estellat

El procés d'estellat pot realitzar-se en diversos llocs. En el mateix lloc d'extracció de la biomassa (utilitzant maquinària mòbil), o bé, portant la biomassa a plantes industrials on s'estella amb màquines fixes.

En el nostre cas es realitza l'estellat a la mateixa zona forestal, en una gravera ubicada a Alinyà. La distància varia en funció de la distància entre la gravera i les zones d'extracció, que van variant. Quan es va realitzar el treball de camp, es va observar que la zona d'extracció es trobava entre 3-5 Km de la gravera. Es diferencien llocs diferents a la pista de la gravera a Alinyà degut principalment al pendent i les característiques del relleu.

Però cal comentar que també és possible realitzar l'estellat en la mateixa pista (forestal) d'extracció, sense tenir que desplaçar-se al pati. D'aquesta manera no es necessita cap emmagatzematge intermediari, però és més complicat realitzar la maniobra, ja que es requereix bon accés a la xarxa viària i poc pendent, i en el cas d'estudi, no es compleixen aquestes característiques. Per això es realitza un estellat al pati (gravera), on es poden utilitzar estelladores més eficients i robustes (amb més productivitat). Això fa que el cost d'estellament sigui més baix. També permet dosificar en certa manera el procés d'aprovisionament i s'estableix una millora de condicions de control de la qualitat d'estella.

En qualsevol cas, el procés d'adequació sol implicar assecar de forma natural la llenya. D'aquesta manera permet reduir la humitat i poder augmentar el poder calorífic del residu. Un cop estellat, es deixa reposar perquè torni a baixar la humitat fins a unes condicions òptimes de 30% d'humitat. També es pot fer l'estellat amb fusta verda (acabada de tallar), que genera una facilitació de l'estellat però un desgast de les ganivetes de l'estelladora. A més a més, genera la possible presència de fullam.



Figura 56: Estelladora semi-fixa. Font: Gafib-CTFC.

En canvi amb llenya assecada, com passa en el cas d'Alinyà, són més difícils d'estellar ja que la fusta és més dura i, per tant, hi ha un desgast major de les ganivetes però genera menys quantitat de fullam. A més es produeixen estelles de major qualitat realitzant un estellat en sec que en humit.

Les màquines estelladores (Figura 56) estan dissenyades per tractar materials tous, generalment arbres, fusta o productes de fusta sense estar compostos per elements durs. Redueixen la matèria sòlida a partícules mitjançant un mecanisme de tall. Són màquines d'aplicació exclusivament forestal.



L'estelladora proporciona la màxima qualitat d'estella. És la màquina de tractament de biomassa que aporta un major valor afegit. Són més eficients que les pre-trituradores i trituradores, ja que tenen un menor consum i potència, encara que tenen un rendiment baix. El seu principal inconvenient és que tenen poca tolerància a pedres o objectes metàl·lics, que poden acompanyar la biomassa, i produir-els-hi greus avaries.

Figura 57: Estella. Font: Gafib-CTFC. (Ambrosio YT, et al. 2009).

4.5.3 Transport

El transport és un factor important en el procés de producció d'estella, ja que és un factor que provoca l'abaratiment o la pujada dels preus de la tona d'estella. També influeixen en els preus d'estella altres factors com l'existència de fusta "oportunist" que prové d'incendis, etc, i fa baixar els preus. Però en general, el transport és un factor a tindre en compte.



El transport dels troncs des de la zona d'extracció on es troba l'aplegament, fins al pati on es realitza l'estellat, es realitza amb camions forestals de tres eixos amb grua i tracció tot terreny.

Figura 58: Camió de 3 eixos. Font: CODINA M, 2011.



En canvi, per transportar l'estella als punts de consum s'utilitzen camions amb caixa tancada (Figura 59). Aquests poden carregar contenidors que han sigut prèviament omplerts d'estella (redueix els costos de transport i evita carregar estella des del terra).

Figura 59: Camió de caixa tancada. Font: CODINA M, 2011.

La principal diferència operativa entre els sistemes és el lloc on s'estella (pista o pati) i el transport (material sencer o estellat). La xarxa viària d'Alinyà presenta forces pistes amb un elevat pendent. Aquest factor pot condicionar

l'ús d'alguns equips en pista, afavorint l'estellat al pati. No obstant, a les zones on el pendent i amplada de les pistes no és limitant, es podria plantejar l'estellat a peu de pista. La determinació del sistema més idoni en concret per cada zona requeriria un pla d'aprofitament més detallat que escapa dels objectius del present treball. (Pla estratègic d'aprofitament energètic dels boscos del Pallars Sobirà).

4.5.4 Balanç global CO₂

En aquest punt es realitza una petita auditoria del consum i emissions que generen les diferents eines abans esmentades. Les dades d'hores de funcionament de cada maquinària estan extretes de la FIP, ja que tenen calculades les hores que es requereixen per abastir una tona. Com que l'any passat es van extreure 833,33 t₃₀, podem saber les hores que es van necessitar aquestes màquines.

Aquestes dades facilitades per FIP, són les següents:

- Serra mecànica: 3 t₃₀/h
- Processadora: 12 t₃₀/h
- Tractor agrícola 2,88 t₃₀/h
- *Skidder*: 2,98 t₃₀/h
- Autocarregador: 9,3 t₃₀/h

Taula 17: Inventari de maquinària emprada pel desembosc i estellat. Font: Elaboració pròpia

Maquinària	Potència maquina (kW)	Funcionament a l'any (h)	Consum a l'any (kWh)	TCO ₂
Serra mecànica	2,06	362	746	0,369
Processadora	125	69	8625	4,269
Tractor Agrícola	68	294,46	20023,28	9,911
Skidder	163	279,63	45579,69	22,561
Autocarregador	108	89,60	9676,80	4,790
Estelladora semi-fixa	350	55,55	19442,5	9,624
			TOTAL	51,526

A la Taula 17, observem com les maquinàries per arrossegat els arbres, tant el tractor agrícola com l'*Skidder*, són les eines que més consumeixen, i, en conseqüència, que més emissions de CO₂ generen.

Cal remarcar, el paper de l'estelladora. Encara que s'utilitza poques hores a l'any és l'aparell que més potència té. De fet, s'utilitza molt menys que el tractor agrícola i pràcticament generen les mateixes emissions al cap de l'any.

Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció d'energia calorífica

Per realitzar els consums dels diferents sistemes de transport, s'ha tingut en compte la distància recorreguda. Des de la zona d'extracció fins al pati, es va calcular al treball de camp que hi havia uns 3 Km. En canvi des del pati fins a Alinyà, que seria el punt de consum, es van calcular uns 4 Km, aproximadament.

Per saber el nº de trajectes totals (distància recorreguda total), s'ha calculat a partir de la capacitat que poden transportar aquests tipus de camions i tenint en compte que l'any passat es van transportar 833,33 tones.

Taula 18: Inventari del consum dels medis de transport. Font: Elaboració pròpia.

Transport	Consum (l/100Km)	Distancia recorreguda (km)	Consum a l'any (l)	TCO ₂
Camió TT de fusta de 2 o 3 eixos	45	250	87,50	0,205
Camió de caixa tancada basculant de capacitat de 30 m³	35	333,33	116,66	0,274
			TOTAL	0,538

A la Taula 18, es pot observar com pràcticament tots dos sistemes de transport tant d'arbres (camió 2 o 3 eixos), com d'estella (camió caixa tancada), generen una quantitat d'emissions de CO₂ semblants.

La quantitat de TCO₂ equivalents emeses en tot el procés de producció i distribució d'estella l'any 2011 ha sigut de: **52,06 TCO₂ eq.**

Per acabar l'anàlisi de CO₂ comparem les TCO₂ que s'emeten actualment amb energies convencionals amb les TCO₂ que s'emetria si s'utilitzessin calderes de biomassa per cobrir les necessitats energètiques de la població d'estudi.

$$\begin{aligned} & \frac{52,06 \text{ TCO}_2}{833,33 \text{ T Biomassa}} \times \frac{1 \text{ T}_{30} \text{ biomassa}}{3533 \text{ kWh}} \times \frac{1 \text{ kWh}}{860,4 \text{ kcal}} \\ & = 2,055148024 \times 10^{-8} \text{ TCO}_2 / \text{kcal de biomassa} \\ & = \mathbf{20,55 \text{ gCO}_2 / \text{kcal de biomassa}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 2,055148024 \times 10^{-8} \text{ TCO}_2 / \text{kcal de biomassa} * 342.171.745,6 \text{ kcal/any} = \\ & = \mathbf{7,032 \text{ TCO}_2} \end{aligned}$$

En aquests càlculs es pot observar que si al poble d'Alinyà s'utilitzessin calderes de biomassa, amb biomassa extreta de la pròpia vall, s'emetrien anualment un total de 7,032 TCO₂. En canvi, amb les energies actuals (convencionals) s'emeten a l'any un total de 79,17 TCO₂. Com es pot veure, la diferència d'emissions entre les dues energies és molt important, de fet, si es canviés el sistema energètic actual per biomassa es reduirien 11,3 vegades les emissions de CO₂. És a dir, es reduirien en un 91,11%.

4.6 POSSIBLES ESCENARIS D'APROFITAMENT ENERGÈTIC DE BIOMASSA FORESTAL

Els sistemes de calefacció amb biomassa presenten tecnologies i estructures d'alimentació de combustible diferents en funció de la mida de la instal·lació o del nombre d'usuaris als quals cal subministrar calor.

4.6.1 Escenari I: Calderes petites i mitjanes

Les calderes petites (Figura 60) presenten una potència de fins a 40 kW i són més cares que les estufes normals perquè són tecnològicament més complexes i, a més a més, actualment la demanda n'és inferior.

L'alimentació de la caldera pot ser manual (dipositant directament el combustible a la tremuja) o bé de forma mecànica (utilitzant un sistema automàtic similar al de les calderes més grans).

El rang de rendiments de les calderes que hi ha al mercat està comprès entre el 80% i el 92% (ICAEN, 2011).

No obstant això, calderes mitjanes (Figura 61) (50-500 kW) estan dissenyades per subministrar calefacció i ACS a un edifici, que pot ser d'habitatges, oficines, hotel, etc.

En aquest tipus de calderes (a partir dels 70 kW), hi ha una sèrie d'obligacions tècniques i de qualitat de serveis, que cal tenir en compte a l'hora de dissenyar la sala de calderes. A més quan es treballa amb aquests rangs de potència, és obligatori que un professional certifiqui que la instal·lació funciona correctament



Figura 60: Caldera petita
Font: IDAE



Figura 61: Caldera mitjana
Font: IDAE

La tecnologia emprada és, normalment, la graella (fixa o en cascada) o l'alimentació inferior, que permet obtenir rendiments alts (superiors al 85%) amb un manteniment baix.

Aquestes calderes utilitzen diferents combustibles:

- Subproductes llenya (estelles i trossos de llenya).
- Biomassa densificada (pèl·lets).
- Residus agrícoles (pinyols d'oliva, closques d'ametlla, etc.).

El sistema d'emmagatzematge utilitzat normalment és tipus sitja, si aquest es troba a l'interior de l'edificació, encara que també poden situar-se en un habitacle a l'exterior, que fa la funció de dipòsit.

Aquests sistemes de calefacció necessiten també d'un subministrador de biomassa que lliuri el combustible de forma periòdica. El magatzem ha de tenir espai suficient per emmagatzemar, com a mínim, el combustible necessari per una o dues setmanes.

Els beneficis d'aquests sistemes en l'edificació són diversos, entre ells el menor preu de l'energia lliurada, la reducció dels sorolls, i la millora del medi ambient local.

La seva instal·lació és altament recomanable en edificacions amb alt consum de calefacció i ACS, com són els edificis d'habitatges, hotels, etc, on la seva rendibilitat és alta (ICAEN, 2011).

4.6.2 Escenari II: Generació de calor mitjançant plantes *District Heating*

Les plantes tipus *District Heating* (calefacció distribuïda) presenten una potència instal·lada superior a 500 kW, sent els valors normals entre 600 i 2.500 kW. Aquests sistemes poden proveir de calefacció i ACS a habitatges unifamiliars i diversos edificis, un barri i, fins i tot, a poblacions completes (ICAEN, 2011).

A Europa, s'han desenvolupat sistemes d'aquest tipus en països del centre i nord principalment. La biomassa utilitzada per aquests sistemes arriba principalment d'aprofitaments forestals, encara que també hi ha projectes demostratius amb residus agrícoles.

A Espanya existeix com a exemple d'instal·lació de demostració el *District Heating* de Cuéllar (Segòvia), de 4,5 milions de kcal/h. L'estructura d'un sistema *District Heating* amb biomassa es divideix en tres parts diferenciades:

- Subministrament de la biomassa.
- Planta de generació d'energia.
- Xarxa de distribució i subministrament de calefacció als usuaris.



Figura 62: Caldera de biomassa per *District Heating* (850 kW).
Font: IDAE

El subministrament de la biomassa normalment es realitza per un o diversos proveïdors independents de la planta, que són responsables de lliurar el combustible en les condicions adequades. En altres ocasions, la biomassa prové de muntanyes municipals, on la participació de l'Ajuntament garanteix d'alguna manera el correcte funcionament del sistema.

Aquestes calderes són les més grans considerant exclusivament les calderes per generació de calor en edificis i habitatges. Normalment la caldera és de graella (fixa, mòbil o en cascada) per ser una tecnologia senzilla en la seva instal·lació, així com en operació i manteniment.

En general, la producció i distribució de calor la realitza una empresa especialitzada, que és, a més, l'encarregada de mesurar la biomassa lliurada en l'emmagatzematge i l'energia subministrada als usuaris. Respecte al personal dedicat a la seva gestió, exclouent les tasques de manteniment (un cop l'any en temporada d'estiu), pot reduir-se a una o dues persones, que realitzen principalment tasques de supervisió i coordinació.

La calor es distribueix mitjançant un sistema de conductes soterrats, que permeten conduir l'aigua calenta diversos centenars de metres i, fins i tot, alguns kilòmetres. La calor generada a la caldera circula pel circuit primari intercanviant calor amb els circuits secundaris situats a les edificacions o habitatges dels usuaris, aportant calefacció i ACS. Els intercanviadors (normalment de plaques) poden estar ubicats a la planta, si els receptors estan prou a prop, o bé es situen en la connexió dels usuaris. El control de l'energia consumida es realitza mitjançant un comptador d'energia situat al intercanviador.



Figura 63: Supervisió del sistema (detall d'habitatge).
Font: IDAE

A més a més, les temperatures de l'aigua en cada zona de l'edifici o habitatge es monitoritza per optimitzar l'ús de l'energia i el sistema de control regula el subministrament de tots usuaris, permetent tenir la informació en temps real. Aquesta supervisió permet detectar fuites en la distribució o errades en la instrumentació.

