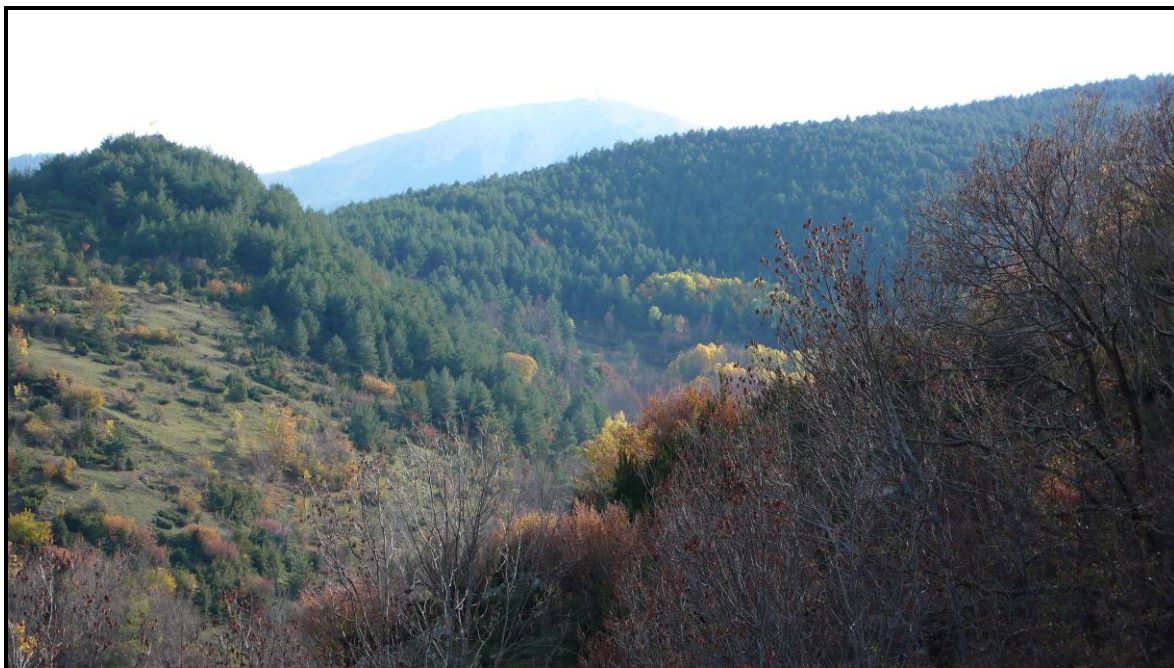


AVALUACIÓ DE LA BIOMASSA FORESTAL DISPONIBLE DEL PARC NATURAL DE L'ALT PIRINEU PER A L'OBTENCIÓ D'ENERGIA CALORÍFICA



MEMÒRIA DEL PROJECTE DE FI DE CARRERA DE LA LLICENCIATURA DE CIÈNCIES AMBIENTALS

**FACULTAT DE CIÈNCIES
SECCIÓ DE CIÈNCIES AMBIENTALS**

Autors

**SomNatura
Pau Callao Salvador
Arantzazu Camp Jiménez
Ana Planes Rispa**

Tutors

**Pere Masqué
Marti Boada
Joan Rieradevall**



Bellaterra, 21 de febrer de 2007

BLOC I. INTRODUCCIÓ

- 1. PRESENTACIÓ I JUSTIFICACIÓ DEL PROJECTE**
- 2. OBJECTIUS**
- 3. METODOLOGIA**
- 4. INTRODUCCIÓ A LA BIOMASSA**
- 5. ANTECEDENTS**

BLOC II. BIOMASSA FORESTAL COM A RECURS ENERGÈTIC

- 7. INTRODUCCIÓ A LA BIOMASSA FORESTAL**
- 8. ACTUACIONS SILVÍCOLES RELACIONADES AMB L'APROFITAMENT DE BIOMASSA**
- 9. TRACTAMENT DE LA BIOMASSA FORESTAL PER L'APROFITAMENT ENERGÈTIC**
- 10. TRANSFORMACIÓ ENERGÈTICA DE LA BIOMASSA FORESTAL**
- 11. IMPACTES EN L'APROFITAMENT DE LA BIOMASSA FORESTAL**
- 12. SISTEMES D'APLICACIÓ DE LA BIOMASSA FORESTAL**

BLOC III. DIAGNOSI

DIAGNOSI DE LA DEMANDA D'ENERGIA CALORÍFICA

- 13. ÀMBIT DEL PNAP**
- 14. VALL DE CARDÓS**
- 15. ESTERRI DE CARDÓS**
- 16. DEMANDA ENERGÈTICA DEL PNAP VERS LA DE CATALUNYA**
- 17. EMISSIONS DE CO₂ LA DEMANDA ENERGÈTICA ACTUAL**

DIAGNOSI DE LA BIOMASSA FORESTAL APROFITABLE ENERGÈTICAMENT

- 18. ÀMBIT DEL PNAP**
- 19. VALL DE CARDÓS**
- 20. ESTERRI DE CARDÓS**
- 21. MAPES SIG**

ESCENARI D'APROFITAMENT DE LA BIOMASSA : SUBSTITUCIÓ DEL GASOIL PER BIOMASSA

- 22. AVALUACIÓ DELS BALANÇOS ENTRE BIOMASSA I DIESEL**

BLOC IV. CONCLUSIONS I PROPOSTES DE FUTUR

23. CONCLUSIONS

24. PROPOSTES DE MILLORA

BLOC V. ANNEXOS

- 25. BIBLIOGRAFIA**
- 26. ÍNDEX DE TAULES I FIGURES**
- 27. GLOSSARI**
- 28. ACRÒNIMS**
- 29. PROGRAMACIÓ**
- 30. PRESSUPOSTOS**
- 31. ANNEXOS**

AGRAÏMENTS

Primer de tot voldríem fer palès el nostre agraïment i reconeixement vers el suport que ens han donat en la realització del projecte, i els consells que tan amablement ens han ofert els nostres tres tutors de la UAB: Joan Rieradevall, Martí Boada i Pere Masqué. Cadascun d'ells, en base als seus coneixements, ens ha aportat la seva visió personal respecte el camí a seguir en el desenvolupament del projecte. Això ens ha servit ha servit per a que consideréssim diferents vessants respecte un mateix tema. Volem fer una menció especial al Dr. Pere Masqué, el qual ens ha guiat i animat fins a l'últim moment.

També volem mostrar el nostre agraïment als tècnics del Parc Natural de l'Alt Pirineu (PNAP), en especial a Jordi Palau i Marc Garriga, ja que amb la seva ajuda i els documents i informació que ens han proporcionar ha estat possible la elaboració d'aquest projecte.

No podem oblidar tampoc els consells proporcionats per la Neus Puy, investigadora de l'Institut de Ciència i Tecnologia Ambiental (ICTA), així com l'ajuda oferta per en Jordi Duch, el qual ens va proporcionar diferents mapes digitalitzats del PNAP i ens va servir de molta ajuda en quant als problemes sorgits en la utilització de programes de GIS com el MIRAMON.

Gràcies també a Xavier Castells, president de l'associació ambientalista "Lo Pi Negre" perquè ens a atès i aconsellat sempre que ha estat necessari.

Per últim, volem donar les gràcies a tots els habitants del municipi d'Esterri de Cardós, així com alguns d'Esterri d'Àneu, els quals van demostrar molta paciència a l'hora de respondre a les preguntes de les nostres enquestes.

ÍNDICE

BLOC I. INTRODUCCIÓ

1. PRESENTACIÓ I JUSTIFICACIÓ DEL PROJECTE.....	10
2. OBJECTIUS.....	13
3. METODOLOGIA.....	15
4. INTRODUCCIÓ A LA BIOMASSA.....	19
5. ANTECEDENTS.....	21
5.1. <u>ASPECTES LEGALS.....</u>	21
5.1.1. ÀMBIT EUROPEU.....	21
5.1.1.1. REGLAMENT 1698/2005 RELATIVA A L'AJUT AL DESENVOLUPAMENT RURAL.....	21
5.1.1.2. DIRECTIVA 2001/77/CE RELATIVA PRODUCCIÓ D'ELECTRICITAT DE FONTS.....	21
RENOVABLES	
5.1.2. ÀMBIT ESPANYOL.....	21
5.1.2.1. ORDRE PRE/472/2004 RELATIVA A L'APROFITAMENT DE LA BIOMASSA.....	21
5.1.3. ÀMBIT CATALÀ.....	22
5.1.3.1. RD 436/2004 DE RÈGIM ESPECIAL DE PRODUCCIÓ ELÈCTRICA.....	22
5.1.3.2. LLEI 6/88 D'ORDENACIÓ FORESTAL DE CATALUNYA.....	22
5.1.3.3. LLEI 12/85 D'ESPAIS NATURALS.....	22
5.1.4. ÀMBIT DEL PARC NATURAL DE L'ALT PIRINEU.....	23
5.1.4.1. NORMES BÀSIQUES DE PROTECCIÓ.....	23
5.1.4.2. ORDENACIÓ I PLANIFICACIÓ DE L'ESPAI PROTEGIT.....	24
5.1.4.3. LA GESTIÓ I L'APROFITAMENT DELS RECURSOS NATURALS.....	24
5.2. <u>POLÍTIQUES DUTES A TERME.....</u>	25
5.2.1. ÀMBIT INTERNACIONAL.....	25
5.2.1.1. PROTOCOL DE KYOTO.....	25
5.2.1.2. CANADÀ.....	25
5.2.1.3. ESTATS UNITS.....	25
5.2.1.4. BRASIL.....	26
5.2.2. ÀMBIT EUROPEU.....	26
5.2.2.1. VIIÈ PROGRAMA MARC DE LA UE (2007-2013).....	26
5.2.2.2. VIÈ PROGRAMA MARC DE LA UE (2002-2006).....	26
5.2.2.3. LIBRO VERDE I LIBRO BLANCO: DE LES ENERGIES RENOVABLES.....	26
5.2.2.4. PROGRAMA ALTENER.....	27

5.2.2.5.	PROGRAMA "ENERGIA INTEL·LIGENT – EUROPA".....	27
5.2.3.	ÀMBIT ESPANYOL.....	27
5.2.3.1.	PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES 2005 – 2010.....	27
5.2.3.2.	PLAN DE FOMENTO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.....	27
5.2.4.	ÀMBIT CATALÀ.....	28
5.2.4.1.	INSTITUT CATALÀ D'ENERGIA (ICAEN).....	28
5.2.5.	ÀMBIT DEL PARC NATURAL DE L'ALT PIRINEU.....	29
5.2.5.1.	POLITQUES DE GESTIÓ DEL PNAP.....	29
5.3.	<u>EXPERIÈNCIES EN L'APROFITAMENT BIOMASSA FORESTAL COM A RECURS ENERGÈTIC</u>	30
5.3.1.	ÀMBIT INTERNACIONAL.....	30
5.3.1.1.	APROFITAMENT DE BIOMASSA FORESTAL A CANADÀ I ESTATS UNITS.....	30
5.3.1.2.	ESDEVENIMENTS RELACIONATS	31
5.3.2.	ÀMBIT EUROPEU.....	32
5.3.2.1.	PROJECTE 5EURES.....	32
5.3.2.2.	European Biomass Association (EUBIA).....	32
5.3.2.3.	BOIS ENERGIE 66.....	32
5.3.3.	ÀMBIT ESPANYOL.....	32
5.3.3.1.	CENTRO DE INVESTIGACIONES ENERGÉTICAS, AMBIENTALES Y TECNOLÓGICAS...32	
5.3.3.2.	CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES.....	33
5.3.4.	ÀMBIT CATALÀ.....	33
5.3.4.1.	ICAEN. ENERGIA A PARTIR DE BIOMASSA PER PROCESSOS TERMOQUÍMICS.....	33
5.3.4.2.	CENTRE DE RECERCA D'ECOLOGIA I APLICACIONS FORESTALS.....	33
5.3.4.3.	CENTRE TECNOLÒGIC FORESTAL DE CATALUNYA.....	33
5.3.4.4.	ASSOCIACIÓ DE PROFESSIONALS DE LES ENERGIES RENOVABLES DE CATALUNYA....	34
6.	DESCRIPCIÓ DE LA ZONA D'ESTUDI.....	35
6.1.	<u>LOCALITZACIÓ</u>	35
6.1.1.	PARC NATURAL DE L'ALT PIRINEU.....	35
6.1.2.	VALL DE CARDÓS.....	35
6.1.3.	ESTERRI DE CARDÓS I FORESTS 140 I 141.....	37
6.2.	<u>DESCRIPCIÓ GENERAL DEL PNAP</u>	39
6.2.1.	MUNICIPIS QUE EN FORMEN PART I POBLACIÓ.....	40
6.3.	<u>DESCRIPCIÓ ESPACÍFICA DE LES FORESTS CUP 140 I 141</u>	41
6.3.1.	POSICIÓ OROGRÀFICA I CONFIGURACIÓ DEL TERRENY.....	41
6.3.2.	CARACTERÍSTIQUES GEOLÒGIQUES	41
6.3.3.	CLIMATOLOGIA.....	42

6.3.4. COMUNITATS VEGETALS ACTUALS.....	43
6.3.5. FAUNA.....	46
6.3.6. RISC D'INCENDI.....	47
6.3.7. CONSERVACIÓ	48
6.3.8. ANTECEDENTS HISTÒRICS.....	48
6.3.9. APROFITAMENT FORESTAL ACTUAL DE LES FORESTS.....	49

BLOC II. BIOMASSA FORESTAL COM A RECURS ENERGÈTIC

7. INTRODUCCIÓ A LA BIOMASSA FORESTAL.....	52
7.1. CLASSIFICACIÓ DE LA BIOMASSA FORESTAL.....	52
7.2. COMPOSICIÓ DE LA BIOMASSA FORESTAL.....	53
7.3. PRODUCTES DE LA BIOMASSA FORESTAL PER A LA COMBUSTIÓ.....	54
8. ACTUACIONS SILVÍCOLES RELACIONADES AMB L'APROFITAMENT DE LA BIOMASSA FORESTAL.....	56
8.1. TRACTAMENTS DE MILLORA.....	56
8.2. TRACTAMENTS DE REGENERACIÓ.....	57
8.3. ALTRES TRACTAMENTS.....	57
9. TRACTAMENT DE LA BIOMASSA FORESTAL PER L'APROFITAMENT ENERGÈTIC.....	59
9.1. MÈTODES PER ESTELLAR LA BIOMASSA.....	59
9.2. ASSECATGE DE BIOMASSA FORESTAL.....	62
9.3. MAQUINÀRIA UTILITZADA EN ELS TRACTAMENTS.....	64
10. TRANSFORMACIÓ ENERGÈTICA DE LA BIOMASSA FORESTAL	68
10.1. PROCÉS DE COMBUSTIÓ.....	68
10.2. CARACTERÍSTIQUES DEL PROCÉS (SISTEMES I APARELLS DE COMBUSTIÓ).....	68
10.3. CONTROLS DE QUALITAT DE LA BIOMASSA.....	69
11. IMPACTES EN L'APROFITAMENT DE LA BIOMASSA FORESTAL.....	70
11.1. IMPACTES AMBIENTALS EN LES FASES D'EXTRACCIÓ I TRANSPORT DE LA BIOMASSA.....	71
11.2. IMPACTES EN LA COMBUSTIÓ DE LA BIOMASSA: EMISSIONS.....	72
11.3. AVALUACIÓ DELS IMPACTES GLOBAIS.....	74
12. SISTEMES D'APLICACIÓ ENERGÈTICA DE LA BIOMASSA FORESTAL.....	77
12.1. NIVELL DOMÈSTIC.....	79
12.2. DISTRICT HEATING.....	80
12.3. COGENERACIÓ.....	83
12.4. COMPARATIVA.....	85

BLOC III. DIAGNOSI

DIAGNOSI DE LA DEMANDA D'ENERGIA CALORÍFICA.....87

13. ÀMBIT DEL PNAP.....87

13.1. PRIMERES RESIDÈNCIES AMB DADES INVENTARIADES.....92

13.2. PRIMERES RESIDÈNCIES AMB DADES NO INVENTARIADES.....96

13.3. SEGONES RESIDÈNCIES.....99

14. VALL DE CARDÓS.....102

14.1. PRIMERES I SEGONES RESIDÈNCIES.....102

15. ESTERRI DE CARDÓS.....106

15.1. PRIMERES I SEGONES RESIDÈNCIES.....106

16. DEMANDA ENERGÈTICA DEL PNAP VERS LA DE CATALUNYA.....108

17. EMISSIONS DE CO₂ LA DEMANDA ENERGÈTICA ACTUAL.....111

DIAGNOSI DE LA BIOMASSA FORESTAL APROFITABLE ENERGÈTICAMENT.....113

18. ÀMBIT DEL PNAP.....113

18.1. ENERGIA DE LA BIOMASSA DISPONIBLE SEGONS EL PLA DE LA BIOMASSA, ÀMBIT FORESTAL.....113

18.2. ENERGIA DE LA BIOMASSA DISPONIBLE EN BASE AL MIRABOSC ONLINE I LA CARTOGRAFIA DIGITAL.....118

19. VALL DE CARDÓS.....126

19.1. ENERGIA DE LA BIOMASSA DISPONIBLE EN BASE AL MIRABOSC ONLINE I LA CARTOGRAFIA DIGITAL.....126

20. ESTERRI DE CARDÓS.....129

20.1. ENERGIA DE LA BIOMASSA DISPONIBLE EN BASE AL MIRABOSC ONLINE I LA CARTOGRAFIA DIGITAL.....129

21. MAPES SIG.....142

21.1. ÀMBIT GENERAL: PARC NATURAL DE L'ALT PIRINEU.....142

21.2. ÀMBIT SUPRAMUNICIPAL: VALL DE CARDÓS.....151

21.3. ÀMBIT MUNICIPAL: ESTERRI DE CARDÓS.....153

ESCENARI D'APROFITAMENT DE LA BIOMASSA : SUBSTITUCIÓ DEL GASOIL PER BIOMASSA

22. AVALUACIÓ DELS BALANÇOS ENTRE BIOMASSA I DIESEL.....155

22.1. ENERGÈTICS.....155

22.2. ECONÒMICS I AMBIENTALS.....164

22.2.1. COST ECONÒMIC.....164

22.2.2. COST AMBIENTAL.....166

BLOC IV. CONCLUSIONS I PROPOSTES DE FUTUR

23. CONCLUSIONS.....	170
24. PROPOSTES DE MILLORA.....	174

BLOC V. ANNEXOS

25. BIBLIOGRAFIA.....	176
26. ÍNDEX DE TAULES, FIGURES I MAPES.....	178
27. GLOSSARI.....	185
28. ACRÒNIMS.....	189
29. PROGRAMACIÓ.....	190
30. PRESSUPOSTOS.....	191

1. PRESENTACIÓ I JUSTIFICACIÓ DEL PROJECTE

PRESENTACIÓ

Aquest projecte, dut a terme pel grup Som Natura té com a objectiu l'avaluació del potencial energètic de la biomassa forestal del Parc Natural de l'Alt Pirineu (PNAP). Està realitzat dins la Llicenciatura de Ciències Ambientals a la UAB. Els doctors Pere Masqué, Martí Boada i Joan Rieradevall han fet el seguiment del mateix i ens han ofert la seva col·laboració i implicació, de la mateixa manera que els tècnics del PNAP.

En el projecte s'ha fet un estudi sobre la demanda energètica dels municipis inclosos al PNAP, alhora que s'ha estimat el potencial energètic de la biomassa forestal del Parc per a tal de poder abastir els seus municipis, desenvolupant un escenari d'aprofitament sostenible per la zona i d'acord a les seves possibilitats. S'han avaluat també els impactes ambientals i les possibles repercussions socials i econòmiques implicades en la proposta d'aplicació energètica. L'estudi consta de cinc grans blocs:

Bloc I. Introducció: En aquest primer apartat s'inclouen els primers punts que serviran com a base per a la resta del projecte. Aquest bloc es troba integrat pels objectius del projecte i la metodologia que s'ha seguit en la seva realització. En quant a la biomassa, se'n fa una breu introducció, així com una recopilació dels antecedents per aquesta matèria i s'exposa també la descripció completa de la zona d'estudi.

Bloc II. Inventari: Biomassa forestal com a recurs energètic: Aquest capítol inclou una descripció sobre la biomassa forestal i tracta aspectes relacionats com les actuacions silvícoles, els escenaris de tractament, els processos de transformació de la biomassa per al seu aprofitament energètic, les tecnologies per l'aprofitament energètic, i per últim, els impactes ambientals i socio-econòmics tant positius com negatius que comporta aquest aprofitament.

Bloc III. Diagnosi: Aquest és el bloc més dens del projecte, ja que compren tota l'estimació de la demanda d'energia calorífica dels municipis del PNAP, l'anàlisi de la biomassa potencial i aprofitable, i l'escenari d'aprofitament energètic proposat.

Bloc IV: Conclusions i propostes de futur: en aquest apartat es presenten les conclusions del projecte i les propostes de millora de cara a futures iniciatives en el camp de la biomassa.

Bloc V: Annexos: en aquest darrer capítol es complementa el projecte amb diferents apartats com: bibliografia, glossari, acrònims, programació, pressupostos, índex de taules i figures i annexos.

JUSTIFICACIÓ

El desenvolupament i implantació d'energies renovables, com és el cas de l'aprofitament de la biomassa, encara es troba en una etapa inicial d'investigació i sobretot d'acceptació i reconeixement per part de la major part de la societat. És per aquest motiu que el grup "Som Natura" ha mostrat des d'un principi l'interès en desenvolupar aquest tema, ja que disposa de moltes possibilitats d'aplicació en un futur pròxim.

Abans de justificar les raons que ens han portat a realitzar aquest projecte, es fa una aproximació a la situació energètica actual, sobretot en el cas de Catalunya.

L'Informe de Diagnosi del sector energètic a Catalunya 2006 posa de manifest que en els propers 15 anys és possible arribar a situacions de crisi a causa de l'augment de la demanda energètica i l'exhauriment dels recursos fòssils al món. Els països emergents com la Xina i la Índia cada cop demandaran més energia i es preveu un creixement del 80% del consum en 25 anys. Aquestes previsions fan que es posi sobre la taula un replantejament del model de consum energètic i la recerca de noves vies alternatives per evitar problemes d'abastament i crisis ambientals.

Catalunya és deficitària en recursos energètics fòssils. Com la resta de països desenvolupats, ha basat el seu desenvolupament en l'ús poc eficient del petroli, cosa que l'ha fet dependre de les polítiques econòmiques internacionals, basades en la comerç d'aquest recurs i els seus derivats. Aquesta dependència energètica ha anat disminuint en els darrers vint anys en més d'un 20% -principalment per la pràctica desaparició del consum de fueloil a les centrals elèctriques-, i ho ha fet en favor de l'energia nuclear i el gas natural.

En quant a l'ús de la biomassa com a energia alternativa, el consum d'aquesta a Catalunya l'any 1997 va ser de 289.152 tep, xifra que ens situa en el quart lloc de l'Estat espanyol per aquest concepte. Cal destacar que el potencial de desenvolupament de la biomassa es fonamenta en primer lloc en l'ús de la terra. A Catalunya, el terreny forestal té una gran importància, ja que representa un 62% de la superfície total, considerant com a terreny forestal el bosc, el matollar, pastures i altres components forestals. En conseqüència, les tasques de neteja i millora dels boscos generen residus que són possibles d'aprofitar energèticament. Així mateix, els conreus llenyosos ocupen una part important de les terres de conreu a Catalunya i, també, les podes d'aquests cultius generen una gran quantitat de residus. La major part d'aquesta superfície coincideix geogràficament amb zones rurals, de manera que qualsevol activitat que hom realitza al bosc té efectes en la generació de biomassa.

En el passat, els boscos que ara pertanyen al PNAP suposaven la principal font de recursos energètics (biomassa forestal) i alimentaris, entre d'altres usos, de molts municipis del Pallars Sobirà i l'Alt Urgell. Gràcies a l'extracció de biomassa forestal, els boscos gaudien d'un bon estat de conservació i d'un baix risc en la propagació d'incendis. Amb el pas dels anys, l'abandonament de les zones rurals de l'alta muntanya degut a diversos factors, la introducció d'altres tipus d'energies com els combustibles fòssils, la dificultat d'extracció de la fusta degut a les complicades condicions orogràfiques i de pendent, i l'escàs interès econòmic que representa l'explotació forestal en el territori, han fet que els boscos del PNAP hagin patit un

abandonament progressiu pel que fa a la seva gestió i que la seva biomassa s'hagi anat acumulant en el sòl dels boscos.

Donada aquesta situació és obvi l'interès per estudiar l'aprofitament d'aquest tipus de combustible com a font d'energia, activitat que implica millores socioeconòmiques i ambientals com:

Justificacions ambientals

- S'afavoreixen els treballs de gestió de les masses forestals, respectant els ecosistemes naturals.
- La utilització de la biomassa com a font energètica suposa un balanç de CO₂ pràcticament neutre.
- Prevenció d'incendis forestals i de plagues al disminuir la biomassa acumulada i trencant la continuïtat vertical.
- Aplicació del concepte multifuncionalitat al bosc.

Justificacions socioeconòmiques

- Valorització de determinats productes del bosc, que avui en dia manquen d'un mercat actual.
- Propicia una alternativa econòmica als propietaris de les superfícies forestals, en aquest cas comunals.
- Fomenta l'ocupació a les àrees rurals.

2. OBJECTIUS

Objectius Principals

L'objectiu principal d'aquest projecte recau en la determinació del potencial de biomassa residual que es pot aprofitar com a recurs energètic a partir de la gestió forestal del municipi d'Esterri de Cardós, mitjançant el POF de les forests 140 i 141.

El segon objectiu principal, i no menys important, és la quantificació del potencial de biomassa per l'àmbit del PNAP que es pot aprofitar de manera sostenible per substituir el consum d'energies fòssils a les calefaccions de les llars.

Objectius Específics

Inventariar la demanda energètica per les poblacions del PNAP

Determinar el consum energètic mitjà en Tones Equivalents de Petroli (tep) que suposa l'ús de les energies fòssils en la calefacció i estimar l'equivalència en tones de biomassa necessàries.

Determinar les fonts energètiques que generen calor a les llars de forma més i menys eficient.

Modelització de la biomassa que es pot obtenir de forma sostenible

Inventariar les activitats forestals de les forests 140 i 141 a Esterri de Cardós per tal d'estimar la quantitat de biomassa residual disponible.

Inventariar la biomassa potencial del PNAP, per tal de delimitar-ne la disponible.

Determinar les zones forestals que permetin l'obtenció de biomassa tenint en compte l'accessibilitat, els criteris silvícoles i topogràfics, la producció sostenible, etc.

Escenari d'aprofitament

Comptabilitzar el potencial energètic de les zones forestals que han estat determinades aptes per extreure biomassa. Per valorar quina proporció de la demanda energètica és capaç de substituir.

Proposar una escenari d'aprofitament que contempli la substitució d'una font no renovable per la biomassa disponible i seleccionar el tipus de tecnologia que ho permeti per a les residències.

Costos i beneficis ambientals i econòmics de l'aprofitament de biomassa

Determinar els impactes ambientals que comporta l'explotació de biomassa forestal, i també els avantatges relacionats amb la sostenibilitat energètica.

Calcular els balanços d'emissions de CO₂ per l'escenari proposat i analitzar la diferència entre el CO₂ emès per la tecnologia convencional (energia fòssil) i el que suposaria amb la utilització de biomassa, tenint en compte que la biomassa fixa, aproximadament, el mateix CO₂ que emet amb la combustió.

Determinar els costos econòmics (€) que implica l'escenari d'aprofitament proposat.

3. METODOLOGIA

La metodologia duta a terme per realitzar el present projecte segueix una estructura dividida en quatre blocs, per a cadascun d'ells es detalla, a continuació, el procés que n'ha permès l'elaboració. A la Figura.1 hi ha detallada l'estructura que desenvolupa el projecte.

Bloc 1: Introducció

Aquest bloc està encapçalat per la presentació del grup i del projecte que es vol dur a terme. A continuació, es concreten els objectius que es pretenen assolir amb el projecte. Aquest primer apartat es realitza amb una extensa consulta de la documentació disponible en relació a la biomassa i se'n recullen els antecedents a nivell internacional, europeu, estatal i autonòmic. Un cop fet això, s'obté una primera idea general del context en què es troba l'aprofitament de biomassa forestal.

La recerca d'informació s'ha centrat en primer lloc en la consulta a projectes de final de carrera d'anys anteriors com el projecte "Avaluació de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal del Parc de Collserola (2006)" que ha servit de referència per copsar les idees principals que han permès assentar el present projecte. D'altra banda, la bibliografia general en el camp de la biomassa ha complementat la formació del grup i ha servit de base per a definir i posteriorment desenvolupar l'estructura del projecte. Un dels documents claus que ha marcat el punt de partida del present projecte és la tesina "Avaluació integrada delaprofitament energètic de la biomassa forestal a Catalunya" facilitat per Neus Puy.

A través d'Internet que actualment representa una eina de treball quasi totalment estesa arreu i amb una gran capacitat d'aportar informació, s'ha realitzat una consulta d'articles científics i d'experiències que ja han estat realitzades en el marc de l'aprofitament de biomassa forestal. Aquest suport ha propiciat la interacció ràpida i senzilla amb l'Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT) que ha servit de referència per l'estudi de les característiques de les poblacions locals.

Per finalitzar el primer bloc introductori del projecte, i plenament formador per als coneixements dels autors, es realitza una primera visita a l'àmbit d'estudi facilitada pels tècnics del Parc Natural de l'Alt Pirineu (PNAP). És arran d'aquesta presa de contacte que s'obté, gràcies a la col·laboració del Marc Garriga (tècnic del PNAP), un segon document clau pel desenvolupament del projecte, el Planejament d'Ordenació Forestal (POF). Aquest POF aporta les nocions relatives al funcionament de la gestió forestal d'un àmbit representatiu del PNAP, com és Esterri de Cardós.

Tot aquest primer bloc acaba d'agafar sentit amb l'assistència al "*Curs d'aprofitament, assecat, processat i emmagatzematge de biomassa forestal i estella*" celebrat al Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Solsona. És a partir de la informació assimilada del recull de ponències i de la sortida de camp a Alp que es desenvolupen amb una major sensibilitat les següents fases del projecte.

Bloc 2 i 3: Inventari i diagnosi

Els fonaments del projecte es defineixen amb la realització del inventari sobre les característiques de la biomassa forestal present al PNAP i complementat per la diagnosi dels processos d'aprofitament energètic. Una vegada portats a terme, s'avalua la viabilitat en la substitució d'una part del consum actual d'energia fòssil en calefaccions per biomassa forestal que és disponible en el Parc.

Per assolir aquests objectius es necessita del treball en equip, ja que hi ha diferents punts oberts que requereixen centrar esforços. En concret, l'estudi amb profunditat està enfocat dins el marc del PNAP i es basa en dos fites; la demanda d'energia calorífica dels municipis i la biomassa potencial a partir de la qual es determina la disponible. Així doncs, es completa l'estudi amb un treball de camp més específic que serveix per obtenir uns resultats més fidedignes, d'altra banda, s'utilitzen les eines informàtiques que permeten treballar amb les dades inventariades sobre demanda energètica i biomassa potencial.

El suport principal per determinar el potencial energètic de la biomassa ha estat el programa MiraBosc Online (Jordi Vayreda i CREAF), que permet sintetitzar la informació relativa a l'Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya (IEFC) i al Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya, i ser analitzada per superfícies municipals. Aquesta eina ha estalviat la feina feixuga que suposa haver d'inventariar les forests i obtenir un resultat representatiu per a cada àmbit, amb uns mitjans humans i tècnics limitats. L'altra base d'informació que implica un nivell de detall superior s'encarrega de quantificar la biomassa de les forests per planificar una gestió a vint anys vista; com és el cas del POF d'Esterri de Cardós, cedit per en Marc Garriga. És a partir d'un inventari d'aquestes característiques, on el resultat que defineix la biomassa disponible pren una major importància.

Per tal de modelitzar la informació de biomassa potencial a disponible s'ha fet necessari i imprescindible la utilització de programes informàtics destinats al tractament de cartografia digital, com el software *Miramon* creat per Xavier Pons. Les bases de dades fetes servir han estat proporcionades pel Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya, juntament amb la facilitada pel professor Jordi Duch sobre camins, pistes forestals i vials tradicionals inventariats per la comarca del Pallars Sobirà. Finalment, l'ajut de professionals en els Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG) ha estat clau per assolir les fites plantejades al projecte.

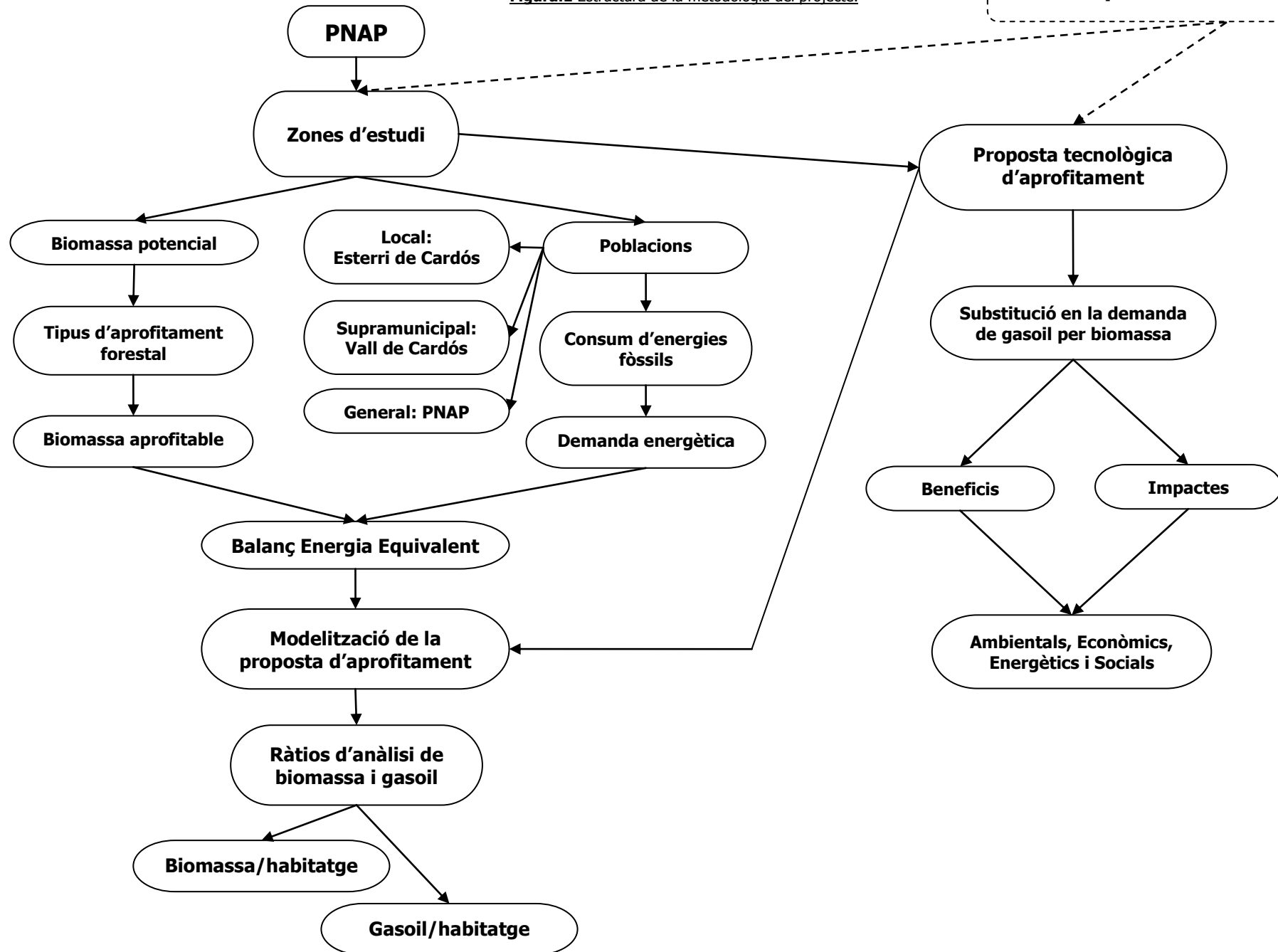
A fi d'analitzar la viabilitat de l'aprofitament energètic de biomassa forestal s'ha presentat un escenari que contempla la substitució del gasoil per biomassa com a font d'energia calorífica a les llars. Aquest escenari s'encarrega d'avaluar els beneficis ambientals (CO₂) i econòmics (€) que comportaria la substitució energètica. Cal apuntar que, l'anàlisi de les dades sobre la demanda energètica no hauria estat possible sense la col·laboració i implicació dels veïns del municipi d'Esterri de Cardós.

Bloc 4: Conclusions i propostes de millora

En el darrer apartat es realitza una síntesi de tot el projecte amb l'elaboració de les conclusions i propostes de millora. Aquesta fase es desenvolupa amb la reflexió sobre la diagnosi de la informació que objectivi una resposta a la viabilitat de l'aprofitament sostenible de biomassa com a recurs energètic per a les poblacions locals. També s'indiquen les accions de futur per a nous projectes que serveixin per complementar l'avaluació de l'aprofitament energètic del PNAP.

Figura.1 Estructura de la metodologia del projecte.

Recerca d'informació, consulta a experts i entrevistes



4. INTRODUCCIÓ A LA BIOMASSA

La biomassa és matèria vegetal orgànica produïda durant la fotosíntesis amb l'ajuda de l'energia solar. Es defineix també com la massa total de la matèria viva d'una part d'un organisme, població o ecosistema i tendeix a mantenir-se més o menys constant. Per norma general, es dóna en termes de matèria seca per unitat d'àrea (per exemple kg/ha o g/m²). El terme genèric biomassa inclou productes de tipus forestal, agrícola, del sector ramader i agroalimentari o biomassa residual (residus urbans).

Part d'aquesta matèria vegetal pot cremar-se com a combustible sòlid, o convertir-se en biocombustible líquid o gasós. La crema de fusta i desfets vegetals ha estat una de les principals fonts d'energia usades arreu del món, tot i que als països desenvolupats el seu ús va anar davallant amb la generalització del petroli. Les dades als països en vies de desenvolupament sobre l'ús de la biomassa com a font energètica són radicalment diferents de les dels països rics, ja que a l'any 1989, el 50% de l'energia usada als països pobres provenia d'aquest combustible.

Remarcant com a punt molt important que s'entén la biomassa com a recurs energètic renovable sempre i quan la velocitat de recol·lecció dels arbres i les plantes sigui inferior a la del creixement de les diferents espècies vegetals.

Pel que fa als pros de desenvolupar aquesta modalitat energètica tenim que es pot donar una sortida a les grans quantitats de residus (tan urbans com ramaders) aprofitant-ne la fermentació i combustió per a produir energia. A més, no hi ha increment net en els nivells atmosfèrics de diòxid de carboni, ja que a la fi, es crema matèria vegetal que anteriorment havia captat CO₂ durant el procés fotosintètic.

Tipus de biomassa

El terme biomassa distingeix diferents tipus de productes amb els quals es pot obtenir energia:

● **Biomassa Forestal:** Aquest tipus de producte és en el que està centrat aquest projecte. Representa al conjunt de matèria orgànica d'origen forestal. Actualment la gestió que es realitza dels boscos catalans s'extreu menys biomassa de la potencial que creix cada any. Essencialment, la part potencialment aprofitable per a usos energètics és la provinent de:

- Restes vegetals en aprofitaments silvícoles, podes, aclarides...
- Peus arboris de petites dimensions amb poc valor comercial, que provenen d'actuacions de millora forestal.
- Subproductes de les indústries de les serraries

● **Residus agrícoles, dejeccions ramaderes (purins) i de la indústria alimentària:** provenen de conreus llenyosos o herbacis. Aquests residus s'obtenen de les restes dels conreus, així com de les neteges que es fan al camp per tal d'evitar les plagues o els incendis. Aquests constitueixen una altra font important

de bioenergia, encara que no sempre sigui raonable donar-hi aquest tipus d'utilitat.

- **Cultius energètics:** Consisteix en cultivar vegetals de creixement ràpid per a la possibilitat de l'aprofitament de cultius energètics. Aquesta opció no és molt rentable. És molt discutida la conveniència dels cultius o plantacions amb fins energètics, no només per la seva rendibilitat en sí mateixos, sinó també per la competència que exercirien amb la producció d'aliments i altres productes necessaris, (fusta, etc). No obstant, aquest dubte no es plantejaria en el cas d'un altre tipus de cultiu energètic: els cultius aquàtics, incloent també certes algues microscòpiques (micròfits).

- **Residus urbans:** Les deixalles que generem a casa nostra són triades per poder-ne reciclar i recuperar tot allò que sigui possible. La fracció no reciclable rep diversos tractaments; sovint són situades en dipòsits controlats, incinerades o tractades per obtenir-ne compost. Aquests processos, ben gestionats, ajuden a millorar el medi ambient i, a més, l'home ha après a aprofitar-ne l'energia que alliberen en la descomposició.

5. ANTECEDENTS EN L'APROFITAMENT DE BIOMASSA COM A FONT D'ENERGIA

En aquest apartat es recullen els diferents programes, legislació i experiències prèvies relacionades amb l'aprofitament de la biomassa per a obtenir energia, diferenciant els àmbits internacional, europeu, espanyol, català i l'àmbit del PNAP.

5.1. ÀSPECTES LEGALS

5.1.1. ÀMBIT EUROPEU

5.1.2.1. REGLAMENT 1698/2005 RELATIVA A L'AJUT AL DESENVOLUPAMENT RURAL

El reglament sobre ajut al desenvolupament rural a través del Fons Europeu Agrícola de Desenvolupament Rural (FEADER), considera que cal fomentar la comercialització de productes agraris, la introducció de noves tecnologies i innovacions, l'oferta de noves possibilitats de comercialització de productes agraris posant èmfasi en la qualitat, la millora de la protecció al medi ambient i la seguretat laboral. És important vetllar perquè els sectors agroalimentari i forestals puguin aprofitar oportunitats dels mercats mitjançant enfocaments amplis i innovadors en la creació de productes, processos i tecnologies.

5.1.2.2. 2001/77/CE: PROMOCIÓ D'ELECTRICITAT GENERADA A PARTIR DE FONTS D'ENERGIA RENOVABLES EN EL MERCAT INTERIOR.

L'objectiu principal d'aquesta directiva és fomentar l'augment de les contribucions energètiques renovables a la generació d'electricitat, així com establir unes bases per a un futur marc comunitari. Es vol fomentar aquesta electricitat generada per fonts energètiques renovables com a una de les principals prioritats de la Comunitat Europea, per diversificació del subministrament energètic, protecció al medi ambient i cohesió social i econòmica.

Es Demana la publicació cada cinc anys d'un informe als estats membres, que esmenti els objectius nacionals de consum d'electricitat de fonts d'energies renovables, les mesures nacionals adoptades o previstes per assolir l'objectiu. Cal per una altra banda que els objectius nacionals siguin compatibles amb els compromisos establerts pels membres de la Comunitat en el Protocol de Kyoto.

5.1.3. ÀMBIT ESPANYOL

5.1.3.1. ORDRE PRE/472/2004:CREACIÓ DE LA COMISSIÓ INTERMINISTERIAL PER L'APROFITAMENT ENERGÈTIC DE LA BIOMASSA (USOS TÈRMICS I ELÈCTRICS).

Amb aquesta Ordre es crea la Comissió Interministerial, en el context de l'objectiu sobre la biomassa del *Plan de Fomento de las Energias renovables*, que preveu una promoció del 63% del objectius energètics, ja que l'aplicació en usos tèrmics i elèctrics procedents de la biomassa o matèria fotosintètica és la que té més perspectives de creixement. Aquesta Comissió està presidida pel titular de la Direcció General de Política

Energètica i de Mines, i com a secretari té a un vocal de *la Comisión miembro del Instituto para la diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)* que tindrà veu i vot.

5.1.4. ÀMBIT CATALÀ

5.1.4.1. _RD 436/2004 DE RÈGIM ESPECIAL DE PRODUCCIÓ ELÈCTRICA

Enfocat a la producció elèctrica a partir d'energies renovables, definit per primer cop l'any 1980, i concebut com a alternativa a la centralització de les plantes de producció elèctrica, permetent una Producció Elèctrica Independent.

L'exposició de motius i objectius que formen aquest règim són: protegir el medi ambient, garantir un subministrament elèctric de qualitat, unificar la normativa de desenvolupament de la Llei 54 / 1997 del Sector Elèctric i contribuir a que en el 2010 les energies renovables aportin el 12% del total de la demanda energètica de l'Estat Espanyol.

5.1.4.2. LLEI 6/88 D'ORDENACIÓ FORESTAL DE CATALUNYA. (LOFC): PLANS TÈCNICS DE GESTIÓ I MILLORA FORESTAL (PTGMF).

Té com a objectiu establir l'ordenament dels terrenys forestals de Catalunya per a assegurar-ne la conservació i garantir la producció de matèries primeres, aprofitar adequadament els recursos naturals renovables i mantenir les condicions que permeten un ús recreatiu i cultural d'aquests terrenys.

Aquesta llei classifica els terrenys forestals segons el règim de pertinença en: públics, privats i comunals. Pel que fa als instruments d'actuació en política forestal s'elaboren: Plans de Desenvolupament Forestal (PDF), Inventari Forestal de Catalunya (IFC) i Plans Tècnics de Gestió i Millora Forestal (PTGMF).

Són l'instrument de gestió per als terrenys públics. En terrenys privats, la seva realització depèn de la voluntat del propietari en normalitzar l'activitat que es desenvolupa al seu terreny.

Segons dicta la Llei el propietari haurà de proposar el PTGMF al Centre de Propietat Forestal (CPF), el qual és un òrgan independent amb dues finalitats: a) assessorar al silvicultor i facilitar les relacions amb l'administració, b) elaboració de plans de producció forestal per a l'Administració forestal.

A més, la Llei inclou una sèrie de mesures generals per regular les tallades arreu, les empreses relacionades amb l'explotació forestal, per promoure la recerca científica i tecnològica, i les sancions en cas de cometre alguna infracció que també especifica la norma.

5.1.4.3. LLEI 12 / 85 D'ESPAIS NATURALS (LEIN).

Diferencia quatre figures de protecció diferents: Parcs Nacionals, Paratges Naturals d'Interès Nacional, Reserves Naturals, Parcs Naturals.

També hi apareix la figura del Pla d'Espais d'Interès Natural (PEIN), el qual és un pla sectorial d'aplicació catalana amb l'objectiu de delimitar i establir les directrius necessàries per a la protecció bàsica dels espais naturals considerats com a tal per els seus valors científics, ecològics, paisatgístic, culturals, socials, didàctics i recreatius.

5.1.5. ÀMBIT DEL PARC NATURAL DE L'ALT PIRINEU

5.1.5.1. NORMES BàSIQUES DE PROTECCIÓ

Els usos i aprofitaments agrícoles, forestals, ramaders extensius, cinegètics, piscícoles, artesanals i recreatius tradicionals, com l'excursionisme, s'han de continuar desenvolupant de manera ordenada i compatible amb la protecció de l'espai.

Els usos públics s'han de desenvolupar congruentment amb els objectius de protecció de l'espai, i no poden representar efectes negatius sobre els valors protegits. Així mateix, d'acord amb l'article 12 del Decret 328/1992, de 14 de desembre, els usos públics s'han de desenvolupar amb ple respecte als béns i als drets privats i comunals.

En l'àmbit del Parc Natural de l'Alt Pirineu és d'aplicació el règim del sòl no urbanitzable fixat per la legislació urbanística vigent a Catalunya.

La circulació motoritzada es regeix per la Llei 9/1995, de 27 de juliol, de regulació de l'accés motoritzat al medi natural.

Les activitats cinegètiques en l'àmbit de la Reserva Nacional de Caça, de la Zona de Caça Controlada i dels altres terrenys cinegètics es regulen per la seva normativa específica.

Les activitats piscícoles de pesca continental en l'àmbit del Parc Natural s'han de fer d'acord amb les regulacions específiques de les zones existents per a l'ordenació d'aquestes activitats.

En els casos que regula la legislació vigent, cal aplicar el procediment d'avaluació d'impacte ambiental i la declaració d'impacte favorable corresponent.

Per fer qualsevol estudi biològic, geològic o ecològic que afecti de manera total o parcial el Parc Natural, cal l'autorització de l'òrgan gestor.

Només s'admet la reintroducció d'espècies quan siguin pròpies de la fauna autòctona i amb l'informe favorable de la Junta Rectora.

5.1.5.2. ORDENACIÓ I PLANIFICACIÓ DE L'ESPAI PROTEGIT

L'ordenació i la planificació de l'ús i la gestió del Parc Natural s'ha de dur a terme per mitjà del Pla especial de protecció del medi natural i del paisatge i a partir del Pla rector d'ús i gestió.

- El Pla especial de protecció del medi natural i del paisatge

El Departament de Medi Ambient, en col·laboració amb les corporacions locals de la zona i els departaments de la Generalitat amb competències en l'àmbit del Parc, formularan i tramitaran un pla especial de protecció del medi natural i el paisatge. Aquest pla fixarà els aspectes globals i permanents de l'ordenació del Parc Natural: zonificació, infraestructures i serveis bàsics, regulació d'usos i activitats, etc.

- Pla Rector d'ús i gestió

Aquest Pla té per objecte programar les actuacions i establir les determinacions necessàries per al desenvolupament de la gestió del Parc Natural, d'acord amb la regulació del Pla especial. Aquest Pla restarà subjecte a revisions periòdiques, com a màxim cada sis anys.

5.1.5.3. LA GESTIÓ I L'APROFITAMENT DELS RECURSOS NATURALS

El principal aspecte a tenir en compte pel que fa la gestió i els aprofitaments forestals en l'àmbit del PNAP és la seva planificació. Aquesta ha de permetre garantir l'existència d'uns aprofitaments econòmicament rentables i a la vegada compatibles (i sovint necessaris) amb la conservació del bosc i dels seus valors naturals i culturals.

Així doncs des del PNAP es desenvoluparan les següents línies de treball relacionades amb la gestió forestal:

- Desenvolupar i potenciar la planificació forestal amb criteris de conservació del bosc i dels seus valors ecològics i culturals, i també de rendibilitat econòmica (Plans Tècnics de Gestió i Millora forestal o Projectes d'Ordenació, definició d'estratègies i plans per a la prevenció d'incendis).
- Desenvolupar i potenciar la planificació forestal amb criteris de conservació del bosc i dels seus valors ecològics i culturals, i també de rendibilitat econòmica (Plans Tècnics de Gestió i Millora forestal o Projectes d'Ordenació, definició d'estratègies i plans per a la prevenció d'incendis).
- Promoure l'ecocertificació forestal i la comercialització dels productes forestals resultants.
- Inventariar i garantir la conservació i recuperació de les àrees forestals de major significació ecològica així com potenciar i completar la xarxa de reserves forestals.
- Promoure les intervencions de millora silvícola necessàries per aquells boscos que han de complir funcions específiques de defensa del sòl, prevenció d'incendis o ús recreatiu, entre d'altres.
- Suport tècnic per a la sol·licitud i tramitació d'ajuts públics en l'àmbit forestal.

- Promoció i suport del fitament de les forests comunals.

Cal reconèixer la important tasca pionera realitzada fins ara de l'ADF Mig Pallars, tant en l'àmbit de la gestió forestal com ramadera, mitjançant el projecte LIFE "Pirineu Viu".

5.2. POLÍTIQUES DUTES A TERME

5.2.1. ÀMBIT INTERNACIONAL

5.2.1.1. PROTOCOL DE KYOTO

En un principi al Protocol de Kyoto es parla de la plantació i la conservació dels arbres, amb l'objectiu de crear embornals (fonts) de carboni als arbres i als sòls. Poca cosa es diu sobre l'ús de la biomassa forestal com a font d'energia per reduir l'ús de combustibles fòssils. De tota manera, s'ha reconegut que el creixement i ús de la biomassa de forma contínua com a substitut dels combustibles té clars avantatges comparat a l'ús de la biomassa únicament com a captador de Carboni per a crear embornals de Carboni.

La proposta de la UE d'assolir el 12% en energies renovables respecte el total ajudaria de forma substancial a l'assoliment dels objectius de Kyoto. La contribució de totes les formes de biomassa (137 Mtoe, milions de tones d'equivalents d'oli) per a reduir les emissions de CO₂, suposaria una reducció de 150 Mt de carboni per l'any 2010, una reducció del 17%, que és dues vegades l'obligació de la UE segons el Protocol de Kyoto.

Un punt clar per a les noves polítiques és que els arbres (i altres formes de biomassa) poden actuar com a embornals de carboni, però quan l'arbre és madur, ja no realitza aquesta funció. La biomassa té nombrosos avantatges per a un futur ambientalment segur, però per a obtenir els màxims beneficis, els arbres han de ser utilitzats com a font d'energia al final del seu creixement.

5.2.1.2. CANADÀ

En el cas de Canadà, el seu govern dóna suport a l'energia obtinguda a partir de biomassa com a part del desenvolupament sostenible. Hi ha diferents programes, com el "Renewable Energy Deployment Initiative (REDI)" que promou sistemes d'energia renovables com l'energia solar o el National Biomass Ethanol Program que promou la inversió de les empreses en la indústria de l'etanol al Canadà amb l'exempció d'una part dels impostos de producció.

5.2.1.3. ESTATS UNITS

"Biomass program": programa de biomassa desenvolupat pel *Department of Energy*. Aquest programa té com a principals objectius reduir la dependència del cru provinent de l'estranger, desenvolupant combustibles a partir de la biomassa i fomentar la indústria local de conversió de la biomassa.

Commodity Credit Corporation Bioenergy Program; és un programa que vol motivar la producció d'etanol per utilitzar-lo com a biocombustible.

La llei Healthy Forest Restoration Act of 2003 → Dóna les pautes per a una gestió dels boscos i l'aprofitament de la biomassa.

5.2.1.4. BRASIL

Un altre país pioner en la utilització de biocombustibles ha estat el Brasil, que des del 1975 desenvolupa el "*Programa Nacional del Alcohol*", on s'utilitza com a matèria primera la canya de sucre i les melasses de la fabricació del sucre. Gràcies a aquest programa, una gran part dels combustibles que s'utilitzen al Brasil són provinents de la biomassa.

5.2.2. ÀMBIT EUROPEU

5.2.2.1. VIIÈ PROGRAMA MARC DE LA UE (2007-2013)

Aquest nou Programa Marc que tot just ha estat presentat, preveu impulsar el creixement i ocupació de la Unió Europea. Comptarà amb una partida pressupostària de 70.000 milions d'euros. I tindrà els següents objectius:

- Dotar la investigació europea de més recursos
- Potenciar la independència dels científics, mitjançant el Programa Idees "perquè siguin ells els que decideixin i no els buròcrates de Brussel·les"
- Creació d'un Consell Europeu de la Investigació

5.2.2.2. VIÈ PROGRAMA MARC DE LA UE (2002-2006)

És l' instrument per a finançar la investigació a Europa i els programes que en formen part tenen una duració de cinc anys. Dintre de les principals prioritats d'estudi i d'investigació trobem: el desenvolupament sostenible, canvi planetari i ecosistemes (inclosa la investigació sobre energia i transport).

A curt termini es planteja en aquest camp, el desenvolupament de combustibles alternatius i de noves energies renovables més eficients i econòmiques. A llarg termini es planteja la millora dels usos de la biomassa.

5.2.2.3. LIBRO VERDE I LIBRO BLANCO: DE LES ENERGIES RENOVABLES

Té com a finalitat la creació d'un debat sobre les diferents mesures urgents i importants relatives a les fonts d'energia renovable que s'han d'aplicar per assolir uns objectius fixats. L'objectiu a complir que proposa el llibre verd és ambiciós: duplicar en quinze anys la contribució de les fonts d'energia renovables al consum energètic interior brut, arribant al 12% de contribució per l'any 2010. Això comportaria la creació de 500.000 llocs de treball.

Els resultats obtinguts dels debats suscitats per aquest llibre van ser presentats per la comissió europea en forma d'un nou llibre: **Llibre Blanc** que inclou un programa de desplegament de les fonts d'energia renovables.

5.2.2.4. PROGRAMA ALTENER

Aquest programa servirà per avaluar els progressos realitzats dins el marc del Llibre Blanc, és a dir, en les incorporacions de les fonts d'energia renovables. Concretament és un programa plurianual de foment de les energies renovables. Dins del programa hi ha com a objectius la creació de les condicions jurídiques, socioeconòmiques i administratives necessàries per a l'aplicació d'un pla d'acció comunitari sobre fonts d'energia renovables i també el foment de les inversions públiques i privades dins aquest àmbit.

5.2.2.5. PROGRAMA "ENERGIA INTEL·LIGENT – EUROPA"

Aquest programa s'encarrega d'establir una sèrie d'accions en l'àmbit de l'energia que reflecteixin els objectius de desenvolupament sostenible i de la seguretat en l'abastament de la Unió Europea.

5.2.3. ÀMBIT ESPANYOL

5.2.3.1. PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES 2005 - 2010

El *Plan de fomento de las energias renovables en España* va establir uns objectius que suposaven un consum primari d'energia provinent de la biomassa de 6 milions de tep. Això suposava un creixement de biomassa per a usos tèrmics de 900 ktep, i unes instal·lacions de 1708 MW per aplicacions elèctriques abastits per biomassa.

Tal i com recull el *Balance del Plan de Fomento de Energias renovables en Espanya* durant el període 1999-2004, elaborat per l'IDAE, el compliment d'aquests objectius era molt escàs, arribant al 9% per que fa a l'aprofitament de l'energia primària, i el 12% pel que fa a la potència elèctrica instal·lada. És per això que es defineixen uns nous objectius segons la finalitat de la biomassa.

5.2.3.2. PLAN DE FOMENTO DE LAS ENERGIAS RENOVABLES.

El "*Plan de Fomento de las energias renovables en Espanya* ", s'elabora com a resposta d'un compromís assenyalat a la Llei 54/1997, del 24 de Novembre del sector elèctric que defineix com a objectiu arribar a un mínim del 12% d'aportacions de l'energia renovable a la demanda energètica espanyola al 2012, tal i com recomanen les directrius europees exposades al Llibre Blanc. Aquest pla es fa amb la voluntat d'arribar a una participació creixent y sostenible de les energies renovables en el subministrament energètic futur i s'estructura a partir de diferents àrees tècniques que desenvolupen els diferents tipus d'energies renovables entre les quals trobem la biomassa.

Sobre l'aprofitament de la biomassa, el *Plan de Fomento de las energias renovables en España* fa esment en la biomassa com a subproducte que disposa d'un mercat estable però de difícil creixement degut a la seva

competència amb els combustibles fòssils. Dificultat deguda sobretot a la seva dispersió, extracció i transport, així com les necessitats d'emmagatzematge i incrementada per la poca densitat de producte. Amb aquest pla es vol aconseguir un desenvolupament important de l'àrea de la biomassa basat en la captura de 2,65 Mtep y la generació de cultius energètics amb 3,35Mtep. És per això que la biomassa dins el *Plan de fomento de las energia renovables en Espanya* és una part substancial, aportant el 63% dels objectius energètics.

5.2.4. ÀMBIT CATALÀ

5.2.4.1. INSTITUT CATALÀ D'ENERGIA (ICAEN)

La política catalana en matèria energètica ve regulada per ICAEN, la qual és una entitat de dret públic amb personalitat jurídica pròpia adscrita al Departament d'Indústria, Comerç i Turisme, creada pel Parlament de Catalunya per la Llei 9/1991 de 3 maig.

Aquesta entitat va redactar el *Pla d'Energia a Catalunya en l'horitzó de l'any 2010* i darrerament s'ha aprovat l'últim *Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015*. Aquests plans s'encarreguen de marcar objectius, estratègies i eixos polítics en matèria energètica catalana. Aquests eixos es desenvolupen seguint dos punts de vista: a) l'energia ha d'estar al servei de ciutadans i empreses i que b) ha de contribuir al desenvolupament sostenible de la societat catalana.

- Pla d'Energia a Catalunya en l'horitzó de l'any 2010

Aquest Pla preveu doblar el consum de biomassa llenyosa en el període 2000-2010, assolint un consum d'energia primària de 226,8 ktep l'any 2010. Aquest increment suposaria un 15% del consum total d'energies renovables a Catalunya.

Les prioritats estratègiques que proposa el Pla d'Energia a Catalunya són les següents:

- Una gestió eficient de la demanda energètica
- Un ús de l'energia respectuós amb el medi ambient
- Millorar l'abastament energètic de Catalunya
- Aprofundir en la millora dels mercats energètics
- Portar la política energètica catalana al màxim nivell estratègic

- Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015

D'acord amb els eixos de la política energètica catalana, la Generalitat de Catalunya ha elaborat el Pla de l'energia de Catalunya 2006-2015, estructurat en 4 àmbits principals:

- Estratègia d'estalvi i eficiència energètica
- Pla d'energies renovables
- Pla d'infraestructures energètiques necessàries
- Programa de recerca i desenvolupament tecnològic en l'àmbit energètic

Aquest Pla proposa una estratègia d'estalvi i eficiència energètica que contempla la reducció d'un 10,6% del consum d'energia final respecte a l'escenari tendencial. Sobre un consum de 0.105,5 ktep l'any 2015, l'estratègia d'eficiència preveu una reducció anual del consum de 2.137,8 ktep/any, superior al consum actual del sector domèstic.

El Pla d'energies renovables fixa uns objectius molt ambiciosos. Pretén multiplicar per quatre el consum d'energies renovables, passant dels 829,7 ktep d'origen renovable de l'any 2003 als 2.949 ktep de l'any 2015, cosa que representa l'11% del consum d'energia primària.

La participació prevista de les diferents fonts d'energia renovable l'any 2015, vindrà condicionada per dos tipus de fonts com són els biocombustibles i l'energia eòlica amb un percentatge elevat d'utilització. Els biocombustibles representaran el 28,7% del consum d'energies renovables a Catalunya atès el pes del biodièsel que, amb un consum superior a les 858.000 tones, es preveu que substitueixi el 18% del consum de gasoil d'automoció. El conjunt de centrals de **biomassa i biogàs** aportaran uns 512,1 ktep al balanç energètic l'any 2015 i representarà el 18,3% del total de les energies renovables. L'energia eòlica també tindrà un pes molt important, amb la instal·lació de 3.500 MW. Es preveu que el 25,7% del consum d'energies renovables sigui d'origen eòlic.

