



AMBIENTEITALIA

INU Lombardia, corso di aggiornamento
professionale
«La dimensione ecologica nel progetto di
città e territori»

**L'ecosistema urbano:
metabolismo, input, output,
impronta ecologica.**

Mario Zambrini, 22 novembre 2012



Che cos'è l'ecosistema

- E.P. Odum (1983) definisce ecosistema: «... *una unità che include tutti gli organismi che vivono insieme (comunità biotica) in una data area, interagenti con l'ambiente fisico, in modo tale che un flusso di energia porta ad una ben definita struttura biotica e ad una ciclizzazione dei materiali tra viventi e non viventi all'interno del sistema*».
- L'ecosistema è dunque caratterizzato da uno spazio delimitato, dal substrato fisico (rocce, sabbia, acqua), da sostanze organiche e inorganiche, da organismi viventi (produttori autotrofi, macroconsumatori, saprofiti e decompositori eterotrofi), e – soprattutto – dalle interazioni che fra queste componenti si instaurano, evolvono e si mantengono nel tempo grazie ad un costante flusso di energia.
- Pur essendo delimitato da un «confine» (geografico e/o funzionale) l'ecosistema è infatti un sistema aperto, che scambia energia e materia con l'esterno. Secondo l'ecologia classica, il concetto di ecosistema deve anzi comprendere, oltre al sistema vero e proprio, i confinanti sistemi «di entrata» (da cui entrano energia e risorse) e «di uscita» (nel quale vengono immessi materiali ed energia trasformati all'interno del sistema stesso).



I confini dell'ecosistema

Nessun sistema delimitato secondo criteri fisici o politico amministrativi (un lago, o una città) può sopravvivere ed evolvere isolato dai sistemi confinanti. Il lago «comunica» (scambia energia e materia) attraverso le sue rive, e/o la superficie dello specchio d'acqua. La nozione di ecosistema deve dunque necessariamente comprendere i sistemi di entrata e di uscita con i quali il l'ecosistema stesso scambia materia ed energia.

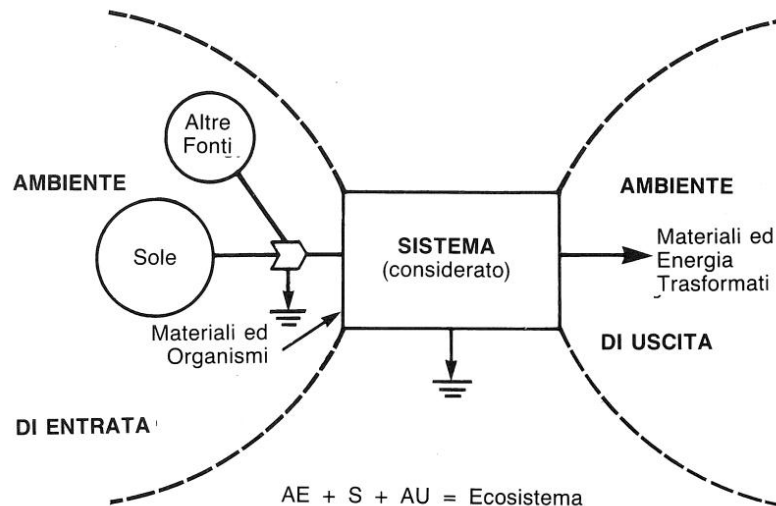


Figura 2-2 Contrariamente alla Fig. 2-1 che enfatizza le funzioni interne, questo modello di ecosistema enfatizza l'ambiente esterno, che deve essere considerato una parte integrante del concetto di ecosistema (concetto basato su Patten, 1978).

Fonte: E.P.Odum, Basi di Ecologia, 1983



Relazioni fra sistema e ambiente esterno

Le dimensioni, e la rilevanza funzionale e «concettuale» di quelli che Odum definisce ambienti di entrata e di uscita variano in funzione delle caratteristiche e dello stadio evolutivo dell'ecosistema. In generale, più grande ed esteso è il sistema, meno risulta dipendente dall'esterno; più intenso è il suo metabolismo, più rilevanti diventano i flussi in entrata e uscita, così come una situazione sbilanciata nel rapporto fra autotrofi ed eterotrofi comporta in generale un più intenso scambio / apporto da ambienti esterni.

Un ecosistema «maturo» scambia in genere meno intensamente di un sistema ai primi stadi evolutivi.

