

**“SAPIENZA” UNIVERSITA’ DI ROMA
ANNO ACCADEMICO 2017-2018**

***Metodologia e Didattica delle
Scienze Ecologiche***

Prof. Fausto Manes



ECOLOGIA

DI BASE

E' la disciplina che studia l'ambiente naturale e le relazioni degli organismi fra loro e con l'ambiente.

APPLICATA

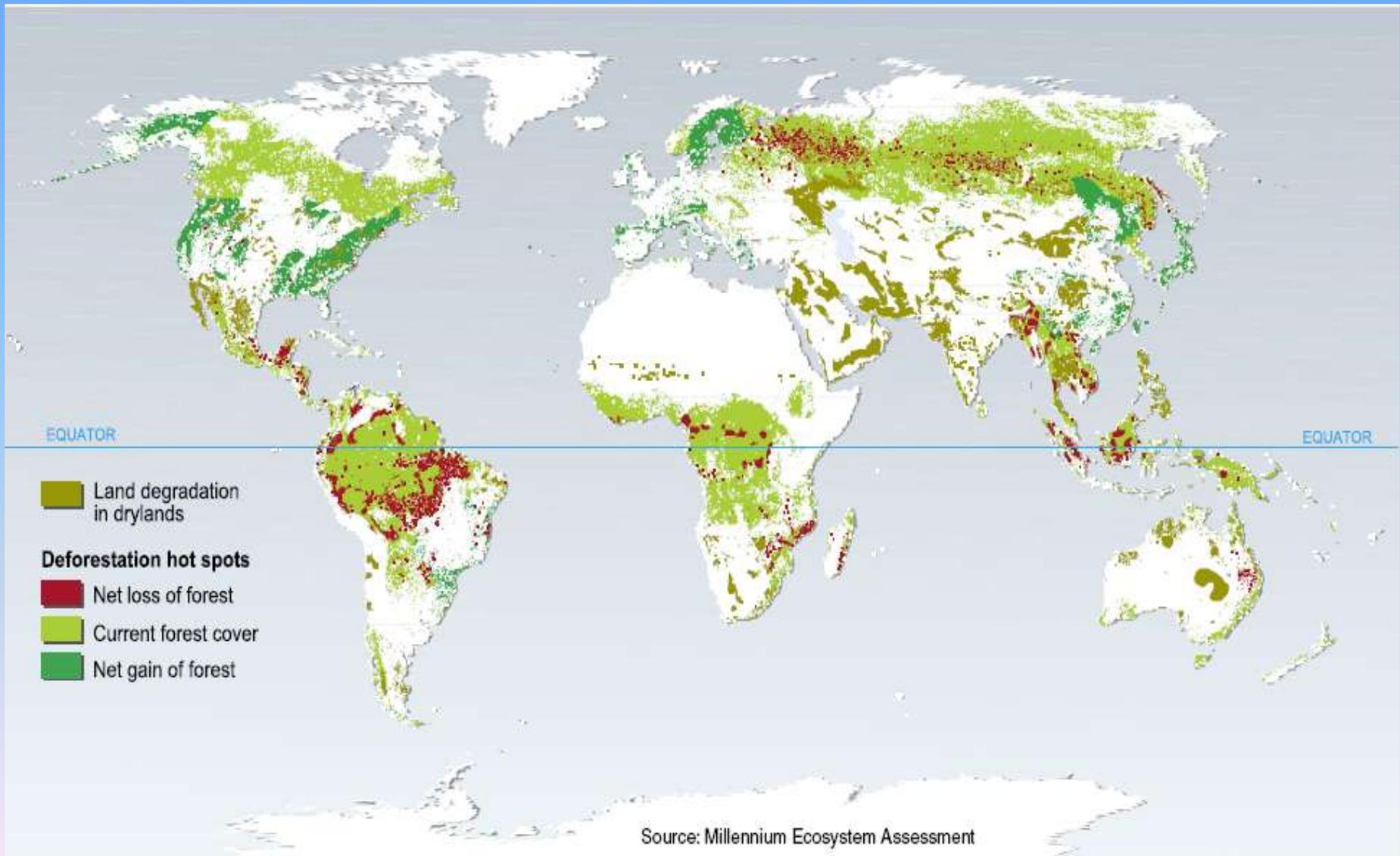
L'Ecologia Applicata si serve dei principi e dei concetti dell'ecologia di base per l'analisi, il monitoraggio e quindi la previsione e la gestione degli effetti dei cambiamenti ambientali causati dall'impatto umano sugli ecosistemi naturali.

Ecosistema

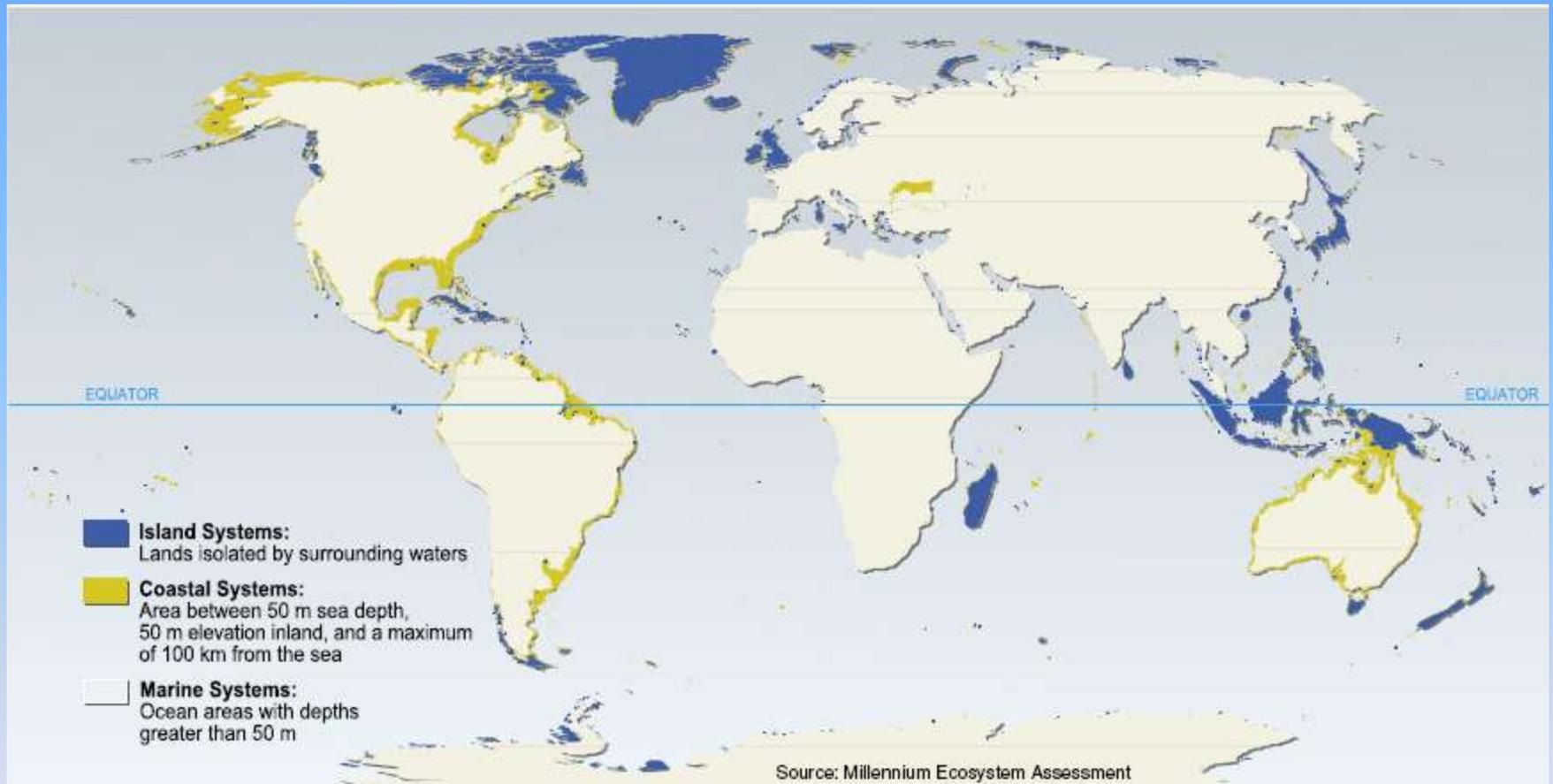
L'ecosistema rappresenta un sistema ecologico aperto, in stato stazionario, con una caratteristica struttura, un funzionamento e un tipo di evoluzione temporale.

L'ecosistema è costituito sia dagli organismi viventi (comunità biotiche) che dall'ambiente abiotico, che interagiscono e si influenzano reciprocamente.

