

APROXIMACIÓ DE LA PETJADA ECOLÒGICA DE BARCELONA: RESUM DELS CÀLCULS I REFLEXIONS SOBRE ELS RESULTATS

Direcció: Ferran Relea i Ginés

Realització: Anna Prat i Noguer

Comissió de Medi Ambient i Serveis Urbans de l'Ajuntament de Barcelona
Presidència

INTRODUCCIÓ

Aquest article presenta els resultats resumits de l'estudi que es va fer sobre l'aplicació a la ciutat de Barcelona, de l'indicador anomenat "Petjada Ecològica"; s'hi inclouen els resultats finals de l'aproximació feta d'aquest indicador per a la ciutat (tot i les dificultats actuals de quantificació de certs paràmetres), s'analitzen les variables que hi actuen i s'avalua la utilitat de la Petjada com a eina de gestió ambiental urbana de la ciutat.

ANTECEDENTS

L'aplicació de la Petjada Ecològica a Barcelona s'ha fet prenent com a referents els estudis similars que han fet els experts que proposaren l'indicador, els professors William Rees i Mathis Wackernagel, (d'ara endavant autors de la Petjada Ecològica) i que han estat recentment publicats als llibres *Our Ecological Footprint* (1996), *Ecological Footprints of Nations* (1997) & *The Ecological Footprint of Santiago de Chile* (1998).

Cal destacar que, tot i fer una exhaustiva recerca de càlculs de Petjades municipals, no s'han trobat antecedents en aquest àmbit (a excepció de Munic, ciutat que no utilitzà la metodologia dels autors de la Petjada per calcular-la) sinó que, fins ara, la Petjada s'havia calculat només a nivell de país o de regió metropolitana. Per tant, aquest estudi de Barcelona és innovador en la mesura que és un dels primers intents d'aplicar l'indicador a una sola ciutat.

CONCEPTE: LA PETJADA ECOLÒGICA APLICADA A LES CIUTATS

Les ciutats es caracteritzen per ser àrees de concentració de bona part de la població mundial (segons les Nacions Unides el 45 % de la humanitat viu en ciutats). A Catalunya, l'any 1996 el 56 % de la població vivia en nuclis urbans de més de 50.000 habitants i el 25 % ho feia a Barcelona ciutat (IEC, 1997). El fet que bona part de la població mundial es concentri en àrees urbanes de poca extensió no significa que la resta del territori quedi lliure de l'activitat humana, sinó que són necessàries àrees de terreny per suportar aquesta activitat a les ciutats. L'indicador de la Petjada Ecològica neix de la preocupació per mesurar aquest impacte ambiental i territorial dels nuclis urbans.

Les activitats humanes que s'esdevenen en una ciutat depenen del proveïment de recursos naturals (aigua, materials i energia), de l'absorció de residus i d'altres funcions de suport a la vida que només la natura pot suplir. Les persones som part de la natura i en depenem inevitablement per satisfer les nostres necessitats més bàsiques: energia per a calefacció i mobilitat, fusta per als mobles, arbres per fer paper, fibres per a vestits, aliments, etc. Cadascun d'aquests serveis ocupa un espai físic productiu, i la suma d'aquestes àrees s'anomena la Petjada Ecològica de la ciutat.

Els autors de la Petjada Ecològica defineixen aquest indicador com "L'àrea de territori ecològicament productiu (cultius, pastures, boscos o ecosistemes aquàtics) necessària per produir els recursos utilitzats i per assimilar els residus produïts per

una població determinada amb un nivell de vida específica de forma indefinida, sigui on sigui que es trobi aquesta àrea.” (Rees & Wackernagel, 1996).

La Petjada Ecològica s'utilitza a nivell de país, regió o ciutat, i s'expressa en hectàrees per càpita. Per tant, la Petjada és un quocient que, sabent la població en el moment del càlcul i l'extensió de la regió considerada, pot traduir-se en una àrea. Com major sigui la Petjada d'una ciutat o país, major serà l'impacte ambiental que provoca fora dels seus límits.

MÈTODE DE CàLCUL DE LA PETJADA ECOLÒGICA

A continuació s'explica quina és la metodologia establerta pels autors de la Petjada per calcular aquest indicador. Els càlculs es basen a trobar les extensions de cultius, pastures, boscos, terreny urbanitzat i mar necessàries per al consum d'un nombre limitat de productes i a trobar la superfície associada als *inputs* energètics del país o regió considerada (Wackernagel, 1997). Per tant, es calculen les hectàrees per càpita necessàries per:

- El consum de productes forestals (*Forest land*)
- El consum d'aliments agrícoles, ramaders o pesquers (*Farm land*)
- La construcció (*Consumed land*)
- El consum energètic directe (o indirecte mitjançant el consum de béns importats) traduït a àrea de bosc necessària per absorbir les emissions de CO₂ associades (*Energy land*)

Per tant, els càlculs de la Petjada Ecològica estan basats en dos fets: I) es poden comptabilitzar físicament (en tones) els recursos que consumim i II) aquests *inputs* poden traduir-se en àrea biològicament productiva (hectàrees).

Els càlculs es fan a partir de dades de consums anuals (entenen com a consum anual el que s'obté de restar l'exportació i

sumar la importació a la producció anual) i de dades de productivitat del terreny (hectàrees necessàries per cada tona consumida).

A causa de la disponibilitat de dades, fins ara els càlculs que els autors de la Petjada Ecològica han fet són a nivell de país, amb dades estadístiques de les Nacions Unides. Només existeixen estimacions de Petjades de ciutats extrapolades a partir dels càlculs nacionals i segons el nombre d'habitants de la ciutat i la seva extensió.