Non esiste una dimensione minima di ecosistema; in generale, però, passando dal macro al micro aumenta l'importanza della funzione degli ambienti di entrata e di uscita: possiamo riprodurre un ecosistema all'interno di un acquario, ma per mantenerlo dobbiamo garantire un continuo apporto di energia e materia e ricambio di acqua.

L'insediamento umano (la città) costituisce, da questo punto di vista, il caso limite.



Relazioni fra sistema e ambiente esterno

Le dimensioni, e la rilevanza funzionale e «concettuale» di quelli che Odum definisce ambienti di entrata e di uscita variano in funzione delle caratteristiche e dello stadio evolutivo dell'ecosistema. In generale, più grande ed esteso è il sistema, meno risulta dipendente dall'esterno; più intenso è il suo metabolismo, più rilevanti diventano i flussi in entrata e uscita, così come una situazione sbilanciata nel rapporto fra autotrofi ed eterotrofi comporta in generale un più intenso scambio / apporto da ambienti esterni. Un ecosistema «maturo» scambia in genere meno intensamente di un sistema ai primi stadi evolutivi.

Non esiste dunque una dimensione minima di ecosistema; in generale, però, passando dal macro al micro aumenta la rilevanza funzionale degli ambienti di entrata e di uscita: possiamo riprodurre in un acquario un ecosistema, ma dovremo mantenerlo con un costante flusso di energia e materia, mentre una grande palude costiera può mantenere il medesimo ambiente con minimi scambi.

L'insediamento umano (la città) costituisce, da questo punto di vista, il caso limite.



L'ecosistema terra: un sistema “quasi chiuso”

Possiamo considerare la Terra un unico grande ecosistema, caratterizzato da scambi minimi di energia e materia.



Scendendo di scala, si individuano le grandi unità ecosistemiche (i biomi: foresta equatoriale, tundra, savana, foresta temperata ecc.) e ancora al loro interno ulteriori articolazioni che definiscono i singoli ecosistemi: stagni, laghi, fiumi, boschi, prati.





Alcune proprietà dell'ecosistema: omeostasi, stabilità, resistenza, resilienza

Le complesse relazioni che si instaurano all'interno dell'ecosistema fra componenti viventi e non viventi, e lo scambio di materia ed energia con gli ambienti di entrata e uscita, orientano lo sviluppo dell'ecosistema in senso evolutivo, verso uno stato di equilibrio, il cui mantenimento è assicurato dall'instaurarsi di meccanismi omeostatici, che consentono al sistema nel suo complesso di reagire a perturbazioni esterne ritornando verso la configurazione di equilibrio.

Una volta superato un determinato livello limite di stress, il sistema può evolvere verso uno stato differente da quello di partenza (o addirittura collassare).

Ecosistemi di più recente formazione, o comunque più semplici tendono ad oscillare più violentemente ed a crescere eccessivamente, in confronto ai sistemi maturi nei quali i componenti hanno avuto modo di sviluppare più significativi meccanismi evolutivi.

La complessità funzionale, garantendo un maggiore numero di potenziali relazioni di feedback, è un elemento di maggiore stabilità del sistema.

La stabilità può a sua volta essere ricondotta a due distinte proprietà: la «**resistenza**», che rappresenta la capacità di un ecosistema di resistere alle perturbazioni (disturbi) e mantenere la sua struttura e le funzioni intatte; e la «**resilienza**», che rappresenta la capacità di recupero quando il sistema è modificato da una perturbazione.



Resilienza e resistenza

Le due proprietà sono in generale alternative: ecosistemi caratterizzati da maggiore resistenza agli eventi perturbanti (ad es. gli incendi) impiegano molto tempo a ritornare allo stato iniziale a valle della perturbazione; altri sistemi sono meno resistenti, ovvero più sensibili, ma presentano però buone capacità di recupero a valle dell'evento.