5.2.5. ÀMBIT DEL PARC NATURAL DE L'ALT PIRINEU

5.2.5.1. POLÍTIQUES DE GESTIÓ DEL PNAP¹

L'àmbit territorial objecte de la declaració de parc natural comprèn bàsicament els espais d'interès natural de l'Alt Àneu, Capçaleres de la Noguera de Vallferrera i de la Noguera de Cardós i la Vall de Santa Magdalena, tots inclosos en el Pla d'espais d'interès natural aprovat pel Decret 328/1992, de 14 de desembre. També s'integren els espais d'aquest sector que formen part de la Xarxa Natura 2000, a més d'alguns altres territoris adjacents inicialment no inclosos al PEIN i que ara s'incorporen a l'àmbit del Parc. Tots aquests àmbits territorials es refonen en un únic espai del PEIN anomenat Alt Pirineu. Així mateix, comprèn la major part de la Reserva Nacional de Caça de l'Alt Pallars-Aran i la Zona de Caça Controlada de Sort, Soriguera i Rialp.

Els objectius bàsics que es contemplen en el PNAP de l'Alt Pirineu són:

- La protecció dels valors geològics, biològics, ecològics, paisatgístics i culturals inclosos en el seu àmbit.
- L'establiment d'un règim d'ordenació i de gestió adreçat al desenvolupament sostenible, que faci compatible la protecció dels valors esmentats amb l'aprofitament ordenat dels seus recursos i l'activitat dels seus habitants.

¹ DECRET194/2003, d'1 d'agost, de declaració del Parc Natural de l'Alt Pirineu.

5.3. EXPERIÈNCIES EN L'APROFITAMENT BIOMASSA FORESTAL COM A RECURS ENERGÈTIC

5.3.1. ÀMBIT INTERNACIONAL

5.3.1.1. APROFITAMENT DE BIOMASSA FORESTAL A CANADÀ I ESTATS UNITS

Pel que fa referència als estudis que s'han realitzat a nivell internacional cal destacar els realitzats a Canadà, Estats Units i altres estudis que es realitzen de forma conjunta entre diferents països de món.

Canadà

Woodfuel in Canada (1979-1980) → Elaborat per Energy, Mines and Resources (EMR) Canada. Consta d'una anàlisi de la combustió dels biofuels al Canadà, i la preparació d'un manual de desenvolupament en el negoci de la substitució dels combustibles extrets de la biomassa.

Biomass Combustion Systems (BCS): Prefeasibility Analysis (1998) → Elaborat pel Natural Resources Canada – CANMET Energy Diversification Research Laboratory (CEDRL). Aquest estudi es va fer sobre 6 comunitats del nord del Canadà, per tal d'analitzar i determinar la viabilitat tècnica i econòmica dels sistemes de combustió de la biomassa (BCS) en una comunitat amb edificis grans.

Biomass Combustion Systems (BCS): Buyer's Guide (1999) → Estudi fet pel Natural Resources Canada - CANMET Energy Diversification Research Laboratory (CEDRL) and the Renewable and Electrical Energy Division. És un estudi que repassa les tecnologies de combustió de la biomassa, aspectes econòmics i altres temes relacionats com la compra i presa de decisions. Aquest estudi-guia va ser publicat pel Natural Resources Canada, Buyer's Guide to Small Commercial Biomass Combustion Systems, Natural Resources Canada, 2000.

Estats Units

El cas dels EEUU és molt semblant al de Canadà, ja que des de fa molt temps s'investiga en les tecnologies de conversió de la biomassa a energia i productes (ja siguin químics o biocombustibles) i actualment s'estudia la forma d'introduir al mercat els biocombustibles i l'energia obtinguda a partir de la biomassa, com una manera de reduir les emissions de CO₂, i així acomplir els objectius marcats pel Protocol de Kyoto.

Cal destacar el paper de l'Agència Internacional de l'Energia (International Energy Agency, IEA) → Un organisme que actualment està duent a terme un seguit d'estudis en els que hi participen nombrosos països del món, entre ells Canadà, Estats Units i diversos països membres de la UE. Els estudis que s'estan realitzant actualment són:

Short Rotation Crops for Bioenergy Systems → Aquest estudi se centra en trobar les necessitats de les indústries productores d'energia a partir de la biomassa mitjançant millores tècniques de la producció de biomassa. L'objectiu general és desenvolupar els sistemes de producció de biomassa de rotació curta, millorar el coneixement del potencial de producció d'energia a partir de la biomassa i promoure l'ús de la

biomassa per a obtenir energia en els països participants. Els països participants de l'estudi són: Austràlia, Canadà, Croàcia, Dinamarca, Holanda, Nova Zelanda, Suècia, Regne Unit i Estats Units.

Biomass Production for Energy from Sustainable Forestry → Els objectius principals són el desenvolupament d'un marc per a la informació relativa a la producció de biomassa per a obtenir energia, a partir d'un bosc explotat de forma sostenible, basat en la tecnologia i els coneixements científics capdavaners. L'estudi inclou l'anàlisi de zones i boscos de diferents regions del planeta per a la recerca d'informació. Els països participants del projecte són Austràlia, Bèlgica, Canadà, Dinamarca, Noruega, Suècia i Estats Units.

Pyrolysis of biomass → Els objectius d'aquest estudi se centren en estudiar la tecnologia i ciència de la piròlisi de la biomassa i els processos associats, així com també les aplicacions que constitueixen i integren el projecte de l'energia a partir de biomassa. L'objectiu és desenvolupar i estendre la Xarxa Europea de piròlisi que ha estat funcionant durant 3 anys. Els països participants són: Noruega, Estats Units i 14 països membres de la Unió Europea.

5.3.1.2. ESDEVENIMENTS RELACIONATS

En els darrers anys ha augmentat el nombre d'esdeveniments que tenen com a objectiu ser un punt de trobada per tractar l'aprofitament de la biomassa com a font d'energia i productes químics. En aquestes conferències es parla sobretot de l'estat de les tecnologies de transformació, així com també la situació de la R+D en aquest camp.

- 2a Conferència Mundial i Exhibició Tecnològica sobre Biomassa per a l'Energia, Indústria i Protecció del Clima.

Aquest congrés mundial es va dur a terme entre el dies 10 i 14 de maig de 2004 a la ciutat de Roma. Es va dedicar a les noves idees per al futur desenvolupament de la biomassa, el progrés en les tècniques i la producció i la millora de productes, en termes de qualitat i adaptabilitat. Va rebre el suport d'organitzacions capdavanteres en aquest camp com són la Comissió Europea, el Departament d'Energia dels Estats Units, Recursos Naturals del Canadà i molts altres de tot el món. La 2a Conferència mundial va sorgir a partir de la 1a Conferència Mundial de la Biomassa que es va celebrar a Sevilla l'any 2000.

Els temes que es van tractar, de forma més detallada, van ser:

- Recerca i desenvolupament de sistemes bioenergètics. Conversió termoquímica Gasificació i piròlisi.
- Biomassa en el món en vies de desenvolupament.
- Aplicacions combinades de la biomassa per a l'energia, productes industrials per la protecció del clima.
- Comerç internacional de biocombustibles.
- R&D dels sistemes tecnològics de conversió a bioenergia. Conversió termoquímica - Combustió i co-combustió.

- Economia i beneficis derivats de la integració de les tecnologies de tractament de la biomassa i la producció simultània.

5.3.2. ÀMBIT EUROPEU

5.3.2.1. PROJECTE 5EURES

El projecte 5eures reuneix als millors experts de silvicultura i bioenergia de les regions de Barnim (Alemanya), de Catalunya (Espanya), de l'Est-Lituània, de Jyväskylä, de Joensuu (Finlàndia) i de Marvão (Portugal) per treballar en un projecte conjunt de demostracions pràctiques de plantes de calor a partir de biomassa en aquestes regions. El resultat final del projecte seran cinc mercats experimentals que serviran d'exemples pràctics per al desenvolupament addicional de polítiques energètiques a nivell europeu i nacionals.

5.3.2.2. EUBIA (European Biomass Association) Bio-Turbine: producció d'energia elèctrico-tèrmica utilitzades per proveir energia en el mateix lloc mitjançant microturbines.

És l'organisme que està duent a terme a Europa els principals projectes sobre la biomassa, que es va establir al 1996 a Bruselas, com una associació no lucrativa internacional.

Actualment promou les activitats energètiques a petita, mitjana i gran escala amb col·laboració d'autoritats locals, organitzacions d'agricultura, gent local i indústries; promou cooperacions internacionals així com els conceptes i tecnologies innovadores.

1.1.1.3. Bois Energie 66

Associació que va néixer per dinamitzar i fer difusió de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal, com a resultat de la política de foment de l'Estat francès. En resposta dels usuaris a garantir i organitzar el proveïment, també assumeix actualment el servei de logística de subministrament. Es finança amb una petita part pública. Bois-energie 66, té com a base la promoció de la biomassa forestal, el desenvolupament local i la gestió òptima dels boscos.

5.3.3. ÀMBIT ESPANYOL

5.3.3.1. CENTRO DE INVESTIGACIONES ENERGÉTICAS, MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLÓGICAS.

És un organisme públic que treballa pel desenvolupament de les energies alternatives. En el seu conjunt total de projectes trobem un espacialment interessant pel que fa a l'aprofitament de la biomassa; *La biomassa como fuente de Energía y productos para la agricultura i la industria.*

Té com a objectiu l'estudi de característiques, recursos disponibles, mètodes de producció i recol·lecció de biomassa i de les seves característiques com a combustible per a la utilització d'aquesta com a energia neta.

5.3.3.2. CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES (CEDER)

És un centre tecnològic públic, que està dirigit a les energies renovables. El departament d'Energia de la Biomassa del CENER, desenvolupa unes activitats que pretenen cobrir el total de la cadena d'aprofitament energètic de la biomassa i dels residus agrícoles, avaluant i caracteritzant els recursos i les tecnologies de generació de l'energia. Es troba dividit en grups de treball que realitzen activitats i projectes d'investigació i desenvolupament com poden ser:

- L'avaluació potencial de la biomassa utilitzable i la logística de la biomassa en una àrea.
- Estudis sobre la viabilitat de cultius alternatius per a la Producció de Biocombustibles.

5.3.4. ÀMBIT CATALÀ

5.3.4.1. ICAEN. ENERGIA A PARTIR DE BIOMASSA PER PROCESSOS TERMOQUÍMICS.

Actualment està centrant part de la seva recerca en la investigació i el desenvolupament de l'obtenció d'energia a partir de la biomassa mitjançant processos termoquímics, bàsicament, de gasificació i combustió.

Entre els diversos projectes de l'ICAEN cal destacar les següents DEMO (tecnologies avançades en estalvi i eficiència energètica):

- District Heating amb biomassa a Molins de Rei (central de generació l'aigua calenta a partir de biomassa)
- Planta de gasificació de cloaca d'ametlla i de producció d'electricitat a Móra d'Ebre
- Planta de combustió de biomassa a Sant Pere de Torelló

5.3.4.2. CENTRE DE RECERCA D'ECOLOGIA I APLICACIONS FORESTALS

El CREAF és un consorci creat pel decret 300/1987, de 4 d'agost i actua com a centre de recerca bàsica i aplicada en ecologia terrestre, especialment forestal. És adscrit a la Universitat Autònoma de Barcelona i associat a l'IRTA.

Els objectius del CREAF són:

- Realitzar recerca bàsica i aplicada sobre els sistemes ecològics terrestres
- Desenvolupar eines conceptuals i metodològiques per a millorar la gestió del medi
- Difondre aquests coneixements mitjançant activitats de formació, assessorament i difusió

Dos experiències a destacar d'aquest centre en el camp d'estudi forestal són: a) la realització de l'Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya i el b) Pla de Biomassa de Catalunya, realitzat conjuntament amb el CTFC.

5.3.4.3. CENTRE TECNOLÒGIC FORESTAL DE CATALUNYA

El Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC) ubicat al Solsonès és un centre de recerca creat l'any 1995 i que centra la seva activitat en els camps de formació, recerca, desenvolupament i transferència de tecnologia en l'àmbit forestal. La seva missió és contribuir a la modernització i a la competitivitat del sector

forestal i al desenvolupament sostenible del medi natural en l'àmbit mediterrani. El CTFC desenvolupa els seus objectius mitjançant quatre estratègies de treball: gestió del medi forestal, valorització de productes i serveis forestals, política forestal i desenvolupament rural i protecció dels recursos naturals.

5.3.4.4. ASSOCIACIÓ DE PROFESSIONALS DE LES ENERGIES RENOVABLES DE CATALUNYA.

L'Associació Aperca ha estat creada per professionals que treballen en el camp de les aplicacions de les energies renovables amb objectiu de:

- Fomentar la utilització de les energies renovables en tots els àmbits i sectors possibles.
- Difondre les qualitats mediambientals, d'estalvi d'energia i d'autonomia en la utilització de les energies renovables.
- Assessorar i informar les persones interessades a utilitzar fonts renovables d'energia.
- Unir esforços per promoure els objectius comuns i representar els professionals catalans del sector davant de les administracions autonòmiques, estatals i internacionals.

En el seu discurs fan referència a **la biomassa** dient que és el conjunt de la matèria orgànica renovable d'origen vegetal, animal o procedent de la seva transformació natural o artificial. On tota aquesta varietat té com a denominador comú que la matèria orgànica prové, directament o indirectament, del procés de fotosíntesi, raó per la qual es presenta de manera periòdica i no limitada en el temps, és a dir, de forma **renovable**. La qual pot substituir directament les energies fòssils en els seus mateixos usos i amb la seva pròpia tecnologia

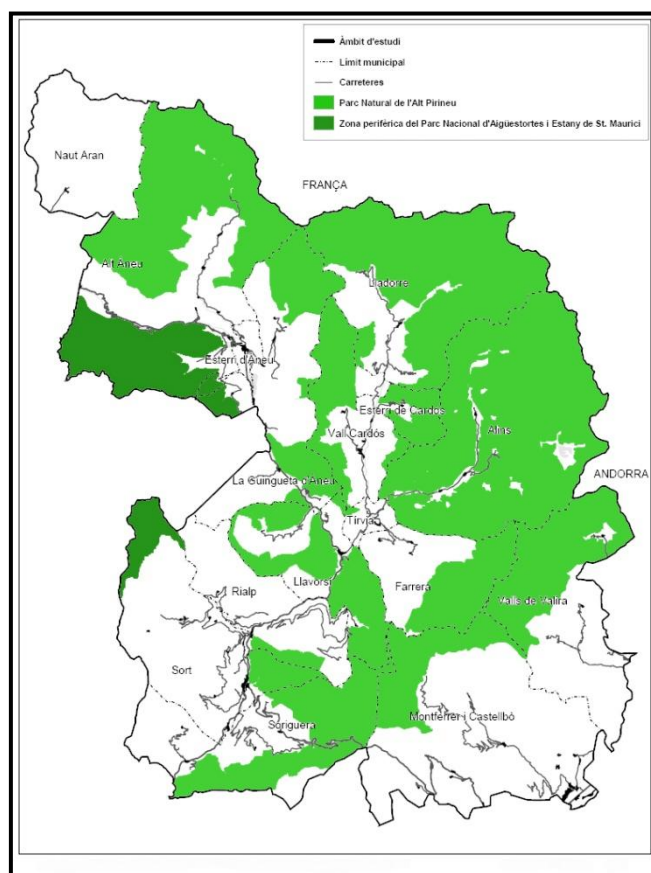
6. DESCRIPCIÓ DE LA ZONA D'ESTUDI²

6.1. LOCALITZACIÓ

6.1.1. PARC NATURAL DE L'ALT PIRINEU

El Parc Natural de l'Alt Pirineu (PNAP), creat pel Decret 194/2003, d'1 d'agost, es troba situat a les comarques del Pallars Sobirà i el nord de l'Alt Urgell i comprèn bona part del Pirineu axial català. Amb 69.850 ha, és el parc natural més extens de Catalunya, i en les seves muntanyes es localitzen les alçades màximes del territori català.

Figura 6.1. Mapa del Parc Natural de l'Alt Pirineu



Font: elaboració pròpia

6.1.2. VALL DE CARDÓS

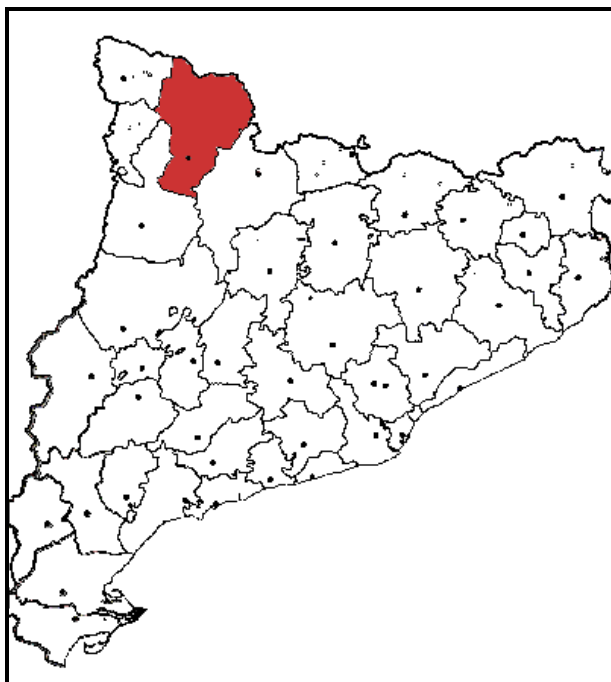
La Vall de Cardós és una de les tres valls de la capçalera del Pallars Sobirà, juntament amb les Valls d'Àneu, la més occidental i la Vall Ferrera, la més oriental. La Vall de Cardós ha estat, tradicionalment, la menys desenvolupada de les tres. En aquesta vall s'agrupen els municipis de Ribera de Cardós, Esterri de Cardós i

² Apartat elaborat a partir del recull d'informació: Memòria del Parc Natural de l'Alt Pirineu, Departament de Medi ambient i Habitatge, i Projecte d'Ordenació de les forest C.U.P 140 "Canal de Gallinera" de Ginestare i 141 "Saeewdo-Manyanero" d'Esterri de Cardós.

Lladorre, tots tres amb les seves entitats de població corresponents, sumant un total de 18 pobles. La capital tradicional ha estat sempre la Ribera de Cardós.

És un territori natural perfectament delimitat per barreres muntanyoses, situada en ple pirineu axial, al vessant meridional i orientada en direcció N-S.

Figura 6.2. Mapa de situació del Pallars Sobirà



Font: www.elportaldelPallars.com

Figura 6.3. Mapa del Pallars Sobirà



Font: www.pallarssobira.com

ESTERRI DE CARDÓS I LES SEVES FORESTS

Esterri de Cardós és un municipi situat al centre de la Vall de Cardós, a la comarca pirinenca del Pallars Sobirà. El seu àmbit territorial és l'Alt Pirineu i Aran. Comprèn els pobles de Benante, Arrós, Esterri de Cardós i Ginestarre, amb altituds respectives de 975 m, 1035 m, 1200 m i 1360 m. La superfície d'Esterri de Cardós és de 17 Km².

El municipi d'Esterri de Cardós comprèn la petita vall excavada pel torrent d'Esterri, nascut a la serra de Costuix i límit natural amb la Vall Ferrera. És una vall d'origen glacial i tributària de la Noguera de Cardós. A les seves vessants s'estenen els boscos de: Canal Gallinera, la mata de Mollassos, Aureda i Sarredo-Manyanero.

Figura 6.4. Municipi d'Esterri de Cardós



Font: Joan Rieradevall

• Forest CUP 140

La forest 140 del Catàleg d'Utilitat Pública (CUP) de Lleida, anomenada Canal Gallinera, es troba al municipi d'Esterri de Cardós. Els límits naturals de la forest són:

- Límit nord: amb els pics de Roc Bataller, Roquetes, lo Pui, Punta Roquetes i Tudela.
- Límit sud: amb el Planeu, Ginestarre i el serrat de Mallanera.
- Límit est: amb la serra de Tudela.
- Límit oest: amb les finques privades que creuen el barranc de l'Aubac i el riu Noguera de Cardós.

● Forest CUP 141

La forest 141 del CUP de Lleida anomenada Sarredo-Manyanero, es troba al Pallars Sobirà, a la subcomarca del Mig Pallars. Està dividida en els municipis d'Esterri (CUP 141e) i Arròs (CUP 141a).

Els límits naturals són:

- Límit nord: amb Arròs de Cardós, Esterri de Cardós i la mata dels Mollassos (cup 140).
- Límit sud: amb el pic de la Portella. El Pui de Migdia, el Pla de Negua i la muntanyeta de Besan.
- Límit est: amb la serra de Costuix.
- Límit oest: amb els clots de la Carbonera, la carretera d'Arròs i les finques privades d'Arròs.

● Forest CUP 141a

Està cedida als veïns d'Arròs però Esterri de Cardós n'és el propietari. Els límits naturals són:

- Límit nord: amb el Pla de Negua i la Muntanyeta de Besan.
- Límit sud: amb els prats d'Esterri i el torrent d'Esterri.
- Límit est: amb la serra de Costuix.
- Límit oest: amb la forest 141a.

● Forest CUP 141e

Límits naturals:

- Límit nord: amb el pic de la Portella i el Pui de Migdia.
- Límit sud: amb les finques privades del poble d'Arròs de Cardós.
- Límit est: amb la forest 141e i els seus enclavats.
- Límit oest: amb els clots de la Carbonera i el barranc dels torrents.

Figura 6.5. Panoràmica d'una part de les forests CUP 140 i 141



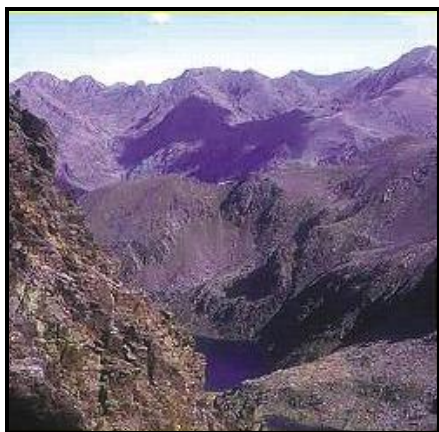
Font: Joan Rieradevall

6.2. DESCRIPCIÓ GENERAL DEL PNAP

La elevada complexitat orogràfica, la seva gran extensió i amplitud altitudinal, així com la diversitat paisatgística d'aquest Parc natural, fan possible l'existència de mostres molt variades i riques de les estructures geològiques, dels ecosistemes, dels hàbitats i de les comunitats vegetals i espècies animals.

Al PNAP s'hi troben zones de gran interès geològic, particularment elements d'interès geomorfològic, hidrològic i hidrogeològic. Dos bons exemples són l'estany de Certascan, l'estany glacial més extens del Pirineu, i la Cigalera de l'Obaga de Valeran, un dels avencs més profunds de Catalunya.

Figura 6.6. Imatge del PNAP



Font: www.mediambient.gencat.net

Figura 6.7. Imatge del PNAP



Font: www.mediambient.gencat.net

A continuació es detallen les característiques naturals i culturals més destacades del PNAP:

Des del punt de vista litològic, gairebé tota l'àrea del Parc Natural està constituïda per una sèrie cambroordoviciana formada per l'alternança de gresos i limolites, amb algunes petites intercalacions de quarsites, conglomerats i roques d'origen volcànic.

La vegetació del parc és molt diversa. A les parts més baixes encara hi ha una forta influència mediterrània, com indiquen els extensos alzinars de carrasca, però la major part del territori és cobert per vegetació de caràcter eurosiberià o boreoalpí. En altituds mitjanes predominen els boscos de pi roig i diversos tipus de prat (de dall o de pastura), més amunt es fan els boscos de pi negre i les avetoses, i en les zones més altes el paisatge és dominat per prats naturals i per vegetació de roca.

Nombre significatiu d'espècies de flora d'especial singularitat i interès, nou de les quals són declarades com estrictament protegides. Gairebé tots els tipus d'hàbitats existents tenen el caràcter d'hàbitats d'interès comunitari.

Alt nombre d'espècies animals rares o amenaçades, com l'ós bru, la llúdriga, l'almesquera, el trençalòs, la perdiu blanca o el mussol pirinenc. Destaquen especialment el gall fer, que té a la zona el nucli més important de població de la península Ibèrica, i la sargantana pallaresa, un endemisme gairebé exclusiu del Parc Natural de l'Alt Pirineu.

Facilitat d'observació d'espècies emblemàtiques de la gran fauna de muntanya, com rapinyaires (vultur, trençalòs, àguila daurada, àguila marcenca...) i ungulats (isard, cabirol, daina, cérvol...).

Un extens patrimoni arqueològic i arquitectònic, l'exponent més significatiu del qual és l'art romànic. Tot i que habitualment es troben en els nuclis de població, són especialment remarcables les nombroses mostres de béns artístics religiosos (retaules, talles, orfebreria, etc.).

6.2.1. MUNICIPIS QUE EN FORMEN PART I POBLACIÓ

El PNAP se situa a les comarques del Pallars Sobirà i l'Alt Urgell. De la primera en formen part 13 municipis i de la segona dos, tots ells amb les seves entitats de població corresponents. A la taula 6.1 s'especifiquen tots els municipis i les hectàrees que tenen incloses dins el PNAP.

Taula 6.1. Superfícies municipals incloses dins el PNAP

	SUPERFÍCIE (Ha)	PERCENTATGE (%)
COMARCA		
El Pallars Sobirà Municipis	61.540,42	55,22
Alt Àneu	10.556,75	48,48
La Guingueta d'Àneu	3.558,80	32,82
Esterri d'Àneu	15,76	1,86
Alins	17.283,30	94,35
Esterri de Cardós	1.299,83	78,56
Farrera	2.976,29	48,12
Lladorre	11.765,84	80,05
Llavorsí	4.384,59	64,00
Rialp	420,92	6,65
Soriguera	5.389,57	50,66
Sort	956,69	9,11
Tírvia	53,37	6,28
Vall de Cardós	2.878,71	51,22
COMARCA		
L'Alt Urgell Municipis	8.309,96	5,74
Les Valls de Valira	5.214,53	30,45
Montferrer i Castellbò	3.095,43	17,52
TOTAL	69.850,38	

Font: Memòria del Parc Natural de l'Alt Pirineu

6.3. DESCRIPCIÓ ESPECÍFICA DE LES FORESTS CUP 140 I 141

6.3.1. POSICIÓ OROGRÀFICA I CONFIGURACIÓ DEL TERRENY DE LES FORESTS

Forest CUP 140

- Cota màxima: 2.312 m, el pic de Tudela
- Cota mínima: 1.254 m, l'Esvallissada de la mata d' Esterri
- Pendent mig: 26.8°
- Orientació: majoritàriament solana, menys el bosc de Ginestarre amb orientació nord-est.

Forest CUP 141e

- Cota màxima: 2.324 m, el pic Tufello
- Cota mínima: 1.087 m, la Roureda
- Pendent mig: 23.8°
- Orientació: preferentment obaga, també es donen orientacions a solana

Forest CUP 141a

- Cota màxima: 1.902 m, el Pui de Migdia
- Cota mínima: 939 m, la Roureda
- Pendent mig: 24.1°
- Orientació: obaga

6.3.2. CARACTERÍSTIQUES GEOLÒGIQUES DE LES FORESTS

Els sòls

Diversos factors edafogènics han contribuït a la formació del sòl de les dues forests: el relleu, el clima, la vegetació i els fenòmens glacials.

El relleu ha tingut i té un paper molt important en l'edafogènesi. A causa de la gran inclinació dels vessants, en molts indrets els processos d'erosió són més importants que els edafogènics, motiu pel qual predominen els sòls poc evolucionats o litosòls, sense que arribin a la seva maduresa degut als processos destructius. Tot i que cal dir que, a nivell de la forest, l'erosió no és massa important.

Els principals tipus de sòl que es troben a la zona d'estudi són els següents:

- Litosòls → es troben en indrets pedregosos, pics, crestes i cons de dejecció. Es mostren poc alterats i es poden mantenir sense canvis importants durant llargs períodes de temps. Són bàsicament sòls silícis.
- Sòls subalpins → sòls existents generalment en sotabosc de pi negre i avet. Presenten una intensa activitat química, a causa de la matèria acidificant.

En indrets de rierols o fonts, on s'acumula l'aigua, a vegades s'hi formen sòls torbosos de coloració fosca, saturats totalment d'aigua, molt compactes i de reacció fortament àcida.

- Sòls montans → Es troben en les zones de bedoll i pi roig on es presenta un humus àcid.

Litologia de les forests

La zona està formada per una varietat de materials paleozoics metamorfitzants. Aquests materials foren sotmesos a les forces endògenes hercinianes i posteriorment alpines, motiu pel qual es troben en clapes petites i trencades sense presentar una gran massa contínua.

Les roques cambro-ordovicianes són les més antigues de la zona. Aquestes són: fil·lites de color gris fosc, quarsites, llicorel·les quarcítiques associades a petits nivells de calcàries, i microconglomerats.

La zona propera al curs del riu es caracteritza per ser una plana al·luvial deltaica constituïda per graves, sorres i llims, on també s'hi troben còdols.

6.3.3. CLIMATOLOGIA DE LES FORESTS

El clima de la zona està condicionat per dos factors: la diferència altitudinal dins la mateixa àrea i la influència del relleu. A les forests CUP 140 i 141 els correspon un clima d'alta muntanya, més suavitzat a les parts més baixes, per sota els 1500 m.

Pluja

Te un règim pluviomètric definit per les pluges abundants, amb una precipitació mitjana anual de 719,71 mm, repartides uniformement al llarg de l'any. La precipitació caiguda per estacions és de:

- Hivern: 22,86% de la pluja caiguda durant l'any
- Primavera: 26,74% de la pluja caiguda durant l'any
- Estiu: 27,51% de la pluja caiguda durant l'any
- Tardor: 22,89% de la pluja caiguda durant l'any

Hi ha un petit increment a l'estiu respecte la resta de l'any degut a les pluges localitzades.

Temperatura

Les temperatures mitjanes mensuals son molt fredes, de 2-3º C a l'hivern i 15-20º C a l'estiu (segons els anys). S'accentua el contrast entre estiu i hivern i gairebé no existeixen les estacions de primavera i tardor. La temperatura mitjana anual és de 10,47º C.

Nevades i gelades

Als mesos més freds gran part de les precipitacions són en forma de neu. A la part més alta del bosc es comptabilitzen fins a 20 i 30 dies de nevada l'any i on la neu pot restar-hi fins a 6 mesos. És una dada a tenir en compte ja que aquesta ens condiciona l'accés al bosc.

El període de gelades també es important tenir-lo en compte. Hi ha 4 mesos de gelades segures i 4 mesos de gelades probables. Les segures es donen del mes de desembre al març i les probables a l'abril, maig, octubre i novembre. Segons les dades registrades al llibre "Caracterización Agroclimática de la Provincia de Lérida", la primera gelada té lloc el 18 de setembre i l'última pot tenir lloc el 6 de juny.

Evapotranspiració i radiació solar

La ETP només la trobem registrada a les estacions dels municipis de Llavorsí, la Seu d'Urgell, Adràll, Cabdella i la Pobla de Segur. Les dades d'ETP totals en totes aquestes estacions es troben entre 600-700 mm. Degut a la major insolació a la forest CUP 140, es considera q de mitjana tindrà una ETP de 700 mm, mentre q a l'obaga (CUP 141) serà de 600 mm.

Vents

No hi ha cap vent dominant que pugui condicionar la planificació forestal. Tan sols citar les brises de muntanya: durant el dia es produeixen brises de vessant anabàtiques (pugen cap al vessant) i per la nit es donen brises catabàtiques (baixen al fons de vall).

6.3.4. COMUNITATS VEGETALS ACTUALS

La vegetació actual és fruit de les transformacions que s'ha anat originant principalment degut a la presència humana. Així doncs, la vegetació actual de les forests presenta un grau d'humanització molt baix, tendint cap a una vegetació potencial més semblant a la primitiva.

La composició florística de l'àrea ve donada per la presència de plantes de tendència septentrional per una banda, i la infiltració d'espècies mediterrànies i meridionals per l'altra.

Es diferencien tres estatges:

Estatge subalpí

La vegetació d'aquest està constituïda principalment per comunitats forestals on els arbres dominants són les coníferes. Hi trobem:

- Pinedes de pi negre → Tant a la forest Canal Gallinera com a la de Sarredo Manyanero, i en general a tots els boscos de la Vall de Cardós, entre els 1600 – 2300 m d'altitud, el tipus de bosc subalpí més estès és la pineda de pi negre. Aquesta és una comunitat acidòfila que s'instal·la als obacs de la vall. La pineda de pi negre forma un bosc esclarissat, poc dens i amb un recobriment de l'estrat arbori del 80 %, la qual cosa permet que arribi força llum a l'estrat arbustiu.

L'espècie dominant a l'estrat arbori és el pi negre (*Pinus uncinata*), espècie que suporta molt bé les dures condicions climàtiques de l'alta muntanya. Tot i això la seva gestió i explotació és delicada. En aquest estrat també s'hi troba el bedoll (*Betula pendula*).

Figura 6.8. Pi negre



Font: www.wikipedia.org

Figura 6.9. Bedoll



Font: www.wikipedia.org

L'estrat arbustiu presenta un gran recobriment vegetal, essent el neret (*Rhododendron ferrugineum*) l'espècie dominant. Barrejat amb ell també és freqüent trobar el nabiu (*Vaccinium myrtillus*).

Les pinedes de pi negre han estat objecte, des de mitjans dels segle XX, d'aprofitaments forestals molt intensos. La massa forestal de pi negre, un cop tallada, presenta un gran debilitament, possiblement per la penetració del vent, la qual provoca una major dessecació dels arbres pare que es deixen normalment.

- Matollars de neret → A causa del clima rigorós i de l'acció antropogènica, han aparegut matollars subalpins de neret. A la forest 140 són inexistents, degut a la seva poca exposició de solana, mentre que a la 141 apareixen sempre com a sotabosc de pi negre. Només de forma molt puntual es troben formant comunitats sense l'estrat arbori.

Aquests matollars de neret es troben a la cara nord, sobre substrat àcid, a les zones on les nevades són importants, ja que necessiten de la protecció de la neu.

- Prats acidòfils de pèl caní → Sobre sòls de l'estatge subalpí i amb abundància de neu a l'hivern, es dona el predomini de les gespes acidòfiles de pèl caní (*Nardus stricta*). Aquesta es troba representada a la part nord-est de la solana de Ginestarre (Forest 140) i la part sud-est de Sarredo-Manyanero (Forest 141e) on és utilitzada pel bestiar.

Estatge montà

Es troba a l'altitud de 1300-1600 m de forma general. Però a les forests 140 i 141 el seu límit inferior pot estendre's més avall. Es caracteritza per la presència de:

- pinedes de pi roig → Les trobem en altituds de 1600 a 1000 m. A la Forest 140 se situen a la zona de la mata dels Mollassos i a la Forest 141 se situen a la mata d'Esterri.

Figura 6.10. Pi roig



Font: www.wikipedia.org

- Bedollar → La major part de l'estatge montà d'Esterri de Cardós està dominada pel bedollar, que ocupa una franja altitudinal que, al Pallars, està tradicionalment ocupada pel pi roig. A banda del bedoll apareixen altres espècies arbòries amb recobriments més o menys importants, com: *Quercus humilis*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus avium*, *Populus tremula*, *Populus nigra*, etcètera.
- Rouredes de roure martinenc → Bosc acidòfil de caire submediterrani que ocupa petites clapes dels vessants obacs en altituds que van dels 900 m als 1400 m. Sovint també es troben en el fons de vall, al voltant d'alguna borda. Com a estrat arbori i arbustiu hi podem diferenciar: *Quercus humilis*, *Acer campestre*, *Prunus spinosa*, *Juniperus communis*, *Cornus sanguinea* i *Crataegus monogyna*, com a més representatius.
- Matollars de bàlec → A les zones més assolellades, com el solà de Ginestarre o Mollassos, apareix el bàlec (*Genista balansae*).
- Prats montans silicícoles i mesòfils → presents en els cultiu i petits prats de la part baixa de la forest 141, fruit de la degradació i el pastoreig de la pineda. Estan formats per diferents espècies herbàcies.

Estatge basal

Es caracteritza per una zona de carrascars (*Quercetum rotundifoliae*). Aquests quasi no tenen sotabosc i es troben en la part més baixa del solà de Ginestarre en la forest 141, entre 1000 i 1100 m, en vessants amb forts pendents. A l'obaga de la forest 141 hi trobem masses mixtes en petits turons prop de la carretera d'Arròs, on cal anomenar la presència del roure de fulla gran. (*Quercus petraea*).

Vegetació dels indrets especials

Al costat dels cursos d'aigua i de les fonts hi trobem comunitats vegetals mixtes, caracteritzades per la presència de freixes de fulla gran (*Fraxinus excelsior*), salzes (*Salix alba*), cirerers (*Prunus avium*) i algun pollancre (*Populus nigra*). Dins de la forest 141 s'hi distingeixen petites tremoledes (*Populus tremula*) de gran valor ecològic al servir de refugi per la fauna.

6.3.5. FAUNA

Peixos

A les forests 140 i 141 no hi ha peixos, ja que els cursos fluvials existents no són permanents, i el riu Noguera de Cardós queda fora dels seus límits.

Amfibis

Es troben en petits barrancs i altres indrets humits de la part baixa de les dues forests. La salamandra (*Salamandra salamandra*) i el gripau comú (*Bufo bufo*) són les dues espècies de presència segura dins l'àrea d'estudi. La presència del tritó pirinenc (*Euproctus asper*), el tòtil (*Alytes obstetricans*) i la granota roja (*Rana temporaria*) és només probable.

Rèptils

La forest 140 és més idònia per a la existència de rèptils que la 141 degut a la seva orientació solana. L'escurçó pirinenc (*Vipera aspis*) és abundant a les zones ben assolellades amb vegetació arbustiva, i també freqüenta els boscos de pi negre amb neret. Cal esmentar també la serp verda i groga (*Coluber viridiflavus*), de presència confirmada a la forest 141.

Ocells

A les pinedes tancades s'hi troben les següents espècies dominants: mallerenga petita (*Parus ater*), reietó (*Regulus regulus*), pit-roig (*Erithacus rubecula*), pinsà (*Fringilla coelebs*), bruel (*Regulus ignicapillus*), mallerenga emplomallada (*Parus cristatus*) i raspinell comú (*Certhia brachydactyla*). A la part alta de les pinedes de pi negre, normalment per sobre dels 1800 m, hi és present el gall fer (*Tetrao urogallus*).

Figura 6.11. Gall fer



Font: www.laborrufa.com

A les zones de pi negre més obertes les espècies dominants són la llucareta, la cotxa fumada (*Phoenicurus ochruros*), la merla de pit blanc, el pinsà, la mallerenga petita, el reietó i el pardal de la bardissa (*Prunella modularis*).

En els sectors més frescos i humits de les pinedes subalpines s'hi poden afegir el tallarol de casquet (*Sylvia atricapilla*), el mosquiter comú (*Phylloscopus collybita*), el tord (*Turdus philomelos*), el raspinell pirinenc (*Certhia familiaris*) i el pinsà borroner (*Pyrrula pyrrula*).

Als cursos fluvials temporals hi trobem la cuereta torrentera (*Motacilla cinerea*) i la cuereta blanca (M. Alba).

Pel que fa als rapinyaires diürns, sobrevolen les dues forests (sense nidificar-hi) el voltor comú (*Gyps fulvus*), el trençalòs (*Gypaetus barbatus*), l'àguila daurada (*Aquila chrysaetos*) i el falcó pelegrí (*Falco peregrinus*).

Figura 6.12. Trençalòs



Font: [www. Laborrufa.com](http://www.Laborrufa.com)

6.3.6. RISC D'INCENDI

Les forests Canal Gallinera i Sarredo-Manyanero estan inscrites a l'ADF Mig-pallars, de Llavorsí. Aquest ja disposa d'un Pla de Prevenció d'Incendis. Les directrius d'aquest pla són:

- Vigilància i col·locació de senyalització per evitar l'ignició.
- Aclarides dels arbres del costat de les pistes per evitar-ne la propagació i periodificar les cremes prescrites en les pastures de les tres solanes de les forest 140 i 141e.
- Disposar de material d'extinció als pobles (mànegues, punts d'aigua, extintors...) finançats per l'ADF.

La majoria dels incendis s'originen a les solanes o bé al costat de les pistes de la forest. Tot i això, les forest 140 i 141 estan classificades com a forests de baix índex de perillositat. A l'estiu i la tardor és quan hi ha major presència de visitants al bosc, per tant és quan hi ha més risc d'incendi, sobretot a l'estiu ja que les temperatures són més elevades. Els llamps també podrien considerar-se un factor de risc natural. De tota manera aquesta zona i en general la comarca del Pallars Sobirà tenen un risc d'incendi molt baix.

6.3.7. CONSERVACIÓ

Apart de la inclusió d'aquestes forests al PNAP hi ha hagut altres iniciatives per a dur a terme la millor conservació d'aquestes.

En primer lloc, un 61,8 % de la forest 140 i un 48,9 % de la forest 141 del CUP estan incloses al Pla d'Espais d'Interès Natural (PEIN), formant part de l'espai denominat "Capçaleres de la Noguera de Vallferrera i de la Noguera de Cardós" (Decret 328/92, de 14 de desembre). La inclusió d'un espai en el PEIN comporta la seva qualificació com a sòl no urbanitzable de protecció especial.

D'altra banda, tot el municipi d'Esterri de Cardós està inclòs dins la reserva nacional de Caça d'Alt Pallars – Aran – Boí, que ofereix un marc reglamentari per a la gestió de la seva fauna cinegètica i protegida. La reserva ha tingut diverses ampliacions al llarg de la seva història.

En el marc del Projecte LIFE "Pirineu viu" de l'ADF Mig Pallars, s'han dut a terme diverses iniciatives per a la conservació del patrimoni forestal d'Esterri de Cardós. L'any 1998 va finalitzar *l'Inventari d'Àrees d'Interès a Evolució Natural del Mig Pallars*, en el qual s'identifiquen 68 sectors de bosc productor prioritari per a la conservació. Aquest inventari va ser la base per a la creació de 14 Reserves Forestals mitjançant patrocini privat. A la Forest 140 s'hi troben les Reserves Forestals de Canal Gallinera i de la mata del Mollassos. A la Forest 141 hi ha la Reserva Forestal del bosc de Tufello.

Una segona actuació del Projecte LIFE "Pirineu viu" va consistir en la catalogació d'arbres singulars. Per a la conservació d'aquests l'ADF Mig Pallars en promou el seu apadrinament, consistent en que una persona o entitat paga a l'entitat municipal propietària un import a canvi de la no tala de l'arbre.

6.3.8. ANTECEDENTS HISTÒRICS

Els aprofitaments agraris d'aquestes terres ha anat variant al llarg dels segles, seguint l'evolució dels models agro-ramaders dominants. El paisatge també ha variat segons els mateixos paràmetres.

Sembla que a la Vall de Cardós l'actual paisatge agrari es configura fonamentalment entre els segles XVI i XVIII. En efecte, a partir del segle XVI es consoliden les grans propietats agràries del municipi, les anomenades "cases fortes". En aquest moment, el paisatge agrari del municipi comprèn tres àrees diferenciades: els horts als voltants dels pobles, fonamentals per la supervivència dels petits propietaris que eren la majoria, els camps de conreu, molt fragmentats; i la forest, explotada a diversos nivells.

La forest és fonamental per diverses raons: proporciona els prats per a la pastura, la llenya per a la cuina i la calefacció, la fusta per a la construcció, els fruits a recol·lectar... Sorprenentment la caça no és una font d'alimentació important en aquesta època. És possible que moltes de les poblacions faunístiques quedessin fortament afectades per la reducció de les àrees boscoses a causa de la sobreexplotació.

La forest es gestiona a través de la institució dels comunals. Els boscos comunals o municipals obeeixen una ordenança comunal i tenen el seu origen en l'època medieval. Cada poble disposa del seu bosc comunal del qual els seus veïns en poden fer un aprofitament, tot i que a nivell legal el titular és l'Ajuntament. Per gaudir dels drets comunals d'un bosc comunal en qüestió, s'ha d'haver viscut al poble al qual pertany durant almenys 12 anys. Si es deixa el poble es perden els drets.

En aquella època els comunals no es gestionaven equitativament ja que les diferències socials eren molt grans i el poder de les "cases fortes" era inqüestionable.

Aquest model tindrà el màxim apogeu a meitats del segle XIX: l'any 1857 Esterri de Cardós té 145 habitants, Arròs de Cardós i Ginestarre 74 cadascun, més 21 de Benante. Un total de 314 persones, que contrasta enormement amb els 80 habitants actualment censats.

Degut a aquesta elevada població es produirà una sobreexplotació de la forest que portarà a la pràctica eliminació de les formacions arbòries en els sectors més accessibles, com el cas de la Mata l'Arròs, i una aclarida generalitzada de les àrees més elevades. Però això no serà suficient i una bona part de la població es veurà obligada a emigrar.

Les actuals forest CUP 140 i 141 mantingueren la condició de propietat pública de caràcter comunal, i la titularitat fou transferida a l'Ajuntament. El canvi més radical en el paisatge del municipi s'ha de situar a finals de la dècada de 1950. quan s'abandonaren totalment els conreus de cereals i es produí la substitució de l'agricultura per la ramaderia. Així, els camps de cereals donaren pas als prats de dall i a les pastures, provocant el reinici d'un procés de colonització de la massa de bedollar i pi roig, ambdós perfectes colonitzadors. Paral·lelament, a la solana, s'han desenvolupat els escobars.

En el paisatge actual predomina el verd clar de prat de dall al fons de la petita vall, i les tonalitats canviant de les masses forestals parcialment recuperades.

6.3.9. APROFITAMENT FORESTAL ACTUAL DE LES FORESTS

Aprofitament de fusta i llenyes

La fusta que s'extreu és la de pi negre, pi roig i algun avet. Principalment s'utilitza fusta per a serra, per a pals i per a trituració. També s'accepten els diàmetres menors procedents de les aclarides baixes. Actualment, el mercat és més especialitzat i la demanda és per fusta de qualitat, de grans dimensions i recte. La forest CUP 140 pot produir aquest producte en cas de fer-se les actuacions de millora de la productivitat (aclarides selectives periòdiques).

No hi ha però, un ús fusterer actual. Degut a les grans tallades de fusta que es van realitzar a les dues forests durant els anys 50, els aprofitaments fusterer han estat pràcticament inexistents durant els últims anys. La regeneració de pi negre és problemàtica i condicionada per les actuacions anteriors. Per això és

important impulsar la realització de tractaments de millora (aclarides) per a tal d'assolir una major productivitat al bosc.

La fusta també l'aprofiten els veïns per a ús propi tot i que durant els últims anys només s'han realitzat aprofitaments per part dels veïns entre el 1993 i el 1996.

Pel que fa a la llenya només s'utilitza com a ús pels veïns i els que tenen drets sobre el bosc. Principalment s'utilitza el bedoll (*Betula pendula*), i es talla arreu com a bosc menut. Actualment quasi ningú va a fer llenya al bosc i aquest ús s'està perdent. Com a conseqüència d'això els boscos tenen un excedent de biomassa forestal a la qual no se li està donant cap ús, oferint una imatge d'abandó i un augment del perill potencial de risc d'incendis.

Treballs silvícoles

Les forests CUP 140 i 141 són dues de les forests més ben conservades del Pallars Sobirà. L'Ajuntament d'Esterri aposta per una gestió multifuncional del bosc, tot potenciant l'activitat turística, la ramaderia tradicional i la conservació d'àrees vitals.

Per a tal de dur-ho a terme és important fer aclarides de tant en tant. Se solen fer en aquella fusta de menor qualitat: arbres secs, arbres malformats o de mides petites. Aquestes actuacions permeten millorar l'aspecte paisatgístic, netegen els camins tradicionals i permeten la regeneració natural de les àrees desforestades. El material obtingut de les aclarides ofereix un volum important de biomassa pel que fa a l'aprofitament d'aquesta, i per tant, s'haurà de tenir en compte.

Infraestructures viàries

Les infraestructures disponibles tals com, els camins o les pistes forestals, són un paràmetre més a tenir en compte a l'hora d'extreure la biomassa, ja que seran necessaris camions i altres tipus de maquinàries per a tal de transportar-la fins el seu destí.

La infraestructura vial present en aquestes forests a pesar de ser poc extensa es conserva força bé. Hi ha una pista forestal que surt d'Esterri i arriba fins al Pla de Negua. Del mateix Pla continua una pista secundària fins al Pla de Tudela, però l'accés està restringit als veïns. No hi ha accés motoritzat a la forest "Canal Gallinera", només la pista que puja per Boldís fins a la carena de l'obac de Boldís. Al Pla de Nègua també s'hi pot arribar per la pista de Cassibrós.

Indústries serradores a la comarca

Les indústries serradores a la comarca són dues:

- Fustes Pallé. Situada a Ribera de Cardós
- Fustes Sebastià. Situada a Rialp

Aquestes indústries consumeixen fusta de mig i gran diàmetre de coníferes, de bona qualitat, per a la fabricació de vigueria, taulons i cabirons. Cal dir que la majoria d'aquesta fusta prové d'altres països com França.

En el cas de la fusta de menor qualitat, que és la que interessa a l'hora d'aprofitar-ne la biomassa (provinent d'aclarides silvícoles o de tales selectives d'arbres morts o malalts), abans es venia a diferents indústries. Aquestes la pagaven a bon preu i feien rentable les actuacions silvícoles de millora, les quals avui en dia són econòmicament deficitàries i necessiten d'inversió. Per això, actualment els boscos tenen un excedent de biomassa i necessiten urgentment d'aquestes actuacions silvícoles.

7. INTRODUCCIÓ A LA BIOMASSA FORESTAL³

La llenya ha estat al llarg de la història el biocombustible més utilitzat per la humanitat sent font de calor i il·luminació abans de l'arribada del carbó i contribuint al desenvolupament de la revolució industrial a partir de la utilització de llenya, carbó vegetal i mineral. Actualment encara milers de persones depenen energèticament de la fusta, residus agro-forestals i carbó vegetal. Sense cap dubte la llenya té un paper clau dins els inicis de desenvolupament de les societats, ja que en països en vies de desenvolupament obtenen de la llenya el 17% de l'energia que necessita, en canvi els països més pobres obtenen fins al 70% de les seves necessitats energètiques, i en els països desenvolupats la fusta només aporta al consum energètic de menys del 2%.

7.1. CLASSIFICACIÓ DE LA BIOMASSA FORESTAL

Es pot definir la biomassa forestal com aquella que es genera als boscos i ecosistemes naturals en forma de residus, d'arbres i plantes. Es pot classificar aquesta segons si prové d'aprofitaments silvícoles o de plantacions energètiques:

- Biomassa de plantacions energètiques → és la biomassa que s'obté d'espècies forestals que han estat plantades per al cultiu de la producció energètica. Aquestes espècies contenen com a components principals cel·lulosa i lignina.

- Biomassa d'aprofitaments silvícoles → és la biomassa que s'extreu directament de la producció natural d'una massa boscosa. No són espècies plantades per a l'obtenció d'energia, sinó que s'obté la biomassa directament del bosc. Es poden distingir dos tipus segons si s'aprofita tota la biomassa de l'arbre, o només una part residual:

- Biomassa per consum energètic; és biomassa que s'extreu directament per a la producció d'energia. Solen ser peus menors i restes d'aclarides. Actualment l'explotació del bosc per a la producció exclusiva d'energia no es troba massa estesa per Catalunya.
- Biomassa de residus forestals; són materials que s'obtenen en els aprofitaments fusters que no s'extreuen normalment per que no es poden convertir en subproductes. Els residus que provenen d'aquestes explotacions poden ser retirats per a no incrementar el risc d'incendi o bé poden ser deixats al bosc triturats com a nutrient que s'incorporen directament al sòl. També es poden extreure aquestes restes (branques, soques i peus menors) per a la producció energètica.

³ Apartat elaborat a partir del recull d'informació: Departament de Medi ambient i habitatges. Tècniques de desembosc en l'aprofitament forestal, 2005. Puy, N. Avaluació integrada de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal a Catalunya. 2006. Olmedo, A; Rodríguez, E; Roman, P; Sánchez, E. Avaluació de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal del Parc de Collserola. 2006.

El tipus d'aprofitament forestal depèn de l'objectiu final de la biomassa que s'obté (arbres sencers, troncs o bé la fusta trossejada) per cada ús:

- Arbre sencer → l'arbre es talla sencer i es desembosca directament reduït les tasques a realitzar a peu de l'arbre. El fet de treballar amb arbres sencers amb capçades i branques dificulta la mobilitat i redueix el rendiment, també produeix majors danys sobre els sòl i sobre els plançons regenerats. Generalment s'utilitzen arbres de petita dimensió, o si la zona d'actuació ha de quedar lliure de restes.

- Tronc sencer → L'arbre es talla, desbranca i es desembosca sense torcejar. Amb aquest mètode la principal destinació de la fusta és de serra o pals.

- Fusta trossejada → L'arbre es talla, es desbranca i trosseja abans de desemboscar. Aquest sistema s'efectua quan la llargada de la fusta no és importat per a la destinació i ús final.

En el present estudi s'estima la biomassa disponible d'aprofitament a partir de diferents escenaris amb la consideració de la biomassa residual en alguns casos, i amb la biomassa directament per a consum energètic en altres.

S'utilitza la **biomassa forestal residual** per a la valoració de biomassa aprofitable en el municipi d'Esterri de Cardós, a partir del Projecte d'Ordenació de les forests 140 i 141, que es desenvolupa una extracció de peus grans per a la indústria fusterera. Per tant en aquest cas només es considera restes d'actuacions silvícoles de millora i regeneració per a l'establiment d'un bosc per a un bon aprofitament fusterer, i restes de l'extracció de peus grans.

Es defineixen altres escenaris d'explotació per a la Vall de Cardós, el Municipi d'Esterri de Cardós i el conjunt de PNAP amb una d'extracció de la **biomassa directament per al consum energètic**, considerant l'explotació el total de la producció anual de la superfície a explotar.

7.2. COMPOSICIÓ DE LA BIOMASSA FORESTAL

La biomassa forestal la podem distingir en diferents components : fulles, branques, tronc i escorça que estan formats per uns mateixos components però amb un % de composició diferent . En general la biomassa, està constituïda per cel·lulosa, hemicel·lulosa i lignina.

La cel·lulosa és el material orgànic més abundant de la terra. És aproximadament el 50% de tota la biomassa. Té formada per polímers de glucosa amb una estructura molt ben ordenada que limita la accessibilitat als reactius i als enzims.

La hemicel·lulosa és el segon component de la fusta amb un 15-20% del pes sec .Està formada per glucosa i altres sucres solubles en aigua produïts per la fotosíntesis. Les hemicel·luloses solen estar formades per

pentoses i hexoses que tenen molt menys graus de polimerització que la cel·lulosa. Tenen estructures ramificades en comptes de lineals (com la cel·lulosa), aquestes envolten a la cel·lulosa formant microfibrils.

La lignina és un polímer tridimensional molt diferent a la cel·lulosa i constitueix un 15-30% del pes sec de la fusta. Es troba majoritàriament en les parts de les cèl·lules ajudant a la compactació de les microfibrils entre si. La lignina atorga rigidesa a les parets cel·lulars i forma vasos conductors de aigua.

Els extractes són components de la planta que han de ser separats de la paret cel·lular insoluble a partir de la seva solubilitat en aigua o dissolvents orgànics. Generalment componen un 5% de la biomassa, encara que poden tenir una presència major en l'escorça que en la fusta.

7.3. PRODUCTES DE LA BIOMASSA FORESTAL PER A LA COMBUSTIÓ

La biomassa que arriba directament de l'explotació forestal, ja siguin restes o petits exemplars extrets directament per a la producció energètica, presenta una gran heterogeneïtat de mides, formes, humitats... per tant cal fer un "producte" homogeni que pugui combustionar de manera eficient i que es pugui utilitzar per a sistemes de combustió estandarditzats.

Existeixen un conjunt de processos de preparació de la biomassa per a l'aprofitament final energètic:

Llenya	Estelles	Briquetes	Pèl·lets
			

Font: Elaboració pròpia (llenya i astelles) i Puy, N. Avaluació integrada de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal a Catalunya. 2006 (briquetes i pel·lets).

- Llenyar: es torcegen les diferents parts de l'arbre i les restes per obtenir llenya formada per fusta i escorça bàsicament.

- Estellar: trituració de la biomassa forestal per a obtenir fragments de diferents llargades entre 2-10 cm, segons el producte que es vulgui obtenir. L'astellatge es pot dur a terme dins la zona d'aprofitament o a fora. Aquest procés permet una millor manipulació, carrega, transport i emmagatzematge .

- Briquetar: compressió de la fusta i també d'altres materials vegetals amb una pressió superior de 200 MPa, augmentant la temperatura del material de 100-150°C. Es creen unitats compactes gràcies a que la lignina a aquesta temperatura es desfà.

- Pel·letitzar: és un moldejat o compactació de la fusta per densificació on el material es comprimeix amb uns rodets contra una matriu foradada de 0,5 a 2,5cm . El procés de pel·letització té un conjunt d'etapes de processament del pèl·let on hi ha una trituració de la biomassa, condicionament, pel·letització, assecat i tamisat.

- Carbonitzar la fusta: descomposició tèrmica de la fusta, reduint-la a carbó vegetal. S'obté un producte que té un major poder calorífic per que té un major contingut en carboni, ha perdut components volàtils i tota la humitat.

8. ACTUACIONS SILVÍCOLES RELACIONADES AMB L'APROFITAMENT DE BIOMASSA FORESTAL⁴

L'aprofitament de biomassa forestal s'efectua a partir dels tractaments silvícoles que permeten obtenir materials de diferents qualitats segons el destí final de la biomassa. Amb una planificació d'aquests tractaments es poden aconseguir diferents estructures de la massa forestal que facilitin el posterior aprofitament.

8.1. TRACTAMENTS DE MILLORA

Són tractaments que s'apliquen a zones boscoses que tenen una estructura molt alterada en comparació a l'estructura que es vol aconseguir per a l'aprofitament. Aquests mètodes s'apliquen paulatinament per aconseguir els diàmetres finals desitjats i els torns de tala. Es distingeixen diferents tractaments segons la mida de la massa boscosa:

- Aclarida de pançonada (pançonada⁵ grossa) → permet dosificar la distància entre arbres quan comença la competència a nivell de capçades. Aquest procés evita entrar en la fase d'hipercompetència on hi ha una gran mortalitat.

- Aclarides (perxada⁶ alta i alta, fustal⁷ baix i mig) → Selecció qualitativa dels millors peus per tal de dosificar la competència. S'han de fer a edats joves quan la capacitat de resposta és major. En aquests procés cal eliminar entre d'altres els "arbres llop".⁸

- Aclarides baixes → L'actuació es fa sobre l'estrat dominant produint una baixa selecció qualitativa i dosificant la competència. Hi ha una baixa obtenció de productes.

- Aclarides altes → Es respecta i s'actua sobre l'estrat dominant .Hi ha una bona selecció de competència però no es redueix el risc d'incendi ja que hi ha una continuïtat vertical que no s'elimina, però si s'eviten els processos desestabilitzadors de la neu i el vent. En aquest cas s'obtenen bons productes de comercialització.

- Aclarides mixtes → és un conjunt de les anterior que permet sanejar i estabilitzar l'estrat dominant. Aconsegueix un desenvolupament harmoniós i bona comercialització de productes.

⁴ Apartat elaborat a partir del recull d'informació: Garriga, M; Amorós, M; Ivars, A; Pou, A. Projecte d'ordenació de les forestes Cup 140 i 141. Departament de Medi ambient i habitatges. Tècniques de desembosc en l'aprofitament forestal, 2005. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Quaderns de la Generalitat. Vayreda, J. Gestió forestal 2005.

⁵ Pançonada grossa: (monte bravo) Etapa de desenvolupament d'un rodal en el que els exemplars tenen una alçada de 1-3 m (pançonada baixa) i de 3-6m (pançonada alta). També es diferencia una de l'altre per que en la primera trobem que les branques arriben fins a la base i estan més entrelligades les branques.

⁶ Perxada: classe natural d'edat formada per peus de diàmetre normal comprès entre la pançonada grossa i 20 centímetres.

⁷ Fustal: classe natural d'edat formada per troncs de diàmetre normal de més de 20 centímetres.

⁸ Arbres llop: Arbres de gran creixement que ocupen molt d'espai, que són brancuts i tenen una estructura poc adequada.

- Aclarides selectives mixtes → Es concentra en un nombre determinat de peus (arbres del futur), als que s'allibera la competència per a que arribin a l'estrat de maduresa amb les millors condicions de creixement. En aquest procediment els arbres als quals se'ls elimina la competència són aquells que tenen rectitud de tronc, absència de bifurcacions, distribució homogènia, i branques petites. Aquesta selecció es fa als 20 –30 anys.

8.2. TRACTAMENTS DE REGENERACIÓ

S'apliquen en el cas que l'edat dels arbres es troba molt avançada i per tant els treballs de millora no modificaran l'estructura actual dels boscos per obtenir la desitjada per l'explotació forestal. Distingim diferents tractaments silvícoles segons si es vol mantenir una estructura regular i bé irregular:

- Tallades arreu → consisteix en aprofitar el bosc tot mantenint-lo amb una estructura regular, dividint-lo en zones on es talen tots els arbres segons el nombre d'anys del torn. Aquesta pot ser a partir d'arbres pares a cada hectàrea que regeneri el bosc llançant llavors, o amb regeneració per bosquets (es tallen petites zones).

- Tallada de selecció → S'eliminen els arbres que han arribat al final del torn previst (que tenen un diàmetre concret) i també s'eliminen els sobrants de les classes diamètriques inferiors per eliminar la competència, mantenint una estructura irregular.

- Tallades successives → és la síntesis del dos mètodes anteriors. Amb aquest procés s'aprofita el bosc mentre se'l manté amb una estructura irregular. Es divideix en tres procediments:

- Tallades preparatòries; on s'elimina entre 2/3 i 1/3 dels arbres abans que la massa es regeneri. D'aquesta manera es prepara la massa boscosa per regenerar la llavor i al sòl per a rebre-la.
- Tallades disseminatòries; que permeten que la llum arribi al sòl i es distribueixi la llavor de manera homogènia.
- Tallades secundàries; eliminar els arbres pares que entorpeixen el desenvolupament de les noves plantes. Es pot fer de manera gradual o d'una sola vegada.

8.3. ALTRES TRACTAMENTS

- Tractaments de poda → són aquells tractaments que modifiquen l'estructura vegetal dels arbres i arbustos per a donar-los formes regulars, que s'adeqüen al medi i a les circumstàncies en les que es troben. Distingim els següents tipus:

- Poda baixa o de penetració (fins alçada de 2-2,5 m); Serveix per dotar a l'arbre d'unes propietats tecnològiques òptimes, disminuir la continuïtat vertical i també per millorar l'accessibilitat de les persones i el bestiar a l'interior de la massa boscosa.
- Poda alta (sobre els 2,5m fins als 7m); Té com a finalitat obtenir fusta de qualitat en un torn menor. Només s'aplica en "arbres de futur" que es deixen a les aclarides selectives .

