

L'impronta ecologica : un indicatore per la sostenibilità

Gianfranco Bologna

(Segretario aggiunto per gli affari scientifici e culturali, WWF Italia)

Quando, nel 1996, seppi della pubblicazione di questo affascinante testo sul concetto e sul metodo dell'impronta ecologica, mi diedi subito da fare per realizzarne un'edizione italiana.

Da allora l'Impronta Ecologica e la sua applicazione, come indicatore integrato di sostenibilità, hanno avuto uno sviluppo straordinario e un'ampissima diffusione in tutto il mondo. Inoltre questo libro di Mathis Wackernagel e William Rees è anche un testo estremamente interessante per le riflessioni sul concetto di sostenibilità, attorno al quale ruota la possibilità di realizzare una nuova economia che ci consenta di risolvere i gravi problemi che noi stessi abbiamo creato, e già soltanto per questo andrebbe caldamente raccomandato a chiunque abbia a cuore il proprio futuro e quello delle future generazioni.

Oggi il dibattito più avanzato in merito, cui ha contribuito anche il dibattito sull'Impronta Ecologica, sta facendo maturare una "Sustainability Science", una scienza della sostenibilità. Non si tratta di un'autonoma disciplina scientifica con chiare componenti concettuali e teoriche, ma di una vera e propria convergenza transdisciplinare di riflessioni e ricerche derivanti da discipline diverse che cercano di analizzare le interazioni dinamiche esistenti tra i sistemi naturali e quelli sociali e di esplorare i modi migliori per gestirle (si veda Bologna, 2004, ICSU, 2002 e Aa.Vv., 2003).

Da tempo uno degli scopi principali dell'ecologia è quello di analizzare il flusso di energia e di materia attraverso gli organismi e il loro ambiente, tema che ha visto nei fratelli Eugene e Howard Odum (purtroppo entrambi scomparsi nel 2002) due grandi maestri. Questo ambito di ricerche si è ormai esteso al flusso di energia e di materia che attraversa i sistemi artificiali creati dalla nostra specie e cioè i sistemi tecnologici, industriali, economici ecc. (per una breve storia di queste ricerche si veda Fischer-Kowalski, 2003).

Infatti il focus dello sviluppo sostenibile viene sempre più concentrato sull'intero "metabolismo" dei sistemi sociali rispetto a quelli naturali. Per intervenire efficacemente nel modificare gli attuali modelli di sviluppo e i conseguenti pattern di produzione e consumo, rendendoli più sostenibili, è quindi necessario comprendere a fondo la dimensione biofisica dei nostri sistemi socio-economici.

Oggetto di grande interesse è perciò il flusso di materia ed energia che preleviamo dai sistemi naturali, trasformiamo e utilizziamo e dal quale produciamo scarti e rifiuti (molti dei quali non "metabolizzabili" dai sistemi naturali).

Una grande quantità di ricerche sono state così stimulate nell'ambito di quel campo di indagine che è stato definito "metabolismo industriale" oppure, in maniera più ampia, "metabolismo della società".

Se consideriamo a livello globale i flussi di materiali causati dalle società umane, essi si

presentano di dimensioni paragonabili o persino superiori a quelli che hanno luogo nei sistemi naturali. Conseguentemente i flussi provocati dalla specie umana comportano modificazioni importanti nella stessa composizione fisica della superficie terrestre, nella struttura e nelle funzioni degli ecosistemi, dei cicli biogeochimici e, persino, della composizione dell'atmosfera (come sta avvenendo per la quantità di carbonio in essa presente).

Non vi è più dubbio che, per avviare percorsi di sostenibilità dello sviluppo, sia perciò necessario ridurre i flussi di materia ed energia indotti dalla produzione e dal consumo delle società umane.

In campo internazionale si sta consolidando una metodologia di calcolo di quello che viene definito MFA (Material Flow Accounting), cioè la contabilità dei flussi materiali, nonché di quello che viene definito EFA (Energy Flow Accounting), ovvero la contabilità dei flussi energetici, con un ragionevole livello di standardizzazione condiviso (Adriaanse et al., 1997, Bringezu e Schuetz, 2001, Eurostat, 2001, Matthews et al., 2000, Shandl et al., 2002).