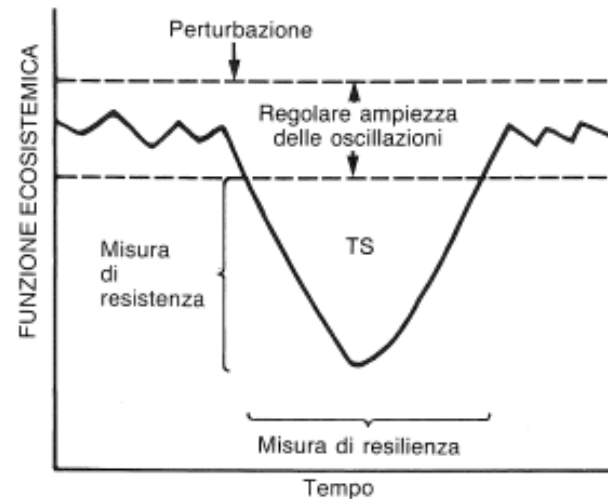


Figura 2-14 Stabilità di resistenza e di resilienza. Quando una perturbazione (inquinamento od altro stress) causa la deviazione dal normale andamento di una importante funzione ecosistemica, il grado della deviazione è una misura della resistenza relativa, mentre il tempo richiesto per ritornare alla posizione di equilibrio è una misura della resilienza relativa. L'area sotto la curva è una misura relativa della stabilità totale (TS). (Secondo Leffler, 1978).

Fonte: E.P.Odum, Basi di Ecologia, 1983



Il ruolo di *Homo sapiens* nell'ecosistema

Come considerare il ruolo della specie umana nell'interpretazione ecologica del sistema vivente?

Occupiamo una delle tante "nicchie" ecologiche dell'ecosistema terrestre, o stiamo diventando (siamo diventati) uno dei principali agenti dell'evoluzione del sistema ecologico?

E in che direzione stiamo orientando questa evoluzione? Con quali meccanismi di feedback?

Secondo diversi autori siamo ormai definitivamente transitati dall'olocene all'antropocene (Paul Krutzen); *Homo sapiens* non è dunque una fra le tante specie che popolano il pianeta, bensì quella che sta modificando in termini evidenti (e irreversibili) il proprio ambiente.



Il ruolo di Homo sapiens nell'ecosistema (2)

La consapevolezza del ruolo della specie umana (e soprattutto della cultura umana) nell'orientare l'evoluzione dell'ecosistema globale non mette peraltro in discussione le conoscenze acquisite sul funzionamento dei meccanismi evolutivi stessi.

Abbiamo analizzato e interpretato il funzionamento degli ecosistemi osservandolo dall'esterno; ma siamo al tempo stesso diventati agenti in grado di influire, anche pesantemente, sull'evoluzione dell'ecosistema globale.

I "servizi ecosistemici" sono un concetto sicuramente importante sotto il profilo della consapevolezza del ruolo che l'ecosistema riveste "anche" nel creare condizioni di benessere e comfort ambientale per la nostra specie. Ma il concetto di servizio rischia di assumere un significato «deterministico» nello spiegare il rapporto fra uomo e ambiente.

Le esigenze etiche, morali e culturali della specie umana hanno relativamente poco a che vedere con le "strategie" di sopravvivenza dell'ecosistema globale. Siamo noi, in altre parole, mettere a rischio la nostra nicchia, e i «servizi» che essa ci fornisce. L'ecosistema globale è caratterizzato da elevata resilienza. Anche, o forse soprattutto, senza Homo sapiens



La città è un ecosistema?

Torniamo ancora una volta alla ecologia classica di Eugene Odum: la città è un sistema eterotrofo (ovvero consuma più di quanto produce), sistema incompleto, ovviamente aperto, e totalmente dipendente da ampie aree limitrofe per l'energia, il cibo, le fibre, l'acqua e altri materiali.

Rispetto ad un ecosistema eterotrofo naturale, la città ha

- (1) un metabolismo molto più intenso per unità di area, che richiede un flusso in entrata molto più grosso di energia concentrata (attualmente costituito per la maggior parte dai combustibili fossili);
- (2) una consistente domanda in entrata di materiali, come metalli per uso commerciale ed industriale, oltre a quelli veramente necessari per il sostentamento della vita
- (3) un'altrettanto consistente uscita di rifiuti, scorie, emissioni inquinanti, sostanze sintetiche molto più tossiche dei loro progenitori naturali.

Insomma, l'idea della città come ecosistema è necessariamente e strettamente connessa con gli ambienti di entrata e di uscita, molto più di quanto non accada nel caso di un sistema autotrofo come ad esempio una foresta.



Verso l'ecosistema urbano?

Una prima conclusione del nostro ragionamento è dunque questa: la città può essere considerata un ecosistema solamente insieme ai suoi ambienti di entrata e di uscita, che devono essere individuati e dimensionati. La progettazione, la gestione, il governo dell'ecosistema città non possono dunque prescindere dagli ambienti di entrata e uscita.

Negli ultimi decenni, diversi autori hanno proposto di abbandonare, almeno in parte, le nozioni dell'ecologia classica, che oggettivamente portano a considerare con molta difficoltà l'interpretazione della città come ecosistema, per orientarsi su nuovi modelli interpretativi.