A més, alhora de traduir els consums (tones) a extensions de terreny (hectàrees), els autors de la Petjada Ecològica opten per utilitzar dades de productivitat mitjana mundial (tones per hectàrea) perquè d'aquesta manera només una variació en el component energètic d'importació de béns (i no el component de productivitat del terreny) pot fer que disminueixi la Petjada d'una regió. Si no ho fessin així, es podria donar el cas que els països amb més recursos econòmics importessin els recursos dels indrets més productius del món per tal de minimitzar la seva Petjada alhora que els més pobres es quedarien amb les terres menys productives i tindriem així, una Petjada major.

Amb les dades de consum i productivitat del terreny es confecciona una matriu que relaciona cada consum amb les hectàrees per càpita necessàries de cada tipus de terreny utilitzat (cultiu, pastura, bosc, mar o terreny urbanitzat). La Petjada Ecològica per càpita total, resulta de sumar totes les hectàrees per càpita calculades.

Paral·lelament al càlcul de la Petjada, els seus autors busquen dades de la superfície real de cada tipus de terreny (cultiu, pastura, bosc, mar i terreny urbanitzat) en la mateixa zona en què es calcula la Petjada. La suma d'aquestes superfícies referides per habitant de la població considerada és la Capacitat de Càrrega Local, és a dir, les hectàrees disponibles per al consum dels seus habitants.¹

¹ A l'hora de comparar la Petjada Ecològica amb la Capacitat de Càrrega Local (del terreny considerat), els autors de la Petjada Ecològica introdueixen uns "Factors de Productivitat Local" que s'apliquen als valors de Capacitat

La Capacitat de Càrrega es defineix com "la màxima població (o el màxim consum per càpita en el cas de l'home) que pot suportar un hàbitat determinat sense que s'alteri de manera permanent la seva productivitat" (Catton, 1986). Així, en el cas de l'espècie humana, la Capacitat de Càrrega expressada en termes de consum per càpita pot traduir-se a unitats de superfície i comparar-se amb la Petjada Ecològica.

En els càlculs de Capacitat de Càrrega els autors de la Petjada Ecològica inclouen també l'espai necessari per protegir la biodiversitat. En aquest sentit es resta un 12 % a la Capacitat de Càrrega calculada que és el percentatge dels ecosistemes mundials que cal preservar sense explotar per conservar la resta d'espècies, segons la Comissió Mundial per al Medi Ambient i el Desenvolupament de les Nacions Unides (*Informe Brundtland*, Comissió Mundial sobre Medi Ambient i Desenvolupament, 1987).

Un cop calculada la Petjada i la Capacitat de Càrrega es poden comparar, per exemple, les hectàrees que utilitza un habitant pel seu consum anual d'aliments (Petjada Ecològica dels aliments) i les hectàrees que disposa a la seva regió (Capacitat de Càrrega dels aliments expressada en unitats de superfície) i veure si existeix un dèficit de superfície o no existeix per a la producció d'aliments de la regió.

APLICACIÓ DEL MÈTODE A BARCELONA

Per a l'aplicació a Barcelona i per la disponibilitat de dades, s'ha pres la metodologia que utilitzen els autors de la Petjada Ecològica, William Rees i Mathis Wackernagel, en els seus càlculs a nivell nacional i s'ha estimat la Petjada de la ciutat a partir del càlcul de la Petjada catalana.

de Càrrega per traduir els valors locals a valors mitjans mundials i així poder comparar la Capacitat de Càrrega amb la Petjada Ecològica de la regió (calculada anteriorment amb els valors de productivitat mitjana mundial i no local). Aquest és un dels aspectes que s'ha variat alhora d'aplicar el mètode a Barcelona (Vegeu l'apartat de l'aplicació del mètode a Barcelona).

Per calcular les hectàrees per habitant català associades al seu consum anual d'aliments, energia i altres béns de consum (Petjada catalana) s'han utilitzat dades de l'Institut d'Estadística de Catalunya (IEC), del Departament d'Agricultura Ramaderia i Pesca i de l'Institut Català de l'Energia principalment. Les dades d'importació i exportació que publica l'IEC són dades del comerç de Catalunya amb l'exterior (Comunitat Europea i la resta de països internacionals) i no inclouen el comerç interior amb la resta de l'Estat.

Els càlculs es basen en completar la matriu de consum de superfícies productives que donen els autors amb dades catalanes (i referides per habitant). S'han separat els càlculs en dos grans matrius tot i que finalment els resultats s'uneixen en una sola taula.

En una **primera matriu** es calcula el consum de sòl (cultius, pastures, boscos i mar) associat al consum d'aliments, productes forestals i d'altres béns obtinguts de cultius (tabac, cotó, etc.). Les files d'aquesta matriu representen els tipus de recursos que es consumeixen i les columnes contenen les dades de consum en termes físics (consum = producció + importació - exportació) i de productivitat del sòl per passar les unitats físiques a superfície.