- Estassada → S'elimina l'estrat arbustiu per facilitar el pas dels treballadors del bosc, l'ús recreatiu i el pas del ramat en cas que siguin zones aptes de pastura. També s'aconsegueix la disminució de la continuïtat vertical de la massa.

- Repoblacions → introducció d'espècies forestals en un terreny a partir de la sembra o la plantació.

- Trituració de les restes → es trituren les restes dels tractaments silvícoles que no s'utilitzen com a productes, per tal d'evitar un augment del risc d'incendi.

9. TRACTAMENT DE LA BIOMASSA FORESTAL PER L'APROFITAMENT ENERGÈTIC⁹

El subministrament directe enllaça el lloc de producció amb el de consum sense cap etapa intermèdia, és a dir, un cop és obtinguda i estellada la biomassa es transporta directament a les sitges de les calderes. El subministrament indirecte té lloc quan l'estella es asseca com etapa prèvia al consum i posterior a la producció. En aquest procés pot haver un estellat a peu de pista o posterior al seu emmagatzemat.

El sistema indirecte és el que s'utilitza per proveir les petites sitges en calderes particulars, ja que necessiten la biomassa en forma d'estelles i amb baixa humitat. A continuació, s'expliquen els principals procediments pel tractament (estellat i emmagatzematge) de la biomassa forestal i la maquinària utilitzada.

9.1. MÈTODES PER ESTELLAR LA BIOMASSA

1. Estellat a pista i posterior transport de l'estella a magatzem

Material per estellar

El material de procedència per a l'estellat en pista prové dels residus de les actuacions forestals que no són aprofitats per la silvicultura o de treballs forestals destinats millors forestals. Així doncs, aquesta matèria es destina a l'estellat dels peus que no tenen sortida al mercat de serra.

És important disposar els arbres de tal forma que els peus es situïn perpendicularment a la pista, amb la base del peu orientada cap a la pista forestal. Per realitzar aquesta operació cal estimar quins arbres estaran a l'abast de la ploma de l'estelladora mòbil i quins peus caldrà apropar per situar-los dintre d'aquest abast. D'aquesta manera és necessari un cabrestant connectat a un tractor agrícola per a poder fer l'aproximació dels peus.

La disposició i sistema d'extracció han de garantir l'absència de material aliè a la fusta, com terra o pedres. Per aconseguir-ho cal moure els troncs amb el cabrestant alçat i evitar que s'arrossequin pel terra, o sinó, situar una defensa (escut protector) davant del tronc per protegir-lo en l'arrossegament. Amb aquesta pràctica s'allarga la vida de les fulles de tall de les estelladores i dels elements mòbils (cargols sense fi) de les calderes.

El pendent màxim en el qual l'estelladora mòbil pot arribar a treballar es situa entre el 15-25%, fet que resta possibilitats a l'hora de planificar l'estellament vora pista, ja que no és vàlid per a tots els terrenys, encara que, aquests desnivells no són els més habituals en les pistes forestals.

⁹Apartat elaborat a partir del recull d'informació de les ponències del "Curs d'aprofitament, assecat, processat i emmagatzematge de biomassa forestal i estella" Celebrat al Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Solsona.

Sistema de treball

Es disposa de dos contenidors de camió amb capacitat de **30 m³** per recollir les estelles produïdes a vora pista. Aquests contenidors es situen on l'amplada de la pista permeti el pas de l'estelladora mòbil. La biomassa, que prèviament ha estat triturada, és abocada dins el contenidor perquè sigui transportada.

Per altra banda, l'estelladora amb orientació descendent es desplaça per la pista estellant el material, que ha estat disposat vora pista, fins que omple el contenidor. Un cop està ple, s'efectua la descàrrega dins el contenidor del camió. Els contenidors dels camions no s'omplen al màxim per tal de facilitar la càrrega i evitar pèrdues d'estella en el transport.

Segons el rendiment de l'estelladora (**15-40 m³/h**) el contenidor s'omplirà aproximadament cada hora. D'aquesta manera el camió pot continuar amb el cicle de càrrega, transport i descàrrega ja que compta amb dos contenidors i mentre l'estelladora n'està omplint un, el camió està transportant l'altre contenidor al lloc d'emmagatzematge. A la següent figura s'exemplifica un sistema de treball vora pista, semblant al comentat.



Figura 9.1. Sistema de treball vora pista, amb els processos d'extracció, trituració i transport a planta energètica. font: VTT Processes

El cicle de càrrega, transport i descàrrega depèn, en part, de la distància que el camió hagi de recórrer fins la zona on descarregui les estelles. Si es treballa amb una distància apropiada, que no faci inviable la gestió de la biomassa, el cost d'extracció i transport a pati (zona per a la posterior distribució) es situa en **30 €/t** (font: Centre Tecnològic Forestal de Catalunya). Aquest cost és competitiu gràcies a l'augment d'eficiència que comporta el transport d'estelles enlloc de troncs sencers.

Avantatges i desavantatges d'aquest mètode de treball

Aquest escenari de treball permet el transport del material densificat, és a dir, fa que el transport sigui més eficient per tona transportada. Això és degut a l'optimització de l'espai de càrrega dels contenidors que transporten estelles, ja que presenten una estructura molt més homogènia que el transport d'arbres sencers.

L'altre avantatge d'aquest sistema és que no cal desemboscar¹⁰ la llenya talada, ja que la mateixa estelladora s'encarrega d'aquesta feina.

D'altra banda, és un sistema continu, és a dir, que si falla alguna etapa de la cadena totes les altres es veuran afectades, amb la pèrdua de rendiment global. Tanmateix, la màquina d'estellar i el camió de transport necessiten unes pistes forestals que permetin la seva maniobrabilitat. I el factor més determinant, és que estellar vora pista està totalment sotmès a les condicions climàtiques de la zona, és a dir, durant les èpoques d'hivern la neu dificulta l'accés a les zones de muntanya de tal manera que sigui inviable el treball.

2. Transport del desembosc a pati per al seu estellat

Material per estellar

Tal com en el escenari anterior, el material prové de les diferents actuacions forestals que es realitzen en el bosc, previstes en els plans d'ordenació. La majoria d'aquests treballs forestals són aclarides per a l'aprofitament i millora del bosc.

En aquest cas, l'extracció necessita d'accions per desbrancar, desemboscar i apilar el material per tal de ser carregat, transportat i descarregat pel camió d'una forma més eficient. Sinó es realitza aquesta preparació de la biomassa, s'incrementaria el número de desplaçaments del camió per transportar la mateixa quantitat.

Per a l'extracció s'utilitza, d'igual manera que en el mètode anterior, un tractor agrícola ajudat per un cabrestant que apili els arbres vora pista per a ser transportats. El camió encarregat fer el transport a pati ha d'estar aprovisionat d'una grua que permeti carregar la fusta prèviament apilada. També és important garantir l'absència de material aliè a la biomassa, com terra o pedres, ja que poden provocar problemes a les fulles de serra de l'estelladora i en els elements mòbils de les calderes.

Els treballs d'extracció i transport a pati de la fusta desemboscada tenen un cost aproximat de **40 €/t** (font: CTFC). Representa un increment en el cost del **33%** respecte l'escenari anterior ja que l'eficiència en el transport era més elevada.

Sistema de treball

En aquest escenari (Figura.2) la realització de l'estellat es realitza, un cop el material ha estat transportat des de la zona de tala i extracció fins al pati o solar, mitjançant una estelladora que dipositarà les estelles en el sòl. A la següent figura s'exemplifica un sistema de treball semblant al esmentat.

¹⁰ v. tr. Treure del bosc a camí (la llenya que s'hi ha tallat, el suro que s'hi ha arrencat, etc.).

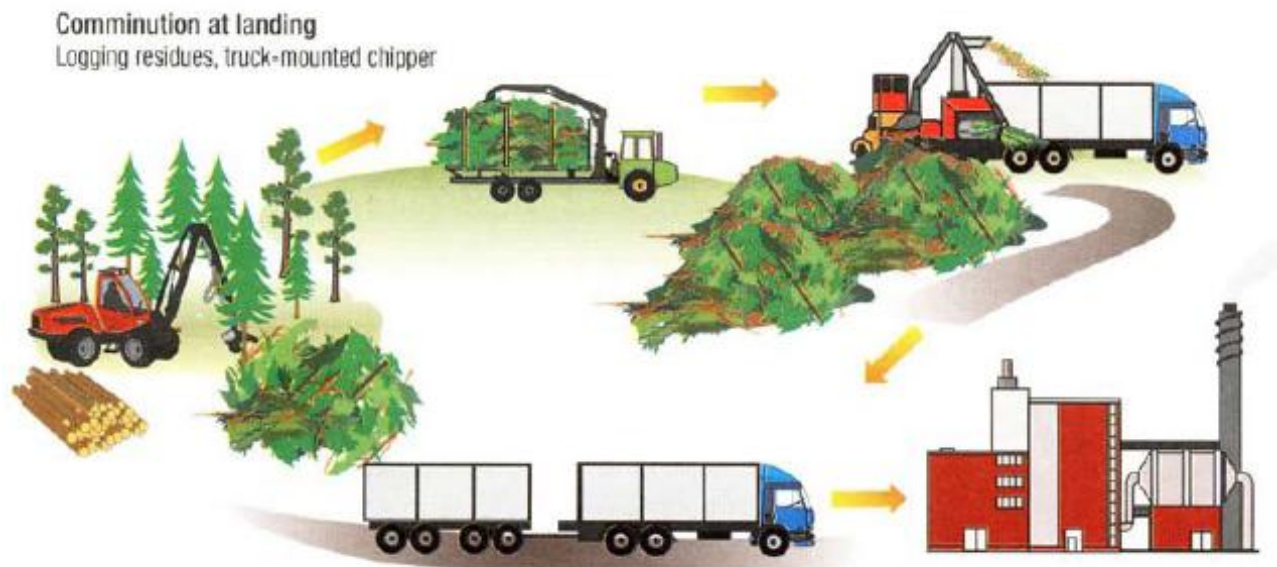


Figura 9.2. Sistema de treball a pati, amb els processos d'extracció, transport i trituració de la biomassa forestal. font: VTT Processes

Amb l'ajuda d'una pala carregadora s'amuntegarà l'estella per optimitzar l'espai i deixar lloc per a que n'hi càpiga més. De tal manera s'obtindrà la formació de piles d'estelles fresques, les quals necessitaran perdre la humitat per a ser aprofitades en les calderes.

Avantatges i desavantatges d'aquest mètode de treball

Aquest sistema presenta una sèrie d'avantatges respecte l'escenari anterior. El primer avantatge és el sistema discontinu en que es basa aquest sistema, en el qual les accions de treball no depenen unes de les altres i, per tant, es gaudeix d'una certa autonomia a l'hora de planificar les actuacions. Un altre avantatge és el major rendiment per hora treballada, ja que la màquina estelladora treballa a ple rendiment sense veure's afectada per una mala disposició dels arbres vora pista o per un pendent massa fort, com pot succeir en l'estellat mòbil.

D'altra banda, l'avantatge de l'estellat mòbil requeria en el menor cost de transport, ja que permetia un transport més eficient, en canvi, per l'estellat a pati el transport es veu perjudicat degut a la baixa eficiència que suposa haver de transportar troncs sencers dins el contenidor d'un camió.

9.2. ASSECATGE DE BIOMASSA FORESTAL

1. Assecatge a l'aire lliure en forma de piles

Aquest tipus de magatzem es situa directament adjunt o proper al lloc d'explotació. D'aquesta manera s'obté una reducció de la humitat que va des de el 37% a les tres setmanes, passant pel 30% a les sis setmanes i arribant al 20% en humitat en dos mesos.

Aquestes piles no han de ser remogudes ja que sinó s'activa la fermentació de la biomassa, sí que se les ha de controlar ja que arriben a temperatures de 40-50°C a l'interior i segons la climatologia pot haver risc d'incendi. Cal tenir present que la capa més externa i més humida tampoc ha de ser remoguda ja que actua d'aïllant per a la resta de la pila.

Normalment es realitza la producció de biomassa durant els mesos de juny i juliol, deixant-la assecar agrupada en forma de pila a l'aire lliure en els mesos més càlids per a que perdi major humitat i així garantir el subministrament durant els mesos de setembre a maig. Període on hi ha la major demanda energètica pel funcionament de les calderes.

Un aspecte positiu d'aquest sistema és la reducció de costos d'emmagatzematge però a canvi presenta una sèrie d'inconvenients com són:

- Dificultat per realitzar-ho a alta muntanya,
- necessitat de tenir pistes forestals a prop per a que hi arribin els camions,
- necessitat de tenir maquinària (tractors) durant tot l'any,
- risc d'accessibilitat durant l'hivern,
- risc de carregar pedres i terra i
- risc de rehumidificació de l'estella per pluges, provant compostatge.

2. Assecatge a l'aire lliure amb una cobertura tèxtil.

Aquest sistema està millorat amb l'aplicació d'una cobertura de tèxtil respecte l'assecatge en forma de pila a l'aire lliure. S'utilitza un tèxtil de 5 m per 50 m que permet protegir 400 m³ aproximadament d'estella, el seu pes es de 200 g/m² i necessita de dues persones per moure'l. Tot i així, per temporals de vent o neu és molt difícil d'utilitzar.

El seu cost mitjà és baix, d'uns **4 €/m²**, però a canvi els costos d'explotació són més elevats que per una sitja, ja que requereix més temps de gestió. La capa tèxtil té una vida útil limitada per la seva fragilitat que no li permet durar més de 5 anys.

Aquest sistema presenta unes característiques semblants al sistema d'emmagatzematge a l'aire lliure però amb un seguit d'avantatges:

- Protegeix de la pluja i de la neu,
- permet la transpiració dels gasos,
- s'asseca més ràpidament i
- possibilita l'ús en diferents llocs.

3. Assecatge a en sitja

L'assecatge en sitja representa una altra modalitat per emmagatzemar la biomassa, en aquest cas és una edificació que presenta una vida útil, en mitjana, de 25 anys.

Aquesta instal·lació s'ha de situar en un lloc intermedi de la zona de producció i de consum. La instal·lació ha de preveure mitjans tècnics per permetre l'accés a camions de fins **90 m³** de càrrega, amb el suport de bàscules per comptabilitzar la matèria tractada i de mitjans tècnics per controlar la qualitat de l'estella.

En aquest tipus d'instal·lació s'utilitza un temps major per reduir la humitat (tres mesos) que si fos a l'aire lliure, i els nivells d'humitat que s'assoleixen amb aquest sistema (30%) també són pitjors. El factor determinant per la implementació és l'elevat cost que es situa en **250-300 €/m²**, apart del cost de la maquinària necessària (tractors) per gestionar els moviments de la biomassa a dins la instal·lació.

Tots aquests desavantatges es veuen compensats amb les facilitats que proporciona la instal·lació:

- Possibilitat d'entrar biomassa verda (de les zones de producció) i treure biomassa seca (per ser consumida),
- protecció contra incidències climàtiques, garantint un subministrament durant tot l'any i
- redueix el risc de carregar pedres o terra en la instal·lació.

9.3. MAQUINÀRIA UTILITZADA EN ELS TRACTAMENTS

1. Estelladores mòbils

Les estelladores mòbils poden ser d'alimentació manual, les més utilitzades fa 10 anys, o d'alimentació per ploma més actuals.

Les d'alimentació manual tenen limitat el diàmetre i l'allargada del tronc a estellar a un màxim de 24 cm i 2 m, respectivament. Necessiten de 2 a 3 persones per obtenir uns rendiments de **30 a 60 m³** d'estella al dia i una potència mínima de 100 cavalls en el tractor. És un sistema que comporta perillositat i duresa pels operaris.

Pel que fa a les estelladores amb alimentació mecànica, per ploma, tenen unes característiques més avançades que permeten assolir rendiments de **140 fins a 400 m³** d'estella per dia segons la col·locació correcta dels arbres a estellar. Les més utilitzades són les que presenten una entrada lateral, d'aquesta manera poden recollir fàcilment la biomassa apilada als laterals de les pistes forestals. Aquestes estelladores amb el contenidor de biomassa incorporat tenen una major mobilitat per les zones de muntanya amb pistes forestals estretes.

Les estelladores amb alimentació mecànica tenen capacitat per estellar arbres sencers, tot i que l'amplada màxima dels troncs està limitada per la boca de trituració, normalment de 40 cm. Un altre avantatge respecte les manuals és que són compatibles per treballar amb la maquinària de tala i treta al lloc d'explotació, i d'aquesta manera augmenta la productivitat i rendibilitat del procés d'obtenció de biomassa.

2. Camions de transport

Els camions que s'utilitzen per transportar les estelles procedents de la maquinària de trituració disposen d'uns contenidors amb capacitat de **20 a 40 m³** (volum múltiple a la capacitat del contenidor de la trituradora) i amb possibilitat per deixar-los a terra. D'aquesta manera, les estelladores omplen el contenidor del camió d'una forma més fàcil. La tracció dels camions ha d'estar adaptada (6x4 o 6x6) per circular en pistes forestals.

El procediment de treball d'aquests camions ha de ser rendible, per això mentre un contenidor s'està omplint de biomassa a la zona d'extracció el camió ha d'estar transportant el contenidor que prèviament s'havia omplert d'estelles. Amb aquest procés es defineix el temps de rotació dels contenidors que serveix per determinar el volum de biomassa transportada per hora.

D'altra banda, s'ha de definir la distància màxima de transport segons el tipus de carretera a circular. Per un volum de biomassa transportada de forma rendible per pistes forestals la distància ha de ser menor a 20 km, per carreteres de muntanya ha d'estar al voltant dels 20 km, i per bones carreteres la distància pot superar els 20 km i arribar a un màxim de 35-40 km.

3. Maquinària encarregada de gestionar la biomassa en el magatzem

S'encarreguen petits tractors agrícoles de gestionar la biomassa en els magatzems. Aquest tipus de màquines tenen una capacitat per transportar **0.5 m³** de biomassa, tot i que existeix maquinària més especialitzada que augmenta la capacitat fins **3 m³**. Ambdós tipus de maquinària han de permetre elevar l'estella a 5 m d'alçada per omplir els contenidors dels camions que s'encarreguen de subministrar la biomassa a les calderes.

4. Costos generals

Els transports de la biomassa, des de l'explotació al magatzem i del magatzem a la caldera, representen més d'un **30%** del cost total de l'estella. Un altre **30%** se l'emporta el cost de l'estelladora. Els costos menors provenen del treball d'explotació (14%), l'amortització del magatzem (12%), els corresponents a l'entitat gestora (9%) i els controls de qualitat (5%).

5. Maquinària proposada per estellar vora pista

A les següents taules (Taula.1, .2 i .3) es descriuen les característiques de la maquinària proposada, un cop la biomassa ha estat desemboscada, per realitzar la trituració vora pista i el transport a pati per ser emmagatzemada.

Taula 9.1. Característiques tècniques de l'estelladora mòbil proposada.

Camió	
Marca i model	UNIMOG (Mercedes 240 ch din)
Amplada	2.6m pot circular per carretera
Any	1994 (Equip complet fabricat a Suècia)
Estelladora	
Marca i model	Bruks 802
Tipus d'estellat	Per tambor de fulles tallants
Rendiment	15-40m ³ /h (segons la disposició del material)
Dimensions d'entrada	40 x 60 cm ²
Diàmetre d'entrada	< 35cm
Consum	300-400 litres gasoil per dia
Contenidor	
Marca	Bruks
Capacitat	10m ³
Descàrrega	Bolcat lateral
Grua	
Abast	6m
Càrrega <i>en fletxa màxima</i>	150kg
Trams	3
Cost d'estellar	~ 150 €/h, 5€/m³, 15€/t (font: empresa Holtzinger)

Font: Elaboració pròpia, en base a la "I setmana de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal"

Taula 9.2. Característiques tècniques del tractor agrícola proposat.

Tractor	
Marca i model	Renault Ceres 95 DT
Potència	85CV

Font: Elaboració pròpia, en base a la "I setmana de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal"

Taula 9.3. Característiques tècniques del transport proposat.

Camió	
Marca i model	Mercedes Benz 1935
Tracció	6 x 4
Tipus	Portacontenidor amb ganxo
Contenidors	
Capacitat	30 m ³
Cost del transport	~ 600 €/dia (font: empresa Holtzinger)

Font: Elaboració pròpia, en base a la "I setmana de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal"

Taula 9.4. Imatges de la maquinària proposada.

Estelladora mòbil	Camió de transport	Tractor agrícola
		

Font: Elaboració pròpia. Lloc: visita a Alp "I setmana de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal"

6. Maquinària proposada per estellar a pati

A la Taula.5 es descriuen les característiques de la estelladora proposada per realitzar la trituració de la biomassa a pati. La maquinària complementària es diferencia de la utilitzada vora pista per la grua que necessita el camió per transportar els troncs sencers dels arbres.

Taula 9.5. Característiques tècniques de l'estelladora proposada.

Estelladora	
Marca i model	EschBöck Biber 70
Potència pròpia	279CV
Rendiment	80 m ³ /h
Diàmetre d'entrada	< 50cm
Calibre de l'estella	20-30mm
Cost d'estellar	10 €/t (font: empresa Recuforest SL)

Font: Elaboració pròpia, en base a la "I setmana de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal"

Taula 9.6. Imatges de la zona de tractament i de la maquinària proposada.

Zona de tractament a pati	Estelladora	Camió de transport amb ploma
		

Font: Elaboració pròpia, en base a la "I setmana de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal"

10. TRANSFORMACIÓ DE LA BIOMASSA FORESTAL PER A APROFITAMENT TÈRMIC¹¹

A continuació es descriu el procés tèrmic de combustió per a la transformació de la biomassa amb la finalitat d'obtenir energia. L'obtenció d'energia tèrmica de la biomassa s'obté a partir de la transformació química de la biomassa al sotmetre-la a elevades temperatures (300-1500 °C). Amb aquesta transformació s'obtenen biocombustibles o calor, sent la transformació per calor la més utilitzada actualment (Puy, N 2006). L'obtenció d'energia amb biocombustibles sòlids s'obté a partir de la gasificació, piròlisi o combustió, sent aquest últim procés el que es té en compte per l'estudi.

10.1. PROCÉS DE COMBUSTIÓ

La combustió és un procés termoquímic de reacció ràpida i exotèrmica d'un combustible amb el seu comburent que té lloc en l'atmosfera oxidant, d'aire o d'oxigen donant lloc quan es completa, a diòxid de carboni, aigua i sals minerals. En el procés de la combustió, es desprèn energia en forma de radiació de l'espectre infraroig i el visible (flama i brases). Com a producte final s'obtenen cendres i gasos calents.

La combustió directa de la biomassa és el procés avui en dia més desenvolupat i difós per a la seva difusió energètica, per que te avantatges com la seva ràpida disponibilitat d'energia i la seva relativa senzillesa (Puy, N. 2006). La biomassa té un contingut baix en sofre, gairebé nul i baix percentatge de cendres, característiques molt importants per a la protecció del medi.

Es diferencien diferents tipus de combustió:

- Completa → Els estats d'equilibri dels processos d' oxidació estan totalment desplaçats cap als òxids.
- Incompleta → Contenen els fums compostos parcialment oxidats, com el CO i restes del combustible sense oxidar, es a dir, no s'han cremat totalment. Es pot dur a terme amb defecte d'aire, amb l'aire estequiomètric o també amb excés.
- Estequiomètrica → es duu a terme amb l'aire estequiomètric necessari.

10.2. CARACTERÍSTIQUES DEL PROCÉS

Per a transformar una molècula orgànica en CO₂ i aigua cal una oxidació o combustió completa. I Per aconseguir una combustió completa totes les instal·lacions indiferentment del combustible que utilitzin han de tenir un excés de comburent (aportant més oxigen del necessari estrictament per a la combustió completa). S'ha d'aportar més o menys oxigen en excés segons la rapidesa amb que es barregin combustible

¹¹ Apartat elaborat a partir del recull d'informació de: Camps, M ; Marcos, F.2002. Los Biocombustibles. Ed. Mundi-Prensa. Calvet, E; Millan, AC; Puy, N; Villareal, M. Avaluació del potencial d'aprofitament de Biomassa al Parc del Montnegre i el Corredor. 2004. Olmedo, A; Rodríguez, E; Roman, P; SANCHEZ, E. Avaluació de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal del Parc de Collserola.2006. BoisEnergie66.

i comburent, com els sòlids tenen una capacitat de barreja inferior, la biomassa necessita més oxigen en excés.

En el cas d'arribar a assolir una oxidació del carboni o hidrogen continguts a la biomassa, han d'estar en forma d'àtoms o molècules simples. En el cas de la fusta que està formada per cel·lulosa, lignina i hemicel·lulosa, ens trobem amb una estructura sòlida formada per polímers naturals que cal trencar abans de tot per a que tingui lloc la combustió i que s'aconsegueix amb l'escalfament previ altes temperatures, és el denominat procés de piròlisi.

Les partícules que carbonoses parcialment cremades poden formar part dels gasos que contenen altres partícules i eventualment monòxid de carboni o hidrocarburs nocius per a la salut.

Es determina la qualitat del procés de combustió a partir de la relació de CO/CO_2 en els fums. Una bona combustió hauria de donar una relació de $\text{CO}/\text{CO}_2 < 0.07$. També es pot determinar la qualitat de la combustió segon les deficiències en els diferents processos:

- Es necessita un bon contacte del combustible amb el comburent per a que no hi hagi cap part del combustible que es quedi sense cremar, i per a que no es produeixin partícules i monòxid de carboni que es produeixen amb la combustió incompleta del carboni contingut a la biomassa.
- Propagació de la combustió, a partir de l'augment de la temperatura del combustible fins a l'adequada per a que reaccionï amb el comburent.
- Deficiència local o total de l'aire de combustió.
- Refredament sobtat dels volàtils o flama de combustió.
- Aprofitament de l'energia en forma d'energia irradiada i els fums calents.
- Evacuació dels productes de la combustió: fums i cendres.

10.3. APARELLS DE COMBUSTIÓ.

Aparell de combustió clàssic → són aparells de combustió molt simple on la combustió es remuntant, la flama puja. La totalitat de la biomassa es crema simultàniament quan l'aire primari arriba a la base del combustible. S'obté una gran quantitat de brasa que produeix una combustió lenta i una regulació fàcil. Amb una doble emissió d'aire, l'aire secundari es barreja amb els gasos de combustió.

Aparell de combustió simple → la biomassa es diposita sobre una làmina i l'entrada d'aire és lateral que es propaga i es reparteix de manera homogènia aproximadament per tot el combustible.

Aparell de combustió inversa → L'aire primari arriba des de dalt propoagant-se vers la base, els gasos es reparteixen per sota la cambra de combustió on es cremen en rebre l'aire secundari. Amb aquest model, l'aire la biomassa s'asseca a la part superior i es crema a la inferior

Aparell de combustió horitzontal → Amb aquest aparell, els productes de la combustió travessen una part de la quantitat de la brasa, s'escalfen i són trencats a altes temperatures i cremats amb l'aire secundari. Les flames es desenvolupen per una obertura en cambres laterals. De la mateixa manera que en la combustió inversa la biomassa es crema majoritàriament en la part inferior. L'aire primari arriba per dalt, i el secundari per sota del foc.

Cremador en llit fluïditzat → desenvolupa la combustió en una massa en suspensió de partícules de combustible, cendres i en casos un inert o absorbent que són fluïditzats per un corrent d'aire de combustió ascensional.

10.4. CONTROL DE QUALITAT DE LA BIOMASSA

Per la bona combustió de la biomassa a més de les diferents característiques en el procés de la combustió a la caldera, la biomassa ha de tenir unes condicions òptimes per a mantenir l'eficiència del procés, per tant s'han de controlar les condicions en que es troba la biomassa durant el seu emmagatzematge:

La **humitat** és el factor més important que cal controlar, per tant s'ha d'analitzar una vegada per setmana a cada zona d'emmagatzematge. Es realitzen dos anàlisis per acotar millor el resultat. Aquest anàlisi necessita d'un forn calorimètric (24 hores a 104°C).

El **poder calorífic** s'analitza un cop a l'any per cada zona d'emmagatzematge i per a cada explotació, és a dir, si el magatzem inclou biomassa de més d'un tipus de jaciment s'ha d'analitzar cada un i després calcular la mitjana de les capacitats calorífiques de la biomassa d'aquell magatzem. Pot haver variació de poder calorífic dins d'una mateixa espècie vegetal, a causa de la rapidesa en el creixement (com més ràpid menys minerals assimilats) i/o de la composició del sòl on creixi.

L'anàlisi de la **granulació** es realitza una vegada a l'any a la fase d'estellament. Permet veure si el tipus d'estelladora és convenient per a les calderes a les quals va dirigida la biomassa.

Les **cendres** s'analitzen un cop a l'any per a cada zona d'emmagatzematge i per a cada explotació. D'aquesta manera es pot determinar si són aptes per ser utilitzades en agricultura i ajuden a detectar objectes estranys que puguin afectar les calderes.

11. IMPACTES EN L'APROFITAMENT DE LA BIOMASSA¹²

11.1 IMPACTES AMBIENTALS EN LES FASES D'EXTRACCIÓ I TRANSPORT DE LA BIOMASSA

- Impactes en la fase d'extracció

Erosió: en aquesta fase es produeix un increment de l'erosió degut a varies raons. De manera directa, en la retirada de residus forestals es facilitarien aquesta processos ja que es provoca un gran fricció sobre el sòl, el qual pot ser atacat per les pluges amb els possibles problemes d'escorrentia i pèrdua d'horitzons orgànics. Els problemes d'erosió depenen de les característiques de la zona (pendent, matèria orgànica,...).

Compactació: els treballs realitzats pels operaris poden donar origen compactacions del terreny degut a les trepitjades i a l'efecte compactant de la maquinària. La compactació d'un sol provoca: disminució de la porositat, així com un increment en la escorrentia.

Efectes sobre la resta de les masses vegetals: Pot haver un impacte sobre la vegetació propera al fer caure els arbres i al treure'ls. Això dependrà de les tècniques utilitzades. A major mecanització major serà el risc. En l'arrossegament, si ens trobem en alguna zona on s'està produint algun tipus de repoblació, aquesta es pot veure malmesa degut a fricció amb les plantes joves, influint en les seves formes de creixement. També es podria donar un efecte positiu d'augment de la repoblació, al quedar remogut i airejat el terreny pel pas dels troncs.

Efectes químics: l'extracció de determinades parts dels arbres pot produir canvis en el balanç de nutrients. La retirada de la fusta de la muntanya gairebé no afecta al balanç químic d'aquests elements, ja que el percentatge de sofre i nitrogen de la fusta és molt petit. El sofre sol aparèixer en fulles, flors i fruits. Si al retirar el residu no s'extreuen les fulles, les flors i els fruits, el sofre romandrà a l'ecosistema. En canvi, si es retiren, com que són rics en oligoelements, llavors el sòl s'empobreix químicament, donant lloc a una disminució de la fertilitat. De la mateixa manera, al tallar els arbres, les arrels es descomponen i fan que el sòl s'alliberi CO₂ a través del sòl.

De la mateixa manera, una extracció continuada de les branques i les capçades dels arbres pot afectar negativament a la capacitat de producció del bosc a llarg termini, ja que incidiria en el balanç de substàncies minerals com el calci, el potassi i el magnesi. (Ström 1994). Aquestes passen a formar part del sòl amb la descomposició de la biomassa, i compensen l'acidificació natural del bosc, la qual té lloc durant el creixement dels arbres.

Una solució sostenible i ecològica seria el reciclatge de les cendres formades durant la combustió de la biomassa. Teòricament, tots els nutrients perduts (menys el nitrogen), retornarien al sòl. La cendra pot ser utilitzada de la mateixa manera que la calç per disminuir els efectes negatius de la detoxificació. (Egnell et

¹² Apartat elaborat a partir del recull d'informació de: Camps, M ; Marcos, F.2002. Los Biocombustibles. Ed. Mundi-Prensa. I del recull de ponències del "Curs d'aprofitament, assecat, processat i emmagatzematge de biomassa forestal i estella" Celebrat al Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Solsona.

al. 1998). La cendra hauria de ser endurida, aglomerada i hauria de tenir un temps lent d'infiltració per a poder-se difondre per tot el sòl del bosc. La dosi de cendra s'hauria de monitoritzar amb molta cura. Segons alguns projectes de recerca la quantitat aconsellada de cendra que es podria repartir pel sòl del bosc seria de 1-3 tones per hectàrea (Nohrstedt 1996). Tot depenent de les condicions i el tipus de bosc.

Efectes sobre la fauna: l'impacte sobre la fauna silvestre pot ser provocat quan es retiren matolls que li serveix d'aliment i resguard. De la mateixa manera, hi ha microorganismes que viuen de la descomposició de les restes orgàniques i que es podrien veure afectats. El bosc, en la seva totalitat forma un ecosistema que és una barreja d'organismes vegetals i animals i que es veurà influenciat quan part de la seva estructura sigui eliminada. Amb la modificació de les característiques de la zona explotada, es pot afavorir la introducció d'espècies colonitzadores que exploten els recursos quan les espècies autòctones es veuen afectades.

Efectes sobre el paisatge: Aquest impacte és difícil d'avaluar. Dependrà de diversos factors com l'edat de la massa, la visualitat de la zona afectada pels diferents accessos (carreteres, pistes forestals,...). Si els residus es deixen a la muntanya això provoca un impacte visual. La importància d'aquest dependrà de la zona en la que es doni, si és o no transitable, si té fins recreatius, etc.

Efectes de contaminació acústica: durant la fase de l'extracció de la biomassa forestal es produeix un increment de soroll degut a la maquinària rodada durant els treballs de condicionament de la zona i durant l'explotació forestal.

- Impactes en la fase de transport

Erosió i compactació: la fase de transport és la que més afecta pel que fa a l'erosió del sòl, degut a la maquinària pesada utilitzada en les vies forestals i els accessos a la zona d'explotació. La compactació produïda sobre el sòl per aquestes màquines en redueix la porositat. Erosió i compactació són els impactes més importants produïts en la fase de transport.

Efectes sobre la vegetació: la cobertura vegetal es veu afectada degut a la freqüentació de maquinària pesada i camions de gran tonatge.

Efectes sobre la fauna: El soroll dels camions i la maquinària, així com la sobrefreqüentació d'aquests pot afectar de manera negativa al comportament de diferents espècies animals, així com la destrucció d'àrees de refugi i de cria. Els camions que es desplacen poden actuar com a vectors per al desplaçament d'algunes espècies.

Efectes sobre el paisatge: els camions que es desplacen provoquen un impacte visual en la zona i alhora una degradació del paisatge per allà on passen.

11.2 IMPACTES EN LA COMBUSTIÓ DE LA BIOMASSA: EMISSIONS

Pel que fa a la combustió de la biomassa l'impacte que produeix aquesta és l'emissió de diferents tipus de gasos d'efecte hivernacle i altres tipus de partícules. Per a evitar-ho o per disminuir-ne les emissions és important fer servir calderes que siguin eficients i realitzar la combustió en les condicions més idònies. Com ja s'ha esmentat anteriorment, es considera que la combustió de biomassa té un efecte neutre pel que fa a les emissions de CO₂. Hi ha però, altre tipus de gasos i substàncies que també s'alliberen degut a la combustió:

Òxids de sofre: La biomassa de la fusta té un contingut molt baix en sofre si es compara amb el del carbó, el petroli o la torba. El contingut de sofre a la biomassa seca a les arrels és d'un 0,01%, a l'escorça entre un 0,02-0,1%, i a les fulles entre un 0,04-0,2%. A la pràctica quan es crema fusta, la quantitat total d'emissions de SO₂ és molt petita o insubstancial. Per això la combustió de fusta no requereix de cap equipament específic d'eliminació de SO₂.

Òxids de nitrogen: El contingut de nitrogen a la fusta és baix. La biomassa seca de la fusta de les arrels i l'escorça conté només entre un 0,1-0,5% de nitrogen. El contingut de nitrogen a les fulles és una mica més alt (1-2%). En comparació, el contingut de nitrogen del carbó varia des del 0,8 al 1,2% i en la torba des del 0,5 al 2%.

La formació dels òxids de nitrogen és un procés complicat, que depèn molt del mètode de combustió i la temperatura. Les propietats del combustible, el sistema d'alimentació de l'aire, les temperatures de reacció i especialment la distribució de temperatures són variables importants.

En general, temperatures de combustió elevades tendeixen a produir més emissions de NO_x, sempre que la reacció entre l'oxigen de l'aire i el nitrogen sigui inevitable. Sempre que les temperatures de combustió de la fusta siguin relativament baixes, les emissions de NO_x per unitat d'energia produïda seran una mica més baixes que les dels combustibles fòssils.

Compostos orgànics: les parts combustibles dels combustibles sòlids es poden dividir en dos grups: les substàncies volàtils i els components que es cremen com el carboni sòlid. El procés de combustió comença amb l'assecatament i continua amb la piròlisi (100-150°C), una fase on els compostos volàtils es comencen a evaporar.

La ignició comença als 225-300°C depenent del tipus de combustible. Els components volàtils es cremen primer a una temperatura entre 500-600°C i suposen el 75% de les substàncies combustibles. Finalment el carboni sòlid es crema a 800-900°C.

Una combustió és completa quan totes les parts combustibles del combustible han reaccionat completament amb l'oxigen. Si hi ha una falta d'aire, la combustió és incompleta i es generen CO i diferents hidrocarburs

(CxHy). Els gasos orgànics i el quitrà formats en una combustió incompleta causen brutícia, olors i problemes de salut. Alguns dels compostos són carcinogènics o mutagènics.

La combustió completa de la fusta generalment requereix una temperatura mínima de 900°C. Una temperatura de combustió baixa augmenta la possibilitat de la formació de substàncies no combustibles. Si la temperatura està per sobre dels 1200°C llavors comença la formació de NO_x.

És difícil trobar la temperatura de combustió adequada i el nivell d'oxigen adient, especialment en forns i calderes a petita escala. Una fusta amb una humitat elevada o un disseny pobre de la caldera pot fer que la temperatura de la flama es mantingui baixa.

Pols: quan els combustibles sòlids es cremen, sempre es formen unes partícules fines de pols. Aquestes emissions consisteixen en tres components: cendra inorgànica, coc (derivat del carbó) i fines partícules de carbó que es forma degut a la combustió incompleta dels gasos de la piròlisi. Moltes d'aquestes partícules són nocives per la salut.

Les emissions de pols són més problemàtiques a les vivendes petites i en equips de calefacció, especialment en els casos en que les calderes a petita escala s'utilitzen a càrrega parcial. Es pot influir en la quantitat de pols i altres emissions, controlant el combustible i el subministrament d'aire amb sensors. En les calderes que utilitzen combustibles molt homogenis com els pèl·lets el procés de combustió es pot controlar millor.

En general, Les emissions de pols de les calderes modernes de fusta dels equips de calefacció de mitjana i gran escala estan al mateix nivell que les calderes de mida semblant que utilitzen carbó, gasoil o torba (0.01-0.08 g/MJ). La formació de cendres és inevitable, però les quantitats són de fet bastant petites. El contingut de cendra de la biomassa de la fusta va des del 0,08 al 2,3%.

11.3 AVALUACIÓ DELS IMPACTES GLOBAIS

En aquest apartat s'avaluen els diferents impactes globals, tant positius com negatius, sobre el medi natural i el socio-econòmic, derivats de l'aprofitament de la biomassa forestal.

● **Medi natural**

Com a impactes positius podem destacar els següents:

1. S'augmenta la quantitat de CO₂ fixada per obtenir una quantitat concreta d'energia tèrmica i/o elèctrica, en comparació amb l'ús de combustibles tradicionals fòssils i els seus derivats com la gasolina o el gasoil, ja que es tracta d'una font d'energia renovable. Això passarà sempre i quan l'assimilació de carboni de les plantes sigui més gran que la seva respiració i descomposició, llavors l'ecosistema funcionarà com un reservori de carboni. Si, en general, la fusta s'explota de manera

sostenible utilitzant-la com a font d'energia no té perquè donar lloc a un increment net del CO₂ atmosfèric.

2. Es disminueix el risc d'inici i propagació d'incendis forestals, ja que s'està extraient la biomassa residual dels boscos amb la realització de diferents actuacions silvícoles i de millora. D'aquesta manera s'eliminen residus orgànics i inorgànics al temps que se'ls dona una utilitat.
3. Es disminueix el risc d'atacs per part d'insectes xilòfags que s'alimenten de la fusta tallada i les branques caigudes.
4. Aquest aprofitament energètic de la biomassa dona lloc a nous models de gestió i ordenació forestal més sostenible.
5. Amb els tractament silvícoles i les aclarides s'aconsegueix un bosc jove, el qual és capaç de fixar més CO₂ que un bosc en males condicions i sense cap tipus de gestió.

Com a impactes negatius en destaquen els següents:

1. Risc de sobre-explotació: Si en un moment donat el preu del Kwh de l'energia procedent de la fusta fos més competitiu que el procedent d'altres fonts energètiques, hi hauria el risc de que les masses forestals es veiessin arrasades. Això s'evitaria amb una bona gestió forestal.
2. La sobre-explotació podria donar lloc a una disminució de nutrients en el sòl del bosc.
3. Una explotació excessiva podria causar també problemes en la biodiversitat del bosc, amb repercussions sobretot per la fauna.
4. Augment de l'efecte barrera: produït per l'eixamplament de camins i pistes forestals així com la creació de nous, per poder-ne extreure la biomassa.
5. La incineració pot resultar perillosa, al produir la emissió de substàncies tòxiques. Per això s'han d'utilitzar filtres i realitzar la combustió a temperatures majors als 900°C.

● Medi socio-econòmic

Com a impactes positius destaquen:

1. Creació de llocs de treball, sobretot a les zones rurals ja que són les que disposen de més zones boscoses. Incrementa l'activitat econòmica d'aquestes zones i la possibilitat de que la gent es quedi i no es vegi obligada a marxar a la ciutat.

2. Donar continuïtat a treballs forestals de caire temporal, efectuant la recollida de restes en èpoques d'aturada en els aprofitaments fusters.
3. L'aprofitament forestal dóna lloc a un tipus de combustible que és molt més econòmic que d'altres com el gasoil o el gas natural.
4. A l'utilitzar aquesta font energètica es disminuiria l'ús d'altres fonts no renovables.

Com a impactes negatius destaquen.

1. Una mala percepció per part de la població sobre l'ús d'aquest tipus de combustible. Per això és necessari conscienciar a la gent amb campanyes d'educació ambiental i informar-los sobre els avantatges de la utilització de la biomassa com a combustible enlloc d'altres als que ja estan acostumats.
2. Una percepció negativa sobre la iniciativa d'extreure fusta dels boscos per a produir energia per part de col·lectius ecologistes que consideren que el bosc no s'ha d'explotar i que ha de romandre tal com està.
3. Risc de que aquesta explotació forestal pugui afectar als altres usos del parc com l'ús recreatiu i pascícola.
4. La situació del sector forestal és a l'actualitat poc encoratjadora, ja que a més de l'escassa realització de treballs de millora a les masses forestals pel baix preu de mercat que té la fusta de petita dimensió, s'afegeix una notable manca quantitativa i qualitativa de mà d'obra, pel que suposen les difícils condicions de treball d'esforç físic a la intempèrie.
5. Reticències de part del sector forestal per la possible influència en el mercat tradicional de la fusta que pot tenir la valorització d'aquest producte.

12. SISTEMES D'APLICACIÓ ENERGÈTICA DE LA BIOMASSA FORESTAL¹³

A continuació es presenten tres possibles escenaris, de característiques diferents, però, on tots parteixen de la biomassa forestal com a matèria primera. Aquestes diferències entre les quals hi destaca el requeriment energètic i, per tant, l'energia calorífica que se'n genera són claus per seleccionar el tipus d'escenari que cobreix una determinada demanda energètica.

Tal com s'ha estructurat l'àmbit d'estudi, en el qual se'n es diferencia entre tres que transcorren, a partir d'un sistema general com és el PNAP fins a un sistema municipal com Esterri de Cardós passant per un sistema supramunicipal format pels municipis inclosos a la Vall de Cardós. Es determina el tipus de tecnologia més adient per ser utilitzada en l'aprofitament energètic de cada àmbit.

Un primer escenari respon a la combustió en plantes petites que fan referència a calderes i estufes a nivell domèstic. A continuació, hi ha la combustió en plantes mitjanes com és l'escenari del *District Heating* o xarxa de calor, i per últim la combustió en plantes grans que correspon a l'escenari de cogeneració per a la producció d'energia elèctrica i calorífica. Aquestes possibilitats d'aprofitament energètic juntament amb els processos de tractament, estan representades a la següent figura.

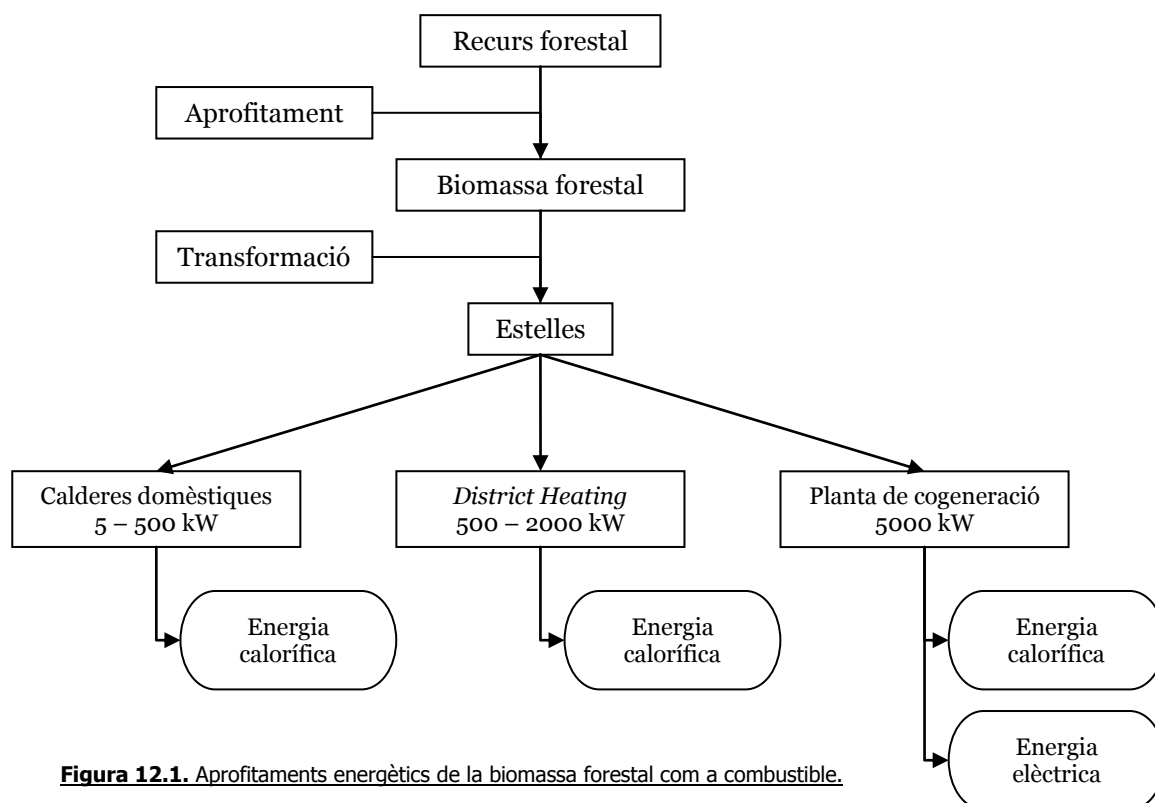


Figura 12.1. Aprofitaments energètics de la biomassa forestal com a combustible.

¹³ Apartat elaborat a partir del recull d'informació de les ponències del "Curs d'aprofitament, assecat, processat i emmagatzematge de biomassa forestal i estella" Celebrat al Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Solsona. "Avaluació integrada de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal a Catalunya. 2006" Puy, N.

Hipòtesis d'aprofitament energètic

En la recerca d'un escenari energètic adequat per l'àmbit del PNAP, s'ha cregut convenient fer una proposta per a cada tipus de caldera. S'han elaborat tres hipòtesis que responen a les diferents necessitats de funcionament de cada tecnologia i a la vegada subministren l'energia calorífica que demanda la població.

Aquestes tres hipòtesis generen un aprofitament a diferent escala, el qual ha de ser valorat respecte criteris energètics, econòmics i ambientals per tal de determinar quin o quins són els escenaris energètics més indicats per ser utilitzats en aquesta regió d'estudi.

A continuació s'enumeren les tres hipòtesis, ordenades de petita a gran escala d'aprofitament energètic:

- 1.** L'àmbit indicat per implementar calderes d'ús domèstic és Esterri de Cardós. Aquest municipi pot gestionar la biomassa que obté com a subproducte en les seves forest comunals a partir dels aprofitaments de llenya. Es preveu comptabilitzar el canvi que suposaria la utilització de calderes de biomassa en habitatges principals i de segona residència en el nucli de població enlloc dels sistemes actuals de calefacció. S'ha seleccionat aquest municipi ja que es disposa del Pla d'Ordenació Forestal d'aquest terme municipal cedit per en Marc Garriga, tècnic del PNAP.
- 2.** Amb la planificació d'un aprofitament més ampli per la Vall de Cardós, s'avalua la possibilitat d'aprofitar tota la biomassa forestal que sigui explotable complint les limitacions topogràfiques, silvícoles i d'accessibilitat (apartat 19.). Aquesta major quantitat de biomassa determina si n'és suficient com per satisfer la demanda de tota la Vall, en la qual s'hi troben tres termes municipals: Lladorre, Esterri de Cardós i Vall de Cardós. Aquest àmbit és adient per avaluar l'escenari d'aprofitament energètic en *District Heating* per a les viles (que presenten un mínim d'habitatges principals en el nucli de població) d'aquest tres municipis.
- 3.** Per una escala d'aprofitament energètic més àmplia dins del Parc, es considera la possibilitat que la biomassa disponible permeti la instal·lació d'una infraestructura amb una capacitat energètica elevada, com la planta de cogeneració que ha d'anar col·locada en un lloc estratègic. D'altra banda, es planteja la possibilitat de combinar aquest escenari centralitzat amb la utilització d'una tecnologia descentralitzada com l'aprofitament amb calderes domèstiques de biomassa per tot l'àmbit del PNAP.

Per a cada hipòtesi, és convenient determinar els balanços energètics, econòmics i ambientals. Aquests balanços es poden expressar de forma relativa a una tona de biomassa extreta, i obtenir una classificació de la tecnologia de més a menys eficient energèticament, econòmicament i ambientalment. A continuació, es detalla la informació de cada balanç.

- **Energètics:** energia (tep) aportada per extreure la biomassa, estellar-la i transportar-la a pati enfront l'energia obtinguda en la combustió.
- **Econòmics:** costos econòmics (€) dels processos d'extracció, estellat i transport fins a pati més els costos d'instal·lació enfront el cost que comporta no fer res (continuar amb gasoil) o el cost que es substitueix amb la utilització de la biomassa. La diferència entre el cost d'utilitzar la biomassa i el d'utilitzar el gasoil especifica si hi ha benefici o pèrdua amb el canvi de combustible.
- **Ambientals:** Emissions generades (t CO₂) en el procés de combustió amb biomassa enfront les emissions de no fer res (emissions actuals). També és interessant calcular la diferència entre emissions per biomassa i gasoil, per determinar el benefici ambiental comporta l'ús de la biomassa.

12.1. NIVELL DOMÈSTIC

Aquest escenari és el més descentralitzat ja que l'aprofitament energètic es realitza per separat en cada habitatge. Les calderes utilitzades són de baixa potència i s'encarreguen de proporcionar l'energia calorífica demandada per cada llar en forma d'aigua calenta per calefacció i per ús sanitari (Taula.1).

Tenen una potència que es situa entre 5 i 500 kW i generen una energia calorífica compresa entre 13.500 i 1.350.000 kWh/any, les quals es poden alimentar indistintament de pèl·lets o d'estelles homogènies de mida petita. De manera que s'escull la potència de la caldera en funció de les necessitats energètiques de la instal·lació, les quals poden variar entre cases particulars i edificis més grans com cases rurals, escoles, hospitals, etc.

Taula 12.1. Característiques principals d'una caldera domèstica.

Escenari I : Descentralitzat	
Calderes domèstiques	
Potència (kW)	5 – 500
Energia generada (MWh/any)	13,5 – 1.350 (calorífica)
Biomassa requerida (t/any)	3,5 – 350
Format de la biomassa	Pèl·lets i/o estelles
Personal per planta	Esporàdic
Superfície per planta	< 40m ²
Superfície magatzem	< 50m ²



Imatge: www.froeling.com

Imatge: www.froeling.com

Font: Elaboració pròpia, adaptació de Puy, N. (2006)

Per un àmbit general com el PNAP l'aplicació de calderes de petita potència està recomanada en la instal·lació per a nous projectes d'habitatges o de rehabilitació, per edificis que canviïn la caldera, per la climatització de piscines, etc. emparant-se en una futura normativa que doni prioritat a l'ús d'energies renovables i les fomenti mitjançant ajudes com les aportades per l'ICAEN l'any 2006 en concepte d'instal·lacions d'energies renovables. També poden ser utilitzades en indústries sensibilitzades per reduir l'emissió de gasos d'efecte hivernacle o que es vegin obligades a complir els criteris marcats en el Protocol de Kyoto.

Per tal d'avaluar la viabilitat del escenari d'aprofitament a escala domèstica, s'ha determinat una sèrie de consideracions prèvies que serveixen de base per respondre la primera hipòtesi d'aprofitament.

La primera respon al format de combustible que s'utilitza en aquest escenari, les estelles, ja que actualment no hi ha una planta de transformació de biomassa forestal a pèl·lets dins la comarca. I la biomassa generada dins del PNAP no té el rendiment suficient com per ser tractada fora de la comarca i retornada per al consum final. Així doncs, l'estella un cop assecada serveix com a combustible encara que el seu poder calorífic (PCI **18 MJ/kg**)¹⁴ és menor que el del pèl·let (PCI **21-22 MJ/kg**)¹⁵ i per tant es necessitarà més quantitat d'estella. En canvi, no genera un cost superior de transport ni de tractament, la qual cosa comporta uns beneficis econòmics i ambientals amb la seva utilització.

L'altra consideració recau en l'estimació de la demanda energètica que es té en compte per als tres àmbits d'estudi, detallada només per habitatges residencials tant de primera com de segona residència. Per tant, la caldera a utilitzar és d'una potència mitjana baixa que satisfaci les necessitats domèstiques. Una caldera amb aquestes característiques es situa al voltant de 20kW amb un rendiment igual o superior al 90% i un cost aproximant de **5.500 €** apart la instal·lació (calefactores i conductes **4.000 €** aprox.) segons l'empresa SoliClima¹⁶.

En un proper apartat (apartat.22) s'estudia més detalladament la viabilitat d'aquest escenari d'aprofitament dins l'àmbit municipal d'Esterri de Cardós. En el qual la biomassa forestal que s'obté anualment a partir de la gestió de les forests comunals, pot servir per cobrir la demanda energètica de les residències.

12.2. DISTRICT HEATING

Aquest segon escenari presenta unes característiques que li confereixen un aprofitament de biomassa centralitzat, és a dir, una mateixa planta té la capacitat per subministrar calor a diferents recintes. Aquest sistema s'anomena *District Heating* o xarxa de calor amb una potència de les calderes que varia entre **0,1-5 MW** segons les necessitats energètiques.

¹⁴ Font: Puy, N. (2006)

¹⁵ Font: Puy, N. (2006)

¹⁶ SoliClima és una empresa que desenvolupa, instal·la i manté projectes basats en les energies renovables i l'eficiència energètica.

Les plantes de combustió de biomassa forestal en aquest escenari no difereixen en concepte de les domèstiques, permeten l'ús de biomassa forestal com escores, estelles, serradures i virosta sense necessitar productes com els pèl·lets que requereixen processos de tractament i compactació. Tot i així, han d'estar adaptades per funcionar amb un major índex d'humitat (>30%) en el combustible i per gestionar un major volum de cendres. D'aquesta manera, el rendiment tèrmic mitjà (60%) d'aquestes calderes no és tant elevat com les domèstiques (>90%), ja que està influenciat pel major índex d'humitat de la biomassa. La següent taula sintetitza les particularitats de les calderes instal·lades en xarxes de calor.

Taula 12. 2. Característiques principals d'una instal·lació mitjana.

Escenari II: District Heating	
Calderes mitjanes	
Potència (kW)	500 – 2.000
Energia generada (MWh/any)	1350 – 8.000 (calorífica)
Biomassa requerida (t/any)	350 – 2.000
Format de la biomassa	Estelles, virosta...
Personal per planta	d'1 a 3 treballadors
Superfície per planta	< 1.000 m ²
Superfície magatzem	< 500 m ²

Imatge: www.tatano.it

Font: Elaboració pròpia, adaptació de Puy, N. (2006)

Aquest tipus d'instal·lació estimula l'ús de biomassa forestal que s'obté amb relativa facilitat a partir de la massa boscosa que conforma el PNAP. L'aplicació d'aquest tipus de calderes dins l'àmbit del Parc Natural afavoreix la gestió de la biomassa de manera que els costos de transport es redueixen i no suposen una dificultat en el subministrament. Un altre factor favorable d'aquest escenari és el balanç energètic, el qual és positiu per un aprofitament sostenible de biomassa, és a dir, es genera molta més energia a la combustió de la que se li aporta (de manera antròpica) a les etapes d'explotació i transport.

Com en l'escenari anterior, aquestes calderes generen energia calorífica que permet disposar d'un servei d'aigua calenta per ús sanitari i per calefacció. La tipologia dels usos considerats per a ser beneficiaris d'aquesta tecnologia són nuclis d'habitatges residencials, serveis públics (ajuntaments, escoles, etc.), privats (comerços, restaurants, etc.) o instal·lacions agrícoles que requereixin elevada quantitat d'energia calorífica.

Hi ha diferents antecedents d'utilització d'aquest tipus de plantes, les pioneres foren les finlandeses les quals compten actualment amb uns 10.000 km¹⁷ de conductes que distribueixen aigua calenta per combatre les temperatures exteriors que arriben a -32°C durant èpoques hivernals. La Figura.1 representa el procés, més habitual a Finlàndia, per l'aprofitament energètic de les estelles forestals destinades a calderes en xarxa.

¹⁷ Font: Institut Finlandès d'Investigació Forestal - METLA

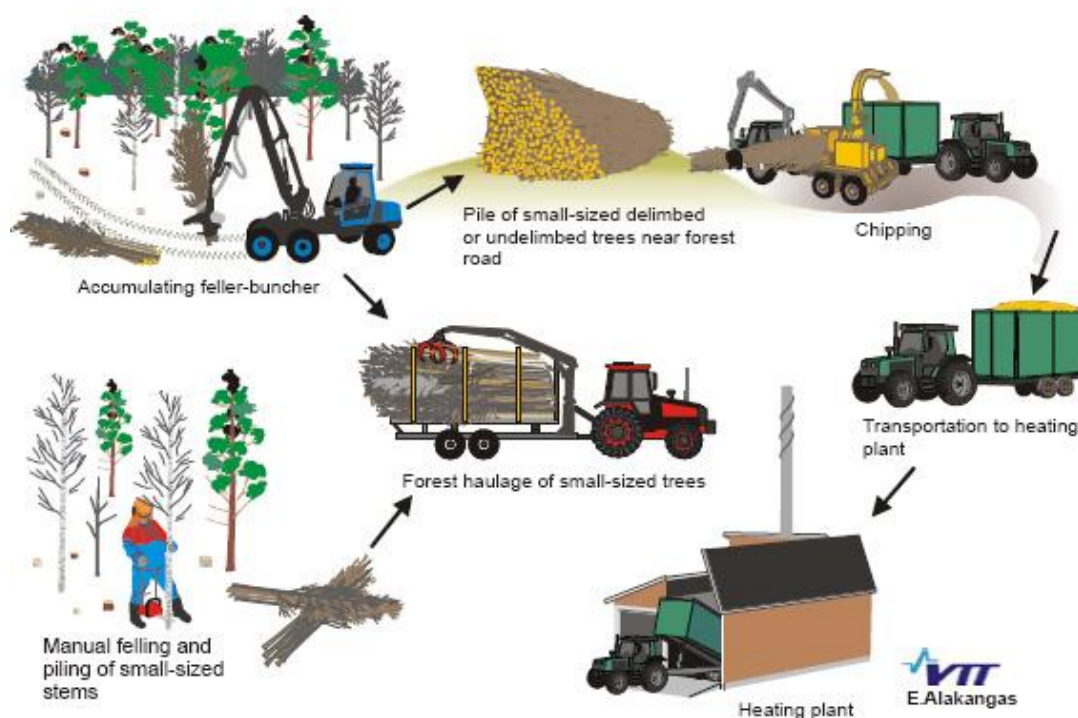


Figura 12.2. Sistema de treball (automatitzat o manual) que proporciona estelles forestals a una planta de potència mitjana.
Font: VTT Processes

Més a prop d'aquí, a la part oriental dels Pirineus francesos hi ha diferents pobles (Matemale, Mosset i Vinça) que presenten aprofitaments de biomassa forestal en *District Heating*. El subministrament d'aquestes calderes s'encarrega una institució que s'anomena *BoisEnergie66* impulsada pel govern francès. Aquesta institució fa d'intermediària entre propietaris forestals i consumidors final, encarregant-se del procés de transformació de la biomassa forestal a estelles.

Per últim, la primera experiència catalana amb aquest tipus de calderes correspon al sistema en xarxa de calor aplicat al barri de la Granja, al municipi de Molins de Rei. Consta d'una xarxa centralitzada d'aigua calenta i calefacció que dona servei a 695 habitatges que formen el barri i permet, en els usuaris, beneficiar-se d'una instal·lació col·lectiva, que funciona amb energia renovable, com és la biomassa forestal, amb un servei individualitzat.

Aquest tipus d'escenari d'aprofitament presenta unes característiques interessants per considerar la seva implantació dins l'àmbit al PNAP. En una primera aproximació al model d'aprofitament en *District Heating* es determinen les mateixes consideracions prèvies que amb l'escenari anterior; s'utilitza un mateix tipus de biomassa forestal, les estelles, i es determina el tipus de caldera a utilitzar i la biomassa que en requereix a partir de la demanda d'energia calorífica de les residències.

La viabilitat d'instal·lació de les calderes en xarxa de calor depèn de la distribució de la demanda energètica en els nuclis de població i de la disponibilitat que tinguin en biomassa forestal. L'àmbit que presenta una situació idònia per aquest escenari és la Vall de Cardós, on els municipis es troben agrupats en diferents

nuclis de població (apartat.14) i la biomassa forestal (apartat.19) representa un percentatge elevat del territori.