In questo senso, l'ecosistema urbano può essere descritto come rete complessa di attività umane connesse con processi di carattere sia socioeconomico e che biogeofisico. Questa definizione comporta ovviamente un ruolo «attivo» dell'uomo nell'orientare le funzioni ecosistemiche, intervenendo sulla presenza e distribuzione delle specie e sulla struttura dei cicli.



L'uomo è capace di garantire omeostasi?

Le criticità legate alla evoluzione del concetto di ecosistema in senso “antropocentrico” sono diverse, ed afferiscono sia alla sfera più sociale e culturale che a quella più specificamente fisico-scientifica;

Quanto al primo aspetto, occorre analizzare il ruolo che driver socioeconomici attualmente attivi nell'orientare, ad esempio, la domanda di spazi e strutture urbane giocano nel determinare concretamente un modello di sviluppo urbano oggettivamente poco equilibrato e del tutto privo di meccanismi di retroazione e controllo;

L'ecosistema urbano è un sistema instabile e fortemente dipendente da input esterni di materia ed energia; è dunque un sistema potenzialmente vulnerabile al cambiamento, dove il cambiamento può essere radicale a fronte di una propensione della nostra specie alla “conservazione” ed alla “stabilità”. Occorrono dunque nuovi paradigmi e nuovi modelli per governare l'ecosistema urbano.

Quanto ai profili più fisici, un indicatore di cui tenere conto sul piano globale, come su quello locale, è l'impronta ecologica.



Impronta ecologica e biocapacità

L'impronta ecologica misura quanta superficie biologicamente produttiva (sia terrestre che marina) è richiesta da una determinata popolazione per produrre tutte le risorse da essa consumate e per assorbire e metabolizzare rifiuti e residui prodotti.

L'impronta ecologica viene dunque espressa in ettari globali.

Possiamo definire l'impronta ecologica di una città come la superficie globale (terrestre, acquatica, marina) necessaria a sostenere tutta la popolazione presente al suo interno.

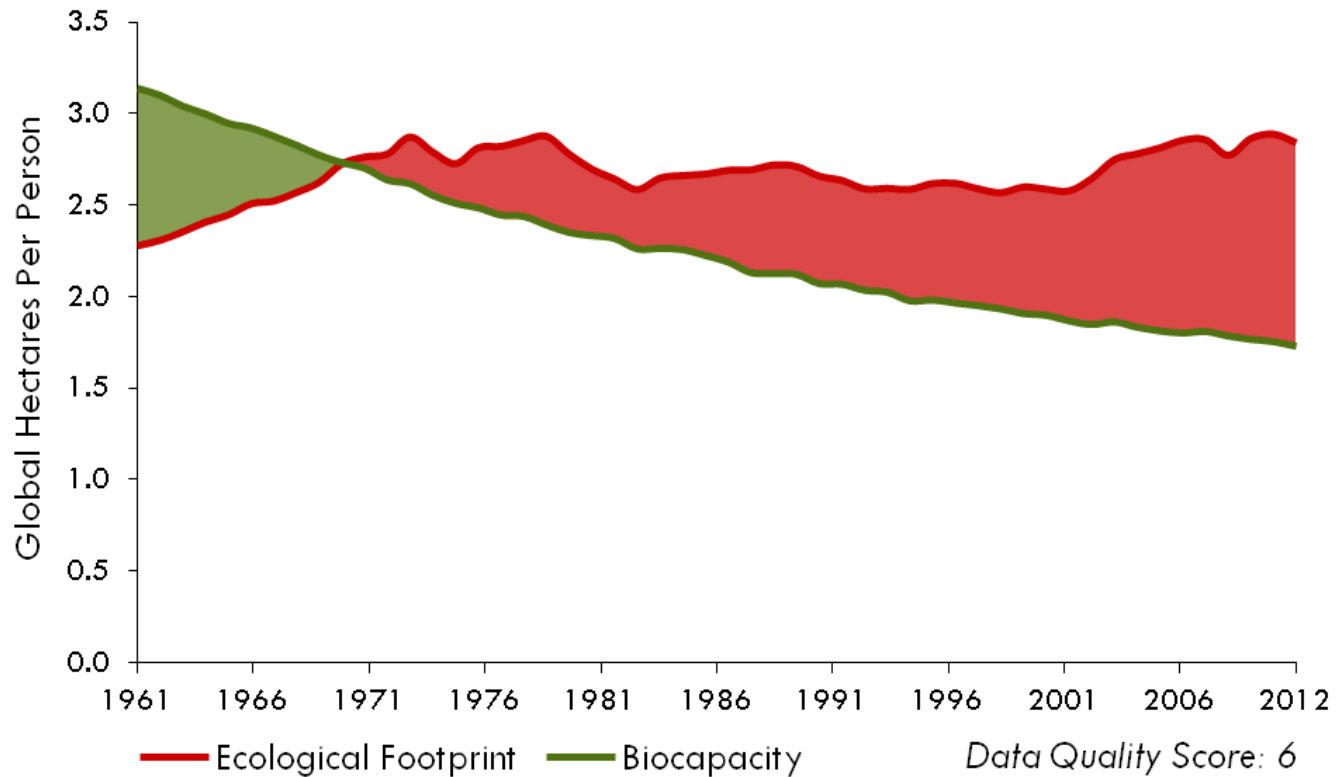
Alla superficie della città vera e propria devono dunque essere aggiunte le superfici degli ambienti di entrata e di uscita, come definite da Odum. Il calcolo può essere effettuato su base urbana, regionale, nazionale, globale.