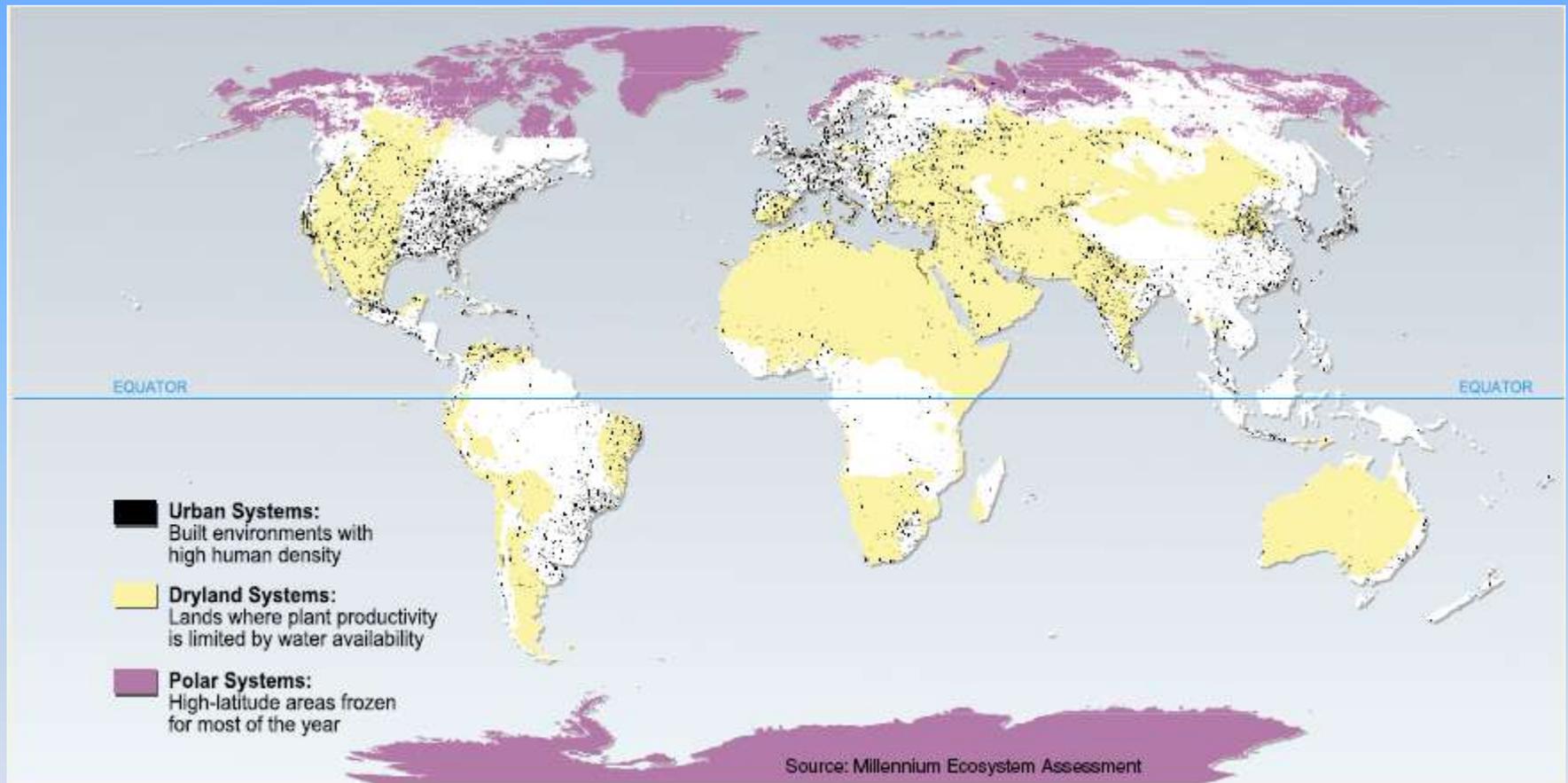
CARATTERISTICHE DEI SISTEMI ECOLOGICI DEL PIANETA



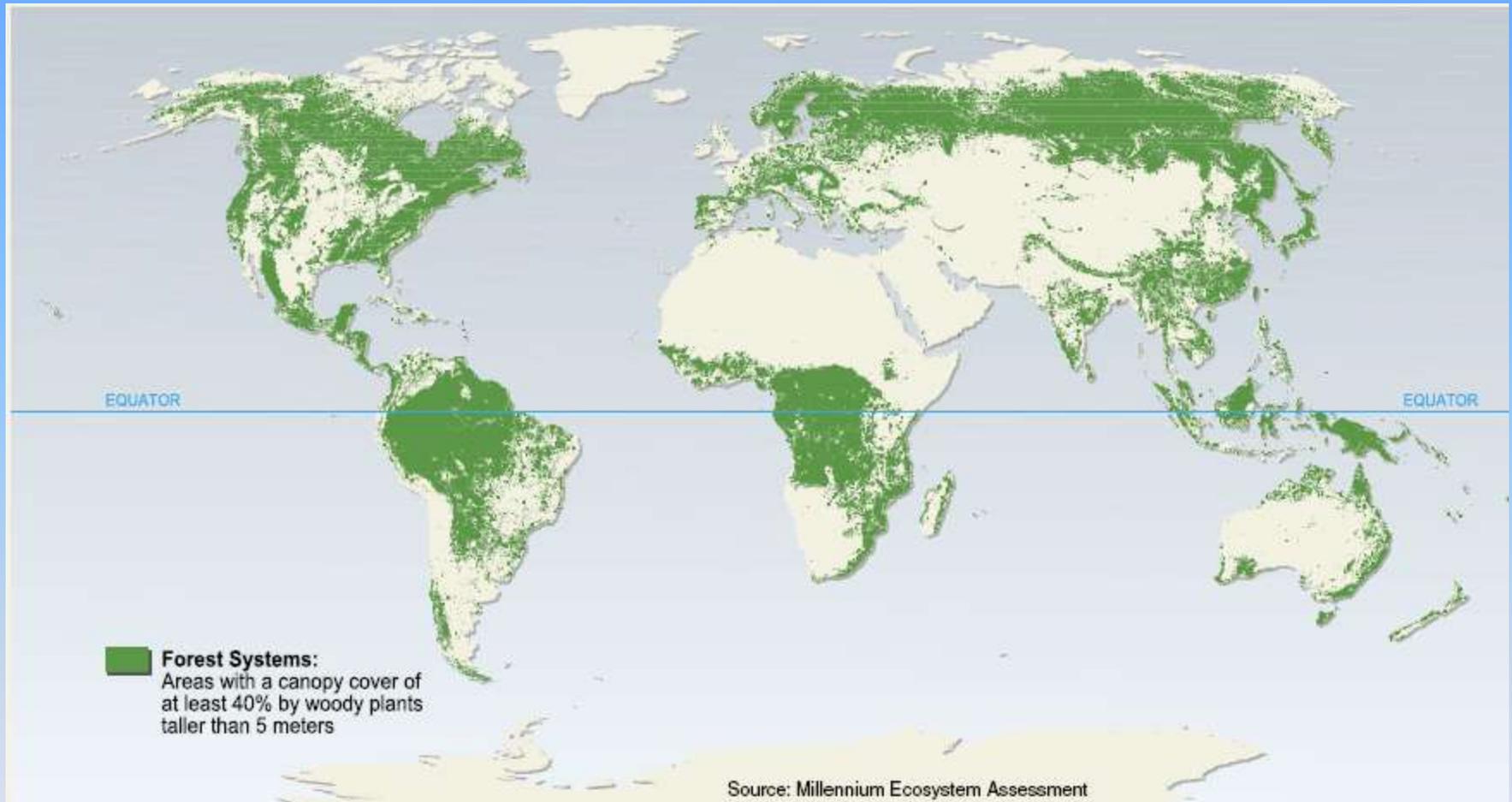
CARATTERISTICHE DEI SISTEMI ECOLOGICI DEL PIANETA



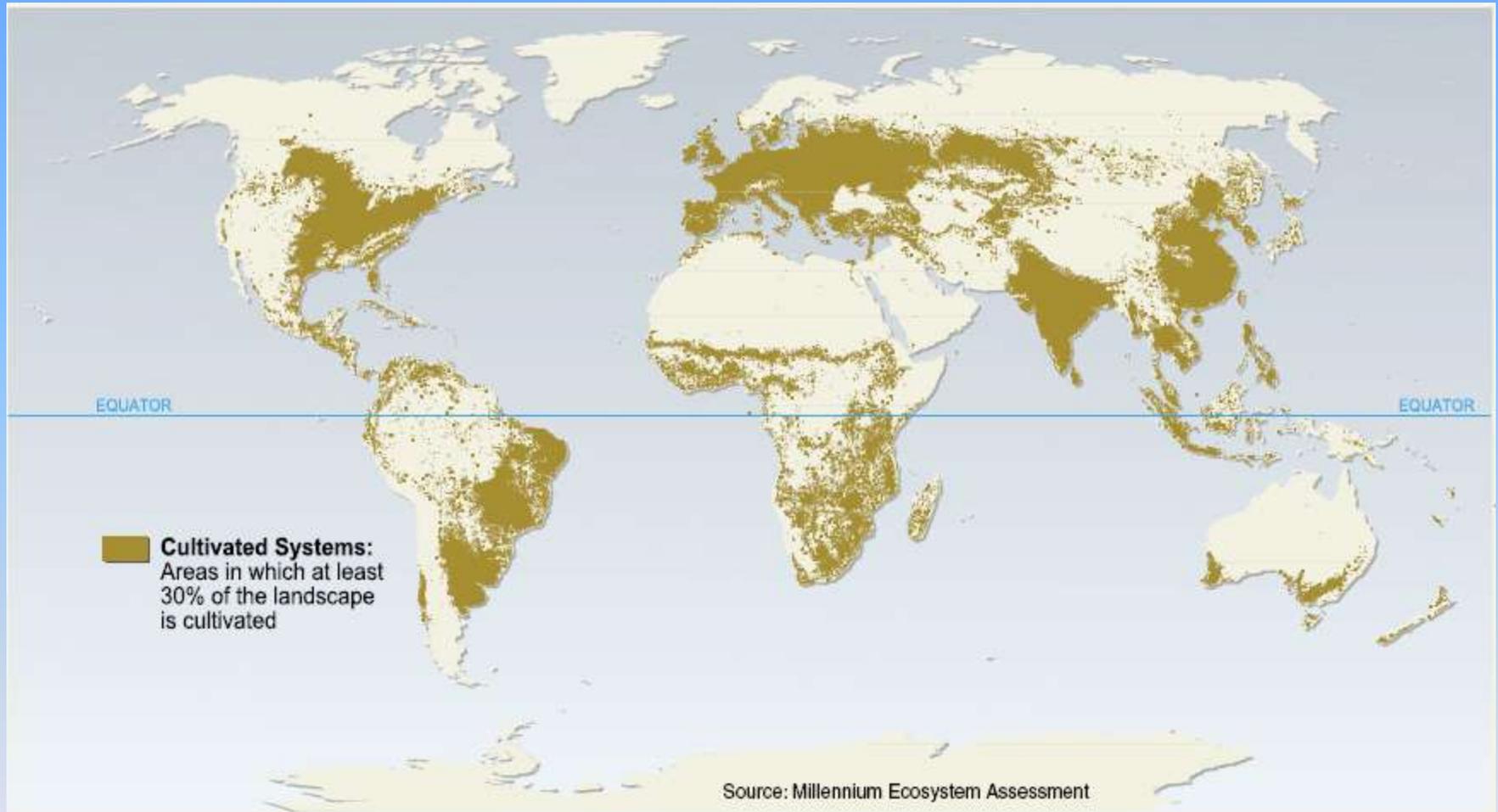
CARATTERISTICHE DEI SISTEMI ECOLOGICI DEL PIANETA



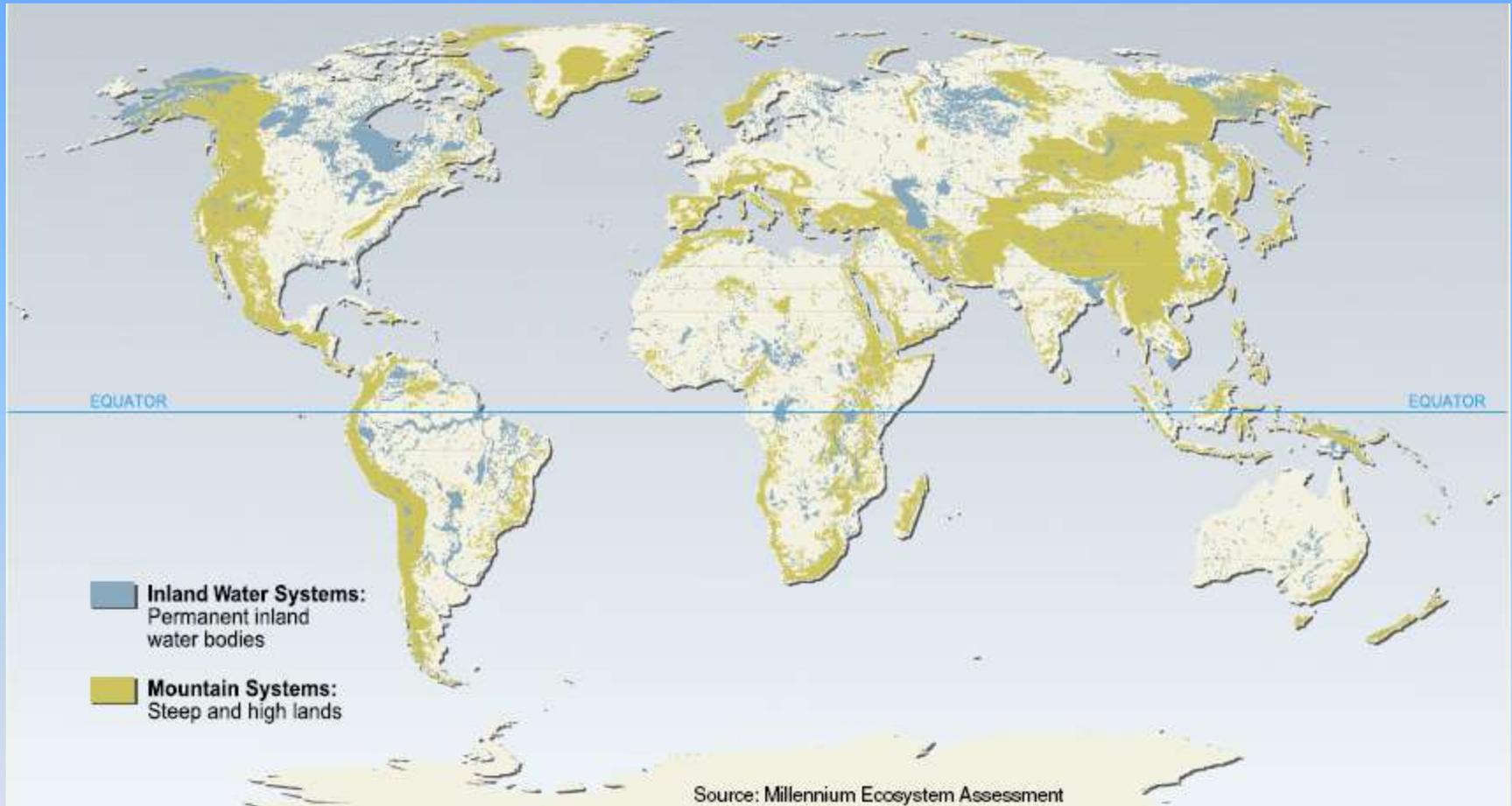
CARATTERISTICHE DEI SISTEMI ECOLOGICI DEL PIANETA



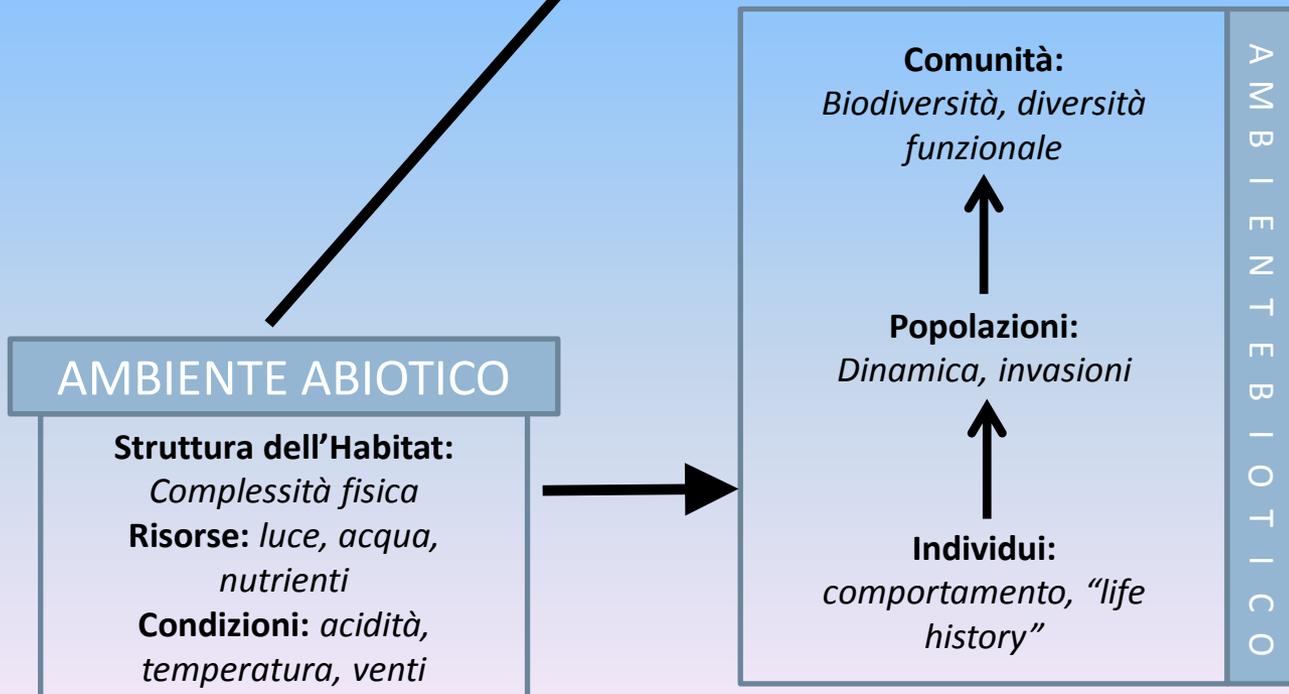
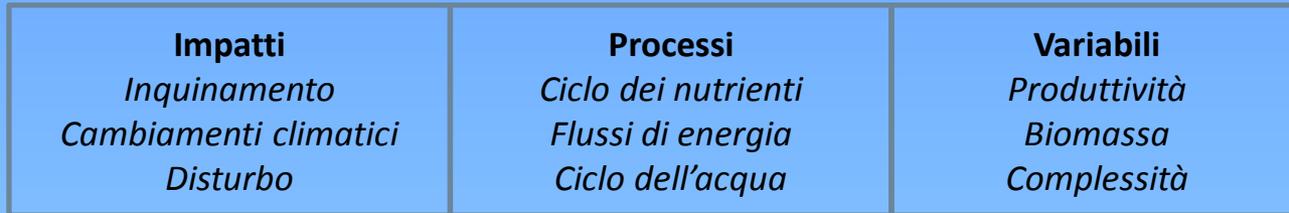
CARATTERISTICHE DEI SISTEMI ECOLOGICI DEL PIANETA



CARATTERISTICHE DEI SISTEMI ECOLOGICI DEL PIANETA



ECOSISTEMA



Servizi Ecosistemici

Costanza et al., 1997, definiscono:

- **Funzioni ecosistemiche:** Il termine “funzioni ecosistemiche” si riferisce in generale alle proprietà biologiche, di habitat e di sistema, o ai processi, degli ecosistemi;
- **Beni e servizi ecosistemici** (indicati complessivamente come “servizi ecosistemici”): i benefici che le popolazioni umane derivano, direttamente o indirettamente, dalle funzioni ecosistemiche. In particolare, beni ecosistemici sono ad esempio il cibo o le materie prime, mentre servizi ecosistemici sono ad esempio i processi di decomposizione e di riciclo della sostanza organica.

Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V. O'Neill, J. Paruelo, R.G. Raskin, P. Sutton, and M. van den Belt 1997. The value of the World's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253–260.

Servizi Ecosistemici

**“Le condizioni e i processi attraverso i quali gli ecosistemi naturali, e le specie che li compongono, sostengono e soddisfano la vita umana “
(Daily, 1997)**

Sono servizi ecosistemici tutti i benefici che l'umanità trae dal mondo naturale (Millennium Ecosystem Assessment, 2005)

Valutazione dei servizi ecosistemici: il Millennium Ecosystem Assessment

(<http://www.maweb.org/en/index.aspx>)

- Il Millennium Ecosystem Assessment ("**Valutazione degli Ecosistemi del Millennio**", acronimo MA) è un progetto voluto dal segretario generale dell'ONU Kofi Annan nel 2000. Iniziato nel 2001, l'obiettivo del MA è stato quello di valutare le conseguenze sul benessere umano dei cambiamenti degli ecosistemi e la base scientifica per le azioni necessarie a migliorare la conservazione e l'uso sostenibile di tali sistemi, e il loro contributo al benessere umano.
- Il MA ha coinvolto oltre 1.360 esperti in tutto il mondo. I risultati dell'MA, pubblicati nel 2005 in cinque volumi tecnici e sei relazioni di sintesi, hanno fornito uno stato dell'arte sulla condizione degli ecosistemi del mondo e dei servizi da essi offerti (come l'acqua pulita, cibo, prodotti forestali, controllo delle inondazioni e risorse naturali) e le opzioni per ripristinare, conservare o migliorare l'uso sostenibile degli ecosistemi. Sono stati inoltre sviluppati degli scenari per il futuro, basati sul trend dei cambiamenti osservati negli ecosistemi.

Tipi di servizi ecosistemici (MA, 2005)

I servizi ecosistemici possono essere distinti in

- Servizi che hanno un effetto diretto sull'umanità:

- **Servizi di Approvvigionamento**

- **Servizi di Regolazione**

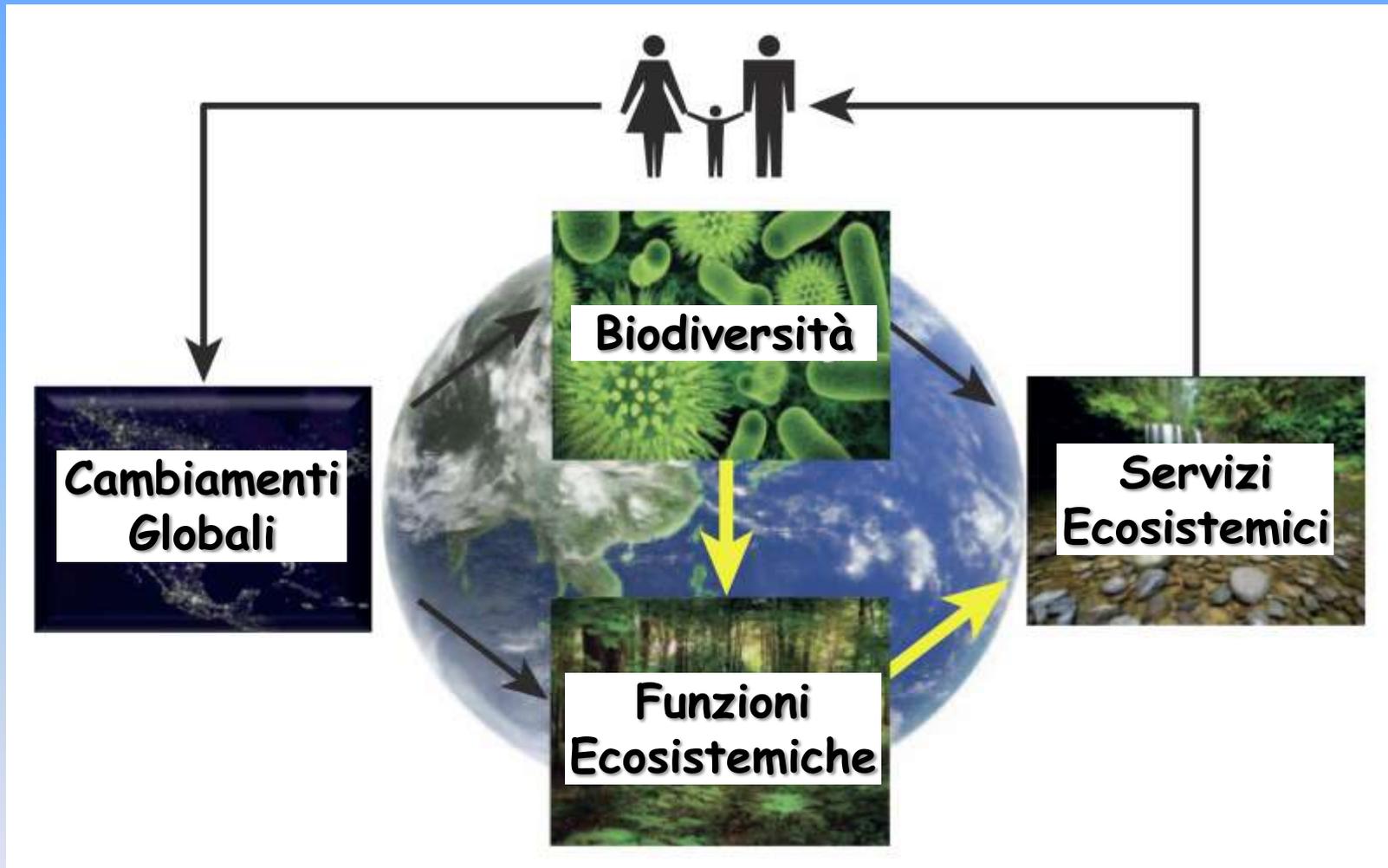
- **Servizi Culturali**

- Servizi necessari a mantenere altri servizi:

- **Servizi di Supporto**

Alcuni servizi, come il controllo dell'erosione del suolo, possono essere categorizzati sia come servizi di supporto che di regolazione, a seconda della scala temporale considerata e del loro impatto a breve termine sull'umanità.

SERVIZI ECOSISTEMICI, BIODIVERSITA' E BENESSERE UMANO



La biodiversità, ossia la varietà di geni, specie o tratti funzionali in un ecosistema, ha un impatto sul funzionamento dell'ecosistema stesso e sui servizi che l'ecosistema offre all'umanità (Modificato da Cardinale et al., 2012).

Tipi di servizi ecosistemici (MA, 2005)

<p>SERVIZI DI APPROVVIGIONAMENTO Prodotti ottenuti dagli ecosistemi</p> <ul style="list-style-type: none">•Cibo;•Acqua;•Fibre, combustibili, materie prime;•Sostanze biochimiche e farmaceutiche;•Risorse genetiche.	<p>SERVIZI DI REGOLAZIONE Benefici ottenuti dalla regolazione dei processi ecosistemici</p> <ul style="list-style-type: none">•Regolazione del clima;•Controllo delle malattie;•Controllo e purificazione delle acque• Impollinazione	<p>SERVIZI CULTURALI Benefici non materiali ottenuti dagli ecosistemi</p> <ul style="list-style-type: none">•Spirituali e religiosi;•Svago ed ecoturismo;•Estetici e di ispirazione•Educativi•Senso di appartenenza•Eredità culturale
<p>SERVIZI DI SUPPORTO Servizi necessari per la produzione di altri servizi ecosistemici - Formazione del suolo; - Ciclo dei nutrienti; - Produttività primaria.</p>		

Tipi di servizi ecosistemici (MA, 2005)

