

5.-APORTACIONS AL CÀLCUL DE LA PETJADA ECOLÒGICA D'ANDORRA

Els quatre apartats anteriors han donat compte de la petjada ecològica d'Andorra. Aquest darrer apartat introdueix noves consideracions metodològiques, derivades de la singularitat andorrana, que permeten dur a terme un càlcul de la petjada ecològica més ajustat a la realitat del país.

5.1.-INTRODUCCIÓ

El càlcul estàndard de la petjada ecològica, tal com es comenta al capítol 1, és útil a efectes comparatius a escala internacional, però té algunes limitacions. En aquest apartat es desenvolupen algunes aportacions que, juntament amb la utilització de la població real estimada (indicador de pressió humana), adaptació ja inclosa als capítols anteriors, pretenen apropar el càlcul de l'indicador a la realitat i les particularitats d'Andorra. Les aportacions incloses en aquest treball són les següents:

- Capacitat d'absorció de CO₂ dels boscos d'Andorra
- Asimetria entre la superfície urbana i la superfície agrícola
- Modificació de l'àrea necessària per a la conservació de la biodiversitat
- Coeficient de discriminació del consum de carburants del transport

Amb aquestes quatre aportacions es pot obtenir un càlcul més ajustat a la realitat andorrana, que s'ofereix com a guia per avaluar-ne l'evolució els anys vinents.

5.2.-CAPACITAT D'ABSORCIÓ DE CO₂ DELS BOSCOS D'ANDORRA

5.2.1.-Introducció

La determinació de la capacitat de l'àrea bioproductiva forestal es basa en la producció de productes com llenya i fusta, així com els processats consegüents (paper, cartró, etc.). L'àrea bioproductiva "energia fòssil", per contra, es basa en la captació de diòxid de carboni (CO₂), emès per la combustió d'energies fòssils (gasoil, gasolina, carbó, etc.), per part de les masses forestals plantades amb aquest objectiu. Així, doncs, el càlcul de la petjada ecològica, donada l'exclusivitat mútua dels recursos proveïts per cada àrea, diferencia entre ambdós tipus de superfícies forestals.

Atès que la producció forestal d'Andorra és molt baixa (factor de producció forestal = 0,07), i consegüentment la capacitat bioproductiva forestal és molt reduïda, i com que l'àrea bioproductiva "energia fòssil" és inexistent, s'ha considerat convenient realitzar una primera aproximació a la capacitat d'absorció de CO₂ dels boscos del Principat. Com que els boscos d'Andorra quasi no s'utilitzen per a l'obtenció de productes forestals, sembla justificat considerar-los com a font d'absorció de CO₂. Cal tenir en compte, però, que aquesta aproximació únicament considera les formacions arbòries, no les arbustives, malgrat considerar aquestes últimes dins l'àrea bioproductiva forestal en el càlcul estàndard.

5.2.2.-Càlcul de la capacitat d'absorció

A partir de dades de Catalunya¹³, calculades per al mateix tipus de formacions forestals que les que es troben a Andorra, s'ha estimat el CO₂ incorporat anualment per unitat de superfície (en tones per hectàrea i any) per cada una de les espècies

¹³ Font: Terradas i Rodà, 2004.

arbòries següents: alzinera (*Quercus rotundifolia*), roure (*Quercus pubescens* i *Quercus petraea*), avet (*Abies alba*), pi roig (*Pinus sylvestris*), pi negre (*Pinus uncinata*) i, malgrat la poca superfície ocupada a Andorra per ambdues espècies, el pi blanc (*Pinus halepensis*) i la pinassa (*Pinus nigra*). El carboni incorporat anualment per unitat de superfície s'ha calculat a partir de la superfície ocupada per cada espècie (en hectàrees) i el carboni incorporat anualment (en milers de tones anuals). Per a la conversió de carboni a diòxid de carboni s'ha utilitzat la fórmula següent:

$$\text{CO}_2 \text{ incorporat (t / (ha * any))} = \text{C incorporat (t / (ha * any))} * (44/12)$$