El resultat que s'obté és, per exemple en el cas de les verdures, el següent: l'any 1996 es van produir a Catalunya 676.120 tones de verdures i es van exportar 64.224 tones, de manera que el consum local de verdures fou de 100,47 kg/càpita. Sabent que la productivitat mitjana dels cultius de verdures a Catalunya és de 24.648 kg/hectàrea s'obtenen les hectàrees necessàries per al consum local de verdures d'un habitant català. A aquestes hectàrees se'ls han de sumar les hectàrees fora de Catalunya apropiades amb la importació de verdures, quantitat no menyspreable ja que Catalunya n'importà, l'any 1996, 885.533 tones. La productivitat que s'ha utilitzat per transformar aquestes tones en hectàrees és la corresponent a un cultiu mitjà mundial (18.000 kg/hectàrea enlloc dels 24.648

kg/hectàrea), per la dificultat que suposaria obtenir dades de l'origen de cada tipus de verdura i de cada tipus de conreu en cada país d'origen.²

Dels resultats de la primera matriu cal destacar la Petjada associada al consum d'aliments. Els catalans utilitzem un total de 2,1 hectàrees per càpita i any només per alimentar-nos. El consum de peix és el que provoca una major Petjada individual associada als aliments, no tant a causa de la quantitat consumida com de la baixa productivitat de la mar en comparació amb els cultius, per exemple. El consum de carn de xai és el que més contribueix a la Petjada Ecològica càrnia que segueix al peix, en ordre ascendent d'importància. El consum de derivats làctics i de cereals és també important a l'hora de traduir-se en hectàrees, mentre que les fruites i verdures, tot i el seu elevat consum, contribueixen molt poc a engrandir la Petjada dels aliments.

La productivitat del terreny que estem considerant és molt important en l'estimació de superfícies. Així, el consum de carn requereix molta més superfície que la mateixa quantitat de verdures, perquè; primer, perquè les pastures tenen una productivitat primària molt més baixa i, segon, perquè es perd en la transformació.

² Aquesta diferenciació entre la productivitat local i mundial és una opció alternativa que permet no haver d'utilitzar taxativament els "Factors de Productivitat Local" definits pels autors de la Petjada en els seus càlculs; i s'ha fet perquè ja existien dades de productivitat local. Aquesta és l'única diferència incorporada a la primera matriu respecte la metodologia de càlcul establerta pels autors de la Petjada.

Amb la primera matriu també s'obté que la Petjada associada al sector forestal és de menys de 0,1 hectàrees per càpita, molt menor a la Petjada dels aliments.

En la **segona matriu** es calcula l'àrea necessària per absorbir el CO₂ emès en el consum directe de productes energètics (electricitat, combustibles fòssils, energies renovables) o utilitzats per la manufacturació dels béns consumits.

Per al càlcul d'aquesta matriu els autors de la Petjada utilitzen uns factors de productivitat que transformen directament el consum energètic anual (Gj/any) en hectàrees de superfície (ha). Per elaborar la matriu en l'àmbit català s'ha adaptat el mètode i no s'han utilitzat aquests factors de productivitat. El càlcul ha estat diferent segons cada font energètica:

Per als combustibles fòssils s'han utilitzat directament els factors d'emissió d'acord amb els treballs que s'han fet anteriorment a Catalunya i amb les tendències actuals de càlculs d'emissions i àrees d'absorció de CO₂.³ Els factors utilitzats han estat els següents:

³ De fet, els factors de productivitat utilitzats pels autors de la Petjada Ecològica han estat calculats a partir de factors d'emissió, per tant, aquest canvi respecte la metodologia original no fa variar els resultats sinó que els detalla i especifica més (ja que diferencia entre diferents consums de combustibles fòssils).

Figura 1. Factors d'Emissió de CO₂

| Font Energètica | Factors d'Emissió (kg CO ₂ /Gj) | Àrea d'Absorció del CO ₂ |
|--|--|-------------------------------------|
| Combustibles fòssils | | 1ha/6,6 tones CO ₂ |
| • Sòlids | 141 | |
| • Líquids (GLP/Gas-oil, etc.) | 63,5-73 | |
| • Gasos | 65,8 | |
| Electricitat origen tèrmic ⁽¹⁾ | 141-65,8 | |
| Electricitat origen nuclear ⁽²⁾ | 73 | |
| Electricitat- origen tèrmic autoprod. | 83,5 | |
| RSU | 117 | |
| Biomassa ⁽³⁾ | 0 | <i>(Font: Terradas, 1998)</i> |
| Biocombustibles (Ethanol) ⁽³⁾ | 0 | |

⁽¹⁾ Depèn del combustible emprat. Cal fer notar que si l'electricitat és generada a partir de combustibles fòssils (eficiència del 30 %) la Petjada per unitat energètica final consumida és 3 vegades més gran que si s'haguessin emprat els combustibles fòssils directament.

⁽²⁾ Factor d'emissió assimilat a combustibles líquids (tot i que l'energia nuclear no emet CO₂, és, actualment, l'única manera de transformar-lo en unitats de superfície).

⁽³⁾ El CO₂ generat en la combustió és reabsorbit per la Biomassa i els Biocombustibles.

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de l'Eurostat, Direcció General d'Energia, Eurogas, Baldasano, 1998.

Per l'energia nuclear, els autors de la Petjada Ecològica assimilen el consum d'electricitat produïda a les centrals nuclears amb el consum de combustibles líquids fòssils, i hi apliquen el mateix factor d'emissió. Tot i que aquesta estimació no reflecteix la situació real ni d'altres efectes de l'ús d'energia nuclear, actualment és l'única manera de convertir el consum energètic d'electricitat d'origen nuclear a unitats de superfície, per tant, s'utilitza per a aquest consum el mateix factor d'emissió que per als combustibles fòssils líquids (tal com han optat per fer els propis autors de la Petjada).

