

IL TEMPO DELLA SCIENZA  
INCONTRI DEL GIOVEDÌ' 2011

CONTABILITA' AMBIENTALE  
CHE COS'E' E COSA MISURA



Istituto di Ricerche Interdisciplinari  
sulla Sostenibilità

10 novembre 2011

**Simone Contu**  
simonecontu@yahoo.it

# IN UN MONDO DI MISURE...



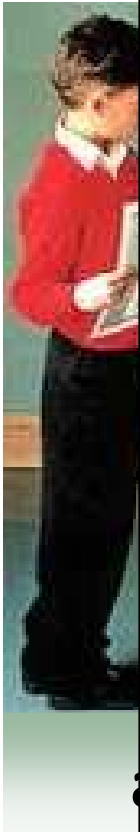
QUANTA **NATURA** UTILIZZIAMO...

...QUANTA NE ABBIAMO UTILIZZATA...

...E **QUANTA CE NE RESTA?**



distanza



# Limiti planetari e sostenibilità ambientale

QUANTITA' LIMITATA DI ENERGIA SOLARE

QUANTITA' LIMITATA DI SUPERFICIE

QUANTITA' LIMITATA DI RISORSE NON RINNOVABILI

TASSI LIMITATI DI EROGAZIONE DELLE RISORSE RINNOVABILI  
E DEI SERVIZI DEGLI ECOSISTEMI

## SOSTENIBILITA' AMBIENTALE

riguarda quelle azioni che coinvolgono un **uso diretto e indiretto** di **servizi degli ecosistemi** con **tassi** inferiori o uguali a quelli **di rigenerazione** da parte della natura

# Sfruttamento risorse ad alta potenza

L'accesso e la modalità di utilizzo delle risorse sono cambiati radicalmente dal momento della rivoluzione industriale in avanti, per fare un balzo ulteriore negli ultimi 50 anni



**SFRUTTAMENTO AD ALTA POTENZA**

Lo stretto legame tra le risorse e le necessità locali è stato spezzato e sostituito da una moltitudine di flussi diretti e indiretti attraverso il pianeta, gestiti da pochi attori a livello di mercato globale



# Sfruttamento risorse a BASSA potenza

## MESSA IN DISCUSSIONE DEL SISTEMA ECONOMICO-PRODUTTIVO

### Redistribuzione equa dei beni comuni globali:

Risorse minerali

Terra coltivabile

Acqua

Atmosfera

### Maggiore consapevolezza, efficienza e decentralizzazione energetica

Piani di contrazione e convergenza

Democrazia della Terra

### **CAMBIO VISIONE**

**Si punta sulla LIMITAZIONE e si intende l'ADATTAMENTO in funzione di essa**

## Il metabolismo di un sistema

Il metabolismo è il complesso delle reazioni chimiche e fisiche che avvengono in un organismo o in una sua parte. Queste trasformazioni della materia sono reversibili e sono legate a variazioni della condizione energetica



# I ragionamenti di base / 1

## PRINCIPIO DI CONSERVAZIONE DELLA MASSA

*“in qualunque fenomeno naturale nulla si crea, nulla si distrugge, ma tutto si trasforma”*

Questo principio, introdotto già nell'antichità dai filosofi greci e poi entrato a far parte del pensiero scientifico moderno nel Settecento grazie al chimico francese Antoine Lavoisier (1743-1794), è stato alla base dei primi studi effettuati su un fenomeno naturale, basati su misure sperimentali

La storia della scienza ci racconta che una delle prime persone che ha pensato di compiere delle misure di peso per comprendere il funzionamento del metabolismo di un essere vivente, in particolare di un albero, è stato il medico-alchimista fiammingo [Jean Baptiste Van Helmont](#) (1577-1644)



## I ragionamenti di base / 2

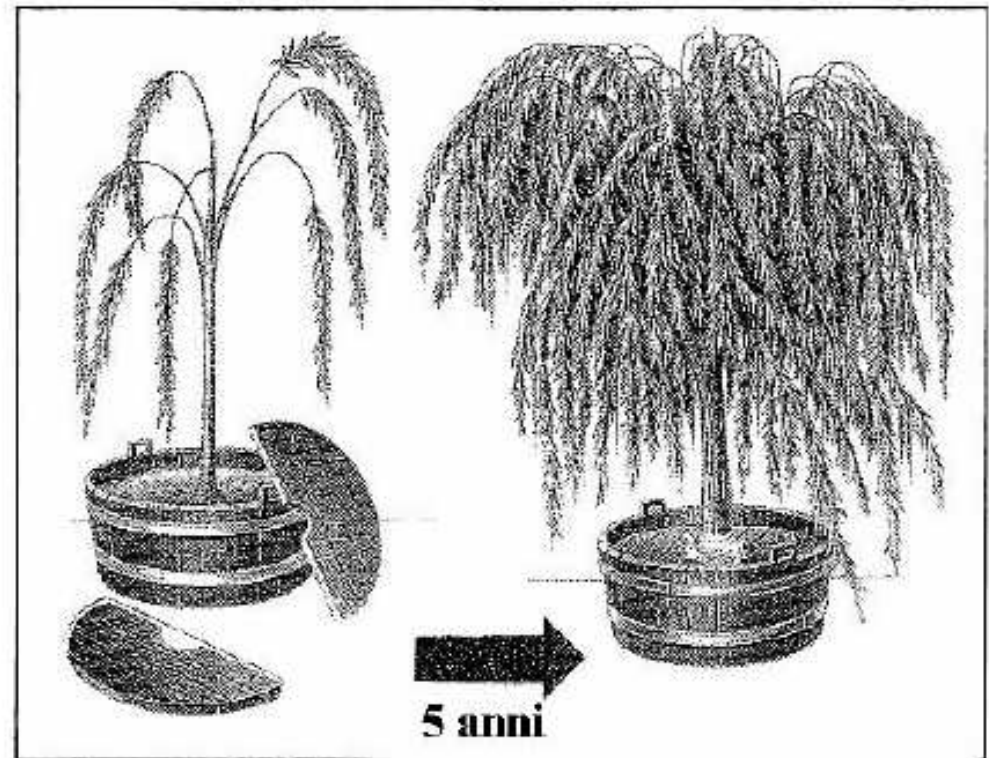
Piantò un albero in un vaso di terra, dopo aver pesato sia la pianta che la terra, e lo lasciò crescere per 5 anni.

Al termine di questo lasso di tempo, Van Helmont rifece le stesse misure ed notò che mentre il peso dell'albero era cresciuto di 76,7 Kg, quello della terra era rimasto quasi invariato. Da questi risultati poté dedurre che la struttura della pianta fosse costituita prevalentemente da acqua (all'epoca considerata uno dei quattro elementi fondamentali della materia, insieme a fuoco, aria e terra) con la quale è stata innaffiata nel corso dei 5 anni e non dalla terra, come già i filosofi greci pensavano

*«Avevo preso un vaso di terracotta. Vi avevo posto 200 libbre di terra, seccata in un forno, di seguito annaffiata, e vi avevo piantato una piantina di salice del peso di 5 libbre.*

*Cinque anni più tardi, l'albero ottenuto da questa piantina pesava 169 libbre e 3 once. Ma il vaso era stato costantemente inumidito unicamente con della pioggia o, se necessario, con acqua distillata*

*...  
Non ho rilevato il peso delle foglie cadute nel corso dei quattro autunni. Alla fine, seccai nuovamente la terra del vaso e rilevai che pesava 200 libbre meno 2 once: 169 libbre di legno, corteccia e radici erano dunque state prodotte unicamente dall'acqua.»*



## I ragionamenti di base / 3

Van Helmont utilizzò il principio di conservazione della massa per giungere alle sue conclusioni, tuttavia non corrette

Anche se fu uno dei primi studiosi a interessarsi dei gas, non conosceva la composizione dell'aria, né tantomeno la capacità delle piante di **fissare l'anidride carbonica** grazie alla fotosintesi clorofilliana e di **crescere quindi grazie al contributo dell'aria** molto più che dell'acqua (principi dimostrati da Lavoisier circa un secolo più tardi)