Servizi Ecosistemici	Processo ecosistemico e/o componente fornitore del SE
Approvvigionamento	
1. Cibo	Presenza di piante, animali commestibili
2. Acqua	Riserve d'acqua potabile
3. Fibre, combustibili, altre materie prime	Specie o materiali minerali con uso potenziale come materia prima
4. Materiali genetici: geni della resistenza ai patogeni	Specie con materiale genetico potenzialmente utile
5. Specie ornamentali	Specie o materiali minerali con uso ornamentale
Regolazione	
6. Regolazione qualità dell'aria	Capacità degli ecosistemi di assorbire composti chimici dall'atmosfera
7. Regolazione del clima	Influenza degli ecosistemi sul clima locale e globale
8. Mitigazione dei rischi naturali	Protezione contro i danni da eventi distruttivi (es. inondazioni)
9. Regolazione delle acque	Ruolo delle foreste nell'infiltrazione delle piogge e graduale rilascio delle acque
10. Assimilazione dei rifiuti	Processi di rimozione e dissoluzione di composti organici e composti chimici
11. Protezione dall'erosione	
12. Formazione e rigenerazione del suolo	Formazione e rigenerazione del suolo (pedogenesi)
13. Impollinazione	Abbondanza ed efficacia degli impollinatori
14. Controllo biologico	Controllo delle popolazioni di infestanti attraverso relazioni trofiche (predatori o competitori "utili")
Supporto	
15. Habitat	Funzionalità di aree di riproduzione, alimentazione e rifugio per specie stanziali e in migrazione
16. Conservazione della biodiversità genetica	Mantenimento di processi evolutivi e della fitness biologica (su base fenotipica e/o genetica)
Culturali	
17. Estetico: valore scenico	Qualità estetica del paesaggio (es. diversità strutturale, tranquillità ecc.)
18. Ricreativo: opportunità per turismo e attività ricreative	Attrattività del paesaggio "naturale" e delle attività all'aperto
19. Eredità culturale e identità	Importanza dei elementi storici e d'identificazione per la comunità locale
20. Educazione e scienza: opportunità per formazione ed educazione formale e informale	Caratteristiche del paesaggio, specie e vegetazioni con importanza culturale, con valore/interesse scientifico ed educativo

Servizi Ecosistemici e benessere umano



Source: Millennium Ecosystem Assessment

COLORE DELLE FRECCHE

Potenziale di mediazione da fattori socioeconomici

	Basso
	Medio
	Alto

SPESSORE DELLE FRECCHE

Intensità dei legami tra servizi ecosistemici e benessere umano

	Debole
	Medio
	Forte

Servizi Ecosistemici e benessere umano

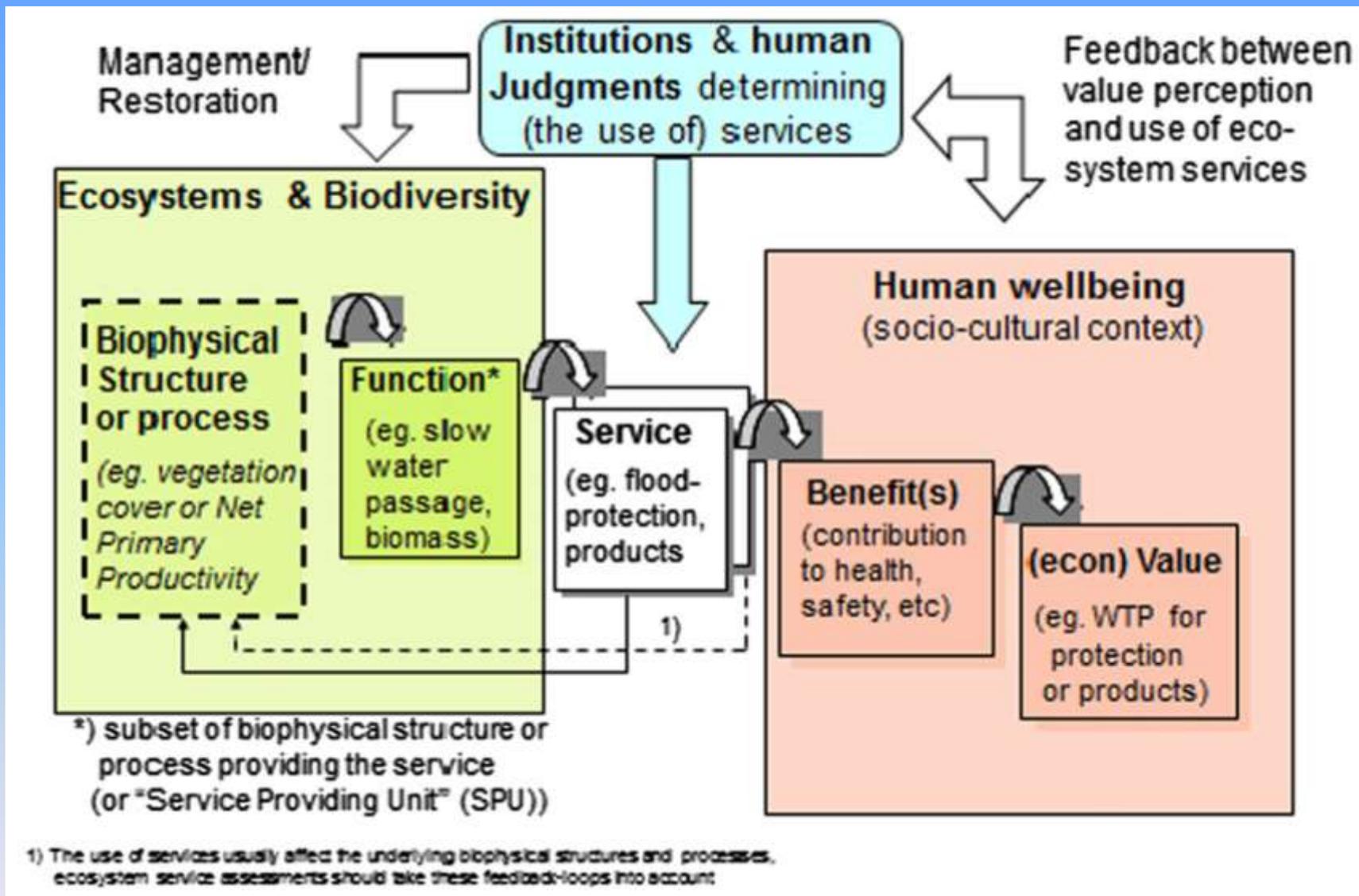
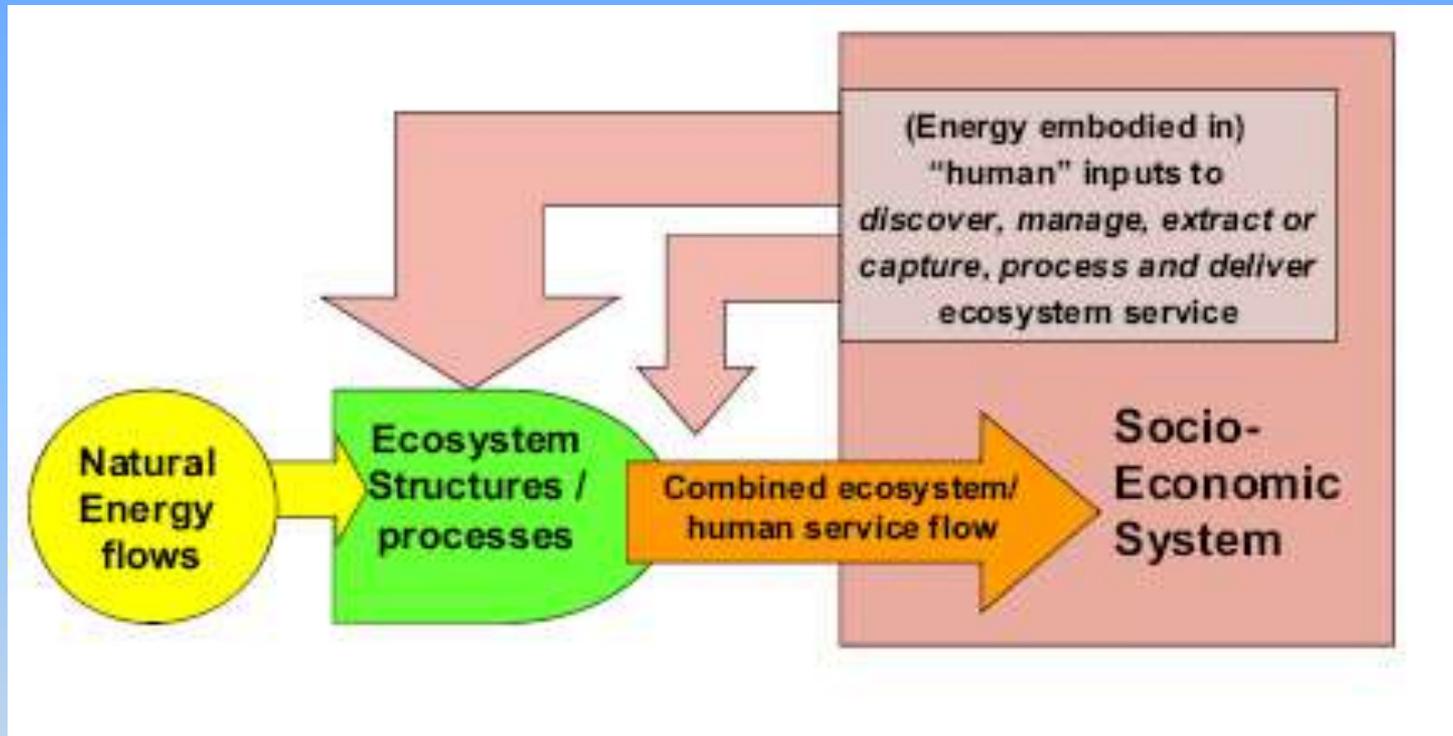


Diagramma panoramico dell' "Economia degli Ecosistemi e della Biodiversità - The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB)".