La Petjada Ecològica del consum d'energia renovable (electricitat hidràulica, eòlica, fotovoltaica i energia solar tèrmica) s'ha estimat a partir de dades locals de les superfícies de plaques solars, parcs eòlics o embassaments de Catalunya, en comptes d'utilitzar factors d'altres països o d'estudis concrets tal com fan els autors de la Petjada Ecològica.⁴

Una part de l'energia consumida s'utilitza en l'exportació de béns, i amb la importació de béns es consumeix energia d'altres

indrets. Per recollir aquests dos aspectes, s'inclou en la segona matriu, un balanç d'energia per al comerç de béns. És a dir, a la despesa energètica de combustibles fòssils, electricitat i energies renovables, s'hi suma l'energia consumida en la importació de béns i se'n resta l'energia que s'ha exportat en l'exportació de béns (Gj/tona). Se suposa que tota és d'origen fòssil, tal com s'estableix en la metodologia que utilitzen els autors de la Petjada. Amb aquest càlcul s'obtenen els Gj/càpita associats al balanç d'importació menys exportació de mercaderies, que cal afegir a la matriu de consums energètics. Cal esmentar que els factors de conversió (d'energia associada al cicle de vida de cada mercaderia (Gj/tona)) utilitzats per al balanç són proporcionats pels mateixos autors de la Petjada Ecològica, i que aquests són fruit de considerar un procés estàndard complet del cicle de vida de cada producte.

Dels resultats de la segona matriu cal destacar que el consum energètic que més contribueix a la Petjada Ecològica energètica per càpita és el consum de combustibles líquids (gas-oil, gasolina i fuel-oil), només per a aquest consum es necessiten 0,79 hectàrees per càpita per absorbir el CO₂ associat al seu consum, més del 75 % de la Petjada Ecològica energètica. Dels consums energètics di-

⁴ L'àrea que es requereix actualment per al consum d'energies renovables és de 0,002 hectàrees per càpita, molt inferior a la que es necessita per al consum d'energies no renovables (àrea d'absorció de CO₂), que és de l'ordre d'1 hectàrea per càpita. (Vegeu l'apartat de Resultats)

rectes caldria també destacar l'electricitat d'origen nuclear per la seva rellevant contribució a la Petjada.

Amb la segona matriu també s'observa, per tipus de productes comercialitzats, la importància de l'exportació de productes del sector químic, del sector de la construcció i de l'automoció en el balanç d'importacions i exportacions catalanes amb l'exterior. Aquest fet repercuteix positivament en la Petjada, perquè és una producció que no es consumeix aquí i que, per tant, cal restar del consum inicial energètic que havíem considerat. Aquest és un fet que es deriva de l'aplicació del mètode establert pels autors de la Petjada Ecològica però que cal analitzar amb detall, perquè llavors, podria donar-se el cas que, per tal de minimitzar la Petjada d'un país, no s'optés per importar productes amb un contingut energètic petit sinó que s'optés per produir productes amb molta energia i després ser un gran exportador, de manera que la Petjada es mantindria sense que el procés fos dins dels límits de la Capacitat de Càrrega global.

Els resultats finals de la unió de les dues matrius s'expressen en hectàrees de te-

rreny productiu consumides per habitant català i, a través del nombre d'habitants de la ciutat de Barcelona es fa l'aproximació de la Petjada Ecològica de la ciutat.

RESULTATS: ESTIMACIÓ DE LA PETJADA ECOLÒGICA DE BARCELONA

La projecció de càlcul que es mostra en aquest apartat és el que normalment es fa per calcular Petjades Ecològiques a nivell de ciutats. El fet que la Petjada de Barcelona s'estimi a partir de la Petjada catalana fa que no sigui específica per la ciutat, fet que hem de tenir en compte a l'hora de llegir els resultats següents.

Com a resultat dels càlculs de les dues matrius (matriu de consum de sòl: de cultius, boscos, pastures i mar i matriu de consum energètic i àrea associada) i afegint-hi que a Barcelona hi ha el 75 % de terreny construït (*Anuari Estadístic de la Ciutat de Barcelona*, 1996) i una població de 1.508.805 persones (*Ajuntament de Barcelona*, cens de 1996), s'obtenen els resultats següents:

Figura 2. Petjada Ecològica de Barcelona estimada a partir de dades catalanes, 1996.

| | Petjada Ecològica de Barcelona estimada a partir de la Petjada catalana | |
|------------------------------------|---|------------------|
| | Hectàrees /càpita | Hectàrees totals |
| Cultius | 0,49 | 739.314 |
| Bosc | 0,08 | 120.704 |
| Àrea d'absorció de CO ₂ | 1,02 | 1.538.981 |
| Pastures | 0,99 | 1.493.717 |
| Mar | 0,65 | 980.723 |
| Terreny construït | 0,005 | 7.544 |
| TOTAL | 3,23 | 4.880.983 |

Font: Elaboració pròpia, 1998.

Segons l'estimació a partir de les dades catalanes i segons el nombre d'habitants de la ciutat, cada habitant de Barcelona l'any 1996 va utilitzar 3,2 hectàrees de terreny per al consum d'aliments, mercaderies i productes energètics, per a l'habitatge i per a les infraestructures construïdes que té la ciutat.

Cal esmentar alguns fets que fan que aquesta estimació no es correspongui del tot amb la realitat:

- l) Les pautes de comportament en el consum no es corresponen entre ciutats; a Barcelona el perfil del consumidor difereix d'altres punts de Catalunya.

En canvi, amb el càlcul fet, la Petjada d'un habitant de Barcelona i el d'un habitant de Vic, Tremp, Lleida o Sitges, per exemple, només es diferencien pel nombre d'habitants i l'extensió del seu municipi.

Segons una anàlisi comparativa (feta a l'estudi) de les diferències en les pautes de consum catalanes i barcelonines, la figura següent mostra en quins aspectes es creu que s'ha sobreestimat o subestimat la Petjada calculada.

Figura 3. Sub o sobreestimació del càlcul de la Petjada Ecològica de Barcelona, 1996.

| | Petjada de Barcelona estimada a partir de la Petjada catalana |
|---|--|
| Cultius | subestimat |
| Bosc | ? |
| Àrea d'absorció de CO ₂ Consum prod. energètics Consum béns importats i energia assoc. | sobreestimat subestimat |
| Pastures | subestimat |
| Mar | subestimat |

Font: Elaboració pròpia, 1998.