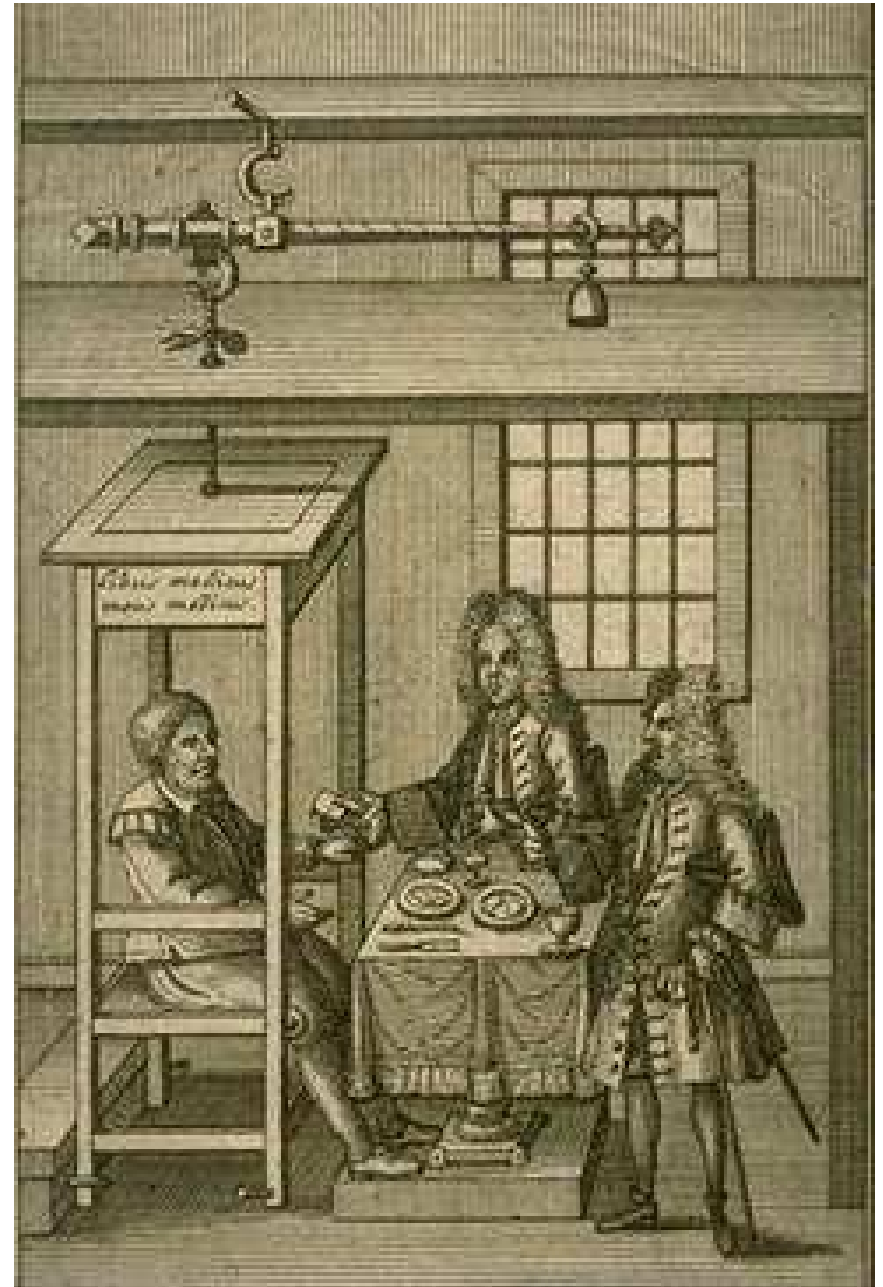
Contemporaneamente a Van Helmont, il medico italiano Santorio Santorio (1561-1636) utilizzò l'analisi dei **flussi di materia** combinata con il principio di conservazione della massa **per studiare il metabolismo umano**



## I ragionamenti di base / 4

Misurò per un certo periodo di tempo il peso di una persona, quello degli alimenti e delle bevande che assumeva e quello degli escrementi che produceva. Notò che stranamente la massa che “usciva” dalla persona era meno della metà di quella che “entrava”. Santorio non sapeva come spiegare questo fenomeno perché, come Van Helmont, non conosceva i processi chimici coinvolti nella respirazione e il fatto che anche i gas possedessero una massa

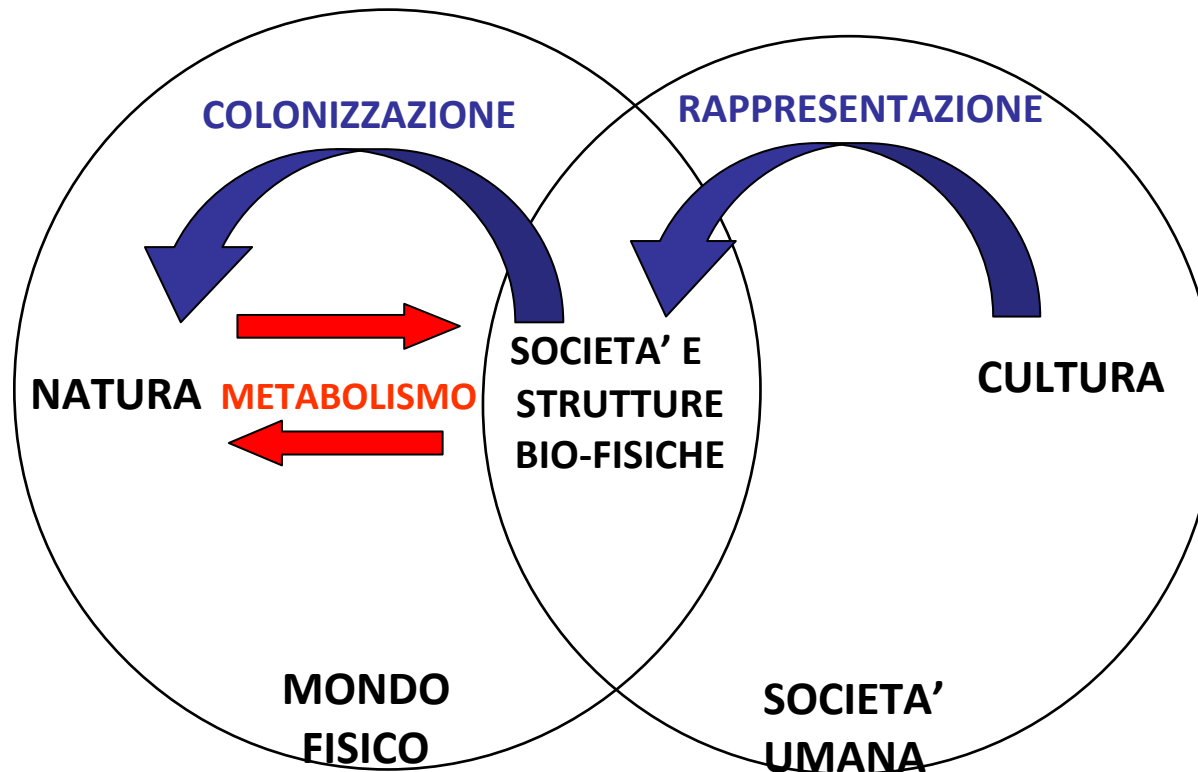
Era però fortemente convinto che dovesse esistere un flusso “invisibile” di materia che potesse far tornare i conti e che conoscere tale flusso fosse fondamentale per comprendere il metabolismo di un paziente al fine di poterlo curare adeguatamente (Brunner and Rechberger 2003)



# Il metabolismo di un sistema socio-economico

Una regione, una nazione, un continente o l'intero Pianeta possono essere visti come degli **esseri viventi che per vivere hanno bisogno di consumare delle risorse**. Il modo con cui lo fanno dipende dal loro particolare "metabolismo". È questa proprietà comune a tutti gli esseri viventi che determina il **livello di sostenibilità** di quel sistema e di tutti quelli che vi stanno intorno

Il metabolismo socio-economico implica un impiego delle risorse naturali con conseguenti **flussi di materia e energia**, nonché **conseguenze e impatti** sul sistema stesso



# Sistemi di contabilità ambientale

Il modello di riferimento è il sistema di contabilità per eccellenza:  
quello **economico-monetario**.

## Obiettivi di un sistema di contabilità **ambientale**:

- capace di fornire informazioni sulle diverse attività umane in modo comparabile → **stessa unità di misura**;
- in grado di analizzare tutte le fasi del funzionamento metabolico di un sistema economico (fino alla più elementare) → **totalmente disaggregabile**;
- considerare sia gli utilizzi sia le dotazioni → strutturata per **stock e flussi**;
- permettere la costruzione di un **bilancio**, ossia una comparazione tra entrate e uscite;
- sensibile alle variazioni di tecnologia, come a quelle di consumo;
- applicabile sia a livello territoriale sia per funzione produttiva;
- riferirsi nel modo più completo possibile alle **proprietà** e alle **dinamiche** degli **ecosistemi** e dell'ambiente.
- evidenziare il cosiddetto **disembedding** (o disaccoppiamento fra locale e globale)
- evidenziare capacità di carico e **territori "fantasma"**

# Diffusione della contabilità ambientale

- A livello scientifico è oramai **diffusa e accreditata** (pubblicazioni su *Nature*, *PNAS*, *Ecological Economics*, ecc.)
- A livello di **organismi internazionali** (UN, EU, ecc.) si auspica fortemente l'utilizzo di (alcuni) strumenti di contabilità ambientale
- Alcune **nazioni** adottano sistemi di contabilità ambientale **parallela a quella economica** sebbene in via "sperimentale" (Germania, Olanda, ecc.)
- In **Italia**: commissione per la proposta di una **bozza di legge quadro** sulla contabilità ambientale
- Implementazione di **programmi di calcolo di contabilità ambientale** (differenti dai calcolatori reperibili su web)

