

Comunicazioni di servizio

- link per i materiali del corso

<https://github.com/giulange/Didattica/tree/master/Architettura/aa17-18>

- esercitazione da programmare la prossima settimana (→ foglio)
- la lezione del 15-Dic: non ci sarà (→ esercitazione)
- uso del PC nelle lezioni successive (cartografie, GIS, WebGIS, DSS)
- connessione internet in aula? → verificare!!

CORSO CREDITI LIBERI – I SEMESTRE – a.a. 2017/2018

AULA SL4.2 – 12:00-15:00

**Il suolo nella gestione e pianificazione territoriale:
approcci geospaziali avanzati**

LEZIONE 02 / 08

Funzioni e servizi ecosistemici del suolo e minacce di degrado

Giuliano Langella
glangella@unina.it

*CNR - ISAFoM
UNINA - Dip. di Agraria
pedo-calc lab 081/2532136 (CRISP)*



CNR-ISAFoM



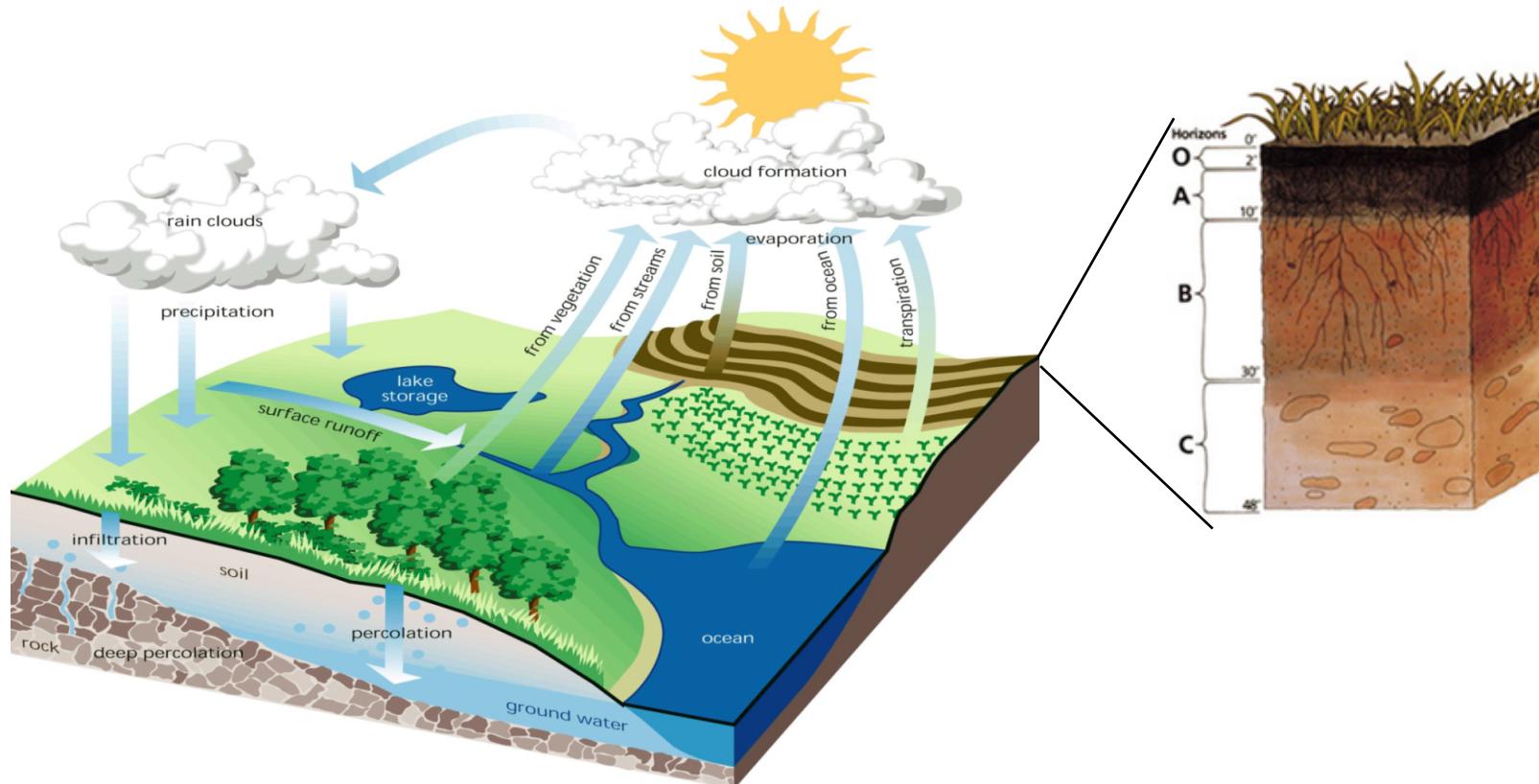
UNINA



Dalla precedente lezione...

...abbiamo visto:

- cos'è il suolo



Il suolo è la “pelle viva della terra” attraverso cui interagiscono la litosfera, l'idrosfera, l'atmosfera e la biosfera.

Dalla precedente lezione...

...abbiamo visto:

- cos'è il suolo
- come si forma

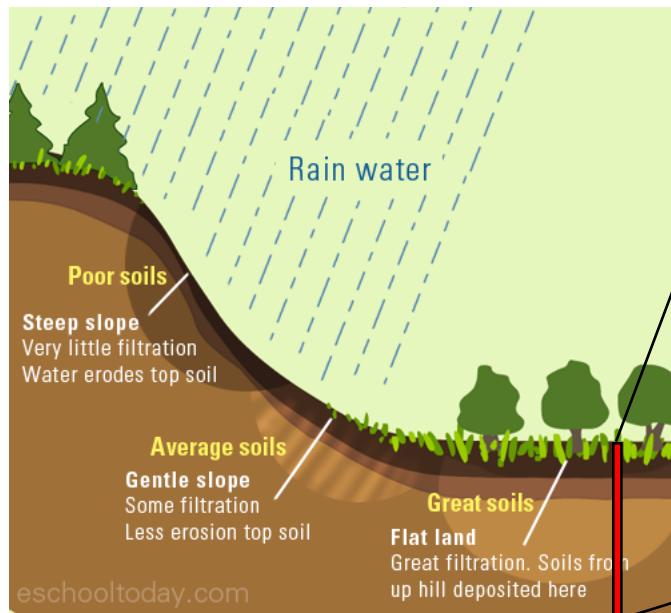


Dalla precedente lezione...

...abbiamo visto:

- cos'è il suolo
- come si forma

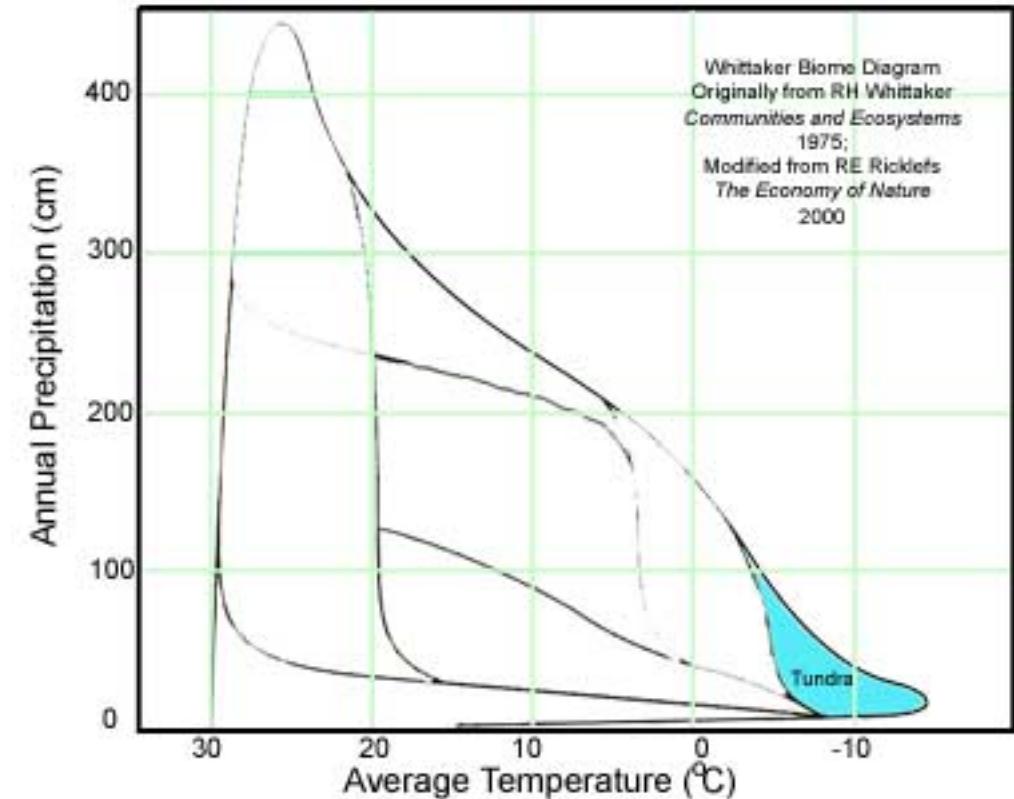
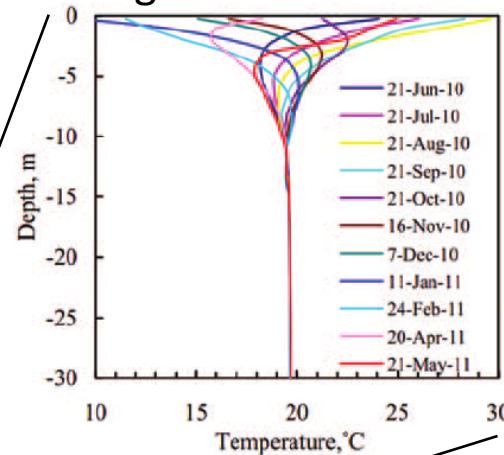
precipitazioni $\rightarrow \text{var}^2(xy, \text{time})$



Eq. di Jenny: $S = f(\text{cl}, o, r, p, t, \dots)$