Queste analisi dei flussi vengono oggi indicate con il termine complessivo di MEFA (Material and Energy Flows Analysis).

I MEFA possono costituire un "ponte" importante che collega le attività umane agli impatti sull'ambiente e sono stati appunto sviluppati come strumenti per descrivere e monitorare in maniera sistematica il metabolismo delle nostre società industriali.

Per questo la conoscenza delle quantità dei materiali e dei flussi di energia che sono elementi fondamentali dell'economia di ogni paese rappresenta una base fondamentale per ogni politica di sostenibilità.

La misura complessiva di questi flussi fornisce informazioni su quanto il paese considerato contribuisce ai cambiamenti globali dei sistemi naturali e sull'evoluzione di tale contributo nel tempo.

I rinnovati slanci delle ricerche sui flussi energetici negli ecosistemi registrano anche, dalla seconda metà degli anni Novanta, una notevolissima mole di iniziative scientifiche internazionali coordinata da studiosi italiani: si tratta dei Workshop internazionali intitolati "Advances Studies in Energy", coordinati da Sergio Ulgiati dell'Università di Siena. Sono già state già realizzate quattro edizioni di questi incontri, con la partecipazione dei più grandi esperti internazionali legati al campo energetico (fisici, chimici, biologi, ecologi, ecc., con figure quali Howard Odum, Mark Brown, Tim Allen, Gilberto Gallopin, James Kay, Vaclav Smil, Jorgensen e tanti altri) (si veda Ulgiati, 1998, 2001 e 2003).

Inoltre stanno ulteriormente avanzando le ricerche che valutano la cosiddetta "Human Appropriation of Net Primary Production (HANPP)", cioè la sottrazione da parte delle attività umane della produttività primaria netta, di quanto, cioè, sottraiamo all'energia che giunge sul nostro pianeta e che, trasformata in materia organica dai processi di chemiosintesi (e, soprattutto, di fotosintesi) dovrebbe restare a disposizione di tutti gli esseri viventi sulla Terra.

Si tratta di un ulteriore indicatore che, dagli studi sin qui realizzati, ci sta dimostrando significative preoccupazioni per il sempre crescente ruolo dell'intervento umano nei

sistemi naturali (si veda, ad esempio, la recente ricerca di Imhoff et al., 2004).

In questo affascinante quadro di ricerche e di proposte operative il concetto e il metodo dell'Impronta Ecologica, con la sua forte valenza educativa e di comunicazione, ha dato vita un ampio dibattito internazionale che tocca tutti gli aspetti relativi alla concezione di "sviluppo sostenibile" (terminologia ormai così abusata e svuotata di significati pregnanti nella politica e nell'economia e che invece sta facendo grandi passi in avanti nel campo scientifico, proprio con la Sustainability Science) e a che cosa si debba intendere per indicatore di sostenibilità.

Mi è sembrato perciò logico, d'accordo con l'editore (che sta svolgendo un'opera unica in Italia per la diffusione degli avanzamenti teorici e pratici sulla sostenibilità), di render conto al lettore, in maniera molto riassuntiva, di ciò che è avvenuto relativamente agli sviluppi e alla diffusione del metodo dell'Impronta Ecologica in questi anni trascorsi dalla pubblicazione del testo originale.

L'Impronta Ecologica – come ha ribadito l'originatore del concetto, l'ecologo William Rees (2000) – può essere definita come l'area totale degli ecosistemi terrestri e acquatici richiesta per produrre le risorse che la popolazione umana consuma e assimilare i rifiuti che la popolazione stessa produce.

L'amico Mathis Wackernagel, che, tra gli allievi di Rees, è quello che ha lavorato più a lungo sul concetto di impronta ecologica, dedicandosi alla sua diffusione in tutto il mondo, ha lanciato proprio nella primavera 2004 il Global Footprint Network, una struttura (che gode di un Science and Policy Advisory Board ricco di nomi prestigiosi) che mira alla diffusione del metodo, al suo affinamento e miglioramento e alla sua validazione scientifica.