II) La ciutat de Barcelona té una població real superior a la censada. El fet que no existeixin dades de la població que realment utilitza la ciutat (estudiants no residents, treballadors no residents, turistes, etc.) fa que se sobreestimi la Petjada individual de la ciutat.

Cal comparar la Petjada Ecològica amb la disponibilitat de terreny o Capacitat de Càrrega. En càlculs referits a ciutats no té

gaire sentit calcular la Capacitat de Càrrega Local, per tant s'ha procedit a calcular la Capacitat de Càrrega del planeta, per saber si un habitant de Barcelona s'apropia de més espai productiu o menys del que li pertocaria en una repartició equitativa d'aquests càlculs a nivell mundial. A la figura següent es resumeixen uns quants càlculs senzills per calcular quina és la superfície productiva mundial disponible actualment.

Figura 4. Superfície productiva disponible al món, 1996.

| |
|--|
| Població mundial: 5,5 milers de milions de persones |
| Superfície Terra: 51,5 milers de milions d'hectàrees |
| Cultius: 1,35 milers de milions d'hectàrees al món, 10 milions de les quals s'abandonen cada any. 0,25 hectàrees/persona |
| Pastures: 3,35 milers de milions d'hectàrees al món. En expansió en detriment de boscos. 0,6 hectàrees / persona |
| Boscos: 3,44 milers de milions d'hectàrees al món. 0,6 hectàrees / persona |
| Terreny construït: 0,16 milers de milions d'hectàrees al món. 0,03 hectàrees / persona |
| Mar: 36,6 milers de milions d'hectàrees. 71 % de la superfície terrestre és mar. 6,6 hectàrees / persona. D'aquesta superfície només el 8,2 % produeix el 96 % de la producció marina mundial. Total: 29-33 kg/ha, 0,5 hectàrees/ persona. Això suposa 16-18 kg/cap-any, dels quals només 12 arriben a taula. |
| TOTAL= aproximadament 2 hectàrees/persona . <i>Restant un 12 % de la superfície per preservar la resta d'espècies animals això significa 1,75 hectàrees/persona disponibles a nivell mundial.</i> |

Font: Elaboració pròpia a partir de dades de Wackernagel, 1996.

Cal fer notar que les dades del quadre anterior són constantment variables, ja que, per exemple, cada any es cremen boscos o s'abandonen 10 milions d'hectàrees de terreny cultivable mundial segons les Nacions Unides.

Comparant aquestes dades amb les de la Petjada Ecològica dels barcelonins, observem com cada habitant de la ciutat ocupa més del que li pertocaria com a ciutadà del món, en la situació teòrica que els recursos estiguessin equitativament repartits.⁵

⁵ En els càlculs de terreny mundial disponible no s'ha restat el 12 % necessari per preservar la resta d'espècies animals amb les quals compartim el planeta, per la dificultat de repartir aquest percentatge entre les diferents tipologies de terreny considerades. Si incloéssim aquest percentatge en els càlculs la diferència entre el terreny disponible i la Petjada estimada, augmentaria. En els càlculs tampoc s'ha considerat la capacitat d'absorció de CO₂ del mar.

Figura 5. Petjada Ecològica de Barcelona i Terreny disponible mundial, 1996.

| | Terreny mundial disponible (hectàrees /càpita) | Petjada estimada de Barcelona (hectàrees /càpita) | Diferència (hectàrees /càpita) |
|---|--|---|--------------------------------|
| Cultius | 0,25 | 0,5 | - 0,25 |
| Pastures | 0,6 | 0,9 | - 0,3 |
| Bosc i Àrea d'absorció de CO ₂ | 0,6 | 1,0 | - 0,4 |
| Mar | 0,5 | 0,6 | - 0,1 |

Font: Elaboració pròpia a partir de la figura 2 i Wackernagel, 1997.

INTRODUCCIÓ DE NOUS ASPECTES LOCALS

L'Aplicació del càlcul anterior a Barcelona s'ha completat, seguint la tendència d'altres estudis trobats a nivell europeu, amb la introducció d'alguns aspectes nous de caire més local i no considerats en les anàlisis convencionals. S'ha cregut oportú afegir als càlculs tradicionals de la Petjada (consums de pastures, cultius, mar, boscos, terreny construït i àrea necessària per l'absorció de CO₂) les àrees necessàries per:

- *Absorbir la producció de RSU de la ciutat:* s'ha fet una estimació de l'àrea necessària per absorbir el CO₂ equivalent emès per l'abocador del Garraf i per a la incineradora de Sant Adrià del Besòs, punts de destinació principals dels residus que es generen a Barcelona. D'acord amb els estudis publicats recentment per Helena Barracó, per absorbir les emissions derivades dels residus de Barcelona abocats a l'abocador del Garraf es necessiten 0,09 hectàrees de bosc per habitant barceloní, valor relativament baix si el comparem amb les altres àrees calculades d'absorció de CO₂. També segons Barracó, les emissions de la Incineradora degudes a la crema de residus que provenen de Barcelona necessiten, per ser absorbides, 0,03 hectàrees de bosc per habitant barceloní. Un canvi en la gestió actual dels residus comportaria, també, un canvi en la Petjada Ecològica d'aquests. Així per exemple, segons Ferran Relea, l'aprofitament del biogàs produït al Garraf disminuiria un 44 % les emissions de CO₂ de la ciutat i, conseqüentment, també la seva Petjada Ecològica cal-

culada a partir de les emissions associades a la producció de residus de la ciutat.