A partir del Mapa Digital dels Hàbitats d'Andorra (Ninot *et al.*, 2003), publicat l'any 2003 per l'Institut d'Estudis Andorrans, s'ha determinat la superfície ocupada per cada un dels medis forestals presents al Principat. El CO₂ incorporat anualment s'ha calculat com si cada unitat estigués formada únicament per l'espècie dominant. En cas d'unitats dominades per més d'una espècie, s'ha considerat que aquestes unitats estan formades per cada espècie a parts iguals. En cas d'unitats dominades per espècies caducifòlies no nomenades al paràgraf anterior, s'han utilitzat dades d'absorció de CO₂ mitjanament obtingudes pel conjunt dels arbres caducifolis. Cal tenir en compte, doncs, aquestes simplificacions.

Per al càlcul de les hectàrees globals (gha) per tona i any, s'han utilitzat les fórmules següents:

$$\text{CO}_2 \text{ incorporat (t / (gha * any))} = \text{CO}_2 \text{ incorporat (t / (ha * any))} / \text{factor equivalència (gha / ha)} = A$$

$$\text{Hectàrees globals totals (gha)} = \text{CO}_2 \text{ incorporat (t / (ha * any))} * (1 / A)$$

5.2.3.-Resultats

Aquesta aportació repercuteix sobre la capacitat bioprodutiva, i també sobre el dèficit ecològic, com és lògic. El fet de considerar tots els boscos d'Andorra com a font d'absorció de CO₂ fa augmentar notablement la capacitat bioprodutiva del país.

Si es considera la població resident, el resultat obtingut equival a 0,20 gha/h el 2004 i 0,21 gha/h el 2008. Així, doncs, la incorporació de l'aportació de la capacitat d'absorció de CO₂ dels boscos andorrans faria augmentar la capacitat bioprodutiva d'Andorra fins a 0,29 gha/h el 2004, i fins a 0,30 gha/h el 2008. Així mateix, la capacitat bioprodutiva disponible augmentaria fins a 0,26 gha/h l'any 2004 i fins a 0,26 gha/h l'any 2008.

5.3.-DIFERÈNCIA ENTRE LA SUPERFÍCIE URBANA I LA SUPERFÍCIE AGRÍCOLA

5.3.1.-Introducció

La metodologia de la petjada ecològica estàndard pressuposa que el sòl urbà i les infraestructures ocupen majoritàriament sòls agrícoles, perquè aquest és el cas més comú arreu del món. Ara bé, en el cas d'un país d'alta muntanya com Andorra, aquest supòsit només és parcialment vàlid. En realitat, l'aparició de nombroses urbanitzacions disperses vessant amunt, més o menys separades del fons de vall i consegüentment de les principals zones agrícoles, ha comportat una considerable ocupació urbana de zones forestals.

5.3.2.-Càlcul

Per incorporar aquesta particularitat al càlcul ajustat de la petjada ecològica d'Andorra, s'ha considerat que les superfícies autoritzades des de l'any 1995 fins el 2003 per al càlcul de l'indicador el 2004 i des de l'any 1995 fins al 2007 per al càlcul del 2008, han afectat tant sòl agrícola com sòl forestal. Com a primera aproximació, s'ha estimat que el 70% de les superfícies autoritzades s'han executat damunt de sòl agrícola i el 30% restant damunt de sòls forestals. Les dites superfícies urbanes, doncs, han estat excloses de les altres àrees bioproductives segons aquesta mateixa proporció. Per al càlcul dels factors de producció i equivalència urbans, aplegats a la taula 21, s'han utilitzat aquests mateixos percentatges.

Taula 21: Factors d'equivalència i factors de producció urbans segons aquesta aportació.

Tipus d'àrea bioproductiva	Factor d'equivalència (gha / ha)	Factor de producció (-)
Urbà (2004)	2,25	0,76
Urbà (2008)	2,25	0,68

5.3.3.-Resultats

Aquesta aportació repercuteix tant sobre la capacitat bioproductiva com sobre la petjada ecològica, però la reducció és molt minça en ambdós casos.

