

Propostes per l'Estratègia Forestal d'Andorra

Equip de treball

Marta Domènech	Investigadora d'Andorra Recerca + Innovació
Marc Font	Investigador d'Andorra Recerca + Innovació
Marc Pons	Director d'Andorra Recerca + Innovació
Oriol Travesset	Coordinador de l'eix Sostenibilitat d'Andorra Recerca + Innovació



Aquesta obra està subjecta a una llicència de [Reconeixement-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Resum

El context de canvi global que està vivint el planeta, i en especial les zones de muntanya, condiciona la gestió dels recursos naturals, posant en risc les funcions ecosistèmiques i la salut del sistema forestal. Andorra, com a país de muntanya, on aproximadament el 39% de la superfície és bosc, és especialment important la millora del coneixement de l'entorn forestal i de totes les seves variables. En aquest sentit, des d'Andorra Recerca + Innovació es considera imprescindible el desenvolupament d'una estratègia forestal a nivell de país.

Aquesta estratègia ha de donar resposta als reptes que Andorra afrontarà en les properes dècades, per tal de garantir la multifuncionalitat dels boscos entesos com una infraestructura verda d'interès nacional i com a element clau en el desplegament de la reglamentació andorrana com la Llei d'impuls de la transició energètica i del canvi climàtic (Litecc), la Llei d'Economia Circular (LEC) o pel desenvolupament operatiu del Pla Sectorial d'Infraestructures Energètiques d'Andorra (PSIEA). En aquest sentit, l'estratègia hauria d'incloure transversalment tant els serveis ecosistèmics (p. ex., capacitat d'embornal de carboni, conservació de la biodiversitat, conservació del sòl, regulació dels processos hidrològics, rol protector, etc.), com els productes derivats del bosc (fustaners i no fustaners), com la diversificació energètica. Hauria de tenir, a més, una clara component estructural basada en els ODS (Objectius de Desenvolupament Sostenible), el Pla Estratègic per a la Biodiversitat Biològica (Metes d'Aichi), el Pacte Verd Europeu (*Green Deal*) i l'Estratègia Forestal Europea.

Per tot plegat, en aquest informe es recullen una sèrie de propostes de base per treballar la futura estratègia forestal nacional i s'identifiquen les principals línies prioritàries que caldria abordar. El document es basa en el coneixement de la gestió forestal i del canvi global d'Andorra Recerca + Innovació, i posa de relleu normatives i protocols en matèria de gestió dels boscos d'altres països.

Sumari

1.	Introducció	5
1.1	Antecedents	6
1.1.1	Marc normatiu en matèria forestal.....	6
1.2	Objectius	7
1.3	Bases per a una estratègia forestal d'Andorra	7
2.	Governança i gestió	10
2.1	La importància dels POF.....	10
2.2	El Pla d'Ordenació Forestal Nacional.....	11
2.3	Dinamització de l'economia circular forestal.....	12
2.3.1	La gestió forestal a Andorra	12
2.3.2	Planificació i traçabilitat de les actuacions	13
2.3.3	L'estudi del potencial de la biomassa a Andorra	18
2.3.4	La traçabilitat i estàndards de sostenibilitat dels productes forestals	19
2.3.5	Educació i divulgació de la gestió forestal.....	20
3.	Canvi global	22
3.1	Càlcul i seguiment dels estocs i la capacitat d'embornal de carboni dels boscos d'Andorra	22
4.	Recerca aplicada i transferència	23
4.1	Disseny i execució del primer Inventari Nacional Forestal d'Andorra.....	23
4.2	Avaluació del risc i la vulnerabilitat d'incendi	24
4.3	Seguiment de l'estat de salut dels boscos d'Andorra.....	24
4.4	Innovació amb nous materials provinents del bosc.....	25
	Referències.....	26
	Annex A Glossari d'acrònims.....	28
Annex B	Guia per l'estudi del potencial de la biomassa i el seu desenvolupament a Andorra	29

1. Introducció

Durant els darrers 50-60 anys, la gestió forestal ha deixat de ser una activitat econòmica al país. L'abandonament de les activitats tradicionals del segle passat ha estat el principal responsable del canvi d'ús del sòl a Andorra i a la resta del Pirineu. S'han abandonat feixes cultivades, s'han perdut els grans ramats ovins i s'han reconvertit els prats de fons de vall en zones urbanes. A partir dels anys 60-70 el sector terciari va agafar el relleu a tots els sectors econòmics, especialment al primari. En el període 1972-2020 la superfície boscosa d'Andorra ha crescut vora d'un 15% i, en paral·lel, els boscos s'han densificat (Caritg, 2009), alhora que la població resident ha incrementat un 1187%, passant de 6.176 persones al 1950 a les 79.535 actuals.

Actualment els boscos ocupen prop del 40% de la superfície d'Andorra. Representen una garantia pel bon funcionament dels ecosistemes, proveeixen protecció front als riscos naturals, aportant-nos beneficis directes i indirectes, i fixen aproximadament el 36% del carboni emès a nivell nacional¹. Ara bé, la situació ecosistèmica dels boscos d'Andorra està en plena transició pel context de canvi global en que es troba sotmesa.

Els diferents models de canvi climàtic projectats a la zona del Pirineu, conflueixen a afirmar un inequívoc augment de temperatura pels propers anys (Amblar-Francés et al., 2020). A més, molts estudis apunten a un augment de la durada i la intensitat dels períodes de sequera (Lemus Casanovas, 2021), especialment a l'estiu (Beguiría et al., 2019; IPCC, 2014), justament quan les temperatures són més elevades i hi ha més evapotranspiració de la vegetació. Altres estudis destaquen una disminució dels cabals dels rius i de la coberta de neu (Beguiría et al., 2019; Haro-Monteagudo et al., 2020), jugant-hi l'evolució del sòl un paper important. D'altra banda, la comunitat científica alerta de l'alarmant increment del risc d'incendi forestal, actualment considerats la major pertorbació dels boscos mediterranis (Karavani et al., 2018), i alhora reconeguts com el problema de primer ordre en protecció civil a tota Europa (Nolan et al., 2021; Tedim et al., 2020).

Per tot plegat, el bosc es troba exposat a un context incert i d'estrès, que el fan molt vulnerable a canvis irreversibles, especialment pel que fa a les malalties forestals, els incendis i la decrepitud general de la massa.

Davant d'aquesta situació és indispensable disposar d'informació sobre els possibles escenaris futurs del bosc i dels impactes que caldrà gestionar, amb la finalitat de proveir coneixement tècnic a nivell de decisió i d'execució que permeti dissenyar i implantar les mesures adaptatives més apropiades.

¹ Estimació preliminar en base a l'anàlisi de les dades recollides en les primeres 100 parcel·les de l'Inventari Nacional Forestal d'Andorra (<https://ari.ad/projectes/inventari-nacional-forestal-andorra>)

Les reflexions i propostes que es presenten en aquest document entorn la futura estratègia forestal andorrana han de donar resposta als reptes que esdevindran durant les properes dècades. Caldrà garantir la multifuncionalitat dels boscos entesos com una infraestructura verda d'interès nacional i com a element clau en el desplegament de la reglamentació andorrana (p. ex., en la Litecc i en la LEC) i del PSIEA.

1.1 Antecedents

Andorra Recerca + Innovació té una experiència dilatada en projectes nacionals i transfronterers relacionals amb els boscos² i en l'estudi dels usos del sòl³. Recentment ha iniciat una línia de treball focalitzada en la gestió forestal que comprèn des de la recerca en silvicultura adaptativa, a l'estudi de l'efecte del bosc en el cicle hidrològic, fins a la producció d'energia a partir dels productes del bosc.

Com a primer gran projecte en aquesta línia, durant l'any 2022, s'està duent a terme el primer Inventari Nacional Forestal d'Andorra⁴ (INFA). Aquest permetrà disposar de les dades bàsiques sobre el bosc, a més de fer-les públiques i accessibles als gestors públics i a la ciutadania. En aquest sentit, es busca mantenir una estreta relació amb els comuns a fi de fer-los partícips de l'inventari i poder donar suport en les seves necessitats des de la recerca. Aquest treball, fet amb la col·laboració de l'Oficina de l'Energia i del Canvi Climàtic (OECC), permetrà també actualitzar l'estimació de la capacitat d'embornal dels boscos andorrans.

Andorra Recerca + Innovació compta en aquests projectes amb una xarxa d'experts forestals d'arreu del Pirineu on la col·laboració és molt activa. Sense anar més lluny, actualment s'està treballant per desenvolupar els propers projectes transfronterers en matèria forestal.

1.1.1 Marc normatiu en matèria forestal

Malgrat Andorra no disposa d'una llei forestal, en contraposició als països veïns⁵, el sector dels recursos forestals i la seva importància queda recollida i regulada parcialment a través de diverses lleis i reglaments, que amb la darrera finalitat vetllen per la conservació i la gestió sostenible dels boscos. En aquest sentit, la Llei de conservació del medi natural, de la biodiversitat i del paisatge del 2019, dedica el seu Títol V a regular la gestió de les masses forestals del Principat. S'estableixen doncs els

² MONTCLIMA (<https://ari.ad/projectes/montclima>), CANOPEE (<https://www.opcc-ctp.org/es/canopee>), ACCLIMAFOR (<https://ari.ad/projectes/acclimafor>), CONECTFOR (<https://ari.ad/projectes/conectfor>)

³ Evolució del paisatge (<https://ari.ad/projectes/evolucio-paisatge>)

⁴ Més informació a <https://ari.ad/projectes/inventari-nacional-forestal-andorra>

⁵ *Codi forestier* (<https://www.legifrance.gouv.fr>) i *Ley de Montes* (<https://www.boe.es/eli/es/l/2003/11/21/43/con>)

plans de gestió forestals comunals com a instruments bàsics per regular-les, la prevenció del tancament de la vegetació i, considerant també la funció de les masses forestals en la lluita contra el canvi climàtic, se'n garanteix la conservació com a embornals de carboni en línia amb els preceptes de la comunitat internacional. Val a dir que, altres normatives ja esmentades com la Litecc, la LEC o plans com el PSIEA també contempnen i valoritzen el recurs forestal i el seu aprofitament.

Finalment, cal esmentar el fet que el Consell General d'Andorra, en data 13 de setembre de 2022, encomana al Govern d'Andorra i als comuns l'elaboració d'un programa sectorial sobre gestió forestal, dins de l'Estratègia d'economia circular, que compti amb la participació de tots els actors implicats en les polítiques de gestió forestal d'Andorra.

1.2 Objectius

A través d'aquest document, Andorra Recerca + Innovació pretén aportar unes reflexions i propostes al voltant de la realitat forestal del país per tal d'enriquir l'estat d'opinió política i donar suport al desplegament d'una estratègia forestal comuna i compartida entre els diferents actors del país. L'objectiu principal és el d'aportar la informació de base pel disseny i desplegament d'una futura Estratègia Forestal d'Andorra. Aquesta informació ha de permetre maximitzar els esforços de les administracions per l'interès comú, tot optimitzant els costos de gestió dels recursos forestals públics.

Aquesta visió va dirigida especialment a donar suport al comuns i a alinear les normatives sectorials del país, sobretot en la incorporació i transposició de normatives i acords internacionals ratificats a nivell nacional. Tanmateix, les propostes i reflexions realitzades es dirigeixen també al sector privat i a la societat civil, en el sentit de promoure la difusió i la transparència de la informació del sector públic, així com d'oferir un espai de participació a tots aquells professionals i entitats relacionades amb la gestió i custòdia del patrimoni forestal del país.

1.3 Bases per a una estratègia forestal d'Andorra

Aquest document presenta, des de la perspectiva d'Andorra Recerca + Innovació, les consideracions més rellevants alhora de dissenyar i desenvolupar una estratègia forestal per Andorra. Els pilars en els que es fonamenta l'estratègia forestal dissenyada són:

- **Governança i gestió** del recurs forestal públic, on l'economia circular i l'activació de la gestió forestal han d'actuar com a catalitzador de la cadena de valor del recurs.

- **Canvi global**, on la resiliència i l'adaptació a les pertorbacions i els canvis seran essencials per garantir la funcionalitat i operativitat del sistema.
- **Recerca aplicada i transferència** per l'acompanyament del procés des del coneixement, la ciència i la vocació de servei públic.