També és important avaluar el balanç entre l'energia que es necessita per disposar del combustible forestal i l'energia que se'n genera amb la combustió, el balanç ambiental entre les emissions que comporta aquest nou escenari i les emissions de no fer res (emissions actuals) i, per últim, comptabilitzar el cost econòmic que és necessari per posar en funcionament les xarxes de calor.

D'aquesta manera es planteja la resposta a la segona hipòtesi d'aprofitament de biomassa forestal, que respon a la conveniència d'aprofitar un recurs renovable, local i subexplotat que és proporcionat per les masses boscoses de la Vall i permet reduir la dependència energètica en combustibles fòssils. Mitjançant la creació d'una xarxa de calor per als nuclis de població que se situen per la Vall d'Esterri de Cardós.

12.3. COGENERACIÓ

Aquest escenari proporciona la generació conjunta d'energia elèctrica i calorífica. D'aquesta manera s'aconsegueix que per la combustió de la biomassa es generi un fluid, com el vapor d'aigua, que transforma l'energia tèrmica en mecànica mitjançant una turbina que produeix electricitat. El vapor d'aigua originat s'aprofita per generar l'energia calorífica. Aquest aprofitament tèrmic i elèctric permet elevar el rendiment del procés de transformació global fins al **85%** en el millor dels casos.

La instal·lació d'un sistema de cogeneració és rellevant quan es disposa de suficient combustible, ja que una central de 5 MW requereix una quantitat al voltant de les 7.500 t/any de biomassa forestal. Tot i així, genera una producció de 15.000 MWh/any d'energia elèctrica i 18.000 MWh/any de tèrmica que li permet ser una bona alternativa als combustibles fòssils per a instal·lacions industrials amb forta demanda energètica. La següent taula presenta les principals particularitats de les calderes a gran escala.

Taula 12 .3. Característiques principals d'una instal·lació a gran escala.

Esceneri III : Cogeneració			Imatge: Enon Energia Ossuskunta
Calderes grans			
Potència (kW)	5.000	 <td rowspan="5">Imatge: www.utilitywarehouse.com</td>	Imatge: www.utilitywarehouse.com
Energia generada (MWh/any)	15.000 (elèctrica) 18.000 (calorífica)		
Biomassa requerida (t/any)	7.500		
Format de la biomassa	Estelles, virosta...		
Personal per planta	de 4 a 8 treballadors		
Superfície per planta	> 1.000 m ²		
Superfície magatzem	> 500 m ²		

Font: Elaboració pròpia, adaptació de Puy, N. (2006)

Aquest escenari d'aprofitament és el més centralitzat, té la necessitat d'aprovisionar-se d'una gran quantitat de biomassa forestal per poder operar i, posteriorment, ha de tenir determinada la demanda dels dos tipus d'energia, per assegurar un alt rendiment. La Figura.2 exemplifica el procés d'aprofitament de la biomassa forestal destinada a una planta de cogeneració.

Per tant, la ubicació d'una planta d'aquest nivell energètic dins l'àmbit del PNAP ha d'estar en funció de la disponibilitat de biomassa forestal i, per altra banda, ha d'haver un potencial elevat de demanda energètica (calorífica i elèctrica) adjacent a la instal·lació, que absorbeixi tot el potencial que ofereix la planta.

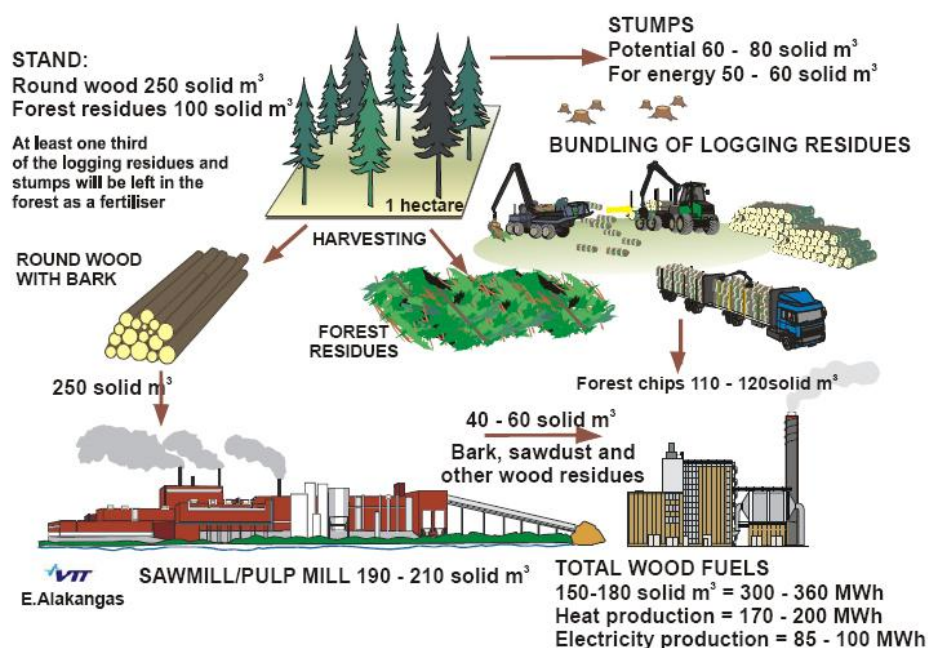


Figura 12.2. Sistema de treball representat per una hectàrea d'explotació que proporciona biomassa a una planta d'alta capacitat energètica. Font: VTT Processes

Aquest darrer escenari d'aprofitament en el Parc Natural podria situar-se en el municipi de Sort, capital del Pallars Sobirà, un indret que compleix els requisits anteriors i presenta una localització centralista dins el Parc amb una bona connexió viària respecte les zones d'extracció de biomassa.

La viabilitat d'aquest escenari permet donar resposta a la tercera hipòtesi d'aprofitament de biomassa forestal. Per una planta energètica d'alta capacitat que absorbeix una gran quantitat de la biomassa generada en el Parc. Aquest escenari s'avalua amb els balanços energètic, econòmic i ambiental de la mateixa manera que en els escenaris anteriors.

En aquest darrer escenari es determinen les mateixes consideracions prèvies que per a les hipòtesis anteriors. El combustible utilitzat per la generació d'energia a la planta són estelles procedents de la biomassa aprofitable del PNAP, comptabilitzada (apartat.18). El nombre d'habitatges que la planta proporciona servei, està determinat per la potència de la instal·lació i la demanda energètica que cada llar necessita (apartat.13).

12.4. COMPARATIVA DELS TRES TIPUS DE CALDERES

Els tres escenaris presentats compleixen de manera diferent amb l'aprofitament dels recursos forestals. En un principi no n'hi hi cap que sigui millor ni pitjor, sinó que les característiques que posseeixen els fan més hàbils per una situació determinada. Partint d'aquesta premissa s'ha buscat per a cada tipus d'aprofitament (domèstic, en xarxa i en cogeneració) la situació més favorable dins el PNAP per poder analitzar, en un futur, el resultat més eficient en termes energètics, econòmics i ambientals. Els diferents escenaris s'abasteixen de la modelització realitzada per la biomassa forestal (apartat.13) que és aprofitable dins l'àmbit del Parc Natural, ja que actualment el mercat de biomassa forestal és inexistent.

Cada escenari aposta per un sistema de gestió diferent de la biomassa forestal. En calderes domèstiques es crea un sistema més descentralitzat en la combustió però, a canvi, s'incentiva el mercat local ja que s'apropa el recurs al consumidor. Per altra banda, el *District Heating* s'encarrega de centralitzar el sistema, fent que una mateixa caldera aporti calor a més d'un habitatge. Aquest escenari permet l'ús d'una biomassa no tant homogènia com a les calderes petites i, per tant, fa més senzill el seu aprovisionament. Per últim, la cogeneració és tracta d'un sistema centralitzat de gran potència on apart de generar energia calorífica permet l'obtenció d'energia elèctrica. L'avantatge d'aquest sistema és aquesta nova valorització de l'energia aportada per la biomassa forestal. En canvi, presenta un requeriments de biomassa molt elevats que els pot fer incompatibles amb altres finalitats d'aprofitament energètic.

A continuació (Taula.4), es mostren les característiques més significatives dels tres escenaris. En els dos primers escenaris l'energia obtinguda per tona de biomassa es situa al voltant dels **4** MWh any. En canvi, per un aprofitament en cogeneració, l'energia obtinguda per unitat de biomassa ascendeix fins als **4,4** MWh any ja que s'optimitza l'aprofitament energètic en forma de calor i electricitat. Aquest darrer escenari és favorable si la finalitat és aprofitar tant l'energia calorífica com l'elèctrica, si per contra, l'objectiu es centra amb minimitzar la importació d'energia fòssil per a calefacció, els escenaris més indicats són: el I i II amb majors rendiments per la generació d'energia calorífica.

Taula 12.4. Característiques principals dels tres escenaris d'aprofitament energètic.

	Escenari I	Escenari II	Escenari III
	Descentralitzat	District Heating	Cogeneració
Potència (kW)	5 – 500	500 – 2.000	5.000
Energia generada (MWh/any)	13,5 – 1.350 (calorífica)	1.350 – 8.000 (calorífica)	15.000 (elèctrica) 18.000 (calorífica) 3,6 (calorífica)
Rendiment de la tecnologia (kW/MWh any)	2,7	3,35	3 (elèctrica) 6,6 (total)
Biomassa requerida (t/any)	3,5 – 350	350 – 2.000	7.500

Rendiment de la biomassa			2,4 (calorífica)
(MWh any/t. biomassa)	3,86	3,93	2 (elèctrica)
			4,4 (total)

Font: Elaboració pròpia, adaptació de [Puy, N. (2006)]

Un cop fet el plantejament dels possibles escenaris d'aprofitament energètic per al PNAP, es quantifica la disponibilitat de biomassa forestal aprofitable (apartat.18) i la demanda d'energia calorífica de les llars (apartat.13), per aprofundir en l'estudi de la primera hipòtesi i així determinar-ne la viabilitat, mitjançant l'anàlisi dels balanços energètics, econòmics i ambientals (apartat.22).

DIAGNOSI DE LA DEMANDA D'ENERGIA CALORÍFICA

13. ÀMBIT DEL PNAP

En aquest apartat s'avalua la demanda d'energia calorífica en calefacció dels habitatges dels municipis que es troben inclosos al PNAP. D'aquesta manera es podrà valorar més endavant si la biomassa disponible del parc és suficient per abastir la demanda energètica de tots aquests habitatges.

L'estimació de la demanda es centra només en els habitatges familiars, excloent altres tipus d'establiments com hotels, hospitals, oficines, botigues, restaurants, bars, etcètera.

Els habitatge considerats per l'avaluació, són aquells que es troben en municipis amb tot o part del seu terme municipal dins els límits del parc. Això implica que es consideren tots els habitatges municipals, encara que es trobin fora del límit que defineix el Parc Natural de l'Alt Pirineu.

Les dades referents al nombre total d'habitatges per cada municipi i la classificació d'aquests s'han obtingut de l'Idescat. Són dades del 2001, ja que no n'hi ha de més recents. La classificació que es duu a terme des de l'Idescat diferencia els habitatges segons si són de primera residència, segona residència, si es troben vacants o si són d'altres tipus (Taula 13.1.).

Taula 13.1. Distribució dels diferents habitatges segons el municipi

Classificació dels habitatges familiars					
	Principals	Secundaris	Vacants	Altres	Total
Esterri de Cardós	25	29	1	3	58
Alt Àneu	166	36	0	1	203
La Guingueta d'Àneu	143	13	0	0	156
Esterri d'Àneu	247	442	12	12	713
Alins	105	56	29	1	191
Lladorre	94	12	0	0	106
Farrera	45	0	4	0	49
Llavorsí	124	113	5	19	261
Rialp	205	247	53	5	510
Soriguera	126	148	36	0	310
Sort	750	704	95	1	1.550
Tírvia	51	74	7	0	132
Vall de Cardós	144	236	11	9	400
Vall de Valira	257	87	64	19	427
Montferrer i Castellbò	267	198	100	0	565
Total	2.749	2.395	417	70	5.631

Font: Elaboració pròpia en base a les dades de l' Idescat de l'any 2001

L'avaluació de la demanda que es proposa, només té en compte els habitatges de primera i segona residència, ja que són els que es troben ocupats temporalment o durant tot l'any, per tant els que tenen un consum energètic estimable. La resta d'habitatges classificats com vacants o d'altres tipus (487), no s'han considerat per l'estimació.

Tal i com s'observa a la Taula 13.1., aproximadament un 40% dels habitatges totals considerats són de segona residència. Analitzant més detalladament la taula, en 6 dels 15 municipis hi ha més habitatges de segona residència que de primera. La resta tenen la majoria una distribució aproximada del 50% en cada tipus. Aquesta distribució es traduirà en una demanda d'energia calorífica per municipi menor a la esperada amb una distribució dels habitatges de primera residència més significativa.

D'altra banda, les dades referides al tipus de combustible utilitzat, han estat també obtingudes a partir de l'Idescat (2001). Aquestes només reflecteixen la distribució de la font energètica de la majoria de vivendes de primera residència. La resta d'habitatges de primera residència i tots els de segona residència no disposen de dades inventariades. A la Figura 13.1., es pot veure el percentatge en que és utilitzat cada tipus de combustible en els habitatges de primera residència del PNAP amb dades inventariades.

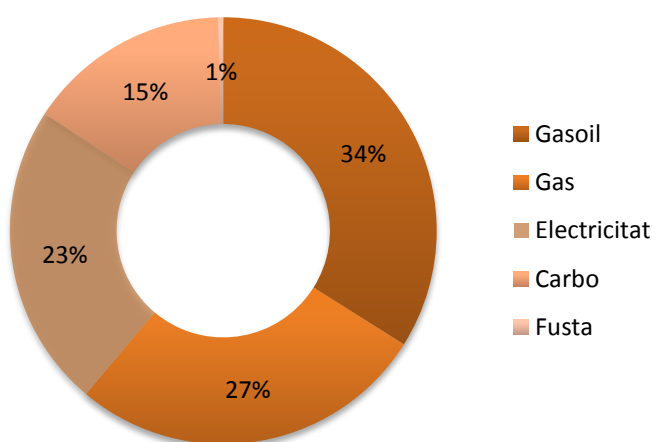


Figura 13.1. Percentatge: Distribució dels combustibles pels habitatges per primera residència inventariats al PNAP.

Segons el que reflecteix la Figura 13.1., el combustible més estès és el gasoil, ja que és el més pràctic i el més utilitzat en zones d'alta muntanya. El segueix el gas natural, tot i que aquest encara no ha arribat a tots els municipis, sobretot als més petits. La calefacció elèctrica també s'utilitza bastant i per últim, hi ha la fusta i el carbó. Aquest últim ha anat caient en desús amb els pas dels anys. La fusta té com a avantatge que els veïns de cada municipi la poden extreure del bosc comunal gratuïtament, encara que és una tasca dura i pesada la qual cosa ha provocat el seu desús.

Analitzant les dades de la Figura 13.1., s'observa que hi ha un percentatge del 14% dels habitatges que consumien carbó al 2001. Actualment sembla que el carbó s'ha deixat d'utilitzar a la zona, tal i com es va poder observar durant la realització de les enquestes a Esterri de Cardós i a Esterri d'Àneu (aquestes s'expliquen amb més detall posteriorment), on cap dels habitatges enquestats va resultar consumidor de carbó. Això fa pensar que, actualment, són pocs els habitatges que estarien utilitzant carbó com a combustible en el conjunt del PNAP.

Les dades dels municipis (Taula 13.2.) segons l'Idescat per l'any 2001 presenten un total d'onze habitatges de primera residència a Esterri de Cardós que utilitzen carbó. Sembla ser que, actualment, no és així la qual cosa fa pensar que des del 2001 fins el 2006 (quan s'han realitzat les enquestes), els habitatges consumidors de carbó han canviat el tipus de combustible utilitzat.

De totes maneres, i a pesar d'aquestes diferències, les dades que s'han tingut en compte en quant a distribució de combustibles per al càlcul d'energia calorífica demandada, han estat les de l'Idescat (2001). Aquestes dades potser no s'ajusten exactament a la realitat actual ja que els percentatges de combustibles utilitzats, sobretot en el cas del carbó, han variat.

Taula.13.2 Distribució del combustible utilitzat per als habitatges de primera residència amb dades inventariades

	Total Habitatges	Carbó		Fusta		Gasoil		Gas		Electricitat		Habitatges inventariats
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Esterri de Cardós	25	11	44	0	0	7	28	4	16	3	12	25
Alt Àneu	166	25	16	3	2	53	34	47	30	29	18	157
La Guingueta d'Àneu	143	24	21	1	1	42	37	18	16	30	26	115
Esterri d'Àneu	247	8	3	1	0	68	28	84	35	78	33	239
Alins	105	16	21	1	1	41	55	6	8	11	15	75
Lladorre	94	21	23	0	0	6	7	7	8	57	63	91
Farrera	45	29	71	0	0	4	10	1	2	7	17	41
Llavorsí	124	29	24	1	1	23	19	24	20	46	37	123
Rialp	205	16	8	0	0	48	25	60	32	66	35	190
Soriguera	126	35	28	0	0	40	32	14	11	35	28	124
Sort	750	73	10	0	0	220	30	329	45	107	15	729
Tírvia	51	13	26	0	0	18	36	8	16	11	22	50
Vall de Cardós	144	19	17	0	0	37	34	30	28	23	21	109
Valls de Valira	257	36	18	0	0	124	63	17	9	19	10	196
Montferrer i Castellbó	267	32	13	3	1	123	49	35	14	59	23	252
Total	2.749	387	-	10	-	854	-	684	-	581	-	2.516

Font: Elaboració pròpia en base a les dades de l' Idescat de l'any 2001

Analitzant la Taula 13.2. més detingudament es pot observar que en els municipis amb menys de 100 habitatges els combustibles més utilitzats són el carbó i el gasoil; en els de 100 a 200 habitatges el gasoil és el que té una major representació i en els de més de 200 habitatges les fonts d'energia més utilitzades són el gas, el gasoil i l'electricitat. Concretament el municipi de Sort (Figura 13.2.) amb el major número d'habitatges, fa un consum més elevat de gas, amb un percentatge total del 45% dels habitatges, i com a segona font energètica utilitza el gasoil en un 30% dels habitatges. Les Valls de Valira és el segon municipi amb més quantitat d'habitatges. Aquest municipi utilitza majoritàriament l'electricitat, en un 35% dels seus habitatges, tot seguit del gas que és fet servir en un 32% dels habitatges.

En canvi els municipis més petits tenen un consum molt diferent; Esterri de Cardós (Figura 13.3.) i Farrera tenen un percentatge en quant a la utilització del Carbó d'un 44% i d'un 71% respectivament. El gasoil i l'electricitat són combustibles més secundaris. (segons dades de l'Idescat per l'any 2001)

El consum actual de carbó no tindria res a veure amb el representat per les Figures 13.2. i 13.3. (Idescat 2001), ja que segons les enquestes realitzades a Esterri de Cardós i Esterri d'Àneu, a hores d'ara, cap municipi l'estaria fent servir. En canvi, segons les enquestes, la fusta sí que s'utilitza com a combustible en molts dels habitatges, més del que reflecteixen les Figures. Això dona a entendre que entre el 2001 i el dia d'avui el carbó s'han anat substituint poc a poc per altres fonts energètiques com la fusta. De totes maneres, tal i com s'ha comentat abans, les dades utilitzades en quant a la distribució de combustibles als municipis del PNAP, han estat les proporcionades per l'Idescat, any 2001.

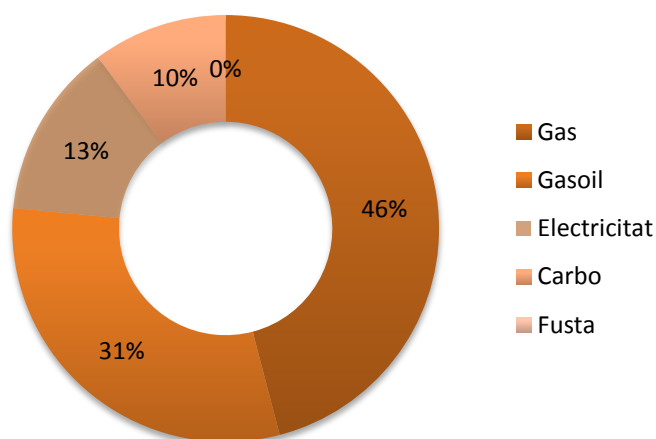


Figura 13.2. Percentatge: Distribució dels combustibles a Sort, municipi amb 1.550 habitatges.

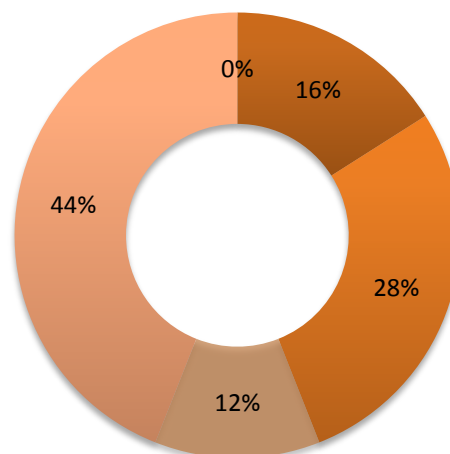


Figura 13.3. Percentatge: Distribució dels combustibles a Esterri de Cardós, municipi amb 58 habitatges.

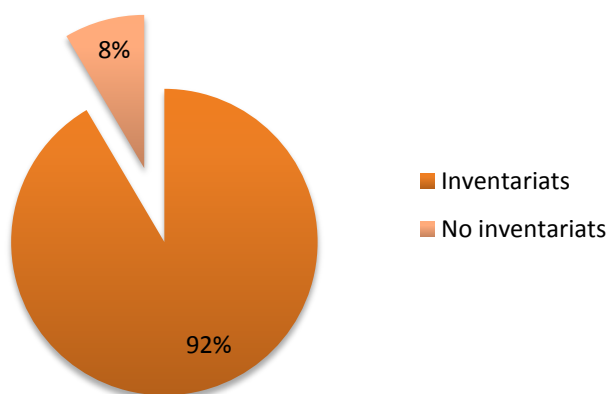


Figura 13.4. Percentatge: Habitatges inventariats i no inventariats de primera residència en el PNAP.

Per altre banda, les dades de la Taula 13.2. reflecteixen 233 (Figura 13.4.), un 8% d'habitatges de primera residència sense dades inventariades respecte el tipus de combustible utilitzat. Per tant, a l'hora de fer-ne l'estimació, més endavant, s'utilitzaran les proporcions obtingudes sobre els combustibles fets servir dels habitatges de primera residència inventariats.

L'estimació del consum mitjà de cada tipus de combustible per habitatge s'ha calculat a partir de varies enquestes realitzades als habitants del municipi d'Esterri de Cardós (municipi del qual es parteix per a la realització del projecte) i altres als habitants d'Esterri d'Àneu. En total s'han fet enquestes a 30 habitatges. Aquestes s'han basat en tres premisses que són:

- El règim de residència (primera o segona)
- El tipus de combustible utilitzat en la calefacció de l'habitatge
- El consum anual aproximat d'aquest combustible en les seves unitats corresponents; segons sigui gasoil, gas, electricitat, fusta o carbó.

Un cop s'han obtingut suficients dades relatives al consum anual de cada tipus de combustible per habitatge, se n'ha fet una mitjana, diferenciant si són de primera o segona residència, ja que presenten patrons de consums diferents.

Hi ha però, altres variables importants a l'hora de valorar els consums dels habitatges tot i que no s'han tingut en compte, ja que són difícils d'analitzar i d'extreure'n resultats. En són un exemple; les dimensions de l'habitatge, la tipologia de l'habitatge (bloc de pisos, casa aparellada, casa unifamiliar, etc), el nombre de persones que viuen per habitatge, les hores al dia que s'utilitza la calefacció, la temperatura del termòstat, l'aïllament tèrmic de la vivenda, etc.

Un cop s'han obtingut les mitjanes del consum anual de cada tipus de combustible en un habitatge, se'n fa una extrapolació a la resta d'habitatges dels municipis del PNAP. Aquests habitatges se'ls preveu un consum homogeni ja que presenten la mateixa situació climàtica.

A parir d'aquest punt es procedeix a fer l'anàlisi de la demanda del consum anual d'energia calorífica (teps) per als habitatges dels municipis inclosos al PNAP. Per a l'anàlisi es fan servir les dades relatives als habitatges de les Taules 13.1. i 13.2. (Idescat, any 2001) i les mitjanes del consum anual per a cada tipus de combustible, obtingudes a partir de les enquestes. El conjunt de l'estudi es pot organitzar en tres passos:

- 1) Càlcul de la demanda energètica (teps/any) dels habitatges de primera residència dels quals es disposa de dades inventariades per l'Idescat segons el tipus de combustible utilitzat.
- 2) Càlcul de la demanda energètica (teps/any) dels habitatges de primera residència sense disponibilitat de dades inventariades per l'Idescat sobre el tipus de combustible utilitzat. En aquest cas el càlcul es fa amb la proporció calculada per cada combustible i municipi dels habitatges de primera residència inventariats.
- 3) Càlcul de la demanda energètica (teps/any) dels habitatges de segona residència, els quals tampoc disposen de dades inventariades. El càlcul, també, es realitza amb la proporció corresponent de cada combustible i municipi. Es considera que un habitatge de primera residència es troba ocupat durant 7 dies a la setmana, mentre que un de segona residència n'estarà 2.

13.1. PRIMERES RESIDÈNCIES AMB DADES INVENTARIADES

Per determinar la demanda energètica de cada combustible dins l'àmbit del PNAP, es considera com a punt de partida les mitjanes de consum energètic anual per habitatge obtingudes amb la realització de les enquestes. A continuació es detallen els resultats.

El consum mitjà de fusta per habitatge ha estat; **10 t/any**, el de gas; **500 m³/any**, el de gasoil; **3 m³/any** i el d'electricitat; **13.300 KWh/any**. Pel que fa a les dades sobre el consum anual de carbó, no s'ha pogut obtenir-les directament de les enquestes realitzades, ja que cap dels habitatges consultats en consumien actualment. Per tant, s'ha fet una estimació del seu consum a partir de la mitjana anual en teps de la resta de combustibles.

La mitjana dels quatre combustibles restants (fusta, gas, gasoil i electricitat) és de 1,5 teps per habitatge/any, i representen un total de **2 tones/any** de carbó. El càlcul s'ha realitzat considerant el carbó de "coc" amb una capacitat calorífica de 31.500 KJ/Kg.

El valor del consum dels habitatges d'aquesta primera categoria (habitatges de primera residència amb dades inventariades) s'obté de multiplicar cada habitatge amb el pertinent consum de combustible tal i com es pot observar a les Taules 13.3., 13.4. i 13.5.

Taula 13.3. Demanda energètica de fusta i gasoil per habitatges de primera residència amb dades inventariades.

Demanda energètica anual				
	Nº habitatges fusta	Total fusta consumida (t)	Nº habitatges gasoil	Total gasoil consumit (m³)
Esterri de Cardós	0	0	7	21
Alt Àneu	3	30	53	159
La Guingueta d'Àneu	1	10	42	126
Esterri d'Àneu	1	10	68	204
Alins	1	10	41	123
Lladorre	0	0	6	18
Farrera	0	0	4	12
Llavorsí	1	10	23	69
Rialp	0	0	48	144
Soriguera	0	0	40	120
Sort	0	0	220	660
Tírvia	0	0	18	54
Vall de Cardós	0	0	37	111
Valls de Valira	0	0	124	372
Montferrer i Castellbò	3	30	123	369
Total	10	100	854	2.562
Energia (teps)		45		2.229
Energia per habitatge		4,5		2,6

Font: Elaboració pròpia en base a les dades de l' Idescat de l'any 2001

La Taula 13.3. relativa al consum de fusta i gasoil, reflecteix que en tot el conjunt del parc només hi ha 10 habitatges que consumeixen fusta, en canvi hi ha una gran part (854 habitatges) que funcionen amb gasoil (Idescat 2001). De la mateixa manera, el total d'energia consumida és superior en el cas del gasoil, ja que

és proporcional al nombre de cases. Per contra, el càlcul de la mitjana del consum energètic anual per habitatge, és superior en el cas de la fusta i no en el gasoil, degut a la major eficiència energètica en la utilització del gasoil vers la fusta.

Per realitzar el càlcul de la demanda energètica en teps, s'ha de tenir en compte diferents factors, com la capacitat calorífica de la fusta (19.000 KJ/Kg) i l'equivalència de quilograms a litres (0,845 kg/l) pel gasoil:

- Energia obtinguda en teps a partir de la fusta;

$$* 100.000 \text{ Kg} \times 19.000 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} \times \frac{1\text{KWh}}{3.600\text{KJ}} \times \frac{860\text{Kcal}}{1\text{KWh}} \times \frac{1\text{tep}}{10^7 \text{Kcal}}$$

- Energia obtinguda en teps a partir del gasoil;

$$* 2.562.000 \text{ l} \times \frac{0,845\text{Kg}}{1\text{l}} \times \frac{10.300\text{Kcal}}{1\text{Kg}} \times \frac{1\text{KWh}}{860\text{Kcal}} \times \frac{1\text{Kcal}}{0,001163\text{KWh}} \times \frac{1\text{tep}}{10^7 \text{Kcal}}$$

Taula 13.4. Demanda energètica de gas i electricitat per habitatges de primera residència amb dades inventariades.

Demanda energètica anual				
	Nº habitatges gas	Total gas consumit (m³)	Nº habitatges electricitat	Total electricitat consumida(kWh/any)
Esterri de Cardós	4	2.000	3	39.900
Alt Àneu	47	23.500	29	385.700
La Guingueta d'Aneu	18	9.000	30	399.000
Esterri d'Aneu	84	42.000	78	103.7400
Alins	6	3.000	11	146.300
Lladorre	7	3.500	57	758.100
Farrera	1	500	7	93.100
Llavorsí	24	12.000	46	611.800
Rialp	60	30.000	66	877.800
Soriguera	14	7.000	35	465.500
Sort	329	164.500	107	1.423.100
Tírvia	8	4.000	11	146.300
Vall de Cardós	30	15.000	23	305.900
Valls de Valira	17	8.500	19	252.700
Montferrer i Castellbò	35	17.500	59	784.700
Total	684	342.000	581	7.727.300
Energia (teps)		206		665
Energia per habitatge		0,30		1,14

Font: Elaboració pròpia en base a les dades de l' Idescat de l'any 2001

La Taula 13.4. reflecteix que el nombre d'habitatges que consumeixen gas és superior als que consumeixen electricitat. Aquesta diferència és aproximadament d'un 15% a favor dels habitatges consumidors de gas. En canvi, el consum energètic total en teps dels habitatges és major en el cas de l'electricitat (2.2 vegades) que en el consum de gas.

Per a realitzar la conversió energètica en teps dels anteriors consums energètics s'ha tingut en compte la capacitat calorífica del gas i la conversió elèctrica s'ha calculat directament:

- Energia obtinguda en teps a partir del gas;

$$* 342.000 \text{ m}^3 \times \frac{0,6\text{Kg}}{1\text{m}^3} \times \frac{41.950\text{KJ}}{1\text{Kg}} \times \frac{1\text{KWh}}{3.600\text{KJ}} \times \frac{860\text{Kcal}}{1\text{KWh}} \times \frac{1\text{tep}}{10^7 \text{Kcal}}$$

- Energia obtinguda en teps a partir de l'electricitat;

$$* 7.727.300 \text{ KWh} \times \frac{860\text{Kcal}}{1\text{KWh}} \times \frac{1\text{tep}}{10^7 \text{Kcal}}$$

Taula 13.5. Demanda energètica de carbó per habitatges de primera residència amb dades inventariades.

	Nº habitatges carbó	Total carbó consumit (t/any)
Esterri de Cardós	11	22
Alt Àneu	25	50
La Guingueta d'Aneu	24	48
Esterri d'Aneu	8	16
Alins	16	32
Lladorre	21	42
Farrera	29	58
Llavorsí	29	58
Rialp	16	32
Soriguera	35	70
Sort	73	146
Tírvia	13	26
Vall de Cardós	19	38
Valls de Valira	36	72
Montferrer i Castellbò	32	64
Total	387	774
Energia teps		582
Energia per habitatge		1,5

Font: Elaboració pròpia en base a les dades de l' Idescat de l'any 2001

La Taula 13.5. mostra el càlcul de la demanda energètica anual de carbó per al total d'habitatges del PNAP i relativa a un habitatge. Pel que fa a la demanda de carbó per habitatge i any ha estat obtinguda a partir de la mitjana del consum energètic en teps dels altres tipus de combustibles. Aquest càlcul representa un consum de 1.993 kg de carbó de "coc" per habitatge/any, el qual s'ha aproximat fins al valor de 2.000 kg per d'aquesta manera evitar posteriors estimacions de càlcul que comportin un error a la baixa.

El càlcul energètic en teps s'ha realitzat a partir de la capacitat calorífica del carbó de "coc" que és de 31.500 KJ/kg:

$$* 774.000 \text{ Kg} \times \frac{31.500\text{KJ}}{1\text{Kg}} \times \frac{1\text{KWh}}{3.600\text{KJ}} \times \frac{860\text{Kcal}}{1\text{KWh}} \times \frac{1\text{tep}}{10^7 \text{Kcal}}$$

Taula 13.6. Resum de la demanda d'energia calorífica per habitatges de primera residència

Tipus de combustible	Fusta	Gasoil	Gas	Electricitat	Carbó	Total
Habitatges segons combustible	10	854	684	581	387	2.516
Energia consumida (teps)	46	2.230	206	665	583	3.730
Demanda energètica per habitatge	4,6	2,6	0,3	1,2	1,5	1,5
Eficiència de l'energia consumida	Molt baixa	Baixa	Alta	Moderada	Moderada	Moderada

Font: Elaboració pròpia

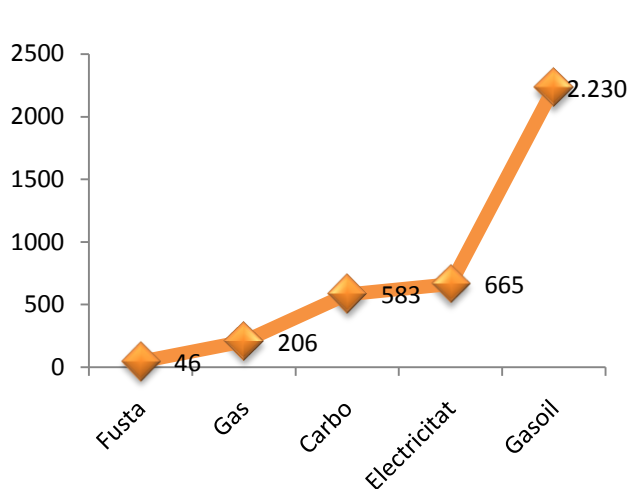


Figura 13.5. Evolució de l'energia consumida (teps/any) de cada combustible, pel total d'habitatges de primera residència.

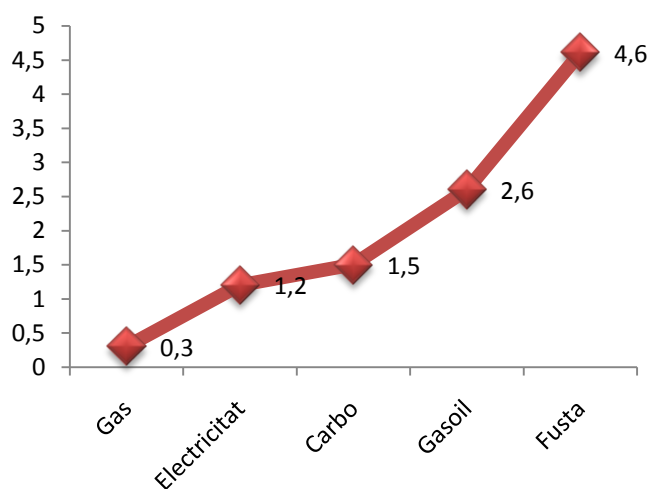


Figura 13.6. Evolució del consum energètic (teps/habitatge/any) de cada combustible per habitatge de primera residència.

Observant la Taula 13.6. i la Figura 13.5., es conclou que és el gasoil el combustible que més energia calorífica ha consumit, amb una demanda energètica del 59%. El 41% restant es reparteix de la següent manera: un 18% d'electricitat, un 16% de carbó, un 6% de gas i un 1% de fusta com a fonts energètiques utilitzades pels habitatges de primera residència.

A la Figura 13.6. s'observa com el combustible més eficient, és a dir, la font energètica amb major capacitat per escalfar la llar amb el menor consum, és el gas amb 0,3 teps de mitjana per habitatge i any. El segueixen l'electricitat i el carbó que necessiten al voltant de 1,5 teps. Amb una eficiència més baixa es troben el gasoil i la fusta que requereixen de 2,6 i 4,6 teps, respectivament.

El total avaluat d'energia calorífica demandada anualment per habitatges de primera residència amb dades inventariades dins l'àmbit del PNAP és, aproximadament, de **4.000** teps/any i representa un consum energètic mitjà de **1,5** teps/any per habitatge.

13.2. PRIMERES RESIDÈNCIES AMB DADES NO INVENTARIADES

Segons l'Idescat, per l'any 2001, hi ha considerats una sèrie d'habitatges dels quals no es disposa de les dades de consum energètic. Aquesta demanda sense comptabilitzar es calcula en base a la proporció d'habitatges que fan servir un combustible determinat per cada municipi. Aquest percentatge, obtingut a l'apartat anterior i presentat per la Taula 13.7., permet calcular el total d'habitatges que fa servir un determinat combustible. Posteriorment, per cada municipi es determina el consum anual de cada tipus de combustible del qual no es té la demanda energètica completament comptabilitzada.

La Taula 13.7. mostra el percentatge utilitzat de cada combustible pels habitatges de primera residència amb dades inventariades.

Taula 13.7. Percentatges d'utilització de cada tipus de combustible segons les dades d'habitatges de primera residència.

Municipis dins l'àmbit del PNAP	Habitatges 1 ^a R. inventariats	Percentatges (%)				
		Fusta	Gasoil	Gas	Electricitat	Carbó
Esterri de Cardós	25	0	28	16	12	44
Alt Àneu	157	2	34	30	18	16
La Guingueta d'Àneu	115	1	37	16	26	21
Esterri d'Àneu	239	0	28	35	33	3
Alins	75	1	55	8	15	21
Lladorre	91	0	7	8	63	23
Farrera	41	0	10	2	17	71
Llavorsí	123	1	19	20	37	24
Rialp	190	0	25	32	35	8
Soriguera	124	0	32	11	28	28
Sort	729	0	30	45	15	10
Tírvia	50	0	36	16	22	26
Vall de Cardós	109	0	34	28	21	17
Valls de Valira	196	0	63	9	10	18
Montferrer i Castellbó	252	1	49	14	23	13

Font: Elaboració pròpia en base a les dades de l' Idescat de l'any 2001

Amb les dades de la Taula 13.7. s'estima amb igual proporció del consum de combustibles la resta d'habitatges dels quals no es disposa de dades inventariades. Cal tenir en consideració aquests habitatges ja que sinó s'estaria subestimant la demanda energètica total dels habitatges de primera residència.

Tot seguit, a les Taules 13.8. i 13.9. es mostren els càlculs referents a la demanda energètica expressada en teps per a la fusta, el gasoil, el gas, l'electricitat i el carbó dels habitatges de primera residència sense inventariar.

Taula 13.8. Demanda energètica de fusta, gasoil i gas per habitatges de primera residència sense dades inventariades.

Demanda energètica anual						
	Nº habitatges fusta	Total fusta consumida (t/any)	Nº habitatges gasoil	Total gasoil consumit(m³)	Nº habitatges gas	Total gas consumit (m³)
Esterri de Cardós	0	0	0	0	0	0
Alt Àneu	0	1,7	3	9,1	3	1.347
La Guingueta d'Àneu	0	2,4	10	30,7	4	2.191
Esterri d'Àneu	0	0,3	2	6,8	3	1.406
Alins	0	4	16	49,2	2	1.200
Lladorre	0	0	0	0,6	0	115
Farrera	0	0	0	1,2	0	49
Llavorsí	0	0,08	0	0,6	0	98
Rialp	0	0	4	11,4	5	2.368
Soriguera	0	0	1	2	0	113
Sort	0	0	6	19	9	4.739
Tírvia	0	0	0	1	0	80
Vall de Cardós	0	0	12	35,6	10	4.817
Valls de Valira	0	0	39	115,7	5	2.645
Montferrer i Castellbó	0	1,9	7	22	2	1.042
Total	1	10,4	102	305	44	22.210
Energia teps		4,7		265,3		13,4
Energia per Habitatge		4,6		2,6		0,3

Font: Elaboració pròpia en base a les dades de l' Idescat de l'any 2001

Taula 13.9. Demanda energètica de carbó i electricitat per habitatges de primera residència sense dades inventariades.

Demanda energètica anual				
	Nº habitatges electricitat	Total electricitat consumit (KWh/any)	Nº habitatges carbó	Total carbó consumit (t/any)
Esterri de Cardós	0	0	0	0
Alt Àneu	2	22.110	1	2,8
La Guingueta d'Àneu	7	97.148	6	11,7
Esterri d'Àneu	3	34.725	0	0,5
Alins	4	58.520	6	12,8
Lladorre	2	24.992	1	1,4
Farrera	1	9.083	3	5,7
Llavorsí	0	4.974	0	0,5
Rialp	5	69.300	1	2,5
Soriguera	1	7.508	1	1,1
Sort	3	40.995	2	4,2
Tírvia	0	2.926	0	0,5
Vall de Cardós	7	98.225	6	12,2
Valls de Valira	6	78.646	11	22,5
Montferrer i Castellbó	4	46.708	2	3,8
Total	45	59.5860	41	82,2
Energia teps		51,2		62
Energia per habitatge		1,2		1,5

Font: Elaboració pròpia en base a les dades de l' Idescat de l'any 2001

Tal com reflecteixen les Taules 13.8. i 13.9. la proporció de la demanda energètica consumida per habitatge correspon al mateix valor obtingut pels habitatges de primera residència inventariats. Aquesta aproximació en el consum s'ha realitzat ja que s'està tractant, en ambdós casos, d'habitatges de primera residència.

Per altra banda, el total d'energia consumida de cada combustible està representat a la Figura 13.7. on hi destaquen els més de 250 teps anuals de gasoil.

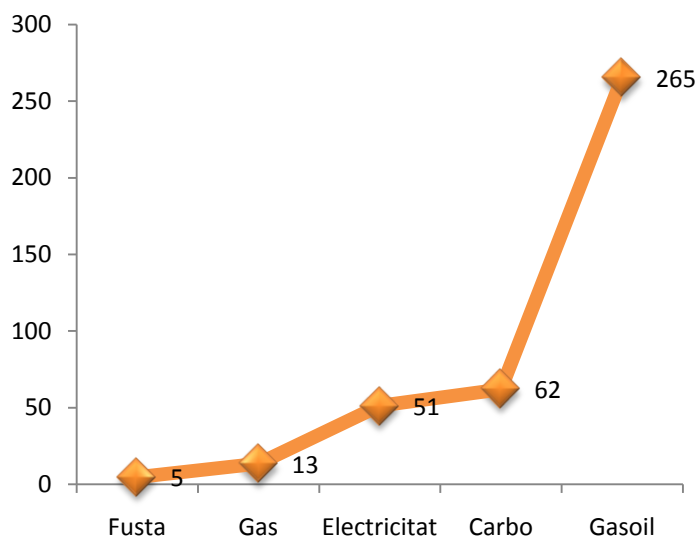


Figura 13.7. Evolució de l'energia consumida (teps/any) de cada combustible, pel total d'habitatges de primera residència sense inventariar.

Pel que fa a la demanda energètica d'aquests habitatges (Figura 13.7.) s'observa que la més elevada correspon al gasoil, degut al seu consum majoritari per part de molts dels habitatges, però també degut a la seva baixa eficiència energètica, tal i com s'ha pogut observar en la relació de teps consumits totals i per habitatge a la Taula 13.6. En canvi, l'electricitat utilitzada en calefacció, que és consumida per poc menys del 50% dels consumidors de gasoil, té una demanda energètica 80% inferior ja que és una font energètica més eficient. El combustible més eficient de tots i amb diferència, és el gas, ja que sent utilitzat per gairebé el mateix nombre d'habitatges que fan ús de l'electricitat, ofereix una demanda energètica 75% inferior.

La suma de les demandes energètiques de cada tipus de combustible per als habitatges de primera residència sense dades inventariades és de **400** teps/any, els quals s'afegiran a la demanda energètica dels habitatges de primera residència. Per tant l'estimació total de la demanda energètica pels habitatges de primera residència és aproximadament de **4.400** teps/any.

13.3. SEGONES RESIDÈNCIES

Els habitatges de segona residència representen el 30% (Figura 13.8.) del total. El càlcul de l'estimació de l'energia demandada pels habitatges de segona residència té en compte un temps d'ocupació diferent als de primera. En aquest cas la demanda fa referència a menys dies de consum, ja que una segona residència no es troba ocupada tot l'any. Es considera (Figura 13.9.) que una segona residència roman habitada dos dies per setmana, és a dir, si un any està compost per 52 setmanes, dos dies per setmana equivalen a 14 setmanes anuals.

■ Primaris, vacants i altres ■ Secundaris ■ Període no ocupat ■ Període ocupat

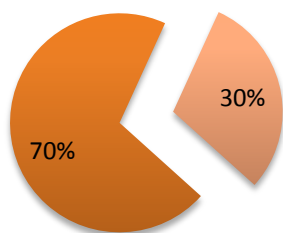


Figura 13.8. Percentatge segons el tipus de residència.

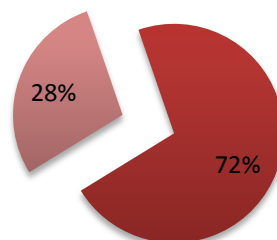


Figura 13.9. Percentatge d'ocupació anual de les segones residències

S'ha escollit el valor de 2 dies considerant que aquests habitatges es troben ocupats els caps de setmana, sobretot a l'hivern, degut a la proximitat de les pistes d'esquí. D'altra banda s'ha de valorar que apart dels caps de setmana d'hivern hi ha altres dates festives en les quals els habitatges poden romandre ocupats; tals com els ponts festius, vacances de Nadal, Setmana Santa o estiu. En base aquests patrons d'ocupació de les segones llars s'ha estimat el valor de residència mitjana en 2 dies per setmana.

Cal considerar que aquests habitatges no es troben ocupats habitualment i no tenen, per tant, la mateixa inèrcia tèrmica que poden tenir les primeres residències. Aquestes durant l'hivern mantenen la calefacció regularment en marxa la qual cosa els permet gaudir d'una temperatura homogènia. Pel que fa a les segones residències, necessiten un consum extra d'energia per assolir una temperatura de confort ja que no tenen la inèrcia tèrmica que suposa estar-hi residint. Normalment, aquesta temperatura homogènia s'ha adquirit quan el resident ja se'n va.

La darrera consideració es fonamenta amb els hàbits de vida de les persones que ocupen les segones residències. Aquestes persones normalment viuen en zones més càlides durant la setmana i poden tenir una sensació de fred major que les persones que hi viuen habitualment. A conseqüència d'aquesta sensació s'incrementa el consum en calefacció per condicionar l'habitatge amb una temperatura més elevada.

Aquestes darreres consideracions compensen, en certa manera, el fet que les estadístiques mostrin que el període d'ocupació setmanal es situï per sota dels 2 dies. Tot i així, una estimació lleugerament a l'alça permet avaluar la demanda energètica amb un coixí de seguretat, és a dir, evitant que la demanda calculada es situï per sota de la real.

A les Taules 13.10. i 13.11., es troben les equivalències del consum energètic per les segones residències a partir de les dades de les primeres residències.

Taula 13.10. Equivalència de consums de segona residència

Combustible	Primera residència	Segona residència
Fusta (Kg)	10.000	2.885
Gasoil (l)	3.000	865
Gas (m ³)	500	144
Electricitat (KWh)	13.300	3.837
Carbó (Kg)	2.000	577

Font: Elaboració pròpia

En aquest cas la demanda del carbó per un habitatge s'ha obtingut, en base al consum de les primeres residències, mitjançant la conversió a dos dies de consum setmanal (diferent manera que per a les primeres residències). De igual manera que han estat determinats els consum de les altres fonts energètiques. Una vegada es tenen aquestes dades es possibilita el càlcul de les demandes energètiques per als habitatges de segona residència.

El percentatge utilitzat per calcular la demanda de cada combustible a les segones residències és el mateix que el fet servir per a les de primeres residències. Per tant, el resultat determinant és el càlcul de la demanda energètica total de les segones residències. S'ha desenvolupat a les següents (Taules 13.11. i 13.12.) en les quals s'observa el consum de combustible de les segones residències per cada municipi.

Taula 13.11. Demanda energètica de fusta, gasoil i gas per habitatges de segona residència.

Demanda energètica anual						
	Nº habitatges fusta	Total fusta consumida (t)	Nº habitatges gasoil	Total gasoil consumit (m³)	Nº habitatges gas	Total gas consumit (m³)
Esterri de Cardós	0	0	8	7	5	668
Alt Àneu	1	2	12	10,5	11	1.552
La Guingueta d'Àneu	0	0,3	5	4,1	2	293
Esterri d'Àneu	2	5,3	126	108,8	155	22.370
Alins	1	2,2	31	26,5	4	645
Lladorre	0	0	1	0,7	1	133
Farrera	0	0	0	0	0	0
Llavorsí	1	2,7	21	18,3	22	3.175
Rialp	0	0	62	54	78	11.232
Soriguera	0	0	48	41,3	17	2.406
Sort	0	0	212	183,8	318	45.751
Tírvia	0	0	27	23	12	1.705
Vall de Cardós	0	0	80	69,3	65	9.353
Valls de Valira	0	0	55	47,6	8	1.087
Montferrer i Castellbó	2	6,8	97	83,6	28	3.960
Total	7	19,3	784	678	725	10.4331
Energia teps		8,7		590,4		62,7
Energia per Habitatge		1,3		0,7		0,1

Font: Elaboració pròpia en base a les dades de l' Idescat de l'any 2001

A partir de les Taules 13.11. i 13.12. s'obté un consum mitjà de 0,4 teps per habitatge i any el qual representa en total una demanda d'energia calorífica de **1.000** teps anuals.

Taula 13.12. Demanda energètica de carbó i electricitat per habitatges de segona residència.

Demanda energètica anual				
	Nº habitatges electricitat	Total electricitat Consumit(KWh)	Nº habitatges carbó	Total carbó consumit(t)
Esterri de Cardós	3	13.353	13	7,4
Alt Àneu	7	25.515	6	3,3
La Guingueta d'Àneu	3	13.012	3	1,6
Esterri d'Àneu	144	553.491	15	8,5
Alins	8	31.515	12	6,9
Lladorre	8	28.841	3	1,6
Farrera	0	0	0	0
Llavorsí	42	162.152	27	15,4
Rialp	86	329.215	21	12
Soriguera	42	160.288	42	24
Sort	103	396.479	70	40,7
Tírvia	16	62.466	19	11
Vall de Cardós	50	191.076	41	23,7
Valls de Valira	8	32.360	16	9,2
Montferrer i Castellbò	46	177.872	25	14,5
Total	568	2.177.635	312	180
Energia teps		187,3		135,4
Energia per habitatge		0,3		0,4

Font: Elaboració pròpia en base a les dades de l' Idescat de l'any 2001

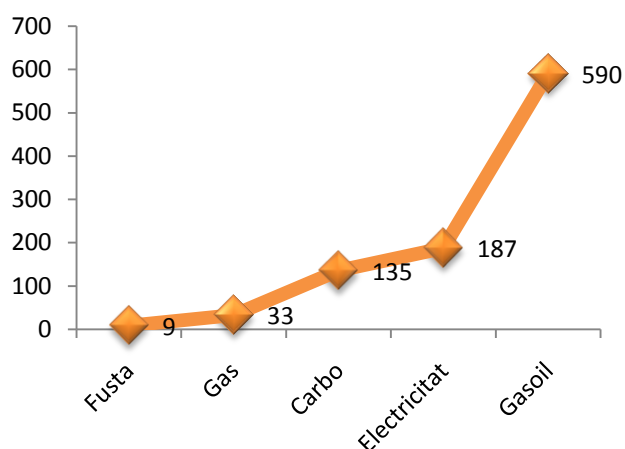


Figura 13.10. Evolució de l'energia consumida (teps/any) de cada combustible, pel total d'habitatges de segona residència.

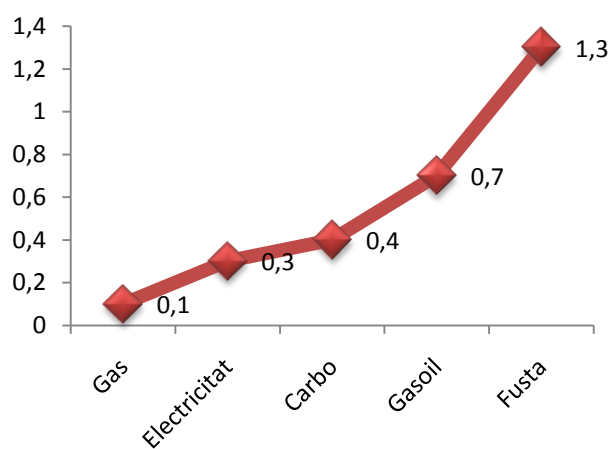


Figura 13.11. Evolució del consum energètic (teps/habitatge/any) de cada combustible per habitatge de segona residència.

A partir de les Figures 13.10. i 13.11. es torna a percebre l'eficiència energètica dels combustibles. El més rellevant és la baixa eficiència de la fusta respecte els altres combustibles. Aquest combustible és el menys consumit en el total energètic (8,7 teps en habitatges de segona residència) i, en canvi, és el que necessita una demanda energètica més gran per habitatge (1,3 teps).

El conjunt del Parc Natural de l'Alt Pirineu està integrat per 15 municipis, estructurats en un total de 5.144 habitatges (habitatges de primera residència i segona residència a l'any 2001). Tots ells sumen una demanda energètica destinada a la calefacció de **5.100** teps anuals.

14. VALL DE CARDÓS

14.1. PRIMERES I SEGONES RESIDÈNCIES

S'inclou la demanda energètica de la Vall de Cardós dins l'estudi per valorar si un aprofitament de la biomassa disponible a les forests d'Esterri de Cardós permet cobrir-ne la demanda.

És necessari calcular la biomassa disponible de les dues forests a partir del Projecte d'Ordenació i determinar en quin grau la biomassa és capaç de cobrir la demanda, en primer terme, d'Esterri de Cardós, i en segon lloc de la Vall de Cardós. Si la gestió proposada en el Projecte d'Ordenació de les Forests 140 i 141 no és suficient, caldrà definir un nou escenari que permeti aprofitar la biomassa de manera que solucioni les necessitats energètiques de la Vall de Cardós.

En referència a l'estimació de la demanda energètica de l'àmbit; la Vall de Cardós, el procés seguit ha estat el mateix que per al PNAP. Primerament s'ha calculat la demanda energètica dels habitatges de primera residència amb disponibilitat de dades respecte el consum d'energia calorífica, i posteriorment s'ha fet l'estimació pertinent en relació als habitatges de primera residència sense dades inventariades. En darrer lloc, s'ha estimat la demanda per part dels habitatges de segona residència.

La Vall de Cardós la componen els municipis d'Esterri de Cardós, Lladorre i la Vall de Cardós, amb un total de 564 habitatges dels quals 540 són de primera i segona residència com es pot observar a la Taula 14.1. El municipi que aporta més habitatges és, amb diferència, la Vall de Cardós, consegüentment, serà el que presenti una major demanda energètica.

Taula 14.1 Distribució dels diferents habitatges segons els municipis de la Vall.

Classificació dels habitatges familiars					
	Principals	Secundaris	Vacants	Altres	Total
Esterri de Cardós	25	29	1	3	58
Lladorre	94	12	0	0	106
Vall de Cardós	144	236	11	9	400
Total	263	277	12	12	564

Font: Elaboració pròpia en base a les dades de l' Idescat de l'any 2001

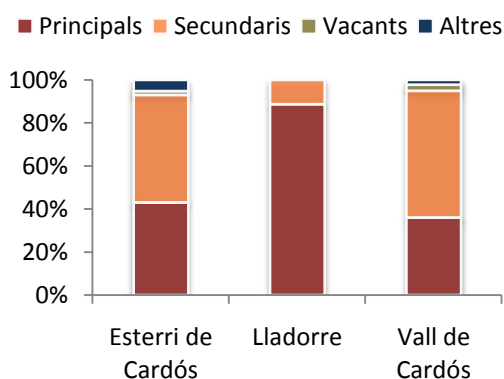


Figura 14.1. Classificació dels habitatges que formen els municipis de la Vall de Cardós, ampliada en percentatges.

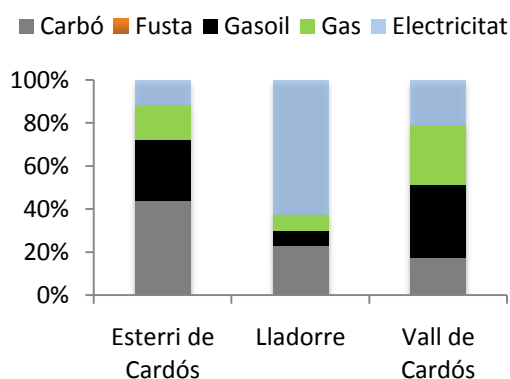


Figura 14.2. Distribució dels combustibles, ampliada en percentatges.

En el cas del conjunt dels municipis que conformen la Vall de Cardós, d'igual manera que a la resta del PNAP, no hi ha dades disponibles en relació al tipus de combustible utilitzat per a la totalitat dels habitatges. Per tant, s'ha de fer una estimació d'aquests habitatges amb la proporció corresponent dels habitatges de primera residència. La Taula 14.2 conté la distribució per tipus de combustible i municipi, mentre que a la Figura 14.2. hi ha la distribució ampliada en percentatges.

Taula 14. 2. Distribució dels combustibles en els habitatges inventariats de la Vall de Cardós.

Habitatges principals						
	Total	Carbó	Fusta	Gasoil	Gas	Electricitat
Esterri de Cardós	25	11	0	7	4	3
Lladorre	91	21	0	6	7	57
Vall de Cardós	109	19	0	37	30	23
Total	225	51	0	50	41	83
PNAP	2.516	387	10	854	684	581

Font: Elaboració pròpia en base a les dades de l'Idescat de l'any 2001

La distribució del combustible a la Taula 14.2. reflexa que el combustible més utilitzat al conjunt de la Vall de Cardós és l'electricitat. No segueix la mateixa dinàmica que la demanda de tot l'àmbit del PNAP que presenta com a combustibles majoritaris el gasoil i el gas.

A partir d'aquestes dades de distribució dels combustibles es calcula el percentatge que representa cadascun en el consum dels habitatges i, d'aquesta manera, s'estima la distribució de les fonts energètiques en els habitatges sense inventariar per part de l'Idescat.

Taula 14.3. Distribució del consum energètic per habitatges de primera residència inventariats.

Consum energètic, Vall de Cardós										
	Fusta (t)		Gasoil (m³)		Gas (m³)		Electricitat (KWh)		Carbó (t)	
	Nº hab	Total	Nº hab	Total	Nº hab	Total	Nº hab	Total	Nº hab	Total
Esterri de Cardós	0	0	7	21	4	2.000	3	39.900	11	22
Lladorre	0	0	6	18	7	3.500	57	758.100	21	42
Vall de Cardós	0	0	37	111	30	15.000	23	305.900	19	38
Total	0	0	50	150	41	20.500	83	1.103.900	51	102
Tep		0,00		130,53		12,33		94,94		76,76
Tep/hab		0		2,61		0,30		1,14		1,50

Font: Elaboració pròpia en base a l'Idescat

En base a les dades disponibles de la Taula 14.3. s'observa que la demanda energètica més elevada és la de gasoil malgrat no ser el més utilitzat per els habitatges de la Vall de Cardós. La qual cosa ve a demostrar la diferent eficiència entre les fonts energètiques, per exemple; per 1 tep consumit en forma de gasoil se'n beneficien 0,38 habitatges, mentre que, per 1 tep en forma de gas se'n beneficien 3,3 habitatges. En total els teips demandats són de **315** tep/any pels habitatges inventariats.

Taula 14.4. Distribució del consum energètic per habitatges de primera residència sense inventariar.

Consum energètic, Vall de Cardós										
	Fusta (t)		Gasoil (m³)		Gas (m³)		Electricitat (KWh)		Carbó (t)	
	Nº hab	Total	Nº hab	Total	Nº hab	Total	Nº hab	Total	Nº hab	Total
Esterri de Cardós	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lladorre	0	0	0	0,6	0	115	2	24.992	1	1,4
Vall de Cardós	0	0	12	35,6	10	4.817	7	98.225	6	12,2
Total	0	0	12	36,2	10	4.932	9	123.217	7	13,6
Tep		0		27		4		10,6		10
Tep/hab.		0		2,26		0,38		1,18		1,5

Font. Elaboració pròpia en base a l'Idescat

La Taula 14.4. reflecteix el gasoil com el combustible que presenta un consum més elevat en els habitatges sense inventariar. Aquest fet és degut al factor utilitzat que ve determinat per la proporció establerta en els habitatges amb disponibilitat de dades relatives al combustible utilitzat. El total de la demanda energètica per aquest tipus d'habitatges, de primera residència sense inventariar, és de **55 teps/any**.

Taula 14.5. Distribució del consum energètic per habitatges de segona residència.

Consum energètic, Vall de Cardós										
	Fusta (t)		Gasoil (m³)		Gas (m³)		Electricitat (KWh)		Carbó (t)	
	Nº hab	Total	Nº hab	Total	Nº hab	Total	Nº hab	Total	Nº hab	Total
Esterri de Cardós	0	0	8	7	5	668	3	13.353	13	7,4
Lladorre	0	0	1	0,7	1	133	8	28.841	3	1,6
Vall de Cardós	0	0	80	69,3	65	9.353	50	191.076	41	23,7
Total	0	0	89	77	71	10.154	61	233.270	57	32,7
Tep		0,00		67		6,1		20		27,1
Tep/hab.		0		0,78		0,08		0,32		0,47

Font. Elaboració pròpia en base a l'Idescat

Per finalitzar l'estimació de la demanda energètica a la Vall de Cardós, es calcula la demanda dels habitatges de segona residència (Taula 14.5.). La demanda total d'energia calorífica per a les segones residències és de **120 teps/any**. En aquest cas gairebé la meitat de l'energia demandada és de gasoil, i l'altre meitat es troba repartida entre l'electricitat i el carbó.