Aplicant les dades procedents de l'apartat anterior, la petjada ecològica d'Andorra es redueix fins a 4,76 gha/h l'any 2004, i fins a 5,15 gha/h l'any 2008. La capacitat bioproductiva existent, però, també es redueix fins a 0,08 gha/h l'any 2004 i fins a 0,07 gha/h l'any 2008.

5.4.-MODIFICACIÓ DE L'ÀREA NECESSÀRIA PER A LA CONSERVACIÓ DE LA BIODIVERSITAT

5.4.1.-Introducció

Tal com s'ha esmentat abans, el càlcul estàndard de la petjada ecològica considera que cal reservar el 12% del territori per mantenir la biodiversitat per al futur, atenent una recomanació de la Comissió Brundtland de l'any 1987. Aquesta magnitud, merament aproximativa i subjectiva, ha estat molt qüestionada, atès que és un valor molt baix i únic que no considera, entre altres limitacions, les variacions que puguin existir entre regions. Altres aproximacions, sorgides des de la biologia de la conservació (Yablokob i Ostroumov, 1991), donen unes proporcions molt més elevades, amb valors mitjans propers al 30% d'espais naturals estrictament protegits (categories I-IV de la UICN) i un 30% més d'espais naturals amb models de conservació que admeten usos compatibles (categories V i VI de la UICN). Per resoldre aquestes discrepàncies, alguns càlculs de la petjada ecològica s'han basat en les xarxes d'espais naturals protegits o proposats per ser protegits, així com la superfície de connectivitat ecològica necessària, per establir el percentatge de superfície de què caldria disposar per conservar a llarg termini els elements i els processos ecològics dels quals depèn la biodiversitat (Mayor, 2003).

5.4.2.-Càlcul

Per determinar el percentatge de la superfície andorrana que cal reservar per mantenir a llarg termini la biodiversitat del país, s'ha adoptat la proposta de xarxa d'espais

naturals protegits plantejada per Palau i Argelich (1996) que ha estat recollida en la darrera proposta de síntesi realitzada per Mallarach i Palau (2005). Els espais naturals protegits proposats, així com la categoria de protecció i la superfície aproximada, es mostren a la taula 22. No s'inclouen, però, els connectors ecològics proposats (indispensables, tanmateix, per garantir una xarxa ecològica funcional), atès que no es disposa de llur superfície.

Taula 22: *Espais naturals protegits proposats per Palau i Argelich (1996): categoria, nom i àrea aproximada (en hectàrees.)*

Nom	Categoria de protecció	Àrea aproximada (ha)
Rocafort	Reserva Natural	750,00
Massís d'Enclar	Reserva Natural	2.300,00
Xixerella	Reserva Natural	750,00
Circ de Pessons	Reserva Natural	500,00
Madriu	Parc Natural	9.800,00
Casamanya – Incles	Parc Natural	13.500,00

L'àrea d'espais naturals proposada abasta 27.600 hectàrees, xifra que representa el 59,01% del territori andorrà, una proporció similar a la d'altres països avançats de l'entorn europeu. No obstant, considerant que la meitat del territori andorrà està per sobre dels 2000 metres i que una part d'aquest territori protegit es pot aprofitar per a les pastures, s'estima que, aproximadament, el 40% del territori s'hauria de preservar sense dur-hi a terme cap tipus d'activitat productiva per salvaguardar a llarg terme la rica biodiversitat del país.

5.4.3.-Resultats

Aquesta aportació repercuteix únicament sobre la capacitat bioproductiva disponible, i de retop, sobre el dèficit ecològic. El fet d'augmentar substancialment el percentatge de la superfície que cal reservar dels processos d'explotació, o consum, per mantenir la biodiversitat del país provoca una notable reducció de la capacitat bioproductiva disponible. Aplicant el percentatge anterior al càlcul de la capacitat bioproductiva disponible, a partir de la capacitat bioproductiva existent, s'obtenen 0,05 gha/h l'any 2004 i 0,04 gha/h l'any 2008.