L'impronta ecologica va confrontata con la "biocapacità", ovvero la capacità degli ecosistemi di produrre materia biologica utile e di assorbire rifiuti generati dall'uomo, usando le pratiche agricole dominanti e la tecnologia prevalente, anch'essa misurata in ettari globali (una misura dei «servizi ecosistemici, dunque)



Impronta ecologica e biocapacità 1961-2011

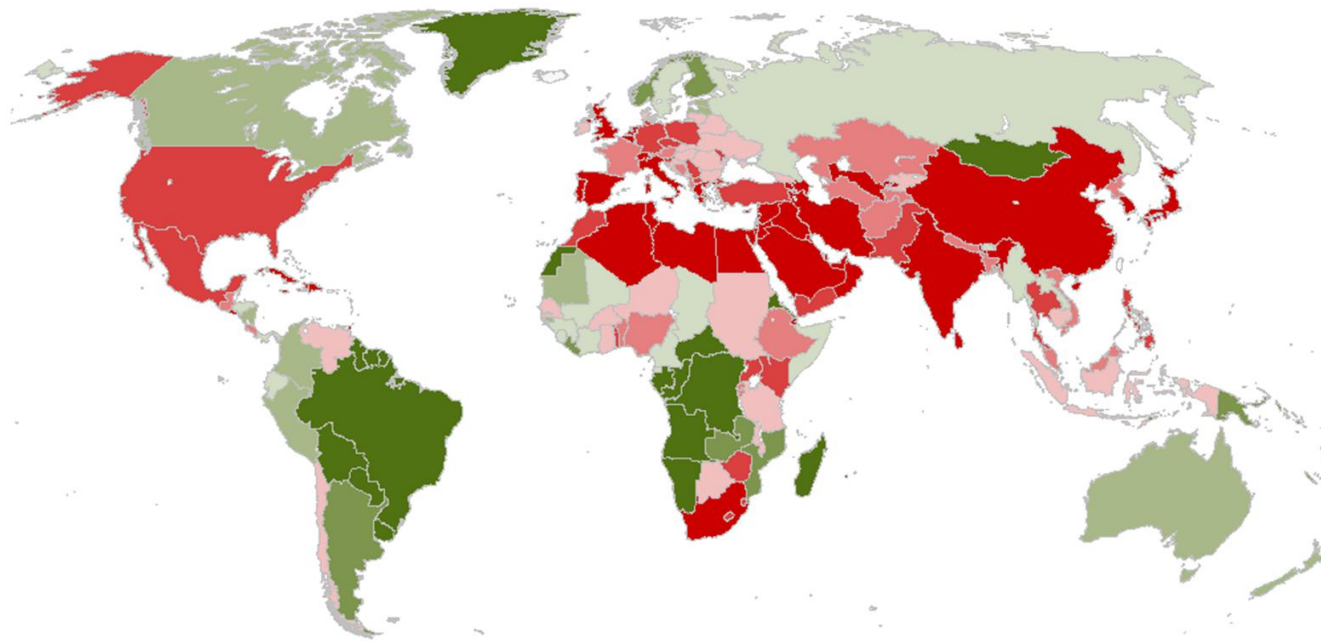
(Global Footprint Network)



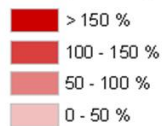


Impronta ecologica e biocapacità 2011

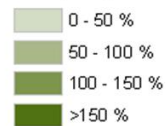
(Global Footprint Network)