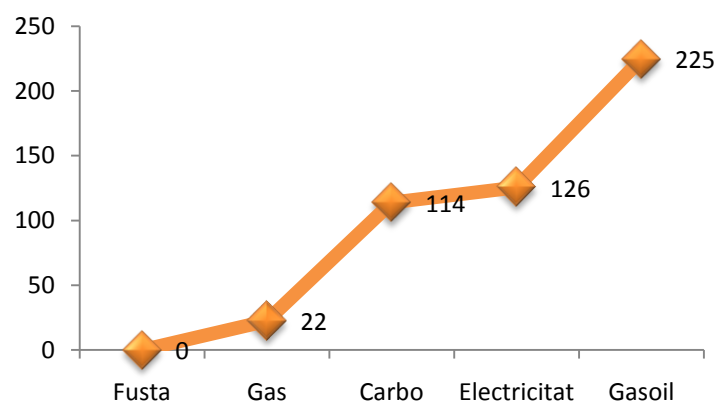


Figura 14.3. Evolució del consum total d'energia calorífica (teps/any), a l'àmbit de la Vall de Cardós.

El total de la demanda energètica en calefacció (Figura.14.3) correspon a **490** teps/any pel conjunt dels tres municipis de la Vall de Cardós. Gairebé la meitat de l'energia demandada és de gasoil, i l'altre meitat es troba repartida entre l'electricitat i el carbó.

15. ESTERRI DE CARDÓS

15.1. PRIMERES I SEGONES RESIDÈNCIES

El càlcul de la demanda energètica d'Esterri de Cardós serveix per valorar si, en un primer objectiu, la biomassa extreta de les forest 140 i 141 a partir del Pla d'Ordenació, és suficient per abastir-ne la demanda. D'altra banda, si és factible cal avaluar l'existència de sobrants i la seva potencialitat com a subministradors d'energia per cobrir la demanda energètica del conjunt de municipis que formen la Vall de Cardós.

Per determinar quina quantitat de biomassa s'aprofitarà de les forests es necessari estimar la demanda energètica del municipi d'Esterri de Cardós i dels municipis que integren la Vall de Cardós. Si aquesta demanda és superior a l'energia obtinguda en base als subproductes (biomassa) de la gestió forestal, es definirà un escenari d'aprofitament diferent.

A la Taula 15.1. es mostren les dades referents al consum anual dels diferents combustibles, tant de primera com de segona residència, utilitzades per calcular la demanda energètica en l'àmbit del PNAP. Es recorren a les mateixes dades per estimar la demanda d'energia calorífica del municipi d'Esterri de Cardós i dels municipis que conformen la Vall de Cardós.

Taula 15.1. Comparació dels consum anuals de cada combustible a primeres i segones residències

Combustible	Primera residència	Segona residència
Fusta (Kg)	10.000	2.885
Gasoil (l)	3.000	865
Gas (m ³)	500	144
Electricitat (KWh)	13.300	3.837
Carbó (Kg)	2.000	577

Font: Elaboració pròpia

La demanda energètica del municipi d'Esterri de Cardós es calcula a partir dels consums de cada combustible per habitatge, d'igual manera que el càlcul realitzat per la demanda energètica de l'àmbit del PNAP. Es mantenen iguals les diferències entre habitatges de primera i segona residència.

A les Taules 15.2. i 15.3. es mostra la demanda agregada segons la seva font energètica. Els resultats s'indiquen tant per primera com per segona residència, la qual cosa permet veure quin rang separa aquests resultats dels obtinguts per tot l'àmbit del PNAP. Les semblances entre els resultats venen a demostrar que l'estimació ha estat basada en un mateix criteri, fent que els resultats siguin comparables.

Taula 15.2. Demanda energètica de carbó, fusta i gasoil pel municipi d'Esterri de Cardós.

Consum energètic per tipologia d'habitatge						
Tipus habitatge	Carbó	Total carbó consumit (t/any)	Fusta	Total fusta consumida	Gasoil	Total gasoil consumit (m³/any)
Primera Residència	11	22	0	0	7	21
Energia (teps)		16,6				18,3
Energia habitatge		1,5				2,6
Segona Residència	13	7,4	0	0	8	7
Energia (teps)		5,6				6,1
Energia habitatge		0,4				0,8
Total	24	29,4	0	0	15	28
Energia (teps)		22,2				24,4

Font: Elaboració pròpia en base a les dades de l' Idescat de l'any 2001

Segons les Taules 15.2. i 15.3. els consums mitjans per habitatge de primera i segona residència en forma de gasoil, gas i carbó coincideixen amb la demanda mitjana del Parc. D'altra banda, en el consum d'electricitat hi ha petites variacions a la baixa respecte el consum mitjà del Parc.

Taula 15.3. Demanda energètica de gas i electricitat per Municipi d'Esterri de Cardós

Tipus habitatge	Gas	Total gas consumit (m³/any)	Electricitat	Total electricitat consumida (KWh/any)
Primera Residència	4	2.000	3	39.900
Energia (teps)		1,2		3,4
Energia habitatge		0,3		0,9
Segona Residència	5	668	3	13.353
Energia (teps)		0,4		1,1
Energia habitatge		0,1		0,4
Total	9	2.668	6	53.253
Energia (teps)		1,6		4,5

Font: Elaboració pròpia en base a les dades de l' Idescat de l'any 2001

En aquest municipi el consum més alt és de gasoil, però amb una gran importància del carbó tal com reflexa la Figura 15.1. En total, la demanda energètica del municipi d'Esterri de Cardós, constituït per 54 habitatges entre primera i segona residència, s'ha estimat en **55** teps anuals.

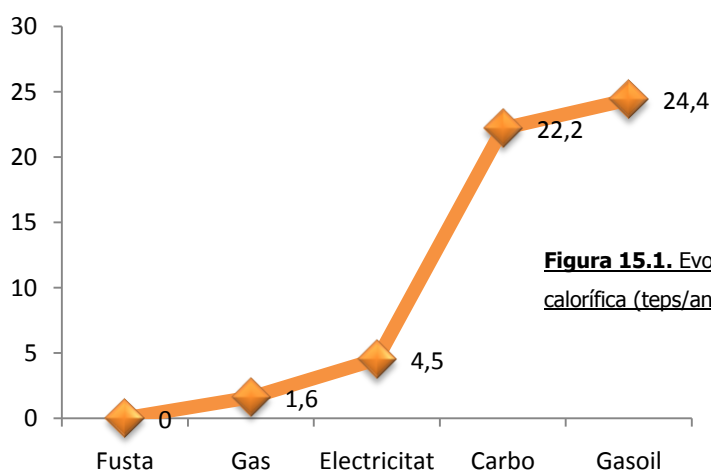


Figura 15.1. Evolució del consum total d'energia calorífica (teps/any), al municipi d'Esterri de Cardós.

16. DEMANDA ENERGÈTICA DEL PNAP VERS LA DE CATALUNYA

En aquest apartat es fa una comparació entre la demanda energètica en calefacció del PNAP, obtinguda anteriorment, amb la demanda energètica en calefacció del total de Catalunya. D'aquesta manera es vol comprovar que els resultats de la demanda energètica del PNAP són acceptables. Si s'observa que els teps consumits per habitatge a la zona del PNAP són superiors que els teps per habitatge consumits a Catalunya es considerarà que els resultats són correctes, ja que el consum en calefacció dels municipis del PNAP és superior al de la resta de Catalunya degut a les baixes temperatures.

Les dades de consum al territori català han estat extretes de l'Idescat per l'any 2001. Aquestes són dades dels habitatges principals amb calefacció segons el combustible utilitzat a Catalunya (Taula 16.1.), i dades del consum final d'energia en el sector domèstic per a cada tipus de combustible (Taula 16.2).

Taula 16.1. Habitatges principals amb calefacció a Catalunya segons el combustible utilitzat.

Carbó o derivats	Fusta	Gasoil	Gas	Electricitat
45.933	8.353	269.936	1.236.475	564.912

Font: Elaboració pròpia en base a les dades de l' Idescat de l'any 2001

Les dades representades a la Figura 16.1 mostren els consum total del sector domèstic català, però, tenint en compte que aquest projecte només es centra en el consum produït per la calefacció i l'escalfament de l'aigua, és de suposar que els teps d'electricitat seran inferiors

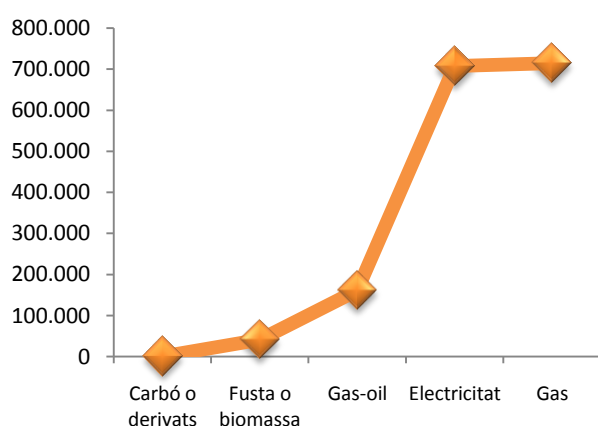


Figura 16.1. Evolució dels consums energètics (teps/any) en el sector domèstic per a Catalunya.

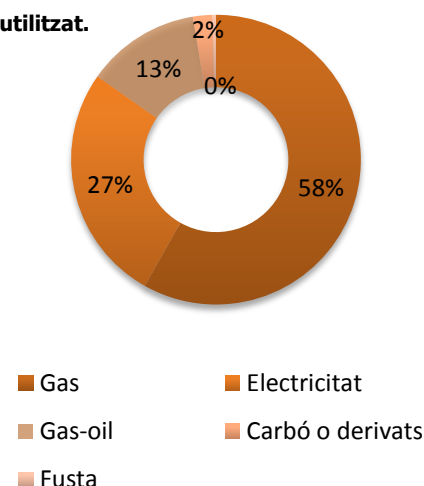


Figura 16.1. Percentatge respecte el tipus de calefacció utilitzat a Catalunya.

Taula 16.2. Consums finals d'energia del sector domèstic a Catalunya.

Combustibles	teps
Carbó o derivats	600
Fusta o biomassa	41.200
Gasoil	161.100
Gas	714.100
Electricitat	707.300

Font: Elaboració pròpia en base a les dades de l' Idescat de l'any 2001

En el cas del carbó, la fusta, el gasoil i el gas la major part del consum serà degut a la calefacció i l'escalfament d'aigua, per tant no ofereixen més problema. En el cas de l'electricitat però, s'ha de tenir en compte que aquesta també s'utilitza en la il·luminació dels habitatges i el funcionament dels electrodomèstics, representant un 40% del consum elèctric en un habitatge. La calefacció i l'escalfament

d'aigua fan servir aproximadament un 60 % de l'electricitat d'una llar (en el cas que la calefacció sigui elèctrica), per tant aquest és el percentatge que s'haurà de tenir en compte a l'hora de calcular els teps. A continuació es detallen els teps consumits per habitatge a Catalunya segons el tipus de combustible i els teps/habitatge totals (Taula 16.3.).

Taula 16.3. Teps consumits per habitatge a Catalunya segons el combustible utilitzat

Combustibles	Teps consumits	Nº habitatges	Teps/habitatge/any
Carbó	600	45.933	0,01
Fusta	41.200	8.353	4,93
Gasoil	161.100	269.936	0,6
Gas	714.100	1.236.475	0,58
Electricitat (60%)	424.380	564.912	0,75
Total	1341380	2125609	0,63

Font: elaboració pròpia

La Taula 16.4 reflecteix els teps consumits per habitatge principal i secundari als municipis del PNAP segons el tipus de combustible utilitzat, així com els teps/habitatge totals. No s'han agafat els consums dels habitatges principals sense dades inventariades ja que el consum de teps/habitatge és el mateix que el dels habitatges principals sí inventariats. Aquestes dades s'han extret de l'apartat anterior.

Taula 16.4. Teps consumits per habitatge principal i secundari al PNAP segons combustible.

Combustibles	Teps consumits		Nº habitatges		Teps/habitatge/any	
	Primera residència	Segona residència	Primera residència	Segona residència	Primera residència	Segona residència
Carbó	583	198,6	387	312	1,51	0,64
Fusta	46	12,8	10	7	4,60	1,83
Gasoil	2.230	866,8	854	784	2,61	1,11
Gas	206	91,9	684	725	0,30	0,13
Electricitat	665	274,6	581	568	1,14	0,48
Total	3.730	1.445	2.516	2.396	1,5	0,60

Font: Elaboració pròpia

Posteriorment, a la Figura 17.2 s'observa diferències pel que fa al consum d'electricitat, carbó i gasoil. El consum d'energia per habitatge de primera residència en el PNAP representa un augment del **52%** en electricitat, del **335%** en gasoil i **150** vegades en carbó respecte el consum mitjà de Catalunya.

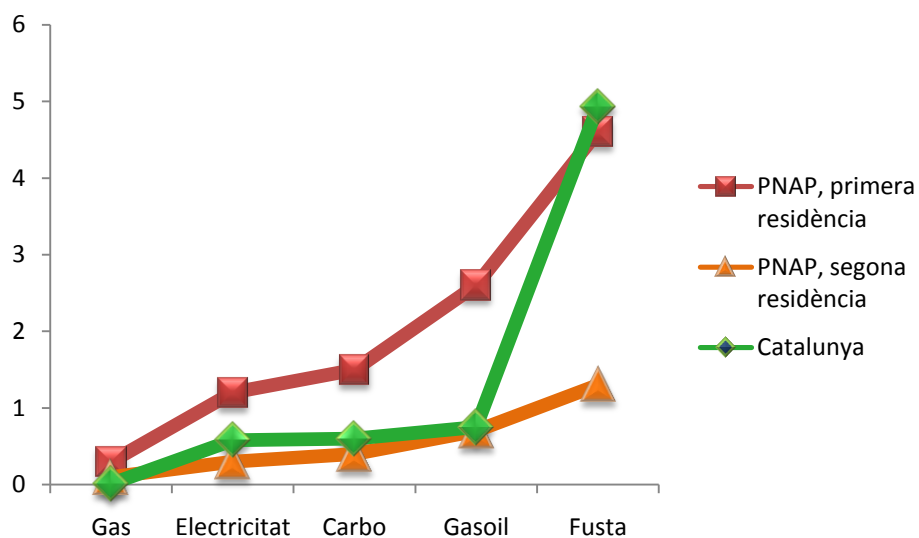


Figura 17.2. Evolució dels consums energètics per habitatge (teps/habitatge/any), relatius a Catalunya i al PNAP.

Com a conclusió, es pot observar que a la zona del PNAP els habitatges principals tenen un consum mitjà de **1,5** teps/habitatge/any, mentre que en general el consum a Catalunya és de 0,63 teps/habitatge/any. Això és degut, com s'ha explicat anteriorment, a que les baixes temperatures dels Pirineus fan que augmenti l'ús de les calefaccions i per tant el consum, que és **1,4** vegades superior al de la resta de Catalunya.

Pel que fa al consum dels habitatges secundaris aquest es situa en **0,4** teps/any/habitatge, per sota dels 0,63 teps/any/habitatge de Catalunya. Tenint en compte que es tracta d'habitatges de segona residència el consum en calefacció per habitatge és gairebé el mateix que el produït per habitatge a la resta de Catalunya.

17. EMISSIONS DE CO₂ LA DEMANDA ENERGÈTICA ACTUAL

El diòxid de carboni (CO₂), és el gas d'efecte hivernacle més important que representa el 82% del total de gasos d'efecte hivernacle generats a la U.E. Aquest gas té unes implicacions directes sobre el canvi climàtic, i per aquesta raó s'avaluen en aquest apart les emissions anuals de CO₂ que s'emeten per cada tipus de combustible fòssil utilitzats en la generació d'energia calorífica a les llars del PNAP. Les relacions entre els Kg de CO₂ emesos per combustible es detallen a continuació: (font: DMAH)

- 1 litre de gasoil emet 2,6 kg CO₂/l
- 1 Kwh d'electricitat emet 0,26 Kg CO₂/Kwh
- 1 m³ de gas emet 1,7 Kg CO₂/m³
- 1 Kg carbó emet 0,92 Kg CO₂/Kg
- 1 Kg de fusta emet 0,74 Kg de CO₂.

Cal especificar que per la combustió de fusta, les emissions de CO₂ que es generen prèviament han estat fixades amb el desenvolupament de l'espècie vegetal, és a dir, que el balanç final es fa zero i no augmenta la concentració atmosfèrica d'aquest contaminant. Les taules següents comptabilitzen la quantitat que es consumeix de cada tipus de combustible amb les respectives emissions de CO₂, per cadascun dels tres àmbits d'estudi.

Taula 17.1. Emissions de CO₂ (t CO₂/any) per habitatges dins

Ambit d'estudi		PNAP		Vall de Cardós		Esterri de Cardós	
combustible utilitzat	Consum anual	Emissions totals	Consum anual	Emissions totals	Consum anual	Emissions totals	
Fusta (Kg)	130.000	96	0	0	0	0	
Gasoil (l)	3.545.000	9.200	150.000	390.000	28	73	
Gas (m³)	469.000	800	20.500	35.000	2668	5	
Electricitat (Kwh)	10.501.000	2.700	1.104.000	287.000	53253	14	
Carbó (Kg)	1036.000	950	102.000	94.000	29400	27	
total Kg CO ₂ /any		13.800	806.000		120		

Font: elaboració pròpia

A tot el conjunt del PNAP s'emeten gairebé 14 mil tones de CO₂ a l'any pel sector de calefacció domèstica. A la Vall de Cardós aquesta quantitat disminueix fins a 810 tones de CO₂ per any, i al municipi d'Esterri de Cardós s'alliberen al voltant de 120 t. CO₂ a l'any.

Emissions de CO₂ per habitatge

A la taula 17.4. es mostren les emissions anuals de CO₂ segons el tipus de combustible i segons si es tracta d'una primera o segona residència. A simple vista i com és lògic, els habitatges de primera residència alliberen més quantitat de CO₂ a l'atmosfera que els de segona, ja que també tenen un consum energètic més gran. Si es comparen les emissions per habitatge entre els diferents tipus de combustibles es pot veure com el gasoil és el que allibera més CO₂ amb diferència, seguit de l'electricitat i del carbó. El que emet menys CO₂ és el gas, sense tenir en compte la fusta.

Taula 17.2. Emissions de CO₂ anuals per habitatge (1ari i 2ari)

combustible utilitzat	per primera residència	t CO₂ emesos	per segona residència	t CO₂ emesos
Fusta (Kg)	10.000	0	2.885	0
Gasoil (l)	3.000	8	865	2
Gas (m³)	500	1	144	0,2
Electricitat (KWh)	13.300	4	3.837	1
Carbó (Kg)	2.000	1.840	577	530

Font: elaboració pròpia

DIAGNOSI DE LA BIOMASSA FORESTAL APROFITABLE ENERGÈTICAMENT

18. ÀMBIT DEL PNAP

L'objectiu d'aquest apartat és valorar la biomassa forestal disponible dins de l'àmbit del Parc Natural de l'Alt Pirineu. Aquesta aproximació es duu a terme de dues maneres diferents:

La primera d'elles s'extreu d'una primera aproximació de la biomassa forestal disponible en el PNAP mitjançant l'estudi ***el Pla de Biomassa, Àmbit Forestal*** realitzat pel CREAM i el CTFC l'any 2001. En aquest s'avalua, entre d'altres coses, la quantitat explotable dels boscos de Catalunya prenent una sèrie de consideracions. Aquest estimació definirà la part proporcional que representa el PNAP dins el total de Catalunya.

La segona estimació de la biomassa es calcula mitjançant les dades disponibles de biomassa forestal del PNAP, a partir de les diferents aplicacions del programa MiraBosc Online del CREAM. Aquest conté totes les dades forestals referents als municipis, juntament amb les espècies forestals de Catalunya i amb els criteris de limitació d'aprofitament que contempla del Pla de la Biomassa. Aquesta segona estimació intenta ajustar-se d'una forma més fidedigne al potencial de la biomassa forestal real que es pot aprofitar en el PNAP.

18.1. ENERGIA DE LA BIOMASSA DISPONIBLE SEGONS EL PLA DE LA BIOMASSA, ÀMBIT FORESTAL

Tot seguit s'avalua la superfície forestal explotable del PNAP (veure Taula 18.1). Cal abans tenir en compte les limitacions d'explotació que estan contemplades a l'estudi *el Pla de Biomassa, àmbit forestal*:

- La superfície del bosc es considera constant al llarg del temps.
- Només són explotables els boscos que presentin un percentatge de recobriment de capçades superior al 70%.
- Les limitacions topogràfiques impedeixen explotar i obrir nous camins en el bosc amb pendents superiors al 60%. Tenint en consideració el risc d'erosió i d'accessibilitat.

Taula 18.1. Superfície de bosc explotable actualment segons les consideracions anteriors a les comarques del PNAP.

Comarca	Superfície Explotable (ha)			Rotació (anys)			Bosc (ha)
	Alzines o roures	Coníferes	Planifolis	Alzines o roures	Coníferes	Planifolis	
Alt Urgell	3.205	25.038	501	26,7	20,4	18,0	76.915
5,74% inclòs al PNAP	184	1.437	29	26,7	20,4	18,0	4.415
Pallars Sobirà	1.500	12.200	1.400	26,1	19,1	19,0	48.700
55,22% inclòs al PNAP	828	6.737	277	26,1	19,1	19,0	26.892
PNAP	1.012	8.174	306	26,7	20,4	18,0	31.307

Font: Elaboració pròpia. Adaptació del *Pla de Biomassa, Àmbit Forestal*

La superfície explotable del PNAP (**31.300** ha) està formada per un 14% i un 86% del territori de les comarques de l'Alt Urgell i el Pallars Sobirà respectivament. El període de rotació mitjà és de 22 anys per a les espècies: alzines o roures, coníferes i planifolis (Figura 18.1). Aquest període assenyala els torns de tala per realitzar un aprofitament de la biomassa forestal.

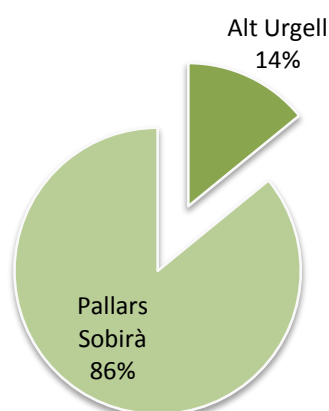


Figura 18.1. Percentatge de bosc aprofitable del PNAP. (elaboració pròpia, adaptació del *Pla de Biomassa, Àmbit Forestal*)

En el *Pla de Biomassa* s'hi diferencien dos tipus d'aprofitament diferents que es defineixen a continuació:

- *L'aprofitament temporal* → és l'extracció de la biomassa acumulada en un bosc a causa de la sobreacumulació provocada per una subexplotació forestal. En aquest escenari s'aprofiten l'estrat arbori, l'arbustiu i els peus morts.
- *L'aprofitament sostenible* → és la fase següent a l'extracció temporal. Aquest tipus d'explotació tracta de mantenir la situació de corba ideal en l'estructura del bosc, fent constants els estocs de carboni al llarg del temps. És en aquest escenari sostenible que s'explota l'estrat arbori, el qual queda estabilitzat amb el pas del temps.

El temps necessari per a que els boscos s'adeqüin a la situació de corba ideal depèn, segons el *Pla de Biomassa*, del temps en que trigaran els arbres de mida més gran a sobrepassar el nombre ideal d'arbres o el temps en arribar a la mida màxima contemplada per ser tallada. La mitjana dels períodes de rotació de les tres principals espècies forestals de Catalunya (alzines o roures, coníferes i planifolis) és d'uns 20 anys.

Aprofitament temporal de l'estrat arbori

Es proposa extreure tota l'arbrada que sobrepassa la corba ideal que defineix el número idoni d'arbres per a cada classe diamètrica. Segons el *Pla de Biomassa*, aquest estrat arbori està format per la biomassa aèria total (biomassa de fusta, escorça, branques i fulles) i de la biomassa residual procedent de tractaments silvícoles. Els valors d'explotació temporal de l'estrat arbori per a les comarques representatives del PNAP es mostren a la Taula 18.2., respectant les limitacions silvícoles i topogràfiques.

Taula 18.2. Aprofitament temporal de l'estrat arbori de les comarques representatives del PNAP.

Comarca	Biomassa aèria total (tones pse anuals)			Biomassa residual (tones pse anuals)		
	Alzines o roures	Coníferes	Planifolis	Alzines o roures	Coníferes	Planifolis
Alt Urgell	1.914	40.852	625	1.420	15.389	298
5,74% inclòs al PNAP	110	2.345	36	82	883	17
Pallars Sobirà	1.319	28.759	1.692	1.192	10.186	1.142
55,22% inclòs al PNAP	728	15.880	934	658	5.625	631
PNAP	838	18.225	970	740	6.508	648

Font: Elaboració pròpia. Adaptació del *Pla de Biomassa, Àmbit Forestal*

La quantitat de biomassa aèria total explotable anualment és de **20.000** tones en pse¹⁸ (pes sec estufa), mentre que la de biomassa residual és de **7.900** tones en pse. En ambdós tipus de biomassa, la més important quantitativament és la que prové de les coníferes (Figura 18.2.). Per calcular l'energia que es pot obtenir a partir d'aquesta quantitat de biomassa en pes sec estufa s'ha de fer la conversió a pes sec ambient (psa¹⁹), que correspon al pes de la biomassa extreta després d'estar uns 15 dies apilada al bosc. D'aquesta manera es considera que el contingut de la biomassa en humitat és d'un 30%, per determinar el psa s'ha de d'incrementar per 1,3 el pse ja que aquest últim està comptabilitzat amb un 0% d'humitat.

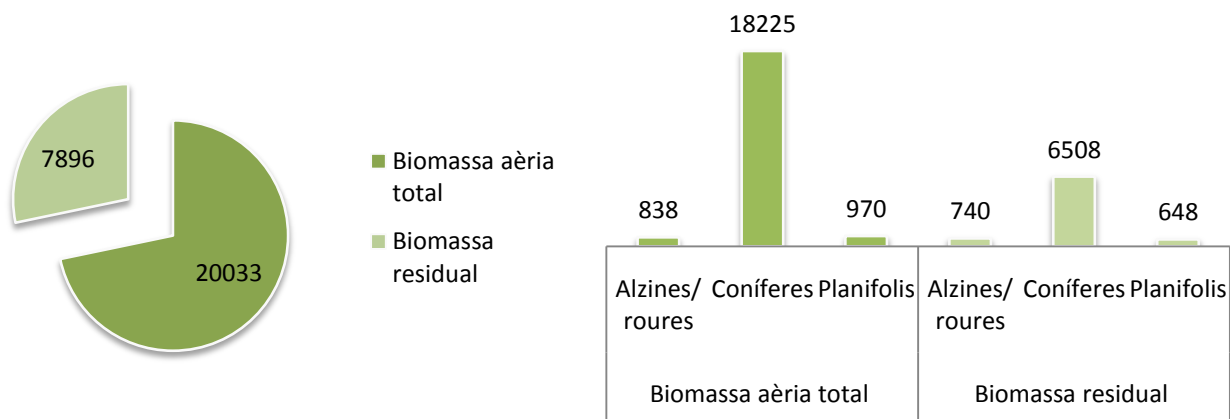


Figura 18.2. Tones de biomassa forestal en pes sec estufa que es poden obtenir mitjançant un aprofitament temporal de l'estrat arbori dins l'àmbit del PNAP. (elaboració pròpia en base el *Pla de Biomassa, Àmbit forestal*)

Així doncs, la quantitat de biomassa que es pot obtenir de l'aprofitament temporal per a les zones boscoses del PNAP és de 27.929 tones pse anuals, que equivalen a **36.300** tones psa anuals. Fent els pertinents càlculs de conversió s'obtenen **16.500** teps*. Cal destacar que aquesta estimació està calculada mitjançant el Poder Calorífic Inferior (PCI²⁰) de la biomassa (19.000 KJ/Kg), sense contemplar el rendiment del procés de transformació energètic, el qual donaria una temptativa més real de l'energia aprofitable.

¹⁸ Producció de biomassa en pes sec estufa amb una humitat del 0%.

¹⁹ Producció de biomassa en pes sec ambient amb un 30% d'humitat.

²⁰ PCI: Poder Calorífic Inferior. És el calor que es desprèn per la combustió d'1 kg de combustible a la pressió d'1 bar i suposant que l'aigua generada en el procés es troba en forma de vapor.

$$* 36.307.700 \text{ Kg} \times \frac{19.000 \text{ KJ}}{\text{Kg}} \times \frac{1 \text{ KWh}}{3.600 \text{ KJ}} \times \frac{860 \text{ Kcal}}{1 \text{ KWh}} \times \frac{1 \text{ tep}}{10^7 \text{ Kcal}}$$

Aprofitament sostenible dels boscos del PNAP

L'aprofitament sostenible es realitza després de l'aprofitament temporal pera tal de mantenir l'estructura dels boscos amb la situació de corba ideal, és a dir, es talen els arbres que es situen per sobre d'aquesta corba com també els que superen el diàmetre màxim de tallada.

Els valors de biomassa aèria total i residual susceptibles de ser obtinguts en l'aprofitament sostenible dels boscos a les comarques representatives del PNAP es troben detallats a la Taula 18.3., per a cada tipus d'espècie forestal.

Taula 18.3. Aprofitament sostenible de l'estrat arbori a les comarques representatives del PNAP.

Comarca	Biomassa aèria total (tones pse anuals)			Biomassa residual (tones pse anuals)		
	Alzines o roures	Coníferes	Planifolis	Alzines o roures	Coníferes	Planifolis
Alt Urgell	5.943	65.080	1.350	2.803	19.156	235
5,74% inclòs al PNAP	341	3.736	77	161	1.100	13
Pallars Sobirà	3.844	45.823	3.868	1.670	13.105	780
55,22% inclòs al PNAP	2.123	25.303	2.136	922	7.237	431
PNAP	2.464	29.039	2.213	1.083	8337	444

Font: Elaboració pròpia. Adaptació del *Pla de Biomassa, Àmbit Forestal*

En aquest escenari la quantitat que es pot extreure de biomassa aèria total, tenint en compte el conjunt de les principals espècies forestals, és de **33.700** tones pse. D'altra banda, la biomassa residual que se'n pot extreure correspon a **9.900** tones pse (Figura 18.3.). En total, la quantitat de biomassa potencial en aquest escenari d'explotació sostenible representa **43.600** tones pse anuals, que equivalen a **56.700** tones psa anuals i **25.700** teps anuals.

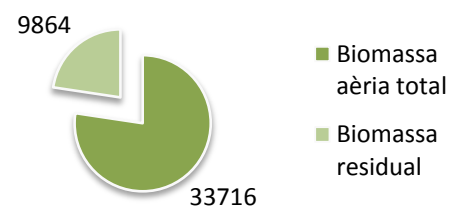


Figura 18.3. Tones (pse) generades amb l'aprofitament sostenible

La quantitat de biomassa forestal obtinguda mitjançant aquest escenari és molt més elevada que la obtinguda amb l'aprofitament temporal, tal com es pot apreciar a la Figura 18.4. Pel que fa a la biomassa aèria total, l'increment de la quantitat de biomassa de l'aprofitament sostenible respecte el temporal se situa en el **56%** (13.700 tones pse).

D'altra banda, en la biomassa residual, l'increment d'un respecte l'altre no és tant elevat, situant-se en el **25%** (2.000 tones pse). Aquest percentatge indica que la quantitat de peus menors i restes de tractaments silvícoles en l'aprofitament sostenible és relativament constant i no depèn del tractament aplicat.

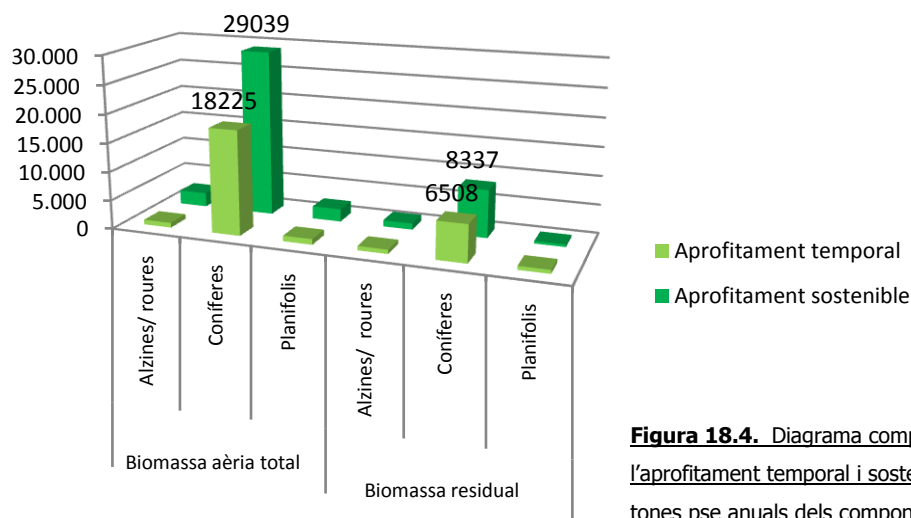


Figura 18.4. Diagrama comparatiu entre l'aprofitament temporal i sostenible. Resultats en tones pse anuals dels components de la biomassa

Comparació dels aprofitaments actuals respecte dels temporals i sostenibles a l'àmbit del PNAP.

L'aprofitament actual respon al tipus d'explotació que s'ha realitzat en els boscos durant els últims 20 anys, amb els quals es genera una part de biomassa residual que no és aprofitada. Aquesta s'abandona al bosc fins a degradar-se i convertir-se en nutrient. En canvi, si la biomassa és processada, pot ser utilitzada com a subproducte energètic per a calderes domèstiques.

La biomassa residual, en la majoria de casos, està formada per les capçades (branques i puntes de tronc) dels arbres tallats, i representen un percentatge constant de tronc del 8% per a les coníferes i del 15% pels planifolis, tal i com determina el *Pla de Biomassa*. (veure Taula 18.4.).

Taula 18.4. Aprofitaments actuals a les comarques representatives del PNAP

Comarca	Aprofitament actual (tones pse anuals)	
	Biomassa aèria total	Biomassa residual
Alt Urgell	13.413	2.537
5,74% inclòs al PNAP	770	146
Pallars Sobirà	7.082	1.831
55,22% inclòs al PNAP	3.911	1.011
PNAP	4.681	1.157

Font: Elaboració pròpia. Adaptació del *Pla de Biomassa, Àmbit Forestal*

Segons les dades de la Taula 18.4, la biomassa residual capaç de ser aprofitada dins l'àmbit del PNAP és de **1.160** tones pse anuals, les quals equivalen a **1.510** tones psa/any i generen **680** teps/any.

Per l'escenari d'aprofitament temporal la quantitat de biomassa residual augmenta fins les **7.900** tones pse amb un equivalent en tones psa i un potencial energètic en teps anuals de **10.270** i **4.660**, respectivament. Pel que fa a l'aprofitament sostenible la biomassa residual generada és de **9.860** tones pse anuals, **12.820** tones psa i **5.820** teps. Aquest total de biomassa residual, actualment sense valor econòmic, que prové dels tractaments silvícoles té un potencial energètic susceptible de ser aprofitat per a l'escalfament de les llars.

En definitiva (Figura 18.5), l'aprofitament actual representa el **14%** respecte el potencial d'aprofitament sostenible de biomassa aèria, i el **12%** respecte el potencial de biomassa residual.

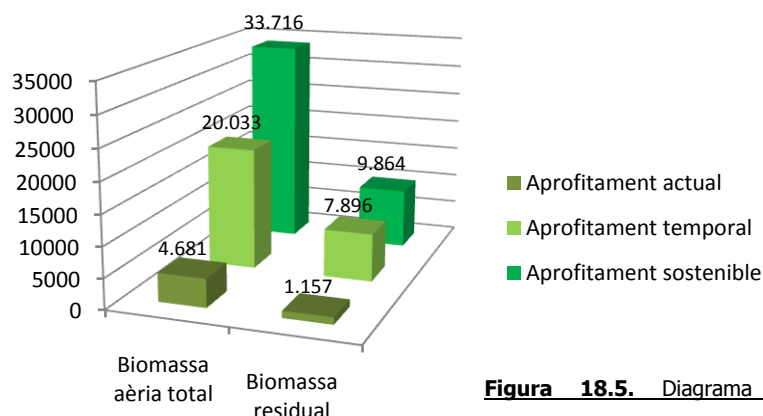


Figura 18.5. Diagrama comparatiu entre els aprofitaments actual, temporal i sostenible. Resultats en tones pse anuals de biomassa aèria i residual.

18.2. ENERGIA DE LA BIOMASSA DISPONIBLE EN BASE AL MIRABOSC ONLINE I LA CARTOGRAFIA DIGITAL

Es planteja un escenari propi d'aprofitament, que es recolza en un conjunt d'eines com: la cartografia digitalitzada dels diferents vectors i ràsters considerats, els quals s'apliquen mitjançant els Sistemes d'Informació Geogràfica. Aquests permeten representar les zones aptes per a l'extracció de biomassa forestal. Una altra eina és l'Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya, el qual amb l'aplicació MiraBosc Online, facilita diferents dades forestals pels municipis.

Per poder avaluar l'energia disponible de la biomassa del PNAP, primer de tot, és necessari conèixer la superfície del parc i el creixement anual que hi presenta la biomassa forestal. És per això que es necessita saber el total de municipis que integren el PNAP i la superfície de cadascun inclosa dins el Parc. D'aquesta manera s'obté el creixement mitjà de fusta i biomassa per cada municipi, amb el qual es realitza una millor estimació de la biomassa potencial del Parc .

El càlcul de la biomassa forestal aprofitable s'obté en base el total de biomassa potencial del Parc i amb les limitacions per criteris tecnològics i ecològics de la seva explotació, que es defineixen posteriorment.

La Taula 18.5 reflecteix les hectàrees de cada municipi incloses al PNAP, així com el percentatge de superfície municipal que es troba dins del Parc. A la Figura.6 es veu representada la superfície que ocupa cadascuna de les tres zones d'estudi. El municipi d'Esterri de Cardós representa un 2% de la superfície del

PNAP, el conjunt supramunicipal de la Vall de Cardós el 18% i la resta, un 80%, la formen els altres municipis.

Taula 18.5. Superfície i percentatge de cada municipi inclosos al PNAP amb la respectiva superfície productiva.

Municipi	Sup. PNAP (ha)	Per. PNAP (%)	Sup. Productiva* PNAP (ha)	Sup. Prod. / Sup. PNAP (%)
Alt Àneu	10.556,75	48,5	8.534,3	80,8
La Guingueta d'Àneu	3.558,80	32,8	2.904,1	81,6
Esterri d'Àneu	15,76	1,9	3,9	24,7
Alins	17.283,30	94,4	15.950,4	92,3
Esterri de Cardós	1.299,83	78,6	1.278,3	98,3
Farrera	2.976,29	48,1	2.881,2	96,8
Lladorre	11.765,84	80,1	9.839	83,6
Llavorsí	4.384,59	64,0	4.188,6	95,5
Rialp	420,92	6,6	407,5	96,8
Soriguera	5.389,57	50,7	5.079,1	94,2
Sort	956,69	9,1	951,9	99,5
Tírvia	53,37	6,3	25,6	48,0
Vall de Cardós	2.878,71	54,2	2.814,1	97,8
Valls de Valira	5.214,53	30,5	5.165,2	99,1
Montferrer i Castellbó	3.095,43	17,5	2.984,7	96,4
Total	69.850	-	63.008	

Font: Elaboració pròpia en base al DMAH i a la classificació CORINE dels hàbitats.

*Es considera la superfície en forma de bosc i de vegetació

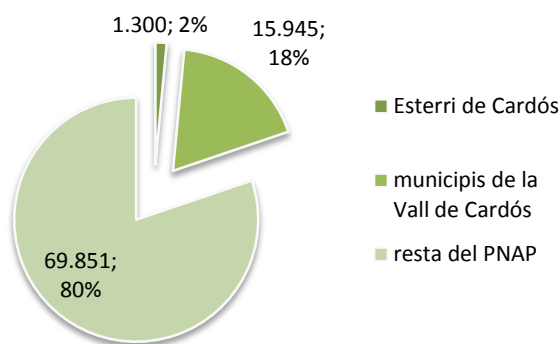


Figura 18.6. Percentatge de la superfície de les tres zones d'estudi respecte el total del Parc Natural.

Càlcul de la biomassa potencial

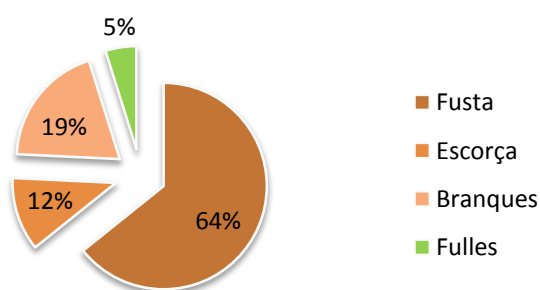
A partir de la mitjana sobre la quantitat de biomassa forestal per hectàrea dels municipis que integren el Parc, es calcula la biomassa potencial total. Disposar de la mitjana de biomassa forestal relativa a cada municipi i no d'una mitjana conjunta per a tota la superfície del PNAP, fa possible un càlcul més acurat i més real de la biomassa total potencial, així com de la biomassa aprofitable en un futur.

La biomassa aèria total (Taula 18.6.) integra la suma de totes les fraccions aèries dels arbres, és a dir, la formada per la fusta, l'escorça, les branques i les fulles, en pes sec. Pel que fa al càlcul de la biomassa de les branques, es tenen en compte totes aquelles que surten del tronc, sense fulles i en pes sec per cada tipus d'arbre. La biomassa de les fulles és en pes sec i es calcula també segons el tipus d'arbre. Per al càlcul de la biomassa de fusta i escorça (en pes sec), es parteix del volum de fusta i escorça del tronc, corregits per la densitat corresponent a cadascun.

Taula 18.6. Mitjana de les components que formen la biomassa aèria per municipi i per superfície productiva del PNAP

Municipi	M.B.²¹ fusta (t/ha)	M.B. d'escorça (t/ha)	M.B. branques (t/ha)	M.B. fulles (t/ha)	M.B. aèria total (t/ha)	M.B. aèria en Sup. Prod. del PNAP (t/ha)
Alt Àneu	82,5	15,33	14,68	4,11	112,51	139,2
La Guingueta d'Àneu	63,4	11,38	18,19	3,45	92,93	113,9
Esterri d'Àneu ²²	-	-	-	-	-	-
Alins	50,01	9,65	14,01	3,07	73,66	79,8
Esterri de Cardós	45,94	7,87	13,05	2,97	66,86	68,0
Farrera	84,77	14,95	21,48	4,66	121,2	144,9
Lladorre	52,65	9,96	12,45	2,95	75,04	78,6
Llavorsí	63,73	11,05	21,66	4,13	95,95	99,1
Rialp	50,07	9,2	17,67	3,36	76,94	81,6
Soriguera	51,15	9,36	19,1	3,73	79,57	80,0
Sort	42,65	7,3	17,92	3,32	67,88	141,5
Tírvia	38,87	7,01	19,2	3,6	64,71	66,2
Vall de Cardós	52,49	9,39	15,85	3,26	77,73	78,5
Valls de Valira	54,99	9,45	15,83	3,14	80,2	83,2
Montferrer i Castellbó	56,31	9,53	15,68	2,82	81,5	90,4
Mitjana	52,6	9,4	15,8	4,1	77,8	96,1

Font: Elaboració pròpia en base al MiraBosc i als hàbitats CORINE



A la Figura 18.7. es mostra la relació de biomassa disponible per fraccions, sent la biomassa de fusta la més representativa amb un 64% del total de biomassa, un 19% de les branques, un 12% de l'escorça, i per últim un 5% procedent de les fulles.

Figura 18.7. Composició de la biomassa que integra el PNAP, en percentatges.

Aquests resultats reflecteixen que la distribució de la biomassa és diferent segons les funcions i característiques de les fraccions. En el cas dels troncs, la biomassa és major perquè s'acumula durant el temps, de la mateixa manera que les branques les quals tenen funció estructural.

²¹ Mitjana de la quantitat de biomassa per municipi.

²² És un municipi del qual no hi ha dades registrades al MiraBosc de Dasometria, representa el percentatge més baix d'inclusió al Parc.

En relació a la biomassa aèria total (Figura 18.8.) hi ha una variació geogràfica. Comparant els tres àmbits d'estudi seleccionats: municipi d'Esterri de Cardós, conjunt de municipis que pertanyen a la Vall de Cardós i l'àmbit general del PNAP. S'observa que la presència de biomassa, tant en la primera zona com en la segona, es situa per sota la mitjana del Parc. Aquest punt s'ha de tenir present a l'hora d'extreure les conclusions sobre la viabilitat en l'aprofitament de biomassa forestal per zones.

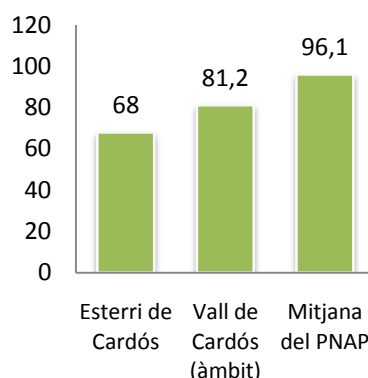


Figura 18.8. Detall de la biomassa aèria total (t/ha) present en els diferents àmbits d'estudi

El càlcul de la biomassa potencial disponible anualment s'obté a partir de la producció anual. L'aprofitament d'aquesta biomassa necessita d'una planificació i ordenació del territori forestal, de manera que permeti utilitzar una part de la producció forestal com a font energètica. D'aquesta manera s'afavoreix la neteja del sotabosc i de passada es redueix el risc d'incendi, tot i que, en el cas del PNAP aquest és molt baix.

La Taula 18.7. permet observar la producció mitjana de biomassa forestal en la superfície productiva²³ del PNAP inclosa a cada municipi. Mentre que a la Taula. 18.8 s'ha calculat la producció mitjana anual de biomassa forestal per hectàrea municipal inclosa dins el PNAP, juntament amb el càlcul de la biomassa potencial per al total de la superfície municipal. En ambdues Taules no s'ha considerat la biomassa de les fulles ja que la gran majoria es diposita al sòl del bosc com a nutrient.

Taula 18.7. Mitjana de Producció (M.P.) de biomassa per superfície municipal i per superfície productiva del PNAP.

Municipis	M.P. ²⁴ Fusta (t/ha/any)	M.P. Escorça (t/ha/any)	M.P. Branques (t/ha/any)	M.P. Total (t/ha/any)	M.P. Sup. Prod. PNAP (t/ha/any)
Alt Àneu	2,01	0,37	0,34	2,7	3,34
La Guingueta d'Àneu	1,74	0,31	0,67	2,49	3,05
Esterri d'Àneu	-	-	-	-	-
Alins	1,32	0,25	0,4	1,91	2,07
Esterri de Cardós	1,22	0,2	0,28	1,71	1,74
Farrera	2,09	0,36	0,56	2,92	3,02
Lladorre	1,5	0,28	0,44	2,1	2,51
Llavorsí	1,66	0,29	1,41	2,39	2,50
Rialp	1,62	0,29	0,68	2,42	2,50
Soriguera	1,35	0,25	1,29	2,01	2,13
Sort	1,17	0,2	1,88	1,69	1,70
Tírvia	1,09	0,2	1,83	1,71	3,56
Vall de Cardós	1,51	0,27	0,76	2,18	2,23
Valls de Valira	1,65	0,27	0,43	2,35	2,37
Montferrer i Castellbó	1,54	0,25	0,42	2,21	2,29

Font: Elaboració pròpia en base al MiraBosc i als hàbitats CORINE.

Els resultats obtinguts amb la distinció de producció per classes de biomassa i municipi fa que l'aproximació del càlcul sigui més real que si fos una mitjana de producció de biomassa total per al tota de la superfície boscosa del PNAP.

²³ Superfície forestal poblada per arbrat o vegetació (arbustiva o herbàcia).

²⁴ Mitjana de producció.

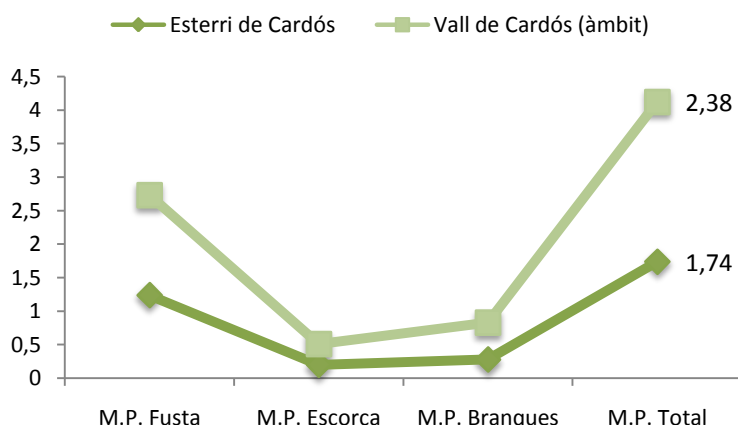


Figura 18.9. Detall dels creixements mitjans (t/ha/any) de la biomassa forestal pels dos àmbits d'estudi.

Taula 18.8. Biomassa potencial anual en funció de la mitjana de producció per hectàrea productiva del PNAP.

Municipi	Superfície inclosa al PNAP (ha)	Sup. Productiva PNAP (ha)	M.P. Biomassa Sup. PNAP (t/ha/any)	Biomassa Potencial (t/any)
Alt Àneu	10.556,75	8.534,30	3,34	2.8504,56
Guingueta d'Àneu	3.558,80	2.904,10	3,05	8.857,51
Esterri d'Àneu	15,76	3,9	(2,47)	9,62
Alins	17.283,30	15.950,40	2,07	33.017,33
Esterri de Cardós	1.299,83	1.278,30	1,74	2.224,24
Farrera	2.976,29	2.881,20	3,02	8.701,22
Lladorre	11.765,84	9.839	2,51	24.695,89
Llavorsí	4.384,59	4.188,60	2,50	10.471,50
Rialp	420,92	407,5	2,50	1.018,75
Soriguera	5.389,57	5.079,10	2,13	10.818,48
Sort	956,69	951,9	1,70	1.618,23
Tírvia	53,37	25,6	3,56	91,14
Vall de Cardós	2.878,71	2.814,10	2,23	6.275,44
Valls de Valira	5.214,53	5.165,20	2,37	12.241,52
Montferrer i Castellbó	3.095,43	2.984,70	2,29	6.834,96
Total	69.850	63.008	(2,47)	155.380

Font: Elaboració pròpia en base al MiraBosc i als hàbitats CORINE

La Taula 18.8. sintetitza els valors de producció mitjans de cada superfície forestal i municipal inclosa dins el PNAP per tal d'obtenir la biomassa potencial de cadascun. Així doncs, per un total de gairebé **70.000** hectàrees que formen el PNAP, **63.000** són productives, és a dir, el **90%** de la superfície municipal del PNAP està catalogada com a bosc o vegetació (arbustiva o herbàcia). La quantitat generada anualment de biomassa per aquestes hectàrees és d'unes **155.400** tones. Amb aquestes dades, el valor de producció mitjà es situa en **2,47** t/ha/any, un valor per sobre del creixement d'Esterri de Cardós (**1,74**) i del de l'àmbit de la Vall de Cardós (**2,38**).

La Figura 18.10. sintetitza, en percentatges, el potencial de biomassa per a cada zona respecte la producció total del Parc. El 2% correspon a **2.220** tones del municipi d'Esterri de Cardós, el 21% pertany a la regió supramunicipal de la Vall de Cardós, que genera **33.200** tones de biomassa forestal, mentre que el 77% restant del Parc suma unes **120.000** tones anuals.

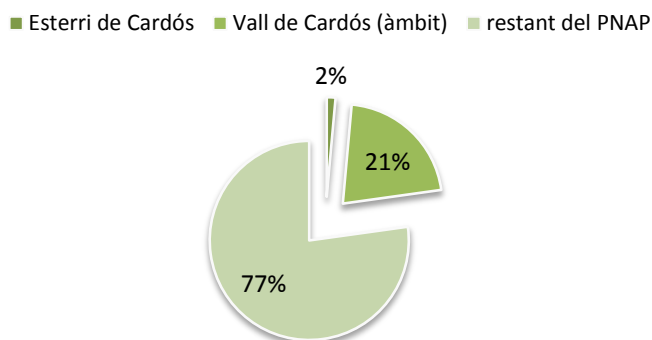


Figura 18.10. Detall dels percentatges en biomassa potencial dels tres àmbits respecte el total del Parc.

El total de biomassa potencial del Parc calculat en base a les dades del programa MiraBoscOnline és de **91.700** teps/any (Taula 18.9.). Aquest resultat s'obté una vegada s'ha convertit el total de tones en pes sec estufa, calculades a la Taula.8, a tones en pes sec ambient. Aquesta conversió és necessària ja que la biomassa forestal extreta presenta un percentatge en humitat (30%) que cal tenir en compte (factor: 1,3). Per tant, la biomassa forestal potencial del PNAP en pes sec ambient és de **202.000** t/any.

Taula 18.9. Potencial energètic de la biomassa forestal del PNAP.

201.994 t/any	→	1.066.079.444 KWh	→	91.683 teps/any*
---------------	---	-------------------	---	-------------------------

Font: Elaboració pròpia, en base al MiraBosc

$$* 201.994.000 \text{ Kg} \times \frac{19.000 \text{ KJ}}{\text{Kg}} \times \frac{1 \text{ KWh}}{3.600 \text{ KJ}} \times \frac{860 \text{ Kcal}}{1 \text{ KWh}} \times \frac{1 \text{ tep}}{10^7 \text{ Kcal}}$$

Càlcul de la biomassa aprofitable

Un cop calculat el creixement potencial del PNAP (202.000 t/any), cal fer una aproximació més real de la biomassa aprofitable del parc, ja que no tota la calculada és susceptible de ser explotada degut a l'existència d'un conjunt de factors limitants:

Les **limitacions topogràfiques** → són aquelles que es refereixen al pendent del terreny relacionat amb el risc d'erosió i accessibilitat de la maquinària forestal als llocs d'explotació. Aquesta limitació és alhora una protecció del medi físic i una regulació del medi hídric, ja que la tala d'arbres en zones de pendent podria generar una erosió sobretot d'origen hídric, degut a una disminució de l'absorció i amortiment de l'aigua per part de la massa arbòria.

En aquest cas, els límits establerts pel *Pla de Biomassa, àmbit forestal*, són de no explotar zones amb una pendent superior o igual al 60%.

Les **limitacions silvícoles** → estableixen zones d'aprofitament a partir del percentatge de recobriment de les capçades. Es refereix a la Fracció de Cobertura (FCC) obtinguda a partir de la suma de les àrees de les capçades dels arbres en les parcel·les de mostreig relatives a la superfície mostrejada. En el procés de tala, cal que les masses boscoses no siguin gaire obertes per a que el procés d'aprofitament sigui rendible. En aquest cas, es defineix un límit de FCC igual o superior al 70%.

Les **limitacions d'accessibilitat** → són aquelles que tenen en compte l'accés al lloc d'obtenció de la biomassa; es consideren totes les pistes forestals, vials tradicionals i carreteres primàries i secundàries, amb un grau d'accessibilitat del 100% per a la franja contigua a aquestes. Per a valorar el grau d'accessibilitat de cada via cal un estudi més acurat, degut als diferents estats particulars en que es poden trobar.

En relació a les diferents vies d'accés, cal delimitar la distància d'extracció, ja que una distància molt gran no permet l'extracció viable de biomassa. Per tant, les distàncies que s'aplicaran en la limitació de la biomassa explotable seran de 30 i 50 metres des del vial d'accés.

La **limitació per zones de protecció** → Aquestes venen definides per la Directiva d'Hàbitats, que té com a objectius "contribuir a garantir la biodiversitat mitjançant la conservació d'hàbitats naturals i de fauna silvestres en el territori europeu dels estats membres".

S'estructura en dos grans objectius més concrets:

- Creació de la Xarxa Natura 2000, per a la conservació d'hàbitats naturals i dels hàbitats d'espècies (articles 3-11).
- Sistemes de protecció global de les espècies (articles 12-16 i el 22).

Les espècies d'interès comunitari es troben catalogades com a espècies en perill o vulnerables per la seva raresa o pel seu endemisme. Aquestes espècies d'interès comunitari de l'annex II, no són protegides sinó catalogades, és a dir, s'ha de garantir la conservació d'unes mostres suficients d'hàbitats que permetin la supervivència de tal espècie. Aquesta conservació dels hàbitats es realitza mitjançant la inclusió en la xarxa d'espais Natura 2000.

Pel que fa als hàbitats d'interès comunitari, aquests tampoc són hàbitats naturals protegits, sinó que estan catalogats i cal garantir la conservació d'algunes mostres a partir de la inclusió a la xarxa Natura 2000. La Xarxa Natura 2000 defineix àrees protegides per la Comunitat Europea, basades en criteris d'espècies en perill d'extinció i biòtops poc freqüents.

Per estimar la quantitat de biomassa aprofitable cal tenir en compte, entre les diferents limitacions, aquelles zones a protegir dels diferents hàbitats d'interès comunitari. En definitiva, s'ha d'excloure les zones d'explotació que es trobin dins la delimitació de Xarxa Natura 2000.

El **procés d'estimació** (Taula 18.10.) de la biomassa aprofitable comença amb els resultats de la biomassa potencial de tota la superfície forestal del PNAP (155.400 t/any de pse que equivalen a 91.700 tep/any de psa), obtinguts a partir de les dades de dasometria de l'Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya (IEFC) i de la classificació CORINE²⁵ dels hàbitats productius. L'IEFC proporciona informació sobre les existències i creixements forestals per cada regió. I mitjançant la classificació CORINE es delimiten els hàbitats que contenen aquestes existències i creixements forestals. L'aplicació feta servir per extreure la informació del IEFC és el programa MiraBoscOnline que facilita l'inventari de la biomassa llenyosa aèria total²⁶ i de la seva producció anual, que equival a la suma dels creixements de fusta, d'escorça i de branques (en pes sec).

La segona part de l'estimació està basa en diferents capes d'informació digital relatives a la situació forestal del PNAP. Es calculen els pendents de l'àmbit del PNAP a partir del Model d'elevacions de Catalunya, seleccionant només aquelles zones que presenten un pendent igual i inferior al 60%, en base als criteris establerts pel *Pla de Biomassa, àmbit forestal*. El mapa de cobertura es delimita segons si la superfície es inferior, igual o superior al 70% de cobertura arbòria. Es realitza la primera superposició d'informació amb aquestes dues capes, i s'obté la superfície que compleix un pendent igual o inferior al 60% i una cobertura igual o superior al 70%.

D'altra banda es calcula la superfície explotable a 30 i 50 metres des de les vies d'accés. Aquest procediment es realitza mitjançant l'aplicació de Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG) i la creació de "Buffers de distàncies" amb el programari Miramón. Es realitza l'encreuament d'aquesta capa d'accessibilitat amb la capa dels hàbitats forestals productius en base als hàbitats CORINE. La superposició d'informació dona lloc a la superfície forestal productiva explotable a 30 i 50 metres respecte els vials d'accés.

Finalment es combinen les dues capes obtingudes i s'obté la superfície apta per a ser explotada. A partir d'aquí es troba la quantitat de biomassa aprofitable anualment generada dins l'àmbit del PNAP. Aquest resultat varia segons si l'accessibilitat és alta (**6.700** teps/any) o baixa (**3.900** teps/any).

Taula 18.10. Síntesi del procés seguit per al càlcul de l'energia aprofitable al PNAP.

	Tots els vials accessibles		Tots els vials accessibles excepte un 50% en els camins tradicionals	
	30 m	50 m	30 m	50 m
Superfície amb recursos aprofitables (Bosc i Vegetació) (ha.)	3.410	4.616	2.656	3.504
Producció mitjana del PNAP (t/ha/any) p.s.e.	2,47	2,47	2,47	2,47
Producció total (t/any) p.s.a. (30% d'humitat)	10.950	14.822	8.528	11.251
Potencial energètic (teps/any) p.s.a	4.970	6.728	3.871	5.107

²⁵ El projecte CORINE Biotops classifica jeràrquicament tots els hàbitats -naturals, seminaturals i artificialitzats- de la Unió Europea. Aquest sistema de classificació ha estat adaptat a Catalunya i ha donat lloc a la Llista dels hàbitats a Catalunya, que inclou tots els hàbitats del territori català.

²⁶ Suma de les biomasses de les fraccions llenyoses, sense tenir en compte les arrels, és a dir, les biomasses de fusta, d'escorça i de branques.

19. VALL DE CARDÓS

19.1. ENERGIA DE LA BIOMASSA DISPONIBLE EN BASE AL MIRABOSC ONLINE I LA CARTOGRAFIA DIGITAL

Aquesta Vall esta formada per tres termes municipals, tots tres inclosos dins el PNAP, els quals són: Lladorre el més septentrional, Esterri de Cardós i la Vall de Cardós. Aquests tres municipis tenen una superfície total 21.662 hectàrees de les quals **15.943** ha estan incloses dins el PNAP, és a dir, un **74%** del seu àmbit municipal. I d'aquestes, **13.931** s'hi troben en forma de bosc o vegetació, és a dir, un **87%** de les incloses en el PNAP són hàbils per ser aprofitades com a biomassa forestal.

De la mateixa manera, que s'ha calculat el potencial de biomassa aprofitable per la regió del Parc Natural de l'Alt Pirineu, es determina la producció en biomassa mitjana de la vall de Cardós per valorar si l'energia que se n'obté cobreix la demanda energètica de la zona que comprèn.

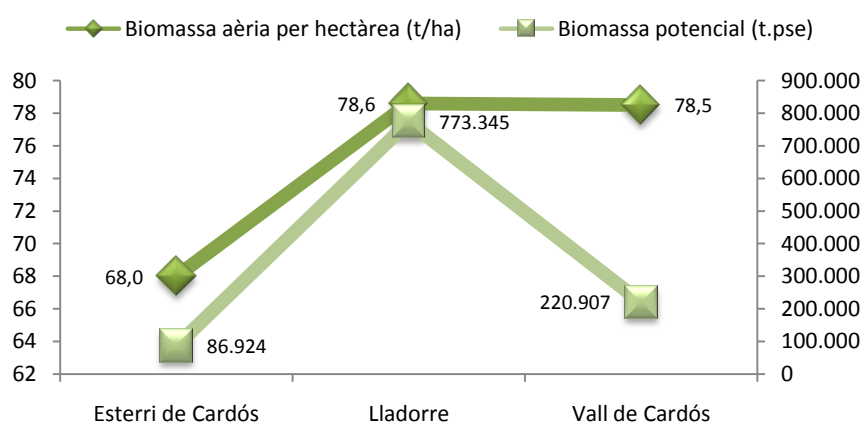


Figura 19.1. Total de biomassa aèria per hectàrea municipal (t/ha) i total de biomassa potencial inclosa dins el PNAP per cada municipi que forma la Vall de Cardós (t.pse).

