

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 obtenir 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 particularitats d'Andorra. Les aportacions incloses en aquest treball són les següents:

- Població real estimada (indicador de pressió humana)
- 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

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", al contrari, 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 = 0,03), i consegüentment la capacitat bioproductiva forestal és molt reduïda, i que l'àrea bioproductiva "energia fòssil" és inexistent, hem considerat convenient, per apropar el càlcul de l'indicador a la realitat andorrana, 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 la producció 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 catalanes¹⁴, 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 arbòries

¹⁴ Font: Terradas i Rodà, 2004

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

Els resultats són **0,32 hectàrees globals per habitant** si es considera la població resident, i **0,20 hectàrees globals per habitant** en cas de considerar la població real estimada (indicador de pressió humana). Així, doncs, la incorporació de l'aportació de la capacitat d'absorció de CO₂ dels boscos andorrans faria augmentar la capacitat bioprodutiva existent d'Andorra fins a **0,44 hectàrees globals per habitant** si es considera la població resident, i fins a **0,27 hectàrees globals per habitant** en cas de considerar la població real estimada (indicador de pressió humana).

Així mateix, la capacitat bioprodutiva disponible augmentaria fins a **0,39 hectàrees globals per habitant** si es considera la població resident, i fins a **0,24 hectàrees globals per habitant** en cas de considerar la població real estimada (indicador de pressió humana).

5.2.4.-Repercussió sobre el càlcul de la petjada ecològica

Aquesta aportació repercuteix sobre la capacitat bioprodutiva, i també, consegüentment, sobre el dèficit ecològic. El fet de considerar tots els boscos d'Andorra com a font d'absorció de CO₂ fa augmentar notablement la capacitat bioprodutiva existent. Les figures 9 i 10 mostren gràficament les diferències obtingudes entre el càlcul estàndard i el càlcul amb aquesta aportació.

Figura 9: capacitat bioproductiva existent obtinguda amb el càlcul estàndard i amb la present aportació, en hectàrees globals per habitant

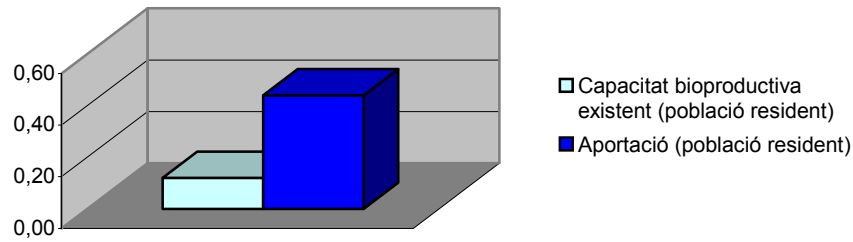
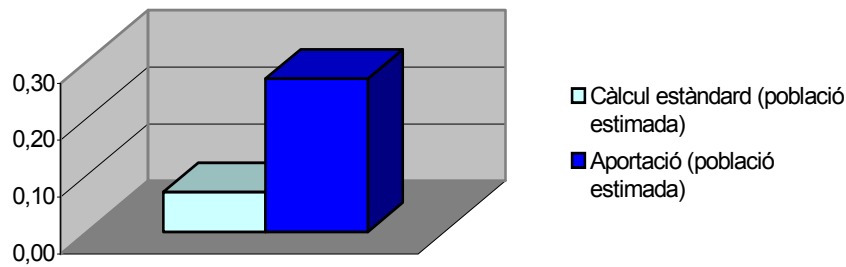


Figura 10: capacitat bioproductiva existent obtinguda amb el càlcul estàndard (però considerant la població real estimada (indicador de pressió humana)) i amb aquesta aportació, en hectàrees globals per habitant



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

5.3.1.-Introducció

La metodologia de la petjada ecològica estàndard assumeix que el sòl urbà i les infraestructures ocupen majoritàriament sòls agrícoles, perquè aquest és el cas més comú arreu del món. En el cas d'un país d'alta muntanya com Andorra, però, aquest supòsit només és parcialment vàlid. 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 important ocupació urbana d'antigues zones forestals.

5.3.2.-Càlcul

Per incorporar aquesta particularitat del país al càlcul ajustat de la petjada ecològica d'Andorra, s'ha considerat que les superfícies autoritzades des de l'any 1995 fins el 2003, totes elles considerades com a sòl urbà, han afectat tant sòl agrícola com sòl forestal. Així, doncs, per tenir una primera aproximació de l'impacte urbanístic sobre ambdues àrees bioproductives, 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 relació. Per al càlcul dels factors de producció i equivalència urbans, els quals es recullen a la taula 22, s'han utilitzat aquests mateixos percentatges.