Oggi il metodo, oltre alla diffusione di carattere educativo e maieutico, ha avuto anche importanti conferme scientifiche, come una pubblicazione sull'autorevolissima rivista statunitense *Proceedings of National Academy of Science* (si veda Wackernagel et al., 2002).

Inoltre dal 2000 l'impronta ecologica è parte integrante del rapporto biennale *Living Planet Report* che il WWF pubblica con la collaborazione del World Conservation Monitoring Centre (WCMC) del Programma Ambiente delle Nazioni Unite (UNEP).

L'ultimo di questi rapporti (del 2004) esce praticamente in contemporanea con questa nuova edizione del volume *L'Impronta Ecologica* e si è ritenuto opportuno riportarne alcune parti essenziali.

Il *Living Planet Report* è stata la prima pubblicazione in cui sono stati presentati il calcolo delle impronte ecologiche di tutti i paesi del mondo e l'analisi dell'evoluzione dell'impronta ecologica dagli anni Sessanta a oggi, con le eventuali previsioni degli andamenti per il futuro, relativamente a questo secolo.

In occasione del convegno a Rio de Janeiro dedicato a riflettere sul lavoro svolto nei cinque anni successivi al grande Summit della Terra, tenutosi proprio a Rio nel giugno 1992 (la conferenza delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo), Wackernagel aveva predisposto con sei collaboratori un ampio lavoro dedicato al calcolo delle impronte ecologiche di 52 paesi del mondo che ospitano globalmente l'80% della popolazione

mondiale e rappresentano il 95 % del prodotto interno mondiale.

In questo lavoro (Wackernagel et al., 1997) si legge: “Alla conclusione del Vertice sulla Terra tenutosi a Rio de Janeiro nel 1992, l’umanità si trovava di fronte alla sfida obbligata di dover diminuire il proprio impatto sul pianeta. A cinque anni di distanza viviamo in un mondo sempre più in pericolo, con una popolazione più numerosa, maggiori consumi, più rifiuti e povertà, ma con una minore biodiversità, meno foreste, meno acqua potabile da utilizzare, meno suolo e un’ulteriore riduzione dell’ozono nella stratosfera. Siamo tutti consapevoli di essere ben lontani dalla sostenibilità. *Ma quanto lontani?* Se non siamo in grado di misurare, non abbiamo alcuna possibilità di agire. Per fare della sostenibilità una realtà, dobbiamo sapere dove siamo ora e quanto lontano si deve andare; dobbiamo cioè misurare quanto è lunga la strada verso il progresso. La buona notizia è che dopo il vertice di Rio questi strumenti di misurazione – essenziali per le istituzioni, le aziende e le organizzazioni di base – hanno compiuto progressi sostanziali.”

I dati sulle impronte ecologiche delle diverse nazioni vengono così continuamente rivisti e aggiornati dal gruppo di Mathis Wackernagel. I calcoli delle impronte delle 52 nazioni presentati nel lavoro già citato del 1997 (e che si rifacevano a dati del 1993), sono stati rivisti con i dati aggiornati al 1995 (e con numerosi ritocchi dovuti al fatto che i calcoli inseriscono anche l’ecosistema marino, precedentemente non considerato, che la documentazione sui consumi è più completa rispetto a quella dei lavori precedenti e che sono stati rivisti, grazie a recenti pubblicazioni scientifiche, i dati sulla produttività media dei pascoli e delle foreste, che è risultata più bassa di quanto supposto in precedenza) e nuovamente pubblicati nel 1999 (Wackernagel et al., 1999) nonché ripresentati in altre importanti pubblicazioni (come quella della Royal Society: Wackernagel, 2000).

Come già ricordato, il calcolo delle impronte ecologiche delle nazioni di tutto il mondo è stato presentato, per la prima volta, nel *Living Planet Report 2000* e in seguito aggiornate sia nell’edizione del *Living Planet* del 2002, pubblicata solo un mese prima del Summit Mondiale delle Nazioni Unite sullo Sviluppo Sostenibile tenutosi a Johannesburg nel 2002 e poi, nuovamente, nell’ultimissimo e fresco di stampa *Living Planet Report 2004*.