Es parteix de la Taula 18.6. per calcular la biomassa aèria mitjana que presenta la Vall. Aquesta producció és de **78** tones de biomassa per hectàrea i s'obté a partir de les mitjanes de cada municipi (Figura 19.1.) corregides pel corresponent factor de representativitat (Taula 19.1.).

Taula 19.1. Càlcul de la representativitat de cada superfície municipal inclosa dins del PNAP.

Municipi	Superfície total (ha)	Superfície inclosa dins el PNAP (ha)	Representativitat	Sup. productiva per municipi (ha)
Lladorre	14.670	11.770	74%	9.839
Esterri de Cardós	16.560	1.300	8%	1.278
Vall de Cardós	5.310	2.880	18%	2.814
Total Vall	-	16.000	100%	14.000

Font: Elaboració pròpia en base a informació del DMAH i dels hàbitats CORINE.

Un primer indicador són les **1.100.000** tones de biomassa aèria presents per tot l'àmbit de la Vall de Cardós. Representen el **18%** respecte el total de biomassa aèria del PNAP (6.055.100 tones). Pel que fa a la representativitat de la superfície forestal de tota la Vall (14.000 ha) té un percentatge lleugerament superior (22%) respecte el total d'hectàrees arbrades del PNAP (63.008 ha).

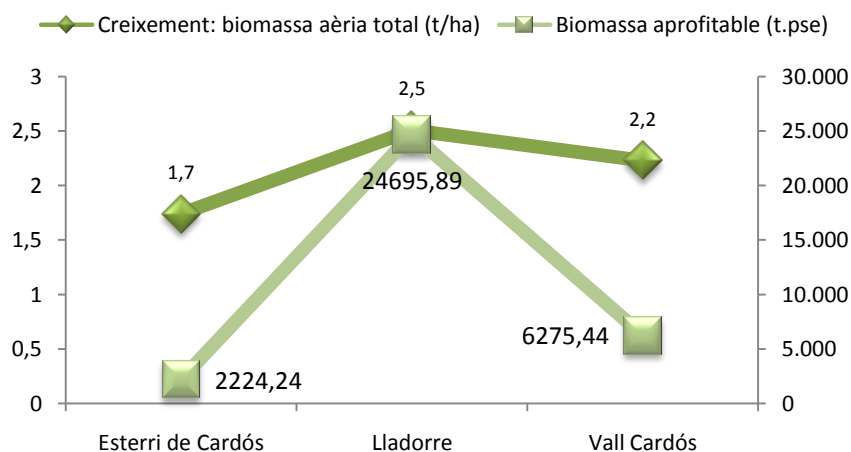


Figura 19.2. Producció de biomassa aèria per hectàrea productiva (t/ha) i total de biomassa aprofitable inclosa dins el PNAP per cada municipi que forma la Vall de Cardós (t.pse).

El següent pas consisteix en determinar la producció mitjana de biomassa aèria (Figura 19.2.), a partir de les dades facilitades pel CREAM i els hàbitats CORINE, mitjançant l'aplicació del MiraBoscOnline i la delimitació de les zones arbrades de cada municipi incloses al PNAP, respectivament. Aquesta vegada també cal corregir el valor de cada municipi pel seu factor de representativitat dins la Vall de Cardós. Així doncs, la producció mitjana en fusta, escorça i branques és de **2,38** tones per hectàrea i any (Figura 18.9).

En total la producció de biomassa a la Vall de Cardós arriba fins les **33.200 t/any**, que representen el 21% del creixement total al Parc (155.400 t/any). Per calcular l'energia potencial d'aquesta biomassa, cal convertir les 33.200 tones en pes sec estufa (0% d'humitat) a pes sec ambient, ja que d'aquesta manera la biomassa es considera amb un 30% d'humitat i s'ajusta a la realitat climàtica forestal. Un cop feta la conversió, la biomassa potencial en pes sec ambient és de **43.150 t/any**, que generen mitjançant el procés de combustió detallat a la Taula 18.9., un total de **19.600 teps/any** (Figura 19.3.).

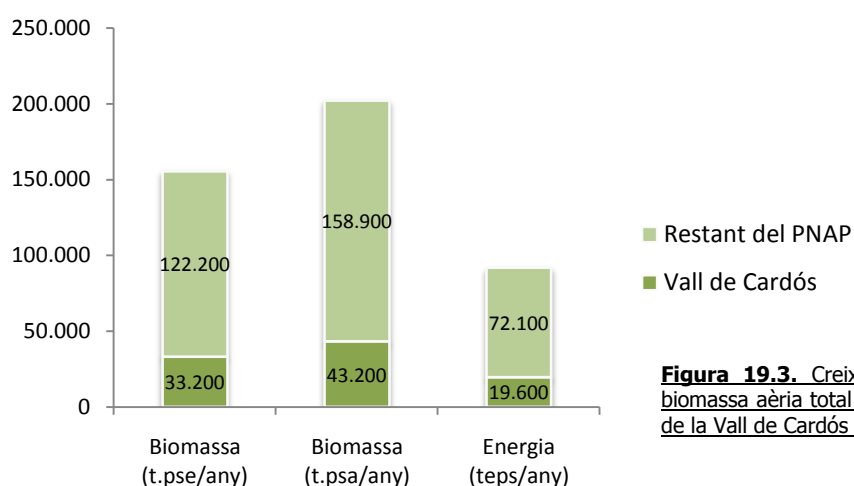


Figura 19.3. Creixement anual aprofitable de la biomassa aèria total i energia generada per a l'àmbit de la Vall de Cardós i a la resta del PNAP.

Aquesta quantitat (19.600 teps/any) representa el creixement potencial i, per tant, no és íntegrament aprofitable ja que depèn d'una sèrie de factors limitants. Aquests factors responen a limitacions topogràfiques, silvícoles, d'accessibilitat i de protecció (detallats anteriorment).

Taula 19.2. Quantitats de biomassa potencial (existències i creixements) per a l'àmbit de la Vall de Cardós inclòs dins el PNAP en comparació amb les del PNAP.

Biomassa (t.pse)	Superfície forestal (ha)	Existències hectàrea (t/ha)	Creixement hectàrea (t/ha)	Existències totals (Bio. aèria)	Creixement total (t/any)	Energia a partir del creixement (teps/any)
Vall de Cardós	13.900	78	2,3	1.100.000	33.200	19.600
PNAP	63.000	96	2,47	6.055.100	155.400	91.700

Font: Elaboració pròpia en base a informació del DMAH i dels hàbitats CORINE.

Mitjançant el SIG s'apliquen els factors limitants, els quals permeten adequar el càlcul de la biomassa potencial (Taula 19.2.) a aprofitable (Taula 19.3.). Aquest resultat descriu la biomassa en forma de bosc i vegetació (arbustiva i herbàcia) que és apte per ser aprofitada en funció de l'accessibilitat. Per una accessibilitat idònia s'obtenen **3.100** teps/any, en canvi amb una pitjor accessibilitat la quantitat energètica assolida baixa fins els **1.900** teps/any.

Taula 19.3. Síntesi del procés seguit per al càlcul de l'energia aprofitable a la Vall de Cardós.

	Tots els vials accessibles		Tots els vials accessibles excepte un 50% en els camins tradicionals	
	30 m	50 m	30 m	50 m
Superfície amb recursos aprofitables (Bosc i Vegetació) (ha.)	1.641	2.209	1.316	1.565
Producció mitjana de la Vall (t/ha/any) p.s.e.	2,38	2,38	2,38	2,38
Producció total (t/any) p.s.a (30% d'humitat)	5.077	6.835	4.072	4.842
Potencial energètic (teps/any) p.s.a	2.304	3.102	1.848	2.198

Font: Elaboració pròpia en base al SIG.

20. ESTERRI DE CARDÓS

20.1. ENERGIA DE LA BIOMASSA DISPONIBLE EN BASE AL MIRABOSC ONLINE I LA CARTOGRAFIA DIGITAL

L'estudi de la biomassa de les forests d'Esterrí de Cardós es realitza a partir de les dades obtingudes del Projecte d'Ordenació de les forests C.U.P. 140 "Canal de Gallinera" i 141 "Sarredo – Manyanero". Les forests tenen una superfície de **384** ha en el cas de la forest 140 i **890** ha de la 141 tal i com s'observa a la Taula 20.1.

Taula 20.1 Superfícies de les forests obtingudes digitalment des de l'ortofotomapa de les forests a escala 1:5.000.

Forest		Superfície (ha)	
140	Forestal	Arbrada ²⁷	206,06
		No arbrada ²⁸	178,11
		Total	384,17
	Inforestal ²⁹		
	Total		384
141	Forestal	Arbrada	659,37
		No arbrada	223,079
		Total	883,16
	Inforestal		6,70
	Total		890

Font: Projecte d'Ordenació de les forests 140 i 141

Estat Forestal

Ambdues forests presenten valors superiors al 50% en superfície forestal arbrada (Figura 20.1.). La forest 140 té un 54% de cobertura arbòria mentre que la forest 141 arriba fins al 74%. En total, per a les dues forest, la superfície corresponent a biomassa forestal arbrada suma **865** hectàrees que representen un **68%** de la superfície.

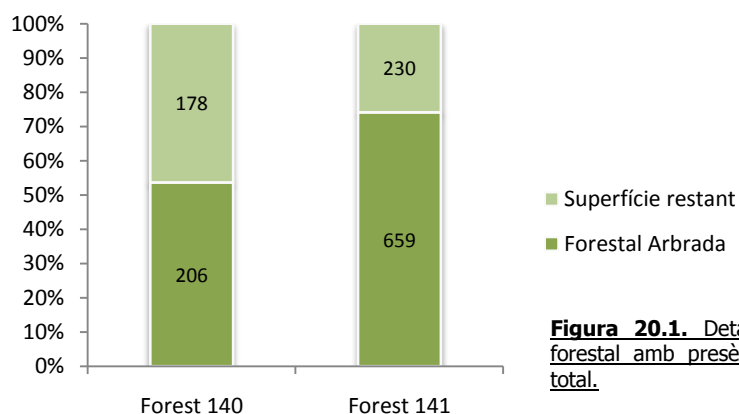


Figura 20.1. Detall de la superfície (ha) forestal amb presència d'arbres respecte la total.

²⁷ Arbrada és la superfície forestal amb presència d'arbrat, incloent arbrat petit de regeneració i l'arbrat existent en la zona de tallafoç.

²⁸ No arbrada és la superfície poblada per matollar o pastures, susceptible de ser repoblada per l'arbrat.

²⁹ Inforestal és la superfície rasa no susceptible de ser repoblada (roquissars, pistes forestals...)

En referència al tipus de cobertura de cada forest, observem que en conjunt hi ha 400 ha forestals no arbrades les quals representen el **31%** del total de la superfície de les forests (**1.274** ha).

Les principals espècies arbòries de les forests 140³⁰, 141a³¹ i 141e³² amb diferència són el pi negre amb 488 ha, el bedoll amb 324 ha i el pi roig amb 22 ha, acompanyades d'altres de secundàries com són el trèmol i el roure entre d'altres amb molt poca superfície ocupada (Figura 20.2.).

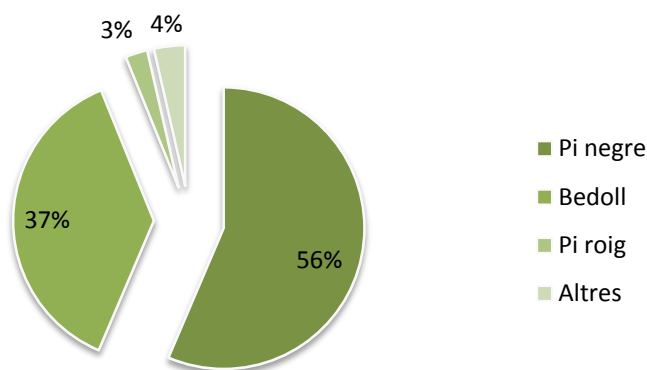


Figura 20.2. Detall en percentatge de la representativitat d'espècies a la superfície forestal arbrada de les forests.

Divisió de les forests

Des del Projecte d'Ordenació, es fa una divisió de les forests CUP 140 i 141 en **rodals**³³, els quals permeten definir-les en funció de les espècies, la qualitat i l'edat (Madrigal, 1994). L'estructuració d'aquests rodals segueix uns criteris específics: espècie principal, classe d'edat, tractament silvícola actual i futur, topologia del terreny, cobertura arbustiva i herbàcia... La morfologia dels rodals són sempre polígons tancats que permeten una millor gestió. Aquesta rodalització conforma un total de 228 rodals, 24 a Canal Gallinera i 194 a Sarredo-Manyanero.

La segona divisió que es realitza des del Projecte d'Ordenació és la determinació de **quarters**³⁴, que permeten identificar les diferents intensitats d'inventari. Aquest resultat s'aconsegueix amb l'agrupació dels diferents rodals amb un mateix mètode de gestió (productors, protectors, recreatius...). D'aquesta manera la forest queda dividida en unitats majors de gestió.

³⁰ La forest CUP 140 "Canal de Gallinera" està principalment ocupada per Balegars pel que fa a la plana solana de Ginestare. La zona forestal es troba a la Mata de Mollasos amb espècies com *Pinus uncinata* i *Beduña pendula* com a espècies dominants i *Pinus sylvestris* i altres en menor quantitat.

³¹ La forest CUP 141a "Sarredo – Manyanero" està composta a la part més baixa de l'obaga de *Betula péndula*, acompanyada d'altres com el pi roig, roure, cirerer, trèmol, freixe, etcètera. A la part més baixa de la solana hi ha l'únic rodal de carrasques de les dues forests. La part mitjana està ocupada per bedoll amb pi roig i/o pi negre. A la part superior trobem el pi negre.

³² A la CUP 141e "Sarredo – Manyanero" trobem pi negre en zones mitjanes – altes amb pastures subalpines de *Festuka skia* i *Nardus stricta*. Les zones baixes estan ocupades de bedoll.

³³ **m.** Tros d'un terreny que es distingeix del circumdant per alguna circumstància, esp. per les plantes que hi neixen.

³⁴ **m.** Qualsevol de les quatre parts aprox. iguals en què es divideix un tot.

Els quaters defineixen la funció majoritària dins la zona delimitada, però en un mateix quarter poden haver altres funcions i per tant diferents usos. A continuació (Taula 20.2.) s'observa la classificació per quaters i la seva funció, així com el nombre total de rodals que els formen i el total de superfície que ocupen.

Taula 20.2. Tipus de quaters i funció. Rodals que els formen i la superfície que ocupen.

Quarter	Nom	Funció	Nº rodals	Superfície (ha)
A	Productor	L'ús principal és el fusterer, amb altres de secundaris com aprofitament de mel,...	54	214,42
B	Pascícola	L'ús principal és l'aprofitament de pastures directament, per bestiar juntament amb altres.	47	328,29
C	Recreatiu-pascícola	L'ús principal és la realització d'activitats de lleure i creació d'infraestructures per a les mateixes, així com també l'ús pascícola.	7	36,24
D	Protector del sòl	Mantenir l'estabilitat de la forests, i evitar processos erosius i Pèrdua de sòl.	66	339,40
E	Conservació de la biodiversitat	Mantenir els ecosistemes que permeten l'existència d'espècies protegides presents, i també dels que tenen gran importància ecològica degut a la seva maduresa.	54	288,51
Total	-	-	228	1.267

Font: Elaboració pròpia, en base al Projecte d'Ordenació de les forests 140 i 141

S'observa a la Figura 20.3. que els quaters més proteccionistes (D i E) representen el 50% de la superfície de les forests, ocupant 628 hectàrees. En canvi, els quaters destinats a l'aprofitament dels recursos forestals (A i B) es situen en el 42% amb 542 ha, mentre que el quarter amb caràcter recreatiu (C) solament està representat pel 3% de la superfície.

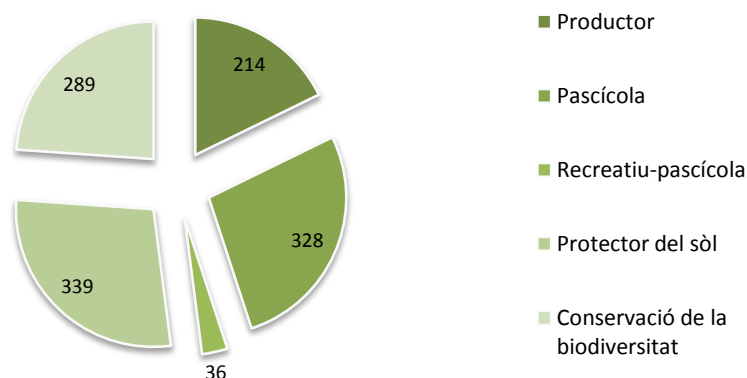


Figura 20.3. Detall de la superfície (ha) de cada

Per últim es subdivideixen les forests en **cantons**³⁵, els quals presenten límits fixos que permeten una subdivisió permanent del territori. A la Taula 20.3. es reflecteix la divisió de la zona per cantons, així com la superfície de cadascun i el volum de fusta que s'hi troba.

Taula 20.3. Característiques de superfície i volum dels diferents cantons.

Cantons	Nom	Superfície (ha)	Volum (m ³ /ha)
I	Solà de Ginestarre est	143,45	6,55
II	Canal Gallinera i Tudela	58,69	70,23
III	Bosc de Ginestarre	80,35	157,18
IV	Solana de Mallanera	54,33	26,78
V	Bosc d'Aureda	59,34	172,03
VI	Pala de Sedorn	57,78	45,90
VII	Peguera	71,18	42,17
VIII	Sardes	74,95	121,53
IX	Plà de Negua	28,54	88,48
X	La Sucarrada Espessa	50,84	164,84
XI	Bosc d'Arrós	90,25	165,82
XII	Mata d'Arrós	46,87	52,94
XIII	Les Caubes	48,94	28,82
XIV	Roca d'Arrós	17,27	0,00
XV	Crues i Santaplaus	44,53	5,97
XVI	Solà de Ginestarre oest	56,32	0,00
XVII	Mata de Mollassos	43,31	48,14
XVIII	Mollassos d'Esterri	36,77	16,38
XIX	Ermes de Farrea	38,35	30,32
XX	Les Plaus	33,29	180,65
XXI	Fontifreda	45,79	168,05
XXII	Pala de Fonteana	31,47	230,64
XXII	Riberado	27,12	71,79
XXIV	Llebastes i Ortós	27,163	31,73
Total		1.267	1.926

Font: Projecte d'Ordenació de les forests 140 i 141

Càlcul d'existències

A continuació (Taules 20.4., 20.5 i 20.6) es presenta el creixement forestal de les forests en funció dels quaters i de les espècies majoritàries en les tres zones. Aquest càlcul d'existències permet determinar la quantitat de biomassa forestal aprofitable d'aquestes forests.

³⁵ **m.** En una figura poligonal, part pròxima al punt on es troben dos costats.

Taula 20.4. Creixement a la forest 140.

Quarters	Pinus sylvestris (m ³ /any)	Pinus uncinata (m ³ /any)	Total coníferes (m ³ /any)
A	0	0	0
B	0	216,272	216,272
C	0	216,394	216,394
D	48,392	69,441	117,834
E	11,251	490,603	501,854
Total	59,6	604,7	664,3

Font: Projecte d'ordenació de les forests 140 i 141

Taula 20.5. Creixement a la forest 141a.

Quarters	Pinus sylvestris (m ³ /any)	Pinus uncinata (m ³ /any)	Total coníferes (m ³ /any)
A	165,128	280,179	445,308
B	4,398	3,269	7,668
C	0	0,367	0,367
D	5,549	131,264	136,814
E	31,322	1,405	32,728
Total	206,4	416,5	662,9

Font: Projecte d'Ordenació de les forests 140 i 141

Taula 20.6. Creixement a la forest 141e.

Quarters	Pinus sylvestris (m ³ /any)	Pinus uncinata (m ³ /any)	Total coníferes (m ³ /any)
A	74,053	858,423	932,477
B	23,950	9,479	33,430
C	0	0	0
D	5,947	183,209	189,157
E	3,181	707,258	710,440
Total	107,1	1.758,4	1.865,5

Font: Projecte d'Ordenació de les forests 140 i 141

Els quarters han estat agrupats com compatibles amb l'extracció o protegits en base a la definició de les seves funcions. Els quarters considerats compatibles (A-B-C), no presenten cap limitació per realitzar un aprofitament de la biomassa forestal. Tenen un creixement de **1.852** m³/any. En canvi, els quarters més proteccionistes (D-E), en quant a un aprofitament de la biomassa forestal, tenen un creixement de **1.689** m³/any.

Ambdós casos són creixements similars (Figura 20.4.). En total, la producció en biomassa per a les forests és de **3.541** m³/any comptabilitzant cada quarter. A la Figura s'observa com el creixement de les coníferes (*Pinus sylvestris* i *Pinus uncinata*) a la forest 141 és **2,4 vegades** superior que el de la forest 140.

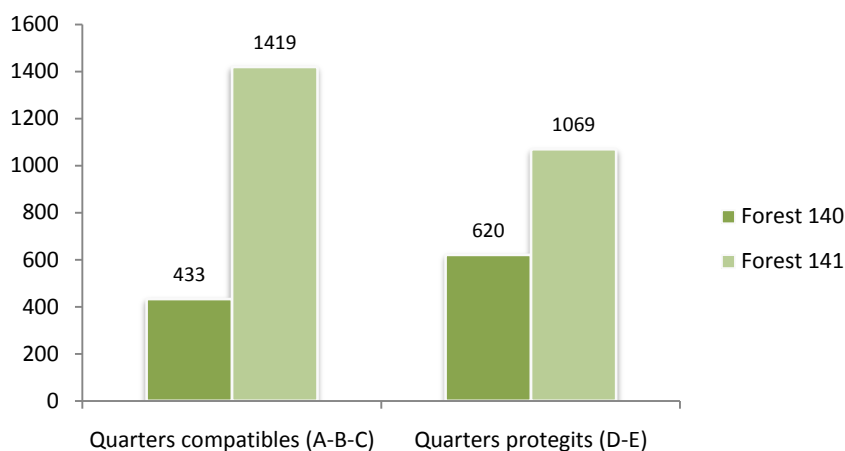


Figura 20.4. Detall dels creixements de les coníferes (m³/any) en les forests 140 i 141, agrupats en quaters productors o proteccionistes.

A partir de les dades de superfícies i creixements, relatives a les dues forests que comprenen el municipi d'Esterri de Cardós, es determina la biomassa susceptible de ser aprofitada. Aquesta biomassa forestal compren **3.193** m³ de noves coníferes cada any. Mentre que la superfície forestal comptabilitzada és de **1.267** ha (384 ha per la forest 140 i 883 ha per la forest 141). Aquestes dades permeten estimar el creixement de biomassa total, biomassa del quarter compatible i biomassa del quarter protegit, per hectàrea de forest (Taula 20.7.).

Taula 20.7. Biomassa potencial (creixements) per a la superfície forestal inclosa al PNAP del municipi d'Esterri de Cardós.

Biomassa (pse)	Superfície forestal (ha)	Creixement compatible (m³/ha/any)	Creixement protegit (m³/ha/any)	Creixement total (m³/ha/any)	Energia* potencial compatible (teps/any)	Energia* potencial total (teps/any)
Esterri de Cardós	1.267	1,5	1,3	2,8	850	1.600

Font: Elaboració pròpia en base al Projecte d'Ordenació Forestal (POF).

El potencial energètic ha estat calculat en base a la densitat mitjana³⁶ de 750 kg/m³ en pes sec ambient³⁷ (humitat al 30%) de la fusta del *Pinus sylvestris* i del *Pinus uncinata*. L'energia generada amb la biomassa compatible és del **54%** respecte la potencial total. Tot i així, és una energia que cal ajustar mitjançant els factors considerats (apartats anteriors) per un aprofitament forestal.

A la Taula 20.8. s'ha diferenciat entre l'energia produïda a partir del creixement de la biomassa en un quarter compatible, de l'energia que s'obté on tots els quaters són aptes per aprofitar el creixement de la biomassa.

³⁶ Densitat extreta del IEFC. ($\rho = 577$ kg/m³ en pes sec per a la fusta de les coníferes)

³⁷ Conversió (1 t psa = 1,3 t pse) establerta a l'Avaluació de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal del parc de Collserola.

Taula 20.8. Síntesi del procés seguit per al càlcul de l'energia aprofitable al municipi d'Esterri de Cardós.

	Tots els vials accessibles		Tots els vials amb la consideració del 50% dels camins tradicionals	
	30 m	50 m	30 m	50 m
Superfície amb recursos aprofitables (Bosc i Vegetació) (ha)	155	212	110	148
Creixement mitjà compatible (m³/ha/any) p.s.e	1,5	1,5	1,5	1,5
Creixement mitjà total (m³/ha/any) p.s.e	2,8	2,8	2,8	2,8
Producció compatible (m³/any) p.s.e	233	318	165	222
Producció total (m³/any) p.s.e	434	594	308	414
Potencial energètic compatible (teps/any) p.s.a	103	141	73	98
Potencial energètic total (teps/any) p.s.a	192	263	136	183

Font: Elaboració pròpia en base al POF i al SIG.

De nou, el càlcul del potencial energètic (Taula 20.8.) s'ha obtingut a partir de la densitat mitjana ($\rho \sim 750 \text{ kg/m}^3$) en pes ambient de la fusta de les dues principals espècies (*Pinus sylvestris* i *Pinus uncinata*) que creixen a les forests 140 i 141 d'Esterri de Cardós.

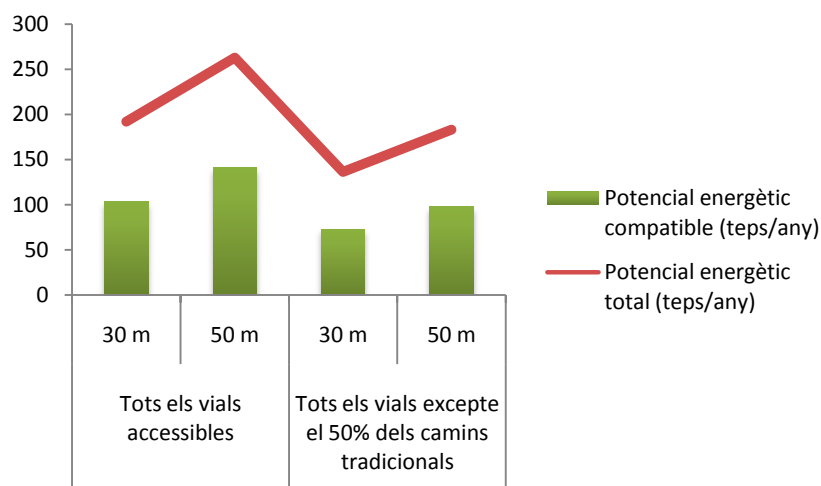


Figura 20.5. Detall del potencial energètic (aprofitable i total) que s'obté a partir del creixement de les coníferes i amb les limitacions d'aprofitament forestal, pel municipi d'Esterri de Cardós.

La Figura 20.5. compara l'energia aprofitable, a partir del creixement de les coníferes en quaters compatibles, amb l'energia potencial, considerada en base a tots els quaters. Aquest resultat està fonamentat amb les limitacions silvícoles d'extracció per a la biomassa forestal (detallades anteriorment). Per unes condicions de baixa accessibilitat i limitant l'aprofitament a les zones qualificades com a compatibles, l'energia assolida és de **70** teps/any. En canvi, si es permet un aprofitament global de tots els quaters i l'accessibilitat és alta, l'energia assolida ascendeix fins els **260** teps/any. Aquesta diferència suposa un augment del **260%** respecte la situació menys favorable.

Aprofitament actual: Planificació forestal

La zona d'estudi té configurada una planificació forestal a partir del Projecte d'Ordenació que defineix el tipus d'actuacions a realitzar a cada rodal i l'ordre de prioritats de cadascun. Aquesta planificació es classifica en el Pla General i el Pla Especial que determinen les actuacions que s'han de dur a terme durant els propers vint anys en el primer cas i el desglossament dels primers 10 anys del Pla General en el darrer cas. A partir del estudi de les actuacions planificades es determina un procediment que valori la quantitat de biomassa aprofitable de les actuacions silvícoles.

- **Pla General**

La gestió a portar a terme per cada rodal es troba definida a partir dels usos que se'ls ha atorgat amb la inclusió a un quarter determinat. Per concretar en les actuacions que es duren a terme, cal estudiar algunes variables com: la descripció silvícola, que determina l'edat actual amb l'edat corresponent en el seu estat silvícola actual; la prioritat d'actuació, on es determina la urgència de tractament de la zona en el període de deu anys que marca el Pla Especial; i l'ús principal.

L'elecció d'espècies principals i secundàries es defineix segons el quarter que es gestiona. En el quarter productor **(A)**, per rodals monoespecífics, les principals espècies de producció fustera són el pi negre o el pi roig. En canvi en els rodals mixtes es determina que es conservi l'atractiu paisatgístic i el valor ecològic, encara que es tendeix a conservar les espècies amb major valor fusterer. L'ordre de prioritat de les aclarides transcorre: pi negre, pi roig i bedoll. Aquestes condicions productives li han permès estar qualificat com un quarter compatible per a un aprofitament de la biomassa forestal, ja sia per realitzar un aprofitament directe de la biomassa aèria o indirecte mitjançant la biomassa residual de les actuacions silvícoles.

En el quarter Pascícola **(B)**, es proposa potenciar les pastures i recuperar-ne d'altres per cremes pre-escrites. A les forests 141a i 141e es vol potenciar la zona de bedollar com a una devesa per a un millor pasturatge dels ramats. Aquest quarter presenta una planificació en cremes pre-escrites les quals es poden substituir per un aprofitament en biomassa. Per aquesta característica ha estat considerat un quarter compatible amb l'extracció de biomassa, sempre i quan l'accessibilitat ho permeti.

En el quarter recreatiu-pascícola **(C)** es busca millorar la massa des del punt de vista ecològic i paisatgístic. Aquestes millores, mitjançant les actuacions silvícoles corresponents, generen una quantitat de biomassa aprofitable que cal considerar. Per tant, es considera un quarter compatible del qual l'aprofitament de la biomassa forestal serà en forma residual.

El quarter de protecció del sòl **(D)** potencia la no actuació per tal de no causar erosió ni cap tipus de pèrdua de sòl. En aquest quarter l'aprofitament de biomassa forestal serà limitat, la qual cosa li ha determinat la consideració de no compatible. Tot i així, la biomassa residual sempre està present ja sia de forma natural o per actuacions de conservació de les arbrades.

Al quarter de conservació de la biodiversitat (**E**), es diferencien dues zones; Àrees de Gestió Dirigida (AGD) i Àrees d'Interès a Evolució Natural (AIEN). En les zones AGD es poden realitzar accions de recuperació poc intensives, a partir de les quals la biomassa residual resultarà poc significativa. A les AIEN es deixa que evolucionin de manera natural. D'aquesta manera, aquest quarter presenta un potencial de biomassa residual baix i, juntament, amb el fet d'estar consolidat per a la conservació de la biodiversitat determina que sigui considerat no compatible amb l'extracció de biomassa.

- **Tractament silvícola aplicat a les masses productores (A)**

El Projecte d'Ordenació utilitza una metodologia anomenada Tipus de bosc Final (TBF)³⁸, on es defineixen les estratègies silvícoles de gestió necessàries per desenvolupar un tipus d'estructura de massa forestal al final del torn de maduresa. A partir d'aquesta metodologia es defineixen dos TBF en funció de l'espècie productora dominant amb l'objectiu d'acabar disposant de fusta de qualitat per a les serradores de la comarca.

Per aconseguir l'estructura de bosc definit, es compara l'estructura actual de cada rodal definida al Pla General i es determinen les actuacions que cal dur a terme. En els casos en que l'estructura del rodal es troba alterada en comparació amb el TBF, cal adaptar-la paulatinament, a partir de mètodes de millora per a aconseguir els diàmetres finals desitjats i els torns de tala. En aquest cas l'obtenció de biomassa forestal és en forma residual i prové dels tractaments silvícoles aplicats per millorar l'estructura del bosc.

En el cas contrari, si l'edat i l'estructura dels arbres es troba molt avançada i aquests rodals no es veuen modificats amb els treballs de millora, cal iniciar els tractaments de regeneració arbòria. Les necessitats d'aclarides estan calculades a partir del factor (h/d), que relaciona l'alçada mitjana amb el diàmetre mitjà del rodal. Si la relació es troba entre 70-90 és un bosc d'espessor normal, entre 90-100 li cal una aclarida, entre 100-125 s'ha esperat molt i cal una aclarida amb cura, i si supera els 125 cal fer una tallada arreu, ja que si s'aclareix la massa es desestabilitzarà amb el vent, o el pes de la neu. A partir de les actuacions d'aclarides o tallades arreu de masses boscoses no desitjades es genera de forma directe una quantitat de biomassa aèria apta per ser aprofitada.

En masses forestals fixes es defineix una gestió adaptada a l'espècie predominant, conservant un número mínim de peus de 25-50/ha de les altres espècies al final de torn, per garantir el valor paisatgístic i ecològic.

- **Tractament silvícola per a les masses no productores**

Els tractaments depenen de les característiques de gestió dels quarters definits anteriorment. A continuació (Taula 20.9.) s'esmenten els tractaments capaços de generar biomassa forestal:

³⁸ González, 1996.

Taula 20.9. Tractaments per a les masses no productores de les forests 140 i 141.

Quarter pascícola (B)	Estassada de matoll per millorar el pas i pastoreig del bestiar, adevesament de la zona.
Quarter recreatiu - pascícola (C)	Entressaca de peus malalts, poda alta per donar sensació d'espai de lleure, estassada de matolls, aclarides baixes i mixtes fins a un marge de 300-150 peus/ha i trituració de les restes.
Quarter protectors del sòl (D)	Entressaca de peus malalts i trituració de les restes per afavorir la formació de sòl.
Quarter conservador de la biodiversitat (E)	Actuacions a les zones AGD; entressaca de peus malalts, selecció de tanys per a recuperar rouredes o alzinars, podes baixes per afavorir l'entrada de llum i ràpida regeneració, estassada de matoll si aquest no deixa passar la llum i trituració de les restes.

Font: Elaboració en base al POF.

- **Pla Especial**

Té com a vigència deu anys, la meitat de la durada del Pla General. En aquest Pla, es gestionen els rodals definits com a prioritaris. Són els rodals definits amb prioritat 1 i 2, principalment dels quaters productors i pascícoles, encara que també hi ha algunes àrees assignades com a Àrees de Gestió Designada (AGD) i algunes zones del quarter de conservació del sòl.

Aquest Pla inclou una taula amb les densitats actuals, la densitat d'extracció i la densitat final després de l'actuació per classes diamètriques. Aquestes densitats són relatives a les dues espècies amb més caràcter fusterer de les forests: pi negre i pi roig.

El càlcul de les possibilitats d'aprofitament en biomassa dels rodals de les forests s'avalua a partir dels volums d'extracció dels tractaments de regeneració i de millora de les espècies principals³⁹ i intermèdies⁴⁰, respectivament. La quantitat de biomassa aprofitable a partir de millores forestals es calcula en base als volum a extraure per aclarides (també de plançoneda), així com de tallades extraordinàries que no suposen posterior regeneració⁴¹. En els tractaments de regeneració, la biomassa forestal prové de les tallades immediates.

L'estimació del potencial aprofitable de la forest 141e és de **340 m³/any** de regeneració i **180 m³/any** de millora. Pel que fa a la forest 141a és de **190 m³/any** de regeneració i **70 m³/any** de millora, mitjançant les dades d'existències i de creixements per a cada rodal, facilitades pel POF.

³⁹ Pi negre, Pi roig.

⁴⁰ Bedoll,

⁴¹ Madrigal, 1994

Biomassa residual de les actuacions planificades

Les tallades de fusta, definides al Projecte d'Ordenació, es realitzen en base al mètode de Tipus de Bosc Final que determina les masses forestals futures. Per tant, es segueixen unes directrius de gestió que propicien una obtenció de la biomassa de forma progressiva i en diferents etapes. La gestió ve determinada per les característiques dels diferents rodals agrupats per funcions en quaters.

El Pla General contempla unes línies generals d'actuació per a cada quarter, en canvi, és el Pla Específic el que determina accions més concretes durant els deu primers anys del Pla General. Les accions s'efectuen anualment i estan destinades als rodals definits amb prioritat alta. Aquests rodals pertanyen al quarter de producció (A), amb una massa forestal aprofitable més gran. En aquest quarter únicament s'exploten les coníferes deixant sense aprofitar altres espècies com el bedoll.

Taula 20.10. Tractament de millora (m³/any) de les coníferes en el quarter (A) per a les dues forests (2007-2008).

Rodal	Total coníferes	Total coníferes per serra	Total a extreure per millora	Fusta extreta per serra	Biomassa residual
160	1.320,74	932,43	452,81	381,36	71,45
84	3,25	2,74	0,00	0,00	0,00
85	192,95	150,87	0,00	0,00	0,00
91	56,56	45,92	0,00	0,00	0,00
TOTAL	1.574	1.132	453	381	72

Font: Elaboració pròpia, en base al Projecte d'Ordenació de les forests 140 i 141

La Taula 20.10. mostra la producció de les coníferes en el quarter (A) (1.574 m³/any) de les quals 1.132 m³/any són aptes per anar destinades a serra (fusta de qualitat) i la resta (**442 m³/any**) es considera biomassa residual. Aquestes quantitats són potencials ja que realment s'extreuen poc més de 450 m³/any, és a dir, un **29%** del total. La biomassa residual (**72 m³/any**) també és menor de la potencial, en representa el **16%**. Així doncs, les actuacions per tractaments de millora en el període 2007-2008 han estat centralitzades pel rodal 160, del qual s'ha aprofitat el **41%** del potencial en coníferes per serra.

Taula 20.11. Tractaments de regeneració (m³/any) de les coníferes en el quarter (A) per a les dues forests (2007-2008).

Rodal	Total a extreure per regeneració	Fusta extreta destinada a serra	Biomassa residual
120	162,41	111,96	50,44
119	439,11	340,18	98,93
152	240,67	180,86	59,81
121	258,99	192,97	66,02
116	0,00	0,00	0,00
TOTAL	1.101	826	275

Font: Elaboració pròpia en base al Projecte d'Ordenació de les forests 140 i 141

En base a Taula 20.11. s'observa que la biomassa aprofitable per tractaments de regeneració és de **275 m³/any** pel 2007-2008. Aquesta quantitat és **4** vegades superior a la obtinguda per tractaments de millora.

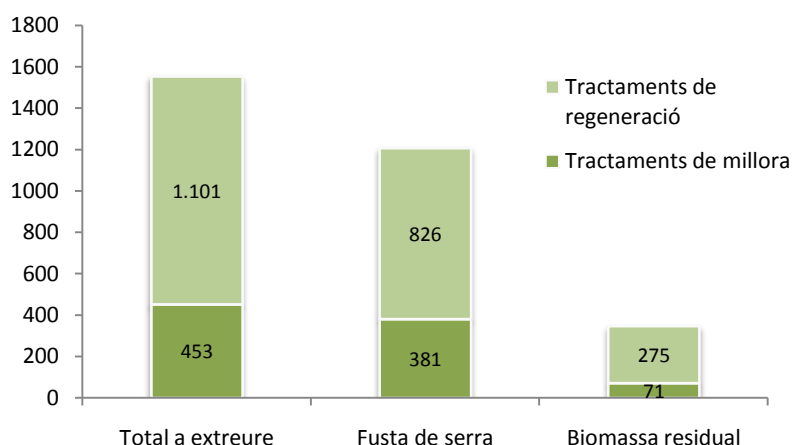


Figura 20.6. Detall dels volums (m³/any) d'extracció planificats per actuacions silvícoles (2007-2008).

La Figura 20.6. recull la informació de les Taules 20.10. i 20.11. per mostrar el total de biomassa destinada a les serreries (fusta de serra) i de subproducte (biomassa residual) que les explotacions forestals no aprofiten actualment. Un total de **1.560 m³** de coníferes estan contemplades per ser extretes mitjançant treballs forestals durant el període 2007/2008. D'aquesta quantitat el **77%** (1.200 m³) es destinen com a fusta de serra i el **23%** restant, que equival a **350 m³** de biomassa residual no té cap sortida. Aquesta biomassa és apta per ser valoritzada mitjançant un aprofitament energètic.

Així doncs, el total de biomassa disponible és de **350 m³** (període 2007-2008), en base als tractaments silvícoles planificats en el Pla Especial del Projecte d'Ordenació Forestal del municipi d'Esterri de Cardós.

Tenint en compte que aquesta quantitat de biomassa està estimada en pes sec estufa cal convertir-la en pes sec ambient, és a dir, amb un 30% d'humitat. Per tant, la biomassa aprofitable ascendeix fins als **450 m³**. Per altra banda, la densitat considerada⁴² d'aquesta biomassa és de 750 Kg/m³ de fusta de coníferes en pes sec ambient.

Taula 20.12. Energia de la biomassa residual per als tractaments silvícoles del Pla Especial (2007-2008).

450 m³	→	337.500 kg	→	1.781.250 kWh	→	150 teps*
--------	---	------------	---	---------------	---	------------------

Font: Elaboració pròpia

$$* 337.500 \text{ Kg} \times \frac{19.000 \text{ KJ}}{\text{Kg}} \times \frac{1 \text{ kWh}}{3.600 \text{ KJ}} \times \frac{860 \text{ Kcal}}{1 \text{ kWh}} \times \frac{1 \text{ tep}}{10^7 \text{ Kcal}}$$

L'obtenció de la biomassa forestal, mitjançant les actuacions planificades en el Projecte d'Ordenació està limitada a les accions de millora o de regeneració forestal (Taules 20.10. i 20.11.).

⁴² A partir de la densitat mitjana en fusta seca de les coníferes ($\rho = 577 \text{ kg/m}^3$) obtinguda del IIEFC i corregida per una humitat del 30% segons s'especifica en el estudi de l'*Avaluació Integrada de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal de Catalunya*.

El POF té detallats, per a cada rodal, els tractaments de regeneració i de millora forestal planificats per any de gestió. De cada treball silvícola planificat hi ha inventariades les dades del volum total d'explotació per a les coníferes i la quantitat destinada a serra. A partir d'aquestes dades inventariades s'obté la quantitat de biomassa residual (sense especificar en el POF) que genera aquestes actuacions i que és valoritzable per un aprofitament energètic.

Si es parteix de la biomassa residual generada en base a les extraccions per regeneració i millora forestal planificades en el Pla general per 20 anys, aleshores es disposa d'una quantitat mitjana de biomassa residual de **530 m³/any** (per regeneracions) i **257 m³/any** (per millores). Aquesta biomassa forestal en pes sec ambient (30% d'humitat) fa disponible **1020 m³/any** per ser aprofitats en la combustió de calderes, generant una energia de **350 teps/any**, tal com s'expressa a la Taula 20.13.

Taula 20.13. Energia de la biomassa residual per als tractaments silvícoles planificats en el Pla General per 20 anys.

1.023 m ³ /any	→	767.325 kg/any	→	4.049.770 KWh/any	→	350 teps*/any
---------------------------	---	----------------	---	-------------------	---	----------------------

Font: Elaboració pròpia

$$* 767.325 \text{ Kg} \times \frac{19.000 \text{ KJ}}{\text{Kg}} \times \frac{1 \text{ KWh}}{3.600 \text{ KJ}} \times \frac{860 \text{ Kcal}}{1 \text{ KWh}} \times \frac{1 \text{ tep}}{10^7 \text{ Kcal}}$$

Els recursos forestal que s'aprofiten cada any corresponen a uns rodals determinats i específics del quarter (A) de producció. Aquesta explotació està definida pel Pla General i es centra en dues espècies concretes (pi negre i pi roig). A partir d'aquest aprofitament s'ha calculat la biomassa residual (**1.020 m³/any**) que pot ser valoritzada per processos de combustió amb la generació d'energia calorífica (**350 teps/any**) pels habitatges.

21. MAPES SIG

21.1. ÀMBIT GENERAL: PARC NATURAL DE L'ALT PIRINEU

Detall del procediment seguit per valorar el potencial energètic de la biomassa del PNAP:

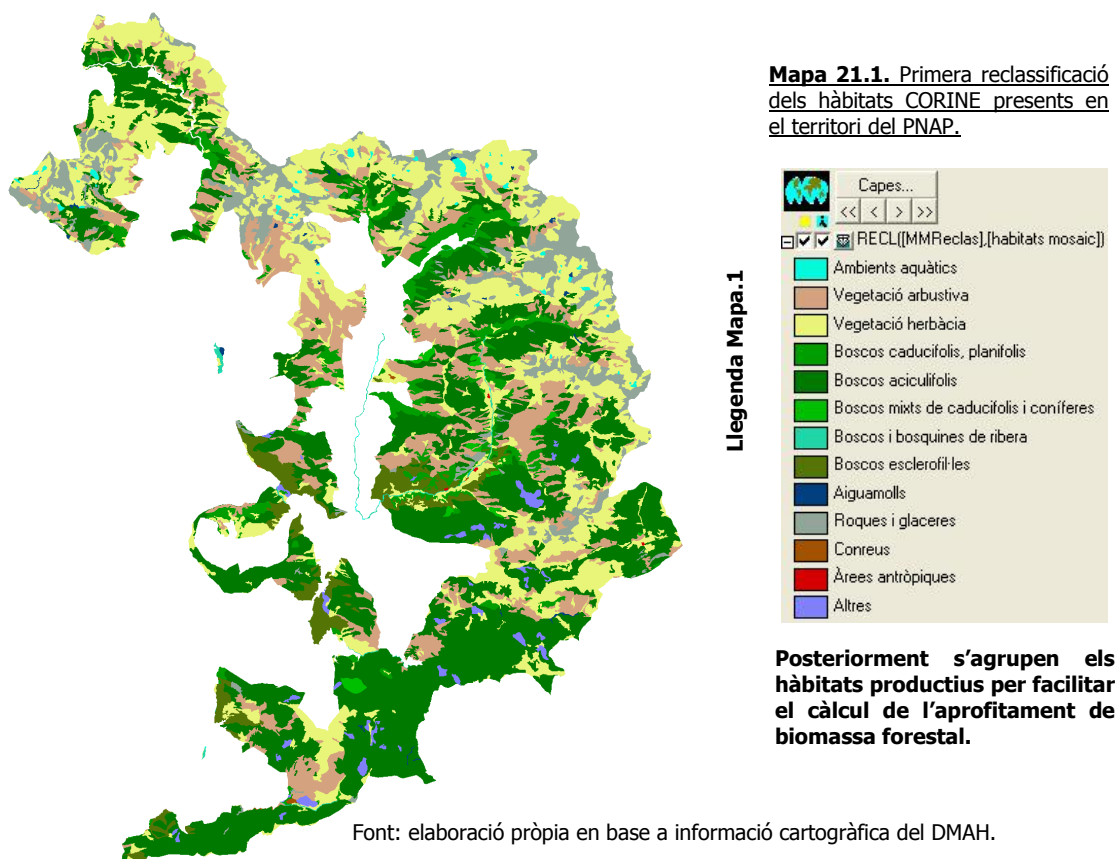


Figura 21.1. Superfície (ha) dels diferents Hàbitats, reclassificats en base als Hàbitats Corine (HC), per l'àmbit del PNAP.

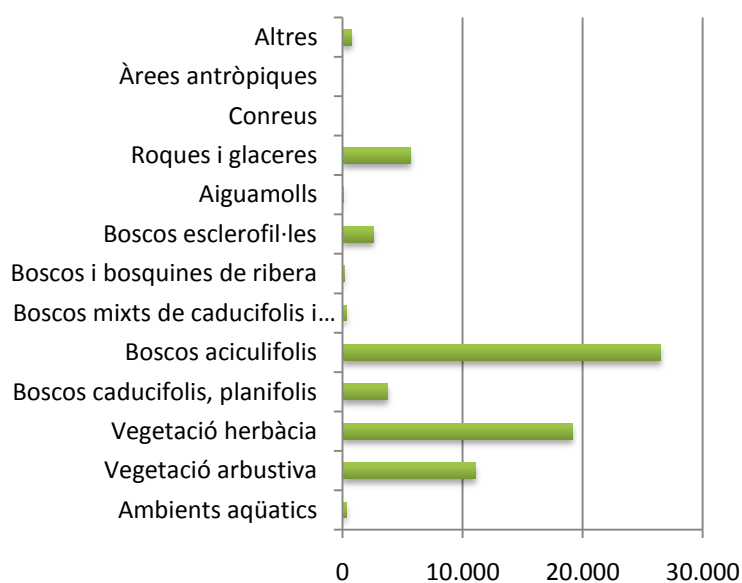
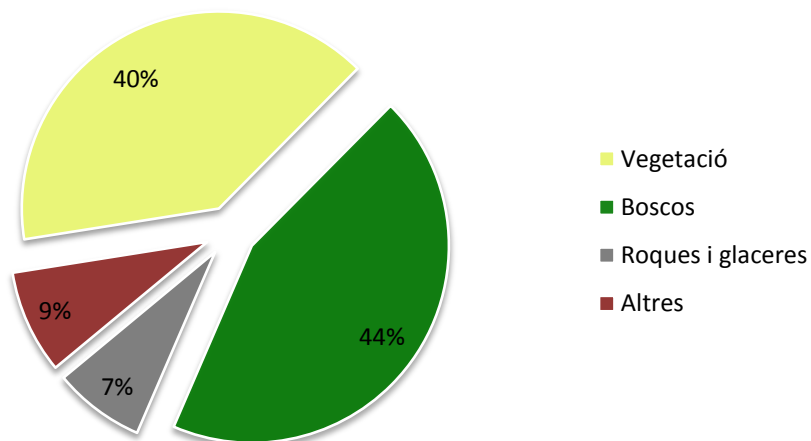
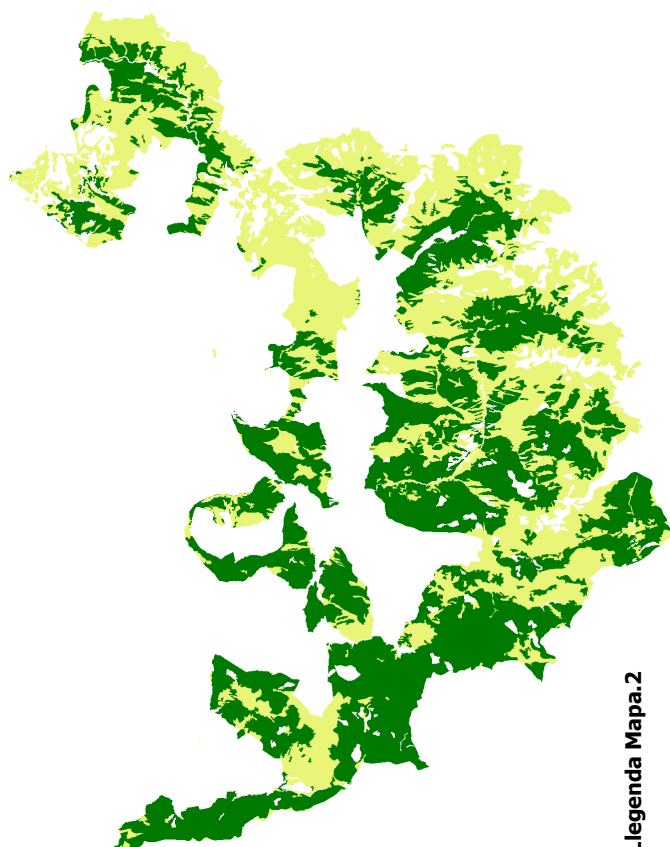


Figura 21.2. Percentatge representatiu dels diferents Hàbitats agrupats per categories, dins l'àmbit del PNAP.



Font: elaboració pròpia en base a informació cartogràfica del DMAH.



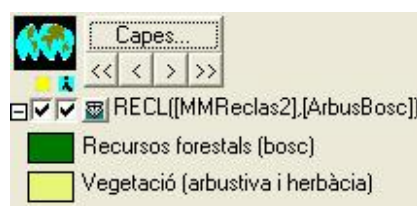
Mapa 21.2. Dels hàbitats productius forestals (boscos i vegetacions) que són potencialment aprofitables.

Superfície total Bosc:
32.872 ha

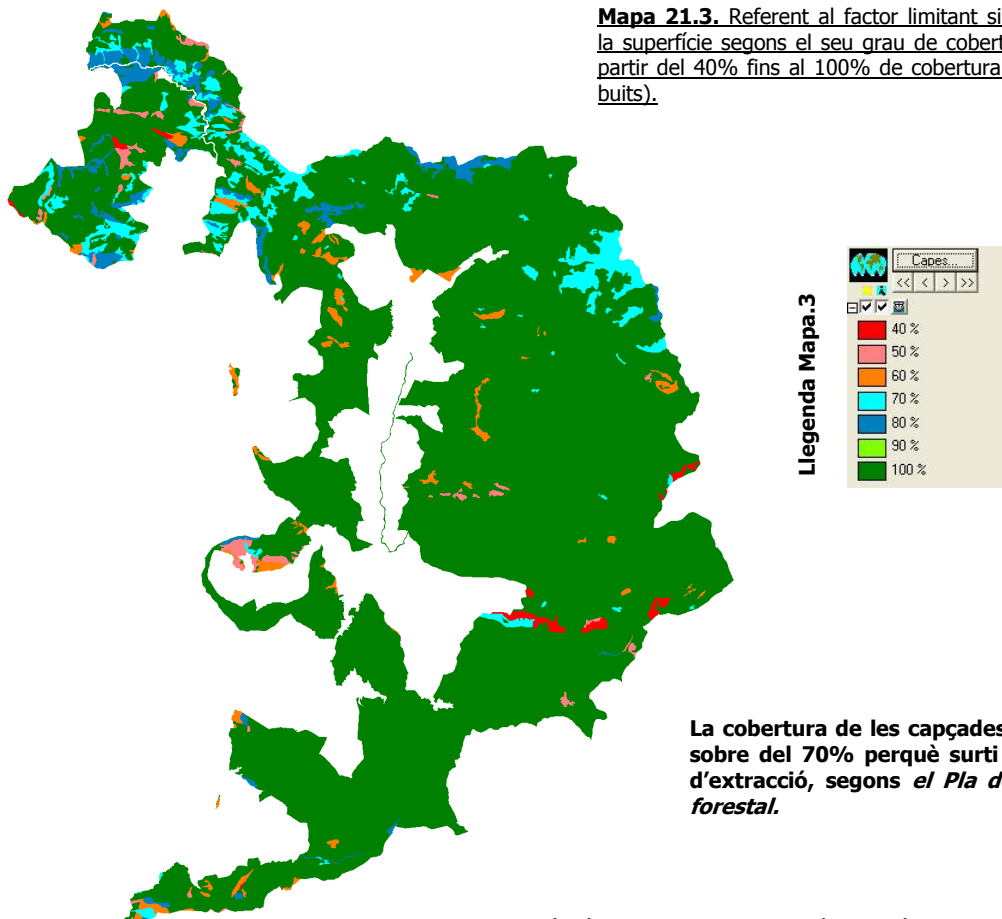
Superfície total Vegetació:
30.257 ha

Aquest total d'hectàrees (63.129 ha) de biomassa forestal aprofitable com a recurs energètic estan restringides per un conjunt de factors limitants d'explotació.

Llegenda Mapa.2



Aquestes limitacions d'exploració estan determinades per factors topogràfics, silvícoles i d'accessibilitat. Es necessari inventariar cadascun d'ells i posteriorment superposar-los de tal forma que s'obtingui un mapa amb el conjunt d'ells.



La cobertura de les capçades s'ha de situar per sobre del 70% perquè surti rendible el procés d'extracció, segons el Pla de Biomassa, àmbit forestal.

Font: elaboració pròpia en base a informació cartogràfica del DMAH.

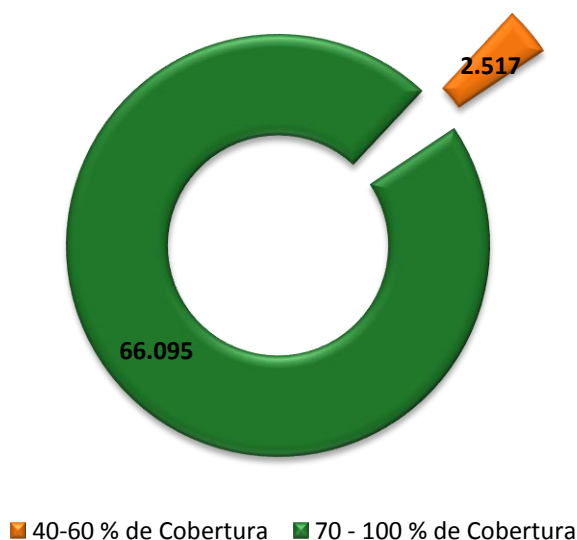
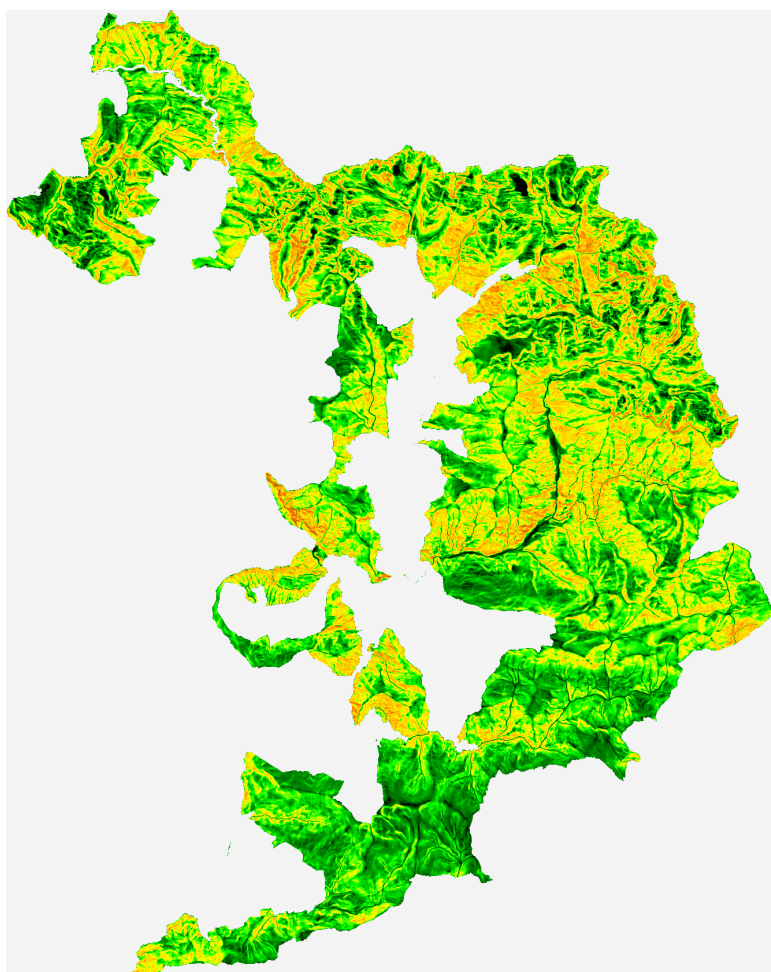


Figura 21.3. Gràfic de la superfície de cobertura en el PNAP agrupada per: rendible per l'exploració (major al 70%) i no rendible (menor al 70%).

Superfície forestal explotable (criteri silvícola):
66.095 ha (94%)

Superfície forestal no explotable:
2.517 ha (6%)

A continuació, els dos darrers factor limitants en l'aprofitament; el pendent de la superfície forestal i la zona d'accessibilitat a partir de les vies d'accés.



Mapa 21.4. de pendents corresponent a la limitació topogràfica. On les zones verdes representen pendents menors i les zones groguenques pendents majors.

Està realitzat a partir del model digital d'elevacions de Catalunya amb una malla regular de 30 x 30 m.

En conjunt de tot l'àmbit del PNAP hi ha un pendent mitjà del 53%. Per superar el factor limitant cal que la superfície a explotar no excedeixi del 60%.

Font: elaboració pròpia en base a informació cartogràfica del DMAH i del ICC.

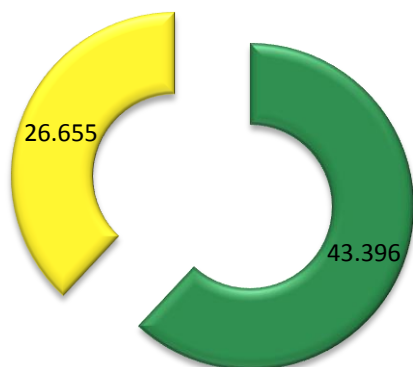


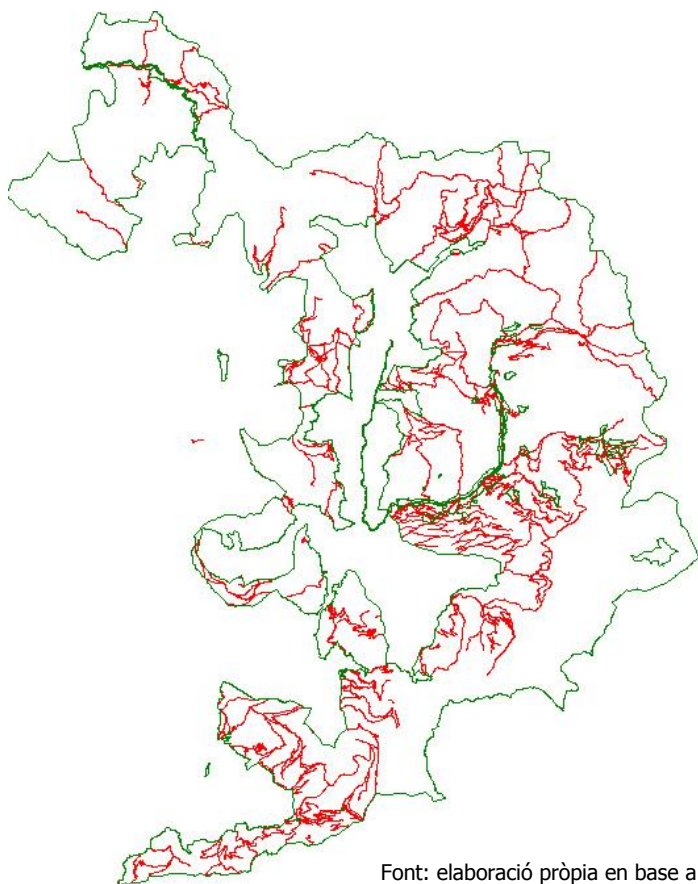
Figura 21.4. del total de superfície del PNAP, agrupada entre: l'explotable (pendent inferior o igual al 60%) i la no explotable (pendent superior al 60%).