profilo di Temperatura nel suolo,
regime termico $\rightarrow \text{var}(xy, \text{depth, time, elev, aspect, ...})$

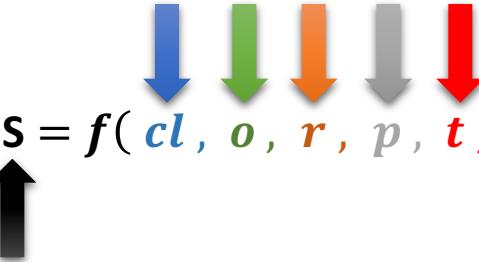


Dalla precedente lezione...

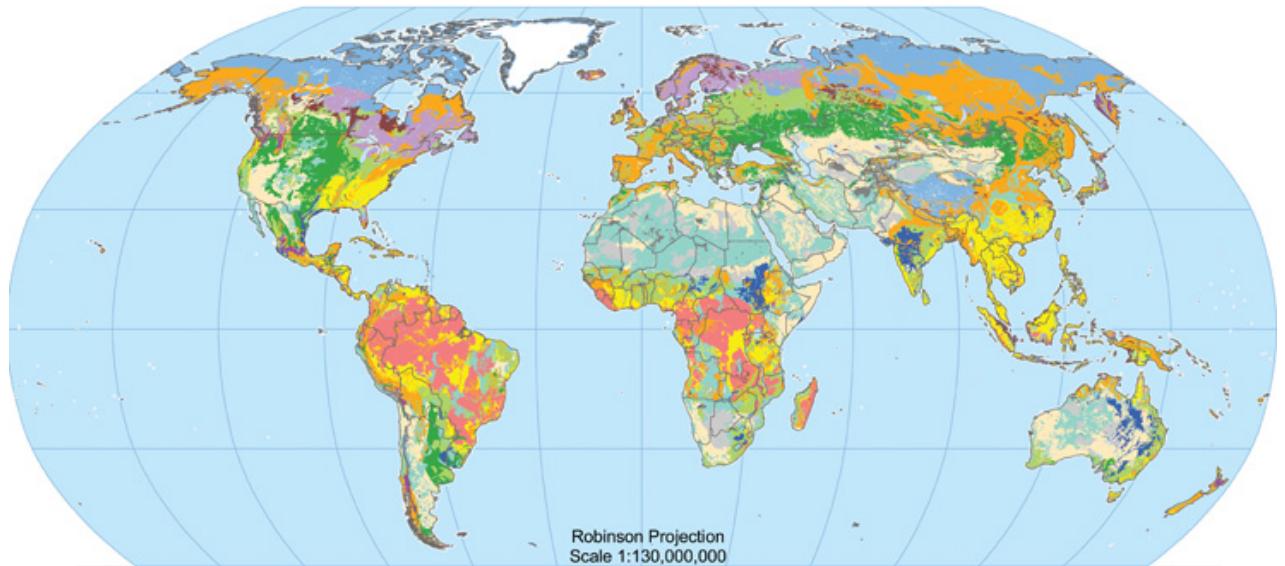
...abbiamo visto:

- cos'è il suolo
- come si forma

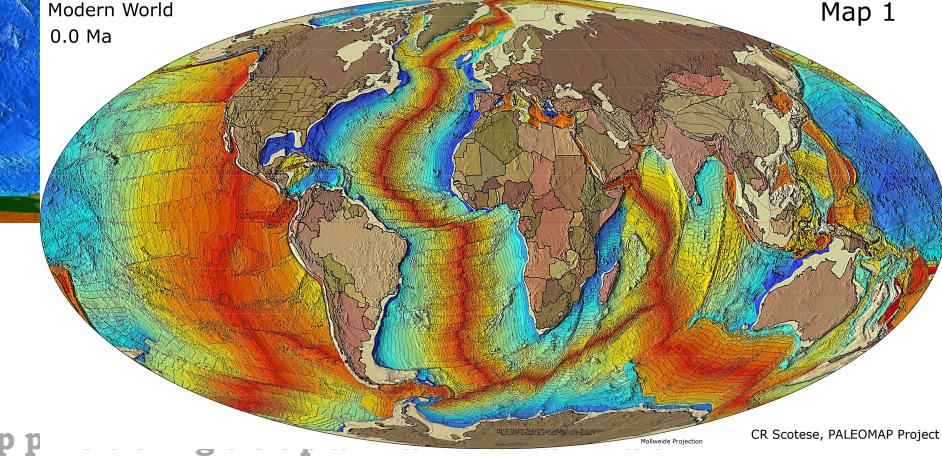
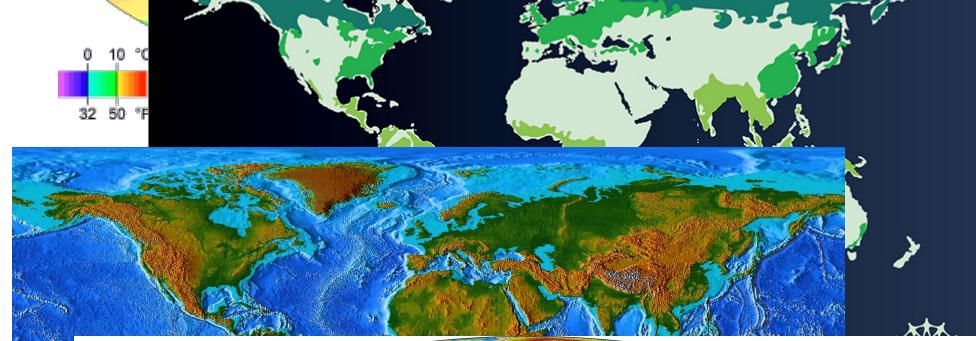
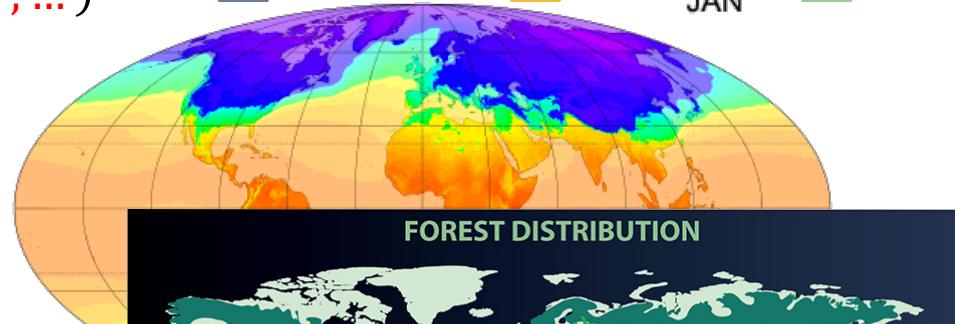
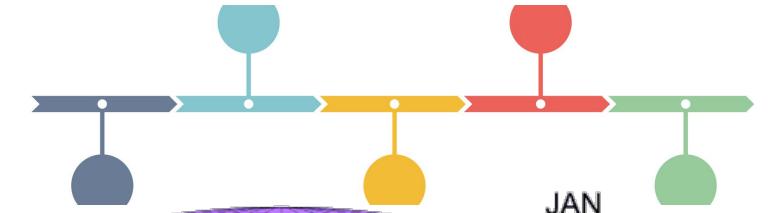
Eq. di Jenny: $S = f(c, l, o, r, p, t, \dots)$