La Figura 1 presenta, a mode d'esquema, els pilars, els components vertebradors i les interaccions transectorials de la proposta d'estratègia forestal per Andorra. Aquesta es basa en el precepte de satisfer la multifuncionalitat dels boscos entesos com una infraestructura verda d'interès nacional i com a element clau en el desplegament de la reglamentació andorrana. En aquest sentit, la futura estratègia hauria d'incloure de forma transversal tant els serveis ecosistèmics (p. ex., la capacitat d'embornal de carboni, la conservació de la biodiversitat, la conservació del sòl, la regulació dels processos hidrològics, el rol protector, etc.), com els productes fustaners i no fustaners derivats del bosc, com la diversificació energètica. Hauria de tenir, a més, una component estructural basada en els ODS, el Pla Estratègic per a la Biodiversitat Biològica, el Pacte Verd Europeu i l'Estratègia Forestal Europea.

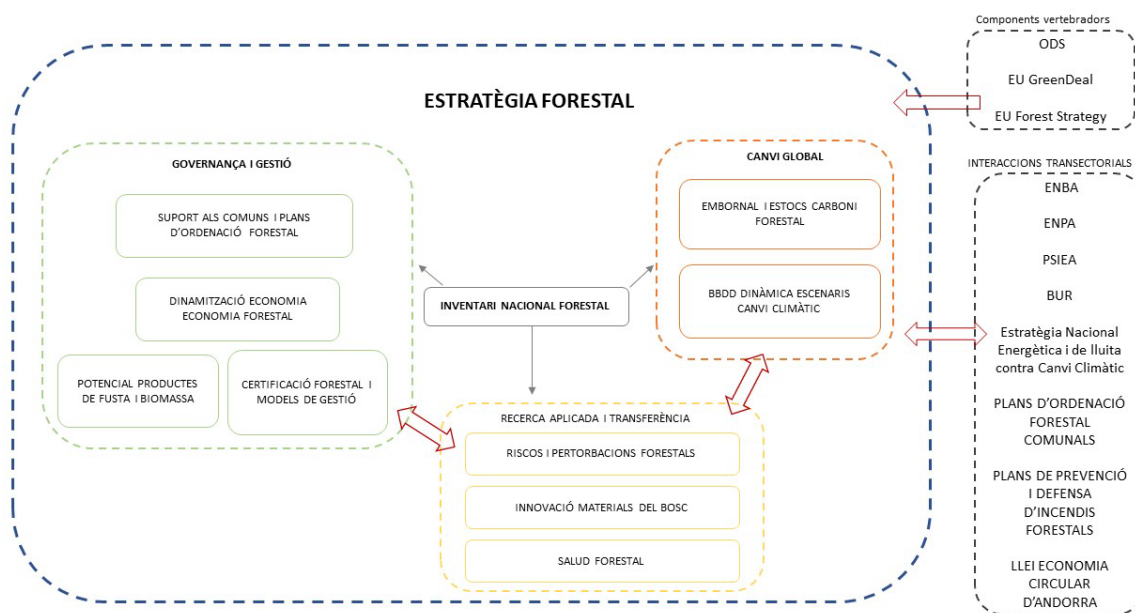


Figura 1. Pilars, components vertebradors i interaccions transectorials de la proposta d'estratègia forestal per Andorra

L'estratègia ha de permetre disposar d'una eina d'àmbit nacional que fomenti l'economia circular verda i la producció de biomassa, alhora que fomenti la gestió sostenible i eficient dels recursos forestals a fi de garantir-ne la seva disponibilitat i funcionalitat a futur, sense menystenir la resiliència davant el canvi global.

Per tot plegat, s'han de derivar un conjunt d'instruments que permetin el monitoratge, el disseny, la planificació i el desenvolupament d'accions necessàries per donar

resposta tant als reptes com als compromisos adquirits en l'àmbit nacional (p. ex., a la LEC i a la Litecc) i internacional (p. ex., l'Informe Bianual d'Actualització davant la Convenció Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic - BUR). En aquest punt, la recerca del país ha de permetre posar a disposició les eines per tirar endavant la part de coneixements bàsics de l'estratègia i poder fer-ne un seguiment. Així, la recerca, s'ha dirigit a donar respostes a l'estratègia forestal del país, posant a disposició el coneixement a través de la transparència i dels valors de servei públic.

El fet de no disposar d'una llei forestal nacional pròpiament, fa que l'estratègia s'empari en la Llei 7/2019 de Medi Ambient, biodiversitat i paisatge, així com en la Llei 25/2022 d'Economia Circular (LEC). En aquest sentit, l'estratègia donaria resposta al tercer objectiu de l'Estratègia Nacional de Biodiversitat d'Andorra⁶, així com a l'encomana del Consell General sobre l'elaboració del Programa sectorial sobre gestió forestal dins de l'Estratègia d'Economia Circular.

Les seccions exposades a continuació detallen les bases per a una futura estratègia forestal d'Andorra, agrupades en els tres pilars presentats (Governança i gestió, Canvi global i Recerca aplicada i transferència).

⁶ Fomentar la conservació de la biodiversitat en les polítiques sectorials nacionals i locals

2. Governança i gestió

La Gestió Forestal Sostenible (GFS) es defineix com l'administració i ús dels boscos de manera que mantingui la seva biodiversitat, productivitat, capacitat de regeneració, vitalitat i el seu potencial de complir, ara i en futur, les funcions ecològiques, econòmiques i socials rellevants, tant a una escalada local, com nacional i global (Declaración Helsinki, 1993). La GFS comporta la consideració, a més, de criteris ambientals i socials, tant des de la planificació i prevenció d'incendis com del control i l'adequació de la gestió.

Actualment la gestió forestal sostenible té, multicriteris i multiobjectius, però bàsicament podem citar dos objectius:

- fer sostenibles els recursos del bosc i millorar-ne la seva resiliència (millora de l'estructura, conservació i potenciació de la biodiversitat, atenuació a reducció dels riscos naturals, etc.)
- extreure'n productes econòmics que segueixin un circuit de baixa petjada de carboni (bioeconomia)

La gestió forestal sostenible es troba continguda en els plans de gestió. Un pla de gestió forestal és un instrument d'ordenació que pretén dotar al titular de bosc de la informació necessària i la programació de les actuacions per a promoure la gestió de la seva finca en un termini establert (de 15 a 20 anys, però amb l'opció d'ampliar-lo posteriorment). Aquest document ha de garantir la millora, la sostenibilitat i la multifuncionalitat dels sistemes forestals, fer una parcel·lació forestal acurada de la finca, considerar i integrar els plans d'ordenació territorial (principalment en l'àmbit de la prevenció i la lluita contra incendis forestals), introduir normes silvícoles per garantir la regeneració de la massa arbòria i minimitzar els riscos d'erosió i d'incendi, definir les infraestructures per millorar la realització dels aprofitaments, i establir la gestió a portar a terme en els propers anys en funció de la tipologia forestal de cada parcel·la. En aquest sentit, i tornant al marc andorrà, és molt important que els comuns disposin del seu Pla d'Ordenació Forestal (POF) vigent o prorrogat.

2.1 La importància dels POF

El POF és el full de ruta que seguirà la gestió de la forest i la garantia de la seva correcta gestió. Ha d'estar signat per un tècnic competent en la matèria (enginyers forestals o de forest). A França i a Espanya cal que el POF tingui un informe favorable del tècnic especialista del govern competent en la normativa sectorial. En el cas d'Andorra, l'aprovació és competència exclusiva del comú corresponent amb informe previ de la Comissió de coordinació i desenvolupament de l'Estratègia Nacional de la Biodiversitat d'Andorra (CENBA). Això succeeix ja que es considera que els boscos

públics, a part de tenir la titularitat de l'ens comunal, també exerceixen unes funcions per la població en general com la protecció civil, els embornals de carboni, la disponibilitat i qualitat d'aigua, etc.

És molt recomanable que els POF siguin públics (veure exemple en la Figura 2), i es fomenti i faciliti la seva consulta per part de la ciutadania. En algun cas, com a França⁷, els POF inclús inclouen resums de consulta per fer-los més accessibles a tothom. En cas d'incloure dades sensibles, com la localització exacta de flora o fauna amenaçada, s'acostuma a difondre una versió sense aquesta informació.

Aménagement de la forêt domaniale de Massat



Document de gestion durable

Informations

- **Managed forest:** Forêt domaniale de Massat
- **Planned area:** 622,26 ha
- **Department:** Ariège
- **Situation communes:** Massat, Port
- **Approbation date:** on octobre 30, 2015
- **Application period:** from janvier 01, 2015 to décembre 31, 2034

Documents



Public synthesis document
(29,1 Kb - .pdf format)



Public planning document
(7,64 Mb - .pdf format)



Decision document
(186,2 Kb - .pdf format)

Gestionar serveis

Figura 2. Exemple de POF (Document de gestion durable) de Massat

2.2 El Pla d'Ordenació Forestal Nacional

El Pla d'Ordenació Forestal Nacional (POFN) és una eina de planificació que permetria la gestió dels boscos comunals, de forma agrupada. Seria d'aplicació a tots els terrenys forestals dins el marc territorial dels boscos comunals. Es tractaria d'un document destinat a l'execució conjunta de la planificació per part de les propietats públiques per tal d'aconseguir millorar l'eficiència, gràcies a l'escala, dels plans d'ordenament de diferents nivells. Un POFN és especialment interessant quan existeixen interessos i reptes compartits, tenen un vigència d'uns 15-20 anys i poden ser prorrogables fins a la meitat del període de la vigència.

L'avantatge principal d'un POFN és la capacitat de desenvolupar estratègies conjuntes que per separat no serien possibles com, per exemple, una estratègia de biomassa conjunta on els rendiments compartits de la maquinària siguin més eficients o

⁷ L'Office National de Forest (ONF) publica tots els seus POF (*Documents de gestion durable*) <https://www.onf.fr/vivre-la-foret/documents-de-gestion-durable>

l'obertura de vials comunals lligada a l'extracció de productes del bosc, l'extinció d'incendis i a la pràctica de la ramaderia de muntanya.

En aquest sentit, es recomana desenvolupar a curt termini el Pla d'Ordenació Forestal Nacional d'Andorra, integrant els plans comunals amb una visió holística de país. D'igual manera que en el cas dels POF, es recomana que aquest sigui públic i es faciliti la seva consulta per part de la ciutadania.

2.3 Dinamització de l'economia circular forestal

El context de canvi global i salut forestal, així com la voluntat política de dinamització de l'economia circular, fa recomanable l'activació de la GFS, tenint en compte també que Andorra és un país on el paper protector del bosc és cabdal. La GFS ha de complir amb els tres pilars de la sostenibilitat, creant resultats que siguin justos, ambientalment responsables, i econòmicament viables. Ha de potenciar hàbitats forestals saludables, aportant igualtat d'oportunitats i beneficis socials, sense oblidar-ne la viabilitat econòmica.

A través de la GFS s'ha d'evitar la tendència a tenir boscos fràgils i estressats que no puguin complir amb les seves funcions ecosistèmiques. És per això que bona part de les actuacions han d'anar encarades a les millores forestals, que permetin mantenir una part de la massa jove i sana, conservant la seva capacitat d'embornal futura i protegint béns i serveis (habitatges, vies de comunicació, etc.). Més enllà de les habituals aclarides de millora, cal plantejar aprofitaments forestals que redueixin la competència entre els arbres i redueixin l'estrès hídric, entre altres beneficis. Els aprofitaments han de servir, a més, per recuperar les inversions en les millores forestals fetes per part dels comuns i augmentar, en la mesura del possible, la rendibilitat del bosc.

Una bona referència propera a tenir en compte pel que fa a GFS són les Orientacions de Gestió Forestal Sostenible de Catalunya (ORGEST) (Piqué et al., 2017).

2.3.1 La gestió forestal a Andorra

Des d'inicis dels anys noranta algunes parròquies van encarregar els seus primers POF. Això va suposar fer una inversió econòmica per disposar d'inventaris forestals, conèixer millor l'estructura i els recursos, i permetre planificar la gestió forestal de forma tècnica i endreçada. Malauradament, degut a que els comuns no fan pública aquesta informació, es desconeix el contingut i la vigència dels diferents POF parroquials. Tal com s'ha esmentat anteriorment, fer pública i accessible aquesta informació es considera cabdal per avançar en la millora de la gestió forestal.