4.7 COSTOS D'INVERSIÓ

Els costos d'inversió varien entre els 150 €/kW i els 1.000€/kW, segons la necessitat del tipus de caldera. Un 50% de la inversió estarà representat per l'equip i la resta per despeses d'instal·lació, muntatge, permisos, etc. Una caldera de fins 40kW de potència pot cobrir les necessitats de calefacció i ACS d'habitatges unifamiliars o edificis petits, mentre que un sistema *District Heating* necessita entre uns 500 i 2000 kW (FIGURA 64) (BARAS E, et al., 2010).

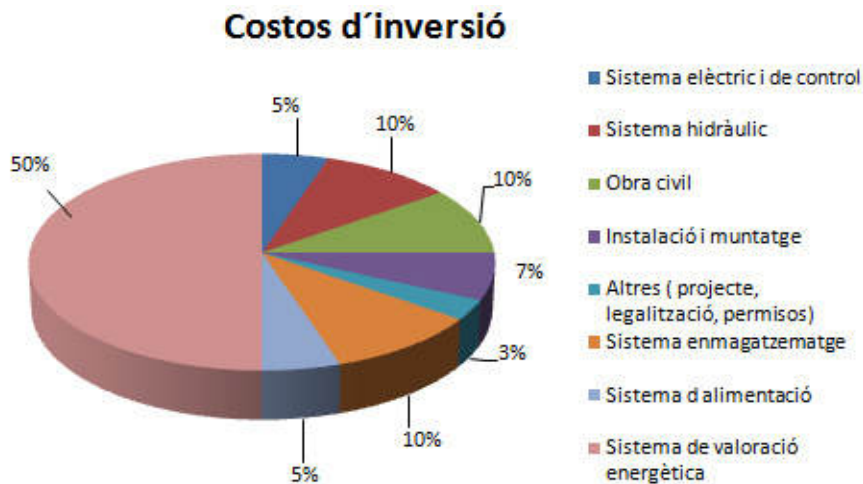


FIGURA 64: Costos d'inversió de una caldera de biomassa. Font : BARAS, et al., 2010.

4.8 NORMATIVA TÈCNICA

La normativa tècnica específica de biomassa no és molt extensa i, sobretot a Espanya, es fan poques referències a aquest combustible (IDAE, et al., 2011).

Combustible:

Norma UNE 164001 EX. Biocombustibles sòlids. Mètode per la determinació del poder calorífic superior i inferior d'una mostra de biomassa per a usos tèrmics. Font: GENCAT

Encara que aquesta norma té com a fi guiar els tècnics de laboratori en els processos de verificació del poder calorífic superior i inferior d'una mostra de biocombustible, s'ha de considerar com un referent pels diferents agents del sector de la biomassa (laboratoris, productors, distribuïdors, usuaris, etc.).

Equips i instal·lacions:

• Reglament d'aparells a pressió (RAP)

El RAP i les seves instruccions tècniques complementàries estableixen les prescripcions, inspeccions tècniques i assajos dels aparells destinats a la producció, emmagatzematge, transport i utilització de fluids a pressió. Al mateix no es fa menció específica a mesures concretes pels equips de biomassa i les instal·lacions que els incorporen. Aquestes han de complir el indicat per combustibles sòlids (biomassa), líquids (biocarburants) o gasosos pel biogàs.

Pels projectes de biomassa són d'especial interès les següents instruccions:

TC-MIE-AP1: Calderes, Economitzadors, preescalfadors, Sobrecalentadors i Reescalfadors.

ITC-MIE-AP2: Canonades per a fluids relatius a calderes.

ITC-MIE-AP11: Aparells destinats a escalfar o acumular aigua calenta fabricats en sèrie.

ITC-MIE-AP12: Calderes d'aigua calenta.

ITC-MIE-AP13: Intercanviadors de calor.

• **Reglaments d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis (RITE)**

Aquest reglament estableix les condicions que han de complir les instal·lacions tèrmiques en els edificis, destinades a atendre la demanda de benestar tèrmic i higiene a través de les instal·lacions de calefacció, climatització i , a fi d'aconseguir un ús racional de l'energia que consumeixen. Aquest reglament no fa menció específica a les instal·lacions que utilitzen biomassa com a combustible, tot i que actualment s'està treballant en una revisió del reglament en què hi ha articles que influiran en els projectes de biomassa.

S'indiquen algunes propostes de l'esborrany de reglament:

- El titular de la instal·lació ha de subministrar a l'empresa subministradora del combustible un certificat d'aquesta registrat a l'òrgan competent de la Comunitat Autònoma per formalitzar el contracte.
- Entre les exigències tècniques de les instal·lacions tèrmiques s'inclou la utilització d'energies renovables i residuals, indicant que els projectes valoraran les possibilitats d'aprofitar aquestes energies.
- Per piscines cobertes l'escalfament de l'aigua s'obtindrà amb fonts d'energia renovable, cobrint aquesta almenys el 70% de la demanda.

• UNE-EN 303-5 Calderes de calefacció: calderes especials per combustibles sòlids, de càrrega manual i automàtica i potència útil nominal de fins a 300 kW.

• UNE 124-002 Especificacions tècniques i assajos d'estufes per ús domèstic que consumeixen combustibles sòlids.

• UNE 123-001 Càlcul i disseny de xemeneies.

• UNE 9-006-92 Calderes: llars per calderes.

• UNE-EN 13229 Aparells inseribles, inclosos les llars oberts, que utilitzen combustibles sòlids. Requisits i mètodes d'assaig.

• A 12809 Calderes domèstiques independents que utilitzen combustible sòlid. Potència tèrmica nominal inferior o igual a 50 kW. Requisits i mètodes d'assaig.

• UNE 9-017-92 Disseny de calderes. Característiques dels combustibles sòlids d'origen no fòssil.

• UNE 9-107-86 Conductes per calderes.

- UNE 9-205-87 Calderes. Càlculs relatius a la combustió.

4.9 ANÀLISIS DE L'APLICACIÓ DE LA BIOMASSA A ALINYÀ

En aquest apartat analitzem els dos escenaris presentats anteriorment: Calderes mitjanes i petites d'ús individual i la xarxa de calor *District Heating*, pel nostre nucli seleccionat i, així poder concloure, quin dels dos escenaris és més adequat segons les seves característiques.

4.9.1 Escenari I: Calderes petites i mitjanes

Avanç de començar l'anàlisi hem vist oportú descriure les característiques generals que té un habitatge "tipus" de la nostra zona d'estudi. Així podem fer-nos una idea de les seves característiques generals i de quina classe d'edificis i cases estem treballant.

4.9.2 Model de casa tipus d'Alinyà

Segons les enquestes realitzades al nucli poblacional, hem pogut determinar com seria una casa "tipus", un habitatge representatiu de la zona estudiada.

Podríem dir que aquest habitatge tindria uns 140m², amb 3 habitacions més el menjador i la cuina. Utilitzaria com energia per escalfar la casa la llenya i com energia per ACS (), gasoil.

L'ús que es faria de les energies seria intensiu (>8hs), ja que el hivern, a més de ser molt llarg (de novembre a abril aproximadament), s'arriba a unes temperatures molt baixes.

Hi viurien unes 2 persones durant tot l'any, en aquest habitatge, amb un augment durant el període de vacances. Segons les nostres enquestes el 80% d'enquestats tenen a Alinyà la primera residència i el 20% de segona. Tot i això, creiem que la segona residència és més del 20%, ja que al realitzar les enquestes al hivern, fora del període de vacances, no hem pogut enquestar a moltes persones que en ferien tal ús i, per tant, potser aquest resultat no és del tot representatiu.

La demanda energètica d'aquest habitatge seria d'unes 6 Tep/any (tones equivalents de petroli) o de 10,19 kWh, emetent unes 18,4 TCO₂/any (Tones de CO₂)(Annex IV).

Així la nostre casa tipus la podem resumir a la següent Taula 19:

Taula 19: Característiques d'una casa tipus d'Alinyà.

Font: elaboració pròpia.

CASA TIPUS	
m²	140
Persones per habitatge	2
Número habitacions (+ menjador i cuina)	4
Ús de l'energia	>8h
Dies que es fa servir l'habitatge	365 dies (1r residència)
Energies utilitzades	Llenya i gasoil
Tep/any demandats	6
TCO₂ emeses	18,4
kWh	10,19

4.9.2.1 Avaluació econòmica

La caldera individual genera un estalvi econòmic important, ja que el combustible del qual s'alimenten les calderes de biomassa és més econòmic que els combustibles convencionals (gasoil, gas canalitzat, etc.). Per exemple 2,9 kg d'estella de fusta, proporcionen la mateixa energia que 1L de gasoil. D'altra banda l'estella presenta un alt poder calorífic que proporciona a la caldera un rendiment calorífic proper al 100%, i aquest alt rendiment es tradueix directament en estalvi de combustible.

Com que 1 litre de gasoil costa aproximadament 1 € i 2,9 kg d'estella al 30% d'humitat costen 0,12 € (donat que, d'acord amb l'entrevista realitzada a Ignasi Amat [Annex II], una tona val 40 €), el diferencial és tant gran que ronda un ordre de magnitud. Per tant es possible l'amortització perquè hi ha un diferencial de preu important.

4.9.2.2 Avaluació ambiental

Des del punt de vista ambiental, la caldera individual genera nombrosos avantatges, entre els quals destaquem:

- És una energia neta, ja que emeten CO₂ neutre, ja que prové d'un combustible renovable.
- És autòctona, emprant recursos procedents de l'entorn en el qual es consumeix.
- En la combustió de la biomassa no es produeixen emissions d'òxids de sofre (SO_x) ni de nitrogen (NO_x) (pluja àcida), ni tot just partícules sòlides. Com que una part de la biomassa procedeix de residus que és necessari eliminar, el seu aprofitament energètic suposa convertir un residu en un recurs.

- Millora de les masses forestals amb densitat excessiva, més i millor creixement, més benefici econòmic a la llarga.
- Millora del potencial lúdic de les masses forestals.
- Comptabilització amb les operacions de prevenció d'incendis.
- És una energia segura: ja que la biomassa, a diferència del gas, no pot explotar.

4.9.3 Escenari II: *District Heating*

L'objectiu principal del present estudi era l'avaluació de les possibilitats d'instal·lar una caldera de biomassa comunitària, o *District Heating*, a la vall d'Alinyà. Avancem aquesta avaluació dient que l'opció de caldera comunitària o *District Heating* es veu impossibilitada des de diferents punts de vista que seguidament anirem explicant. Donades aquestes circumstàncies, evitem extendre'ns sobre aquest model i ens centrem en les raons que el fan inviable.

4.9.3.1 Punt de vista tècnic. Model de caldera adient

La població de la vall és escassa i dispersa, molt sovint en masos aïllats. Tot això feria necessària la instal·lació d'una immensa xarxa de distribució que, a pesar de tenir poques pèrdues de calor (1°C per Km), requeriria molta energia per fer circular l'aigua.

A més a més, les canonades haurien d'estar enterrades per minimitzar les pèrdues de calor i no patir danys, i per això seria necessari excavar franges molt llargues que passarien per zones de difícil accessibilitat, fins i tot encara que només es fes el *District Heating* a Alinyà.

Les calderes han de funcionar a una potència mínima del 30%, per tal que no pateixin danys i no perdin rendiment. Al tractar-se d'una població petita, caldria també una caldera prou petita com per satisfer les demandes de tant poca població sense deixar de ser eficient. Les calderes que s'utilitzen per fer *District Heating* tenen, normalment, una potència de més de 500kw, mentre que Alinyà consumeix una potència mitjana de 40 kw, i per tant, no es supera el 30% de potència consumida. En cas que ens centréssim en només l'hivern, considerant que la majoria de calderes per vivendes unifamiliars oscil·len al voltant dels 20 o 30 kw, caldrien, com a mínim, 5 vivendes disposades a instal·lar aquest sistema per tal que funcionés al 30 % de la seva potència (8 si les calderes tenen 20kw de potència). Alinyà sí consta de més de 5 vivendes que podrien instal·lar aquest sistema, però degut a que no tots els veïns s'hi avindrien, menys a fer-lo servir al mateix temps, i que durant els mesos d'estiu la demanda només seria deguda a l'aigua calenta, la potència demandada encara seria més baixa.

A més a més, no s'utilitza el 100% de la potència de les calderes, es a dir, les calderes familiars de 30 kw no acostumen a funcionar al 100% de la potència.

Segons càlculs propis (veure annex) la potència mitja consumida oscil·la entre 5.52 i 10.19 kw per hivern depenent de la situació geogràfica. Per tant, caldrien encara més vivendes disposades a funcionar amb biomassa.

Tot i això hi ha calderes més petites i adaptades a les necessitats d'un poble com Alinyà. Herz és una marca de solvència contrastada i hi ha diferents exemples de models adients. Per exemple les de la gama Herz Biomatic (Imatge X), totalment automatitzades, poden utilitzar estella i amb diferents potències per adaptar-se al nostre nucli poblacional (Alinyà). Aquest seria el model de caldera comunitària escollit per Alinyà (Figura 65).



Figura 65: Herz Biomatic. Font: www.termosun.com

Un altre problema és que el sistema tarda en posar-se en marxa perquè cal que circuli l'aigua per tota la xarxa de distribució i que la caldera es posi en funcionament a la potència necessària. Per poder tenir calor de forma més ràpida i no sotmetre la màquina a estrés, com hem explicat als antecedents, es pot utilitzar un o més acumuladors. Però ni tant sols això ajudaria a que les cases s'escalfessin abans donada la llargada de la instal·lació de canonades, que, només en el cas d'Alinyà ja haurien de fer uns 200 metres (càlcul propi mitjançant mapa a escala).

4.9.3.2 Localització de la caldera col·lectiva

La millor localització, per raons tècniques i d'accessibilitat logística, seria el descampat que hi ha davant del hotel-restaurant (Alinyà) (Latitud: 42.180567; Longitud: 1.424427). Desconeixem qui és el propietari d'aquesta parcel·la ni quin ús concret té actualment.

Les avantatges tècniques de la nostra selecció són, que el carrer que passa per darrera està considerablement més elevat i permetria descarregar la biomassa des de dalt, estalviant els costos de fer-la pujar fins a dalt de la sitja o dipòsit, tal com es fa a Ribes de Freser (Veure antecedents). A més a més, Alinyà és el més poblat dels nuclis de la zona i, per tant, on més beneficiós i lògic és fer un *District Heating*. També és una parcel·la de dimensions suficients per un projecte semblant al de Ribes de Freser.

Des d'un punt de vista logístic, aquesta parcel·la es troba molt a prop de la carretera L-401 i té espai de sobres per maniobrar els camions, com es pot veure a la Figura 66 i Figura 67.

Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció d'energia calorífica



Figura 66: Parcel·la on es proposa la instal·lació de la caldera de biomassa comunitària. Font. Google maps.



Figura 67: Possible ubicació de la caldera de biomassa. Font: Google maps

4.9.3.3 Avaluació econòmica

L'elevat cost d'un *District Heating* és el principal factor que impossibilita la seva aplicació en un espai rural de petites dimensions i població, com és Alinyà.

D'acord amb fonts consultades, la instal·lació d'un *District Heating* costaria més d'un milió i mig d'euros (sense IVA) o fins a 3 milions com és el cas de Ribes de Freser. A pesar de que la caldera podria ser relativament més petita, una gran

part dels costos són deguts a les instal·lacions necessàries per distribuir la calor (emmagatzemar, transportar i bombejar l'aigua), i per tant podem extrapolar aquests costos a la nostra zona d'estudi (sempre que féssim una obra similar).

El model de caldera que hem considerat que s'adapta a les condicions d'Alinyà és la Herz Biomatic, un model de caldera mitjana que normalment s'utilitzaria en locals de negocis i similars. Aquesta té uns preus que varien entre 35.000€ per les menys potents i 60.000€ les que més (Taula 20). Aquest no seria l'origen dels problemes econòmics, doncs una caldera d'aquesta mena, inclús dues (una de més petita), seria econòmicament factible per la població d'Alinyà.

Taula 20: Preus de la caldera en funció de la potència. Font:Elaboració pròpia.

Herz Biomatic					
Comercial	200 kW	250 kW	300 kW	350 kW	500 kW
Iberpellet [11]	35.000€	45.000€	49.000€	54.000€	60.000€

Els preus de les canonades amb les que es transporta l'aigua calenta són molt elevats. D'acord amb dades consultades a l'empresa REHAU, S.A. (a la seva web www.rehau.es) i l'entrevista a Francesc Vardera (tècnic de Ribes de Freser), el cost mitjà de compra i instal·lació de les canonades, depenent del model escollit, seria al voltant dels 200 Euros per metre instal·lat. Aquest preu depèn sempre de les característiques del traçat i de la quantitat d'altres components (juntures, colzes, etc) que fessin falta i que també tenen un cost elevat.

Només tenint en compte el cost de les canonades, ja es pot percebre l'impossibilitat del projecte: En el cas que només es volgués abastir Alinyà, per fer passar una canonada pel carrer del mig del poble ja ferien falta 200 metres de canonada que sortien a uns 40.000 Euros en total per tant sols 20 persones (2.000 euros per habitant). Si es volgués abastir també les Sorts i Lloberes el cost augmentaria molt més. Per tant, encara que hi hagués un model de caldera prou petit i assequible que es pogués usar com a comunitària, les instal·lacions necessàries per distribuir la xarxa de calor ja són massa cares i ens impossibiliten el projecte.

4.9.3.4 Avaluació ambiental

Des d'un punt de vista ambiental és més factible. El projecte té evidents avantatges respecte dels models convencionals. Aquestes avantatges serien anàlogues a les de la caldera individual. Però tindria desavantatges ambientals respecte d'aquesta, ja que, al haver de realitzar una instal·lació molt més gran, obligaria a fer servir més materials, i la seva instal·lació implicaria un major impacte ambiental.

Els avantatges que aquest sistema tindria sobre les calderes individuals desapareixen en tractar-se d'una població tant dispersa.

4.9.4 Avaluació social d'ambdues calderes

La majoria famílies que viuen a Alinyà, està representada per 2 integrants d'avançada edat (60 anys aproximadament), on els fills, per raons de personals o per motius laborals, viuen fora de la zona d'estudi. El nivell socioeconòmic estimat és de classe mitjana, ja que la majoria són jubilats.

Donat que la població estudiada és d'edat avançada, no té interès en fer inversions importants com aquestes i menys per un servei que, sovint, ja obtenen de forma gratuïta mitjançant llars de foc (foc a terra) o estufes on cremen la llenya que obtenen, normalment, de forma gratuïta.

Els que sí estaven disposats a canviar el seu sistema de calefacció, eren els restaurants i hotels amb la instal·lació de calderes mitjanes, ja que en tenir una despesa molt elevada en les seves factures i, per tant, estaven disposats a realitzar una inversió inicial, per tal de reduir la seva despesa en energia.

La proposta d'un projecte de *District Heating* (caldera comunitària) presenta diverses limitacions de gestió social, ja que perquè es pugui realitzar aquest projecte es necessita el consens poblacional d'un nombre mínim de veïns, disposats a realitzar una inversió inicial i, a més, no es coneix cap figura legal que pugui gestionar una instal·lació d'aquestes característiques excepte el propi ajuntament.

Si l'Ajuntament desenvolupés el *District Heating*, possiblement els costos acabarien sent sufragats per tota la població del municipi de Fígols i Alinyà, que s'hi oposaria més que justificadament.

Un altre problema social que té la proposta de *District Heating* és que al ser un bé comú la gent en feria un ús més intensiu (Tragèdia dels bens comuns[1]), amb els seus conseqüents impactes ambientals i conflictes sobre com distribuir els costos de la instal·lació donat que no tothom en feria un ús d'igual intensitat.

4.10 COMPARACIÓ D'ESCENARIS

A continuació, per acabar amb la nostra avaluació, hem elaborat una taula comparativa dels dos escenaris plantejats anteriorment (Calderes mitjanes i petites, i *District Heating*) i, a més a més, les energies convencionals que s'utilitzen actualment a la nostra zona d'estudi.

		Punt de vista Tècnic	Punt de vista Econòmic	Punt de vista Ambiental	Punt de vista Social
Energia Convencional	Avantatges	Infraestructura i mercat desenvolupat. Fàcil accés i comercialització del combustible. Ocupa menys espai la caldera i emmagatzematge del combustible. Engegat ràpid. Té un PCI alt. No cal acumulador. *Avantatges ídem caldera individual	Instal·lació més econòmica o ja existent. Manteniment més barat.	CAP	Comoditat, fàcil d'obtenir. Més garanties de subministrament, de calor, etc. La població està més informada i hi té més confiança.
	Desavantatges	Alta dependència del mercat exterior de combustible fòssil. Futur incert del preu/subministrament.	Els costos no repercuteixen en l'economia local, o sigui en la global. Costos de funcionament menors. Combustibles carregats d'impostos que inflen el preu. Esgotament del recurs. Projectió de preus a l'alça.	Emissions de CO ₂ , NO _x , SO _x , partícules en suspensió, etc. Sempre superiors a les de la biomassa. Sistemes d'extracció, transport i transformació gens respectuosos amb el medi ambient. Grans impactes a nivell local i global (Canvi climàtic).	Pensament ecologista creixent. Conflictes locals i internacionals per l'accés la recurs. Pressió dels <i>lobys</i> petrolers.
		No cal una xarxa de calor comunitària. Es pot utilitzar la xarxa de canonades existent a	Inversió inicial per càpita inferior al de <i>District Heating</i> . Costos de	Menys emissions de CO ₂ que no l'energia convencional. Instal·lacions petites	No existeix cap conflicte social pels costos. És privat.

Caldera individual	Avantatges	<p>cada llar. Es pot mantenir el sistema convencional. Elevada durabilitat del sistema. Poques pèrdues de calor. Eficiència elevada. No calen grans aportacions d'energia per fer circular l'aigua. Projecte adaptat a les necessitats del consumidor. Potència adaptada a la demanda.</p>	<p>funcionament inferiors als de l'energia convencional. Amortització. Es pot aprofitar la xarxa existent. Els costos repercuteixen en l'economia local. Recurs renovable.</p>	<p>en comparació amb el <i>District Heating</i>. No calen obres al municipi. Efecte positiu indirecte sobre la massa forestal.</p>	<p>Interès de la gent jove (ecologisme i estalvi). Bona percepció social de l'activitat forestal.</p>
	Desavantatges	<p>Localitzacions inadequades. Engelat lent. Cal un acumulador. L'estella té un PCI inferior a combustibles convencionals.</p>	<p>Inversió inicial per càpita superior al de l'energia convencional. Si no hi ha una xarxa de calor a l'habitatge, caldria fer-la.</p>	<p>Cap</p>	<p>Població d'edat avançada. No té interès. Rebuig. Ja utilitzen sistemes semblants més barats (foc a terra, estufes de llenya).</p>
District Heating	Avantatges	<p>Eficiència elevada. Poques pèrdues de calor. Bona localització</p>	<p>Recurs renovable.</p>	<p>Efecte positiu indirecte sobre la massa forestal. Menys emissions de CO₂ que no l'energia convencional.</p>	<p>Comoditat. Bona percepció social de l'activitat forestal.</p>

	Desavantatges	<p>Projecte sobredimensionat. Potència demandada insuficient (min. 30%). Població dispersa, xarxa de distribució massa gran. Necessitat d'obrir franges i fer grans instal·lacions. Engelat lent. Cal un acumulador.</p>	<p>Cost caldera massa gran. Cost instal·lacions comunes (canonades, etc) massa gran. Si no hi ha una xarxa de calor a l'habitatge, caldria fer-la.</p>	<p>Instal·lació molt gran. Gran impacte ambiental.</p>	<p>Població d'edat avançada. No té interès. Rebuig. Ja utilitzen sistemes semblants més barats . Conflicte social per l'elevat cost, de funcionament i d'inversió, i la distribució d'aquests cost. Tragèdia dels bens comuns Molèsties als veïns.</p>
--	---------------	--	--	--	--

Taula 21: Comparació escenaris I, II i energies convencionals Font: Elaboració pròpia

Cal tenir en compte, que els avantatges i desavantatges de cada model es posen en relació al cas concret de Alinyà, en tot cas assimilable, a altres pobles rurals de característiques semblants.

També s'han separat els usos de llenya en llars de foc i estufes per tractar-se d'un producte convencional però de propietats més pròximes a les de la biomassa. Per tant, no es tindran en compte en la següent discussió.

- **Punt de vista tècnic:**
 - **Caldera col·lectiva o *District Heating*.**

Des d'un punt de vista tècnic, un dels punts forts o avantatges de la caldera col·lectiva o *District Heating*, és tenir una durabilitat i eficiència excel·lent en totes les seves parts (també les canonades).

D'altre banda, les calderes individuals, donada la morfologia de les vivendes tradicionals pirinenques, que tenen el pati darrera, dificulten la carrega dels dipòsits d'estella, problema que el *District Heating* no tindria en disposar d'una bona localització. Aquest últim és l'únic punt en que les calderes col·lectives s'imposen a les individuals.

Respecte els models convencionals, el principal avantatge tècnic és la seguretat amb el subministrament, doncs al ser produït localment, no poden haver-hi talls de subministrament deguts a inclemències meteorològiques i altres factors.

La resta de punts són desavantatges respecte d'ambdós models, on el principal és la gran xarxa de calor necessària encara que només s'abasteixi el nucli d'Alinyà i els problemes que això genera, com ara:

- Necessitat d'obrir franges per enterrar les canonades
- Engelat lent i temps de resposta lent (cal que l'aigua circuli per tota la xarxa). Calen acumuladors.
- Energia necessària per fer circular l'aigua per la xarxa.
- Ídem als de la caldera individual respecte del model convencional.
- Etc.

D'altre banda la potència de les calderes de *District Heating* és massa alta i no s'arribaria al 30% de consum necessari (menys encara durant els mesos càlids).

- **Caldera individual (petites i mitjanes)**

Els principals avantatges respecte del model convencional són les mateixes que les de la caldera col·lectiva: seguretat en el subministrament.

Els principals avantatges respecte del *District Heating* es basen, sobretot, en l'absència d'una xarxa de calor i en tots els problemes que aquesta comporta. A més a més, la potència i dimensions del projecte s'adapta a les necessitats del consumidor, assegurant que el consum serà òptim.

Altres avantatges propis del sistema són la seva elevada eficiència i durabilitat i el fet que es pugui mantenir el sistema de calefacció convencional i combinar-los.

L'únic desavantatge de la caldera individual respecte la caldera col·lectiva és el mal accés dels patis o eres on molt probablement es col·locaria la caldera.

Els desavantatges respecte de l'energia convencional, des d'un punt de vista tècnic, es basen en 3 factors:

1. Infraestructura i mercat desenvolupat: ja existeix un mercat de combustibles fòssils molt més gran que el de biomassa. Per tant l'accés a la comercialització del combustible i de la infraestructura és més ràpid i senzill.
2. Tant la caldera com el magatzem de combustible ocupen més espai que els de la convencional. Per tant produiria dificultats en vivendes petites.
3. Engecat lent, cal un acumulador: donat que la llenya té un PCI inferior al dels combustibles fòssils, la caldera tarda més en endegar-se. Per solucionar el problema cal un acumulador d'aigua calenta.

- **Energies convencionals**

Des d'un punt de vista tècnic, com hem vist anteriorment, la caldera individual només té avantatges respecte dels altres sistemes. Els principals són:

- Infraestructura i mercat desenvolupat amb fàcil accés al recurs.
- L'emmagatzematge i caldera ocupen molt menys espai que la caldera individual.
- Engecat ràpid, gràcies a la proximitat i a l'alt PCI dels combustibles fòssils. No cal acumulador.
- No requereix fer una xarxa de calor urbana, estalviant els problemes que implica.
- Altres avantatges respecte la caldera col·lectiva ídem als de la caldera individual.

També són punts forts d'aquest sistema l'elevada eficiència i durabilitat. Recíprocament, també es pot combinar amb calderes de biomassa individuals.

Com ja hem comentat, el principal desavantatge tècnic és la possibilitat que el subministrament s'interrompi.

• **Punt de vista econòmic**

- **Caldera col·lectiva o *District Heating*.**

Els dos únics avantatges respecte d'altres sistemes són només sobre el model convencional. Un és que el combustible (biomassa) és renovable i, per tant, el seu subministrament no s'esgotarà amb el temps. L'altre és que els costos del combustible repercutiran en l'economia local. No considerem el cost del combustible perquè l'elevat cost de totes les instal·lacions, que considerem com a desavantatges, no compensaria aquesta diferència.

Els desavantatges respecte d'ambdós models són l'elevat cost de la caldera i, sobretot, el de les instal·lacions de canonades. A més a més, respecte la convencional, en cas que no existeixi una xarxa de calor a cada casa, caldria instal·lar-la o en tot cas, adaptar-la al *District Heating*.

- **Caldera individual (petites i mitjanes)**

Respecte del model convencional els avantatges són els mateixos que els del *District Heating* o caldera col·lectiva. Cal afegir, però, que els costos de funcionament seran inferiors degut al menor cost de la biomassa respecte dels combustibles fòssils.

Respecte del model convencional els desavantatges es basen en que la inversió inicial per càpita seria molt superior, doncs el model convencional ja existeix o és més barat. A més a més és necessari un acumulador i el manteniment de l'equip és suposadament més car.