**COME QUANTIFICARE...? .... ATTRAVERSO GLI INDICATORI !**

## La complessità ecosistemica



**Sistema delle relazioni  
ecosistemiche del sistema  
mondo...**

**una quantità tale da non  
lasciare spazi bianchi**

# Quanta terra “metabolizza” un sistema di produzione e consumo? L'Ecological Footprint

## IMPRONTA ECOLOGICA

Stima l'impatto che una popolazione esercita sull'ambiente con i propri consumi, quantificando l'area totale di ecosistemi terrestri e acquatici necessari per:

fornire, in modo sostenibile, tutte le risorse utilizzate



**Principio del rendimento sostenibile**  
(Daly – 1990)

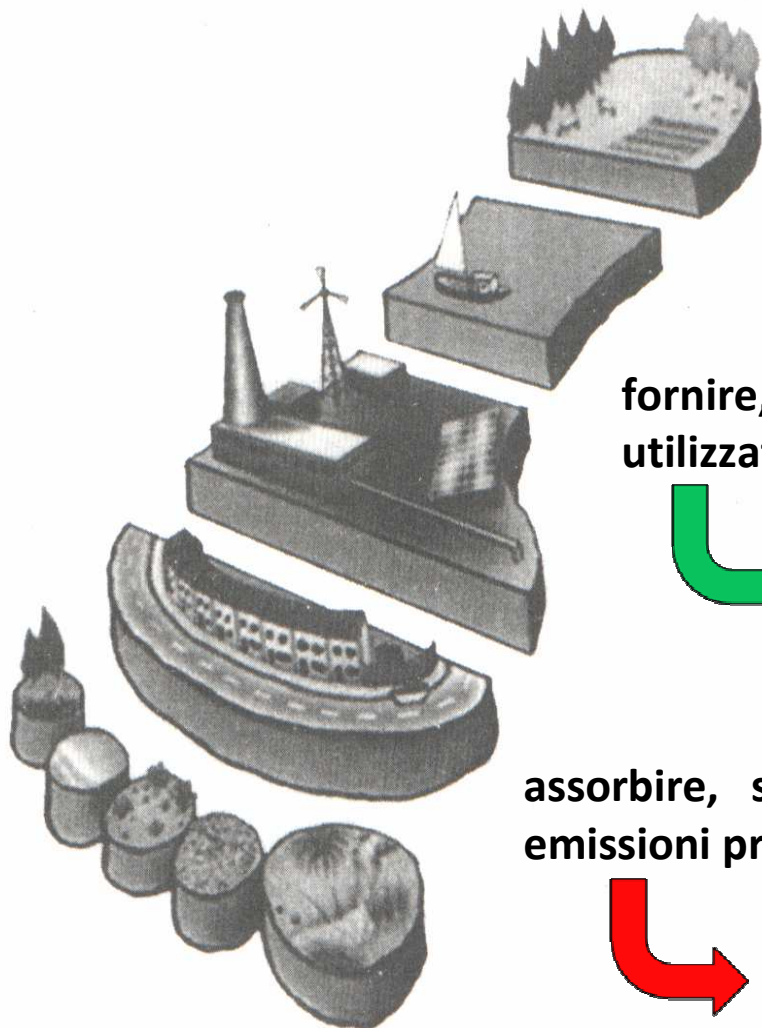
le risorse naturali devono essere consumate ad una velocità tale da permettere alla natura di ripristinarle

assorbire, sempre in modo sostenibile, le emissioni prodotte



**Principio della capacità di assorbimento**  
(Daly – 1990)

i rifiuti devono essere prodotti ad una velocità compatibile con quella del loro riassorbimento da parte dell'ecosistema, in modo da evitare pericolosi effetti di accumulo



# Biocapacità, impronta ecologica e carico ecologico



## LA CAPACITA' ECOLOGICA – BIOCAPACITA':

Calcola la quantità totale di servizi ecologici erogati dagli ecosistemi locali

## L'IMPRONTA ECOLOGICA:

1. Costruisce un bilancio ambientale centrato sui consumi di una regione
2. Conteggia la quantità totale di servizi ecologici usati dalla popolazione locale per vivere, indipendentemente dal luogo in cui sono stati erogati
3. Stima il “livello di responsabilità” di un territorio nell’uso e/o sovrauso delle risorse naturali globali

## IL CARICO ECOLOGICO:

1. Costruisce un bilancio ambientale centrato sulle produzioni di una regione
  2. Conteggia tutti i servizi naturali usati dall’economia locale
  3. Stima il “livello di salute” degli ecosistemi locali

## Un sistema di contabilità centrato sui consumi

$$F = \sum_n^{all\ goods} F_n$$

$$F_n = \frac{C_n}{P_n} = C_n q_n$$

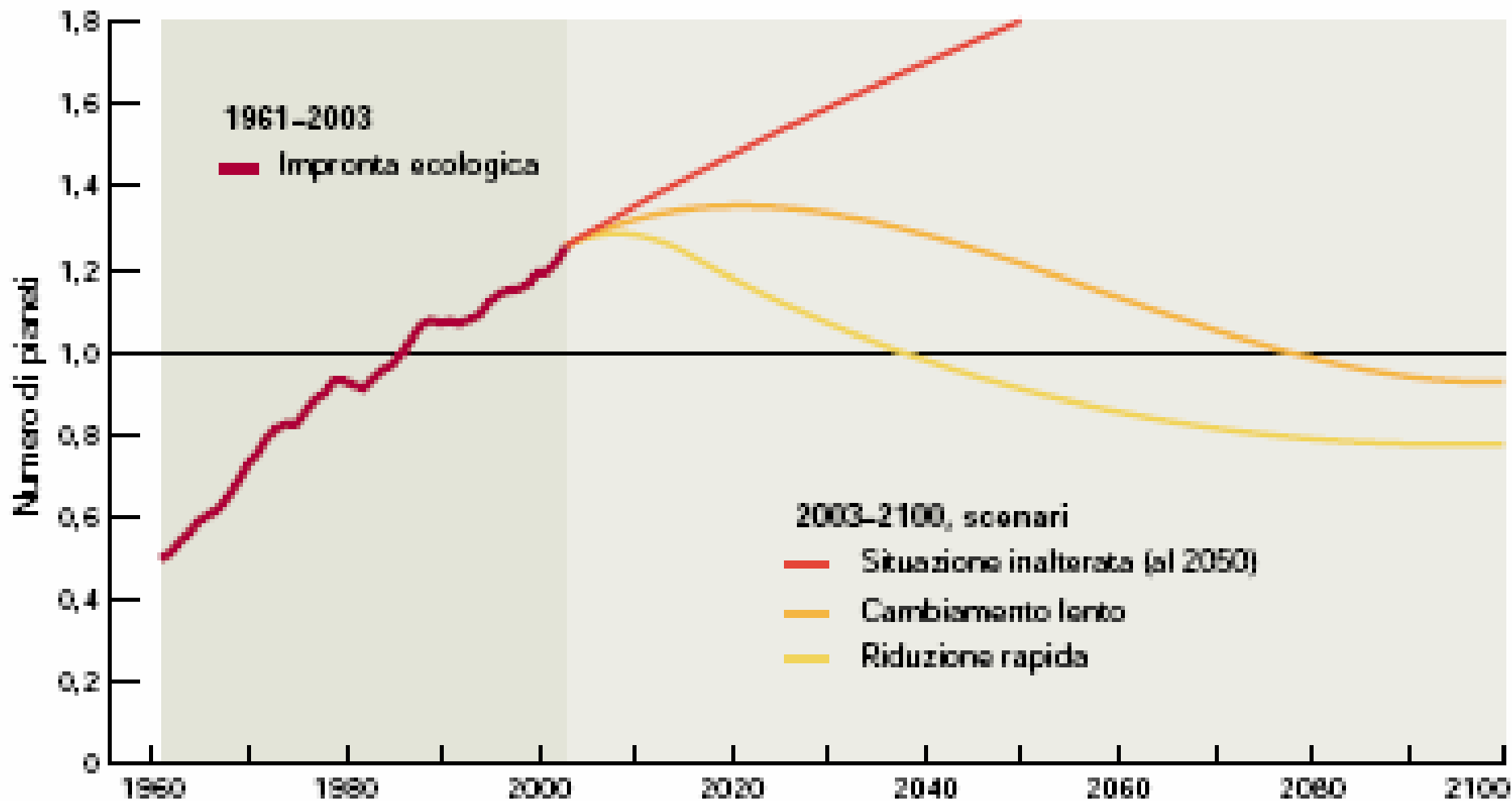
$$C_n = P_n + I_n - E_n - \Delta S_n$$

Nel caso in cui il sistema esaminato sia di tipo **socio-economico** (mondo, nazioni, realtà locali minori) i consumi sono facilmente identificabili con **tutto** ciò che la popolazione utilizza nella sua vita quotidiana