- *Proveir la ciutat d'aigua potable:* el consum d'aigua potable requereix d'una àrea que en molts casos és compatible amb altres usos (per exemple una conca que alhora que absorbeix CO₂, també serveix per recollir l'aigua que es consumeix a Barcelona) i que, per no induir a doble comptabilitat, no s'inclou en els càlculs. De totes maneres, el que a vegades s'inclou en l'anàlisi de la Petjada és el cost d'oportunitat de no tenir aquesta aigua en rius o el consum energètic associat al transport fins al lloc de consum. Per exemple a les ciutats d' Austràlia el subministrament d'aigua requereix de 0,27 a 0,37 hectàrees de superfície associades a aquests costos (Wackernagel, 1997). A Barcelona, s'ha fet ja una aproximació de l'ordre de magnitud de l'àrea necessària per proveir d'aigua la ciutat (Prat, 1998). Si ens fixem amb les extensions de conca necessàries per a l'abastament de la ciutat, obtenim que l'equivalent a la Petjada Ecològica del subministrament d'aigua a Barcelona, és a dir "l'apropiació de l'àrea de drenatge pel subministrament d'aigua a Barcelona" està entre 0,02 hectàrees/habitant en un any normal i 0,05 hectàrees/habitant en un any sec.

CONCLUSIONS: PROS I CONTRES DEL CÀLCUL QUE S'HA FET

La Petjada de Barcelona s'estima entre 3 i 3,5 hectàrees/persona sense poder donar la xifra exacta per la falta de dades existents.

L'aspecte que més contribueix a aquesta petjada és el consum d'energia de la ciutat i especialment el consum d'energia d'origen fòssil calculada com a àrea de bosc necessari per absorbir les emissions de CO₂ derivades d'aquest consum energètic, enfront a altres consums i àrees associades (cultius, pastures, etc.). A la llum d'aquests resultats i en la línia de la discussió, ja generada al llarg del text, es vol posar en rellevància el següent:

- La Petjada de Barcelona s'ha obtingut per estimació de la Petjada catalana segons el nombre d'habitants censats a la ciutat i ha estat completada amb alguns aspectes locals. Aquesta estima-

ció té l'inconvenient de basar-se en la ciutat "administrativa" i de no considerar l'àrea funcional real de Barcelona que actualment depassa els seus límits administratius.

- La Petjada catalana s'ha calculat amb les dades disponibles i no amb totes les dades necessàries, perquè ens manquen les dades de comerç interior.
- El càlcul que s'ha fet té punts forts al seu favor, però també té punts febles. A la taula següent s'han resumit aquestes mancances del mètode de càlcul de l'indicador de la Petjada per tal d'emmarcar el resultat final obtingut:

Figura 6. Punts forts i punts febles de la metodologia de càlcul utilitzada en l'estimació de la Petjada Ecològica de Barcelona

| Càlculs | Punts forts del mètode | Punts febles del mètode |
|---|--|---|
| Matriu de consum de cultius, pastures, boscos i mar (calculada a nivell català donada la disponibilitat de les dades) | Traducció directa del consum d'aliments a hectàrees de cultius o pastures necessàries segons la seva productivitat local o mundial. S'estima, així, i de manera directa la superfície necessària per al consum d'aliments d'una regió. | No penalització dels cultius altament productius per a la utilització ambientalment incorrecte de fertilitzants, pesticides, etc. Aquests primen davant la utilització d'altres cultius o pastures pel simple fet que un mateix consum necessita menys hectàrees amb els primers, i, per tant, una menor Petjada Ecològica. |
| Matriu de consum d'energia i àrea associada d'absorció de CO ₂ (calculada a nivell català) | Considera que el consum de productes energètics engloba tant els consums energètics associats a processos de producció de béns, com els consums energètics directes realitzats en habitatges o en transport | No diferenciació entre el consum energètic associat a cada sector: transport, producció industrial o habitatge. |
| | Traducció del consum d'energia fòssil a hectàrees necessàries per absorbir el CO ₂ associat a la seva combustió, segons diferents factors d'emissió. | Traducció de la importació i exportació de béns a consum d'energia fòssil sense diferenciar entre els diferents processos productius utilitzats i les diferents fonts energètiques utilitzades en la producció de cada bé i utilitzant uns factors de processos típics de producció. |
| | Inclusió del consum d'energia elèctrica d'origen nuclear tot i que produeix les emissions de CO ₂ . | Assimilació de l'energia nuclear a l'energia d'origen fòssil sense considerar-ne altres impactes traduïbles a unitats de superfície. |