Taula 22: factors d'equivalència i factors de producció urbans segons aquesta aportació

Tipus d'àrea bioproductiva	Factor d'equivalència (gha / ha)	Factor de producció (-)
Urbà	1,68	0,74

5.3.3.-Resultats

Aplicant les dades de l'apartat anterior, la petjada ecològica d'Andorra es redueix fins a **12,46 hectàrees globals per habitant**, si es considera la població resident, i fins a **7,76 hectàrees globals per habitant** en cas de considerar la població real estimada (indicador de pressió humana). La capacitat bioproductiva existent, però, també es redueix fins a **0,11 hectàrees globals per habitant**, si es considera la població resident, i fins a **0,07 hectàrees globals per habitant** en cas de considerar la població real estimada.

5.3.4.-Repercussió sobre el càlcul de la petjada ecològica

Aquesta aportació repercuteix tant sobre la capacitat bioproductiva com sobre la petjada ecològica. El fet de considerar que el 70% de les superfícies autoritzades han estat executades sobre sòl agrícola i el 30% sobre sòl forestal, fa disminuir sensiblement ambdós paràmetres. Les figures 11 i 12 mostren gràficament les diferències obtingudes entre el càlcul estàndard i el càlcul amb la present aportació.

Figura 11: capacitat bioproductiva existent i petjada ecològica obtingudes amb el càlcul estàndard i amb el càlcul ajustat, expressades en hectàrees globals per habitant

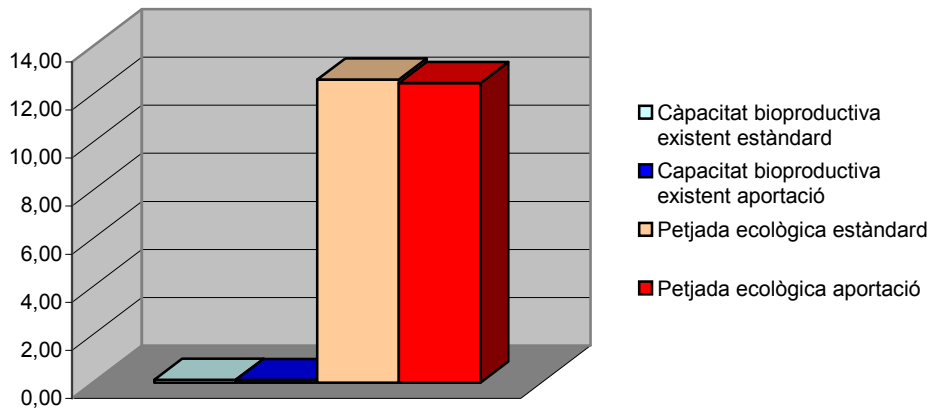
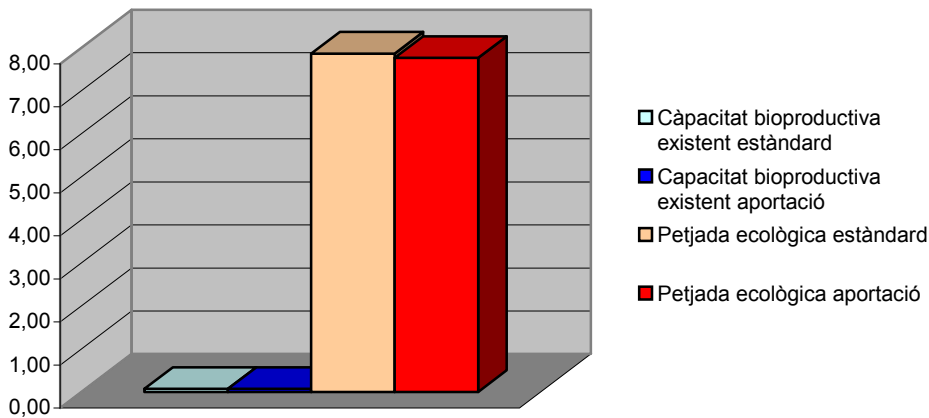


Figura 12: capacitat bioproductiva existent i petjada ecològica obtingudes amb el càlcul estàndard (però considerant la població real estimada (indicador de pressió humana)) i amb el càlcul ajustat, expressades en hectàrees globals per habitant



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 publicada per Mallarach i Palau (2005). Els espais proposats, així com la categoria de protecció i la superfície aproximada, es mostren a la taula 23. No s'inclouen, però, els connectors biològics proposats, atès que no es disposa de llur superfície.