La majoria d'aprofitaments forestals i millores silvícoles es fan seguint els POF que solen marcar un règim moderat d'aclarides seguint les tallades de regeneració. Els tipus de tallades es fan adaptades a l'espècie principal, al pendent o a la qualitat d'estació, entre d'altres. La treta de la fusta, tot i que antigament s'havia fet a tracció sang, es fa avui dia majoritàriament amb cabrestant i tractor forestal.

Pel que fa al sistema d'execució de la gestió forestal a Andorra, actualment els set comuns, i de forma conjunta a través de concurs públic, adjudiquen la Direcció facultativa (DF) a una empresa del país. Aquesta empresa cobra un preu fix de cada Comú per preparar els Plecs de bases de licitació dels treballs silvícoles, i per elaborar-ne l'Informe de licitació. La mateixa empresa cobra un 15% sobre els treballs silvícoles adjudicats en concepte de la DF. L'empresa a la qual se li adjudiquen els treballs silvícoles mitjançant concurs públic cobra un preu estipulat en el concurs per a cada tipus de treball de millora (p. ex., aclarida, desbrossada, etc.) i superfície actuada. Alhora els comuns reben un ingrés pel valor de la fusta extreta en funció de si és de grans (35 €/t) o petites (25 €/t) dimensions.

Cal remarcar que el Pla anual d'aprofitaments i millores forestals⁸, es decideix des de la DF quan aquesta prepara el Plec d'adjudicació dels treballs silvícoles. No s'aixequen actes de recompte d'arbres i mesurament de productes, ni de reconeixement final de cada actuació (com es fa habitualment en els boscos públics d'altres països). Es desconeix que existeixi un sistema de pesades de la fusta dels camions que s'extreuen del bosc, ni que es faciliti aquesta informació al titular del bosc comunal. En definitiva, aquest sistema dificulta la traçabilitat sobre el volum de fusta que s'extreu dels boscos comunals, així com dels productes que se'n deriven (p. ex., fusta curta, fusta llarga, biomassa, etc.). Tampoc es coneix si la superfície d'aprofitaments o a millores executades de cada rodal forestal.

El sistema actual porta a situacions com que algun titular de bosc comunal hagi de comprar estella forestal procedent de la llenya dels seus boscos amb només un 10% de descompte respecte el preu de mercat, i havent pagat prèviament els treballs de millora forestal.

2.3.2 Planificació i traçabilitat de les actuacions

En favor d'una GFS, es recomana planificar anualment els treballs a la forest a partir del Pla d'aprofitaments i el Pla de millores. Aquests plans han d'integrar les actuacions

⁸ Es considera **aprofitament** el conjunt d'operacions per seleccionar els productes de la forest, extreure'ls i transportar-los per posar-los a la disposició de la indústria forestal seguint els preceptes de la gestió forestal sostenible. Es consideren **millores** forestals el conjunt d'actuacions silvícoles per augmentar la resiliència i resistència d'un bosc.

previstes en els corresponents POF i serveixen per definir les actuacions que es volen executar anualment de totes aquelles previstes i planificades al POF.

A continuació, a mode d'exemple i font d'inspiració, es descriuen els models més freqüents que s'utilitzen actualment als Pirineus catalans i francesos.

2.3.2.1 El Pla d'aprofitaments forestals

Un Pla d'aprofitaments forestals (PAF) inclou qualsevol extracció de fusta de valor comercial. Val a dir que sovint, en un mateix rodal, pot ser necessari acompanyar l'aprofitament d'una millora forestal (més detall en la Secció 2.3.2.2).

En cas d'aplicar-se a Andorra, cada comú, juntament amb un enginyer competent sense interessos en el sector privat, decideix que es vol aprofitar del seu bosc en el marc del contemplat en el POF vigent. Cal recordar que el POF és un document viu al que s'hi poden fer modificacions, sempre que siguin justificades. Els PAF s'aprovarien i s'executarien de forma anual, i haurien de quedar reflectits en una base de dades, recomanablement pública. Igual que es fa a Espanya i a França, és recomanable que per l'aprovació definitiva del PAF calgui una resolució favorable del Govern o l'entitat pública corresponent que vetlli per la normativa sectorial i internacional.

Existeixen diferents models d'execució del pla d'aprofitaments destinats a fomentar l'eficàcia i l'eficiència en l'execució dels PAF, a continuació s'esmenten els més habituals.

a) Modalitat subhasta a "liquidació final"

Aquesta modalitat es basa en la licitació de fusta a través d'una subhasta pública. Per tot plegat, cal un sistema de control de les feines i custòdia del bosc per assegurar el compliment de tot el procediment que regeix la modalitat. En línia amb el disseny i l'aprovació dels PAF, aquest control ha d'anar a càrrec d'un enginyer competent sense interessos en el sector privat, que exerceix com a DF. Aquest prepara el Plec per la subhasta, incloent, entre d'altres, la definició dels rodals afectats, el tractament de la massa, la cubicació del volum de fusta a extreure o el preu aproximat de la fusta segons mercat.

Un cop licitada i adjudicada la subhasta, l'empresa adjudicatària diposita la fiança i l'enginyer que vetlla pels interessos del propietari de la forest pública s'ocupa de la DF. Aquesta inclou, entre d'altres, el senyalament de part del bosc, la redacció de l'Acta de recompte i mesurament, i l'Acta de reconeixement final.

La direcció de l'aprofitament a càrrec de l'enginyer competent s'ocupa de les tasques següents:

- Dirigir i controlar la qualitat de l'execució de l'aprofitament d'acord amb allò que estableixen els plecs de condicions i la legislació vigent.
- Recollir i avaluar les possibles modificacions i/o propostes que l'adjudicatari elabori per a la millora de l'execució de l'aprofitament així com de la maquinària o altres elements materials a emprar en l'execució.
- Proposar a l'adjudicatari variacions en l'execució amb la finalitat de millorar la qualitat i el rendiment econòmic.
- Verificar el replanteig de l'aprofitament, juntament amb l'adjudicatari i l'entitat propietària, i aixecar i subscriure la corresponent acta de lliurament de la llicència.
- Conformar i controlar, juntament amb l'entitat propietària, els amidaments dels productes extrets de la forest, i aixecar l'acta de mesurament i/o de recompte.
- Determinar la finalització de l'aprofitament i aixecar l'acta de liquidació de productes i l'acta de reconeixement final, en la qual haurà de fer constar la idoneïtat de la devolució de les fiances del contracte.

El **control de l'aprofitament** el realitza la direcció de l'aprofitament, i la persona representant que designa l'entitat propietària de la forest. Aquest també inclou la quantificació de les pesades extretes, segons el sistema de mesura establert i la revisió de les soques marcades. S'aixequen actes de lliurament de la llicència, de recompte i/o mesurament de productes, si és el cas, de reconeixement final i de qualsevol altra circumstància si es considera necessari. Les actes les signa la direcció de l'aprofitament, la persona representant de l'entitat propietària de la forest i la persona representant de l'adjudicatari.

D'acord amb el que disposa el plec de condicions tècnic-facultatives generals, el **lliurament de l'aprofitament** es fa mitjançant l'acta de lliurament de la llicència, en el qual es fa constar:

- El detall de l'aprofitament adjudicat.
- La determinació de la zona objecte del reconeixement final.
- El termini d'execució de l'aprofitament.
- La conformitat o disconformitat de l'adjudicatari amb el lliurament.
- L'existència de zones reservades per a estudis o qualsevol altra finalitat.
- Qualsevol altra circumstància que s'estimi convenient.

Si el lliurament dels productes és a carregador es poden efectuar per partides i aixecar actes parcials d'entrega.

Acabat l'aprofitament, i un cop liquidat l'import total de la fusta, es procedeix a l'operació de **reconeixement final**. S'aixeca l'acta corresponent en la qual, a més de les dades previstes en el plec de condicions tècnic-facultatives generals es reflecteix:

- L'estat de la superfície tallada.

- L'actuació envers la retirada de restes vegetals.
- Els danys evitables i no evitables.
- L'estat de les vies de desembosc.
- Si romanen les obres auxiliars permanents originades pels aprofitaments.

Si s'observa que existeixen danys o defectes d'execució pot establir-se un termini i condicions per la seva reparació, quedant reflectit a l'acta corresponent. La fiança depositada inicialment no es retorna sense que prèviament s'hagin resolt els defectes d'execució que figurin en l'acta de reconeixement final.

A través de l'acta del **recompte d'arbres i mesurament dels productes** es comprova si els arbres tallats es corresponen amb els lliurats. Es consideren arbres tallats fraudulentament els arbres tallats que no compleixin els criteris de senyalament, bé perquè no reuneixin les característiques indicades o perquè estiguin fora de la zona de tallada.

El **mesurament** és un aspecte clau del procés. L'adjudicatari lliura els tiquets de les pesades a la direcció de l'aprofitament i a la persona representant de l'entitat propietària, si així ho sol·licita l'entitat. Al mateix temps, lliura documentació en que consten les dades relatives als viatges de fusta trets periòdicament (data, matrícula del camió, tara, pes total, pes net). La freqüència de lliurament de tiquets l'estableix la direcció de l'aprofitament d'acord amb el ritme d'execució. Les bàscules utilitzades per a les pesades dels camions estan verificades per l'entitat de control corresponent, pel qual es regula el control metrològic de l'Estat sobre els instruments de mesura. En el cas que la fusta tallada romanguí al bosc per un període superior als 15 dies, al pes d'aquesta fusta s'aplica un coeficient (habitualment d'1,3) com a penalització i per compensar la pèrdua de pes per assecament. Aquest coeficient es pot incrementar fins a 2,5 si la fusta roman al bosc més d'un mes.

Al termini de la totalitat de l'aprofitament, o en els terminis establerts entre la direcció d'obra, el representant del propietari i l'adjudicatari, es procedeix a la **liquidació final** de la suma de camions extrets de l'aprofitament. En cas que la liquidació resulti amb un saldo deutor per l'adjudicatari, aquest queda obligat a fer l'ingrés corresponent en el termini de 20 dies naturals a partir de la data de notificació. En cas contrari, es procedeix a la devolució de la quantitat que correspongui. Sense perjudici de que es realitzi la corresponent liquidació final, quan en les liquidacions parcials efectuades es dedueix que s'ha superat la quantitat prevista per l'aprofitament, es revisa entre la direcció, el representant del propietari i l'adjudicatari la finalització o no dels treballs en el sector previst i les condicions d'execució del mateix.

b) Modalitat "lots per productes"

En aquesta modalitat, s'estableix un conveni de col·laboració entre l'entitat pública governamental (p. ex., Generalitat de Catalunya o la ONF) i l'entitat pública local (p. ex.,

l'ajuntament o la *mairie*), de manera que l'enginyer de l'entitat pública governamental exerceix com a enginyer forestal de l'entitat local. El conveni es basa en l'acord en el tipus de gestió, en la maximització de beneficis del bosc amb la salvaguarda de la seva biodiversitat, i en potenciar la resiliència del bosc a través de silvicultura adaptativa.

Les actuacions a realitzar per l'enginyer de l'entitat pública governamental són les següents:

- Organització, control i direcció de les actuacions aprovades al Pla anual d'aprofitaments forestals.
- Planificació, direcció i seguiment d'actuacions de control de l'erosió, d'actuacions de prevenció d'incendis forestals o lluita contra plagues i malalties forestals.
- Coordinació amb els espais protegits que afectin a les forests de l'entitat local.
- Organització, control, direcció i seguiment dels Instruments d'Ordenació Forestal (IOF) i les activitats que se'n derivin com el marcatge dels arbres, si és precís, el seguiment i control tècnic de les actuacions o el control del compte de resultats de les actuacions.

Aquesta modalitat es basa en el contracte d'una colla de talladors i un transportista. Es calcula un preu de cost al tallador per producte de fusta extret de la forest (pals, puntals, fusta curta, fusta llarga, biomassa, etc.) fins a peu de pista. Addicionalment s'afegeix el cost del transportista, reflectit en el contracte i desglossant els preus per km en funció de les distàncies a la indústria receptora i el tipus de vial. També s'incorpora en el contracte el sistema de pesades i controls de tiquets de pesades que haurà de ser demostrat i contractat per la direcció de l'aprofitament.