Respecte de la caldera col·lectiva hi ha dos avantatges, un dels quals és el més important en la relació d'aquestes dues calderes: El cost o Inversió inicial. I per tant, la possibilitat d'amortitzar la inversió. Com que no cal fer la xarxa de calor a tot el municipi i que la caldera és un model molt més petit, la inversió inicial per càpita és molt més petita. A conseqüència els costos menors de la biomassa respecte del combustible fòssil convencional permetran que s'amortitzi la inversió.

L'altre avantatge respecte la col·lectiva és la possibilitat d'aprofitar la xarxa de calor existent a cada llar, que es pot tornar un inconvenient respecte de l'energia convencional si no existís (ja que és necessària).

- **Energies convencionals**

Des d'un punt de vista econòmic, el model convencional té uns costos de instal·lació i manteniment (de la instal·lació) més barats que les calderes individuals (més encara en el cas de les col·lectives). Un altre avantatge és que hi ha models convencionals que funcionen sense necessitat d'una instal·lació de calefacció o xarxa de calor a casa, com és el cas de l'electricitat.

El desavantatge respecte de les calderes individuals (només aquestes per les raons exposades anteriorment), és que la biomassa és més assequible que els combustibles fòssils, carregats d'impostos. A més a més, els combustibles fòssils tendeixen a esgotar-se i els seus preus seguiran augmentant en el futur, costos que no repercuteixen a l'economia local, sinó a la global.

• **Punt de vista Ambiental**

- **Caldera Col·lectiva o *District Heating*.**

Respecte de la caldera individual no hi ha avantatges, però sí un gran desavantatge: Al tractar-se d'una instal·lació molt gran, aquesta tindrà un impacte proporcional als metres de franges que s'hauran d'obrir i d'altres obres que s'hauran de fer.

Respecte del model convencional, a excepció del mateix cas anterior, tot són

avantatges. La biomassa com ja hem explicat, es considera un combustible neutre en emissions de CO₂, tot el contrari que els combustibles fòssils. Tampoc es produeixen altres emissions pròpies d'aquests, com ara les d'òxids de nitrogen i sofre i les de compostos volàtils.

A més a més, l'activitat forestal, o Gestió Forestal Sostenible, es considera positiva pels boscos, ja que ajuda a prevenir incendis i a desenvolupar el bosc cap a estadis successionalis més madurs i heterogenis.

- **Caldera Individual (petites i mitjanes)**

No considerem que aquest model tingui cap desavantatge de tipus ambiental. Tot el contrari. No només no requereix les obres i mobilització de recursos de la instal·lació de calderes col·lectives sinó que, al fer servir biomassa, té totes les mateixes avantatges que aquesta sobre la convencional.

- **Energies convencionals**

El model convencional, encara que sigui electricitat, prové indirectament de combustibles fòssils amb gran quantitat d'impactes tant a nivell local com a nivell global (canvi climàtic). Aquests impactes poden ser en qualsevol part de la seva vida (abans de cremar-se: abocament, infiltracions, etc) i característics a l'hora de consumir-se (CO₂ NO_x etc). Tots aquests impactes són desavantatges ambientals respecte dels altres dos sistemes.

L'únic avantatge seria que, en cas que existissin unes instal·lacions i que aquestes no fossin útils per la caldera de biomassa, caldria fer instal·lacions noves, amb tota la mobilització de recursos que això implica. A aquesta mobilització de recursos cal afegir els propis de la nova caldera. En tot cas, no compensen els efectes negatius d'aquesta energia respecte de la biomassa.

- **Punt de vista Social**

- **Caldera Col·lectiva o *District Heating***

A pesar de ser un sistema còmode, com reconeixen els seus usuaris de Ribes de Freser, i que l'activitat forestal es percep com a positiva per la població, aquesta alternativa seria fortament rebutjada per la població, que denota falta d'interès probablement per l'avançada edat d'aquesta que no els invita a fer grans dispendis econòmics. Tampoc els habitants més joves hi tenen interès que en tot cas sí tenen per les individuals. Una altra raó és que la gent ja utilitza altres sistemes més barats i tradicionals, concretament la llenya, que molt sovint els surt gratuïta.

Concretament el *District Heating* també podria produir molèsties als veïns en realitzar-se les obres. A més a més, probablement la gent en realitzaria un ús abusiu al tractar-se d'un bé comú.

- **Caldera Individual (petites i mitjanes)**

La gent gran seguirà rebutjant realitzar grans inversions en canviar el sistema de calefacció que tenen encara que sigui una caldera individual, però la gent jove, que té interès en canviar el sistema per amortitzar i per un increment en el pensament ecologista, sí. En tractar-se de calderes individuals i privades la població no tindrà que posar-se d'acord i sufragar els costos conjuntament (no hi ha conflicte social pels costos) i, per tant, cada família podrà prendre la seva decisió independentment de les demés.

Tenen les mateixes comoditats que les calderes col·lectives i la percepció de l'activitat forestal és la mateixa.

- **Energies Convencionals**

Els combustibles fòssils, com s'explica a antecedents, són molt discutits per les diferents potències mundials i generen molts conflictes, tant a nivell local, com internacional. Però la gent seguirà utilitzant-los ja que hi ha moltes garanties de subministrament donades les dimensions del mercat, molta informació al respecte i, el més important, és que és el sistema que ja tenen, i la gent no està disposada, menys donada l'edat dels veïns d'Alinyà i el context del crisis, a realitzar cap canvi en la seva instal·lació que impliqui costos importants.

4.11 EXEMPLES PRÀCTICS: INSTAL·LACIONS DE CALEFACCIÓ AMB BIOMASSA A ESPANYA

4.11.1 EXEMPLE 1: CALDERES DE BAIXA POTÈNCIA PER HABITATGES UNIFAMILIARS

Per habitatges unifamiliars la demanda de calefacció queda completament coberta amb petites calderes de biomassa de al voltant de 25 kW de potència.

Aquestes calderes funcionen amb pèl·lets de biomassa com a combustible i no requereixen d'un espai destinat al seu emmagatzematge ja que disposen d'un dipòsit de combustible incorporat

Per il·lustrar això s'exposen dos exemples de calderes de baixa potència, que, a pesar de ser de pèl·lets, s'assimilen a les d'estella respecte als nostres interessos (costos econòmics de calderes, combustible, etc) :

Caldera 1:

Potència de caldera: 27 kW
Model: Hidrocopper (Ecoforest)
Rendiment: 85%
Combustible: Pèl·lets
Capacitat d'emmagatzematge: 40 kg



Figura 68: Caldera model Hidrocopper. Font: IDAE

Cost amb instal·lació: 3.480-4.380 €

Caldera 2:

Potència de caldera: 25 kW
Model: Ecotherm H2O (Thermorossi)
Rendiment: superior al 90%
Combustible: Pèl·lets
Capacitat d'emmagatzematge: 65 kg
Cost amb instal·lació: 4.560 €



Resultats i Beneficis

El consum mitjà horari de pèl·lets d'aquest tipus de calderes és de 3,3 kg /h. Això representa un consum anual de biomassa de 9.504 kg/any (tenint en compte 16 hores de calefacció durant els mesos d'hivern).

Figura 69 : Caldera model Ecother H₂O

FONT: IDAE

La següent taula (TAULA 22) mostra l'estalvi de combustible obtingut en comparar les calderes de pèl·lets amb una caldera convencional de gasoil.

TAULA 22: Estalvi de combustible entre caldera individual entre caldera de biomassa i caldera convencional. Font: AYUNTAMIENTO DE MADRID.

	Pellets	Gasoil
Consum anual	9.504 kg/any	4.752l/any
Preu	0,15€/kg	0,6 €/l
Coste (€/any)	1.425,6	2.851,2
Estalvi combustible (€/any)	1.425,6	

Amb l'estalvi de combustible obtingut, la inversió necessària per la instal·lació d'una caldera de biomassa es recupera al cap d'aproximadament 3 anys.

A més dels beneficis econòmics que s'obtenen amb l'ús de calderes de biomassa, cal destacar els beneficis mediambientals. En aquest exemple, la substitució d'una caldera de gasoil per una de pèl·lets evita l'emissió a l'atmosfera de 33.159,45 kg CO₂/any (AYUNTAMIENTO DE MADRID).

4.11.2 EXEMPLE 2: COMUNITAT DE VEÏNS AMB CALDERES DE BIOMASSA PER (ACS)

Una Comunitat de Veïns de la Comunitat de Madrid formada per 20 habitatges, ha substituït les calderes antigues de carbó per calderes de biomassa, amb l'objectiu de disminuir la despesa energètica i al mateix temps ser respectuosos amb el medi ambient (AYUNTAMIENTO DE MADRID).

Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció d'energia calorífica

La instal·lació està formada per:

Caldera 1:

Marca: LASIAN

Potència: 400.000 kcal/h



Figura 70: Caldera Archi. Font: IDAE

Caldera 2:

Marca: Archi

Potència: 80.000 kcal/h



Figura 71 : Caldera LASIAN .Font: IDAE

La instal·lació compta amb dos dipòsits d'acumulació de 1.000 l de capacitat cadascun, que mantenen l'ACS a una temperatura de 60 ° C.

Resultats i Beneficis

La instal·lació de les calderes de biomassa ha permès substituir el consum de 150 t/any de carbó (equivalents a 100.000 l de gasoil) i augmentar el nombre d'hores diàries de calefacció a l'hivern a 16.

El cost de la instal·lació de les dues calderes és de, aproximadament, 85.000 € (incloent les calderes, la instal·lació i els elements auxiliars, adequació del magatzem, tremuja, etc.). El finançament del sistema s'ha realitzat mitjançant un contracte de gestió.

Amb la situació actual les despeses de la comunitat són:

- Despesa mensual: 1.120 €/mes lísing + 2.330 €/mes biomassa (mitjana).
- Despesa anual (5 primers anys): 13.400 €/any leasing + 28.000 €/any biomassa.
- Despesa anual (resta): 28.000 €/any biomassa.

La despesa anual amb el sistema anterior de carbó era de 80.000 €/any, de manera que la Comunitat ha obtingut un estalvi significatiu des del primer mes.

Data de posada en marxa: 2005

4.11.3 EXEMPLE 3: CALEFACCIÓ I ACS CENTRALITZADA PER BIOMASSA PER DIVERSOS BLOCS D'HABITATGES I EDIFICIS MUNICIPALS

Cuéllar és un municipi de 9.200 habitants situat al nord de la província de Segòvia, en el límit amb la província de Valladolid, envoltat d'una important massa forestal (El 50% del municipi de Cuéllar està envoltat de pinassa).



La planta de calefacció i ACS centralitzada de Cuéllar, es va instal·lar per tal de proveir d'energia un bloc d'habitatges, un centre escolar, un pavelló esportiu, etc.

Figura 72: Planta de calefacció i ACS de Cuellar. Font: www.madrid.org

Descripció de la instal·lació

La planta de calefacció i ACS centralitzada consisteix en una central tèrmica que escalfa l'aigua emprant com a combustible els residus procedents de la neteja de muntanya i altres tipus de biomassa forestal. La planta compta amb dues calderes, una de 4,5Mcal/h i una altre de 0,6Mcal/h.

L'aigua calenta s'impulsa i distribueix als usuaris mitjançant bombes a través d'una doble canonada aïllada de 3 km de longitud, accedint el calor al circuit intern de cada habitatge a través d'un intercanviador de plaques, retornant com aigua freda a la central tèrmica per iniciar novament el cicle. Les condicions d'aïllament de la canonada asseguren unes pèrdues màximes d'1 ° C quan la temperatura exterior és de -5 ° C.

Resultats i Beneficis

La inversió necessària per dur a terme aquest projecte ha estat propera a 1.200.000 €. L'Institut per la Diversificació i Estalvi de l'Energia (IDAE) i l' "Ente Regional de la Energía de Castilla y León" (EREN) van finançar la planta al 50%. L'Ajuntament de Cuéllar és qui gestiona aquesta instal·lació, paga el combustible, cobra l'energia als usuaris. L'ajuntament calcula que la inversió té un període de retorn de 20 anys.

A part dels beneficis ambientals i socials que comporta la implementació de la biomassa, aquest sistema va suposar una reducció del 10% del cost per als usuaris. On una de les despeses més importants eliminades és el manteniment de les antigues calderes i la neteja de xemeneies.

Data de posada en marxa: 1999

4.12 ANÀLISIS DAFO

FORTALESES <ul style="list-style-type: none">• La generació d'energia tèrmica amb biomassa és una energia neta, més econòmica i més estable en el subministrament.• El mercat de la biomassa té un llarg recorregut.• El Pla de l'energia i Canvi Climàtic de Catalunya contempla l'increment de generació d'energia amb biomassa.• Incentiva la gestió forestal sostenible.• Crea llocs de treball en àmbits rurals.• Genera menys emissions de CO₂, SO_x i NO_x que els combustibles fòssils.	DEBILITATS <ul style="list-style-type: none">• El territori és ric en recursos (biomassa) però no en consumidors.• El mercat de la biomassa és immadur.• Els preus dels combustibles estan subjectes a mercats locals.• Manca normativa de qualitat de la biomassa i de reglamentació per la producció i utilització de la biomassa per usos energètics.• La instal·lació d'equips de biomassa té un cost superior a la d'equips convencionals.
OPORTUNITATS <ul style="list-style-type: none">• Cercar altres territoris propers per produir una actuació d'aplicació de calderes de biomassa (radi 50 km), es pot subministrar estella.• Recerca de possibles aliances amb altres proveïdors de biomassa per garantir el subministrament.• Hi ha una gran quantitat de petites empreses que busquen la forma d'instal·lar-se en el sector de la biomassa com a proveïdors de combustible, instal·ladors de calderes i empreses de serveis energètics.• Pot arribar a substituir parcialment els combustibles fòssils en el futur.	AMENACES <ul style="list-style-type: none">• El sector públic és el més sensible a l'ús de la biomassa, però actualment té un gran risc de impagaments.• Una planificació ineficient de l'extracció de biomassa pot generar danys ecològics i ambientals.

CAPÍTOL V. CONCLUSIONS I PROPOSTES DE MILLORA

5.1 CONCLUSIONS

Actualment el subministrament de combustibles fòssils ha arribat al límit de la seva capacitat (*peak oil*). A conseqüència, és necessari un canvi de model energètic per tal de mantenir cobertes les necessitats presents i futures així com evitar impactes ambientals que es venen generant fins l'actualitat. Una alternativa als combustibles fòssils poden ser combustibles naturals com és el cas de la Biomassa.

A més a més, l'extracció, o gestió forestal sostenible, és una activitat recomanable pels boscos catalans donades les externalitats positives que comporta, com ara: Reducció del risc d'incendi forestal, millora i manteniment forestal (bosc heterogeni), estalvi d'emissions de CO₂ respecte dels combustibles convencionals i dinamització de l'economia rural i creació de llocs de treball.