In questa sede citiamo alcuni dati aggiornati rifacendoci a questo recentissimo lavoro riportando le impronte ecologiche dei paesi citati nel testo originale del libro, per poter tener conto dei loro aggiornamenti.

Innanzitutto l’Italia che, secondo i nuovi calcoli aggiornati, ha un’impronta ecologica di 3,8 ettari globali pro capite, una disponibilità di biocapacità di 1,1 ettari pro capite e quindi un deficit ecologico di 2,7 ettari pro capite.

Vediamo rapidamente altre nazioni, indicando, nell’ordine, la loro impronta ecologica pro capite, la disponibilità di biocapacità pro capite e il surplus o il deficit ecologico pro capite:

Stati Uniti: 9,5; 4,9; 4,7;

Olanda: 4,7; 0,8; 4,0;

Germania: 4,8; 1,9; 2,9;

Australia: 7,7; 19,2; 11,5;

Cina: 1,5; 0,8; 0,8;
India: 0,8; 0,4; 0,4;
Francia: 5,8; 3,1; 2,8.

Wackernagel stesso e altri autori hanno poi applicato il metodo in diverse realtà comunali o regionali. Ricordiamo, tra gli altri, il lavoro di Wackernagel (1998) sull'impronta ecologica di Santiago del Cile e quello di noti studiosi nel campo innovativo dell'Ecological Economics come Folke, Jansson, Larsson e Costanza (1997) sull'impronta di 29 città che gravitano sul mar Baltico.

Il lavoro sul calcolo delle impronte ecologiche si è quindi diffuso in numerosi paesi. Grazie alla pubblicazione dell'edizione italiana del libro sull'Impronta Ecologica e al lancio che il WWF Italia ha fatto del rapporto *Italia 2000* e del volume sull'impronta in occasione della Convention WWF 2000, tenutasi nell'ottobre 1996, anche nel nostro paese sono state avviate le prime ricerche per realizzare calcoli di impronte ecologiche di regioni, province e città. Il WWF è stato protagonista della diffusione del concetto e del metodo, che è stato applicato in diverse situazioni territoriali con l'appoggio dei ricercatori del Cras (Centro Ricerche Applicate per lo Sviluppo Sostenibile).

Dapprima sono stati pubblicati i risultati sperimentali dell'impronta ecologica di tre piccole città: Isernia, con un'impronta ecologica di 2,09 ettari pro capite, Orvieto con 2,25 ettari pro capite e Legnago con 2,34 ettari pro capite (escludendo il dato relativo al consumo di pesce) (Bilanzone e Pietrobelli, 1999).

Nel 2000 sono poi stati resi noti i rapporti che WWF e Cras hanno realizzato per calcolare l'impronta ecologica della Regione Liguria, che risulta essere di 3,64 ettari pro capite, di Cosenza – 3,99 ettari pro capite – e di Siena, con 4,09 ettari pro capite (i dati sono pubblicati in tre rapporti WWF, curati sempre da Bilanzone e Pietrobelli).

È evidente che tutti questi dati, insieme ad altri calcoli realizzati dall'Istituto di Ricerche Ambiente Italia e da altre strutture di ricerca o enti locali, si sono diffusi in un periodo nel quale le metodologie di calcolo soffrivano ancora di significative e periodiche rivisitazioni.