El 62% del territori (43.396 ha) té un pendent explotable. En mitjana d'aquesta superfície el pendent es situa al voltant del 39%.

El 38% restant (26.655 ha) té un pendent superior al 60% i, per tant, no explotable.

■ Inferiors o igual al 60% ■ Superiors al 60%

Aquesta capa d'informació recull l'inventari dels vials d'accés: carreteres, camins i pistes forestals que transcorren per la comarca del Pallars Sobirà. Informació obtinguda gràcies a la col·laboració del Professor Jordi Duch. Posteriorment s'ha retallat la zona, fent-la encaixar dins l'àmbit del PNAP.



Mapa 21.5. de la ubicació dels vials d'accés al PNAP, inventariats l'any 2000.

Les pistes forestals són les més representatives, amb el 475 km dels 883 km totals. Aquestes vies d'accés tenen bones aptituds per permetre l'extracció de biomassa.

Igual capacitat d'extracció presenten les carreteres secundàries, encara que, menys esteses en el territori i més transitades.

En canvi, els camins tradicionals amb un total de 385 km tenen una amplada variable que pot dificultar el pas de la maquinària d'extracció.

Un cop delimitats tots els vials es fixa la zona d'accessibilitat en 30 i 50 m per cadascun d'ells. El resultat detalla les hectàrees de sòl accessibles que permeten realitzar un aprofitament de la biomassa forestal.

Font: elaboració pròpia en base a informació cartogràfica del DMAH i del Professor Jordi Duch.

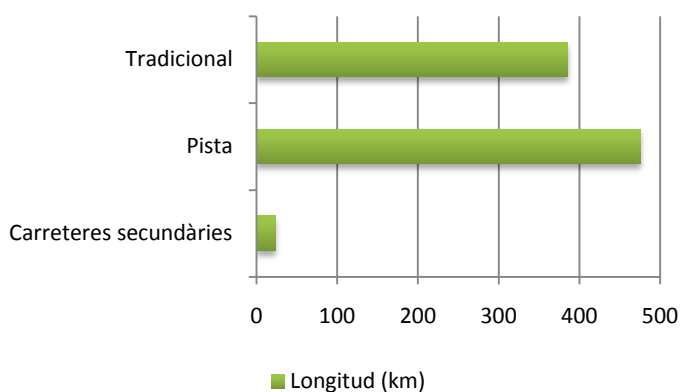
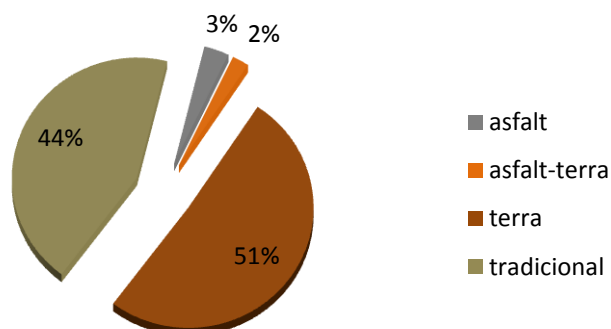


Figura 21.5. Longitud (km) dels diferents vials d'accés a les zones de muntanya del PNAP.

En total es comptabilitzen més de 880 km on les pistes forestals en representen el 53%, les pistes tradicionals el 43% i les carreteres secundàries el 4%.

Figura 21.6. Percentatge segons el tipus de ferm dels diferents vials d'accés.

El tipus de ferm més significatiu és el terrós amb 450 km d'extensió, el segueix el ferm tradicional amb 385 km mentre que els 50 km restants estan formats per asfalt o asfalt-terra.



La superposició de capes consisteix en combinar els paràmetres que limiten l'explotació per obtenir una capa d'informació que permeti sintetitzar els resultats. En el Mapa.6 s'ha realitzat la primera superposició per obtenir les hectàrees productives que compleixen les limitacions silvícoles i topogràfiques. A la segona superposició (Mapa.7) se n'hi ha combinat les superfícies accessibles per completar totes les limitacions.

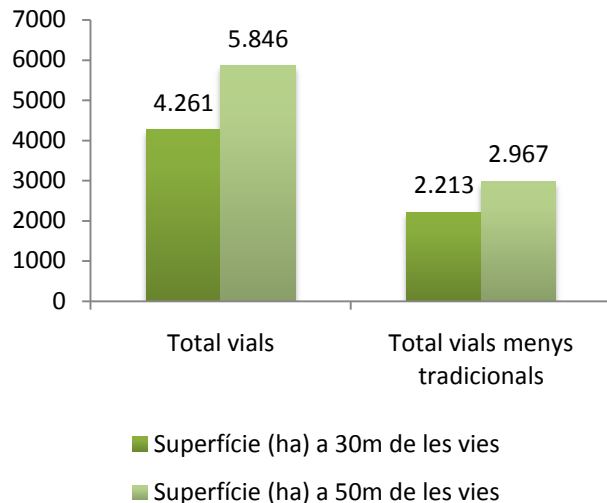


Figura 21.7. Superfície accessible, a 30 i 50 m, a partir dels vials d'accés.

S'hi ha diferenciat la possibilitat de no incloure les vies tradicionals per no sobrevalorar les possibilitats d'accés. Són uns camins amb funcionalitat limitada que caldria analitzar millor quines característiques presenten a l'àmbit del Parc.

Sense comptabilitzar els camins tradicionals es desestimen un 48% d'hectàrees.

L'augment mitjà d'hectàrees accessibles des d'una superfície de 30 a 50m és del 35%.

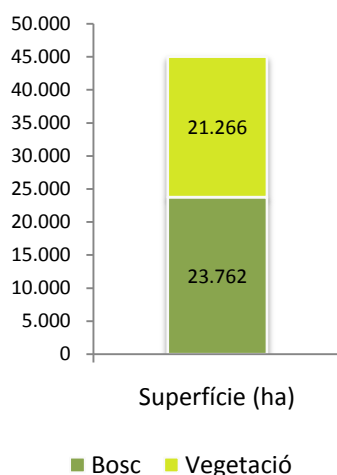
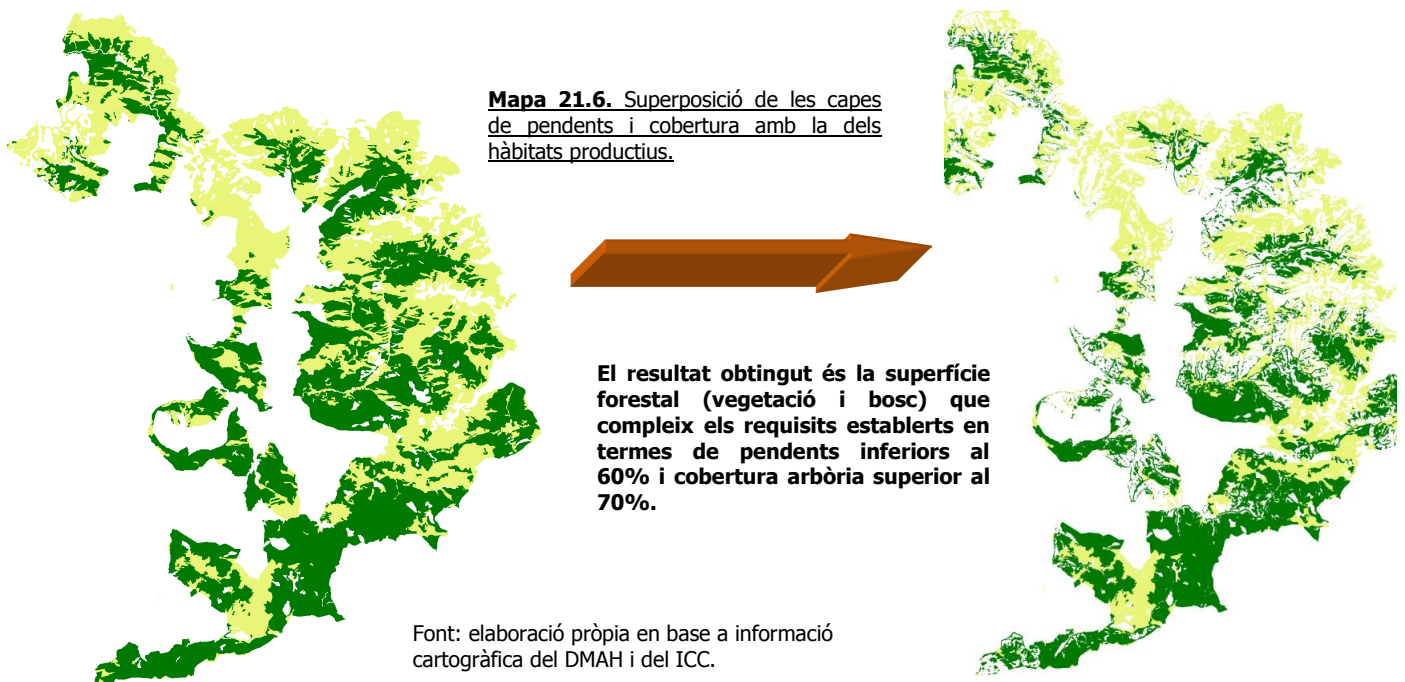
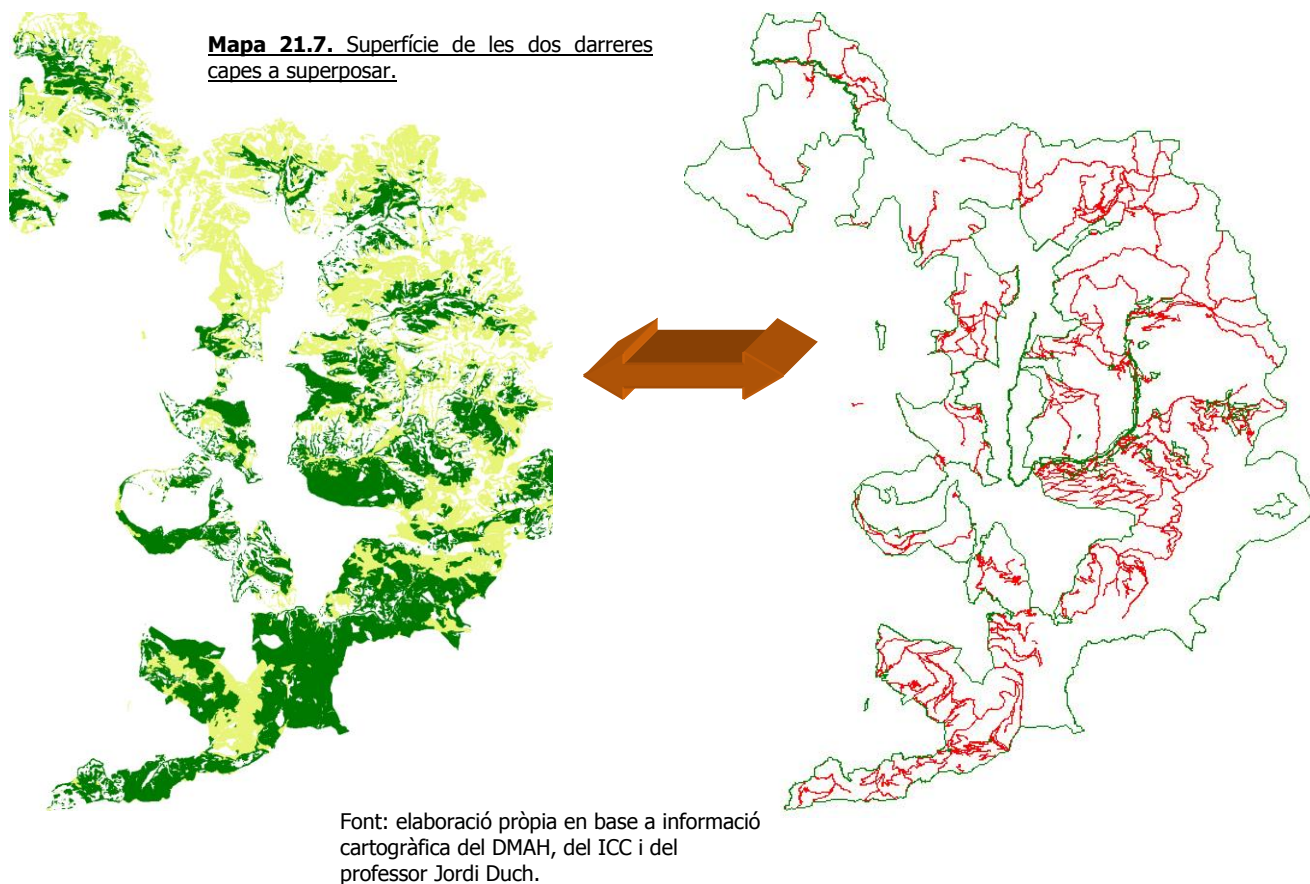


Figura 21.8. Total d'hectàrees de bosc i vegetació que compleixen les condicions (totes menys les d'accessibilitat) per ser aprofitades com biomassa.

Pel que fa a la superfície boscosa es parteix de 32.872 ha per tot el PNAP, de les quals són aprofitables el 72%.

Pel total de les 30.257 ha de vegetació arbustiva i herbàcia són disponibles el 70%.

Per complementar les condicions d'aprofitament es combina la capa amb informació topogràfica (pendents), silvícola (cobertura) i d'hàbitats productius amb la capa d'accessibilitat a 30 i 50 m respecte els vials d'accés. El resultat obtingut modelitza les hectàrees de bosc i de vegetació que són aptes per ser aprofitades.



Les Taules 21.1 i 21.2 són la síntesi de tot el procediment de superposició d'informacions. S'ha diferenciat entre vuit possibles escenaris d'aprofitament forestal. Els quals depenen de l'hàbitat productiu seleccionat (bosc i/o vegetació), la distància respecte el vial seleccionada (30 o 50 m) i dels tipus de vial que es considera accessible (tots o amb la consideració del 50% dels tradicionals).

Taula 21.1. Total d'hectàrees que compleixen els requisits per ser aprofitades com biomassa forestal.

	Superfície explotable (ha) considerant tots els vials accessibles	
	30 m	50 m
Bosc	2.110	2.867
Vegetació	1.300	1.749
Total	3.410	4.616

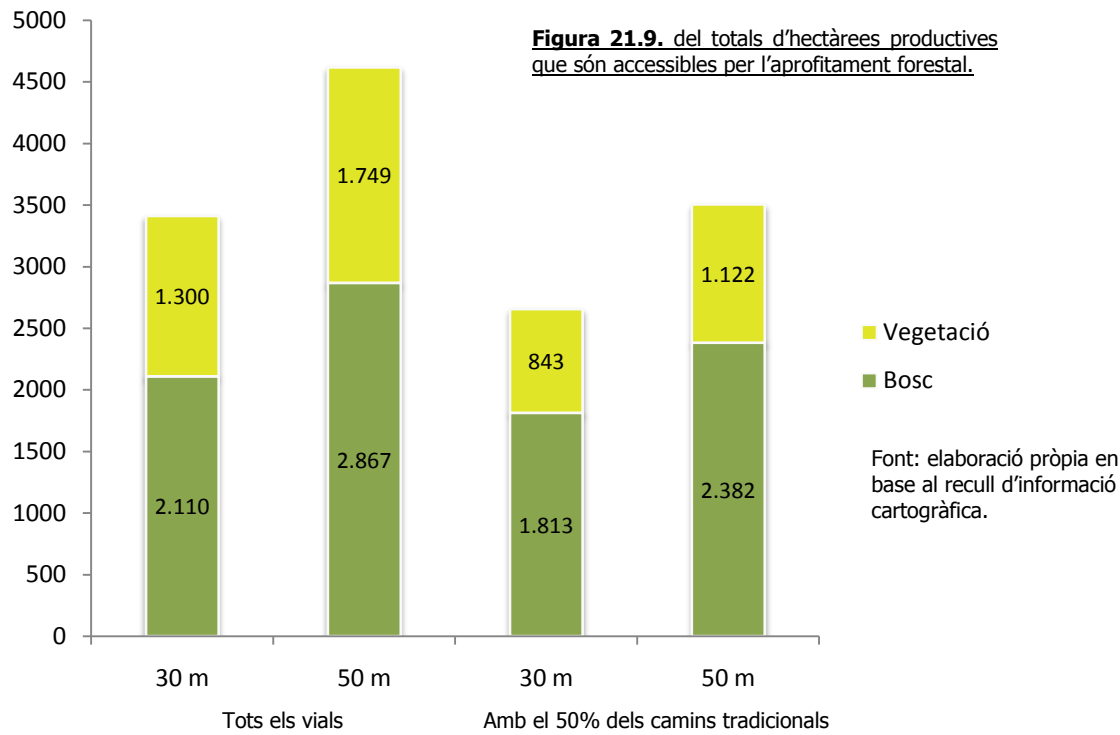
Font: elaboració pròpia en base al recull d'informació cartogràfica.

Taula 21.2. Total d'hectàrees aprofitables i limitades al 50% d'accessibilitat en els camins tradicionals.

	Superfície explotable (ha) considerant tots els vials accessibles excepte un 50% en els camins tradicionals	
	30 m	50 m
Bosc	1.813	2.382
Vegetació	843	1.122
Total	2.656	3.504

Font: elaboració pròpia en base al recull d'informació cartogràfica.

La Figura.9 representa les superfícies explotables que s’obtenen de les taules anteriors. Incrementar 20 m d’accessibilitat a les hectàrees considerades a partir de tots els vials suposa un augment del **35%**, per altra banda, si el increment de 20 m és per les hectàrees considerades amb el 50% dels camins tradicionals, l’augment és del **32%**. En total, les hectàrees explotables considerant tots els vials accessibles representen un **30%** més (de mitjana) que les que presenten una accessibilitat del 50% en els camins tradicionals.



La superfície productiva que és capaç de ser aprofitada forestalment conté un potencial energètic. Aquesta superfície la formen els boscos i la vegetació (herbàcia i arbustiva) aptes per l’aprofitament forestal. D’altra banda, s’utilitza el valor de **creixement mitjà de la superfície productiva en el PNAP** (apartat.18, taula.7), per determinar la quantitat que es preveu aprofitar anualment. I per últim, s’estima la quantitat d’energia que es genera amb el procés de combustió de la biomassa en pes sec ambient (30% d’humitat).

L’augment mitjà d’energia que suposa explotar de 30 fins a 50 m és del **34%**. Pel que fa a l’energia generada considerant un 50% d’accessibilitat en els camins tradicionals és un **23%** menor de la considerada amb una accessibilitat total. (Taula 21.3.)

Taula 21.3. Potencial energètic de la producció mitjana de biomassa (IEFC) a partir de les hectàrees seleccionades.

	Tots els vials accessibles		Tots els vials accessibles excepte un 50% en els camins tradicionals	
	30 m	50 m	30 m	50 m
Superfície amb recursos aprofitables (Bosc i Vegetació) (ha)	3.410	4.616	2.656	3.504
Producció mitjana del PNAP (t/ha/any) pse	2,47	2,47	2,47	2,47

Producció total (t/any) psa (30% d'humitat)	10.950	14.822	8.528	11.251
Potencial energètic (teps/any) psa	4.970	6.728	3.871	5.107

Font: elaboració pròpia en base al recull d'informació cartogràfica.

En conclusió; el rang d'energia generada es desplaça dels **6.728** als **3.871** teps/any respecte la situació més favorable (total accessibilitat i 50 m d'abast) i la menys favorable (50% d'accessibilitat en els camins tradicionals i 30 m d'abast), respectivament. Aquest desplaçament representa una disminució del **43%** del potencial energètic produït.

21.2. ÀMBIT SUPRAMUNICIPAL: VALL DE CARDÓS

Es segueix el mateix procediment que el utilitzat per calcular el potencial energètic del PNAP. En aquest cas s'ha limitat l'àmbit supramunicipal que forma la Vall de Cardós mitjançant la capa digital de divisió administrativa per municipis facilitada pel DMAH. A continuació, la Taula 21.4 presenta la informació relativa a les superfícies aptes per ser explotades. En tots els casos la vegetació (arbustiva i herbàcia) és aproximadament un **75%** de la superfície boscosa.

Taula 21.4. Vall de Cardós

Total d'hectàrees que compleixen els requisits per ser aprofitades. Organitzades per diferents nivells d'accessibilitat.

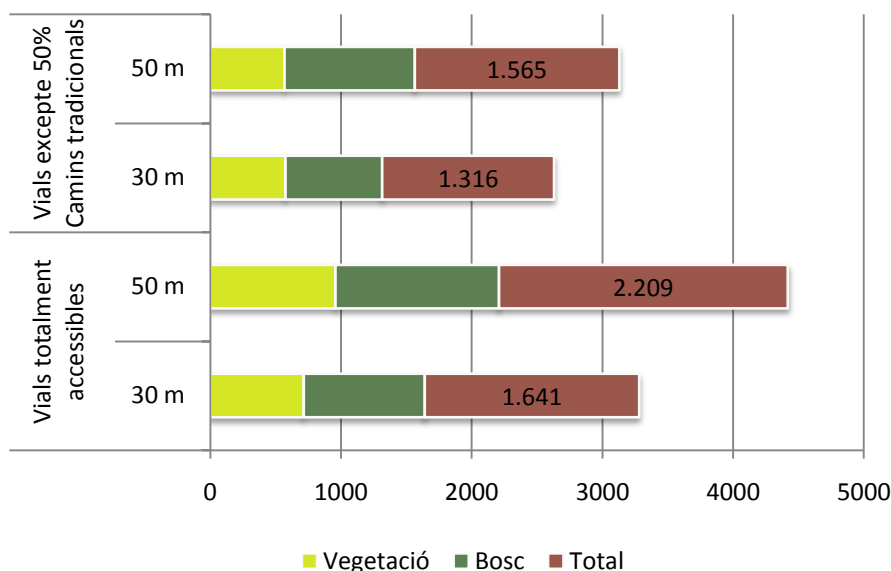
Superfície explotable (ha)	Tots els vials accessibles		Tots els vials accessibles excepte un 50% en els camins tradicionals	
	30 m	50 m	30 m	50 m
Bosc	926	1.251	740	995
Vegetació	715	958	576	570
Total	1.641	2.209	1.316	1.565

Font: elaboració pròpia en base al recull d'informació cartogràfica.

La Figura 21.10 mostra dotze possibilitats de comptabilització d'hectàrees explotables, ja sia per la massa forestal (vegetació/bosc/total), la distància assolida des del vial d'accés (30/50 m) o l'accessibilitat dels vials. Les hectàrees disponibles de la Vall de Cardós en comparació a les del PNAP tenen una representativitat pròxima al **50%** en mitjana.

Figura 21.10. del totals d'hectàrees accessibles per explotació.

Font: elaboració pròpia en base al recull d'informació cartogràfica.



Si la representativitat de les hectàrees explotables de la Vall de Cardós respecte les del PNAP és del 50%, pel que fa la productivitat energètica de la Vall representa un **46%** en mitjana. Així doncs, el potencial energètic de l'àmbit supramunicipal es situa en **3.102** teps/any per la situació més favorable i **1.848** teps/anys per la situació més restrictiva. Aquest rang energètic representa un **68%** d'augment de la situació més desfavorable a la més favorable. (Taula.21.5)

Taula 21.5. Potencial energètic de la producció mitjana de biomassa (IEFC) a partir de les hectàrees seleccionades.

	Tots els vials accessibles		Tots els vials accessibles excepte un 50% en els camins tradicionals	
	30 m	50 m	30 m	50 m
Superfície amb recursos aprofitables (Bosc i Vegetació) (ha)	1.641	2.209	1.316	1.565
Producció mitjana de la Vall (t/ha/any) pse	2,38	2,38	2,38	2,38
Producció total (t/any) psa (30% d'humitat)	5.077	6.835	4.072	4.842
Potencial energètic (teps/any) psa	2.304	3.102	1.848	2.198

Font: elaboració pròpia en base al recull d'informació cartogràfica.

21.3. ÀMBIT MUNICIPAL : ESTERRI DE CARDÓS

Esterri de Cardós és un dels tres municipis, juntament amb Lladorre i la Vall de Cardós, que formen l'àmbit de la Vall de Cardós. Només ha calgut realitzar una màscara mitjançant el sistema d'informació geogràfica per tal d'analitzar el municipi en concret.

A continuació, a la Taula 21.6. es pot observar que la superfície amb vegetació d'aquest municipi significa entre un **40 i 50%** de la boscosa.

Taula 21.6. Esterri de Cardós

Total d'hectàrees que compleixen els requisits per ser aprofitades. Organitzades per diferents nivells d'accessibilitat.

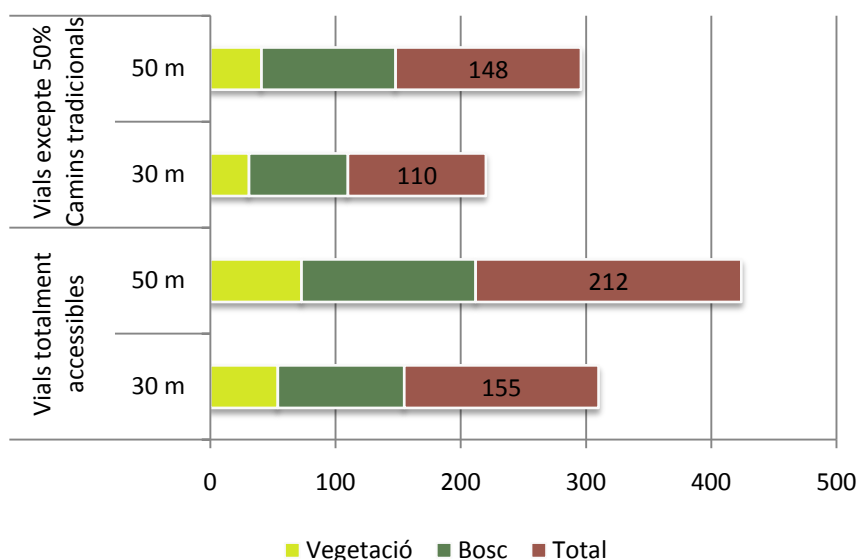
Superfície explotable (ha)	Tots els vials accessibles		Tots els vials accessibles excepte un 50% en els camins tradicionals	
	30 m	50 m	30 m	50 m
Bosc	101	139	79	107
Vegetació	54	73	31	41
Total	155	212	110	148

Font: elaboració pròpia en base al recull d'informació cartogràfica.

La Figura 21.11. mostra la superfície explotable d'aquest indret que representa el **10%** de mitjana, respecte l'àmbit de la Vall de Cardós. La situació més favorable (tots els vials accessibles amb 50 m d'abast) preveu 212 hectàrees explotables i la menys favorable 110. Una disminució del **48%** respecte la més permissiva.

Figura 21.11. del totals d'hectàrees accessibles per explotació.

Font: elaboració pròpia en base al recull d'informació cartogràfica.



El rang del potencial energètic d'aquest municipi (Taula 21.7.) transcorre dels **260** teps/any per la situació més avantatjosa fins els **70** teps/any per la situació menys favorable. Una disminució del **70%** respecte la més favorable.

Per calcular aquest potencial energètic s'hi ha considerat un creixement de la biomassa forestal diferent al utilitzat per als dos àmbits anteriors. Aquest nou creixement parteix del POF, en el qual hi ha inventariades les dades d'existències i creixement de les coníferes del municipi. Es diferencia entre les coníferes explotables situades en quaters productors, de les coníferes protegides. D'aquesta manera l'estimació energètica fa referència a la condició de les coníferes.

Taula 21.7. Potencial energètic de la producció mitjana de les coníferes (POF) a partir de les hectàrees seleccionades.

	Tots els vials accessibles		Tots els vials amb la consideració del 50% dels camins tradicionals	
	30 m	50 m	30 m	50 m
Superfície amb recursos aprofitables (Bosc i Vegetació) (ha)	155	212	110	148
Creixement mitjà compatible (m ³ /ha/any) pse	1,5	1,5	1,5	1,5
Creixement mitjà total (m ³ /ha/any) pse	2,8	2,8	2,8	2,8
Producció compatible (m ³ /any) pse	233	318	165	222
Producció total (m ³ /any) pse	434	594	308	414
Potencial energètic compatible (teps/any) psa	103	141	73	98
Potencial energètic total (teps/any) psa	192	263	136	183

Font: elaboració pròpia en base al recull d'informació cartogràfica i al POF d'Esterrí de Cardós.

Així doncs, es preveu que el resultat sigui més acurat, però d'altra banda, està limitat al creixement de les coníferes sense considerar el de les altres espècies forestals. Aquesta diferència de percepció queda reflectida segons la font de consulta. Per l'IEFC (té en compte totes les espècies) el creixement per aquest àmbit forestal és de 1,74 t/ha/any, en canvi, el creixement a partir del POF (2,8 m³/ha/any per les coníferes) equival a 1,61 t/ha/any (amb una densitat mitjana de 577 kg/m³) de coníferes.

ESCENARI D'APROFITAMENT DE LA BIOMASSA : SUBSTITUCIÓ DEL GASOIL PER BIOMASSA

22. AVALUACIÓ DELS BALANÇOS ENTRE BIOMASSA I DIESEL

22.1. ENERGÈTICS

ÀMBIT DEL PNAP

El càlcul de la biomassa aprofitable per l'àmbit del PNAP està realitzat a partir de les condicions silvícoles que permeten un aprofitament forestal. Aquestes condicions han estat superposades mitjançant Sistemes d'Informació Geogràfica, les quals han permès definir la superfície forestal explotable segons els escenaris establerts. L'escenari menys restrictiu (considerant tots els vials 100% accessibles amb un marge d'abast de 50m a banda i banda) és l'únic, dels quatre proposats, en el qual la biomassa quantificada com aprofitable (15.000 t/any) genera l'energia calorífica demandada pel PNAP (5.100 teps/any) amb un excedent energètic (24%), poc rellevant.

Per tant és lògic considerar no apropiada, la substitució del consum de combustibles fòssils per biomassa forestal en l'àmbit del PNAP, degut al baix excedent del escenari d'aprofitament més favorable. És per això que s'estudia la idoneïtat sobre la substitució del gasoil. La demanda energètica de gasoil per habitatges de primera residència (2,6 teps/habitatge/any) és la més alta de tot el PNAP que equival a ser la més ineficient, situant-se un 73% superior a la mitjana (1,5 teps/habitatge/any).

Demanda d'energia calorífica coberta pel gasoil dins l'àmbit del PNAP

La demanda de gasoil en habitatges de **primera residència** (inventariats i no inventariats) és de **2.500** teps anuals (Taula.22.1.), per a la generació d'energia calorífica. Representa un **62%** de la demanda energètica (4.000 teps/any) del total d'habitatges de primera residència al PNAP (Figura 22.1.).

■ Coberta per gasoil ■ Coberta per altres fonts energètiques

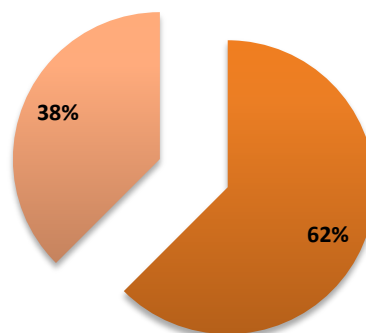


Figura 22.1. Demanda d'energia calorífica per a primeres residències en el PNAP (percentatge).

Taula 22.1. Consum de gasoil per la generació d'energia calorífica a les primeres residències (2001).

Municipis	Habitatges amb gasoil	Habitatges amb diferent font energètica	Total gasoil consumit (m³)
Esterri de Cardós	7	18	21
Alt Àneu	56	110	168
La Guingueta d'Àneu	52	91	157
Esterri d'Àneu	70	177	211
Alins	57	48	172
Lladorre	6	88	19
Farrera	4	41	13
Llavorsí	23	101	70
Rialp	52	153	155
Soriguera	41	85	122
Sort	226	524	679
Tírvia	18	33	55
Vall de Cardós	49	95	147
Vall de Valira	163	94	488
Montferrer i Castellbò	130	137	391
Total	956	1.793	2.867
Energia (teps)	-	-	2.495
Energia habitatge (teps/habitatge)	-	-	2,6

Font: Elaboració pròpia, en base a l'apartat.13

■ Habitatges amb gasoil ■ H. amb diferent font energètica

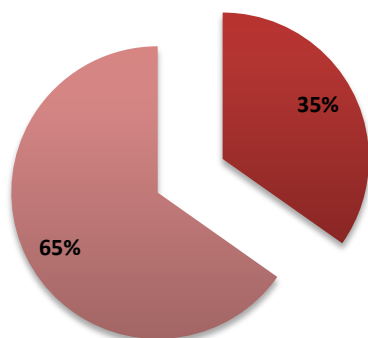


Figura 22.2. Tipus de font energètica dels habitatges de primera residència en el PNAP (percentatge).

S'observa (Taula 22.1. i Figura 22.2) que els habitatges consumidors de gasoil de primera residència al PNAP, representen el **35%** del total. Aquests 956 habitatges consumeixen el 62% de la demanda energètica, és a dir, presenten un consum relatiu elevat. Aquestes dades reflecteixen la baixa eficiència (2,6 teps/habitatge/any) d'aquesta font energètica que, en relació al gas (0,3 teps/habitatge/any), arriba a ser 8 vegades inferior.

Els municipis amb un consum elevat de gasoil (Figura 22.3.) no cal que tinguin un percentatge elevat d'habitatges consumidors de gasoil, com el cas de Sort amb un 30%. Tot i així, els dos municipis (Vall de Valira i Montferrer i Castellbò) que es situen darrera de Sort, en consum de gasoil, sí que presenten uns valors elevats (63 i 49% respectivament) d'aquest tipus d'habitatges. En canvi, el municipi d'Alins amb un percentatge del 54% (el segon més alt) es situa en cinquè lloc respecte els municipis més consumidors.

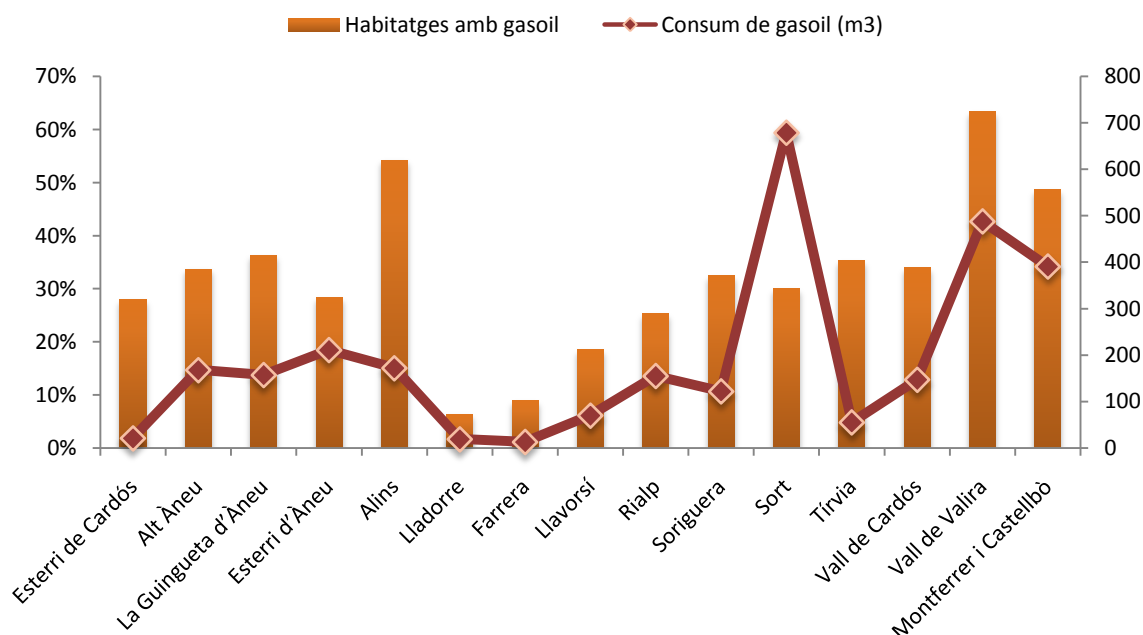


Figura 22.3. Detall del gasoil consumit (eix secundari) en primeres residències i el percentatge (eix principal) que en representen per a cada municipi del PNAP.

El consum en gasoil de les **segones residències** ascendeix fins **600** teps/any (Taula 22.2.) d'energia calorífica per a l'escalfament de les llars. Per altra banda, el total d'energia consumida amb la consideració del conjunt de les fonts energètiques arriba fins **1.000** teps/any, per aquest tipus d'habitatges en l'àmbit del PNAP. Així doncs, la demanda energètica coberta per gasoil a les segones residències representa el **60%** de la total (Figura 22.4.); xifra que manté la pauta del consum respecte les de primeres (amb un percentatge del 62%).

■ Coberta per gasoil ■ Coberta per altres fonts energètiques

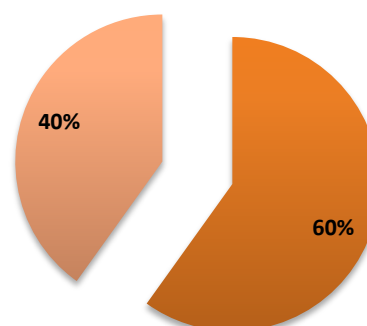


Figura 22.4. Demanda d'energia calorífica per a segones residències en el PNAP (percentatge).

Taula 22.2. Consum de gasoil per la generació d'energia calorífica a les segones residències (2001).

Municipis	Habitatges amb gasoil	Habitatges amb diferent font energètica	Total gasoil consumit (m³)
Esterri de Cardós	8	21	7,0
Alt Àneu	12	24	10,5
La Guingueta d'Àneu	5	8	4,1
Esterri d'Àneu	126	316	108,8
Alins	31	25	26,5
Lladorre	1	11	0,7
Farrera	0	0	0,0
Llavorsí	21	92	18,3
Rialp	62	185	54,0
Soriguera	48	100	41,3
Sort	212	492	183,8

Tírvia	27	47	23,0
Vall de Cardós	80	156	69,3
Vall de Valira	55	32	47,6
Montferrer i Castellbò	97	101	83,6
Total	784	1611	678
Energia (teps)	-	-	590,39
Energia habitatge (teps/habitatge)	-	-	0,75

Font: Elaboració pròpia, en base l'apartat.13

■ Habitatges amb gasoil ■ H. amb diferent font energètica

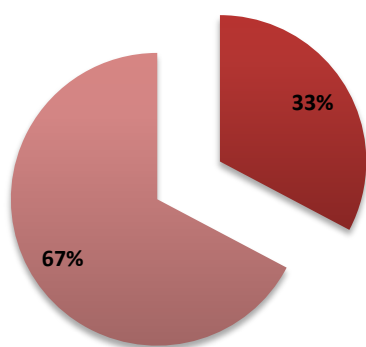


Figura 22.5. Tipus de font energètica dels habitatges de segona residència en el PNAP

L'energia consumida (**0,75** teps/habitatge/any) respon a dos dies d'ocupació setmanal, que equivalen a una utilització de la llar del 28% respecte les de primera residència. D'altra banda, la distribució del consum en els habitatges de segona residència (Figura 22.5) segueix la tendència dels de primera, amb un 33% d'habitatges consumidors de gasoil.

Pel que fa a la distribució de les segones residències, s'observa (Figura 22.6.) com el municipi de Sort juntament amb el d'Esterri d'Àneu presenten els índexs més alts d'aquest tipus d'habitatge. Per tant, s'evidencien els dos consums més elevats, en aquest cas en forma de gasoil. Aquests dos municipis concentren el **43%** del consum total en gasoil per segones residències dels municipis inclosos al PNAP. En un terme mitjà es situa el municipi de la Vall de Cardós, on la seva demanda en representa el 10%. I a la cua de la demanda s'hi troba Esterri de Cardós amb un consum pròxim al 1%.

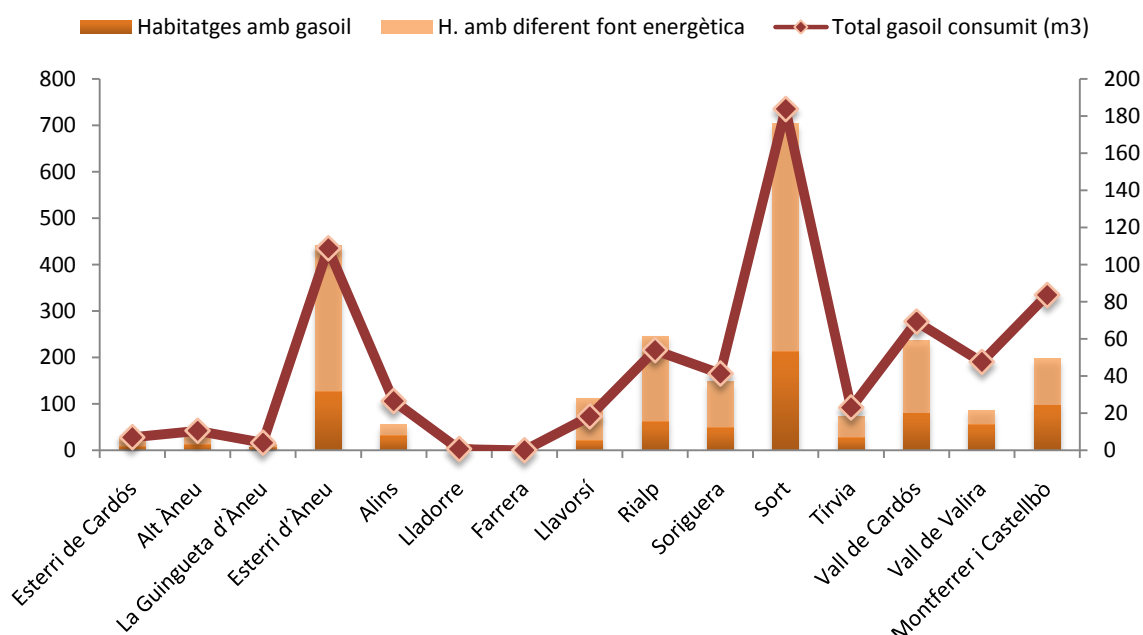


Figura 22.6. Detall del gasoil consumit (eix secundari) en segones residències i la distribució en habitatges (eix principal) per a cada municipi del PNAP.

Amb la consideració de les primeres i segones residències es sintetitza un consum de **3.100** teps/any de gasoil, el qual fa referència al **34%** del total d'habitatges. En canvi, el consum de gasoil suposa el **61%** de la demanda d'energia calorífica (5.100 teps/any) sol·licitada pels habitatges municipals inclosos al PNAP.

La substitució del combustible fòssil, en aquest cas el gasoil per biomassa forestal com a recurs renovable, depèn de la disponibilitat del territori amb biomassa. Per avaluar-ne la viabilitat es parteix dels diferents escenaris d'aprofitament de biomassa. Així doncs, si l'escenari menys favorable quantitativament és capaç de cobrir la demanda generada pel gasoil, fa que la substitució sigui viable per balanç energètic. A continuació es presenten els diferents escenaris d'extracció (Figura 22.7.):

- Considerant tots els vials accessibles; l'energia disponible és de **5.000** teps/any per una distància explotable de 30 m a banda i banda del camí, i de **6.700** teps/any si la distància d'explotació és de 50 m. En ambdós casos es disposa d'excident energètic per cobrir-ne la demanda (3.100 teps/any).
- Considerant tots els vials accessibles excepte un 50% en els camins tradicionals; l'energia disponible és de **3.900** teps/any per una distància de 30 m, i de **5.100** teps/any si l'amplada arriba fins 50 m. En qualsevol cas, l'energia disponible també n'és suficient.

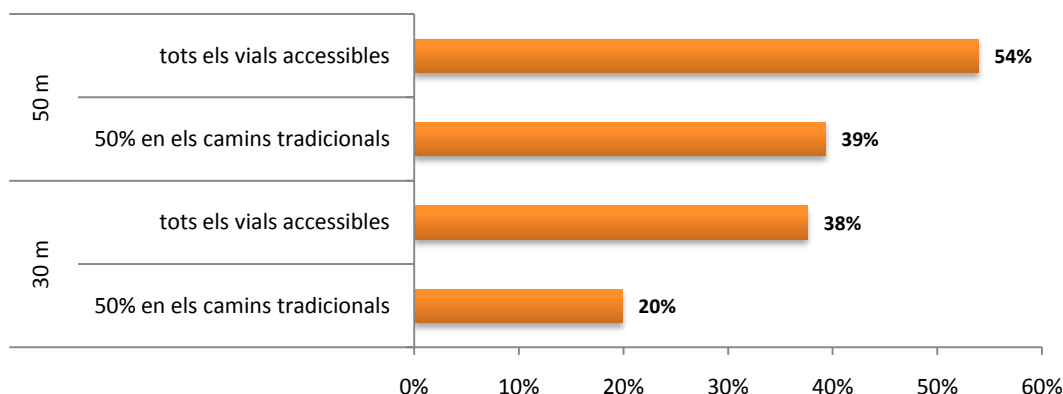


Figura 22.7. Percentatge d'excident energètic per cada escenari d'aprofitament de biomassa forestal.

Els excedents són d'importància ja que mantenen una seguretat en el futur aprovisionament de biomassa als habitatges consumidors. Els quatre escenaris presenten un excident energètic significatiu (Figura.7), on l'escenari més restrictiu en té un **20%** respecte la demanda de gasoil a cobrir. Aquest excident permet portar a terme l'aprofitament de la biomassa, a les zones productives del PNAP considerant una accessibilitat limitada dels camins tradicionals i amb una distància a banda i banda de 30 m, garantint un 20% d'error en la quantificació de les 8.500 t/any de biomassa a extreure, capaces de generar **3.900** teps/any.

Pel que fa a la demanda total (**5.100** teps/any), l'escenari amb potencial energètic suficient per cobrir la demanda i al mateix temps ser capaç d'oferir un excident de seguretat, és el més favorable (tots els vials accessibles amb una distància de 50 m a banda i banda). Aquest escenari té una capacitat energètica de **6.700** teps/any amb un marge de confiança o excident del **24%**.

VALL DE CARDÓS

Pel que fa a la regió que forma la Vall de Cardós, amb tres municipis inclosos (Taula 22.3.), la demanda d'energia calorífica en forma de gasoil és de **160** teps/any per habitatges de primera residència. Per altra banda, el consum total assolix els **370** teps/any per a tota la Vall, on el gasoil en representa el **43%**.

Per segones residències (Taula 22.3), la majoria de demanda energètica està influenciada pel municipi de la Vall de Cardós, el qual presenta el 90% del total d'aquest tipus d'habitatges a la Vall. Així doncs, el gasoil consumit per aquests habitatges és de 60 teps/any, deu menys que el total de la Vall (**70** teps/any).

Taula 22. 3. Consum de gasoil per la generació d'energia calorífica a les primeres i segones residències (2001).

Municipis	Primeres residències			Segones residències		
	Amb gasoil	Amb diferent font energètica	Total gasoil consumit (m ³)	Amb gasoil	Amb diferent font energètica	Total gasoil consumit (m ³)
Esterri de Cardós	7	18	21	8	21	7,0
Lladorre	6	88	19	1	11	0,7
Vall de Cardós	49	95	147	80	156	69,3
Total	62	201	186	89	188	77
Energia (teps)			162,06			67,01
Energia habitatge (teps/habitatge)	-	-	2,6			0,75

Font: Elaboració pròpia, en base l'apartat.14

S'observa (Figura 22.8.) com el consum de gasoil amb el **42%** de la demanda total a la Vall de Cardós no és tant significatiu en relació al que s'hi fa en el conjunt del PNAP, que és del 61%. D'altra banda, la demanda coberta per gasoil està representada en el **28%** dels habitatges a la Vall de Cardós (Figura 22.9.), mentre la mitjana del PNAP en habitatges consumidors de gasoil augmenta fins el 34%. Aquests dos indicadors assenyalen un descens en la utilització d'aquest recurs no renovable per aquest àmbit.

■ Coberta per gasoil ■ Coberta per altres fonts energètiques ■ Habitatges amb gasoil ■ H. amb diferent font energètica

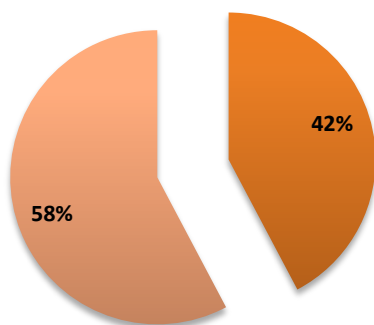


Figura 22.8. Demanda mitjana d'energia calorífica per primeres i segones residències a la Vall de Cardós.

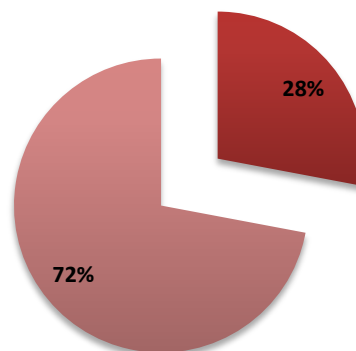


Figura 22.9. Tipus de font energètica dels habitatges de primera i segona residència a la Vall de Cardós.

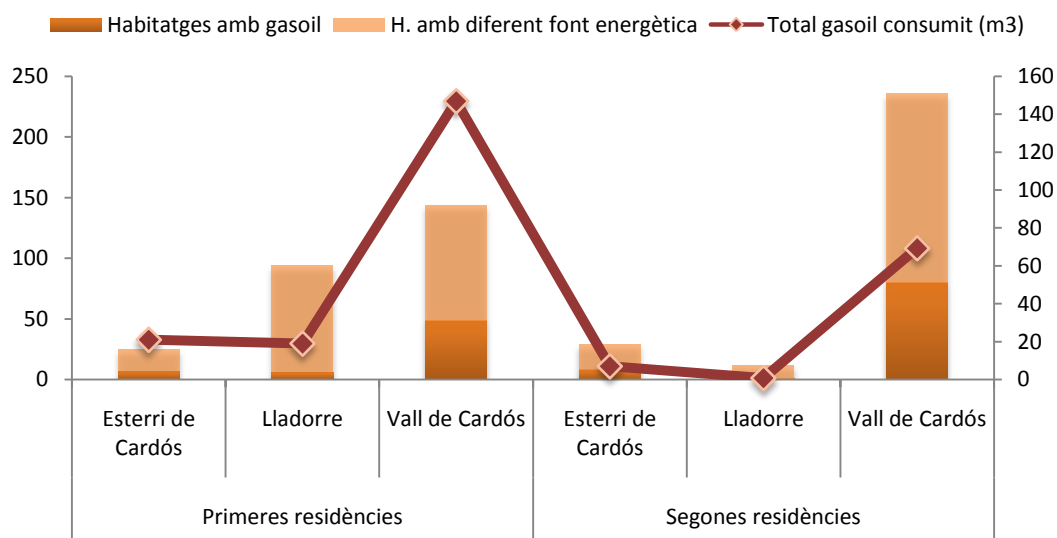


Figura 22.10. Detall del gasoil consumit (eix secundari) en primeres i segones residències i la distribució en habitatges (eix principal), per a cada municipi de la Vall de Cardós.

La Figura 22.10. mostra la distribució de la demanda d'energia calorífica a la Vall de Cardós. En total, el gasoil consumit és de **260 m³/any**, del qual el 82% correspon al municipi de la Vall de Cardós, el 10% a Esterri de Cardós i el 8% restant a Lladorre. Aquest consum equival a una demanda energètica de **230 teps/any**, sent sensiblement inferior al potencial de biomassa d'aquest àmbit, és a dir, la biomassa calculada pels diferents escenaris d'aprofitament és àmpliament superior a la sol·licitada per cobrir-ne la demanda. A continuació es presenten els diferents escenaris d'extracció (Figura 22.11.):

- Considerant tots els vials accessibles; l'energia disponible és de **2.300 teps/any** per una distància explotable de 30 m a banda i banda del camí, i de **3.100 teps/any** si la distància d'explotació és de 50 m. En ambdós casos es disposa d'excendent energètic per cobrir-ne la demanda (230 teps/any).
- Considerant tots els vials accessibles excepte un 50% en els camins tradicionals; l'energia disponible és de **1.800 teps/any** per una distància de 30 m, i de **2.200 teps/any** si l'amplada arriba fins 50 m. En qualsevol cas, l'energia disponible també n'és suficient.

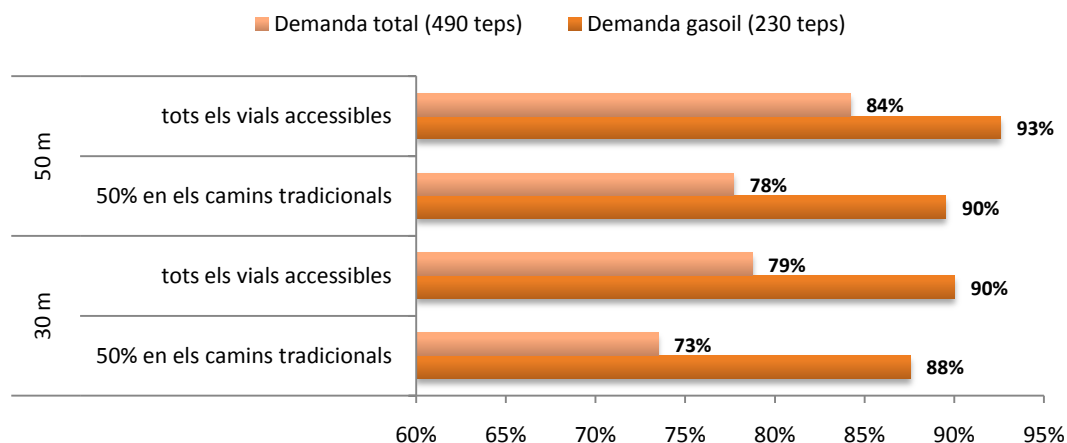


Figura 22.11. Percentatge d'excendent energètic segons la demanda a cobrir (total o parcial), per cada escenari d'aprofitament de biomassa forestal a la Vall de Cardós.

Per cobrir el consum en gasoil de la Vall (**230** teps/any) n'hi ha prou amb el **12%** de la biomassa aprofitable per l'escenari més restrictiu. En conjunt els excedents energètics es situen al voltant del 90% per aquesta demanda. En canvi, si es pretén donar resposta a la demanda procedent de les diferents fonts fòssils (**490** teps/any) es necessita aprofitar fins un **27%** el potencial del escenari més restrictiu en l'extracció de biomassa. Aquesta demanda redueix els excedents energètics dels escenaris i els situa al voltant del 79%. (Figura 22.11.)

En definitiva, aquests excedents tant alts venen a manifestar que l'àmbit de la Vall de Cardós és una font important de biomassa forestal per a la resta del PNAP. En mitjana, la quantitat de biomassa disponible definida pels quatre escenaris de la Vall representen el **45%** del potencial disponible per tot el PNAP.

ESTERRI DE CARDÓS

Esterri de Cardós té una demanda d'energia calorífica petita si la comparem amb la resta de municipis del PNAP, ja que és el segon municipi amb menys habitatges després de Farrera. Del total de 54 habitatges, el 46% són de primera residència mentre que el 54% restant ho són de segona.

El habitatges consumidors de gasoil estan representats pel **28%**, l'any 2001 (Taula 22.4.). La distribució d'aquest tipus de font energètica en els habitatges es manté constant respecte l'àmbit de la Vall de Cardós (28%), però, és relativament inferior a la mitjana que en representen pel conjunt de municipis inclosos al PNAP (34%).

La demanda generada pels habitatges de primera i segona residència que consumeixen gasoil és de **25** teps/any (Taula 22.4.). Aquesta demanda representa el **46%** respecte els **55** teps que són consumits anualment per cobrir les necessitats d'energia calorífica del municipi. Pel que fa a la intensitat d'utilització d'aquest recurs en comparació a les altres zones estudiades, es situa en un terme mig; per sota de la intensitat general del PNAP (61%) i per sobre de la Vall de Cardós (42%).

Taula 22.4. Consum de gasoil per la generació d'energia calorífica a les primeres i segones residències (2001).

Esterri de Cardós	Primeres residències			Segones residències		
	Amb gasoil	Amb diferent font energètica	Total gasoil consumit (m ³)	Amb gasoil	Amb diferent font energètica	Total gasoil consumit (m ³)
	7	18	21	8	21	7,0
Energia (teps)			18,27			6,11
Energia habitatge (teps/habitatge)	-	-	1,02			0,87

Font: Elaboració pròpia, en base l'apartat.15

La substitució de la demanda de gasoil (25 teps/any) per la biomassa forestal s'ha d'avaluar mitjançant el potencial d'aprofitament que cada escenari és capaç d'aportar. A continuació, es presenten els diferents escenaris per una extracció compatible de les coníferes, determinada pels nivells de protecció en que es troben definits els quaters del POF municipal, i per una extracció sense contemplar la protecció dels quaters (Figura 22.12.):

- Considerant tots els vials accessibles; l'energia disponible és de **105/190⁴³** teps/any per una distància explotable de 30 m a banda i banda del camí, i de **140/260** teps/any si la distància d'explotació és de 50 m. En ambdós casos es disposa d'excendent energètic suficient per cobrir-ne la demanda (25 teps/any).
- Considerant tots els vials accessibles excepte un 50% en els camins tradicionals; l'energia disponible és de **75/140** teps/any per una distància de 30 m, i de **100/180** teps/any si l'amplada arriba fins 50 m. En qualsevol cas, l'energia disponible també n'és suficient.

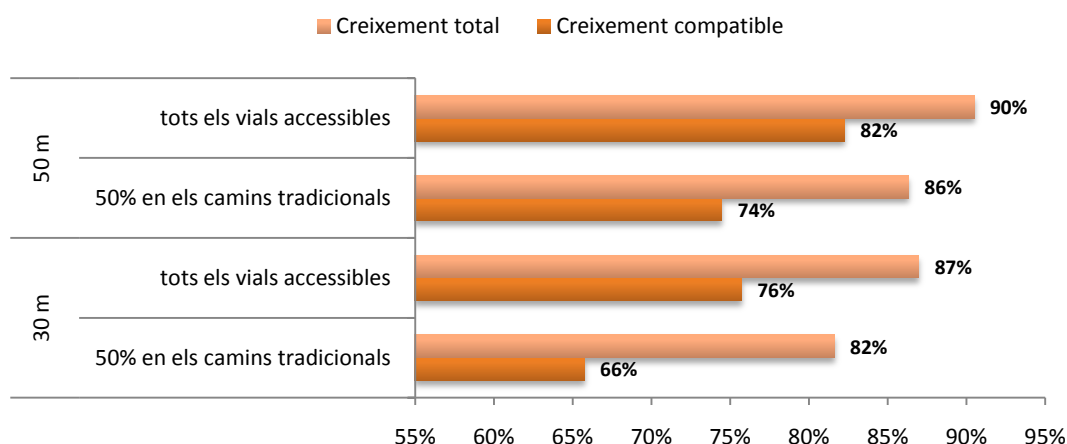


Figura 22.12. Percentatge d'excendent energètic en funció del creixement considerat de la biomassa forestal (compatible o total), per cada escenari d'aprofitament a Esterri de Cardós.

Tal com succeeix a la Vall de Cardós, l'energia sol·licita pel municipi d'Esterri de Cardós (**25 teps/any**) és àmpliament coberta per la disponibilitat de biomassa forestal en qualsevol escenari d'aprofitament. En l'escenari més restrictiu (**75 teps/any**) es disposa d'un marge d'actuació del **66%** per cobrir l'energia necessària en la substitució del consum de gasoil per biomassa (Figura 22.12). En canvi, si la intenció fos substituir el consum global en fons fòssils del municipi (**55 teps/any**) per biomassa, l'excendent generat per l'escenari més restrictiu, es situaria per sota del 30%. Amb aquest excendent no s'assegura un marge de confiança elevat.

Cal tenir present, en aquesta zona d'actuació, quin creixement de les coníferes es considera aprofitable. D'aquesta manera l'excendent energètic pot oscil·lar, en mitjana, entre el 86% si es permet l'extracció a partir de tots els quarters, i el 75% si solament es permet l'aprofitament en els quarters productors (Figura 22.12.).

⁴³ Pel creixement compatible i creixement total, respectivament.

22.2. ECONÒMICS I AMBIENTALS

Un cop s'ha constatat com la viabilitat energètica de la biomassa és suficient, i en alguns casos àmpliament excedentària, per substituir l'ús del gasoil cal analitzar quines conseqüències econòmiques i ambientals comportaria aquest canvi. Aquests factors són d'importància per considerar la substitució energètica com un canvi cap a un model sostenible. Per tant, una possible millora ambiental i econòmica basada en la utilització d'un recurs local renovable és la combinació idònia per argumentar la substitució del gasoil per biomassa forestal. Així doncs, a continuació s'avaluen els dos darrers balanços (econòmic i ambiental) que complementen el balanç energètic prèviament inventariat.

22.2.1. COST ECONÒMIC

Aquest punt parteix de la idea d'avaluar el cost econòmic que actualment un consumidor de gasoil està abonant i quin cost li suposaria el canvi de combustible. Solament s'ha valorat el preu de les dues matèries primeres (gasoil i biomassa) sense considerar la inversió prèvia que ha de fer l'usuari per adaptar les calderes actuals a la crema de biomassa. Tot i així, el preu del recurs és un bon indicador econòmic ja que el cost d'inversió s'acaba amortitzant amb el pas del temps i les ajudes fiscals per aquest tipus de tecnologia són freqüents, però caldria potenciar-les.

Una altra consideració important és la fluctuació dels preus del gasoil i la biomassa. Actualment és el gasoil el que presenta una incertesa en l'evolució del preu, encara que la tendència dels darrers anys (2002-2006) ha estat a l'alça amb el 40% d'augment anual, i no hi ha cap indicatiu que faci preveure un canvi de tendència. D'altra banda, falta que la biomassa com a recurs energètic s'assenti al mercat del nostre país per poder fer un anàlisi semblant, tot i què, en les experiències dels països veïns s'ha demostrat que el preu de la biomassa té una tendència molt més estable i plana, com passa a França amb BoisEnergí66.

Els preus de partida per a cada combustible fan referència al darrer trimestre de l'any 2006. Pel que fa al preu del gasoil, amb un valor de **0,65** €/litre, s'obté a partir d'una factura d'un particular del municipi de Son. Per l'altra banda, el preu de la biomassa ha estat estimat en base als costos dels processos d'extracció, estellat i transport a pati de la biomassa, ja que actualment no hi ha mercat d'aquest recurs a la zona. Aquest costos equivalen a **47,5** €/t i permeten disposar de la biomassa a pati, és a dir, sense compatibilitzar el servei a domicili el qual sí que n'està incorporat en el preu de venda del gasoil.

A continuació, es presenten dos tipus de processat de la biomassa a partir dels quals s'ha obtingut el preu mitjà (47,5 €/t).