Segons el present estudi, la població de la vall utilitza per escalfar-se una o diverses energies, sovint combinant-les. La llenya és l'energia més utilitzada, mitjan d'estufes i llars de foc (o foc a terra) que, a més de subministrar calor, serveixen com a punt de reunió i com a cuina, cosa que explica que l'utilitzin el 35,1% dels usuaris. A pesar d'això, només representa el 4,7% del consum total d'energia (amb fins calorífics).

D'altre banda, tenint també només en compte la quantitat d'energia, les més consumides són el propà (36,3%) i el gasoil (35,1%). El propà només l'utilitza un establiment hostaler (2,70% d'usuaris) que en fa un consum més intensiu i el gasoil és utilitzat per famílies i un negoci (27,03% dels usuaris). Les altres energies consumides, el butà i l'electricitat, també són d'origen no renovable. Per tant, arribem a la conclusió que el 95,3% de l'energia consumida amb fins calorífics prové d'energies fòssils amb un conseqüent impacte sobre el medi ambient.

Les emissions de CO₂ l'any 2011 van ser de 52,06 T CO₂ eq., repartides entre la maquinària utilitzada en el procés de producció d'estella i els vehicles que la transporten.

Actualment s'emeten 79,17 TCO₂ mitjançant les energies convencionals, en canvi, si es fes servir només biomassa, s'emetrien 7,032 T CO₂. Per tant, si es canviés a Alinyà el sistema energètic actual per biomassa, les seves emissions es reduirien 11,3 vegades (91,11%).

El present projecte conclou que l'aprofitament de la biomassa com a font d'energia als nuclis seleccionats és viable, ja que, amb la producció actual d'estella es poden subministrar 7,4 vegades les necessitats d'aquests. D'altre

banda, només s'està extraient el 3,02% de la biomassa disponible, segons el PTGMF i, per tant, es podria exportar el mateix servei als municipis veïns.

Comparant els diferents escenaris plantejats, hem arribat a la conclusió que:

- Les calderes individuals de biomassa sí les considerem viables. Tècnicament són eficients, s'adapten a la demanda i permeten conservar el model convencional.

Econòmicament són més cares que el sistema convencional, però el combustible és més barat i, per tant, poden amortitzar-se a curt o mig termini (3 anys).

Ambientalment tenen multitud d'avantatges respecte les energies convencionals, ja que la biomassa genera poques emissions de CO₂ i consumir-la prop del punt de producció, fa que no augmenti les emissions i que el balanç global continuï sent neutre. Des d'un punt de vista social, el fet de ser privat, permet que els costos es distribueixin adequadament i sense conflictes, sent el propietari qui decideixi si vol o no canviar de sistema.

- La implementació d'una caldera col·lectiva o *District Heating* no és viable ni tècnica ni econòmicament, principalment a conseqüència de la xarxa de calor i per tractar-se d'un projecte sobredimensionat, pensat para poblacions denses. Ambientalment, és millor que el convencional però té un major impacte que la caldera individual. Socialment tindria una altra dificultat afegida, doncs caldria distribuir els costos entre els veïns i arribar a un acord entre totes les parts.
- El model convencional no té cap avantatge determinant respecte de la caldera individual de biomassa. Des d'un punt de vista econòmic és poc viable donat l'augment continuat dels preus dels combustibles fòssils i la seva projecció a l'alça.

Des d'un punt de vista ambiental, aquest sistema és poc o gens viable donats els impactes mencionats en la diagnosi. Socialment és ben acceptat per la gent gran, però avui dia, donada la major conscienciació social, la gent jove s'interessa per abandonar aquest sistema.

Per concloure, dir que la major part de la població té coneixement de la biomassa (72%), però desconeix qui és FIP (57,69%) i quines modificacions tenen que fer per poder aprofitar aquesta energia. El desconeixement dels veïns respecte les activitats forestals fa que desconfiïn de la FIP, però en ser informats consideren com a positiva la seva activitat, doncs pensen que el bosc està "molt brut" i que cal actuar-hi. D'altre banda, només el 44% de la població estaria disposada a canviar a aquest sistema, sobretot, gent jove i negocis.

5.2 PROPOSTES DE MILLORA

En aquest apartat s'exposen algunes de les línies que es creu que s'han de tenir en consideració per tal d'establir una millora en l'aplicació de la biomassa disponible a la Vall d'Alinyà. Els punts més destacables per efectuar una millora és basen en quatre estratègies, que es presenten a continuació.

Estratègia 1: Incentivar la instal·lació de calderes individuals	Programa 1.1: Conscienciació social sobre els avantatges de la biomassa.	Acció 1.1.1: Tríptics informatius.
		Acció 1.1.2 Reunions entre els diferents actors involucrats des de la producció fins al consum de la biomassa.
	Programa 1.2: Consells tècnics per la implementació de calderes de biomassa.	Acció 1.2.1 Posar en contacte tècnics i veïns, per a resoldre problemes tècnics.
	Programa 1.3: Incentius econòmics.	Acció 1.3.1 Subvencions i ajudes existents.
	Programa 1.4: Garantir el subministrament d'estella	Acció 1.4.1 Regular la distribució d'estella als veïns

Estratègia1: Incentivar la instal·lació de calderes individuals

En aquesta estratègia volem donar facilitats per la instal·lació de calderes de biomassa als veïns de la zona.

Programa 1.1: Conscienciació social sobre els avantatges de la biomassa.

Acció 1.1.1: Tríptics informatius.

Aquesta acció vol informar sobre els avantatges de la instal·lació d'una caldera de biomassa i, d'aquesta manera, modificar la seva percepció davant d'aquest tipus d'energia.

Per portar a terme aquesta acció, les empreses productores, tant de biomassa com de calderes, són les que s'haurien d'encarregar de la inversió publicitària. També podrien participar les administracions públiques.

Acció 1.1.2: Reunions entre els diferents actors involucrats des de la producció fins al consum de la biomassa.

Consisteix en fer assemblees entre veïns i els diferents actors involucrats, per tal d'afavorir la comunicació i les relacions.

L'ajuntament hauria de ser l'encarregat de divulgar als ciutadans el lloc, dia i hora de les reunions a més a més de cedir alguna instal·lació per poder realitzar-les.

Programa 1.2: Consells tècnics per a la implementació de calderes de biomassa.

Acció 1.2.1: Posar en contacte tècnics i veïns, per resoldre problemes tècnics.

Actualment hi ha pocs fabricants de calderes de biomassa, per això és important crear una línia de comunicació entre fabricants i consumidors per tal que, davant de qualsevol dificultat alhora de la implementació de les calderes, sàpiguen amb quins professionals es poden posar en contacte.

A Catalunya, els principals proveïdors de serveis energètics amb biomassa són: Energrup Bio-renovables S.L i Agrefred (grup Dalkia).

Programa 1.3: Incentius econòmics.

Acció 1.3.1: Subvencions i ajudes existents.

Facilitar la informació per part de l'ajuntament, als ciutadans, sobre subvencions i ajudes oferides per l'ICAEN i altres entitats.

L'objectiu es basa en que els ciutadans puguin accedir més fàcilment aquesta informació, amb la finalitat d'incentivar la instal·lació de calderes, ja que la població d'estudi no està disposada a realitzar grans inversions.

Programa 1.4: Garantir el subministrament d'estella.

Acció 1.4.1: Regular la distribució d'estella als veïns.

Aquesta acció es basa en fer un horari de distribució de l'estella, fixant els dies i hores en les que es podrà realitzar els subministrament d'estella casa per casa.

Estratègia 2: Reduir les emissions de CO₂ mitjançant la biomassa.	Programa 2.1: Augmentar el inventari de dades	Acció 2.1.1 Realitzar un estudi científic exhaustiu sobre les emissions de CO ₂ en el procés d'extracció, producció i comercialització d'estella.
		Acció 2.1.2 Estudi de la proporció de biomassa en la part aèria i subterrània d'un bosc explotat.
		Acció 2.1.3 Comparació entre les emissions de CO ₂ i la biomassa subterrània buscant un balanç negatiu d'emissions.

Estratègia 2: Reduir les emissions de CO₂ mitjançant la biomassa.

Programa 2.1: Augmentar el inventari de dades.

Acció 2.1.1: Realitzar un estudi científic exhaustiu sobre les emissions de CO₂ en el procés d'extracció, producció i comercialització d'estella.

La finalitat d'aquesta acció es basa comptabilitzar les emissions de CO₂ en les diferents etapes de vida de l'estella, per tal d'aconseguir disminuir el impacte. Els tècnics de les empreses productores haurien de ser els encarregats de realitzar aquest estudi.

Acció 2.1.2: Estudi de la proporció de biomassa en la part aèria i subterrània d'un bosc explotat.

Cal buscar bibliografia relativa a la proporció de biomassa aèria i subterrània de les espècies gestionades.

Acció 2.1.3: Comparació entre les emissions de CO₂ i la biomassa subterrània buscant un balanç negatiu d'emissions.

Comparar les emissions de CO₂ en el procés de fabricació d'estella en funció de la massa produïda i comparar-les amb la biomassa que queda al sòl.

Estratègia 3: Augment del mercat de la biomassa	Programa 3.1: Fomentar la demanda de biomassa	Acció 3.1.1: Augmentar la producció d'estella.
		Acció 3.1.2: Creació d'un marc legal sobre la qualitat de l'estella.

Estratègia 3: Augment del mercat de la biomassa

Programa 3.1: Fomentar la demanda de biomassa.

Acció 3.1.1: Augmentar la producció d'estella.

Com a la Vall d'Alinyà hi ha excedent de biomassa, es podrien ampliar les extraccions de biomassa i, al mateix temps, augmentar la producció d'estella. D'aquesta manera es podria ampliar la demanda de biomassa al pobles i ciutats que estan al voltant de la Vall.

Acció 3.1.2: Creació d'un marc legal sobre la qualitat d'estella.

Actualment, no hi ha cap legislació que reguli els paràmetres de qualitat de l'estella, per tant, produir estella de bona qualitat es deixa a la voluntat dels productors i comercialitzadors. Des de la legislació es podria regular i estandarditzar la comercialització d'estella a uns paràmetres de qualitats establerts.

Estratègia 4: Millorar el mercat de llenya no processada.	Programa 4.1: Estudi del mercat de la llenya no processada.	Acció 4.1.1 Estudiar costos de producció de llenya sense processar i comparació amb el preu dels competidors.
		Acció 4.1.2 Estudi de la demanda.
	Programa 4.2: Adequació de la producció	Acció 4.2.1 Obtenció de la infraestructura, tecnologia i personal necessari per la producció
		Acció 4.2.2 Informació i campanya comercial pels veïns. Llenya de proximitat.
		Acció 4.2.3 Producció i distribució de la llenya. Prioritzar comoditat del client.
	Programa 4.3: Adequació de les llars de foc.	Acció 4.3.1 Millorar eficiència de les llars de foc. Sistemes mixtes.
Acció 4.3.2 Calcular l'estalvi		

		d'energia convencional gràcies al nou sistema de calefacció.
		Acció 4.3.3 Càlcul de tones de CO ₂ estalviades.

Estratègia 4: Millorar el mercat de llenya no processada.

Molts veïns d'Alinyà, Lloberes, Les Sorts i l'Alzina d'Alinyà utilitzen llenya sense processar amb finalitats calorífiques com les estudiades però d'una forma més simple, doncs no existeix una xarxa de calor dins la casa que distribueixi la calor per les diferents estàncies. A més a més, les llars de foc o foc a terra (com ells ho anomenen), tenen altres funcions ja mencionades, com ara cuina, reunió i lleure. D'altre banda, la majoria d'usuaris es neguen a canviar de sistema de calefacció per un de biomassa processada com els proposats en el projecte, tinguin o no un sistema de calefacció (caldera, canonades, etc) amb el qual combinarien el consum.

El problema es dona perquè molta d'aquesta llenya prové de lluny d'Alinyà, quan per comoditat o impossibilitat, el consumidor no pot explotar-la ell mateix. A conseqüència, aquesta llenya té una "motxilla" de CO₂ més gran i uns costos de transport presumiblement superiors que no pas la biomassa que es produeix en la pròpia vall.

Donades aquestes circumstàncies, l'estratègia consistiria en adequar la biomassa produïda al tipus de demanda que més abunda a la vall, produint una part de la biomassa en forma de llenya apta pel consum en llars de foc i estufes en lloc d'estella, així com certes millores estructurals que permetrien apropar les llars de foc a les calderes de biomassa que permetria un estalvi econòmic i ambiental respecte del model convencional.

Programa 4.1: Estudi del mercat de la llenya no processada.

Aquest programa consistiria en conèixer les característiques de la demanda i de la oferta del producte per saber si el producte és econòmicament viable. Per tant, i dividit en accions:

Acció 4.1.1: Estudiar costos de producció de llenya sense processar i comparació amb el preu dels competidors.

Primer caldria estudiar costos de producció de la llenya sense processar i comparar amb el preu al que l'ofereixen els competidors.

Acció 4.1.2: Estudi de la demanda.

Seguidament s'hauria de conèixer les característiques de la demanda. Quina quantitat es compra avui en dia, quanta se'n pot arribar a consumir, a quin preu, quan, com, etc.

Programa 4.2: Adequació de la producció.

Aquest programa només es desenvoluparia si el primer concloués la viabilitat econòmica de l'estratègia positivament. Consistiria en adequar o iniciar la producció de biomassa en el format estipulat (llenya per estufes i llars de foc) i en l'entrada al mercat. Accions:

Acció 4.2.1: Obtenció de la infraestructura, tecnologia i personal necessari per la producció .

Obtenció de la infraestructura, tecnologia i personal necessari per la producció.

Acció 4.2.2: Informació i campanya comercial pels veïns. Llenya de proximitat.

Informació i campanya comercial pels veïns. Cal informar-los del millor producte que s'oferiria, fent èmfasis en la proximitat i avantatges d'aquest. Els possibles compradors no serien només els veïns que romanen tot l'any al poble, també es podria comercialitzar entre aquells qui tenen, a la vall, la segona residència.

Acció 4.2.3: Producció i distribució de la llenya. Prioritzar comoditat del client.

Seguidament s'iniciaria la producció, emmagatzemament i distribució de la llenya, prioritzant la comoditat del client.

Programa 4.3: Adequació de les llars de foc.

Aquest últim programa, enfocat al consumidor, consistiria en millorar les llars de foc per tal de millorar la comoditat dels veïns així com estalviar diners i emissions de CO₂.