La nascita del Global Footprint Network (sito web <www.footprintnetwork.org>) vuole appunto, tra l'altro, approfondire, studiare e migliorare le metodologie comuni da utilizzare, coordinando tutti i ricercatori che dedicano a queste ricerche in tutto il mondo. Tra gli ultimi calcoli resi noti è necessario ricordare il calcolo che il Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio (Direzione generale per la ricerca ambientale e lo sviluppo) ha chiesto al WWF Italia di realizzare per le sei regioni Obiettivo 1 (Campania, Basilicata, Calabria, Puglia, Sicilia e Sardegna) del Quadro Comunitario di Sostegno dell'Unione Europea (i cosiddetti "fondi strutturali"). I risultati, consegnati al Ministero prima del vertice di Johannesburg e resi noti quest'anno, hanno fornito i seguenti dati (impronta ecologica, biocapacità ed eventuale deficit o surplus):

Campania: 3,56; 0,82; 2,74;
Basilicata: 3,41; 5,49; 2,09;
Calabria: 3,69; 2,35; 1,33;
Puglia: 3,45; 1,83; 1,63;

Sardegna: 3,66; 4,11; 0,45;

Sicilia: 3,37; 1,90; 1,47 (WWF e Ministero dell'Ambiente, 2004).

Uno straordinario lavoro di sensibilizzazione, diffusione capillare e informazione sull'impronta ecologica e su quanto essa rappresenta per comprendere il nostro impatto ambientale, anche con tutti i suoi risvolti sociali ed economici, lo ha svolto la Rete di Lilliput, un network di nodi locali fortemente impegnati nel dimostrare la possibilità di un modello di sviluppo diverso. Rete di Lilliput realizza, da vari anni, vere e proprie settimane di eventi e iniziative dedicate alla diffusione dell'impronta ecologica (si veda l'introduzione dell'amico Gabriele Bollini, qui di seguito).

Attorno al concetto di impronta ecologica si è poi acceso anche un interessante dibattito tecnico che ha visto, tra l'altro, la pubblicazione di un numero speciale della prestigiosa rivista *Ecological Economics* dell'International Society for Ecological Economics (ISEE), un'importantissima organizzazione scientifica che riunisce autorevoli ecologi ed economisti e che approfondisce continuamente teoria e prassi della sostenibilità.

Uno dei punti più controversi sull'utilizzo del metodo dell'impronta ecologica riguarda il fatto se essa possa o meno venir utilizzata come una sorta di linea guida o indicatore per raggiungere la sostenibilità. Alcuni autori sono favorevoli a un utilizzo dell'impronta come metodo per calcolare il raggiungimento o meno di obiettivi di sostenibilità, altri la vedono più limitata a un valore di tipo pedagogico ma non certo per un uso con scopo di policy-making.

Ovviamente esistono pregi e difetti di un qualsiasi indice aggregato qual'è l'impronta ecologica. Essa ha indubbiamente il merito di aggregare e convertire una serie di complesse modalità di utilizzo di risorse in un solo numero: la superficie equivalente richiesta. Nel fare ciò semplifica molte realtà certamente più complesse. Basti pensare alla questione energetica, che nell'impronta ecologica si riduce, come calcolo, alla terra necessaria per assorbire il biossido di carbonio prodotto dai combustibili fossili. Secondo lo studioso di ecologia industriale Robert Ayres (2000), questo comporterebbe un'esplicitazione – non chiarita dagli autori del metodo – circa il fatto che potrebbe esserci un mondo sostenibile in cui l'energia è derivata dai combustibili fossili purché in quantità tale da essere riassorbita dalla vegetazione delle singole nazioni. Ayres ritiene inoltre che il metodo postuli uno scenario di sostenibilità irrealistico, che non riflette le numerose possibilità tecnologiche esistenti. Ricorda anche che il metodo dell'impronta postula la desiderabilità di una sorta di autarchia e l'indesiderabilità del commercio. In fondo, dichiara Ayres, il metodo non ci dice nulla di nuovo rispetto a ciò che già conosciamo, e cioè che il nostro impatto sugli ecosistemi del pianeta è oggi insostenibile.