Global Soil Regions



Soil Orders									
Alfisols	Entisols	Inceptisols	Spodosols	Rocky Land					
Andisols	Gelisols	Mollisols	Ultisols	Shifting Sand					
Aridisols	Histosols	Oxisols	Vertisols	Ice/Glacier					



Dalla precedente lezione...

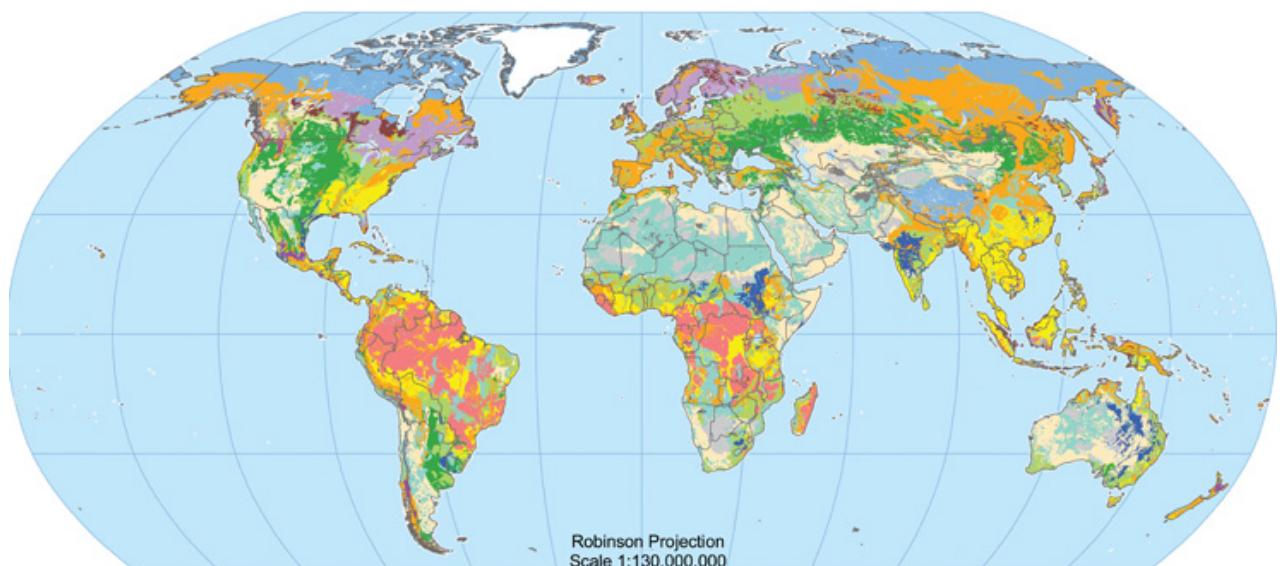
...abbiamo visto:

- cos'è il suolo
- come si forma

Eq. di Jenny: $S = f(c, o, r, p, t, \dots)$



Global Soil Regions



Abbiamo visto come la **combinazione** di diversi fattori della pedogenesi possono contribuire a comprendere la **distribuzione spaziale dei tipi di suoli**.