Acció 4.3.1: Millorar eficiència de les llars de foc. Sistemes mixtes

En primer lloc, caldria millorar l'eficiència de les llars de foc, normalment baixa (Acumulador de calor, etc), i adequar-les, a discreció del consumidor, a les necessitats de la llar (xarxa de calefacció, ACS, acumulador, etc). D'altre banda, existeixen sistemes mixtes per fer calefacció i ACS combinant l'energia de la llar de foc i la d'una caldera convencional (no de biomassa, doncs en aquest cas podrien fer servir aquestes directament). Donades les reticències dels veïns que ja hem comentat, aquests sistemes podrien ser del seu interès, a més de tenir avantatges lògics respecte a la utilització d'un sòl d'aquests sistemes.

Acció 4.3.2: Calcular l'estalvi d'energia convencional gràcies al nou sistema de calefacció.

Per tal de justificar les instal·lacions, posteriorment (o probablement en primer lloc, depèn de les preferències de qui apliqui aquesta estratègia) caldria calcular l'estalvi d'energia convencional gràcies al "nou" sistema de calefacció i ACS. Així es podria, d'existir un diferencial de preu, calcular l'estalvi econòmic i de CO₂.

Acció 4.3.3: Càlcul de tones de CO₂ estalviades.

Gràcies a l'acció anterior, coneixent la quantitat de biomassa (llenya) consumida i la de combustible fòssil que es deixa de consumir, tal com s'ha fet el en present projecte, es podria quantificar les tones de CO₂ estalviades.

CAPITOL VI. INFORMACIÓ COMPLEMENTÀRIA

6.1 BIBLIOGRAFIA I DOCUMENTACIÓ

6.1.1 Llibres i altres publicacions.

- ACUÑA V, PRAT N. (2004). *Els sistemes naturals de la vall d'Alinyà: Els sistemes fluvials de la vall d'Alinyà. Estat ecològic i propostes de conservació*. Barcelona. Ed. Institució Catalana d'Història Natural. Exemplar disponible a internet: http://ichn.iec.cat/pdf/Alinya/16_Ecosistemes%20fluvials.pdf
- BARAS E, PARÍS A, FRANQUET J. (2010). *Els usos energètics de la biomassa forestal*. Barcelona. Ed. Generalitat de Catalunya, Institut Català de l'Energia.
- CASADO C, FRESQUET M, MESTANZA M, PUIG J, DE LA TORRE D, NEBOT C, PÉREZ M, RODRÍGUEZ D, GASULL M, MARTÍNEZ L, MICOLA N, VIDAL M, BORRÀS E, GUITART M, MORESO A, OTERO I, CALVET E, MILLÁN A, PUY N, VILLARREAL M, AGULLÓ E, CABRÉ M, CATALÀ M, CIRERA G, LLAGOSTERA C, CHACÓN S, GÓMEZ S, GARCÍA S, DEL RÍO D, MARTÍNEZ D, PIQUERAS S, RUIZ I, JUNYENT MA, CALLEJA C, PEÑAFIEL E, SIRER M, CABRÉ A, CARABASSA V, CROSAS X, MADRUGA C, BARRERA D, MARTÍNEZ MA, MARTÍNEZ A, PRATS J, ESCALA M, OLIVER J, SASTRE LL, TORRES A, URGELL A, GONZÁLEZ O, LÓPEZ M, MARTÍNEZ V, TALLÓN A, PRAT A, PRUNÉS MA, VEGA C, ZAPATA L, ALONSO E, BASTIDA V, GALINDO M, SAURA H, MADORELL J, PAHISA A, RIVERA M, SANZ V. (2005). *Diagnosi ambiental al Parc del Montnegre i el Corredor*. Catalunya. Ed. Diputació de Barcelona.
- COMAS L, OBON B, MATA T, VAYREDA J, IBÀÑEZ JJ. (2004). *Els sistemes naturals de la vall d'Alinyà. Barcelona: Institució Catalana d'Història Natural: Els boscos de la Vall d'Alinyà*. Barcelona. Ed. Institució Catalana d'Història Natural. Exemplar disponible a internet: http://ichn.iec.cat/pdf/Alinya/15_Boscos.pdf
- GONZÁLEZ ES. (2006). *La integración de procesos en la producción de biocombustibles en condiciones energéticamente sustentables y ambientalmente compatible*. Argentina, Buenos Aires. Ed. Cooperativas: CYTED.

- IDAE, HERNÁNDEZ, C.G., et. al. (1996). *Manual de energía de la biomasa*. Madrid: Ed. Cinco Días.
- IDAE. (2007). *Manuales de Energías Renovables: Energía de la Biomasa*. Madrid, España. Ed. IDAE. Exemplar disponible a internet: http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_10374_Energia_de_la_biomasa_07_b954457c.pdf
- IDAE (DPTO. DE BIOMASA Y RESIDUOS) ET AL. (2009). *Guía técnica de instalaciones de biomasa térmica en edificios*. Madrid. Ed. IDAE. Exemplar disponible a internet: <http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/eficienciaenergetica/rite/reconocidos/reconocidos/biomasa.pdf>
- IDAE, ESCAN, S.A. (2008). *Biomasa: Experiencias con biomasa agrícola y forestal para uso energético*. Madrid. Ed. IDAE. Exemplar disponible a internet: http://idae.electura.es/publicacion/224/biomasa_experiencias_biomasa_agricola_forestal
- IDAE, ESCAN, S.A. (2008). *Biomasa: Redes de distribución térmica*. Madrid. Ed. IDAE. Exemplar disponible a internet: http://idae.electura.es/publicacion/227/biomasa_redes_distribucion_termica
- IDAE, ESCAN S.A. (2008). *Biomasa: Redes de distribución térmica*. Madrid. Ed. IDAE. Exemplar disponible a internet: http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_10980_Biomasa_redes_distrib_termica_A2008_A_6d9bb3a1.pdf
- IDAE, THE AUSTRIAN ENERGY AGENCY (E.V.A.), THE SWEDISH BIOMASS ASSOCIATION (SVEBIO), DK-TEKNIK ENERGI & MILJØ. (2002). *Calefacción en grandes edificios con biomassa. Aspectos técnicos básicos*. Madrid. Ed. IDAE. Exemplar disponible a internet: http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_5664_CalefaccionGEBiomasa_A2002_A_78c20918.pdf
- IEA (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY). (2005). *Resources to Reserves: Oil & Gas Technologies for the Energy Markets of the Future*. Ed. IEA Publications. Exemplar disponible a internet: <http://books.google.es/books?id=8d8flim8QjgC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- JARABO FF. (1997). *La Energía de la biomasa*. Madrid. Ed. S.A.P.T. (Sociedad Anónima de Publicaciones Técnicas). Exemplar disponible a internet: <http://fjarabo.webs.ull.es/Biomasa/Biohome.htm>
- MADRID, V.A. (2012). *La biomasa y sus aplicaciones energéticas*. España: Ed. AMV.
- MOISÉS J, IBÁÑEZ M, RODRÍGUEZ R, OLARIETA JR. (2004). *Els sistemes naturals d'ela vall d'Alinyà: Estudi climatològic de la vall d'Alinyà*. Barcelona. Ed. Institució Catalana d'Història Natural. Exemplar disponible a internet: http://ichn.iec.cat/pdf/Alinya/01_Estudi%20climatologic.pdf
- MUNDET RJ, ROVIRA JC, BOSCH AP. (s.d.). *Guía per a empresaris del sector de la biomasa. Projecte EDER-EMPLEAVERDE*. Catalunya. Ed. Consell Comarcal de La Selva. Exemplar disponible a internet: http://www.selva.cat/renovables/wp-content/uploads/2011/06/guia_sector_biomassa_selva.pdf

- PINEDA M, CABELLO P. (1998). *Energía de la biomasa: realidades y perspectivas*. Córdoba. Ed. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba.
- PRADA AB, VAZQUEZ MXR, SOLIÑO MM. (2006). *Electricidad verde: la biomasa en los montes de Galicia*. Coruña. Ed. Fundación Caixa Galicia.
- RODRÍGUEZ J. (2006): *Aprofitament i desembosc de biomassa forestal*. Barcelona. Ed. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge.
- RODRÍGUEZ J, JUANATI C, PIQUÉ M, TOLOSANA E. (2006) *Tècniques de desembosc en l'aprofitament forestal: condicionants, mitjans i recomanacions: exemple a Catalunya*. Barcelona. Ed. Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient i Habitatge, Centre de la Propietat Forestal.
- SARGATAL J, GERMAIN J, MOISÉS J, IBAÑEZ M, RODRÍGUEZ R, OLARIETA JR, ULLASTRE J, MASRIERA A, RODRÍGUEZ-CHOA R, RALUY JM, DOMINGO F, TORRA J, GUERRERO R, BERLANGA M, PIQUERAS M, CAMBRA J, URREA G, VILA J, LLIMONA X, CORÉS C, HOYO P, ALENTORN R, LONGÁN A, LLOP E, NAVARRO-ROSINÉS P, CROS R, BRUGUÉS M, SÁEZ L, DEVIS J, SORIANO I, BROS V, CADEVALL J, HERNÁNDEZ E, NEBOT J, OROZCO A, URIBE F, VALLHONRAT F, CERVELLÓ A, XAUS A, PÉREZ JJ, PARÉS JM, REQUENA E, DANTART J, MARTÍ J, PALOU F, SERRA A, RICHTER A, CAMPRODON J, GUIXÉ D, MALUQUER-MARGALEF J, COMAS L, OBON B, MATA T, VAYREDA J, IBAÑEZ JJ, ACUÑA V, PRAT N, ARENAS JM, SERRA I, SEBASTIA MT, TORT J. (2004). *Els Sistemes naturals de la vall d'Alinyà*. Barcelona. ED. INSTITUCIÓ CATALANA D'HISTÒRIA NATURAL.
- TORT J. (2004). *Els sistemes naturals d'ela vall d'Alinyà: La fisonomia geogràfica de la vall d'Alinyà*. Barcelona. Ed. Institució Catalana d'Història Natural. Exemplar disponible a internet: http://ichn.iec.cat/pdf/Alinya/18_Fesomia%20geografica.pdf

6.1.2 Articles

- CAMPBELL C. (2005). "The Second Great Depression : Causes & Responses". ASPO. Exemplar disponible a internet: <http://kenga.co.uk/kwobotwe/pages/docs/The%20Second%20Great%20Depression.pdf>
- Marques A, López I, Merino D, Urquiza J, Arrey J, Massagué F, Rodríguez J. (2007). "Aprofitament i processat de biomassa forestal amb finalitats energètiques". Article publicat en el llibre de les *XXIV Jornades Tècniques Silvícoles*. Ajuntament d'Arbúcies, Catalunya. Ed. Consorci Forestal de Catalunya.
- PETERSON CL, CASADA ME, SAFLEY JR LM, BRODER JD (1995). "Potential Production of Agriculturally Produced Fuels". *Applied Engineering in Agriculture*. Vol.11(6): 767-772. Exemplar disponible a internet:

<http://afrsweb.usda.gov/SP2UserFiles/Place/54300520/PotentialProductionMC999.pdf>

- SANZ F, PIÑEIRO G, ORTIZ L, TEJADA A, VÁZQUEZ A. (s.d.) "Aprovechamiento de la Biomasa Forestal producida por la Cadena Monte-Industria". *CIS-Madera*. Pontevedra. Ed. Área de Innovación y Tecnología del CIS-Madera.
- SEVINEA E, GASOLA C, BRUNC F, ROVIRAD L, PAGÉSD F, CAMPSD F, RIERADEVALL J, GABARRELLA X. (2010). "Water and energy consumption of Populus spp. bioenergy systems: A case study in Southern Europe". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 15(2): 1133-1140.

6.1.3 Documents no publicats.

- AMBROSIO YT, TOLOSANA EE, LAINA RR, MARTÍNEZ RF. (2009). "Aprovechamiento de biomassa forestal: Maquinaria, sistemas de recogida, rendimientos y costes". E.U.I.T Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. Ponència. Exemplar disponible a internet: http://www.forestales.net/archivos/jornadas/Yolanda_Ambrosio.pdf
- AJUNTAMENT DE FÍGOLS I ALINYÀ. (2010). "Pla d'Ordenació Urbanística Municipal del terme municipal de Fígols i Alinyà". Exemplar disponible a internet: <http://figosalinya.ddl.net/fotos/figosalinya//poum/MEMORIA.pdf>
- AYUNTAMIENTO DE MADRID. Exemplar disponible a internet: <http://www.madrid.es>
- ARRÉS J, CAPDEVILA A, MARTIN S, VILAHUR M. (2009). "Avaluació de l'aprofitament de biomassa disponible per a la producció d'energia calorífica al Parc Natural de l'Alt Pirineu". Projecte fi de carrera de Ciències Ambientals. UAB.
- BUN-CA (1995). "Tecnologías para la conversión de energía biomásica. Seminario. Proyectos de generación eléctrica a partir de recursos biomásicos". Estudi. Biomass Users Network: Oficina Regional para Centro América, San José, Costa Rica.
- EurObserv'ER. Observatorio europeo de las energías renovables. Exemplar disponible a internet: www.europa.eu.int/comm/energy/res/publications/barometers_en.htm
- CENTRE TECNOLÒGIC FORESTAL DE CATALUNYA (CTFC), CENTRE DE RECERCA ECOLÒGICA I APLICACIONS FORESTALS (CREAF) I SERVEI DE GESTIÓ FORESTAL (DMAH). (s.d.). "Pla estratègic d'aprofitament energètic dels boscos del Pallars Sobirà". Informe. Exemplar disponible a internet: http://www.pallarssobira.cat/ftpfiles/biomassa2/pla_estrategic_txt.pdf
- CODINA M. (2011). "Perfils professionals en l'àmbit de la cadena d'aprofitament i subministrament de la biomassa forestal". Presentació. Àrea d'Aprofitaments Fusters i Biomassa. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. (2005). "Biomass action plan". Planejament europeu. Bruseles. Exemplar disponible a internet:

- http://ec.europa.eu/energy/res/biomass_action_plan/doc/2005_12_07_comm_biomass_action_plan_en.pdf
- FUNDACIÓ CATALUNYA CAIXA. (2010). "Estudio de viabilidad de la extracción de biomassa forestal en la reserva de montaña de Alinyà". Estudi.
 - IDAE. (2005). "Plan de Energías Renovables en España 2005-2010". Planejament. Madrid, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Exemplar disponible a internet: http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_PER_2005-2010_8_de_gosto-2005_Completo.%28modificacionpag_63%29_Copia_2_301254a0.pdf
 - IDAE. (s.d.). "Resumen del Plan de Energías Renovables 2011-2020". Planejament. Madrid, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Exemplar disponible a internet: http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_Resumen_PER_2011-2020_15f3dad6.pdf
 - INSTITUT CATALÀ D'ENERGIA (ICAEN), VIDAL F. (s.d.). "L'aprofitament energètic de la biomassa a Catalunya". Planejament de la Generalitat de Catalunya. Exemplar disponible a internet: <http://www.nodegarraf.cat/pdf/biomassa/Aprofitament%20Energetic%20de%20la%20biomassa%20a%20catalunya-ICAEN.pdf>
 - ICAEN (INSTITUT CATALÀ DE L'ENERGIA). (2011). "Instal·lació de calderes de biomassa en edificis". Barcelona. Generalitat de Catalunya.
 - MARTÍNEZ CG. (2009). "Environmental and economic integrated assessment of local energy crops production in southern Europe". Tesi Doctoral de Ciències Ambientals. UAB.
 - OLMEDO, A; RODRÍGUEZ, E; ROMÁN, P; SÁNCHEZ, E. (2006). "Avaluació de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal del parc de Collserola". Projecte fi de carrera de Ciències Ambientals. UAB.
 - PUY NM. (2010). "Integred sustainability analysis at innovative uses of forest biomass. Bio-oil as an energy vector". Tesi Doctoral de Ciències Ambientals. UAB, ICTA (Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals).
 - PUY N. (2006). "Avaluació integrada de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal a Catalunya". Treball de recerca del doctorat en Ciències Ambientals. UAB.
 - RAFA MF. (2003). "Pla Tècnic de Gestió i Millora Forestal (PTGMF)". Planejament. Fundació Territori i Paisatge. Reserva de la Muntanya d'Alinyà.
 - SEBASTIÁN FN, ROYO JH (Fundación CIRCE). (2012). "Ciclo de energías renovables. Jornadas de Biomasa". Estudi. Fundación CIRCE. Exemplar disponible a internet: http://www.agenergia.org/files/resourcesmodule/@random4991a1ff1b986/1234281334_Gralidades_biomasa.pdf
 - RIGOLA M, POCH M, MARTÍNEZ S, BARTOLÍ J, RIERADEVALL J, TÀBARA D, SAURÍ D, BARTROLÍ J, PUY N. (2005). "La biomassa com a font de materies primeres i d'energia: estudi de viabilitat al montseny i montnegre-corredor". Estudi. Fundació Albertis, Institut de Medi Ambient (IMA), UAB, UdG, Institut de Ciència i Tecnologia Ambiental (ICTA).

Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció
d'energia calorífica

- VILASECA C. (s.d.). *“Aprovechamiento energético de la biomasa en Cataluña, tocar hierro y no madera”*. Monografía. Apropellets, Asociación de productores de pellets de madera del Estado español. Exemplar disponible a internet:
http://www20.gencat.cat/docs/economia/Documents/Articles/Arxius/doc_13254225_1.pdf

6.2 ACRÒNIMS

AIA: Avaluació d'Impacte Ambiental
ACS: Aigua calenta sanitària
AIE: Agència Internacional de l'Energia
ASPO: Associació per a l'Estudi de l'auge del Petrol i del Gas
DAFO: Debilitats, Amenaces, Fortaleses i Oportunitats.
EIA: *Energy Information Administration*
CFC: Consorci Forestal de Catalunya
CPF: Centre de Propietat Forestal.
CREAF: Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals
CTFC: Centre Tecnològic i Forestal de Catauña
CO₂: Diòxid de carboni
CO_{eq}: Monòxid de carboni equivalent
EurObserv'ER: Observatori europeu d'energies renovables
EUROSTAT: Oficina Estadística de la Unió Europea
FAO: Fondo de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FIP: Fundació Integra Pirineus
IDAE: Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía
ICAEN: Intitut Català de l'Energia
IRTA: Institut d'Investigació i Tecnologia Agroalimentària
PCI_{b,s}: Poder Calorífic Inferior de la biomassa
PEIN: Pla d'Espais d'Interès Natural
PER: Pla d'Energies Renovables
PFER: Pla de Foment de les Energies Renovables
PGPF: *Pla general de política forestal*
PRGMF: Pla Tècnic de Gestió i Millora Forestal
PIB: Producte Interior Brut
R+D+I: Recerca, desenvolupament i innovació
SO₂: Diòxid de sofre
t₃₀: Humitat del 30%
Tep: Tones equivalents de petroli
TCO₂: Tones de Diòxid de Carboni
UAB: Universitat Autònoma de Barcelona.
UE: Unió Europea

6.3 GLOSSARI

Biodiversitat: S'entén per biodiversitat o diversitat biològica la variabilitat d'organismes vius de qualsevol font, inclosos, entre altres coses, els ecosistemes terrestres i marins; comprèn la diversitat dins de cada espècie, entre les espècies i dels ecosistemes.

Biomassa: Conjunt de tota la matèria orgànica d'origen vegetal o animal, incloent els materials que procedeixen de la seva transformació natural o artificial.

Biomassa natural: És la que es produeix espontàniament a la natura sense cap tipus d'intervenció humana.

Biomassa residual: Residus generats per les activitats agrícoles, forestals i ramaderes, i pels processos d'indústries agroalimentàries i de transformació de la fusta.

Biomassa residual humida: Procedeix d'abocaments biodegradables formats per aigües residuals urbanes i industrials i també dels residus ramaders.

Biomassa residual seca: S'inclouen en aquest grup els subproductes sòlids no utilitzats en les activitats agrícoles, en les forestals i en els processos de les indústries agroalimentàries

Briquetes: Biomassa processada per diferents processos físics d'homogeneïtzació i densificació, que millora les característiques fisicoquímiques de la biomassa.

Cultius energètics: Són una altra forma de biomassa, la qual consisteix en cultius o plantacions que es fan amb fins exclusivament energètics, és a dir, per aprofitar el seu contingut d'energia.

Combustibles fòssils: Són aquells combustibles no renovables com el carbó, el petroli i el gas natural.

Compactació: Reducció del gruix d'un dipòsit sedimentari a causa del pes i de la disminució de la porositat.

Distric Heating: Escenari de calefacció centralitzada, fa referència a la planta de conversió en energia tèrmica a partir de la biomassa forestal, per tal d'abastir un barri o conjunt residencial, de calefacció i aigua calenta.

Estella: fragment de fusta obtingut amb el seu estellat, llarg i ample fins a varis centímetres i gruix d'uns quants mil·límetres.

Estelladora: Màquina que tritura les restes vegetals.

Impacte ambiental: Alteració de les característiques inicials del medi ambient provocada per un projecte, una obra o una activitat.

Incendi: És una ocurrència de foc no controlada que pot abrasar alguna cosa que no està destinat a cremar-se. Pot afectar a estructures i a éssers vius.

Miramon: Programa informàtic per tractar mapes a partir de sistemes d'informació geogràfica.

Pèl·let: Combustible granulat a base de lignina procedent de restes vegetals.

Peak oil: Representa el "moment de màxima producció de petroli", fa referència al fet indiscutible que, en algun moment del temps, el petroli ja extret de la terra serà més que el que quedi per extreure.

Poder Calorífic Inferior: És el calor que es desprèn per la combustió d'un kilogram de combustible a la pressió d'un bar i suposant que l'aigua que es desprèn es troba en forma de vapor.

Principi de Bernoulli: Aquest principi anuncia que la suma d'energies potencial i cinètica, en els diversos punts del sistema, és constant. Quan el diàmetre d'un tub es modifica, la velocitat també es modifica.

Residu: Part del material processat per la indústria de la fusta que no té un ús en la mateixa indústria del sector, és a dir, que no se n'acaba obtenint cap producte. Per exemple, l'escorça és un residu perquè s'aprofita a jardineria.

Skidder : Tractor forestal que s'encarrega del transport i l'arrossegament de la fusta.

Sitja: Dipòsit cilíndric o prismàtic destinat a l'emmagatzematge i conservació de diversos productes, especialment cereals, però també farratge, minerals, etc. En aquest cas fa referència a l'emmagatzematge de biomassa.

Xarxa Natura 2000: És una xarxa europea d'espais naturals l'objectiu de la qual és fer compatible la protecció de les espècies i els hàbitats naturals i seminaturals amb l'activitat humana que s'hi desenvolupa, i és la iniciativa política europea més important de conservació de la natura.

6.5 PRESSUPOST

SUNSHINE S.A.

Campus Universitat Autònoma de Barcelona S/N
Dpt. Ciències Ambientals
Cerdanyola del Vallès,
08193
Telèfon 679737678



Nº DE FACTURA:

Data:

Client

Empresa: Fundació Catalunya
Caixa
Direcció: Alinyà
Localitat: Lleida
C.P.: 25794
Telf.: 973383100

Nº Treball:

Concepte

Avaluació de l'aplicació de la biomassa produïda en la Vall d'Alinya per la producció d'energia calorífica

DESCRIPCIÓ	UNITATS	PREU UNITAT	TOTAL IMPORT
Hores Treball de Camp	180	15 €	2.700,00 €
Hores Recursos Humans	750	12.5 €	9.375,00 €
Desplaçaments	3	50,00 €	150,00 €
Recursos Materials	4	200 €	800 €
Altres despeses indirectes			2.485,00 €
		BASE	15.510,00 €
		TIPO	21%
		TOTAL IMPOSITIU	3.257,10 €
		TOTAL	19.000 €

VEHICLE MOTOR	L/Km	L/Projecte	Kg de CO ₂ /Projecte
Transport cotxe (Gasol)	0,06	72	187,20
CONSUM ELECTRIC	Potencia (W)	kWh	Kg de CO ₂ /Projecte
Portatil	65	65	9,53
		TOTAL	196,73

CAPITOL VI. ANNEXOS

I. ENQUESTA

Informació del ocupants

Quina Edat té?:

Quanta gent són a casa normalment (preferentment a l'hivern)?:

- Adults (>16):
- Nens (entre 7-15):
- Nens (<7):

És primera o segona residència?:

Si la resposta és segona:

- quant temps passa al poble?:

Tot l'any més de 6 mesos menys de 12
Vacances Altres:

- Passa els hiverns al poble o marxa?:
Al Poble Marxa

En general, quin tipus d'ús fan de mitjana a l'habitatge? (quan hi són):

- 1) Poc (<4h) només a l'hora dels dinars.
- 2) Intensiu (4-8h) només matí o tarda.
- 3) Molt intensiu (>8h) sempre hi ha algú a casa.

Característiques de la casa:

Quants m² té l'habitatge (sense contar exteriors)?:

Número d'habitacions (dormitoris+cuina+sala d'estar):

Quin tipus d'energia fa servir per fer funcionar la calefacció i l'aigua calenta?

Gasoil Gasolina Gas Natural Propà Bombones de butà
Electricitat Plaques solars Biomassa Altres:

Factura elèctrica

Potència contractada:

Tarifa elèctrica:

Consum elèctric bimensual (KWH): completar tots els mesos que es puguin, posant la potència al segon mes.

GE NE R	FE BR ER	M AR Ç	AB RI L	M AI G	JU N Y	JU LIO L	AG OS T	SETE MBR E	OCT UBR E	NOV EMB RE	DES EMB RE

Coneixement

Coneix alguna energia alternativa per aquests usos?

SI NO

Si la resposta es Sí, Quines?:

Coneix el concepte de Biomassa?

SI NO

Estan disposats a fer servir aquest sistema?

SI NO

Si hi estan en contra, Per que?:

Utilitzaven biomassa en el passat?

SI NO

Si la resposta es SI, Per que van deixar de fer servir aquest sistema?

Ineficient car brut (Llar) Comodatat Altres:

Coneixes la "Fundació Integra Pirineus" que es dedica a l'extracció i producció de Biomassa a la Vall?

SI NO

Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció d'energia calorífica

Creu que les activitats forestals extractives (com les que fa la Fundació Integra Pirineus) són bones, des d'un punt de vista econòmic i social, per la pròpia vall?

SI NO

Creu que les activitats forestals extractives són bones pel medi ambient de la vall?

SI NO

Quants diners li va costar, aproximadament, la calefacció i l'aigua calenta l'hivern passat?:

I l'anterior?:

Quants diners estaria disposat a invertir en canviar el sistema de calefacció i aigua calenta per un de més barat i respectuós amb el medi ambient?

- a) 0€ - 1000€
- b) 1000€ - 2000€
- c) 2000 - 3000€
- d) 3000€ - 4000€
- e) + de 4.000€

II. ENTREVISTA TÈCNIC FUNDACIÓ INTEGRAL PIRINEUS

1. **Quanta biomassa s'extreu actualment la Fundació Integra Pirineus (en funció del temps)?**

Aquest any passat 2500 m³ de fusta.

2. **Quina és la qualitat energètica (Kj/Kg) de l'estella que subministreu, en funció de la humitat i altres paràmetres que puguis considerar importants? Quines espècies es talen per a fer l'estella i quanta energia proporcionen?**

Als barems oficials estan a 3.500 kcal per tona d'estella al 30% d'humitat. Per internet és fàcil trobar totes les dades de poder calorífic d'espècies i tipus de biomassa (consulteu la pàgina de <http://infobio.ctfc.cat/>) Les espècies que utilitzem són pi negre i roig.

3. **Quin és el preu actual de l'estella per pes i en funció de què varia aquest preu (Paràmetres del propi combustible)? Hi ha una relació actualment "Preu - Kj "subministrats (Si no, la deduïm nosaltres amb les dades) ? Com ha evolucionat aquest preu en els últims anys (el de la vostra empresa) ?**

L'estella es ven en funció de la granulometria del cribatge i de la humitat. Varia de 60 a 110€ per tona. No hi ha cap venda a preu per kW. Els preus oscil·len en funció de l'existència de fusta "oportunist" que prové d'incendis, etc. I fa baixar els preus.

4. **Com es distribueix l'estella (Sacs, Camions, Per tones, kg, etc)?**

Es distribueix en camions i "big bags" i per tones. Altres biomasses tenen més sistemes de distribució.

5. **Quin subministrador de calderes ens recomanes? Quines calderes són les més adequades, o amb les que soleu treballar per cremar l'estella?**

De calderes n'hi ha moltes i d'estufes encara més. Les marques italianes són més barates però menys eficients, les austríaques i nòrdiques són les millors però les més cares. Podeu agafar com a referència la marca Hertz amb contrastada solvència. La majoria de calderes poden anar amb estella i pèl·let a la vegada, en canvi les estufes domèstiques són generalment de pèl·let o llenya.

6. **Quin és el volum aproximat per tona d'estella?**

La tona d'estella a 30% d'humitat està entre els 3 i 3,5 m³.

- 7. Ens vas parlar d'un Pla Tècnic de Gestió Forestal que feu cada 20 anys i que us demana la generalitat. Podries facilitar-nos-el? Incorpora alguna cartografia de la zona explotada?**

El Pla Tècnic de Gestió Forestal és una eina indispensable per poder fer gestió forestal en boscos públics i privats. Té una vigència de 10 anys i en el cas de la finca d'Alinyà és de 2003 a 2013. Aquest document el tenen els propietaris Fundació Catalunya Caixa, però és bastant tècnic. Jo com a molt us podria facilitar un estudi d'extracció de biomassa de tres anys.