(Da Braat & de Groot, 2012)

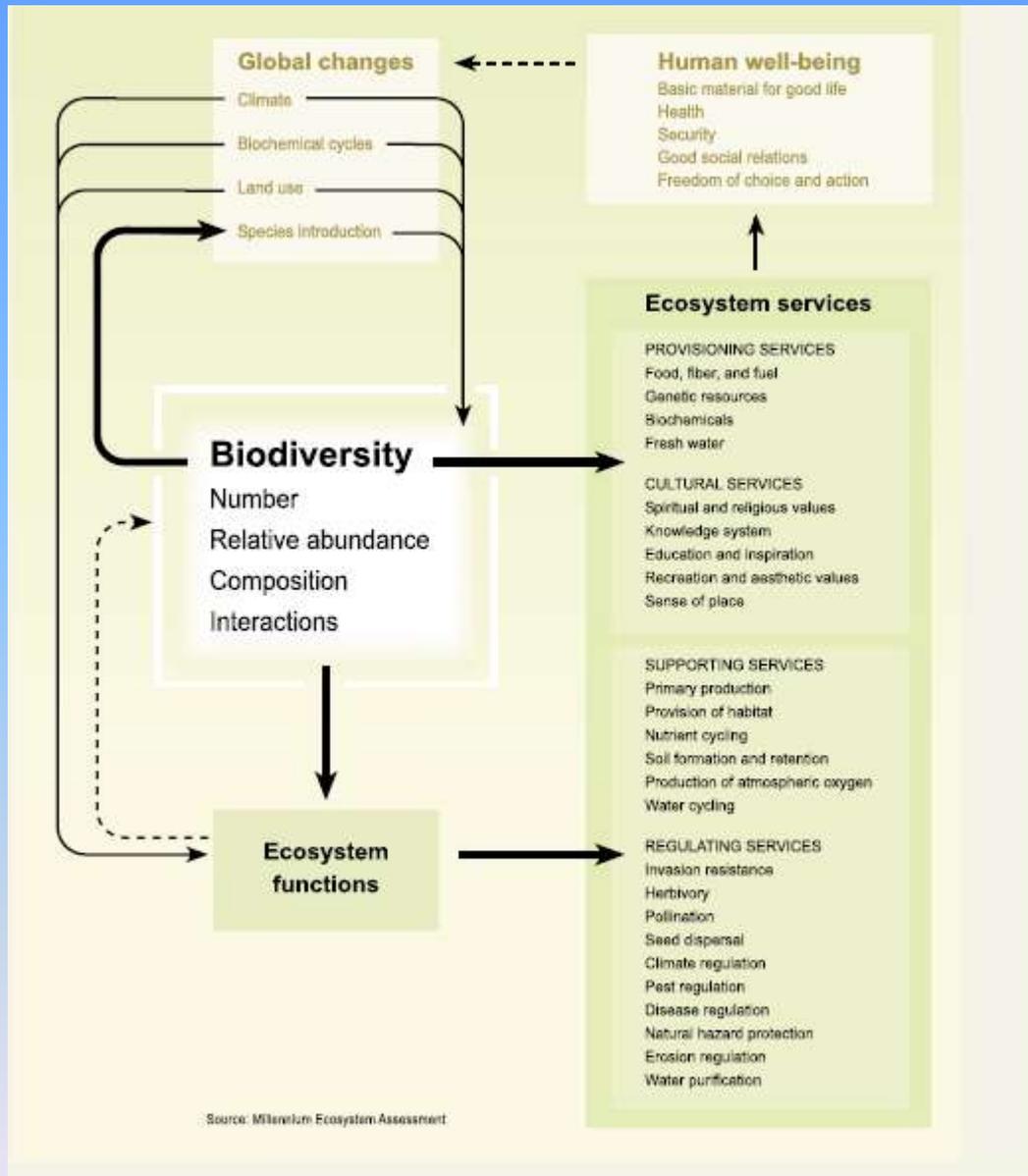
Servizi Ecosistemici e benessere umano



Rappresentazione dei Servizi ecosistemici come prodotto sia dell'energia naturale (i.e. dei processi ecosistemici) che dell'energia umana.

Da Braat & de Groot (2012) - adattato da Odum (1983).

Biodiversità e Servizi Ecosistemici



La biodiversità è sia una variabile di risposta influenzata da fattori di cambiamento globale, sia un fattore di modifica dei processi e servizi ecosistemici e del benessere umano.

Biodiversità e Servizi Ecosistemici

Sono state condotte numerose ricerche per chiarire il legame tra biodiversità, funzionamento e servizi ecosistemici

Numerose evidenze sperimentali indicano che la biodiversità ha effetti positivi sulla maggior parte dei servizi ecosistemici, in particolare su quelli di regolazione e di supporto

Nonostante ulteriori ricerche siano necessarie per chiarire completamente le relazioni tra biodiversità e servizi ecosistemici, la società nel frattempo dovrebbe procedere in un maniera precauzionale nell'uso e nella gestione della biodiversità.

Biodiversità e Servizi Ecosistemici

Table 1. A preliminary assessment of the nature, management priorities and implications of biodiversity playing its three different roles in ecosystem services

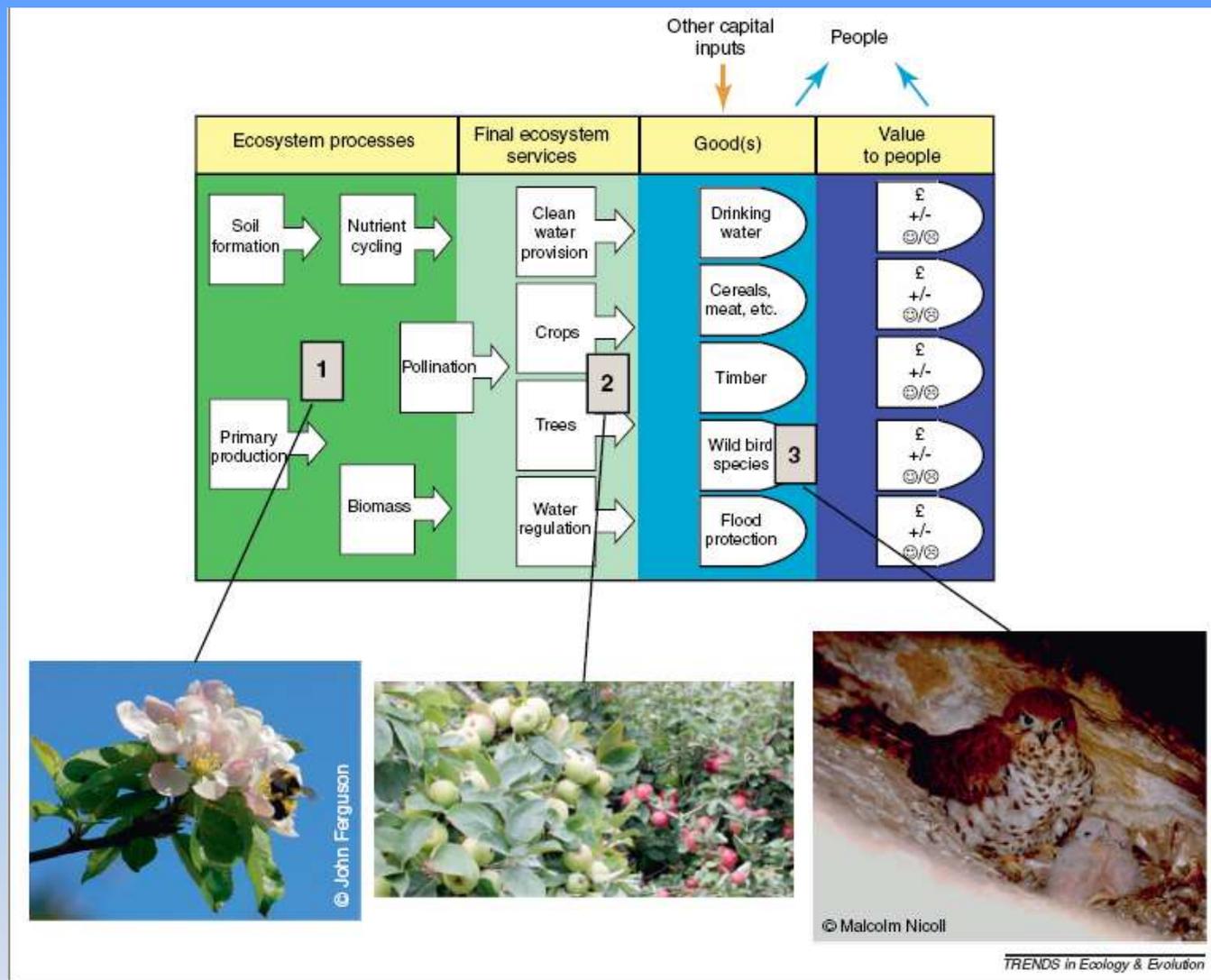
Biodiversity acting as:		
A regulator of ecosystem processes	A final ecosystem service	A good
What kind of organism?		
<p>Microorganisms: decomposition and nutrient cycling</p> <p>Primary producers (plants on land and in water): biomass production and carbon capture</p> <p>Top predators, parasites: population regulation</p> <p>Pollinators: stability of nonagricultural ecosystems</p>	<p>Wild crop and livestock relatives: ensuring genetic diversity to provide resilience of food production systems against future climate change/diseases and so on</p> <p>Organisms with secondary compounds: potential for commercial exploitation, for example novel pharmaceuticals</p> <p>Pollinators: security of many food crops</p>	<p>Large vertebrates, especially birds, mammals and conspicuous flowering plants: recognised for their charisma and aesthetic appeal</p> <p>Flagship or umbrella species: providing protection for wider communities and habitats</p> <p>Phylogenetically distinct species: maintaining evolutionary diversity</p> <p>Endangered species: maintaining taxonomic diversity</p>
What kind of ecosystem management?		
<p>Inputs need to be managed to achieve productivity and maintain nutrient cycles and decomposition but with the risk of reducing the ability of the system to deliver other services</p> <p>Importance of maintaining diversity for resilience, and resistance to predictable and unpredictable future environmental change</p>	<p>Management to maintain the necessary range of species groups and habitat or landscape types; has had, and will continue to have, profound implications for management practices; often potential conflicts, especially if the maximising of one service is a management goal</p>	<p>Directed and often very focused management for enhancing viability of individual target species or species groups</p>
How do humans benefit?		
<p>Healthy fertile soils, clean air, clean water, disease and pest regulation, climate regulation, and food and fibre production</p>	<p>Enhancing genetic variability for goods such as novel pharmaceuticals, crop strains, livestock breeds and pollinators.</p>	<p>Cultural services, recreation, tourism, aesthetic enjoyment, inspiration and education</p>
How important is 'diversity' compared with biomass or composition?		
<p>For some services and over the short term, composition and biomass might be more important attributes but little is known of the functional roles of most soil organisms and there is no reason to assume a lesser role for biodiversity here than elsewhere</p> <p>Biodiversity provides resilience (an 'insurance' role)</p>	<p>Diversity within and among relevant groups of species is essential; might be possible to preserve some elements of this diversity in gene or seed banks but these are unlikely to conserve the full range of diversity</p>	<p>Preserving species richness is primarily about diversity</p>