- Vora pista, total: 45 €/t
 - Estellat vora pista: 15 €/t font: Holtzinger
 - Extracció i transport a pati: 30 €/t font: CTFC

- A pati, total: 50 €/t
 - Estellat a pati: 10 €/t font: Recuforest SL
 - Extracció i transport a pati: 40 €/t font: CTFC

Cal dir que el preu es podria veure lleugerament incrementat si una empresa intermediària s'encarregués de gestionar la cadena de proveïment per complet, amb el corresponent subministrament a domicili. De fet, la contribució del transport en el cost total de l'estella representa el **30%** segons assenyala BoisEnergie66, i el present projecte ja considera el transport des de la zona d'extracció fins al punt d'emmagatzematge, que es troba inclòs amb el preu d'extracció. Així el subministrament de biomassa al consumidor final representarà el 15% del cost total de l'estella, és a dir, aproximadament un increment de 8,5 €/t d'estella. En total **56 €/t** de biomassa tractada i disponible per ser consumida per l'usuari en forma d'estella.

Les següents taules (Taula 22.5., 22.6. i 22.7.) s'encarreguen de sintetitzar, per a cada àmbit estudiat, els costos que suposa el consum de gasoil, els que comportaria la utilització de biomassa i el balanç o diferència entre un i l'altre.

Taula 22.5. dels costos econòmics (€) que implica el consum de gasoil per primeres i segones residències (2006).

Gasoil	Primera residència		Segona residència	
	litres	Cost econòmic (€)	litres	Cost econòmic (€)
Esterri de Cardós	20.000	13.000	10.000	6.500
Vall de Cardós	200.000	130.000	80.000	52.000
PNAP	2.900.000	1.885.000	700.000	455.000
Ràtio	(956 habitatges)	2.000	(784 habitatges)	600

Font: Elaboració pròpia, en base l'apartat.13

Taula 22.6. dels costos econòmics (€) que implica el consum de biomassa per substituir-ne el de gasoil (2006).

Biomassa	Primera residència		Segona residència	
	tones psa	Cost econòmic (€)	tones psa	Cost econòmic (€)
Esterri de Cardós	40	2.240	13	730
Vall de Cardós	360	20.200	150	8.400
PNAP	5.500	308.000	1.300	72.800
Ràtio	(956 habitatges)	320	(784 habitatges)	95

Font: Elaboració pròpia, en base l'apartat.13

Taula 22.7. Balanç econòmic (€) entre la utilització de la biomassa enfront el gasoil (2006).

Balanç	Primera residència		Segona residència	
	Estalvi econòmic (€)	Percentatge d'estalvi (%)	Estalvi econòmic (€)	Percentatge d'estalvi (%)
Esterri de Cardós	10.750	83	5.880	89
Vall de Cardós	109.850	84	43.600	84
PNAP	1.577.000	84	382.000	84
Ràtio (per habitatge)	1.680	84	510	85

Font: Elaboració pròpia, en base l'apartat.13

Pel que fa a l'àmbit general del PNAP, el ràtio del cost econòmic que suposa utilitzar el gasoil en un habitatge de primera residència és d'uns **2.000 €**, en canvi, si la biomassa s'utilitzés en el seu lloc el cost disminuiria fins uns **320 €**. En aquest cas, el balanç anual és favorable a la biomassa i suposa un estalvi del **84%** respecte l'economia actual del consum de gasoil.

En relació a les segones residències, el dispendi mitjà per habitatge es situa en **600 €** anuals per l'ús del gasoil quan la utilització de biomassa en suposaria uns **95 €**. Un altre cop, el balanç és positiu amb el **84%** d'estalvi respecte el consum de gasoil.

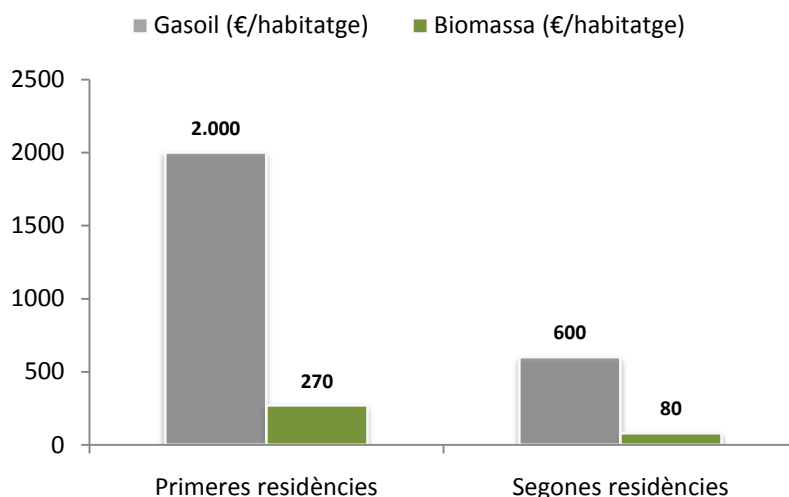


Figura 22.13. Ràtio del cost econòmic (gasoil i biomassa) pels habitatges dels municipis inclosos al

És evident (Figura 22.13.) com el preu de la biomassa és molt més econòmic respecte el del gasoil, cosa que fa més còmode l'elecció d'aquest recurs renovable, ja que les decisions que hom pren estan influenciades principalment per l'estalvi econòmic que l'hi comportin, encara que també s'ha valorat altres aspectes com els costos ambientals explicats a continuació.

Amb tot això cal tenir present que l'aprofitament sostenible d'un recurs renovable, per molt barat que resulti s'ha de gestionar de manera que es garanteixi la seva conservació sense superar, en aquest cas, el llindar d'explotació sostenible dels recursos forestals.

22.2.2 COST AMBIENTAL

Els diferents impactes ambientals sorgeixen de cadascun dels tractaments de preparació en que els combustibles es sotmeten i del consum final que l'usuari en fa. L'objectiu d'aquest apartat tracta d'avaluar les emissions de diòxid de carboni (CO₂) que es generen amb el consum de gasoil i les que es generarien amb biomassa, a les calderes domèstiques. Aquest gas és el més significatiu dels diferents que s'emeten en la combustió per a la seva contribució en el canvi climàtic. Tot i què hi ha altres gasos importants que cal tenir presents com el diòxid de sofre (SO₂) present en la combustió del gasoil i gairebé inexistent per a la de biomassa, i el monòxid de carboni (CO) que en depèn de les condicions estequiomètriques.

Es considera la biomassa forestal com una font de combustible gairebé neutral, ja que el balanç entre les emissions en la combustió i la fixació de carboni durant el creixement són equivalents. D'altra banda, la recollida i el processament de les restes forestals suposa un petit increment de les emissions de CO₂ en el cicle d'aquest recurs renovable, ja que s'està invertint energia per obtenir la biomassa. Tot i així, només arriba a ser el **3%** de l'energia produïda (Hakkila, 2004).

Pel que fa al gasoil, la seva línia d'aprovisionament necessita un consum d'energia molt més alta. Per satisfer la demanda energètica s'utilitza un **324%** més de l'energia consumida (BoisEnergie66 2006). Així doncs, aquesta necessitat energètica comporta unes emissions de CO₂ vinculades al consum final del recurs, molt més altes que per la biomassa. Aquestes dades demostren que l'energia produïda pel gasoil genera unes emissions indirectes, aproximadament, **100** vegades superiors a les de la biomassa.

Les emissions de CO₂ per la combustió d'un litre de gasoil corresponen a **2,6** kg (CO₂) segons el DMAH, en canvi, per la biomassa les emissions es redueixen fins **0,74** kg (CO₂) per kilogram de l'espècie vegetal *Miscanthus sinensis*. A continuació, les següents taules (Taula 22.8., 22.9. i 22.10.) s'encarreguen de comptabilitzar, per a cada àmbit estudiat, les emissions de CO₂ que comporta la combustió de gasoil, les que comportaria la utilització de biomassa en el seu lloc i el balanç o diferència entre un i l'altre.

Taula 22.8. dels costos ambientals (t CO₂) que implica el consum de gasoil per primeres i segones residències (2006).

Gasoil	Primera residència		Segona residència	
	litres	Emissions de CO ₂ (t)	litres	Emissions de CO ₂ (t)
Esterri de Cardós	20.000	52	10.000	26
Vall de Cardós	200.000	520	80.000	208
PNAP	2.900.000	7.540	700.000	1.820
Ràtio	(956 habitatges)	8,0	(784 habitatges)	2,5

Font: Elaboració pròpia, en base l'apartat.13

Taula 22.9. dels costos ambientals (t CO₂) que implica el consum de biomassa per substituir-ne el de gasoil (2006).

Biomassa	Primera residència		Segona residència	
	tones psa	Emissions de CO ₂ (t)	tones psa	Emissions de CO ₂ (t)
Esterri de Cardós	40	30	13	10
Vall de Cardós	360	270	150	110
PNAP	5.500	4.100	1.300	950
Ràtio	(956 habitatges)	4,5	(784 habitatges)	1,0

Font: Elaboració pròpia, en base l'apartat.13

Taula 22.10. Balanç ambiental (t CO₂) entre la utilització de la biomassa enfront el gasoil (2006).

Balanç	Primera residència		Segona residència	
	Estalvi ambiental (t CO ₂)	Percentatge d'estalvi (%)	Estalvi ambiental (t CO ₂)	Percentatge d'estalvi (%)
Esterri de Cardós	20	40	15	60

Vall de Cardós	250	50	100	45
PNAP	3.450	45	850	50
Ràtio (per habitatge)	3,5	45	1,0	50

Font: Elaboració pròpia, en base l'apartat.13

Pel que fa a l'àmbit general del PNAP, el ràtio de les emissions que suposa utilitzar el gasoil en un habitatge de primera residència és de **8** t de CO₂, en canvi, si la biomassa s'utilitzés en el seu lloc el impacte disminuiria fins **4,5** t de CO₂. En aquest cas, el balanç ambiental és favorable a la biomassa i implica un estalvi del **45%** de les emissions anuals de CO₂ respecte les de les calderes que funcionen amb gasoil.

En relació a les segones residències, les emissions mitjanes per habitatge es situen en **2,5** t de CO₂ anuals per l'ús del gasoil, quan la utilització de biomassa en suposaria **1** t de CO₂. Un altre cop, el balanç és positiu amb una millora ambiental del **50%** respecte l'escenari del gasoil.

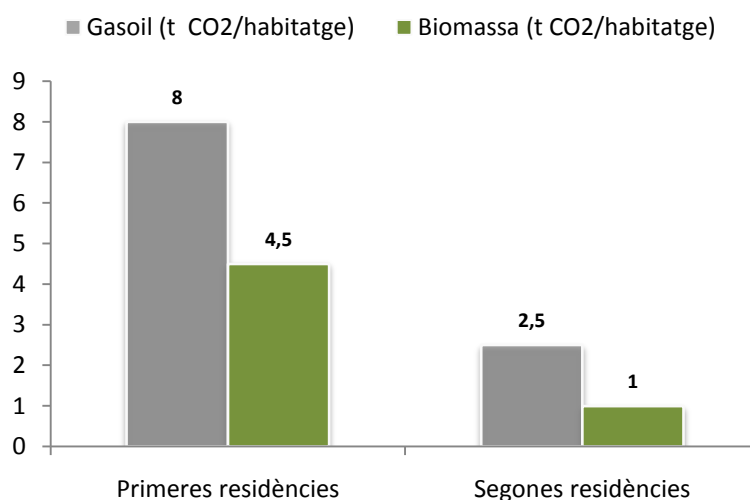


Figura 22.14. Ràtio del cost ambiental (gasoil i biomassa) pels habitatges dels municipis inclosos al

El benefici ambiental és notable amb la utilització de la biomassa com a recurs energètic en lloc del gasoil (Figura 22.14.). Per tant, el canvi de tecnologia és favorable per reduir l'efecte hivernacle produït per les emissions de CO₂ a l'atmosfera. Aquest benefici no repercuteix d'una forma directa a l'usuari final, ja que l'economia de la llar no està fiscalitzada segons la quantitat d'emissions que es generen per a l'aclimatació. Tot i així, hi ha un benefici indirecte respecte la qualitat de vida, és a dir, es produeix una alleujament de la pressió ambiental al planeta (del ~ **50%**) que, cada cop més, està preocupant a més gent.

La biomassa forestal se'ns presenta com un mitjà per substituir els combustibles fòssils amb un superàvit en la fixació de CO₂ que és capaç d'equilibrar les emissions de CO₂ produïdes en els diferents processos de generació energètica. En concret, per l'escenari d'obtenció d'energia calorífica, la biomassa presenta rendiments pròxims al **90%** (Hakkila, 2004) amb una inversió energètica del **3%** (Hakkila, 2004) quan el gasoil en necessita el **324%** de la generada (BoisEnergie66, 2006), per la qual cosa les emissions indirectes es situen de l'ordre de **100** vegades superior en el gasoil. Per altra banda, la combustió final de la biomassa

genera un **50%** menys d'emissions que el gasoil i, juntament, amb la qualitat de recurs renovable li permet actuar d'embornal de CO₂ reduint-ne les concentracions atmosfèriques i ajudant a combatre el canvi climàtic.

23. CONCLUSIONS

L'objectiu principal d'aquest projecte ha consistit en la quantificació de la biomassa forestal aprofitable de les zones amb vegetació del PNAP per obtenir un rendiment d'energia calorífica que sigui aplicable a una proposta real d'aprofitament energètic.

Així doncs, amb la realització del projecte s'arriba a la conclusió que l'aprofitament de biomassa presenta unes aptituds que en dictaminen la viabilitat com a font d'energia calorífica, tot i que per portar a terme la seva aplicabilitat es necessita de futurs estudis que acotin de manera més específica tots els factors que s'han estudiat.

El motiu principal que aporta el present projecte per recomanar l'aprofitament energètic, és la necessitat de gestionar l'elevada acumulació de biomassa als boscos i zones de vegetació arbustiva i herbàcia, de les quals no se'n treu cap rendiment. Els motius que acompanyen a l'extracció de biomassa es basen en la formalització d'un manteniment de les zones forestals mitjançant plans de gestió que contemplin l'explotació sostenible d'aquest recurs, però alhora serveixin per millorar l'estructura dels boscos. La vessant ambiental que recolza la utilització de biomassa forestal està fonamentada per la reducció d'emissions atmosfèriques de CO₂ respecte els processos d'elaboració dels combustibles fòssils i respecte la seva combustió final.

La comptabilització de la biomassa disponible es calcula en base al potencial de biomassa forestal, al qual se li apliquen una sèrie de limitacions a l'extracció:

1. Limitació silvícola: a partir d'una cobertura arbòria superior o igual al 70%
2. Limitació topogràfica: a partir d'un pendent menor o igual al 60%
3. Limitació d'accessibilitat: a partir d'una franja de 30 o 50 metres a banda i banda dels vials d'accés, amb una accessibilitat total, o limitada al 50% en els camins tradicionals.

Pel que fa les limitacions legals sobre l'aprofitament forestal, aquestes no han estat considerades a l'hora de comptabilitzar la biomassa disponible. Per una banda, la presència de propietats comunals on l'aprofitament forestal està regulat per les administracions locals origina una incertesa en les possibilitats d'aprofitament que caldria abordar amb un major detall per futurs estudis. I d'altra banda, les directius de protecció d'hàbitats d'interès comunitari, en relació a la Xarxa Natura 2000, afecten la superfície del PNAP però encara no es disposa d'una planificació acurada que les defineixi dins la zona d'estudi. De totes maneres, es considera que es vol realitzar un aprofitament sostenible on la intenció principal no és el benefici econòmic, ja que comportaria una degradació forestal, sinó tot el contrari contribuint a una millora de la qualitat de les masses boscoses, mitjançant la utilització d'un recurs natural, local i renovable com és la biomassa que afavoreix el balanç ambiental, econòmic, energètic i social respecte els combustibles fòssils.

En total, deixant de banda les consideracions legals, s'obtenen **8.500** t/any de biomassa forestal en l'àmbit del PNAP i **4.000** t/any pel de la Vall de Cardós. Aquesta quantificació s'ha realitzat considerant

l'accessibilitat mínima, és a dir, limitada a 30 metres a banda i banda dels vials i sense tenir en compte la meitat dels camins tradicionals. La biomassa extraïble (8.500 t/any) representa el **5,5%** en comparació al potencial de biomassa forestal del PNAP, **155.500** t/any, que s'ha obtingut sense l'aplicació de les limitacions a l'extracció. A la Vall de Cardós el potencial és de **33.000** t/any, és a dir, la biomassa extraïble en significa el **12%**.

Pel que fa a la biomassa forestal disponible a les forests CUP 140 i 141 d'Esterri de Cardós, està quantificada en base al Planejament d'Ordenació Forestal. A partir d'aquest document s'obté informació de primera mà que permet comptabilitzar la biomassa residual en **1.000** m³/any, a partir de les actuacions forestals planificades. Per altra banda, la biomassa extraïble amb una accessibilitat limitada és de **170** m³/any, obtinguda a partir del creixement de les coníferes en els quarters de les forests que són aptes per extreure biomassa, és a dir, que no estan protegits o destinats a un altre ús.

Resumint, la biomassa que es preveu extreure és una part molt reduïda del total de biomassa forestal present al Parc, ja que es parteix de la premissa d'un aprofitament sostenible. D'aquesta manera es tracta d'un procés d'extracció que respecta el medi natural i serveix per millorar l'estructura de les masses forestals, sense comportar grans intervencions. Tot i així, el resultat de la fracció extreta també depèn de la disponibilitat dels vials per accedir a les zones forestals i del marge a banda i banda dels camins que les tècniques d'extracció permeten.

Així doncs, la quantificació de biomassa extraïble en base a unes condicions mínimes d'accessibilitat, assegura que mitjançant unes condicions menys restrictives és possible extreure'n més. El present projecte es serveix d'aquesta disponibilitat poc intervencionista per establir diferents **escenaris d'aplicació energètica**. D'acord amb l'anàlisi de la demanda energètica s'arriba a la conclusió que per una primera etapa d'utilització de biomassa forestal on la disponibilitat no és molt alta (s'aprofita el 5,5% de la biomassa del Parc), l'escenari més indicat és la substitució de les calderes de gasoil per les de biomassa. En concret, les calderes que funcionen amb gasoil representen el **61%** del consum energètic del Parc amb un consum energètic de **3.100** teps/any, i tant sols constitueixen el **34%** dels habitatges. D'aquesta manera, amb la substitució per la biomassa extreta en l'àmbit del PNAP (8.500 t/any) es genera una energia calorífica que arriba fins als **3.900** teps/any, és a dir, es disposa d'un excedent energètic del **20%** a favor de la biomassa que s'ha valorat com a extraïble.

Per l'àmbit de la Vall de Cardós, l'energia que aporta la biomassa extraïble (4.000 t/any) suposa un **73%** més de la que se'n necessita per cobrir el subministrament de gasoil en els municipis de la Vall: Esterri de Cardós, Lladorre i la Vall de Cardós, els quals en consumeixen **230** teps/any. Així doncs, la biomassa aprofitable d'aquesta Vall és una font important per a la resta del Parc, ja que en representa quasi el **50%**.

Es conclou que l'aprofitament sostenible d'una part de la biomassa de les forests del municipi d'Esterri de Cardós, en concret a partir del creixement de les coníferes en quarters productors, genera una quantitat d'energia aprofitable de **75** teps/any per l'escenari amb menys accessibilitat. Per la qual cosa, aquesta

energia suposa un excedent del **66%** respecte la que el municipi necessita (25 teps/any) per cobrir el consum de gasoil.

Un cop s'arriba a aquests resultats energètics que es presenten com una solució al consum de gasoil en el context del Parc, cal analitzar quines millores ambientals i econòmiques porten associades i així obtenir altres motius propicis per incentivar l'aplicació de biomassa forestal.

El punt més interessant, des de la vessant ambiental, de l'aplicació de biomassa en comparació amb el gasoil rau en el balanç zero de les emissions de CO₂, ja que durant el cicle de vida la biomassa fixa tot el CO₂ atmosfèric que després emet en la combustió. Per altra banda, l'estalvi energètic que suposa el processament d'aquest combustible és **100** vegades inferior que el de gasoil. Pel que fa a l'escenari d'aplicació en el PNAP s'ha comptabilitzat una reducció de les emissions relatives al procés de combustió de **4.300** t/any de CO₂ que infereixen una millora del **46%** en comparació a les de gasoil. El ràtio d'estalvi per habitatge de primera residència és de **3,5** t/any de CO₂ mentre que per segona residència representa **1,0** t/any de CO₂.

Des del punt de vista econòmic l'aprofitament que es proposa també presenta avantatges respecte el consum de gasoil en el context del Parc. Cal abans, amortitzar la inversió inicial de la caldera que hauria d'anar acompanyada d'ajuts fiscals, ja que s'està utilitzant una font d'energia renovable que beneficia l'economia local i alleuja la pressió mediambiental. Així doncs, s'ha considerat un cost mitjà de **56 €** per tona d'estella i de **0,65 €/litre** de gasoil aptes per al consum final, que aplicats a l'escenari energètic d'aprofitament del PNAP generen un estalvi de **1.360.000 €/any** amb l'ús de biomassa. El ràtio d'estalvi se situa en el **73%** per habitatge. Cal dir que el cost de la biomassa s'ha considerat a partir dels processos de tractament per separat, i que si una empresa s'encarregués de la seva gestió, el cost total de l'estella s'incrementaria lleugerament (segons BoisEnergí66 amb un 15% pels tractaments de gestió, emmagatzematge i controls de qualitat). Tot i així, el marge de benefici continua àmpliament a favor de l'ús de la biomassa forestal, cosa que fa possible la seva implantació en el mercat del sector energètic i s'estableix com una alternativa als combustibles fòssils, amb un cost ajustat.

Cal tenir present que els resultats obtinguts s'han de considerar com aproximacions a uns valors representatius de la realitat que depenen de la variabilitat dels factors inventariats, tals com: el pendent, la cobertura arbòria, la producció de biomassa, l'accessibilitat a les zones forestals, les emissions de CO₂ i els costos econòmics, entre d'altres.

De fet, l'escenari d'aplicació energètica es justifica en part per la facilitat d'instal·lació i manteniment de les calderes de biomassa i també pel subministrament de biomassa, que no comporta una dificultat afegida, ja que actualment les calderes domèstiques de biomassa s'han adaptat per funcionar amb estelles homogènies i de petit diàmetre que poden ser processades a la mateixa zona d'extracció o en patis d'estellament i emmagatzematge pròxims a les zones de consum.

Posteriorment a l'acceptació d'aquest nou recurs energètic per part de la població s'obre la possibilitat d'estudiar la instal·lació de plantes de *District Heating* per a nuclis de població que s'adaptin a les necessitats d'aquesta tecnologia. Així, es pretén obtenir un rendiment energètic superior al de les calderes domèstiques per tona de biomassa consumida.

Finalment, cal realitzar una valoració global de les conseqüències de l'aprofitament de biomassa que permeti justificar la seva implantació. Els aspectes negatius que la dificulten són: l'elevat cost econòmic que cal invertir tant per la transformació de biomassa a estelles com per l'adaptació a les noves calderes de combustió i els impactes ambientals generats amb l'extracció de biomassa. Per altra banda, els aspectes positius que poden decantar la balança al seu favor, són: font de riquesa local, conscienciació ambiental, energia renovable, reducció de les emissions respecte els combustibles fòssils i amb un balanç zero de les emissions de CO₂.

D'aquesta manera, s'entén l'aprofitament d'aquest recurs energètic per disminuir la dependència de les energies fòssils en un context econòmic, científic i social cada cop més propers. I on el quart informe del experts del IPCC⁴⁴ senyala que hi ha entre un **90%** i un **99%** de possibilitats de que el canvi climàtic sigui a causa de les creixents emissions de gasos d'efecte hivernacle (entre elles el CO₂) procedents bàsicament de la crema de combustibles fòssils.

⁴⁴Quart informe dels experts de l'Intergovernmental Panel on Climate Change" (IPCC). Paris, 2 de febrer de 2007.

24. PROPOSTES DE MILLORA

Es proposen algunes millores per ser introduïdes en projectes futurs que aprofundeixin més en factors dels quals no s'han pogut tractar en profunditat per aquest projecte.

Una de les millores proposades consisteix en inventariar dades més actuals en quant al tipus de combustible utilitzat en els habitatges principals i secundaris, ja que poden variar respecte les que s'han fet servir en el present projecte en base a l'IDESCAT per l'any 2001. Un primer indicatiu d'aquest canvi en la distribució del consum ja s'ha comprovat amb el cas del carbó, on les dades del IDESCAT vaticinen un elevat nombre d'habitatges amb aquest tipus de combustible que no corresponen amb els resultats de les enquestes fetes al municipi d'Esterri de Cardós on el carbó no s'utilitzava. El mateix passa amb la fusta però a l'inrevés, ja que actualment s'ha comprovat un consum elevat en contra del que n'apareix a l'IDESCAT per l'any 2001. D'aquesta manera és interessant que IDESCAT actualitzi la base de dades sobre la distribució de combustibles o sinó fer ús d'altres fonts d'informació, així com la realització de més enquestes a diferents mostres de la població, amb la finalitat d'obtenir un càlcul de la demanda energètica més fidedigne a la realitat actual.

Una altra proposta interessant fa referència a la comptabilització de la biomassa forestal del PNAP. En aquest projecte la biomassa potencial i extraïble s'ha estimat a partir del POF d'Esterri de Cardós i de Sistemes d'Informació Geogràfica per a la resta del Parc. Una manera més acurada per acotar el total de biomassa disponible al PNAP es basa amb l'anàlisi de cada POF municipal inclòs en el PNP i així inventariar la biomassa mitjançant estudis forestals específics.

Respecte la diagnosi del balanç d'emissions de CO₂ entre els combustibles fòssils i la biomassa com a combustible renovable, caldria incloure'n les emissions d'altres gasos que s'emeten amb menor intensitat però que els seus efectes s'han de tenir en compte. Tals com els òxids de nitrogen (NO_x) i els òxids de sofre (SO_x) que comporten efectes nocius com la formació d'ozó troposfèric i l'acidificació del medi, entre d'altres, respectivament.

Pel que fa l'escenari d'aplicació energètic analitzat en el present projecte s'ha donat resposta a la substitució del consum de gasoil per biomassa forestal a les calderes domèstiques. D'aquesta manera s'ha abordat la primera hipòtesi d'aprofitament de la biomassa forestal que ha estat comptabilitzada per les diferents zones d'estudi, en canvi s'ha deixat per estudis futurs les altres dues hipòtesis on s'hi contemplava l'aplicació de tecnologies en District Heating i en Cogeneració. Així doncs, amb l'inventari de les tres hipòtesis d'aplicació energètica es permet determinar la tecnologia que millor s'adapti a les característiques del PNAP. Per acabar de complementar la primera hipòtesi seria interessant analitzar la repercussió (energètica, econòmica i ambiental) que comporta la substitució completa de les energies fòssils que s'utilitzen a les calderes domèstiques, per biomassa forestal.

La darrera proposta de millora es centra en fomentar la implantació de calderes de biomassa a les noves construccions emparant-se a les normatives vigents en quant a l'ús d'energies renovables, com el DECRET 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis. Per incentivar i promoure aquestes instal·lacions al sector domèstic s'hauria de comptar amb l'ajut de les administracions que oferissin subvencions com ara les aportades per l'ICAEN, l'any 2006, en quant a la instal·lació de calderes de biomassa a particulars.

25. BIBLIOGRAFIA

LIBRES

- CAMPS, M I MARCOS, F.2002. Los Biocombustibles. Ed. Mundi-Prensa.
- Centre tecnològic Forestal de Catalunya, 1996. La Gestión sostenible de los bosques.
- Departament de medi ambient i Habitatge. Els Boscos de Catalunya. Estructura, dinàmica i funcionament.
- HERNÁNDEZ, C. (1996). Manual de energía de la biomasa. Madrid. IDAE.
- JONATI, C; RODRIGUEZ, J; VAYREDA, J. Pla de la biomassa. CREAM i CTFC.2001
- RODRÍGUEZ, J; JUANATI, C; PIQUÉ, M; TOLOSANA, E. Tècniques de desembosc en l'aprofitament forestal. Departament de Medi Ambient i Habitatge.

ARTICLES

- VELASQUEZ, B. 2006. Situación de los sistemas de aprovechamiento de los residuos forestales para su utilización.
- Departament de Medi Ambient i Habitatge. Revista silvicultura. Núm.42. Ed. Centre de la propietat forestal .2004.

ESTUDIS/PROJECTES

- Propietat de l'Ajuntament d'Esterri de Cardós. Memòria. Projecte d'Ordenació de les forest C.U.P 140 "Canal de Gallinera" de Ginestarre i 141 "Saeewdo-Manyanero" d'Esterri de Cardós.
- Departament de Medi Ambient i Habitatge. Quaderns de la Generalitat. Vayreda, J. Gestió forestal 2005.
- CALVET, E; MILLAN, AC; PUY, N; VILLAREAL, M. Avaluació del potencial d'aprofitament de Biomassa al Parc del Montnegre i el Corredor. 2004.
- PUY, N. Avaluació Integrada de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal a Catalunya. 2006.
- FUNDACIÓ ABERTIS. La Biomassa com a font de matèries primeres i d'energia: estudi de la viabilitat al Montseny i Montnegre-Corredor.
- OLMEDO,A; RODRIGUEZ, E; ROMAN, P; SANCHEZ, E. Avaluació de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal del Parc de Collserola.2006.
- HERNANDEZ, N. Auditories Energètiques a edificis municipals de Tipologia Administrativa i d'Ensenyament a l'any 2005. Mesures d'estalvi per augmentar la sostenibilitat ambiental i econòmica de les instal·lacions públiques municipals.

CURSOS DE BIOMASSA

- Curs d'aprofitament, assecat, processat i emmagatzematge de biomassa forestal i estella" Celebrat al Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Solsona.

PÀGINES WEB

- Ecosistemas (revista científica i tècnica de ecología y media ambiente): www.revistaecosistemas.net
- Enginyeria sense fronteres: www.Catalunya.ingenieriasinfonteras/energia/de_biomassa.org
- CIEMAT: www.energiasrenovables.ciemat.es
- Agència europea de medi ambient: <http://local.es.eea.europa.eu/>
- Banco Mundial: www.bancomundial.org
- Comissió europea: <http://europa.eu.int/comm/environment>
- Diputació de Barcelona. Àrea de medi ambient: www.diba.es
- World Energy Council: www.worldenergy.org
- Agència Internacional de l'Energia: www.iea.org
- Air Pollution and Health: A European Information System (APHEIS): www.apheis.org
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): www.ipcc.ch
- Associació per a la divulgació de tecnologies sostenibles: www.adts.info
- Environmental Protection Agency: www.epa.gov
- CENER: www.cener.com
- CFC: www.forestal.net
- CTFC: www.ctfc.es
- CREA: www.crea.uab.es
- Diputació de Lleida: www.diputaciolleida.es
- FAO: www.fao.org
- Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya: www.gencat.net/mediamb
- ICAEN: www.icaen.es
- IDESCAT: www.idescat.net
- Agència d'Energia de Barcelona: www.barcelonaenergia.com
- Mirabosc On Line: natura.uab.cat/mirabosc
- Pallars Sobirà: www.pallarssobira.com
www.elportaldelpallars.com
www.pallarssobira.info
- Parc Natural de l'Alt Pirineu: http://mediambient.gencat.net/cat/el_medi/parcs_de_catalunya
- Vall de Cardós: www.vallcardos.ddl.net
www.lleida.com
- Esterri de Cardós: www.esterricardos.ddl.net
- Ambinautes.org: www.grupambient.net
- Sostenible: www.sostenible.es
- Wikipedia: www.wikipedia.org
- Portal forestal: www.portalforestal.com
- Enersilva: www.enersilva.com
- Soliclíma: www.soliclima.com

26. ÍNDEX TAULES, FIGURES I MAPES.

TAULES

<u>Taula 6.1.</u> Superfícies municipals incloses dins el PNAP.....	40
<u>Taula 9.1.</u> Característiques tècniques de l'estelladora mòbil proposada.....	66
<u>Taula 9.2.</u> Característiques tècniques del tractor agrícola proposat.....	66
<u>Taula 9.3.</u> Característiques tècniques del transport proposat.....	66
<u>Taula 9.4.</u> Imatges de la maquinària proposada.....	67
<u>Taula 9.5.</u> Característiques tècniques de l'estelladora proposada.....	67
<u>Taula 9.6.</u> Imatges de la zona de tractament i de la maquinària proposada.....	67
<u>Taula 12. 1.</u> Característiques principals d'una caldera domèstica.....	79
<u>Taula 12.2.</u> Característiques principals d'una instal·lació mitjana.....	81
<u>Taula 12.3.</u> Característiques principals d'una instal·lació a gran escala.....	83
<u>Taula 12.4.</u> Característiques principals dels tres escenaris d'aprofitament energètic.....	85
<u>Taula 13.1</u> Distribució dels diferents habitatges segons el municipi.....	87
<u>Taula 13.2</u> Distribució del combustible utilitzat per als habitatges de primera residència amb dades inventariades.....	89
<u>Taula 13.3</u> Demanda energètica de fusta i gasoil per habitatges de primera residència amb dades inventariades.....	92
<u>Taula 13.4.</u> Demanda energètica de gas i electricitat per habitatges de primera residència amb dades inventariades.....	93
<u>Taula 13.5.</u> Demanda energètica de carbó per habitatges de primera residència amb dades inventariades.....	94
<u>Taula 13.6.</u> Resum de la demanda d'energia calorífica per habitatges de primera residència.....	95
<u>Taula 13.7.</u> Percentatges d'utilització de cada tipus de combustible segons les dades d'habitatges de primera residència.....	96
<u>Taula 13.8.</u> Demanda energètica de fusta, gasoil i gas per habitatges de primera residència sense dades inventariades.....	97
<u>Taula 13.9.</u> Demanda energètica de carbó i electricitat per habitatges de primera residència sense dades inventariades	97
<u>Taula 13.10.</u> Equivalència de consums de segona residència.....	100
<u>Taula 13.11.</u> Demanda energètica de fusta, gasoil i gas per habitatges de segona residència.....	100
<u>Taula 13.12.</u> Demanda energètica de carbó i electricitat per habitatges de segona residència.....	101
<u>Taula 14.1.</u> Distribució dels diferents habitatges segons els municipis de la Vall.....	102
<u>Taula 14.2.</u> Distribució dels combustibles en els habitatges inventariats de la Vall de Cardós.....	103
<u>Taula 14.3.</u> Distribució del consum energètic per habitatges de primera residència inventariats.....	103
<u>Taula 14.4.</u> Distribució del consum energètic per habitatges de primera residència sense inventariar.....	104
<u>Taula 14.5.</u> Distribució del consum energètic per habitatges de segona residència.....	104
<u>Taula 15.1.</u> Comparació dels consum anuals de cada combustible a primeres i segones residències.....	106

<u>Taula 15.2.</u> Demanda energètica de carbó, fusta i gasoil pel municipi d'Esterri de Cardós.....	107
<u>Taula 15.3.</u> Demanda energètica de gas i electricitat per Municipi d'Esterri de Cardós.....	107
<u>Taula 16.1.</u> Habitatges principals amb calefacció a Catalunya segons el combustible utilitzat.....	108
<u>Taula 16.2.</u> Consums finals d'energia del sector domèstic a Catalunya.....	108
<u>Taula 16.3.</u> Teps consumits per habitatge a Catalunya segons el combustible utilitzat.....	109
<u>Taula 16.4.</u> Teps consumits per habitatge principal i secundari al PNAP segons combustible.....	109
<u>Taula 17.1.</u> Emissions de CO ₂ per l'àmbit del PNAP.....	111
<u>Taula 17.2.</u> Emissions de CO ₂ anuals per habitatge (1ar i 2ar).....	112
<u>Taula 18.1.</u> Superfície de bosc explotable actualment segons les consideracions anteriors a les comarques del PNAP.....	113
<u>Taula 18.2.</u> Aprofitament temporal de l'estrat arbori de les comarques representatives del PNAP.....	115
<u>Taula 18.3.</u> Aprofitament sostenible de l'estrat arbori a les comarques representatives del PNAP.....	116
<u>Taula 18.4.</u> Aprofitaments actuals a les comarques representatives del PNAP.....	117
<u>Taula 18.5.</u> Superfície i percentatge de cada municipi inclosos al PNAP amb la respectiva superfície productiva.....	119
<u>Taula 18.6.</u> Mitjana de les components que formen la biomassa aèria per municipi i per superfície productiva del PNAP.....	120
<u>Taula 18.7.</u> Mitjana de Producció (M.P.) de biomassa per superfície municipal i per superfície productiva del PNAP.....	121
<u>Taula 18.8.</u> Biomassa potencial anual en funció de la mitjana de producció per hectàrea productiva del PNAP.....	122
<u>Taula 18.9.</u> Potencial energètic de la biomassa forestal del PNAP.....	123
<u>Taula 18.10.</u> Síntesi del procés seguit per al càlcul de l'energia aprofitable al PNAP.....	125
<u>Taula 19.1.</u> Càlcul de la representativitat de cada superfície municipal inclosa dins del PNAP.....	126
<u>Taula 19.2.</u> Quantitats de biomassa potencial (existències i creixements) per a l'àmbit de la Vall de Cardós inclòs dins el PNAP en comparació amb les del PNAP.....	128
<u>Taula 19.3.</u> Síntesi del procés seguit per al càlcul de l'energia aprofitable a la Vall de Cardós.....	128
<u>Taula 20.1.</u> Superfícies de les forests obtingudes digitalment des de l'ortofotomapa de les forests a escala 1:5.000.....	129
<u>Taula 20.2.</u> Tipus de quaters i funció. Rodals que els formen i la superfície que ocupen.....	131
<u>Taula 20.3.</u> Característiques de superfície i volum dels diferents cantons.....	132
<u>Taula 20.4.</u> Creixement a la forest 140.....	133
<u>Taula 20.5.</u> Creixement a la forest 141a.....	133
<u>Taula 20.6.</u> Creixement a la forest 141e.....	133
<u>Taula 20.7.</u> Biomassa potencial (creixements) per a la superfície forestal inclosa al PNAP del municipi d'Esterri de Cardós.....	134
<u>Taula 20.8.</u> Síntesi del procés seguit per al càlcul de l'energia aprofitable al Municipi d'Esterri de Cardós...135	135
<u>Taula 20.9.</u> Tractaments per a les masses no productores de les forests 140 i 141.....	138
<u>Taula 20.10.</u> Tractament de millora (m ³ /any) de les coníferes en el quarter (A) per a les dues forests (2007-2008).....	139

<u>Taula 20.11.</u> Tractaments de regeneració (m ³ /any) de les coníferes en el quarter (A) per a les dues forests (2007-2008).....	139
<u>Taula 20.12.</u> Energia de la biomassa residual per als tractaments silvícoles del Pla Especial (2007-2008)...	140
<u>Taula 20.13.</u> Energia de la biomassa residual per als tractaments silvícoles planificats en el Pla General per 20 anys.....	141
<u>Taula 21.1.</u> Total d'hectàrees que compleixen els requisits per a ser aprofitades com biomassa forestal..	148
<u>Taula 21.2.</u> Total d'hectàrees aprofitables i limitades al 50% d'accessibilitat en camins tradicionals.....	148
<u>Taula 21.3.</u> Potencial energètic de la producció mitjana de biomassa a partir de les hectàrees seleccionades.....	149
<u>Taula 21.4.</u> Vall de Cardós. Total d'hectàrees que compleixen els requisits per ser aprofitades. Organitzades per diferents nivells d'accessibilitat.....	151
<u>Taula 21.5.</u> Potencial energètic de la producció mitjana de biomassa a partir de les hectàrees seleccionades.....	152
<u>Taula 21.6.</u> Esterri de Cardós. Total d'hectàrees que compleixen els requisits per ser aprofitades. Organitzades per diferents nivells d'accessibilitat.....	153
<u>Taula 21.7.</u> Potencial energètic de la producció mitjana de coníferes a partir de les hectàrees seleccionades.....	154
<u>Taula 22.1.</u> Consum de gasoil per la generació d'energia calorífica a les primeres residències (2001).....	156
<u>Taula 22.2.</u> Consum de gasoil per la generació d'energia calorífica a les segones residències (2001).....	157
<u>Taula 22.3.</u> Consum de gasoil per la generació d'energia calorífica a les primeres i segones residències (2001).....	160
<u>Taula 22.4.</u> Consum de gasoil per la generació d'energia calorífica a les primeres i segones residències (2001).....	162
<u>Taula 22.5.</u> dels costos econòmics (€) que implica el consum de gasoil per primeres i segones residències (2006).....	165
<u>Taula 22.6.</u> dels costos econòmics (€) que implica el consum de biomassa per substituir-ne el de gasoil 2006.....	165
<u>Taula 22.7.</u> Balanç econòmic (€) entre la utilització de la biomassa enfront el gasoil (2006).....	165
<u>Taula 22.8.</u> dels costos ambientals (t CO ₂) que implica el consum de gasoil per primeres i segones residències (2006).....	167
<u>Taula 22.9.</u> dels costos ambientals (t CO ₂) que implica el consum de biomassa per substituir-ne el de gasoil (2006).....	167
<u>Taula 22.10.</u> Balanç ambiental (t CO ₂) entre la utilització de la biomassa enfront el gasoil (2006).....	167

FIGURES

<u>Figura 3.1.</u> Estructura de la Metodologia del Projecte	18
<u>Figura 6.1.</u> Mapa del Parc Natural de l'Alt Pirineu.....	35
<u>Figura 6.2.</u> Mapa de situació del Pallars Sobirà.....	36
<u>Figura 6.3.</u> Mapa del Pallars Sobirà.....	36
<u>Figura 6.4.</u> Municipi d'Esterrí de Cardós.....	37
<u>Figura 6.5.</u> Panoràmica d'una part de les forests CUP 140 i 141.....	38
<u>Figura 6.6.</u> Imatge del PNAP	39
<u>Figura 6.7.</u> Imatge del PNAP.....	39
<u>Figura 6.8.</u> Pi negre.....	44
<u>Figura 6.9.</u> Bedoll.....	44
<u>Figura 6.10.</u> Pi roig.....	45
<u>Figura 6.11.</u> Gall fer.....	46
<u>Figura 6.12.</u> Trençalós.....	47
<u>Figura 9.1.</u> Sistema de treball vora pista, amb els processos d'extracció, trituració i transport a planta energètica. font: VTT Processes.....	60
<u>Figura 9.2.</u> Sistema de treball a pati, amb els processos d'extracció, transport i trituració de la biomassa forestal. font: VTT Processes.....	62
<u>Figura 12.1.</u> Aprofitaments energètics de la biomassa forestal com a combustible.....	77
<u>Figura 12.2.</u> Sistema de treball (automatitzat o manual) que proporciona estelles forestals a una planta de potència mitjana.....	82
<u>Figura 12.3.</u> Sistema de treball representat per una hectàrea d'explotació que proporciona biomassa a una planta d'alta capacitat energètica. Font: VTT Processes.....	84
<u>Figura 13 .1.</u> Percentatge: Distribució dels combustibles pels habitatges de primera residència inventariats al PNAP.....	88
<u>Figura 13 .2.</u> Percentatge : Distribució dels combustibles a Sort, municipi amb 1550 habitatges.....	90
<u>Figura 13.3.</u> Percentatge: Distribució dels combustibles a Esterrí de Cardós, municipi amb 58 habitatges....	90
<u>Figura 13.4.</u> Percentatge: Habitatges inventariats i no inventariats de primera residència en el PNAP.....	90
<u>Figura 13.5.</u> Evolució de l'energia consumida (teps/any) de cada combustible, pel total d'habitatges de primera residència.....	95
<u>Figura 13.6.</u> Evolució del consum energètic (teps/habitatge/any) de cada combustible per habitatge de primera residència.....	95
<u>Figura 13.7.</u> Evolució de l'energia consumida (teps/any) de cada combustible, pel total d'habitatges de primera residència sense inventariar.....	98
<u>Figura 13.8.</u> Percentatge segons el tipus de residència.....	99
<u>Figura 13.9.</u> Percentatge d'ocupació anual de les segones residències.....	99
<u>Figura 13.10.</u> Evolució de l'energia consumida (teps/any) de cada combustible, pel total d'habitatges de segona residència.....	101
<u>Figura 13.11.</u> Evolució del consum energètic (teps/habitatge/any) de cada combustible per habitatge de segona residència.....	101

<u>Figura 14.1.</u> Classificació dels habitatges que formen els municipis de la Vall de Cardós, ampliada en percentatges.....	102
<u>Figura 14.2.</u> Distribució dels combustibles, ampliada en percentatges.....	102
<u>Figura 14.3.</u> Evolució del consum total d'energia calorífica (teps/any), a l'àmbit de la Vall de Cardós.....	104
<u>Figura 15. 1.</u> Evolució del consum total d'energia calorífica (teps/any), al municipi d'Esterri de Cardós.....	107
<u>Figura 16.1.</u> Evolució dels consums energètics (teps/any) en el sector domèstic per a Catalunya.....	108
<u>Figura 16.2.</u> Evolució dels consums energètics per habitatge (teps/habitatge/any), relatius a Catalunya i al PNAP.....	108
<u>Figura 17.1.</u> L'evolució dels consums energètics per habitatge (tep/habitatge any) relatius a Catalunya i al PNAP.....	110
<u>Figura 18.1.</u> Percentatge de bosc aprofitable del PNAP. (elaboració pròpia, adaptació del Pla de Biomassa, Àmbit Forestal).....	114
<u>Figura 18.2.</u> Tones de biomassa forestal en pes sec estufa que es poden obtenir mitjançant un aprofitament.....	115
<u>Figura 18.3.</u> Tones (pse) generades amb l'aprofitament sostenible.....	116
<u>Figura 18.4.</u> Diagrama comparatiu entre l'aprofitament temporal i sostenible. Resultats en tones pse anuals dels components de la biomassa aèria i residual.....	117
<u>Figura 18.5.</u> Percentatge de la superfície de les tres zones d'estudi respecte el total del Parc Natural.....	118
<u>Figura 18.6.</u> Percentatge de la superfície de les tres zones d'estudi respecte el total del Parc Natural.....	119
<u>Figura 18.7.</u> Composició de la biomassa que integra el PNAP, en percentatges.....	120
<u>Figura 18.8.</u> Detall de la biomassa aèria total (t/ha) present en els diferents àmbits d'estudi.....	121
<u>Figura 18.9.</u> Detall dels creixements mitjans (t/ha/any) de la biomassa forestal pels dos àmbits d'estudi..	122
<u>Figura 18.10.</u> Detall dels percentatges en biomassa potencial dels tres àmbits respecte el total del Parc...	123
<u>Figura 19.1.</u> Total de biomassa aèria per hectàrea municipal (t/ha) i total de biomassa potencial inclosa dins el PNAP per cada municipi que forma la Vall de Cardós (t.pse).....	126
<u>Figura 19.2.</u> Producció de biomassa aèria per hectàrea productiva (t/ha) i total de biomassa aprofitable inclosa dins el PNAP per cada municipi que forma la Vall de Cardós (t.pse).....	127
<u>Figura 19.3.</u> Creixement anual aprofitable de la biomassa aèria total i energia generada per a l'àmbit de la Vall de Cardós i a la resta del PNAP.....	127
<u>Figura 20.1.</u> Detall de la superfície (ha) forestal amb presència d'arbres respecte la total.....	129
<u>Figura 20.2.</u> Detall en percentatge de la representativitat d'espècies a la superfície forestal arbrada de les forests.....	130
<u>Figura 20.3.</u> Detall de la superfície (ha) de cada quarter.....	131
<u>Figura 20.4.</u> Detall dels creixements de les coníferes (m ³ /any) en les forests 140 i 141, agrupats en quaters productors o proteccionistes.....	134
<u>Figura 20.5.</u> Detall del potencial energètic (aprofitable i total) que s'obté a partir del creixement de les coníferes i amb les limitacions d'aprofitament forestal, pel municipi d'Esterri de Cardós.....	135
<u>Figura 20.6.</u> Detall dels volums (m ³ /any) d'extracció planificats per actuacions silvícoles (2007-2008).....	140

<u>Figura 21.1.</u> Superfície (ha) dels diferents Hàbitats, reclassificats en base als Hàbitats Corine (HC), per l'àmbit del PNAP.....	142
<u>Figura 21.2.</u> Percentatge representatiu dels diferents Hàbitats agrupats per categories, dins l'àmbit del PNAP.....	142
<u>Figura 21.3.</u> Gràfic de la superfície de cobertura en el PNAP agrupada per: rendible per l'explotació (major al 70%) i no rendible (menor al 70%).....	144
<u>Figura 21.4.</u> del total de superfície del PNAP, agrupada entre: l'explotable (pendent inferior o igual al 60%) i la no explotable (pendent superior al 60%).....	145
<u>Figura 21.5.</u> Longitud (km) dels diferents vials d'accés a les zones de muntanya del PNAP.....	146
<u>Figura 21.6.</u> Percentatge segons el tipus de ferm dels diferents vials d'accés.....	146
<u>Figura 21.7.</u> Superfície accessible, a 30 i 50 m, a partir dels vials d'accés.....	147
<u>Figura 21.8.</u> Total d'hectàrees de bosc i vegetació que compleixen les condicions (totes menys les d'accessibilitat) per ser aprofitades com biomassa.....	147
<u>Figura 21.9.</u> del total d'hectàrees productives que són accessibles per l'aprofitament forestal.....	149
<u>Figura 21.10.</u> del total d'hectàrees accessibles per explotació.....	151
<u>Figura 21.11.</u> del total d'hectàrees accessibles per explotació.....	153
<u>Figura 22.1.</u> Demanda d'energia calorífica per a primeres residències en el PNAP (percentatge).....	155
<u>Figura 22.2.</u> Tipus de font energètica dels habitatges de primera residència en el PNAP (per Figura.3 Detall del gasoil consumit (eix secundari) en primeres residències i el percentatge (eix principal) que en representen per a cada municipi del PNAP.....	156
<u>Figura 23.3.</u> Detall del gasoil consumit (eix secundari) en primeres residències i el percentatge (eix principal) que representen per a cada municipi del PNAP.....	157
<u>Figura 22.4.</u> Demanda d'energia calorífica per a segones residències en el PNAP (percentatge).....	157
<u>Figura 22.5.</u> Tipus de font energètica dels habitatges de segona residència en el PNAP (percentatge).....	158
<u>Figura 22.6.</u> Detall del gasoil consumit (eix secundari) en segones residències i la distribució en habitatges (eix principal) per a cada municipi del PNAP.....	158
<u>Figura 22.7.</u> Percentatge d'excedent energètic per cada escenari d'aprofitament de biomassa forestal.....	159
<u>Figura 22.8.</u> Demanda mitjana d'energia calorífica per primeres i segones residències a la Vall de Cardós.....	160
<u>Figura 22.9.</u> Tipus de font energètica dels habitatges de primera i segona residència a la Vall de Cardós..	160
<u>Figura 22.10.</u> Detall del gasoil consumit (eix secundari) en primeres i segones residències i la distribució en habitatges (eix principal), per a cada municipi de la Vall de Cardós.....	161
<u>Figura 22.11.</u> Percentatge d'excedent energètic segons la demanda a cobrir (total o parcial), per cada escenari d'aprofitament de biomassa forestal.....	161
<u>Figura 22.12.</u> Percentatge d'excedent energètic en funció del creixement considerat de la biomassa forestal (compatible o total), per cada escenari d'aprofitament a Esterri de Cardós.....	163
<u>Figura 22.13.</u> Ràtio del cost econòmic (gasoil i biomassa) pels habitatges dels municipis inclosos al PNAP. i a la Vall de Cardós.....	166

<u>Figura 22.14.</u> Ràtio del cost ambiental (gasoil i biomassa) pels habitatges dels municipis inclosos al PNAP.....	168
--	-----

MAPES

<u>Mapa 21.1.</u> Primera reclassificació dels hàbitats CORINE presents en el territori del PNAP.....	142
<u>Mapa 21.2.</u> Dels hàbitats productius forestals (boscos i vegetacions) que són potencialment aprofitables.....	143
<u>Mapa 21.3.</u> Referent al factor limitant silvícola. Mostra la superfície segons el seu grau de cobertura arbòria. A partir del 40% fins al 100% de cobertura (sense espais buits).....	144
<u>Mapa 21.4.</u> de pendents corresponent a la limitació topogràfica. On les zones verdes representen pendents menors i les zones groguenques pendents majors.....	145
<u>Mapa 21.5.</u> de la ubicació dels vials d'accés al PNAP, inventariats l'any 2000.....	146
<u>Mapa 21.6.</u> Superposició de les capes de pendents i cobertura amb la dels hàbitats productius.....	147
<u>Mapa 21.7.</u> Superfície de les dos darreres capes a superposar.....	148

27. GLOSSARI

Balegar: matollars densos i força uniformes molt dominats pel bàlec. (*Genista balansae*)

Biomassa aèria total: Suma de la biomassa de cadascuna de les fraccions aèries dels arbres: biomassa de la fusta, l'escorça, les branques i les fulles, en pes sec estufa.

Biomassa de branques: pes sec de totes les branques (fusta i escorça) sense fulles que surten del tronc, expressada per unitat de superfície. Aquesta variable es calcula coneixent el nombre, el diàmetre i el pes en sec estufa de les branques sense les fulles.

Biomassa d'escorça: pes sec estufa d'escorça del tronc (no inclou l'escorça de les branques) des de la base fins a l'àpex de tots els arbres d'una estació, expressada per unitat de superfície.

Biomassa de fusta: pes sec estufa de fusta del tronc (no inclou la fusta de les branques) des de la base fins a l'àpex de tots els arbres d'una estació, expressada per unitat de superfície.

Biomassa forestal aprofitable o extraïble: biomassa dels arbres que és susceptible de ser retirada del bosc, tenint en compte les limitacions d'extracció implicades en l'aprofitament forestal.

Biomassa forestal: es defineix com el pes (o estimació equivalent) de matèria orgànica que existeix en un determinat ecosistema forestal per sobre i per sota del sòl. Normalment es quantifica en tones per hectàrea de pes verd o sec.

Biomassa forestal potencial: biomassa total que continguda en els arbres d'un bosc.

Biomassa forestal residual: restes seques o mortes de la biomassa d'un arbre, les quals la única sortida que tenen és la de l'aprofitament energètic.

Biotop: espai físic natural i limitat on es desenvolupa la biocenosi (part viva d'un ecosistema).

Caldera: dispositiu el qual la seva funció principal és generar vapor amb pressions superiors a una atmosfera. El vapor és generat per l'absorció de calor produït de la combustió del combustible.

Capçada: Conjunt de les branques d'un arbre des de l'enforcadura fins al cimall, amb fullatge o sense.

Carbó de "coc": Residu carbonós obtingut en la destil·lació seca dels carbons bituminosos o d'altres combustibles, com el petroli.

Carrasca: nom vulgar de l'alzina (*Quercus ílex*).

Coberta vegetal: percentatge del sòl que es troba ocupat per vegetació.

Cogeneració: procés en el qual es produeixen calor i energia elèctrica conjuntament.

Conífera: arbres o arbustos caracteritzats per portar estructures reproductives anomenades cons. Les coníferes són les espècies forestals dominants en els climes freds de les latituds altes i de les muntanyes de latituds mitjanes incloses les tropicals. La gran majoria de les coníferes són de fulla perenne, encara que existeixen algunes amb fulla caduca.

CORINE biotopes: és un projecte que classifica jeràrquicament tots els hàbitats naturals, seminaturals i artificialitzats de la Unió Europea. Aquest sistema de classificació ha estat adaptat a Catalunya i ha donat lloc a la Llista dels hàbitats a Catalunya, que inclou tots els hàbitats del territori català.

Cultius energètics: cultius de diferents espècies vegetals amb l'objectiu de poder-ne fer un aprofitament energètic.

Combustibles fòssils: tots aquells combustibles originats per la fossilització de matèria orgànica. Són el carbó, el petroli i el gas natural. Aquests es troben a la natura de forma natural i no són renovables.

Combustió: és una reacció química en la que un element combustible es combina amb un altre oxidant (generalment oxigen en forma de O_2 gasós), desprenent calor i produint un òxid.

District Heating: calefacció centralitzada. Aquest sistema se sol aplicar a l'hora d'abastir barris o conjunts residencials amb calefacció i aigua calenta.

Eficiència energètica: reducció del consum d'energia mantenint els mateixos serveis energètics, sense disminuir el nostre confort i qualitat de vida, protegint el medi ambient, assegurant l'abastiment i fomentant un comportament sostenible en el seu ús.

Endemisme: fa referència a aquell tàxon propi i autòcton d'una contrada concreta.

Energia tèrmica: energia alliberada en forma de calor produïda per la combustió de combustibles com el petroli, el carbó, la fusta o el gas natural.

Entressaca: Tractament que dona origen a una massa irregular, és a dir, una massa que té barrejats peus de totes les edats presents en ella i suposa tallades de peus distribuïts per tota la seva extensió.

Estrat arbori: part del bosc dominada per arbres.

Estrat arbusti: part del bosc dominada per arbusts.

Explotació forestal sostenible: manera d'explotar els boscos en la qual la taxa d'extracció no supera a la del creixement d'aquests. Aquest tipus d'explotació tracta de mantenir la situació de corba ideal en l'estructura del bosc, fent constants els estocs de carboni al llarg del temps.

Fracció cabuda coberta: proporció del sòl cobert per la projecció de les copes dels arbres.

Gasoil: o dièsel. Prové del petroli i és un líquid de color blanquinós o verdós, de densitat sobre 850 Kg/m³, compost principalment per parafines i utilitzat sobretot com a combustible en motors dièsel i en calefacció.

Habitatges de primera residència (principals): aquelles vivendes en les quals els seus habitants hi viuen durant tot l'any.

Habitatges de segona residència (secundaris): aquelles vivendes les quals no estan ocupades durant tot l'any, només ocasionalment i durant les vacances

Mirabosc Online: programa de l'IEFC en el qual es poden fer consultes on-line sobre diferents característiques dels boscos de Catalunya. Aquest conté totes les dades forestals referents als municipis, juntament amb les espècies forestals de Catalunya i amb els criteris de limitació d'aprofitament que contempla del Pla de la Biomassa.

Pèl·lets: tipus de combustible compost de restes de fusta processada per diferents processos físics d'homogeneïtzació i densificació i premada en cilindres de 6-8 mm de diàmetre i 10-20 mm de llargada. És un combustible econòmic i de gran poder calorífic.

Pes sec ambient: pes del material vegetal amb un 30% de contingut d'aigua.

Pes sec estufa: pes del material vegetal amb un 0% de contingut d'aigua.

Planifoli: arbres de fulla ampla i plana. Inclouen arbres de fulla caduca i perenne.

Poder calorífic inferior: calor que es desprèn per la combustió d'un kg de combustible a la pressió d'un bar i suposant que l'aigua generada en el procés es troba en forma de vapor.

Roquissar: és un hàbitat sec on toca molt el sol, hi ha poca terra i les plantes són escasses.

Superfície arbrada: és la superfície forestal amb presència d'arbrat, incloent arbrat petit de regeneració i l'arbrat existent en la zona de tallafoç.

Superfície inforestal: és la superfície rasa no susceptible de ser repoblada (roquissars, pistes forestals...)

Superfície no arbrada: és la superfície poblada per matollar o pastures, susceptible de ser repoblada per l'arbrat.

Tractaments silvícoles: tractaments que es realitzen als boscos, consistents en fer aclarides als arbres, amb l'objectiu d'obtenir una bona estructura forestal. Se solen fer en aquella fusta de menor qualitat: arbres secs, arbres malformats o de mides petites. Aquestes actuacions permeten millorar l'aspecte paisatgístic, netegen els camins tradicionals i permeten la regeneració natural de les àrees desforestades.

28. ACRÒNIMS

AGD:	Àrees de Gestió Designada
AIEN:	Àrees d'Interès d'Evolució Natural
BAT:	Biomassa Aèria Total
CREAF:	Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals
CTFC:	Centre Tecnològic Forestal de Catalunya
CUP:	Catàleg d'Utilitat Pública
DMA:	Departament de Medi Ambient
DMAH:	Departament de Medi Ambient i Habitatge
ETP:	Evapotranspiració
FCC:	Fracció de Cabuda Coberta
HC:	Hàbitats Corine
ICAEN:	Institut Català de l'Energia
ICC:	Institut Cartogràfic de Catalunya
ICTA:	Institució de Ciència i Tecnologia Ambiental
IPCC:	Panell Intergovernamental sobre el Canvi Climàtic
IDESCAT:	Institut d'Estadística de Catalunya
IEFC:	Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya
PCI:	Poder Calorífic Inferior
PEIN:	Pla Especial d'Interès Natural
PNAP:	Parc Natural de l'Alt Pirineu
POF:	Pla d'Ordenació Forestal
PSA:	Pes Sec Ambient
PSE:	Pes Sec Estufa
SIG:	Sistemes d'Informació Geogràfica
TBF:	Tipus de Bosc Final
TEP:	Tona Equivalent de Petrol

29. PROGRAMACIÓ

	Octubre				Novembre				Desembre				Gener				Febrer				Març
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1
Creació del grup																					
Recerca d'informació																					
Definició dels objectius																					
Organització de la metodologia																					
Recerca d'antecedents																					
Elaboració de l'índex																					
Síntesi de la Informació																					
Consultes i entrevistes amb experts																					
Visites al PNAP																					
Assistència a curs de ponències																					
Elaboració dels mapes																					
Revisió dels mapes																					
Elaboració de les primeres entregues																					
Elaboració de les defenses orals																					
Redacció del Bloc I: Introducció																					
Revisió del Bloc I																					
Elaboració del Bloc II: Inventari																					
Revisió del Bloc II																					
Elaboració del Bloc III: Diagnosi																					
Revisió del Bloc III																					
Creació de les conclusions																					
Creació de propostes de millora																					
Elaboració de l'article																					
Elaboració de l'annex																					
Revisió del document final																					
Entrega del projecte																					
Defensa oral del projecte																					

30. PRESSUPOSTOS

RECURSOS HUMANOS				
	Concepte	Hores	Preu unitari(€)	Total (€)
Honoraris	Treball despatx	1200	9	10800
	Treball camp	110	12	1320
	Concepte	Quantitat	Preu unitari (€)	Total (€)
Desplaçaments	Transport públic	42	3	126
	Automòbil (km)	900 + 1200	0,1	210
	Peatges	5	4	20
	Concepte	Quantitat	Preu unitari (€)	Total (€)
Altres	Cursos	2	45	90

RECURSOS MATERIAIS				
	Concepte	Quantitat	Preu unitari (€)	Total (€)
Materials	Fotocòpies	450	0,04	18
	Impressions	840	0,08	70
	Enquadernacions	4	4	16
	CD's	4	1	4

Lloguer instal·lacions (10%)	1.267€
Total sense IVA	13.941€
Total amb IVA (16%)	16.172€