- 8. Podries deixar-nos algun informe sobre l'activitat integradora de la Fundació? I sobre els efectes de l'explotació sobre la biodiversitat? Són estudis que només mencionarem en alguns apartats de la introducció i el raonament, però que servien per donar més bona imatge pública al projecte (més avantatges o fortaleces).**

Amb temes de biodiversitat haureu de parlar amb la Fundació Catalunya Caixa. Referent a la funció social dels centres especials de treball podeu trobar molta informació a la xarxa.

- 9. Finalment, podem fer servir totes aquestes dades directament al treball fent constar a la bibliografia el seu origen? Podem mencionar i parlar de l'obra realitzada per la teva empresa?**

Podeu fer servir aquestes dades. Si mencioneu Integra Pirineus hauria de veure primer el document.

III. INVENTARI FLORA I FAUNA

Dins la finca han estat identificades 233 espècies de vertebrats: 5 peixos, 9 amfibis, 11 rèptils, 24 mamífers i 184 aus. Quatre d'aquests vertebrats són endemismes ibèrics o pirinencs [10]. També s'hi han trobat multitud d'espècies de flora que, juntament amb la fauna, citem en la següent taula.

FAUNA	
Trencalòs	<i>Gypaetus barbatus</i>
Voltor comú	<i>Gyps fulvus</i>
Aufrany	<i>Neophron percnopterus</i>
Àguila daurada	<i>Aquila chrysaetos</i>
El falcó peregrí	<i>Falco peregrinus</i>
Mussol pirinenc	<i>Aegolius funereus</i>
El gall fer	<i>Tetrao urogallus</i>
Voltor negre	<i>Aegypius monachus</i>
Isard	<i>Rupicapra pyrenaica</i>
Cabirol	<i>Capreolus capreolus</i>
Porc senglar	<i>Sus escrofa</i>
Llebre	<i>Lepus europaeus</i>
Conill	<i>Oryctolagus cuniculus</i>
Perdiu roja	<i>Alectoris rufa</i>
FLORA	
Pinassa	<i>Pinus nigra ssp. Salzmannii</i>
Pi roig	<i>Pinus sylvestris</i>
Pi negre	<i>Pinus uncinata</i>
Roure martinenc	<i>Quercus pubescens</i>
Roure de fulla petita	<i>Quercus faginea</i>
Carrasca	<i>Quercus ilex ssp. Ballota</i>
Cirerer de bosc	<i>Prunus avium</i>
Auró negre	<i>Acer monspessulanum</i>
Auró blanc	<i>Acer campestre</i>
Servera	<i>Sorbus domestica</i>
Freixe	<i>Fraxinus angustifolia</i>
Àlber	<i>Populus alba</i>
Pollancre	<i>Populus nigra</i>
Noguera	<i>Juglans regia</i>
Boix	<i>Buxus sempervirens</i>
Corner	<i>Amelanchier ovalis</i>
Esbarzer	<i>Rubus sp.</i>
Romaní	<i>Rosmarinus officinalis</i>
Timó	<i>Thymus vulgaris</i>

Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció d'energia calorífica

Barballó	<i>Lavanda latifolia</i>
Ginesta triflora	<i>Cytisus triflorus</i>
Sanguinyol	<i>Cornus sanguinea</i>
Gavarrera	<i>Rosa sp.</i>
Ginebró	<i>Juniperus communis i Juniperus communis nana</i>
Savina	<i>Juniperus phoenicea</i>
Càdec	<i>juniperus oxycedrus</i>
Pinzell	<i>Stahelina dubia</i>
Argelaga	<i>Genista scorpius i Genista hispanica</i>
Coscoll	<i>Quercus coccifera</i>
Botja d'escombres	<i>Dorycnium pentaphillum</i>
Marfull	<i>Viburnus tinus</i>
Tortellatge	<i>Viburnus lantana</i>
Boixerola	<i>Arctostaphylos uva-ursii</i>
Arç blanc	<i>Crataegus monogyna</i>

IV. CALCULS ESTUDI ENERGÈTIC

Nº Habitatge	Tipus d'energia consumida	Bombones butà (12,5kg)/any	Kg de Llenya	€/any	€/kg	€/kwh	€/Litre	Densitat (kg/m ³)	Poder calorífic (Kcal/kwh)	Poder calorífic (kcal/kg)	Resultat (kcal/any)	TOTAL habitatge (kcal/any)
1	Gasoil			2000			1,422	832		10200	11.935.867,01	11.935.867,01
2	Gasoil			1000			1,422	832		10200	5.967.932,49	7.602.932,49
	Butà	12								10900	1.635.000	
3	Gasoil			1800			1,422	832		10200	10.742.278,4	10.742.278,4
4	Gasoil			1200			1,422	832		10200	7.161.518,9	8.796.518,9
	Butà	12								10900	1.635.000	
5	Electricitat			1140		0,145578			860		6.734.531	8.574.531
	Llenya			400	0,4					1840	1.840.000	
6	Gasoil			3000			1,422	832		10200	17.903.797,5	19.266.297
	Butà	10								10900	1.362.500	
7	Llenya			500	0,4					1840	2.300.000	2.300.000
8	Gasoil			1000			1,422	832		10200	5.967.928,2	5.967.928,2
9	Gasoil			3000			1,422	832		10200	17.903.797,5	17.903.797,5
10	Gasoil			1800			1,422	832		10200	10.742.278,4	10.742.278,4
11	Electricitat			2100		0,145578			860		12.405.720,64	12.405.720,64
12	Gasoil			2000			1,422	832		10200	11.935.864,9	11.935.864,9
13	Electricitat			2000		0,145578			860		11.814.972,04	11.814.972,04
14	Gasoil			2500			1,422	832		10200	14.919.831,2	14.919.831,2
15	Gasoil			2000			1,422	832		10200	11.935.864,9	11.935.864,9
16	Electricitat			600		0,145578			860		3.544.491,61	5.752.491,61
	Llenya		1200		0,4					1840	2.208.000	
17	Butà	36								10900	4.905.000	5.457.000
	Llenya		300							1840	552.000	

18	Butà	12							10900	1.635.000	1.635.000
19	Electricitat		840		0,145578			860		4.962.288,25	4.962.288,25
20	Electricitat		700		0,145578			860		4.135.240,22	4.135.240,22
21	Electricitat		480		0,145578			860		2.835.593,29	2.835.593,29
										Suma	191.622.296,05
										Mitjana	9.124.871,24

- Als habitatges:9,14,15,16,19,20 i 21, també es consumeix llenya, però no ens van poder dir kg o preu per poder realitzar els càlculs, per això no els hem inclòs a aquesta taula.
- Hi ha 3 enquestes que, no les hem incloses perquè les dades energètiques no eren suficients o poc coherents.

Nº negoci hostaler	Tipus d'energia consumida	€/any	€/litre	€/kg	Densitat (kg/m ³)	Poder calorífic (Kcal/kg)	Total (kcal/any)	
1	Gasoil	3500	1,422		832	10200	20.887.763,71	
2	Propà	12000		1,211435		11000	108.961.685,9	
							Suma	129.849.449,61
							Mitjana	64.924.724,81

Llenya

La llenya només la hem pogut comptabilitzar a 4 habitatges, donant un total de 6.900.000 kcal/any.

Per poder apropar-nos una mica més a la demanda energètica real de la llenya, hem fet la mitja amb els 4 habitatges:

$$\frac{6.900.000}{4} = 1.725.000 \text{ Kcal/any i hab.}$$

I si aquesta mitjana la multipliquem pels 12 habitatges que fan ús de la llenya:

$$1.725.000 \text{ Kcal/any i hab.} \cdot 12 \text{ habitatges} = 20.700.000 \text{ Kcal/any}$$

Llavors, en total a la nostre zona d'estudi, hi ha una demanda de **342.171.745,6 kcal/any**.

Emissions

Energia	Kcal/any	Kcal/kwh	Kep/kwh	Poder calorífic (kcal/kg)	kep/kg	Tco2/tep	Total TCO2	Total Tep
Butà	11.172.500			10900	1,090	2,72	3,04	1.12
Gasoil	105.182.275,9			10200	1,020	3,06	32,2	10,5
Propà	108.961.689,9			11000	1,100	2,67	29,1	10,9
Electricitat	46.432.837,05	860	0,086			3,09	14,4	4,6
Llenya	20.700.000			1840	1,084			12,2
						Suma	78,74	39,32

1tep=103kep

Llenya

En el cas de la llenya, hem considerat que el seu impacte en emissions de CO₂ és equivalent amb el que genera la producció i distribució d'estella. Les emissions generades per produir i distribuir l'estella a Alinyà equival a 52,06 TCO₂ a l'any. Per tant, hem realitzat un seguit de càlculs:

$$\frac{52,06 \text{ TCO}_2}{833,33 \text{ Testella}_{30}} = 0,062 \text{ TCO}_2/\text{Testella}_{30}$$

Per a una caldera de 24 kW (per una caldera individual):

$$\frac{1 \text{ Tona estella}}{3500 \text{ kWh}} \times \frac{1 \text{ kWh}}{860,4 \text{ kcal}} = 3,32 * 10^{-7} \text{ Testella/kcal}$$

$$20.700.000 \text{ kcal} \times \frac{3,32 \text{ Testella}}{1 \text{ kcal}} \times \frac{0,062 \text{ TCO}_2}{1 \text{ Testella}} = \mathbf{0,4261 \text{ TCO}_2}$$

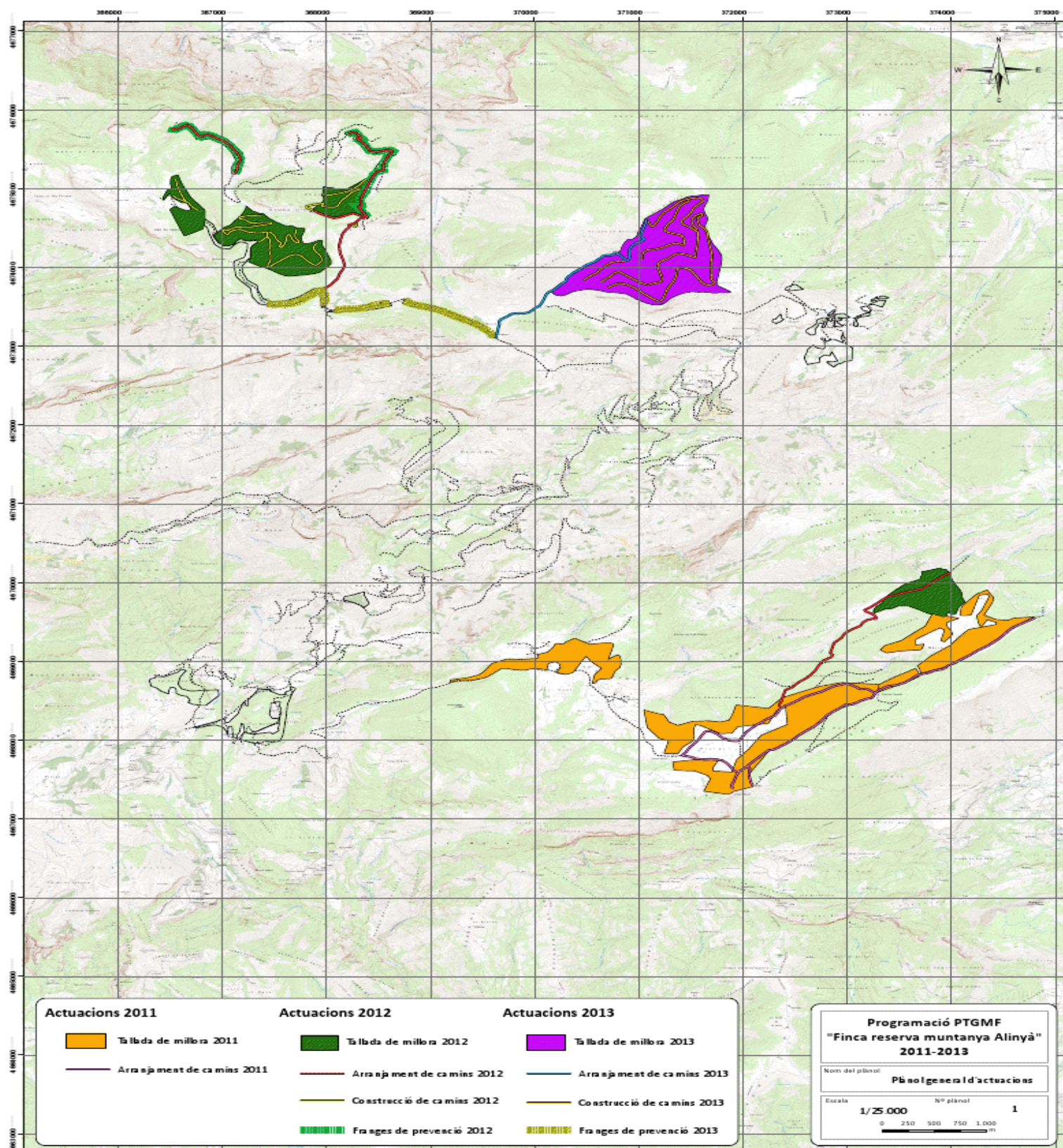
Per tant, el consum dels habitants d'Alinyà de llenya emetrien unes **0,4261 TCO₂**.

Llavors en total, el consum energètic de la població de la zona d'estudi s'emeten: **79,17 TCO₂**.

Bibliografia dades energètiques:

- Preu electricitat (tarifa sense discriminació horària): BOE 29 setembre 2012(<http://www.boe.es/boe/dias/2012/09/29/pdfs/BOE-A-2012-12197.pdf>).
- Preu del quilo de llenya: pàgines web de compra de llenya (<http://www.lenasmejias.com/>)
- Preu del petroli segons el bolletí petrolier de 27/08/2012 (http://ec.europa.eu/energy/observatory/oil/doc/prices/bulletin_with_taxes/2012_08_27_with_taxes_1619.pdf)
- Preu del Butà (www.butano.com)
- Preu del propà (http://www.cepsa.com/cepsa/Que_ofrecemos/Gas_Butano_y_propano/Precios_de_gas/Precios_de_Gas_canalizado/)
- Taula de conversions energètiques (<http://energia.mecon.ar/Electricidad/boletines/quinquenales/1991-1995/TABLA%20DE%20CONVERSIONES%20ENERGETICAS.html>)
- Factors de conversió d'energia final -energia primària i factors d'emissió de CO₂ – 2010 IDEA

V. MAPES



Avaluació de l'Aplicació de la Biomassa produïda a la Vall d'Alinyà per la producció
d'energia calorífica