Nel caso di un **sistema produttivo** i consumi coincidono con le **risorse** utilizzate ed i rifiuti prodotti

...e il  **$\Delta S$  ???**

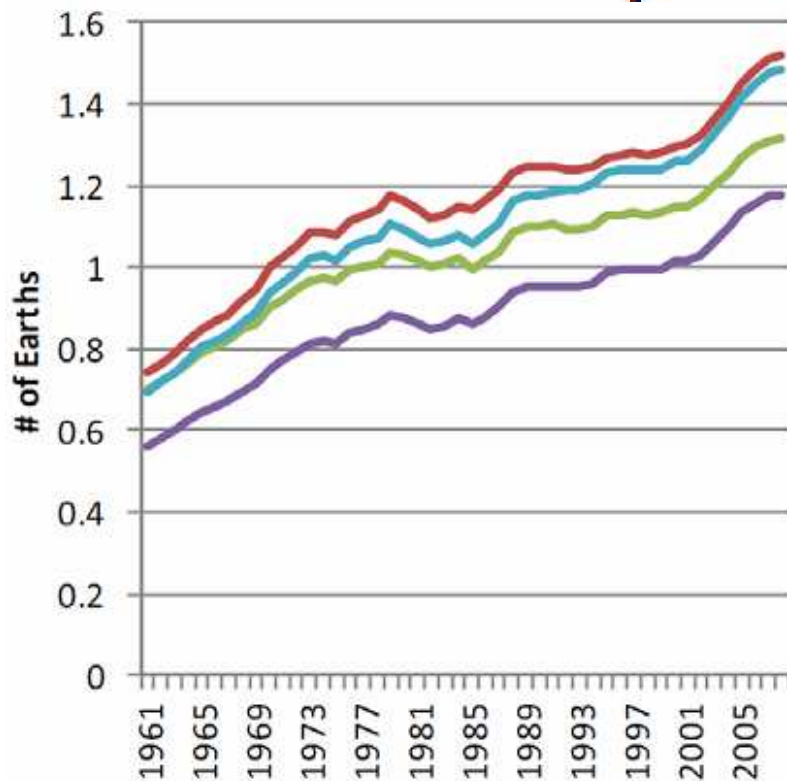
# Presente e futuro





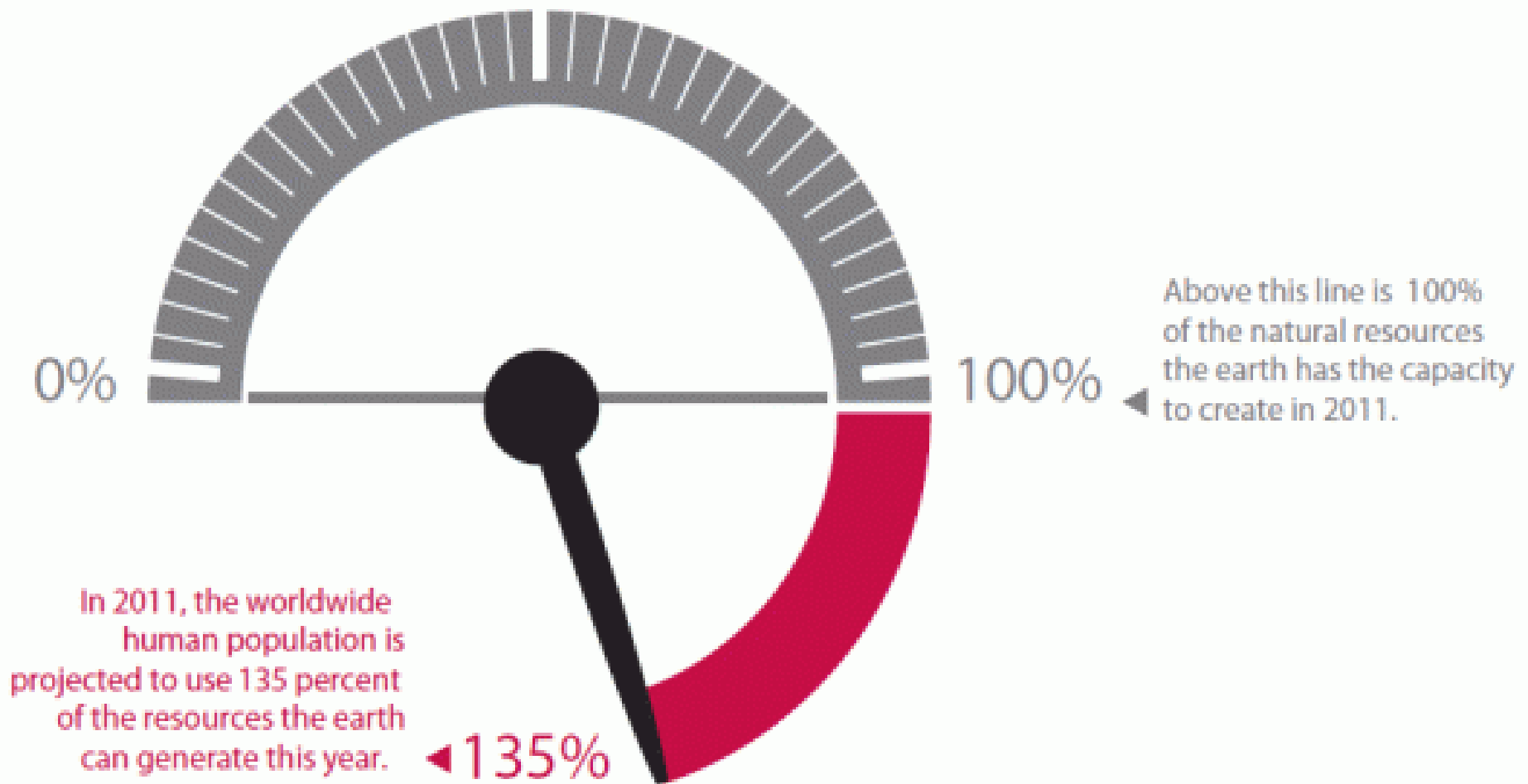
# EARTH OVER SHOOT DAY 2011

Sept. 27, 2011

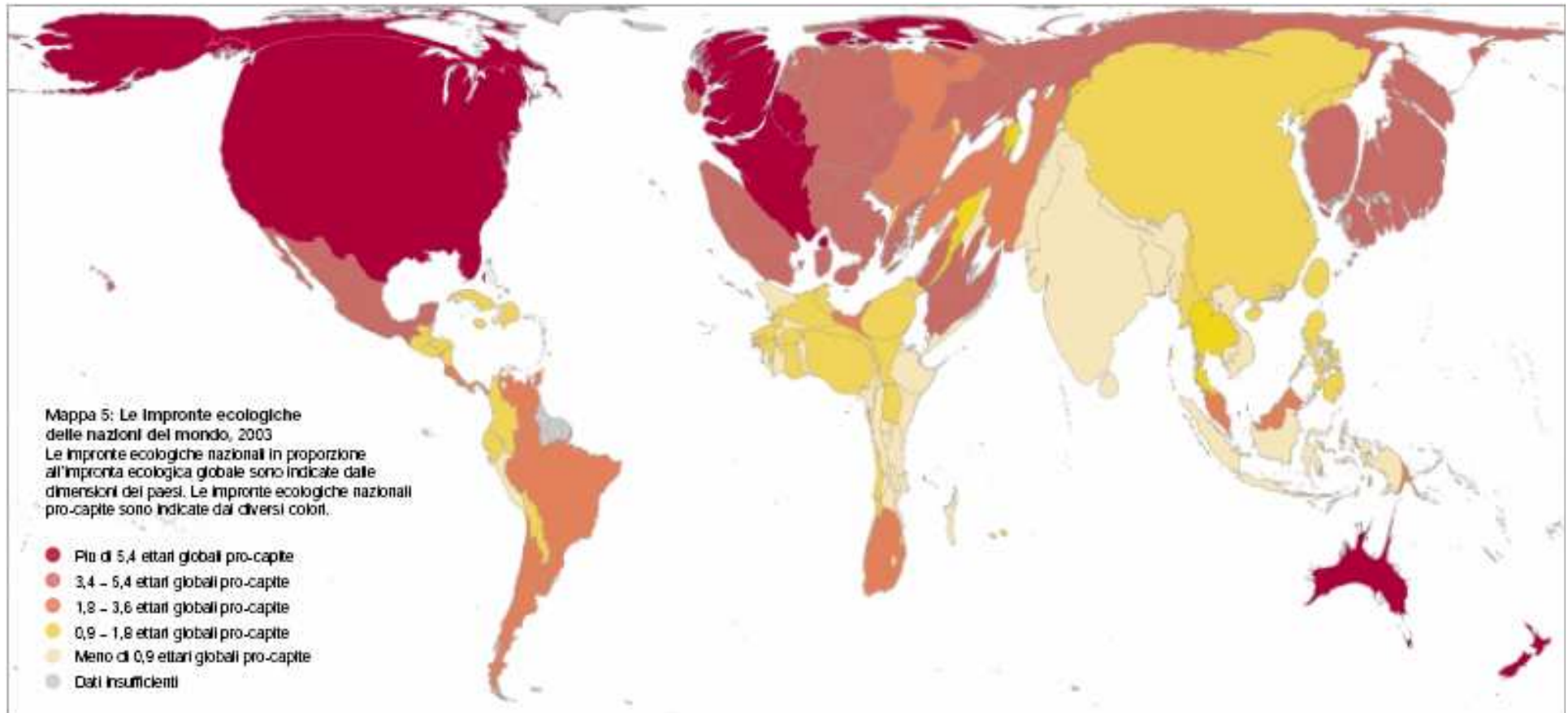


- **Red:** Land types are valued according to how productive each is for growing crops, based on UN FAO data and GFN estimates.
- **Green:** Land types are valued according to how productive each is for growing crops, based on UN FAO satellite data maps.
- **Purple:** Land types are valued according to how quickly and abundantly plants grow on each land type, based upon NASA satellite data.
- **Blue:** Land types are valued according to how quickly and abundantly plants grow on each land type, based upon Alpen-Adria University (Austria) satellite data.