En aquesta modalitat, a diferència de la subhasta, es fa un contracte amb l'empresa o autònom que representa la colla de talladors on es desglossen els imports que es pagaran per a cada tipus de producte extret del bosc. D'altra banda, l'entitat pública té uns preus pactats amb les possibles indústries de recepció dels productes que varien en funció dels preus de mercat de les indústries més properes. Per exemple, en el cas d'Andorra podrien ser més elevats si a nivell de país es negocia una exportació de fusta mínima a l'any a les indústries de recepció dels productes. En el contracte amb el tallador i el transportista ja s'incorpora el Plec de condicions tècnic-facultatives particulars i especials que s'haurà de complir en tot el procés.

Igual que en la modalitat de subhasta, la direcció de l'aprofitament ha de ser un enginyer competent sense interessos en el sector privat. Aquest també redactarà l'acta de recompte i mesurament, i l'acta de reconeixement final. Farà la supervisió de tots els productes generals i el control de la colla forestal, així com la coordinació amb el transport i la indústria receptora.

2.3.2.2 El Pla de millores forestals

El Pla de millores forestals, igual que en el cas dels aprofitaments, ha d'estar alineat amb el POF vigent. S'inclouen en les millores aquelles actuacions dirigides a augmentar la resiliència del bosc i a disminuir la seva vulnerabilitat, com per exemple: aclarides de millora, podes, estassades, etc. Es recomana que sigui un enginyer de caràcter públic que actuï com a DF, validi el rodal on s'ha de fer la millora i calculi el volum de les feines a dur a terme segons els paràmetres del bosc. Aquests són:

- Accessos al rodal (vials i pendents, entre d'altres).
- Prioritats d'actuació silvícola.
- Densitats dels peus per hectàrea.
- Volums (m^3/ha).

És també recomanable que l'enginyer pugui realitzar un marcatge o senyalament del tipus de millora i en faci un control, abans durant i després dels treballs en les visites de camp. Si mai surt algun producte com a conseqüència de les millores, la colla o empresa que executi les millores ho haurà de comunicar a l'enginyer de la direcció facultativa i aquest automàticament al titular del bosc. L'enginyer valorarà, segons preu de mercat, el producte resultant i pacta amb el titular del bosc el seu destí, oferint la possibilitat de ser comprat per l'empresa que dugui a terme l'actuació. L'enginyer deixa constància de totes les visites de camp en corresponents actes que són lliurades al propietari de la forest.

2.3.3 L'estudi del potencial de la biomassa a Andorra

L'ús de biomassa forestal representa una important reducció de les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH) gràcies a la substitució de combustibles fòssils. Més enllà de les virtuts ecològiques, de balança comercial, de prevenció d'incendis, de gestió de boscos o d'equilibri territorial, l'avantatge més rellevant de la utilització de la biomassa és el seu preu per unitat energètica. En aquest sentit, la biomassa és interessant perquè:

- Afavoreix criteris d'eficiència, seguretat i diversificació energètica.
- Té un cost tres vegades inferior al del gasoil per unitat energètica de mitjana, cosa que representa una ràpida amortització de la inversió.
- Té un paper especialment interessant a partir de la seva utilització comunitària.

Per tot això, i ja sumat a l'exposat, es considera que un estudi sobre l'estratègia d'aprofitament i abastiment de biomassa al país és de vital importància. L'objectiu és que la biomassa que es generi dels boscos comunals d'Andorra pugui servir almenys a les infraestructures comunals i públiques del país. Per això s'ha de conèixer el

potencial real de biomassa dels boscos andorrans, el rendiment i cost en extracció de la fusta, els costos i logística òptima d'elaboració de la biomassa, i la seva distribució.

En l'Annex B Guia per l'estudi del potencial de la biomassa es detallen, des de la perspectiva d'Andorra Recerca + Innovació, els requisits mínims d'aquest estudi i les directrius bàsiques que hauria de seguir.

2.3.4 La traçabilitat i estàndards de sostenibilitat dels productes forestals

Atesa la importància dels boscos per al planeta, la GFS és essencial per garantir que les demandes de la societat no comprometin els futurs recursos. La GFS ofereix un enfocament holístic per garantir que les activitats forestals aportin beneficis socials, ambientals i econòmics, i millorin les funcions dels boscos en l'actualitat i en el futur. La certificació forestal és l'eina per demostrar-ho i per connectar el consumidor amb l'origen sostenible dels productes.

2.3.4.1 Models de certificació forestal

A Espanya i França hi ha una tradició ben arrelada que avala la GFS. En aquest sentit, la certificació forestal es va incorporant als sistemes de producció i comercialització dels productes de la forest a través dels principals sistemes de certificació.

El *Program for the Endorsement of Forest Certification Schemes (PEFC)* va néixer el 1998 com una iniciativa voluntària del sector forestal privat, basat en els criteris i indicadors emanats de les Conferències interministerials de Hèlsinki (1993) i Lisboa (1998) per la protecció dels boscos d'Europa. És el sistema de certificació més implantat al món.

Per ser reconeguts pel PEFC, els sistemes nacionals de gestió forestal han d'incloure els següents elements:

- Manteniment, conservació i millora de la biodiversitat dels ecosistemes.
- Protecció de zones forestals d'importància ecològica.
- Prohibició de conversions forestals.
- Reconeixement del consentiment lliure, previ i informat dels pobles indígenes.
- Promoció de la igualtat de gènere i compromís amb la igualtat de tracte dels treballadors.
- Promoció de la salut i el benestar de les comunitats forestals.
- Respecte dels drets humans als treballs forestals.
- Respecte a les múltiples funcions dels boscos per a la societat.
- Disposicions per a la consulta amb la població local, les comunitats i altres interessats.
- Respecte dels drets de propietat i de tinença de la terra, així com dels drets consuetudinaris i tradicionals.

- Compliment de tots els convenis fonamentals de l'Organització Internacional del Treball sobre els Drets dels Treballadors.
- Prohibició dels organismes genèticament modificats i dels productes químics perillosos.
- Exclusió de la certificació de plantacions establertes per conversions, incloses les conversions de terres no forestals d'importància ecològica (p. ex., torberes).
- Aplicació de pràctiques positives per al clima, com la reducció de les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle en les operacions forestals.

La base del sistema PEFC és un instrument d'ordenació. Per tant, permet que el propietari aprofiti el seu POF perquè es pugui adherir al sistema sense gaires canvis. Hi ha dos processos ben diferenciats de certificació:

1. La certificació de la sostenibilitat de l'ordenació forestal – Certificació de GFS.
2. La certificació dels productes – Certificació de Cadena de custòdia.

Com a exemple, la superfície actualment certificada a França és de 8.098.588 ha, amb més de 2.000 certificats en les cadenes de control de producció. La d'Espanya és de 2.331.529 ha, i amb més de 1.500 certificacions en les cadenes de producció.

Es recomanable la investigació del registre de la marca PEFC a Andorra i, si s'escau, fomentar el seu registre per una entitat pública o corporativa.

2.3.4.2 Marca andorrana de productes forestals de qualitat

Les certificacions internacionals tenen la funció de certificar i donar garantia. Ara bé, no transmeten la idea de producte km 0, d'economia circular o de producte de proximitat (p. ex., origen andorrà o del Pirineu). En aquest sentit, la creació d'una marca andorrana pròpia dels productes fustaners d'origen nacional com pot ser l'estella, les llenyes o fins i tot la fusta estructural, entre d'altres, suposaria un important avenç per la circularitat del producte forestal.

Aquesta podria ser una iniciativa interessant per part dels principals titulars forestals andorrans, és a dir els comuns (i quarts si escau), amb la finalitat de permetre a prescriptors, consumidors i la societat en general, identificar els productes forestals dels boscos d'Andorra en el mercat, amb garantia de sostenibilitat (p. ex., certificat pel PEFC), proximitat i qualitat.

2.3.5 Educació i divulgació de la gestió forestal

La transferència del coneixement és i ha de seguir sent una de les vèrtebres fonamentals que acompanyi qualsevol estratègia durant el seu desplegament. En aquest sentit, per tal de promoure una societat participativa que prengui en consideració la importància del sector forestal en la quotidianitat de la vida a tots els

nivells, cal que la societat estigui degudament informada i pugui, inclús, prendre part activa de la seva posada en marxa. Així doncs, l'educació i la divulgació, però també la capacitació, són components vitals que cal contemplar al llarg de l'estratègia forestal, ja que és la manera més eficient per combatre des de l'inici la desinformació i els tòpics. Un bon exemple en són frases habituals com "els arbres no es poden tallar sota cap circumstància", que podrien conduir a la generació de resistències socials que una volta consolidades són molt complexes de revertir.

En aquesta línia, Andorra compta amb l'Estratègia Andorrana d'Educació Ambiental per a la Sostenibilitat (EAEAS), aprovada recentment i a un horitzó 2030. Aquesta persegueix millorar el coneixement de la societat en relació al funcionament del medi i de les interaccions persones-recursos naturals. Concretament, l'Objectiu 1.3 de l'EAEAS està orientat a donar suport a la reconexió amb el medi rural i la natura. Aquest objectiu es fonamenta en el buit existent entre la vida a la ciutat i la natura i el món rural. Per això és important treballar per connectar millor a la població local amb els valors de preservació del patrimoni natural i la seva gestió. D'aquesta manera, aquests valors podran tenir-se més en compte en els instruments de gestió del patrimoni (p. ex., plans urbanístics, reglaments sobre el paisatge, etc.).

Així doncs, és necessari treballar amb els diferents actors del país, des de les escoles fins al nivell universitari, passant per les famílies i els socioprofessionals de l'àmbit de la gestió dels recursos naturals. Especialment important és treballar amb els infants aprofitant la seva permeabilitat per interpretar els conceptes de coneixement del medi i plasticitat per trencar mites.

Els instruments clau per aconseguir aquests objectius són el de crear programes educatius a nivell de país per entendre el paper del bosc, el funcionament de l'ecosistema i la necessitat de gestió forestal. Però també el d'augmentar la comunicació sobre temes forestals per fomentar la inclusió d'accions d'educació dirigides pels professionals de l'educació ambiental en tots els programes de gestió del patrimoni dins del país.

3. Canvi global

El context de canvi global obliga, a tots els nivells, a adaptar-se a les pertorbacions i els canvis per garantir la sostenibilitat del sistema. En aquesta secció s'inclou la línia de treball que es considera prioritària en l'àmbit forestal més estretament lligada al context de canvi global.

3.1 Càlcul i seguiment dels estocs i la capacitat d'embornal de carboni dels boscos d'Andorra

Els objectius i les accions establerts tant en la Litecc com en l'Estratègia energètica nacional i de lluita contra el canvi climàtic 2020-2050 (OECC, 2021) han de portar Andorra a una disminució de les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle fins a assolir la neutralitat carboni a l'horitzó 2050. El bosc, com a reservori natural que acumula i emmagatzema el carboni absorbit de l'aire i redueix la quantitat de diòxid de carboni atmosfèric, jugarà un paper clau en l'assoliment d'aquest objectiu.

A partir de l'INFA executat durant l'any 2022 (més detall en la Secció 4.1), i amb el suport de l'OECC, s'està actualitzant el càlcul nacional d'estoc i embornal de carboni d'Andorra. L'objectiu principal és quantificar, amb major precisió que estudis previs, l'emmagatzematge i la capacitat d'embornal de carboni dels boscos presents al territori andorrà amb mètodes estandarditzats, per tal d'aportar la informació temàtica actualitzada i comparable en termes de magnitud. El resultat global s'expressarà en tones equivalents de CO₂ atmosfèric i serà clau per valorar el progrés d'Andorra cap a la neutralitat carboni.

4. Recerca aplicada i transferència

La recerca aplicada es considera un pilar transversal en l'estratègia, i està estretament lligada al canvi global. Per això és difícil decidir quines línies o projectes es consideren recerca aplicada o canvi global. En aquest cas hem optat per conservar l'Inventari Nacional Forestal i les iniciatives descrites a continuació com a recerca aplicada.