5.5.-COEFICIENT DE DISCRIMINACIÓ DEL CONSUM DE CARBURANTS DEL TRANSPORT

5.5.1.-Introducció

La gran majoria de visitants que rep Andorra arriben amb vehicle propi. La diferència de preus dels carburants entre Andorra i els països veïns fa que una gran proporció dels vehicles que marxen del Principat, tant si són estrangers com nacionals, omplin el dipòsit al país però el consumeixin fora. El càlcul de la petjada ecològica del consum energètic s'ha basat en les importacions de carburants, per tant, es pot afirmar que se n'ha sobredimensionat el consum real. Per a ajustar millor el càlcul de la petjada ecològica a les característiques pròpies andorranes, s'hauria d'estimar el percentatge de carburants del transport que es consumeixen al país, tenint només en compte el consum net de carburants del transport dins les fronteres andorranes, ja sigui dut a terme tant per vehicles estrangers com per nacionals.

5.5.2.-Càlcul

Amb l'objectiu d'estimar la proporció de carburants del transport que es consumeix realment al país s'ha emprat el coeficient que el Departament de Medi Ambient d'Andorra empra per a calcular les emissions de CO₂ del transport al país. Per a calcular aquest coeficient es comparen dos paràmetres. D'una banda, s'estima, a partir de les dades d'importacions de carburants de la locomoció (no es té en compte el gasoil emprat per a les calefaccions) la quantitat d'emissions de gasos que es produirien si tots els combustibles fòssils del transport que s'importen al país es consumissin a Andorra. De l'altra, a partir d'un estudi d'emissions dut a terme pel Departament de Medi Ambient amb dades del 2005 (Departament de Medi Ambient, 2007), s'obté una aproximació a les emissions reals del transport al Principat. Finalment es comparen les dues dades i s'estima la quantitat de carburants que realment es consumeixen al país. El resultat així obtingut és que l'any 2004 i l'any 2008 es varen consumir al país, respectivament, només un 23% i un 25,5% dels carburants que es varen importar. Per tant, per ajustar el càlcul de la petjada ecològica del consum energètic només es considerarà el 23% de la gasolina i el gasoil de la locomoció importats per a l'any 2004 i el 25,5% de la quantitat importada l'any 2008.

5.5.3.-Resultats

El fet de tenir en compte només un quart dels carburants del transport causa una notable reducció de la petjada ecològica corresponent. En concret, es redueix fins a 4,18 gha/h l'any 2004, i fins a 4,58 gha/h l'any 2008.

5.6.-PETJADA ECOLÒGICA AJUSTADA D'ANDORRA

Per obtenir el càlcul ajustat de la petjada ecològica cal dur a terme, damunt del càlcul estàndard, les correccions exposades en els apartats precedents, és dir, les modificacions relatives a la capacitat d'absorció de CO₂ dels boscos d'Andorra, la diferència entre la superfície urbana i la superfície agrícola, el percentatge de la superfície necessària per a la conservació de la biodiversitat i la discriminació del consum de carburants a fora del país per part del transport.

Aquestes correccions mostren, per a l'any 2004, que la capacitat bioproductiva disponible d'Andorra augmentaria fins a 0,17 gha/h i la petjada ecològica disminuiria fins a 4,15 gha/h. Pel que fa a l'any 2008, la capacitat bioproductiva disponible d'Andorra augmentaria fins a 0,18 gha/h i la petjada ecològica minva fins a 4,56 gha/h.

En conseqüència l'ajustament de la metodologia del càlcul de la petjada ecològica a l'especificitat andorrana, mostra que el valor del resultat final canvia poc, i confirma, doncs, la robustesa d'aquest indicador.

Figura 4: Comparativa entre el càlcul estàndard i càlcul ajustat de la petjada ecològica d'Andorra: capacitat bioproductiva disponible i petjada ecològica, en hectàrees globals per habitant el 2004 i el 2008.