Ecological Footprint of consumption exceeds biocapacity



Biocapacity exceeds Ecological Footprint of consumption

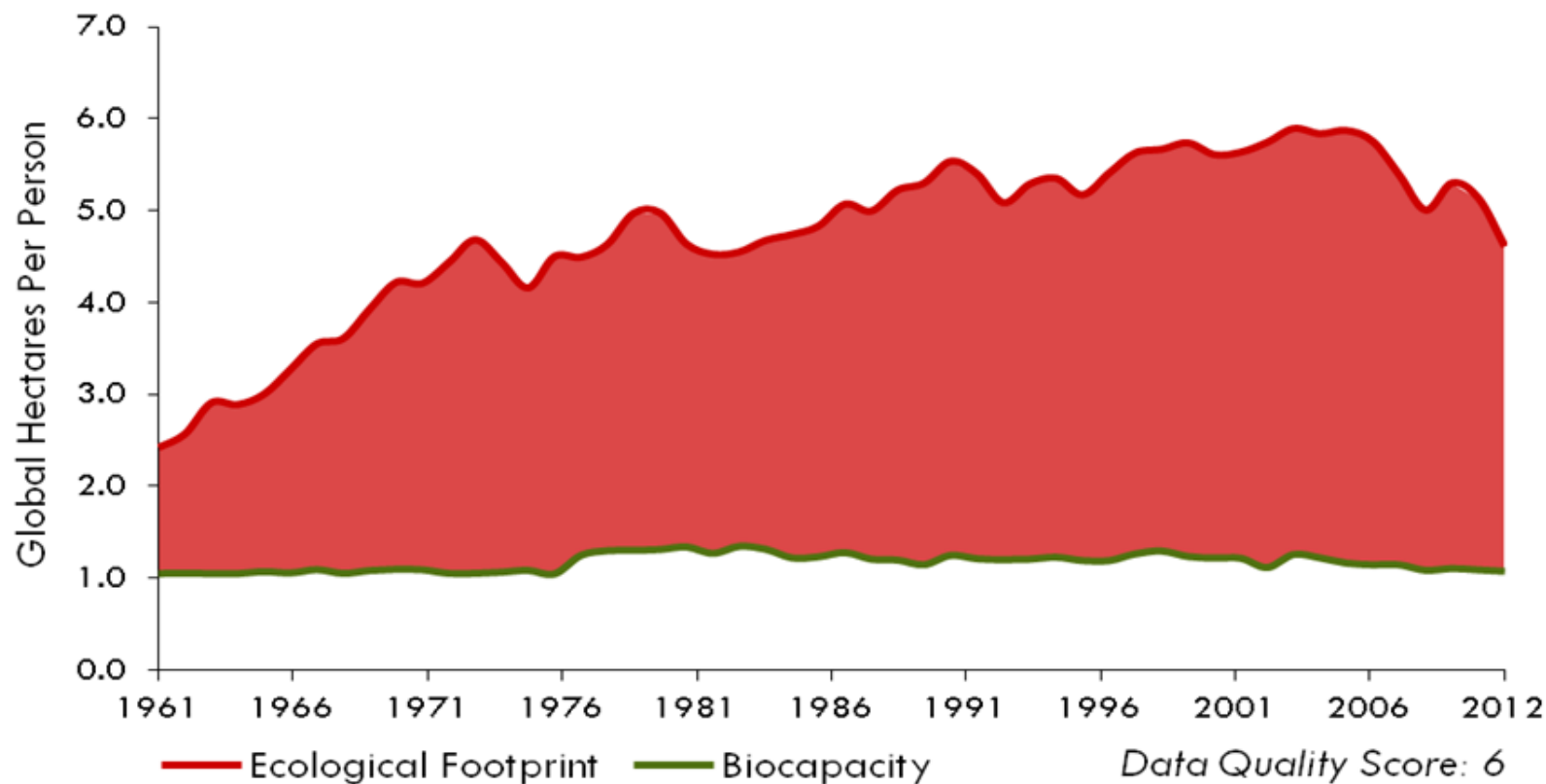


Data from the National Footprint Accounts 2016 Edition. www.footprintnetwork.org





Impronta ecologica e biocapacità in Italia (Global Footprint Network)





mario.zambrini@ambienteitalia.it

**Ambiente Italia srl
20129 Milano
Via Carlo Poerio 39**

www.ambienteitalia.it