4.1 Disseny i execució del primer Inventari Nacional Forestal d'Andorra

Els inventaris nacionals forestals serveixen per conèixer les principals característiques dels boscos d'un país i poder fer el seguiment de la seva evolució. Els inventaris forestals són, en essència, la principal font d'informació de base per al disseny de qualsevol estratègia, programa o pla específic del sector forestal que contempli la mobilització del recurs. En definitiva, són una eina que permet quantificar la quantitat de fusta existent al bosc i caracteritzar-la. Per això, els inventaris segueixen una metodologia estàndard que permet fer la comparació amb el resultat d'inventaris nacionals d'altres països, i alhora fer-ne un seguiment en el temps. Han de permetre disposar de resultats sobre les principals variables d'indicadors de les parcel·les inventariades i que siguin extrapolables a tota l'àrea forestal arbrada.

A diferència dels inventaris convencionals que es fan en els POF, les parcel·les dels inventaris nacionals tenen caràcter permanent i segueixen estàndards internacionals com els del *Joint Research Center* (JRC) que dona suport a les polítiques i reptes europeus. D'altra banda, els inventaris dels POF no solen ser sistemàtics, i com a conseqüència, els valors calculats no tenen la robustesa dels d'un inventari nacional forestal.

Durant el 2022, i gràcies al suport de l'OECC, s'ha pogut iniciar el primer Inventari Nacional Forestal d'Andorra (INFA). El disseny i execució de l'INFA s'ha realitzat amb la supervisió del Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC) que té el currículum científic i el bagatge per assegurar uns resultats rigorosos i contrastables.

L'estiu de 2022 Andorra Recerca + Innovació ha dut a terme l'execució del treball de camp de l'INFA i es preveu poder fer públics tots els resultats durant el primer semestre de 2023⁹.

⁹ Més informació a <https://ari.ad/projectes/inventari-nacional-forestal-andorra>

4.2 Avaluació del risc i la vulnerabilitat d'incendi

L'avaluació del risc d'incendi forestal està esdevenint una eina molt eficaç alhora de planificar estratègicament la distribució dels recursos públics amb l'objectiu de salvaguardar el seu patrimoni forestal dels impactes ecològics, econòmics i civils derivats dels incendis forestals.

Actualment la ciència dels incendis permet comprendre com interacciona el foc en funció de tres components bàsics (la topografia, la vegetació i les condicions meteorològiques) en cada punt del territori. Això permet regionalitzar el comportament del foc en cada punt del bosc i, per tant, identificar aquells punts negres del territori on degut a la combinació dels tres components el foc serà de tanta intensitat que ni tan sols el Cos d'emergències i d'extinció podrà actuar-hi. Parlem doncs de situacions on la capacitat d'extinció dels bombers es veu superada i on l'incendi propagarà lliure i descontroladament (incendis d'alta intensitat fora de capacitat d'extinció).

Així doncs, analitzant prèviament les característiques del bosc, en base als inventaris forestals nacionals i el treball de camp complementari, és possible simular mitjançant models matemàtics com serà el comportament del foc i identificar aquells boscos amb major perill d'incendi forestal. En base a aquesta diagnosi, seguidament es pot planificar els tipus d'actuacions silvícoles a dur a terme per disminuir la intensitat del foc, buscant arribar almenys a un comportament dins de la capacitat d'extinció. Aquest procediment, descrit de manera simplificada, és el que s'utilitza sistemàticament a les regions amb major incidència d'incendis forestals: USA, Canadà, Austràlia, Itàlia, Grècia, Espanya, França i actualment també als països nord-Europeus.

Amb la posada en marxa de l'INFA, Andorra es troba en un bon punt de partida per iniciar aquesta anàlisi del risc d'incendi forestal detallat. En un moment de dinamització de la bioeconomia és una oportunitat de vincular la gestió i l'aprofitament forestal a la prevenció del risc d'incendi estructural del territori.

Per fer-ho es recomana el desenvolupament d'eines de planificació com:

- Cartografia del perill d'incendi forestal
- Cartografia de la vulnerabilitat al perill d'incendi forestal
- Cartografia del risc estructural d'incendi forestal
- Projecte d'infraestructures bàsiques de prevenció d'incendis forestals

4.3 Seguiment de l'estat de salut dels boscos d'Andorra

Vist els canvis als que s'enfronta el bosc, i molt especialment els efectes que les sequeres poden tenir en la salut així com l'arribada descontrolada d'espècies exòtiques

invasores, resulta fonamental fer el seguiment i la diagnosi de l'estat de salut dels boscos andorrans.

Aquesta iniciativa recurrent arreu de tots els països europeus amb important capital forestal, a dia d'avui, no s'ha posat en marxa de forma sistemàtica a Andorra, més enllà de combatre la processionària del pi. No obstant, i de la mateixa manera que passa amb la salut humana, la prevenció resulta ser la mesura més efectiva per minimitzar els danys de possibles patologies forestals. En aquest sentit, és recomanable establir una xarxa de seguiment de l'estat de salut dels boscos, on es pugui integrar la informació existent, com els resultats anuals de les 12 parcel·les d'ICP-Forest¹⁰, els resultats de l'INFA i tots els estudis relacionats. Actualment, un investigador d'Andorra Recerca + Innovació s'està formant en col·laboració amb homòlegs francesos encarregats del control de la salut forestal al Pirineu de França per poder adquirir els fonaments bàsics que permetin la posada en marxa d'aquesta xarxa de seguiment. Seria molt convenient que aquesta pogués integrar a altres actors com el Cos de banders o els Agents de medi ambient dels comuns.

4.4 Innovació amb nous materials provinents del bosc

En el context de canvi global i en l'aplicació de la LEC cal un esforç per valorar l'extracció de productes de mercat del bosc, els beneficis dels quals puguin ser reinvertits en millores. En aquest sentit la innovació i recerca sobre els productes que potencialment poden entrar a formar part de l'economia andorrana, són la base pel seu desenvolupament. Cal conèixer models existents i valorar la seva aplicació al Pirineu i a Andorra. Actualment des d'Andorra Recerca + Innovació, juntament amb Forespir i el Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya, s'està treballant en un projecte sobre economia circular dels productes de fusta del bosc per ser aplicats en construcció i rehabilitació d'edificis.

¹⁰ Més informació a <http://icp-forests.net> i <http://mediambient.ad>

Referències

- Amblar-Francés, M. P., Ramos-Calzado, P., Sanchis-Lladó, J., Hernanz-Lázaro, A., Peral-García, M. C., Navascués, B., Domínguez-Alonso, M., Pastor-Saavedra, M. A., & Rodríguez-Camino, E. (2020). High resolution climate change projections for the Pyrenees region. *Advances in Science and Research*, 17, 191–208. <https://doi.org/10.5194/asr-17-191-2020>
- Beguería, S., Sánchez-Pérez, J. M., Antigüedad, I., Caballero, Y., Lambán, L. J., Quintana-Seguí, P., Llasat, C., Pesado, C., Vidal, J.-P., & Jódar, J. (2019). Evaluation of water resources of the Pyrenees in a context of climate change and adaptation strategies. *Geophysical Research Abstracts*, 21(April), 1. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=140494002&site=ehost-live>
- Caritg, R. (2009). *Evolució de les cobertes del sòl d' Andorra durant el període 1972-1995*. 46–57.
- Declaración Helsinki. (1993). *Segunda conferencia ministerial sobre protección de bosques en Europa*.
- Haro-Monteagudo, D., Palazón, L., & Beguería, S. (2020). Long-term sustainability of large water resource systems under climate change: A cascade modeling approach. *Journal of Hydrology*, 582(January), 124546. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124546>
- IPCC. (2014). *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability: global and sectoral aspects*. http://hcl.harvard.edu/collections/ipcc/docs/27_WGIITAR_FINAL.pdf
- Karavani, A., Boer, M. M., Baudena, M., Colinas, C., Díaz-Sierra, R., Pemán, J., de Luis, M., Enríquez-de-Salamanca, Á., & Resco de Dios, V. (2018). Fire-induced deforestation in drought-prone Mediterranean forests: drivers and unknowns from leaves to communities. *Ecological Monographs*, 88(2), 141–169. <https://doi.org/10.1002/ecm.1285>
- Lemus Casanovas, J. L. B. (2021). Assessing internal changes in the future structure of dry-hot compound events: The case of the Pyrenees. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 21(6), 1721–1738. <https://nhess.copernicus.org/articles/21/1721/2021/nhess-21-1721-2021-relations.html>
- Nolan, R. H., Collins, L., Leigh, A., Ooi, M. K. J., Curran, T. J., Fairman, T. A., Resco de Dios, V., & Bradstock, R. (2021). Limits to post-fire vegetation recovery under climate change. *Plant Cell and Environment*, 44(11), 3471–3489. <https://doi.org/10.1111/pce.14176>
- OECC. (2021). *Estratègia energètica nacional i de lluita contra el canvi climàtic 2020-2050*.
- Piqué, M., Vericat, P., & Beltrán, M. (2017). Resource communication. ORGEST: Regional guidelines and silvicultural models for sustainable forest management. *Forest*

Systems, 26(2), eRC01S. <https://doi.org/10.5424/fs/2017262-10627>

Tedim, F., Leone, V., & McGee, T. (2020). *Extreme wildfire events and disasters: root causes and new management strategies* (Elsevier).

Annex A Glossari d'acrònims

BUR	Biennial Update Report
CENBA	Comissió de coordinació i desenvolupament de l'Estratègia Nacional de la Biodiversitat d'Andorra
CTFC	Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya
DF	Direcció facultativa
EAEAS	Estratègia Andorrana d'Educació Ambiental per a la Sostenibilitat
ENBA	Estratègia Nacional de la Biodiversitat d'Andorra
ENPA	Estratègia Nacional del Paisatge d'Andorra
GEH	Gasos amb efecte d'hivernacle
GFS	Gestió Forestal Sostenible
INFA	Inventari Nacional Forestal d'Andorra
IOF	Instruments d'Ordenació Forestal
JRC	<i>Joint Research Center</i>
LEC	Llei d'Economia Circular
Litecc	Llei d'impuls de la transició energètica i del canvi climàtic
ODS	Objectius de Desenvolupament Sostenible
OECC	Oficina de l'Energia i del Canvi Climàtic
ONF	<i>Office National de Forests</i>
ORGEST	Orientacions de Gestió Forestal Sostenible de Catalunya
PAF	Pla d'aprofitaments forestals
PEFC	<i>Program for the Endorsement of Forest Certification Schemes (PEFC)</i>
POF	Pla d'Ordenació Forestal
POFN	Pla d'Ordenació Forestal Nacional
PSIEA	Pla Sectorial d'Infraestructures Energètiques d'Andorra

Annex B Guia per l'estudi del potencial de la biomassa i el seu desenvolupament a Andorra

Guia per l'estudi del potencial de la biomassa i el seu desenvolupament a Andorra

Equip de treball

Marta Domènech	Investigadora d'Andorra Recerca + Innovació
Marc Font	Investigador d'Andorra Recerca + Innovació
Marc Pons	Director d'Andorra Recerca + Innovació
Oriol Travesset	Coordinador de l'eix Sostenibilitat d'Andorra Recerca + Innovació



Aquesta obra està subjecta a una llicència de [Reconeixement-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Sumari

1.	Introducció	4
1.1	Antecedents	4
1.2	Objectius	5
2.	Avaluació de l'oferta de la biomassa forestal actual	6
2.1	Càlcul del volum de biomassa actual.....	7
2.2	Càlcul del volum de biomassa en un escenari de millora dels accessos actuals	8
3.	Definició del tipus de biomassa més idònia	9
3.1	L'estella forestal.....	9
3.2	L'estella forestal per Andorra.....	10
3.3	Tipus d'estelladores per Andorra	11
4.	Estimació de la demanda de biomassa	12
5.	Definició del tipus i nombre idoni de plantes de pretractament.....	13
5.1	Les plantes de pretractament de biomassa	13
5.2	Ubicació i nombre de plantes de producció de biomassa.....	13
5.3	Planta de pretractament de biomassa "tipus"	15
6.	Integració del comerç transfronterer	16
7.	Resum final.....	18
	Càlcul de la biomassa actual.....	18
	Càlcul de la biomassa futura amb nous accessos	18
	Tipus de biomassa i estelladores.....	19
	Estimació de la demanda de biomassa.....	19
	Plantes de pretractament	20
	Estudi de mercat i integració del comerç transfronterer	20
	Referències.....	21

1. Introducció

Els productes del bosc han acompanyat als éssers humans des de fa mil·lennis. A més de l'ús alimentari i el constructiu, el recurs forestal com a combustible havia representat l'única font d'energia a la Terra. En els darrers segles el combustible forestal ha estat progressivament substituït per altres fonts d'energia fòssil, com el carbó, el gas natural o el petroli. L'augment de la demanda energètica, el caràcter limitat dels recursos fòssils, les mancances d'abastiment a escala local, les actuals incerteses de subministrament i l'escalfament global han contribuït, entre d'altres, a que la biomassa forestal s'hagi convertit en el focus d'interès públic. La biomassa extreta del bosc és una font d'energia renovable producte de la gestió forestal sostenible, que a més té un balanç neutre d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH).