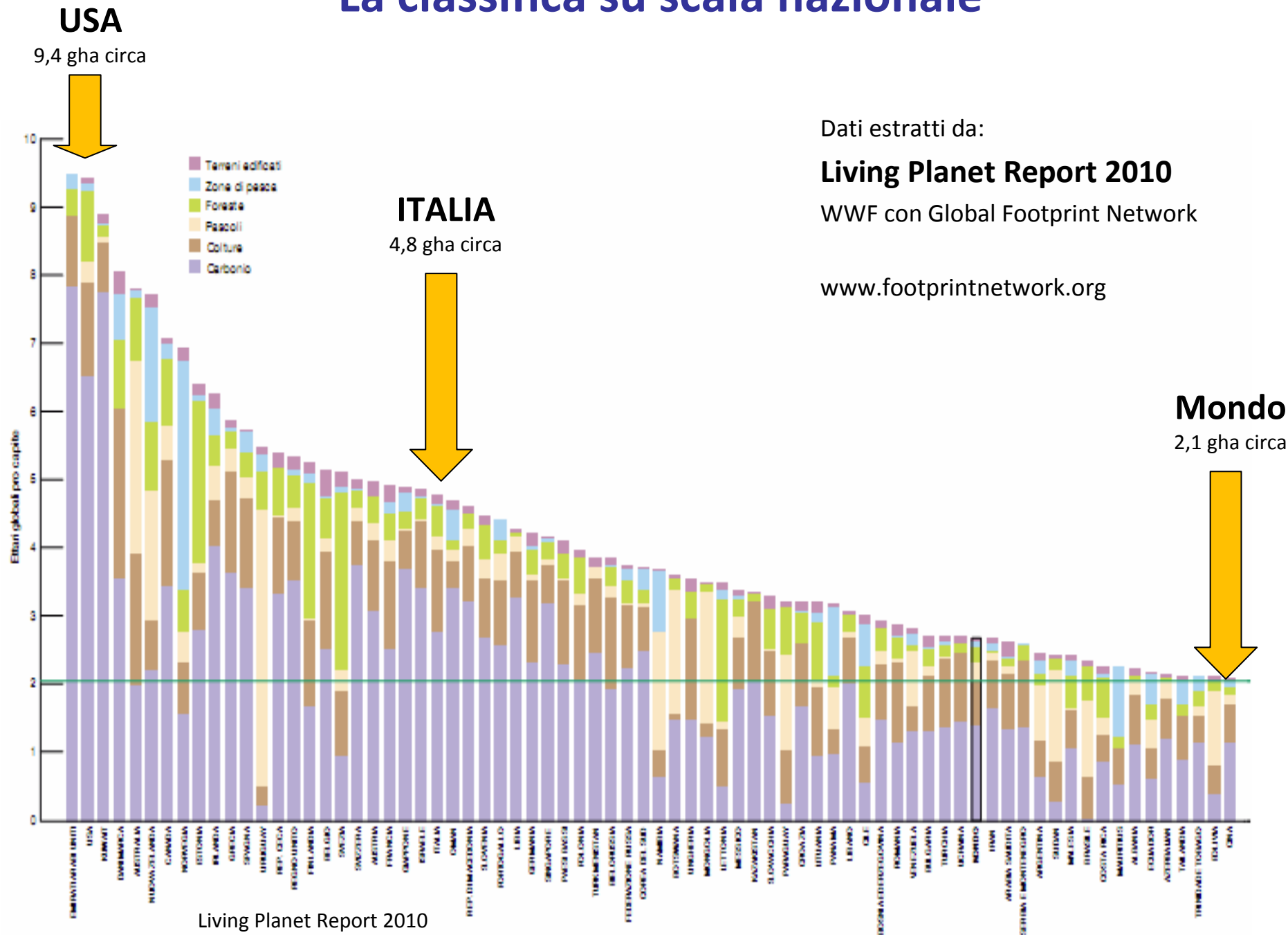
# L'overshoot day



# Distribuzione spaziale dell'uso dei servizi naturali: sostenibilità intra-generazionale



# La classifica su scala nazionale



# Distribuzione temporale dell'uso dei servizi naturali: sostenibilità inter-generazionale

Fig. 19: HUMANITY'S FOOD, FIBRE, AND  
TIMBER FOOTPRINT, 1961-2001

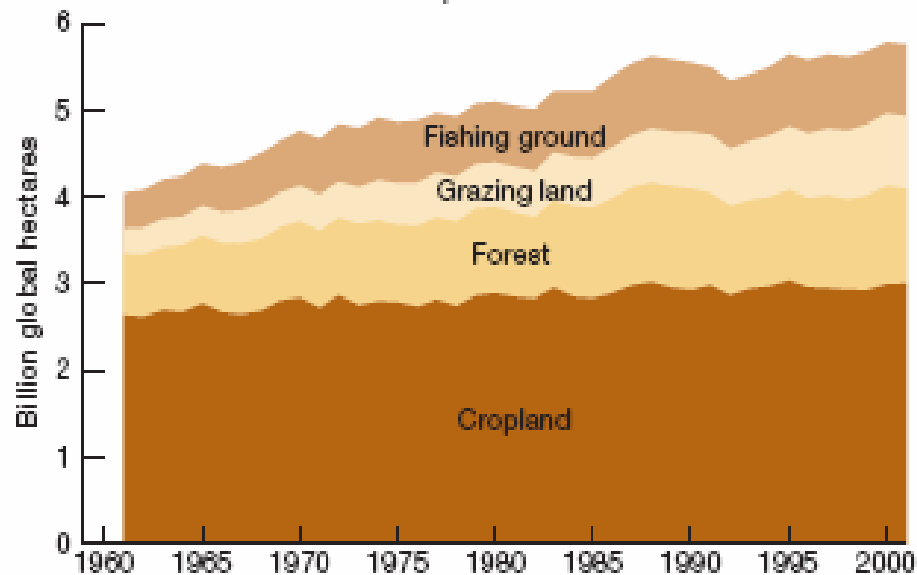
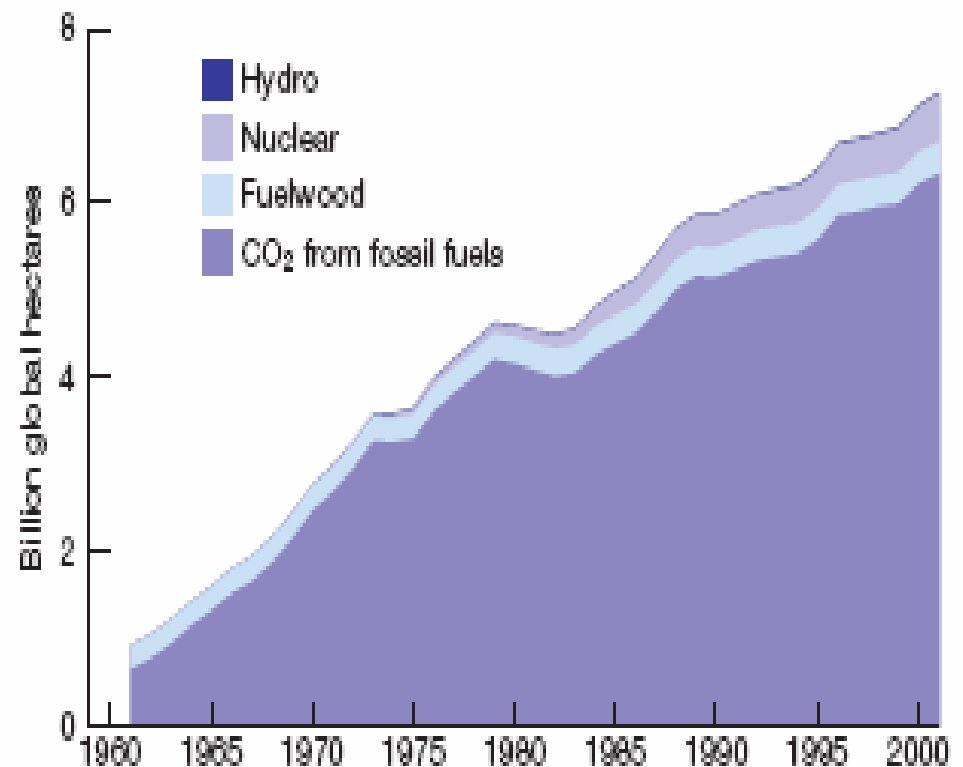
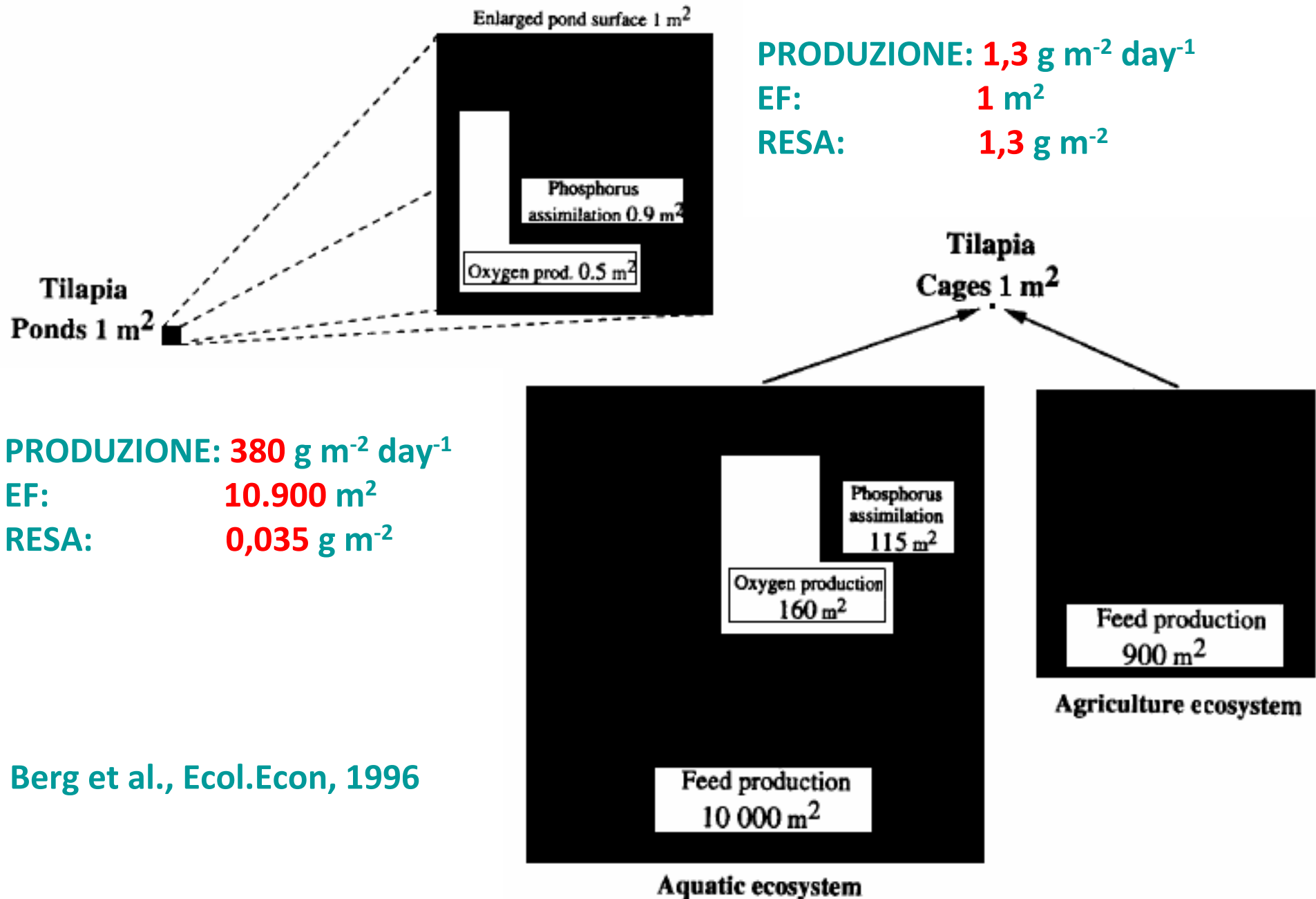


Fig. 22: HUMANITY'S ENERGY FOOTPRINT,  
1961-2001

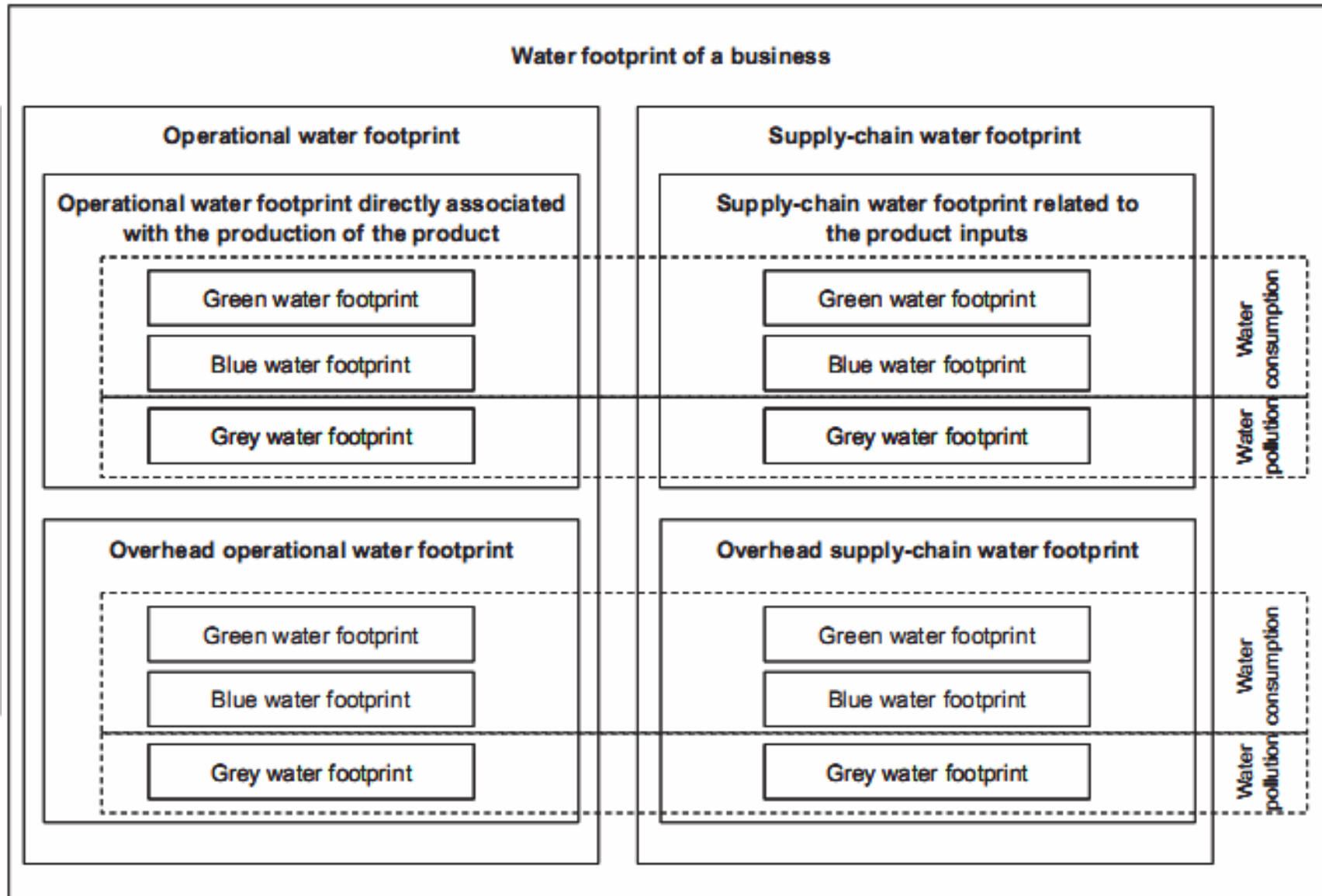


# Un caso africano: la TILAPIA



Berg et al., Ecol.Econ, 1996