In realtà le cose non stanno proprio così: cioè l'equazione di Jenny non è un **descrittore esatto** per cui a parte un grande inquadramento molto lavoro deve ancora essere fatto per cartografare i suoli ad un **dettaglio soddisfacente**. Questo (per un architetto) è molto importante in quanto nell'attività professionale sarà difficile reperire informazioni sui suoli, ossia **carte pedologiche di un certo dettaglio utile agli scopi della gestione e pianificazione territoriale** (ad es. per un comune).

Tutto questo è strettamente collegato con alcune iniziative del gruppo di pedologia (UNINA-DIA) capitanata dal prof. Terribile, come ad esempio la presentazione della proposta di legge N. 1181 "Legge quadro per la protezione e la gestione sostenibile del suolo".

<https://www.senato.it/service/PDF/PDFServer/DF/299252.pdf>

Dalla precedente lezione...

...abbiamo visto:

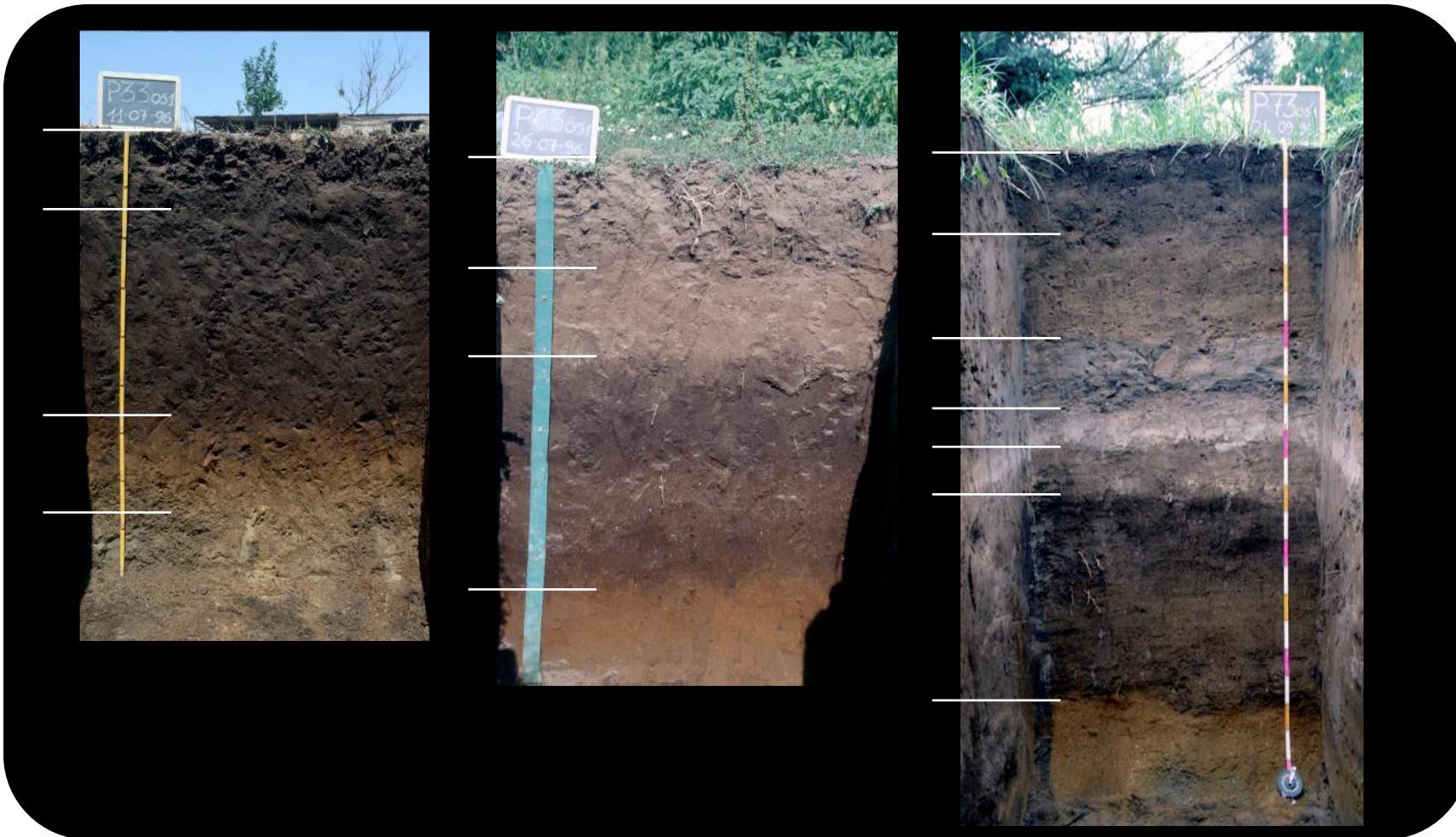
- cos'è il suolo
- come si forma

1. I fattori della pedogenesi **variano simultaneamente** nello spazio
2. Lo **spazio multivariato** dei fattori pedogenetici è responsabile della grande variabilità spaziale dei (tipi di) suoli
3. Questo è molto importante per comprendere l'**enorme variabilità e complessità** con cui le funzioni ed i servizi ecosistemici occorrono nello spazio e nel tempo!