En el context actual la fusta no és únicament una font d'energia de baix cost, sinó també una matèria primera local que fomenta la creació de valor social en generar i garantir llocs de treball al territori, tot contribuint a la gestió sostenible dels boscos i a la prevenció d'incendis forestals.

Andorra és un país de bosc on la superfície forestal arbrada ocupa gairebé el 40% del territori. Malgrat molta de la seva superfície no és accessible fàcilment, els boscos són en la majoria de titularitat pública (comunals en més del 90% de la seva superfície total). Per tant, la possibilitat de producció de biomassa forestal depèn directament dels boscos públics. Cal destacar també que el propi sector públic té una demanda tèrmica important que podria ser coberta, en gran part, amb biomassa.

Per tot plegat, i per contribuir a desplegar un model energètic diversificat que inclogui la biomassa, cal disposar de la informació de base que permeti fer els càlculs de l'oferta i la demanda, que tinguin en compte els preus de mercat i el circuit logístic, però que alhora permeti integrar la millora dels boscos (p. ex. reducció del risc d'incendi, de l'efecte de les sequeres, del risc de plagues i malalties forestals, etc.). Aquest model no pot estar deslligat de la rendibilitat econòmica dels béns públics, és a dir del bosc, on els beneficis han de poder garantir l'aprovisionament del sistema i la millora de bosc.

1.1 Antecedents

La transversalitat de l'energia i la seva importància a totes les escales, tant en el moment actual com en el futur, fa imprescindible la plena integració i priorització de les polítiques energètiques en les estratègies futures de desenvolupament sostenible de la nostra societat.

Davant la necessitat d'afrontar dos grans reptes com la lluita contra el canvi climàtic i la limitació de les reserves globals de combustibles fòssils, Andorra va iniciar el camí de transició cap al seu model energètic de futur l'any 2012 definint-ne les primeres passes en la publicació del Llibre Blanc de l'Energia d'Andorra (Govern d'Andorra, 2012). Aquest ja identifica la biomassa com una matèria primera de gran interès energètic.

L'any 2018, liderat per l'Oficina de l'Energia i del Canvi Climàtic (OECC), es va redactar el Pla Sectorial d'Infraestructures Energètiques d'Andorra (PSIEA). Aquest estima el recurs nacional de biomassa forestal i n'identifica la infraestructura de pretractament així com les zones de reserva i servituds per al seu aprofitament. Preveu l'aprofitament energètic de la biomassa a través de plans de gestió forestal, i considera que la gestió ha de garantir el manteniment i la millora de la capacitat d'embornal.

Més recentment, l'Estratègia energètica nacional i de lluita contra el canvi climàtic 2020-2050 (OECC, 2021) identifica la biomassa forestal com a recurs clau per diversificar la producció energètica i fomentar l'economia circular. A més, apunta que l'aprofitament de la biomassa a través d'una gestió sostenible pot generar beneficis socials, econòmics i ambientals.

Aquest context fa recomanable l'activació immediata de la gestió forestal sostenible. L'Inventari Nacional Forestal d'Andorra¹ (INFA), en execució durant l'any 2022, és una bona eina per donar-hi suport. Aquest ha de permetre, entre d'altres, disposar de dades bàsiques per afinar l'estimació del potencial de biomassa forestal al país.

1.2 Objectius

L'objectiu principal d'aquest document és servir com a guia per la realització de l'Estudi del potencial de la biomassa i el seu desenvolupament a Andorra. S'espera que l'estudi incorpori els càlculs ajustats a la realitat andorrana integrant els condicionants del país. Aquests condicionants han d'incloure tant els càlculs de volums de biomassa generada com els volums de despeses associats, i especialment la justificació de la millor elecció en cada supòsit.

L'objectiu és el d'abastiment de biomassa forestal pròpia del país, seguint les directrius de la Llei d'Economia Circular (BOPA 25/2022) i evitant al màxim el transport de la fusta, per mantenir el balanç de carboni proper a zero.

A continuació es defineixen els requisits mínims que des d'Andorra Recerca + Innovació es considera que hauria d'incloure l'estudi.

¹ Més informació a <https://ari.ad/projectes/inventari-nacional-forestal-andorra>

2. Avaluació de l'oferta de la biomassa forestal actual

Existeix un estudi preliminar sobre l'oferta potencial de biomassa als boscos andorrans que ha servit per desenvolupar la secció del PSIEA centrada en la biomassa forestal (Esteve Tor Armengol-Silvagrina, 2016). Aquest estudi s'ha fet en base als inventaris forestals del període 1996-2016 en el marc dels Plans d'Ordenació Forestal de les parròquies. Els valors d'aquests inventaris tenen un error associat d'aproximadament un 30%.

Aquest any (2022) s'ha dut a terme el primer Inventari Nacional Forestal d'Andorra, amb elevada precisió i utilitzant un mètode sistemàtic. Aquest ha estat realitzat per Andorra Recerca + Innovació amb el suport del Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, amb un error associat sempre per sota del 5%.

El PSIEA marca les següents condicions per considerar quines són les superfícies forestals aprofitables per biomassa:

- Aprofitament sostenible en termes silvícoles: boscos de 3-4 ha, ubicats a menys de 2.000 m d'altitud i amb existències en peu d'entre 150 a 225 m³ /ha de boscos de pi roig i pi negre (*Pinus sylvestris* i *Pinus uncinata*).
- Aprofitament dins el marc de la gestió multifuncional pròpia dels boscos de muntanya.
- Aprofitament real i factible en termes d'accessibilitat mecànica. Les masses forestals explotables són les que s'ubiquen a l'entorn d'accessos existents o boscos amb pistes o camins fàcilment adaptables per a l'accés rodat, amb terrenys de pendents màximes entorn del 30% i rugositat baixa.

Per tal d'afinar l'estimació del volum de la biomassa actual es considera que cal modificar algunes de les condicions citades al PSIEA i afegir-ne de noves integrant altres superfícies forestals que poden ser objecte d'aprofitament i de millora del medi.

Primerament cal partir de la base que tota la biomassa s'ha d'extreure responant a actuacions silvícoles proposades per un tècnic competent i garantint la millora ecosistèmica de l'espai. Preferentment han de ser actuacions planificades en els instruments d'ordenació vigents (els POF de cada parròquia) i incloure tant millores "mal anomenades neteges" (p. ex. aclarides, obertures de vials, etc.), com aprofitaments forestals (p. ex. tallades preparatòries). Totes les actuacions planificades han de respondre als principis de conservació i millora de les superfícies forestals, i de la multifuncionalitat dels espais forestals.

Els plans d'ordenació són instruments flexibles i poden ser modificats, amb el corresponent informe d'un tècnic competent i seguint tota la normativa sectorial.

2.1 Càlcul del volum de biomassa actual

Pel càlcul del volum de biomassa forestal es recomana refer els càlculs de biomassa obtinguts en l'estudi preliminar (Esteve Tor Armengol-Silvagrina, 2016). A continuació es detallen les condicions i els tipus de superfície amb aptitud per extreure biomassa que s'haurien de valorar en l'estudi:

- Rodals forestals arbrats de fins a 15 ha, ubicats a menys de 2.000 m d'altitud i amb existències en peu d'entre 150 a 225 m³/ha de boscos de pi roig i pi negre (*Pinus sylvestris* i *Pinus uncinata*).
- Recuperacions de pastures supraforestals a partir dels 2.000 m d'altitud i en pendent inferior al 30%.
- Adevesaments en zones de muntanya per mantenir l'activitat silvopastoral i per la millora de l'hàbitat del paisatge en mosaic
- Totes les actuacions han de ser factibles en termes d'accessibilitat mecànica, ubicades a l'entorn de pistes o camins adaptables per a l'accés rodat, i en terrenys de pendents màximes entorn del 35% i de baixa rugositat.

A més, els nous càlculs haurien d'integrar les dades més recents provinents de l'Inventari Nacional Forestal d'Andorra.

El càlcul del volum de biomassa actual dels boscos públics hauria de tenir en compte totes les superfícies aprofitables on es puguin fer actuacions forestals sense necessitat de fer nous accessos, ni millores dels mateixos. Hauria d'integrar el volum que es podria extreure de les forests comunals en els propers 15 anys, i contemplar, almenys, els següents aspectes:

- Cartografia digital de les zones on es poden fer aprofitaments forestals a escala 1:5.000
- Cartografia digital de les zones on caldria fer millores forestals a escala 1:5.000
- Cartografia digital de les zones on es pot extreure producte de biomassa forestal potencial
- Cartografia digital de les zones on es pot extreure fusta de qualitat².
- Volum total de biomassa forestal per parròquia i per rodal de cada any (si ha existit mai un POF i sinó s'haurà de fer una rodalització).
- Proposta inicial de calendari d'execució del volum d'extracció de biomassa per any, parròquia i forest comunal, i també de les superfícies actuades anyalment.

També seria oportú incloure el càlcul del volum total de fusta per parròquia tenint en compte la classificació estimada de productes de qualitat² que surten del bosc (p. ex.

² Es considera fusta de qualitat aquella que té unes dimensions i característiques marcades per la indústria de recepció a menys de 200 km del lloc d'aprofitament. Generalment es consideren diàmetres superiors a 20-25 cm.

fusta curta, fusta, llarga, puntals, etc.). Aquests productes tenen un preu de mercat superior del de la biomassa i, per tant, és interessant poder separar els tipus de productes. En aquest sentit, es considera oportú afegir en l'estudi els següents aspectes:

- Volum total aproximat de productes forestals de serra (fusta curta, fusta llarga, puntals, i pals) per parròquia i per rodal de cada any (si ha existit mai un POF i sinó s'hauria d'associar a una rodalització per cada parròquia).
- Proposta de calendari d'execució del volum d'extracció de productes de fusta del bosc (fusta curta, fusta llarga, puntals, i pals), per parròquia i forest comunal, i també de les superfícies actuades anyalment.

2.2 Càlcul del volum de biomassa en un escenari de millora dels accessos actuals

Adicionalment als aspectes considerats prèviament, es considera d'interès disposar del càlcul del volum de biomassa forestal potencial dels boscos públics tenint un compte una possible millora dels accessos actuals. En aquest càlcul caldria considerar les superfícies aprofitables i on es podrien fer actuacions forestals en cas d'integrar nous accessos. El càlcul ha d'incloure el volum que es podria extreure de les forests comunals en els propers 15 anys, i tenir en compte, almenys, els següents aspectes:

- Cartografia digital dels nous accessos per poder accedir a les forests i fer aprofitaments i millores forestals.
- Cartografia digital de les zones on potencialment es podrien fer aprofitaments forestals amb nous accessos.
- Cartografia digital de les zones on potencialment caldrien fer millores forestals amb nous accessos.
- Cartografia digital de les zones on potencialment es podria extreure producte de biomassa forestal amb nous accessos.
- Cartografia digital de les zones on potencialment es podria extreure fusta de qualitat amb nous accessos.
- Volum de biomassa potencial total per parròquia i per rodal de cada any (si ha existit mai un POF, i sinó s'hauria d'associar a una rodalització per cada parròquia).
- Volum total aproximat de productes forestals de serra (fusta curta, fusta llarga, puntals i pals) per parròquia i per rodal de cada any (si ha existit mai un POF i sinó s'hauria d'associar a una rodalització per cada parròquia).
- Proposta de calendari d'execució del volum potencial d'extracció de biomassa i de productes de serra, per any, parròquia i forest comunal.