# Quanta **acqua** “metabolizza” un sistema di produzione e consumo? La Water Footprint



# Quanta **acqua** “metabolizza” un sistema di produzione e consumo? La Water Footprint

[www.waterfootprint.org](http://www.waterfootprint.org)



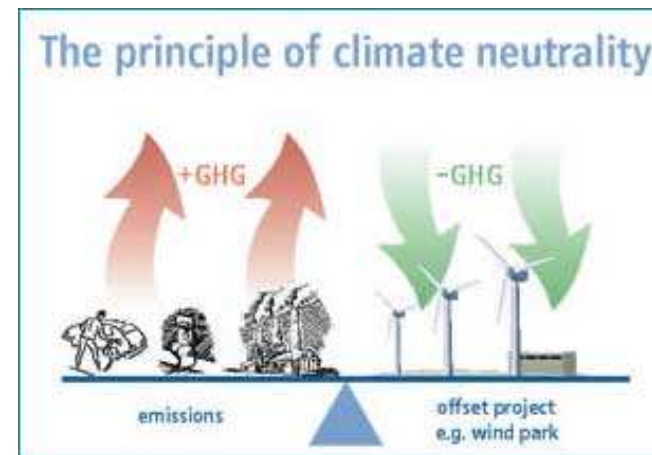
Hamburger: 2400 litri/1 hamburger



# Quanta CO<sub>2</sub> “metabolizza” un sistema di produzione e consumo? La Carbon Footprint

La **carbon footprint** rappresenta il totale delle emissioni di gas serra (CO<sub>2</sub> equivalente) associate al ciclo di vita di un prodotto o di un servizio.