Biodiversità e Servizi Ecosistemici

Stabilizzazione del servizio ecosistemico di rimozione dell' O₃

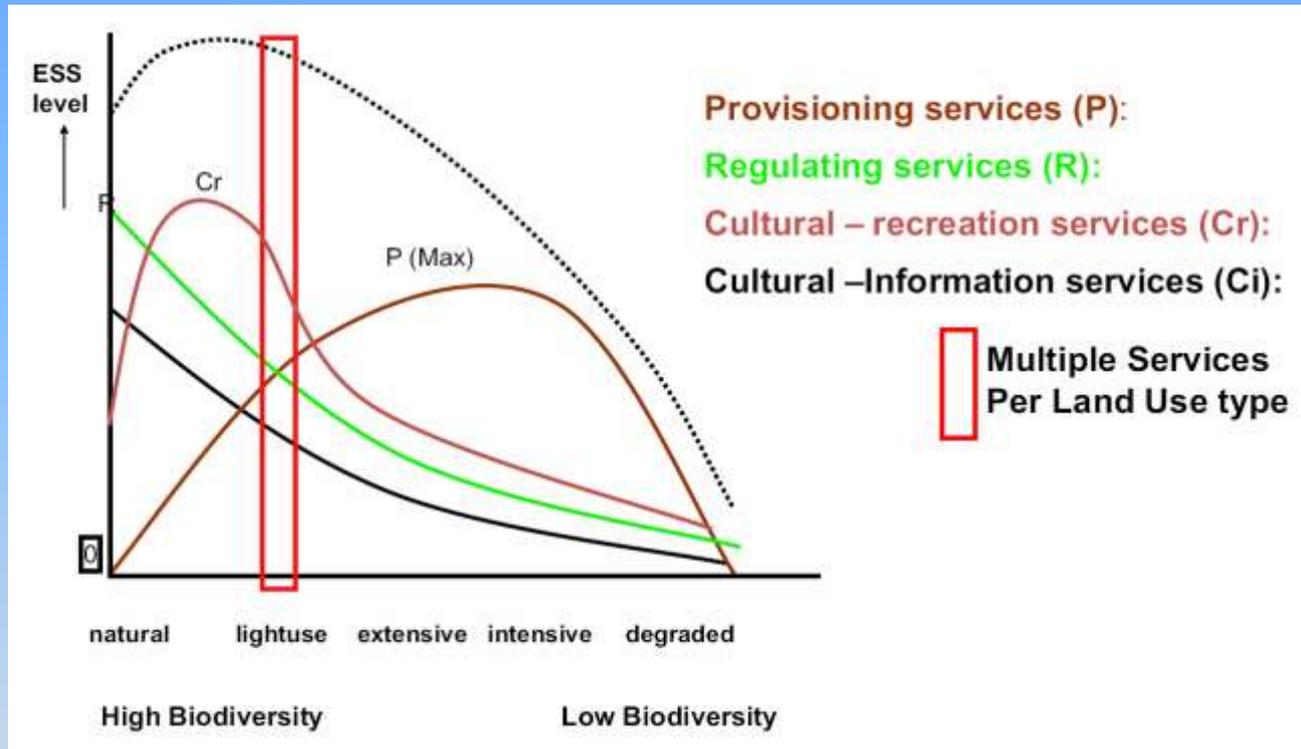
Stima della quantità di O₃ rimosso nel 2003 e 2004 dalla vegetazione arborea presente nell'area metropolitana romana (“caso reale”), e nell'ipotesi che tutti gli alberi urbani appartengano ad una sola delle tre tipologie considerate (Da Manes et al., 2012).

Tipologie fogliari	2003	2004	Totale	Variabilità interannuale 2003-2004
	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)
<u>Caso reale</u>	311.00	307.00	618.00	4.00
<u>Copertura esclusiva a:</u> Latifoglie sempreverdi	353.00	263.00	616.00	90.00
<u>Copertura esclusiva a:</u> Latifoglie decidue	300.00	315.00	615.00	15.00
<u>Copertura esclusiva a:</u> Conifere	282.00	349.00	631.00	67.00



Rappresentazione schematica di una selezione di processi e servizi ecosistemici, che illustra come i processi ecosistemici sono legati ai servizi ecosistemici finali, e ai beni e al valore economico questi generano per le persone. I servizi ecosistemici finali sono il risultato di quanto, tra ciò che viene prodotto dagli ecosistemi, fornisce agli esseri umani beni economicamente quantificabili. Il valore intero non dipende solo dall'ecosistema, ma anche dall'aggiunta di contributi della società e altri input di capitale), e il valore è spesso dipendente dal contesto. Il valore finale del bene è quindi riconducibile sia all'ecosistema che agli input umani. I valori possono essere monetari (£), quantitativi e non monetari (+ / -) e / o qualitativi (☺ / ☹). (Da Mace et al., 2012)

Biodiversità e Servizi Ecosistemici



Uso del suolo, biodiversità e servizi ecosistemici multipli

Da Braat & de Groot (2012)

Tutela dei Servizi Ecosistemici

La dominazione umana della biosfera ha alterato notevolmente gli ecosistemi, spesso compromettendo la loro capacità di fornire servizi fondamentali per la nostra stessa sopravvivenza.