| | | |
|---|---|--|
| | Exclusió del consum no intern d'energia (associada a l'exportació de béns que són consumits a altres regions) | La resta de les exportacions fa que paradoxalment una regió pugui tenir una Petjada petita produint productes amb processos de baixa eficiència energètica i exportant aquests productes a l'exterior; alhora que importa productes fabricats amb menys contingut energètic |
| Estimació de la Petjada de la ciutat, segons el nombre d'habitants | Amb les dues matrius anteriors calculades per Catalunya s'obtenen les hectàrees de cultius, pastures, boscos, mar i àrea d'absorció de CO ₂ necessàries per habitant català. | La Petjada de Barcelona s'estima a partir del nombre d'habitants de la ciutat. Els dos inconvenients principals són: 1. Que no es diferencia entre un habitant de Barcelona i un de la resta de Catalunya 2. Que la ciutat té més habitants dels estrictament censats |
| Hectàrees de terreny construït | Per a l'obtenció del resultat final se sumen les hectàrees construïdes (per habitant) de la regió a les hectàrees de cultiu, bosc, pastures, mar i àrea d'absorció de CO ₂ (per habitant) calculades amb les matrius | En general tenen poca importància en el context de la resta d'àrees que conformen la Petjada, no es diferencia entre una urbanització difusa o concentrada en el territori. |
| Inclusió d'altres aspectes a la Petjada: 1. Hectàrees necessàries per a l'absorció de residus 2. Hectàrees associades al consum d'aigua | 1. Inclou el CO ₂ com a únic output de la regió considerada. 2. No s'inclou en els càlculs per no induir a doble comptabilitat. Les conques de drenatge alhora fan altres funcions ecològiques (són boscos, pastures, etc.) | 1. No inclou les hectàrees necessàries per tractar els residus generats per la regió que s'està considerant. En càlculs a nivell de ciutat aquesta és una mancança important. 2. S'ha d'incloure si la regió utilitza embassaments de grans extensions o importa aigua d'altres regions amb alts costos energètics. |
| Resultats individuals | La Petjada expressada com a hectàrees necessàries per persona i any és la més adequada a l'hora de comparar-la amb la d'altres regions | |
| Resultats finals com a número de vegades l'extensió de la regió | Aquesta és la manera més utilitzada per expressar la Petjada d'una regió, té l'avantatge que és molt entenedora i que resumeix en una sola dada tots els càlculs anteriors | Amb aquesta manera d'expressar la Petjada es penalitzen les regions amb més densitat de població. Les ciutats concentrades sembla que tinguin una Petjada molt més gran que altres ciutats més difuses amb la mateixa petjada individual |

Font: Elaboració pròpia, 1998.

1. PETJADA GLOBAL I ACTUACIÓ LOCAL

Les autoritats locals, i en aquest cas l'Ajuntament de Barcelona, tenen un paper molt important en la implantació de polítiques mediambientals sobre el seu territori. L'extensió del territori, la seva situació en l'espai (costaner, bones comunicacions...) i el mode d'assentament de la població (concentrada, dispersa) condiciona la política i la gestió local. La densitat de població de Barcelona priva de possibilitats d'expansió en superfície, fet que condiciona les opcions de desenvolupament futur.

Aquest fet és particularment important en l'anàlisi de la Petjada Ecològica de la ciutat i, en canvi, ens trobem davant d'un indicador de caràcter encara massa global. Tot i voler-se aplicar a nivell local, la metodologia emprada fins ara és per a àmbits superiors.

En el càlcul de la Petjada Ecològica hi ha molts problemes per obtenir les dades necessàries per tal de completar-lo, fins i tot a nivell català hi ha buits importants d'informació que impedeixen que el càlcul reflecteixi del tot la situació real. Això fa que la Petjada s'hagi de calcular a un nivell que dificulta després la seva utilització com a eina d'actuació local per a la reducció de l'impacte ambiental de la ciutat. Per tant, la Petjada és un bon indicador de l'impacte global de la ciutat, però, de moment, no s'ha pogut arribar al punt de poder utilitzar-la com a eina d'actuació local, ja que encara no s'ha pogut calcular amb dades específiques de la ciutat.

2. PETJADA INDIVIDUAL I EXTENSIÓ MUNICIPAL

En l'indicador de la Petjada Ecològica hi influeixen bàsicament dos factors:

- El consum dels habitants de la zona que s'està considerant.
- L'extensió de la zona.

L'estudi que s'ha fet d'antecedents en el càlcul de Petjades Ecològiques regionals demostra, tot i els problemes comparatius entre els diferents càlculs, el següent:

- I) existeixen reduïdes diferències entre les Petjades individuals de diferents ciutats o regions. Per exemple, s'obtenen les Petjades següents: Santiago de Xile (2,6 hectàrees/ habitant), Vancouver (4,3 hectàrees/ habitant), Londres (2,8 hectàrees/ habitant), Munic (3,5 hectàrees/ habitant) o Hèlsinki (2,6-3,5 hectàrees/ habitant).
- II) Existeixen grans diferències entre les Petjades de diferents regions a l'hora de la comparació amb l'extensió de la ciutat. En els estudis anteriors s'obté: Santiago de Xile (16 vegades l'extensió de la regió), Vancouver (19 vegades l'extensió de la regió), Londres (125 vegades l'extensió de la regió) o Munic (145 vegades l'extensió de la ciutat).

Resulta que si la ciutat o regió és difusa la seva "Petjada" (entesa com a nombre de vegades l'extensió de la regió) és més petita que si la ciutat és compacta, tenint la mateixa Petjada Ecològica individual, és a dir, el mateix consum i impacte associat. La discussió sobre si la ciutat compacta té un impacte major o menor que la ciutat difusa pel territori, queda fora d'aquest context, però sí que cal comentar que la "Petjada" (entesa com a nombre de vegades l'extensió de la regió), augmenta com més compacta és una regió en densitat d'habitants.

Per tant, i a l'hora de comparar les Petjades de diferents ciutats del món, hauria de considerar-se l'indicador per càpita, és a dir, la Petjada Ecològica expressada en hectàrees per persona. D'altra manera, no pot diferenciar-se quina part de la Petjada és deguda a un major o menor consum i quina part és associada a l'extensió de la regió.