Ian Moffat (2000) ricorda che l'impronta potrebbe essere ridotta in modo sostanziale grazie all'utilizzo di tecnologie ecocompatibili e ritiene che il metodo dell'impronta rappresenti una misura di stock, mentre oggi sono molto importanti le analisi dei flussi. Il gruppo di Carl Folke, dell'Università di Stoccolma e del Beijer Institute of Ecological Economics, ha lavorato molto sul concetto dell'impronta e lo ritiene molto valido come "comunicazione" circa la dipendenza umana dalla natura (Deutsch et al., 2000) ma,

ricorda, gli ecosistemi sono sistemi adattativi complessi che presentano non linearità, discontinuità, soglie, mentre l'impronta ecologica è una misura statica che non riesce a rendere la dinamicità stessa degli ecosistemi. L'impronta non riesce a fornire informazioni sulla resilienza degli ecosistemi, cioè sulla loro capacità di assorbire i disturbi e di riorganizzarsi. In fondo si tratta di un tentativo che cerca di render conto dell'appropriazione umana degli ecosistemi e che si inserisce in una tradizione esistente da tempo. Il gruppo di Folke non ritiene l'impronta aprioristicamente contro il commercio; anzi, il metodo sottolinea il grande gap esistente tra la funzione del commercio globale e le capacità degli ecosistemi di sostenerlo.

Molti studiosi convergono sull'importanza dell'impronta come metodo per accrescere la consapevolezza dell'opinione pubblica del nostro impatto sulla natura e della nostra dipendenza da essa.

Un altro famoso economista ambientale, Hans Opschoor (2000) – originatore del concetto di “spazio ambientale” che ha dato il via a numerosi studi nazionali tra cui quelli, famosissimi, della Germania e dell'Europa, entrambi realizzati dal Wuppertal Institut – ha consigliato il ministero olandese dell'ambiente di non utilizzare l'impronta come indicatore di sostenibilità, non ritenendolo in grado di rendere realmente conto dello stato di sostenibilità di un dato paese, territorio, comune ecc.

Lo studioso D.J. Rapport (2000) ritiene invece debole l'impronta perché non dà conto del fatto che le attività umane hanno condotto alla degradazione molti ecosistemi trasformando stati di salute in stati patologici, con il risultato di compromettere l'attività economica, la salute umana e il benessere delle comunità.

Sono invece necessari degli assessment della salute degli ecosistemi, che richiedono l'analisi dei meccanismi con cui le attività umane degradano gli ecosistemi, delle conseguenze di tali degradi nella capacità di far fronte al mantenimento dei servizi offerti dalla natura e degli impatti della perdita dei servizi della natura sulla salute umana, le opportunità economiche e il benessere delle comunità.

Wackernagel e Silverstein (2000) ricordano che attualmente nessun governo e nessuna agenzia ONU attua un sistema di contabilità sistematico per valutare qual è l'estensione dell'utilizzo umano della natura rispetto alla capacità degli ecosistemi esistenti.

L'impronta ecologica è uno degli strumenti più comprensibili che vanno nella direzione di tenere in debito conto le risorse.

Il metodo ha senza dubbio il grande merito di aver suscitato analisi, studi, ricerche e riflessioni per precisare meglio cosa sia la sostenibilità del nostro sviluppo e come la si possa misurare meglio, e ci ha consentito di avere uno strumento facilmente comunicabile, per comprendere l'entità del nostro impatto sulla natura.

Bibliografia

Adriansee A. et al., 1997, *Resources Flows. The material basis of industrial economies*, World Resources Institute

Aa.Vv., 2003, “Sustainability Science Special Feature”, *Proc. Nat. Acad. Scien. USA*,

100, 14; 8059-8091

Ayres R., 2000, "Commentary on the utility of the ecological footprint concept", *Ecological Economics* 32; 347-349

Ayres R. e Simonis U., 1994, *Industrial Metabolism*, United Nations University

Bilanzone G. e M. Pietrobelli, 1999, Un'applicazione sperimentale dell'impronta ecologica in tre piccole città del nord, del centro e del sud d'Italia", *Attenzione* 13; XXIII-XXVIII

Bologna G., 2004, "Verso la Sustainability Science", Relazione al XVI Congresso Internazionale dell'Ordine dei Biologi, Abano Terme, ottobre 2003, *Biologi Italiani*, XXXIV, n. 2; 7-16

Bringezu S. e Schuetz H., 2001, "Total material requirement of the European Union", *Technical Report 55 e 56*, European Environmental Agency