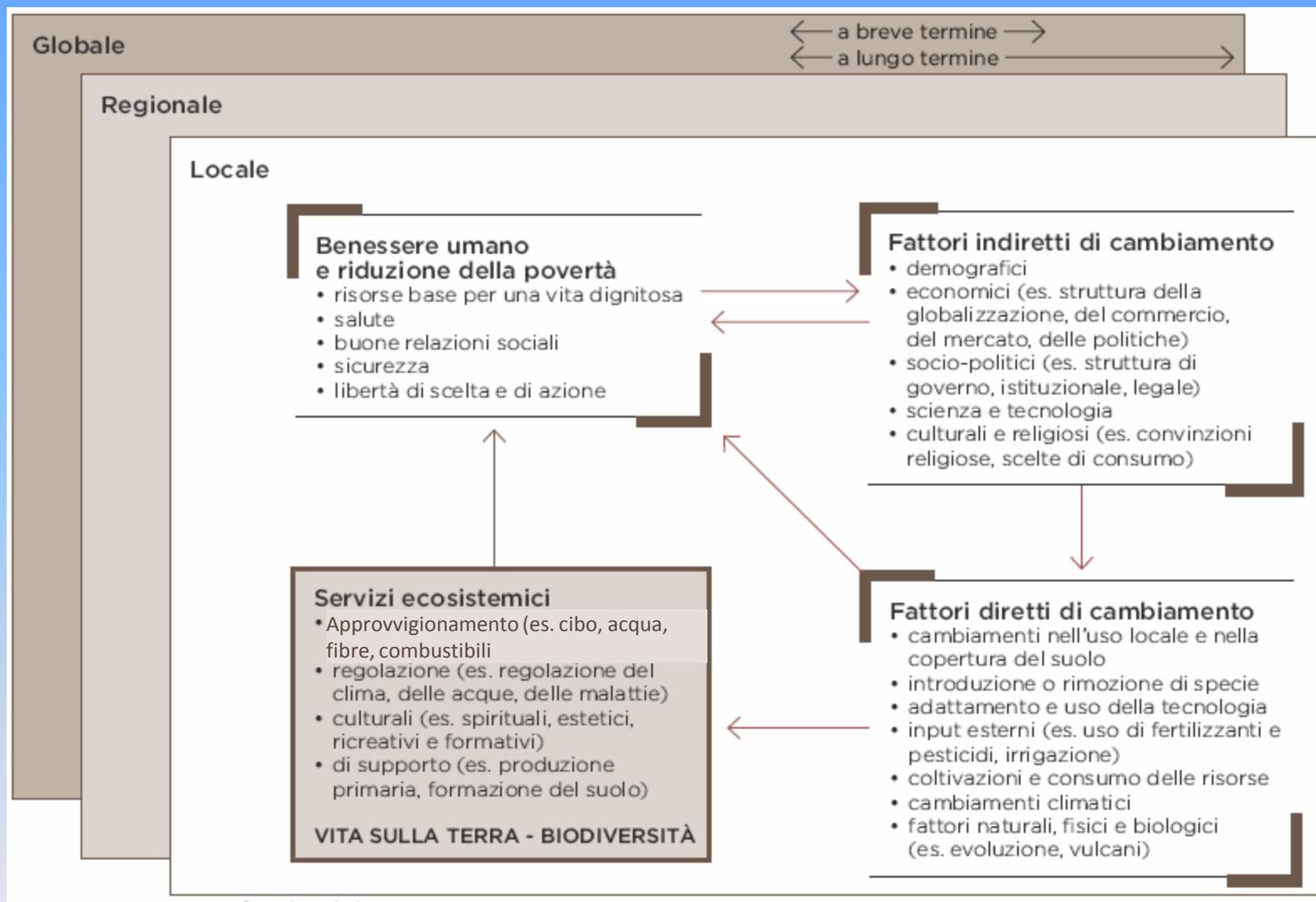
In particolare, negli ultimi 50 anni, gli esseri umani hanno modificato gli ecosistemi più rapidamente e più estesamente che in qualsiasi altro periodo della storia umana, soprattutto per soddisfare la crescente domanda di cibo, acqua dolce, legno, fibre e combustibile. Questo ha portato ad una sostanziale e in gran parte irreversibile perdita di diversità della vita sulla Terra.

Tuttavia, poiché i servizi ecosistemici non sono commercializzabili e non vengono quantificati in termini comparabili con i servizi economici ed i prodotti industriali, molto spesso questi servizi non vengono considerati nelle decisioni politiche

Stato globale dei servizi ecosistemici di approvvigionamento, di regolazione e culturali valutati nel MA

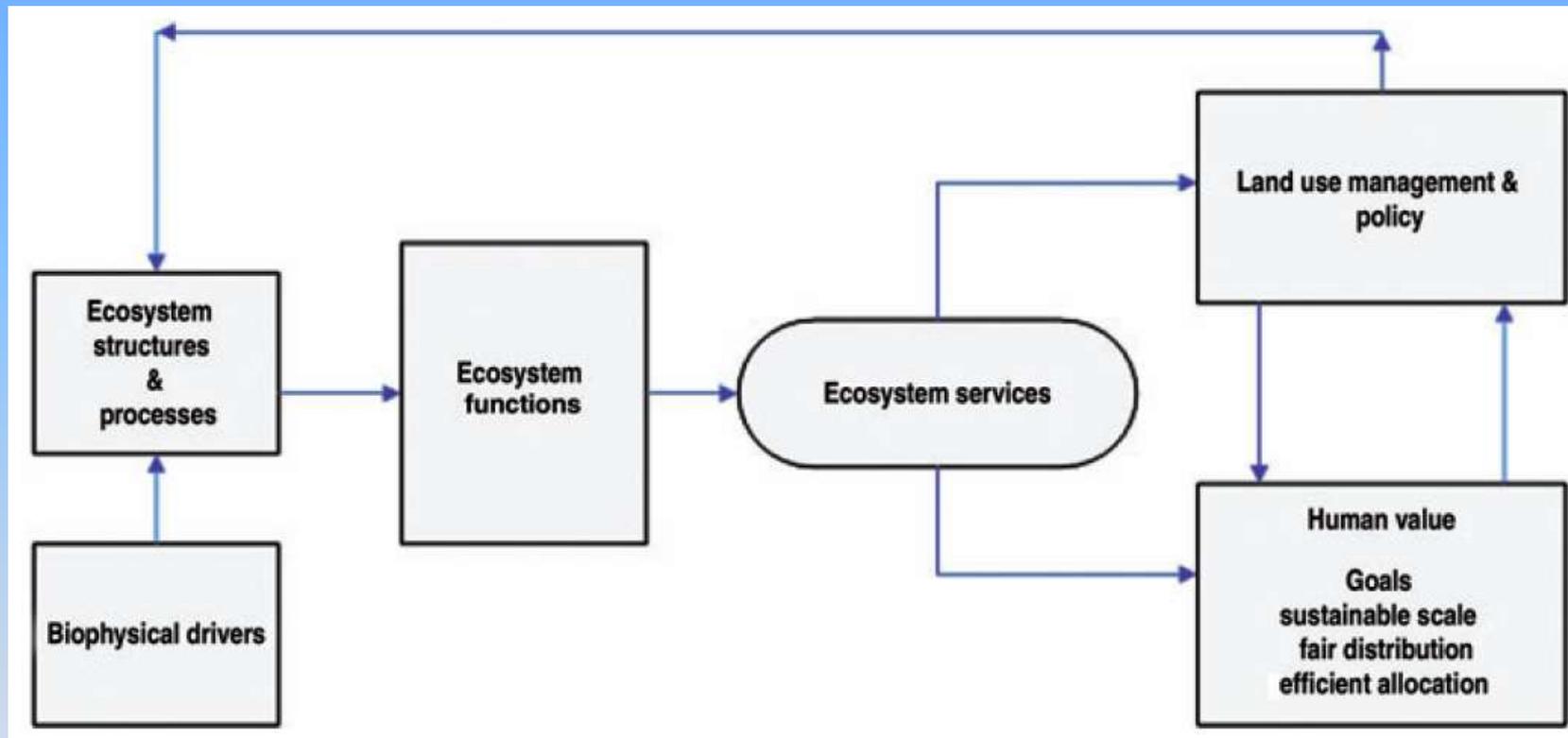
Service	Sub-category	Status	Notes
Provisioning Services			
Food	crops	▲	substantial production increase
	livestock	▲	substantial production increase
	capture fisheries	▼	declining production due to overharvest
	aquaculture	▲	substantial production increase
	wild foods	▼	declining production
Fiber	timber	+/-	forest loss in some regions, growth in others
	cotton, hemp, silk	+/-	declining production of some fibers, growth in others
	wood fuel	▼	declining production
Genetic resources		▼	lost through extinction and crop genetic resource loss
Biochemicals, natural medicines, pharmaceuticals		▼	lost through extinction, overharvest
Fresh water		▼	unsustainable use for drinking, industry, and irrigation; amount of hydro energy unchanged, but dams increase ability to use that energy
Regulating Services			
Air quality regulation		▼	decline in ability of atmosphere to cleanse itself
Climate regulation	global	▲	net source of carbon sequestration since mid-century
	regional and local	▼	preponderance of negative impacts
Water regulation		+/-	varies depending on ecosystem change and location
Erosion regulation		▼	increased soil degradation
Water purification and waste treatment		▼	declining water quality
Disease regulation		+/-	varies depending on ecosystem change
Pest regulation		▼	natural control degraded through pesticide use
Pollination		▼ ^a	apparent global decline in abundance of pollinators
Natural hazard regulation		▼	loss of natural buffers (wetlands, mangroves)
Cultural Services			
Spiritual and religious values		▼	rapid decline in sacred groves and species
Aesthetic values		▼	decline in quantity and quality of natural lands
Recreation and ecotourism		+/-	more areas accessible but many degraded
<p>Note: For provisioning services, we define enhancement to mean increased production of the service through changes in area over which the service is provided (e.g., spread of agriculture) or increased production per unit area. We judge the production to be degraded if the current use exceeds sustainable levels. For regulating and supporting services, enhancement refers to a change in the service that leads to greater benefits for people (e.g., the service of disease regulation could be improved by eradication of a vector known to transmit a disease to people). Degradation of regulating and supporting services means a reduction in the benefits obtained from the service, either through a change in the service (e.g., mangrove loss reducing the storm protection benefits of an ecosystem) or through human pressures on the service exceeding its limits (e.g., excessive pollution exceeding the capability of ecosystems to maintain water quality). For cultural services, enhancement refers to a change in the ecosystem features that increase the cultural (recreational, aesthetic, spiritual, etc.) benefits provided by the ecosystem.</p> <p>^a Indicates low to medium certainty. All other trends are medium to high certainty.</p>			

Servizi Ecosistemici, benessere, pressioni



Schema concettuale delle relazioni tra servizi ecosistemici, benessere e pressioni (MEA, 2005).

Valutazione economica dei Servizi Ecosistemici



Quadro per la valutazione integrata di beni e servizi ecosistemici
(da Liu et al., 2010).

Mappa globale del valore dei servizi ecosistemici

(Da Costanza et al., 1997)