Il risultato deriva da un'analisi del ciclo di vita nel quale tutte le fasi di un sistema produttivo vengono analizzate in modo da valutare gli impatti complessivi.



<b>Gas ad effetto serra</b> Parte 1: Specifiche e guida, al livello dell'organizzazione, per la quantificazione e la rendicontazione delle emissioni di gas ad effetto serra e della loro rimozione	<b>UNI ISO 14064-1</b>  MARZO 2006
<b>Greenhouse gases</b> Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals.	
La norma specifica i principi e i requisiti, al livello dell'organizzazione, per la quantificazione e la rendicontazione delle emissioni di gas ad effetto serra (GHG) e della loro rimozione. Essa include i requisiti per la progettazione, lo sviluppo, la gestione, la rendicontazione e la verifica dell'inventario dei gas ad effetto serra di un'organizzazione. La UNI ISO 14064-1 è neutrale rispetto ai programmi relativi ai gas ad effetto serra. Se un programma relativo ai gas ad effetto serra è applicabile, i suoi requisiti sono da considerarsi aggiuntivi rispetto a quelli della UNI ISO 14064-1.	

Sono presenti alcune linee guida generali:

- ISO 14040:2006
- ISO 14044:2006
- **ISO 14064:2006**
- GHG Protocol

<b>INTERNATIONAL STANDARD</b>	<b>ISO 14064-1</b>
Final edition 2008-03-01	
<b>Greenhouse gases —</b> Part 1: <b>Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals</b>	
Gaz à effet de serre — Partie 1: Spécifications et lignes directrices, au niveau des organismes, pour la quantification et la déclaration des émissions et des suppressions des gaz à effet de serre	

# Quanta CO<sub>2</sub> “metabolizza” un sistema di produzione e consumo? La Carbon Footprint

La **somma totale di gas climalteranti** prodotti direttamente o indirettamente a supporto delle attività antropiche. Usualmente si esprime in tonnellate equivalenti di CO<sub>2</sub> e si calcola su base annua.

Anche gli altri gas climalteranti sono normalmente conteggiati nella carbon footprint, rapportandoli al loro equivalente espresso in kg di CO<sub>2</sub>

Alcuni dati di consumo di 1 kg di CO<sub>2</sub>:

Viaggiare con mezzi pubblici (treno o bus) per circa 10-12 km o viaggiare sulla propria auto per una distanza di 6 km (assumendo un consumo di 7,3 litri/100km);



Volare con un aereo per una distanza di 2,2 km



Lavorare al PC per 32 h (assumendo un consumo di 60 W)



Produrre 5 borse di plastica;



Produrre 2 bottiglie di plastica



Produrre 1/3 di un cheeseburger



## Ecco perchè...

Quantifica le emissioni di gas climalteranti e si misura in kg CO<sub>2</sub> equivalenti



Quantifica i consumi di terreno biologicamente produttivo e si misura in global hectar (gha)

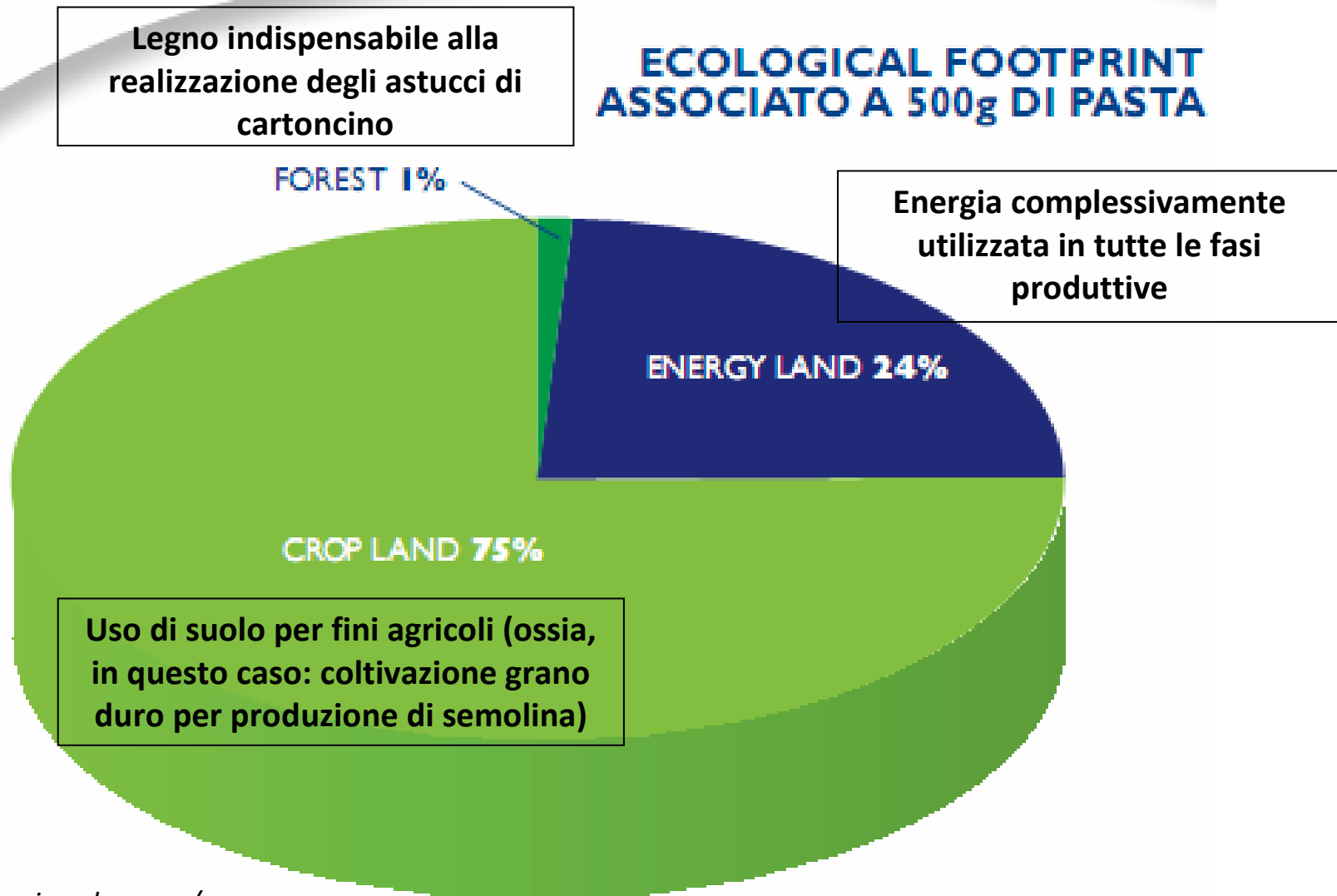


Quantifica i consumi delle risorse idriche secondo le diverse modalità di utilizzo e si misura in m<sup>3</sup> Virtual Water

...l'unica soluzione è **ELABORARE ed ANALIZZARE I RISULTATI di INDICATORI DIFFERENTI**