Costanza R., 2000, "The dynamics of the ecological footprint concept", *Ecological Economics* 32; 341-345

Deutsch L., Jansson A., Troell M., Ronnback P. Folke C. e N. Kautsky, 2000, "The 'ecological footprint': communicating human dependence on nature's work", *Ecological Economics* 32; 351-355

Eurostat, 2001, *Economy wide material flow accounts and derived indicators. A methodological guide*, Eurostat

Fischer-Kowalski M, 2003, "On the history of Industrial Metabolism", in Bourg D. e Erkman S., eds., *Perspectives on Industrial Ecology*, Greenleaf Publishing

Folke C., Jansson A., Larsson J. e R. Costanza, 1997, "Ecosystem appropriation by cities", *Ambio* 26; 167-172

ICSU, International Council for Science, 2002, *Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations*, ICSU Series on Science for Development n. 3

Imhoff M.L. et al., 2004, "Global patterns in human consumption of net primary production", *Nature*, 429, 870-873

Matthews E. et al., 2000, *The Weight of Nations. Materials outflows from industrial economies*, World Resources Institute

Moffatt I., 2000, "Ecological Footprints and sustainable development", *Ecological Economics*, 32;359-362

Opschoor H., 2000, "The ecological footprint: measuring rod or metaphor?", *Ecological Economics* 32; 363-365

Rapport D.J., 2000, "Ecological footprints and ecosystem health: complementary approaches to a sustainable future", *Ecological Economics* 32; 367-370

Rees W., 2000, "Eco-footprint analysis: merit and brickbats", *Ecological Economics* 32; 371-374

van den Bergh J.C.J.M. e H. Verbruggen, 1999, "Spatial sustainability, trade and indicators: an evaluation of the ecological footprint", *Ecological Economic*, 29; 61-72

Shandl H. et al., 2002, *Handbook of physical accounting, measuring bio-physical dimensions of socio-economic activities*, Federal Ministry of Agriculture and Forestry, Environment and Water Management, Austria

Ulgiati S. (ed.), 1998, *Advances in Energy Studies. Energy flows in ecology and*

economy, SGE

Ulgiati S. (ed.), 2001, *Advances in Energy Studies. Exploring supplies, constraints and strategies*, SGE

Ulgiati S. (ed.), 2003, *Advances in Energy Studies. Reconsidering the importance of energy*, SGE

Wackernagel M. et al., 1997, *Ecological Footprint of Nations. How much do they use? How much do they have?*, The Earth Council

Wackernagel M. et al., 1999, "National natural capital accounting with the ecological footprint concept", *Ecological Economics* 29; 375-390

Wackernagel M. e J. Silverstein, 2000, "Big thing first: focusing on the scale imperative with the ecological footprint", *Ecological Economics* 32; 391-394

Wackernagel M., 1998, "The ecological footprint of Santiago", *Local Environment* 3, 1;7-25

Wackernagel M., 2000, "Carrying Capacity, overshoot and the need to curb human consumption", in Heap B. e J. Kent, *Towards sustainable consumption. A European Perspective*, The Royal Society

Wackernagel M. et al., 2002, "Tracking the ecological overshoot of the human economy", *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 99 (14); 9266-9271

WWF Italia, 1996, *Italia 2000*, WWF Italia

WWF Italia, 2000, *Comune di Siena. Valutazione dell'impronta ecologica*, WWF Italia

WWF Italia, 2000, *Comune di Cosenza . Valutazione dell'impronta ecologica*, WWF Italia

WWF Italia, 2000, *Regione Liguria, Datasiel, Progetto Ecozero. Valutazione dell'impronta ecologica della Regione Liguria*, WWF Italia

WWF Italia e Ministero per l'Ambiente e la Tutela del Territorio, 2004, *L'impronta ecologica delle regioni dell'obiettivo 1 del QCS 2000/2006. Un contributo per valutare lo sviluppo sostenibile*, WWF Italia

WWF con la collaborazione WCMC-UNEP e Global Footprint Network, 2004, *Living Planet Report 2004*, WWF International