3. Definició del tipus de biomassa més idònia

Existeixen principalment quatre tipus de biomassa forestal: llenya, pèl·let, briqueta i estella forestal. Cada tipus de biomassa té unes característiques pròpies que cal conèixer per saber quina és més adequada per a cada instal·lació, consumidor i localització geogràfica. Cal, primer de tot, definir quina és la biomassa o biomasses objectius de l'Estudi del potencial de la biomassa i el seu desenvolupament a Andorra.

A continuació es presenta un breu resum de la biomassa més usada i que requereix menys processament, a excepció de la llenya.

3.1 L'estella forestal

Existeixen diverses normatives de qualitat que classifiquen l'estella en funció de les seves característiques. Les més conegudes són les normes UNE-EN 14961-4 i la ÖNORM M7133. Els formats d'estella més aptes per ser utilitzats en calderes de mitja o baixa potència són les P45, P63, P100 i les seves equivalents G30, G50 i G100.

Les classes que engloben mides més petites d'estella són la G30 i la P45, respectivament. Aquest tipus d'estella és la més adequada per a calderes de poca potència (aproximadament fins a 50-60 kW) que requereixen d'una uniformitat i d'una regularitat de l'estella molt constant. L'G50 i la P63, de granulometria superior seria adequada per a calderes mitjanes (entre 50 i 200 kW), mentre que per a calderes més grans (a partir de 200 kW aproximadament) es pot utilitzar una G100 o una P100 (segons estàndards de classificació). Això és degut a que les calderes de més potència tenen cremadors i sistemes d'alimentació de mida més gran i més robusts i no requereixen un grau tan elevat d'homogeneïtat del combustible.

La Taula 1 presenta les categories d'estella amb les seves principals característiques. Per tal d'assegurar la granulometria es recomana seguir la norma ÖNORM M7133 o la UNE-EN 14961-4:2012.

Classe estella norma ÖNORM M7133	Rangs permesos de granulometria		
	Màx. 20%	60-100%	Secció màxima
G30	>16 mm	16-2,8 mm	3 cm ²
G50	>31,5	31,5-5,6 mm	5 cm ²
G100	>63 mm	63-11,2 mm	10 cm ²
UNE-EN 14961-4:2012	Màx. 1%	Mín. 80%	
P16	>45 mm	3,15-16 mm	
P45	>63 mm	3,15-45 mm	
P63	>100 mm	3,15-63 mm	
P100	>200 mm	3,15-100 mm	

Taula 1. Classes granulomètriques per a l'estella procedent de biomassa forestal primària. %; percentatges permesos de cada mida d'estella. Font: Consorci Forestal de Catalunya i www.elcocat.cat

Per disposar d'una correspondència molt grollera entre volum de fusta i energia generada, es pot generalitzar que aproximadament un kg d'estella forestal correspon aproximadament a 3,7 kWh d'energia calorífica. És important tenir en compte que la humitat del producte sigui sempre inferior al 30%-40%. Per tant, es recomana disposar d'aparells de mesura o portar mostres a estufes d'assecatge per verificar-ne la humitat.

3.2 L'estella forestal per Andorra

Un dels aspectes importants a decidir és el tipus i les condicions de la biomassa forestal per Andorra (mides i humitats). En aquest sentit, ja que el que es vol és potenciar la millora dels boscos a través de la gestió forestal i l'obtenció i utilització de biomassa andorrana, s'ha de definir fins a quin punt cal que l'estella pugui seguir estrictament les normes abans descrites. Cal valorar si els sistemes de calderes per edificis públics han de ser prou robustos com per consumir estella sense sistema de garbellat i amb humitats per sota del 40%. Per tant, es recomana que aquest punt quedi clar i justificat, i lligar-lo amb el tipus d'estelladora i els seus rendiments. Com a primer pas és necessari conèixer les necessitats de biomassa del país. Per això cal:

- Definir quina és la tipologia majoritària de calderes públiques que trobem a Andorra.
- Definir quina és la tipologia de calderes que es recomana que s'implanti a Andorra en el sector públic.

En cas de decidir no seguir les normes d'estella estàndards abans esmentades (o d'altres productes de biomassa forestal), es pot valorar desplegar algun sistema de certificació nacional que garanteixi uns determinats estàndards. A més, i addicionalment, es pot desenvolupar algun *labelling* nacional per garantir la seva procedència de km 0.

3.3 Tipus d'estelladores per Andorra

L'estellat es pot realitzar a peu de pista, a carregador o a la mateixa planta de processament. En funció d'on es dugui a terme, la seqüència d'operacions variarà. Per tant, és quelcom que s'ha decidir prèviament i que es recomana que quedi reflectit en l'estudi.

De forma general existeixen dos tipus d'estelladores: les fixes i les mòbils. Les fixes han de tenir garantit un treball mínim aproximat de 150 dies/any per ser rendibles. També cal decidir si comprar l'estelladora o llogar-la. En aquest sentit, la compra sembla només justificada quan la producció anual de biomassa és superior a aproximadament unes 5000 t/any per temes d'amortització. A banda del cost d'inversió, les estelladores són aparells que generen unes despeses elevades de manteniment. Per tant, el volum total anual de producció de biomassa marcarà clarament el tipus d'estelladora a escollir i logística de funcionament de les plantes de pretractament. Cal doncs analitzar i justificar aquests aspectes en l'estudi.

Per tot l'exposat, i com a conclusió, es recomana que en l'estudi s'analitzin i es justifiquin els següents aspectes sobre l'elecció dels tipus d'estelladora per la o les potencials plantes de pretractament de biomassa forestal:

- Idoneïtat de lloguer o compra³.
- Idoneïtat d'estelladora mòbil o fixa.
- Models d'estelladores recomanats amb la seva fitxa tècnica i els seus rendiments.

³ Es recomana que l'elecció de la possible compra de l'estelladora vagi acompanyada del seu preu de mercat (pressupost) i fitxa tècnica. En cas de lloguer, caldria acompanyar la proposta de la fitxa tècnica i de les condicions econòmiques tant del preu per hora de rendiment amb mecànic inclòs, com del seu desplaçament aproximat a Andorra.

4. Estimació de la demanda de biomassa

Dins l'estudi del potencial de la biomassa i el seu desenvolupament es recomana estudiar a fons la demanda de biomassa a Andorra. En aquest sentit, l'estudi hauria de desglossar les necessitats totals de biomassa forestal al país, fent especial èmfasis a la dels edificis del sector públic. Donada l'oferta limitada de biomassa al país, unes 1900 t anuals segons (Esteve Tor Armengol-Silvagrina, 2016), es fa difícil poder plantejar abastir totes les necessitats del país. De totes maneres cal conèixer les necessitats de demanda globals i també desglossades, per poder prendre les millors decisions.

Per l'estimació de la demanda de biomassa forestal, l'estudi hauria d'incloure: la demanda tèrmica actual, la seva caracterització, i els combustibles demandats. Això sovint demana un treball a fons reunint diferents actors (FEDA, Govern, Comuns, i sector privat), i probablement la realització d'enquestes i entrevistes.

Per tot plegat, es recomana que en l'estudi es desglossin els següents punts:

- Identificació dels principals centres de demanda i dels seus volums anuals, tant actuals com potencials futurs (estimacions als propers 5-10 anys).
- Definició del circuit actual de la biomassa forestal utilitzada a Andorra. Això inclou la logística actual de la biomassa forestal que entra a Andorra i la que es produeix al país. S'hauria de justificar el volum de la biomassa forestal produïda a Andorra els últims 5 anys i el seu origen i recorregut.
- Demanda actual anual de biomassa forestal per parròquia (estella, pèl·lets, briquetes, etc.).
- Tipus i nombre de calderes actuals en edificis públics i necessitats de biomassa (volums i tipus) per cada parròquia.
- Tipus i nombre de calderes potencials d'implantar al sector públic (volums i tipus).

Es recomana justificar la informació punt a punt i, a més, que quedi definida en la cartografia corresponent.

5. Definició del tipus i nombre idoni de plantes de pretractament

5.1 Les plantes de pretractament de biomassa

Les plantes de pretractament de biomassa és on s'acumulen i gestionen els materials que arriben del bosc, com troncs, brancada, restes silvícoles, i on es sol executar l'estellament, en el cas que es produeixi estella forestal a la planta. També poden ser els llocs on es rep la biomassa ja processada al bosc en el cas d'utilitzar estelladores mòbils que produeixin directament l'estella al bosc. En les plantes també és on es duu a terme el procés d'assecat de la fusta i de la biomassa, i si s'escau el procés de garbellat o de cribratge.

Com a reflexió es vol fer constar que actualment, i degut al preu de combustible, es recomanen plantes més petites i més pròximes al bosc i a les infraestructures de destí de la biomassa (p. ex. calderes). Aquest punt també és important per tal de mantenir el balanç de carboni proper a zero.

5.2 Ubicació i nombre de plantes de producció de biomassa

Es considera que una planta de pretractament de biomassa no suposa una alteració substancial de l'entorn. No genera residus tòxics, ni olors, ni fums. A nivell visual és un acopi de fusta i brancada forestal, amb preferentment una coberta que fins i tot pot ser amb estructura de fusta natural. En alguns llocs, fins i tot són un reclam ambiental de producció d'energia de balanç neutre de carboni provinent de la gestió forestal sostenible. No es valora la possibilitat d'ubicar-hi, al costat o dins de la mateixa planta de pretractament de biomassa, una planta de compostatge perquè es considera que no hi ha d'haver material sobrant de la planta de biomassa per produir compostatge. En tot cas, les partícules molt petites generades secundàriament a la biomassa (principalment serradures) poden ser destinades a l'ús que en puguin fer els ramaders de cada parròquia.

La planta (o plantes) preferentment ha de complir els requisits següents:

- Estar situada sobre una zona plana sense vegetació, o on aquesta sigui eliminada, lluny de la massa arbòria (o fent un perímetre de protecció per incendis).
- Tenir bon accés i permetre bona circulació de camions de gran tonatge i camions articulats.
- Situar-se en una zona propera a una bàscula certificada i verificada.
- Disposar d'un punt d'aigua a prop.

- Preferentment hauria de disposar d'una coberta amb un disseny que permeti la correcta ventilació, l'aïllament i l'accés.
- L'indret on s'ubiqui ha de poder construir-s'hi una mínima zona impermeabilitzada. Aquesta facilita l'assecatge de la fusta.
- Respecte al nivell de soroll transmesos a l'exterior caldrà complir el que estableix el Reglament del Control de Contaminació Acústica d'Andorra.
- No es considera necessari cap tractament d'assecat addicional a l'assecat natural.

En l'estudi caldria valorar si és necessari el cribratge i en el seu cas definir-lo, tant el tipus de cribradora (model i fitxa tècnica) com la logística del propi cribratge.

Estudiar a fons la ubicació és clau per facilitar l'arribada del material (fusta, restes silvícoles, estella, etc.) i maximitzar-ne el rendiment. S'han d'evitar ubicacions lluny dels centre de recepció d'estella i dels llocs de producció (boscós més actius durant els propers 15-20 anys). S'han d'evitar carreteres amb forts pendents (>12%) i lluny de les principals comunicacions.

Caldrà estudiar la seva superfície, que dependrà del nombre de plantes que es projecti crear. Cada planta es dimensiona en funció del volum de fusta que pot arribar a cada circuit logístic (bosc-planta-sistema de caldera/es).

L'estudi caldrà que defineixi el nombre de plantes i la seva ubicació de forma justificada, tenint en compte la distància als boscos més productius i als llocs de recepció de la biomassa, i especialment la naturalesa pública dels terrenys. En especial, s'ha de poder reduir al màxim la petjada de carboni i les despeses de desplaçament (bosc-planta-calderes) que avui dia són molt costoses i van a l'alça.