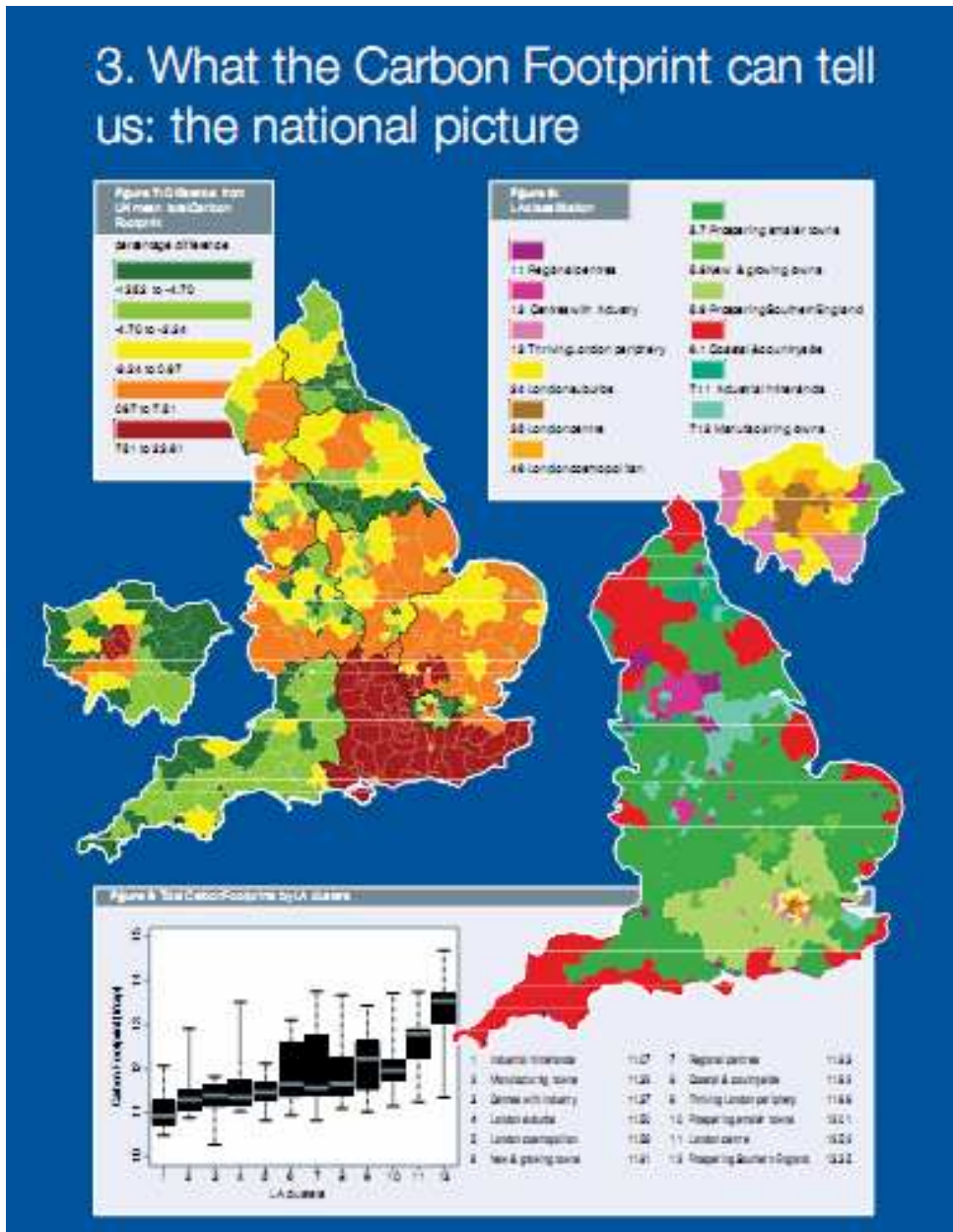
# Un primo esempio

## Dichiarazione Ambientale di Prodotto della pasta

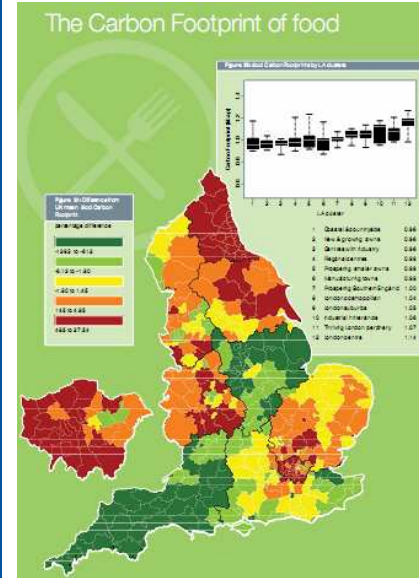


# Applicazioni territoriali: atlanti e scenari di sostenibilità

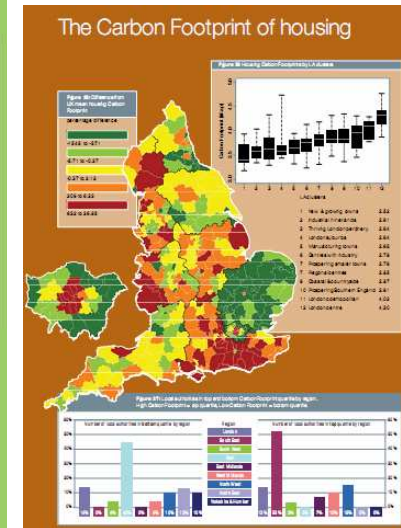
## 3. What the Carbon Footprint can tell us: the national picture



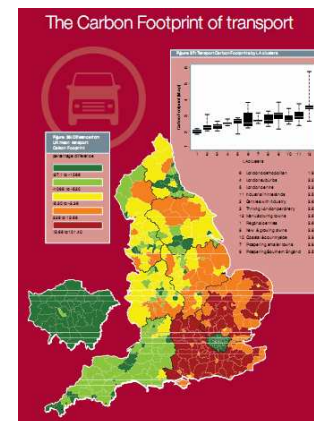
## Food



## Housing

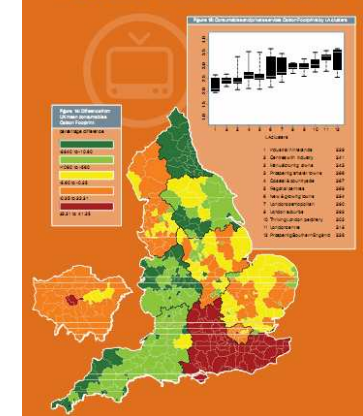


## The Carbon Footprint of transport



## Transport

## The Carbon Footprint of consumables



## Consumables

## Carbon Footprint

# Riflessioni conclusive

## Punti di forza, aspetti positivi

Buon livello di considerazione del processo produttivo: si è passati da una logica “end of pipe” ad una “from cradle to grave”

Sono utili **indicatore delle performance ambientali** di una attività produttiva nel tempo

Water, Carbon ed Ecological hanno il vantaggio di essere legate **all'utilizzo di natura** in maniera semplice e chiaramente visibile: ciò li rende **preferibili ad altri indicatori** anche più precisi ma di carattere squisitamente tecnico/tecnologico. Sono in grado di stimare l'utilizzo do servizi ecosistemici da parte del sistema esaminato

L'Ecological Footprint è **raccomandata dalla EU** come sistema di contabilità ambientale per le attività produttive (EU, 2001); la Carbon Footprint è standardizzata da una **norma tecnica** (UNI EN ISO 14064:2006)

Si ha, ad oggi, la **necessità di coinvolgere la popolazione** nel tentativo di trasferire comportamenti e scelte sostenibili nella vita di tutti i giorni (consumi domestici, scelta dei prodotti, scelte comportamentali,...). Gli **indicatori di footprint hanno una forte valenza comunicativa**, non riscontrabile in altri strumenti di valutazione tecnica

# Riflessioni conclusive

## Punti di debolezza, limiti

- L'EFA non considera:
  - molti tipi di inquinamenti (**metalli pesanti, sostanze chimiche varie, ecc**);
  - la **perdita di biodiversità**,
  - aspetti legati al **presidio del territorio** e alla **difesa del paesaggio**.
- L'EFA non considera:
  - **resilienza, dinamiche non lineari, effetti soglia, irreversibilità**, ecc. degli ecosistemi;
  - **servizi naturali** non mediati dal mercato economico (stabilità clima, ecc.);
  - **sinergie, retroazioni** tra gli ecosistemi.
- La **Carbon** esprime bene i **consumi energetici diretti ed indiretti** ma ha bisogno degli altri indicatori per esprimere al meglio le appropriazioni di natura
- Non sono in grado di fornire una **lettura tecnica approfondita** a livello produttivo: è necessaria una **seconda analisi di dettaglio** per definire **modi e qualità degli interventi necessari** a livello produttivo per la riduzione dell'impatto
- Si **rischia di assegnare loro meno importanza dal punto di vista tecnico** proprio perché si predilige la loro valenza comunicativa. In certi contesti scientifici sono visti **“con sufficienza”**

# Passi ancora necessari nell'applicazione di indicatori di footprint

1. Standardizzazione dell'applicazione a **contesti produttivi**
2. **Diffusione ed utilizzo** (passaggio dal livello della ricerca al livello di strumento aziendale/produttivo)
3. Affiancamento/inserimento in altri strumenti di **certificazione di sistema e di prodotto** (ISO 14001, EMAS, Ecolabel)
4. Affiancamento ad altri strumenti per la valutazione delle **politiche settoriali** (es. indicatore ulteriore per valutazione **PSR** in campo agricolo, strumento di valutazione di progetti di competenza regionale)
5. Possibile strumento di **regolamentazione normativa** (es. normative regionali o nazionali inerenti prodotti ambientalmente sostenibili, quali le produzioni biologiche in campo agricolo, le certificazioni Ecolabel, le Dichiarazioni Ambientali di Prodotto, ...)