BIBLIOGRAFIA

Metodologia i antecedents de càlcul

- Catton, William. 1986. *Carrying Capacity and the Limits to Freedom*, XI Congrés Internacional de Sociologia, Nova Delhi.
- Herbert G. 1996. *Huellas Gigantes*. rev. Nuestro Planeta vol.8 nº1. p.21-23.
- International Institute for the Urban Environment. 1997. *The Ecological Footprint of Cities. A series of public debates*. Amsterdam.
- Levelt, Roger. 1998. *Footprint: a great step forward, but tread carefully*, rev. Local Environment vol.3 nº1. p.67-75.
- Rees, William & Wackernagel, Mathis. 1996. *Our Ecological Footprint*. The New Catalyst, bioregional series. Canada.
- Rees, William. 1996. *Indicadores Territoriales de Sustentabilidad*, rev. Ecología Política nº 12. p.27-43.
- Timo, J. 1997. *Diminishing the Ecological Footprint*. rev. Mikkeli Region Environment. p.12-13.
- Wackernagel, Mathis. 1996. *¿Ciudades Sostenibles?*, rev. Ecología Política nº 12. p.43-51.
- Wackernagel, Mathis. 1998. *Footprints: recent steps and possible traps*. rev. Local Environment vol.3 nº2. p.221-227.
- Wackernagel, Mathis. 1998. *The Ecological Footprint of Santiago de Chile*, rev. Local Environment vol.3 nº1. p.7-27.
- Wackernagel, Mathis. Larry Onisto, Alejandro Callejas Linares, Ina Susana López, Jesús Méndez, Anna Suárez, Ma. Guadalupe Suárez. 1997. *Ecological Footprints of Nations*. Xalapa, México.

Bibliografia utilitzada per l'obtenció de dades

- Ajuntament de Barcelona, 1996. *Anuari Estadístic de la Ciutat de Barcelona 1996*. p.317-334, 393-411
- Ajuntament de Barcelona, 1997. *Materials per al debat. Procés de elaboració de l'Agenda 21 Local de Barcelona*. Comissió de política mediambiental i de sostenibilitat. Revista de la Comissió de Medi Ambient i Serveis Urbans, nº2, p.16-40.
- Ajuntament de Barcelona, 1998. Revista Barcelona Economia. *Indicadors Econòmics de Barcelona*. Primer Trimestre 1998. Núm.35.
- Baldasano, JMa. 1997. *Mesures per reduir en el municipi de Barcelona les emissions de gasos causants de l'increment de l'efecte hivernacle*. Revista de la Comissió de Medi Ambient i Serveis Urbans de l'Ajuntament de Barcelona, nº 3, p.23-39.
- Barracó, H. 1998. *El flux d'energia de Barcelona i anàlisi de sostenibilitat ambiental*. Memòria del Projecte de Final de Carrera, no publicat.
- Centre de Cultura Contemporània de Barcelona, *Ciutats Sostenibles. Manual de l'exposició, 1998*.
- Departament d'Agricultura Ramaderia i Pesca. 1996. *Estadístiques Agràries i Pesqueres de Catalunya*. p.65-80, 114-133
- Departament d'Agricultura Ramaderia i Pesca. 1996. *L'agricultura a les comarques de Catalunya*. p.75-196

- Departament d'Agricultura Ramaderia i Pesca. 1997. *Butlletí d'Estadística i Conjuntura Agrària*.
- Fundació Carles Pi i Sunyer d'Estudis Autonòmics i Locals. *Las Políticas sobre el Territorio*. Impremta Municipal BCN 1997.
- Institut Català d'Energia, 1995. *Els costos energètics de la indústria catalana*.
- Institut Català d'Energia, 1997. *El llibre verd de les energies renovables a l'Euroregió*. p.29.
- Institut Català d'Energia, 1997. *Les energies renovables a Catalunya*.
- Institut d'Estadística de Catalunya, 1998. *Estadística, producció i comptes de la indústria 1996*. p.259-263.
- Institut d'Estadística de Catalunya. 1996. *Comerç amb l'Estranger*. p.13-64
- Institut d'Estadística de Catalunya. 1997. *Anuari Estadístic de Catalunya*. p. 270-295, 321-330, 411-525
- Instituto Nacional d'Estadística, 1995. *Encuesta de Presupuestos Familiares. Año 1990/91*. vol. IV, resultados por comunidades autónomas. Madrid. p. 20-36.
- Manresa, A. & Sancho, F. 1997. *L'anàlisi medioambiental i la taula input-output: càlculs d'energia i emissions de CO₂ per a l'economia de Catalunya*. Revista de la Comissió de Medi Ambient i Serveis Urbans de l'Ajuntament de Barcelona, nº 3, p.1-23.
- Mercabarna. 1996. *Informació Estadística dels Mercats Centrals de Barcelona*. p.8-76
- Ministerio de Agricultura, Pesca i Alimentación. *Evolución del Consumo Alimentario. Distribución y Consumo*. nº40. 1998. p.43-64
- Naciones Unidas, FAO.1995. *Yearbook:Forest Production 1993*. Roma.
- Naciones Unidas, Institut de Recursos Mundials. 1996. *World Resources*. p.331-393.
- Naciones Unidas,1995. *1993 International Trade Statistics Yearbook*. Vol. 1. Nova York.
- Perellada, M. 1997. *Els fluxos econòmics de Catalunya amb la resta d'Espanya i l'estranger 1993 i 1994: una aproximació a la balança de pagaments de Catalunya*. Revista Nota d'Economia, nº 59. p.51-66.
- Port de Barcelona-Autoritat Portuària. 1997. *Memòria anual 1996*. p.11-17. (CD-ROM)
- Prat, A. 1998. *El flux de l'aigua a Barcelona com a eina d'anàlisi ambiental*. Memòria del Projecte de Final de Carrera, no publicat.
- Relea, F. 1998. *Possibilitats de reducció de l'efecte hivernacle a Barcelona, amb especial èmfasi en la gestió dels residus*. Revista de la Comissió de Medi Ambient i Serveis Urbans de l'Ajuntament de Barcelona, nº 5, p.1-9.