Taula 23: espais naturals 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.

5.4.3.-Resultats

Aplicant el percentatge anterior al càlcul de la capacitat bioprodutiva disponible, a partir de la capacitat bioprodutiva existent, s'obtenen **0,05 hectàrees globals per habitant**, si es considera la població resident, i **0,03 hectàrees globals per habitant** en cas de considerar la població real estimada (indicador de pressió humana).

5.4.4.-Repercussió sobre el càlcul de la petjada ecològica

Aquesta aportació repercuteix sobre la capacitat bioprodutiva disponible, i de retop sobre el dèficit ecològic. El fet d'augmentar substancialment el percentatge de la superfície andorrana que cal reservar dels processos d'explotació o consum per mantenir la biodiversitat del país produeix una disminució notable de la capacitat bioprodutiva disponible. Les figures 13 i 14 mostren gràficament les diferències obtingudes entre el càlcul estàndard i el càlcul amb aquesta aportació.

Figura 13: capacitat bioprodutiva disponible obtinguda amb el càlcul estàndard i amb aquesta aportació, en hectàrees globals per habitant

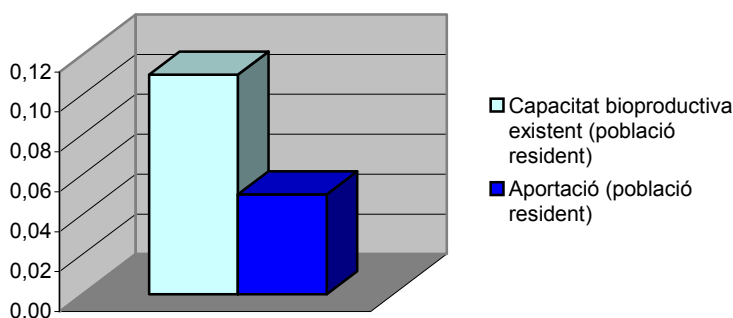
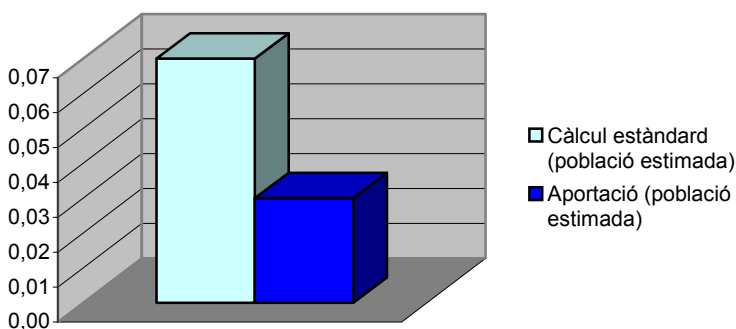


Figura 14: capacitat bioprodutiva disponible obtinguda amb el càlcul estàndard (però considerant la població real estimada (indicador de pressió humana)) i amb aquesta aportació, en hectàrees globals per habitant



5.5.-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 aportacions que fan referència a la població real estimada (indicador de pressió humana), la capacitat d'absorció de CO₂ dels boscos d'Andorra, la diferència entre la superfície urbana i la superfície agrícola, i el percentatge de la superfície necessària per a la conservació de la biodiversitat.

Segons això, la capacitat bioprodutiva disponible d'Andorra augmentaria fins a **0,12 hectàrees globals per habitant** i la petjada ecològica disminuiria fins a **7,76 hectàrees globals per habitant** (figura 15).

També seria de gran interès ajustar el càlcul de la petjada ecològica mitjançant la utilització de superfícies reals, enlloc de superfícies planimètriques que s'usen de consuetud (vegeu Mallarach (1999)). Per manca de dades fiables, però, és una aportació que no s'ha pogut efectuar. Els usos del sòl que es veurien més afectats

serien probablement les superfícies forestals i de pastures, atès que són les que, a Andorra, ocupen els vessants amb pendents més pronunciats.

Figura 15: càlcul ajustat de la petjada ecològica d'Andorra: capacitat biproductiva disponible i petjada ecològica, en hectàrees globals per habitant