Per decidir la ubicació de la planta o de les plantes caldria resoldre els següents aspectes:

- Proposar i definir les potencials ubicacions a fi de cobrir l'oferta i la demanda de tot el territori (donar especial importància als edificis públics especialment com a centres de demanda).
- Justificar tant l'emplaçament com el nombre de plantes de pretractament integrant la millor logística de circuit de moviment de biomassa (del bosc a la planta de pretractament i de la planta de pretractament a les calderes) optimitzant l'eficàcia per l'estratègia de biomassa del país.
- Generar la corresponent cartografia amb les propostes d'ubicacions i el circuit logístic o circuits logístics escollits.

5.3 Planta de pretractament de biomassa “tipus”

El procés d'emmagatzematge de la biomassa forestal esdevé fonamental per a la conservació de les característiques del producte, i alhora permet executar una logística amb un bon rendiment. L'emmagatzematge es pot fer en la planta de pretractament, on l'estelladora (o altra maquinària) pot entrar en el circuit de producció d'estella. També hi ha la possibilitat de que altra maquinària pugui extreure altres productes de biomassa forestal.

Aquestes plantes solen ser zones obertes on es rep el material que arriba i manipula a fi de que tingui les condicions idònies per la seva distribució fins als circuits de calderes.

En l'estudi es recomana que es detalli i justifiqui el/s tipus de planta. Per això caldria:

- Definir i justificar la capacitat de la planta d'emmagatzematge “tipus”.
- Definir i justificar la superfície de la planta “tipus”.
- Definir el funcionament de la planta: volum, temps d'assecatge, producció i gestió de la biomassa.
- Definir l'estructura de la planta (p. ex. tipus de coberta), tractament del sòl, etc.
- Proveir d'un pressupost aproximat d'execució de la planta “tipus”.

6. Integració del comerç transfronterer

Les indústries de transformació de la fusta, a excepció de la biomassa forestal, es troben fora del país. La indústria de la fusta necessita una inversió molt elevada, només amortitzada quan es mobilitza una gran quantitat de fusta a l'any. Aquesta és una de les raons principals per les quals a Andorra no se n'hi troben. La manca d'indústria de transformació de la fusta al país ens fa dependents dels preus de mercat de l'exterior, tal i com passa amb molts altres productes. Però alhora ens pot permetre establir convenis i sinèrgies amb les indústries de recepció que ens siguin més interessants.

Les indústries receptores tenen especial interès en proveir-se i assegurar-se un volum anual de fusta que arribi als seus patis. Aquestes estableixen preus de mercat⁴ adaptats al volum del proveïdor i sovint això suposa un benefici per ambdues parts. Per tant, en el cas d'Andorra, als titulars dels boscos els podria interessar establir un marc de treball per valorar l'encabiment dels productes de fusta andorrans al mercat exterior.

Els boscos d'Andorra ofereixen diversos productes forestals. En concret, a part de biomassa, poden generar fusta de certa qualitat (fusta curta, fusta llarga, puntals, pals, etc.). Tots aquests productes tenen un preu de mercat superior al de l'estella forestal, motiu pel qual en una bona gestió forestal sempre s'intenta treure primer els productes amb millor preu de mercat i a posteriori els de menor qualitat com la biomassa.

Essent conscients de la manca d'indústria de fusta de qualitat a Andorra, és important avaluar un intercanvi de productes amb les indústries de recepció enlloc de convertir tota la fusta que surt dels boscos d'Andorra en biomassa. Sovint els intercanvis es poden fer amb les pesades del camions de cada producte que s'entregui a la indústria de recepció, a canvi del mateix valor en biomassa forestal o simplement en monetari. Per aquest motiu, és especialment important tenir la traçabilitat de tots els productes que surten dels boscos comunals.

Tenint en compte l'exposat, es proposa dedicar una part específica de l'estudi a la logística dels productes extrets de la forest i la coordinació transfronterera per valorar alguns aspectes de gestió conjunta, relatius a l'exportació o importació de productes de fusta, i a la possible efectivitat tècnica conjunta. En aquest sentit, Andorra Recerca + Innovació està treballant en un projecte transfronterer amb l'objectiu de mobilitzar i valoritzar productes fusters propis del Pirineu.

Es recomana que en l'Estudi del potencial de la biomassa i el seu desenvolupament a Andorra es pugui incloure un petit estudi de mercat sobre els productes fustaners del bosc andorrà (biomassa i fusta de serra). Aquest hauria de poder concloure sobre els

⁴ Actualment els preus de fusta de serra de pi roig i pi negre es troben al voltant dels 65€/t posats a fàbrica.

aspectes claus més limitants del sistema actual d'extracció de productes fustaners del bosc. S'hi haurien d'exposar tots els costos d'extracció de la fusta del bosc i del seu circuit logístic fins al producte final, així com el teixit empresarial de gestió forestal del país i els principals centres de recepció de la fusta de serra tant a Espanya com a França (les més properes), i el seus preus de mercat per producte actuals.

En concret es recomana desglossar els següents punts:

- Costos i rendiments (i no preus de mercat) reals d'extracció de la fusta del bosc per tona de fusta. En concret: tallar, desbrancar i arrossegar fins a peu de pista en zones tipus (pendent < 40%, prop de pista, i de forma mecanitzada més habitual amb motoserra i arrossegament amb cabrestant).
- Costos i rendiments (i no preus de mercat) reals d'extracció de la fusta del bosc per tona de fusta. En concret: tallar, desbrancar i arrossegar fins a peu de pista en zones no accessibles amb pista ni carretera, amb pendents > 40%, i amb extracció de la fusta amb cable aeri a Andorra.
- Costos i rendiments (i no preus de mercat) reals de les principals actuacions de millora del bosc (aclarides de millora, podes, estassades) per superfície tipus (pendent < 40%, prop de pista).
- Costos del transport de la fusta per km, tipologia de carretera i distància al centre de recepció del producte (ja sigui biomassa o fusta de serra).
- Comparativa de preus de mercat de l'extracció de fusta del bosc a Andorra en comparació amb la resta del Pirineu.
- Comparativa de preus de mercat de les actuacions de millora forestal a Andorra en comparació amb la resta del Pirineu.

Es recomana alhora afegir en un annex les principals empreses de treballs forestals i transportistes tant del país com de zones properes.

7. Resum final

A continuació es recullen, en mode de resum, els punts o aspectes que es considera que haurien de ser desenvolupats en l'Estudi del potencial de la biomassa i el seu desenvolupament a Andorra.

Càlcul de la biomassa actual

- Cartografia digital de les zones on es poden fer aprofitaments forestals a escala 1:5.000.
- Cartografia digital de les zones on caldria fer millores forestals a escala 1:5.000.
- Cartografia digital de les zones on es pot extreure producte de biomassa forestal potencial.
- Cartografia digital de les zones on es pot extreure fusta de qualitat⁵.
- Volum total de biomassa forestal per parròquia i per rodal de cada any.
- Proposta inicial de calendari d'execució del volum d'extracció de biomassa per any, parròquia i forest comunal, i també de les superfícies actuades anyalment.
- Volum total aproximat de productes forestals de serra (fusta curta, fusta llarga, puntals, i pals) per parròquia i per rodal de cada any .
- Proposta de calendari d'execució del volum d'extracció de productes de fusta del bosc (fusta curta, fusta llarga, puntals, i pals), per parròquia i forest comunal, i també de les superfícies actuades anyalment.

Càlcul de la biomassa futura amb nous accessos

- Cartografia digital dels nous accessos per poder accedir a les forests i fer aprofitaments i millores forestals.
- Cartografia digital de les zones on potencialment es podrien fer aprofitaments forestals amb nous accessos.
- Cartografia digital de les zones on potencialment caldrien fer millores forestals amb nous accessos.
- Cartografia digital de les zones on potencialment es podria extreure producte de biomassa forestal amb nous accessos.
- Cartografia digital de les zones on potencialment es podria extreure fusta de qualitat amb nous accessos.

⁵ Es considera fusta de qualitat aquella que té unes dimensions i característiques marcades per la indústria de recepció a menys de 200 km del lloc d'aprofitament. Generalment es consideren diàmetres superiors a 20-25 cm.

- Volum de biomassa potencial total per parròquia i per rodal de cada any.
- Volum total aproximat de productes forestals de serra (fusta curta, fusta llarga, puntals i pals) per parròquia i per rodal de cada any.
- Proposta de calendari d'execució del volum potencial d'extracció de biomassa i de productes de serra, per any, parròquia i forest comunal.

Tipus de biomassa i estelladores

- Tria i justificació del tipus de biomassa majoritària a aprofitar dels boscos andorrans.
- En el supòsit que es determini l'estella com a biomassa objectiu, caldria desglossar els següents punts sobre les estelladores:
 - Idoneïtat de lloguer o compra⁶.
 - Idoneïtat d'estelladora mòbil o fixa.
 - Models d'estelladores recomanats amb la seva fitxa tècnica i els seus rendiments.

Estimació de la demanda de biomassa

- Identificació dels principals centres de demanda i dels seus volums anuals, tant actuals com potencials futurs (estimacions als propers 5-10 anys).
- Definició del circuit actual de la biomassa forestal utilitzada a Andorra. Això inclou la logística actual de la biomassa forestal que entra a Andorra i la que es produeix al país. S'hauria de justificar el volum de la biomassa forestal produïda a Andorra els últims 5 anys i el seu origen i recorregut.
- Demanda actual anual de biomassa forestal per parròquia (estella, pèl·lets, briquetes, etc.).
- Tipus i nombre de calderes actuals en edificis públics i necessitats de biomassa (volums i tipus) per cada parròquia.
- Tipus i nombre de calderes potencials d'implantar al sector públic (volums i tipus).

⁶ Es recomana que l'elecció de la possible compra de l'estelladora vagi acompanyada del seu preu de mercat (pressupost) i fitxa tècnica. En cas de lloguer, caldria acompanyar la proposta de la fitxa tècnica i de les condicions econòmiques tant del preu per hora de rendiment amb mecànic inclòs, com del seu desplaçament aproximat a Andorra.

Plantes de pretractament

- Proposar i definir les potencials ubicacions a fi de cobrir l'oferta i la demanda de tot el territori.
- Justificació tant l'emplaçament com el nombre de plantes de pretractament integrant la millor logística de circuit de moviment de biomassa (del bosc a la planta de pretractament i de la planta de pretractament a les calderes) optimitzant l'eficàcia per l'estratègia de biomassa del país.
- Generació de la corresponent cartografia amb les propostes d'ubicacions i el circuit logístic o circuits logístics escollits.
- Definició i justificació de la capacitat de la planta d'emmagatzematge "tipus".
- Definició i justificació de la superfície de la planta "tipus".
- Definició del funcionament de la planta: volum, temps d'assecatge, producció i gestió de la biomassa.
- Definició de l'estructura de la planta (p. ex. tipus de coberta), tractament del sòl, etc. i costos.
- Proveir d'un pressupost aproximat d'execució de la planta "tipus".

Estudi de mercat i integració del comerç transfronterer

- Costos i rendiments (i no preus de mercat) reals d'extracció de la fusta del bosc per tona de fusta. En concret: tallar, desbrancar i arrossegar fins a peu de pista, amb mètodes tradicionals.
- Costos i rendiments (i no preus de mercat) reals d'extracció de la fusta del bosc per tona de fusta. En concret: tallar, desbrancar i arrossegar fins a peu de pista, en llocs sense accés i extracció amb cable aeri.
- Costos i rendiments (i no preus de mercat) reals de les principals actuacions de millora del bosc (aclarides de millora, podes, estassades) per superfície tipus.
- Costos del transport de la fusta per km, tipologia de carretera, i distància al centre de recepció del producte (ja sigui biomassa o fusta de serra).
- Comparativa de preus de mercat de l'extracció de fusta del bosc a Andorra en comparació amb la resta del Pirineu.
- Comparativa de preus de mercat de les actuacions de millora forestal a Andorra en comparació amb la resta del Pirineu.
- Relació d'empreses de treballs forestals i transportistes en matèria forestal a Andorra i zones properes.

Referències

Esteve Tor Armengol-Silvagrina. (2016). *Potencial fustaner aprofitable dels boscos d'Andorra per la producció d'estella de biomassa-Estudi preliminar*. 1–12.

Govern d'Andorra. (2012). *Llibre Blanc de l'Energia d'Andorra*.

OECC. (2021). *Estratègia energètica nacional i de lluita contra el canvi climàtic 2020-2050*.