Dalla precedente lezione...

...abbiamo visto:

- cos'è il suolo
- come si forma
- come si presenta

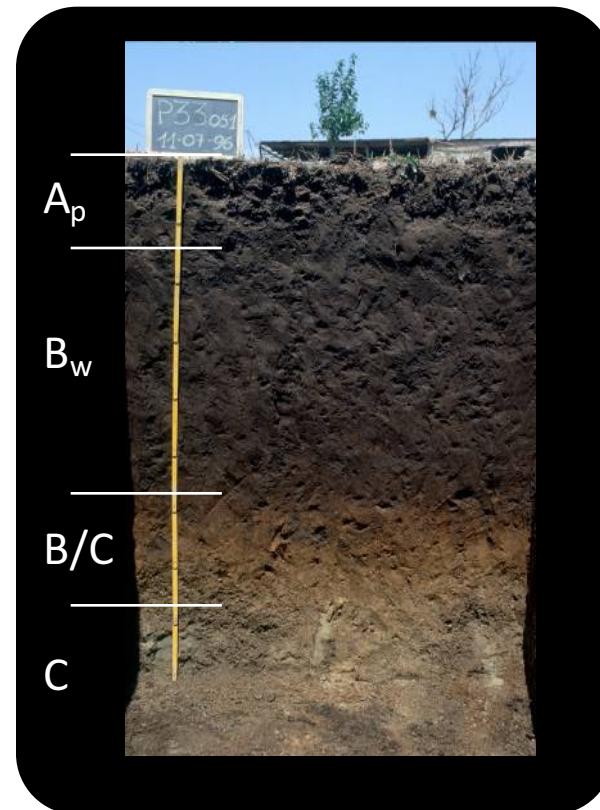


Dalla precedente lezione...

...abbiamo visto:

- cos'è il suolo
- come si forma
- come si presenta
- come si descrive

→ oggetto della esercitazione teorico-pratica (DIA – CRISP)



Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

il suolo è una fonte non rinnovabile

Il suolo in un contesto naturale o agricolo / forestale esplica un “**ruolo**” che è definito come il **realizzarsi di una funzione e/o servizio ecosistemico**. Quando il suolo non è più in grado di svolgere questi “ruoli” o lo è solo in parte si parla di **minaccia di degrado**, in quanto a degradarsi è proprio una funzione e/o servizio svolto dal suolo all'interno dell'ecosistema.

Una volta capito che cosa è un suolo, dobbiamo comprendere come possiamo codificare i “ruoli” che esso svolge nell'ecosistema.

Le funzioni ecosistemiche dei suoli ed i **metodi di valutazione**: dalla qualificazione alla quantificazione.

Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

Alcune definizioni:

“La capacità delle componenti e dei processi naturali di **produrre** beni e servizi in grado di soddisfare direttamente o indirettamente i **fabbisogni umani**”

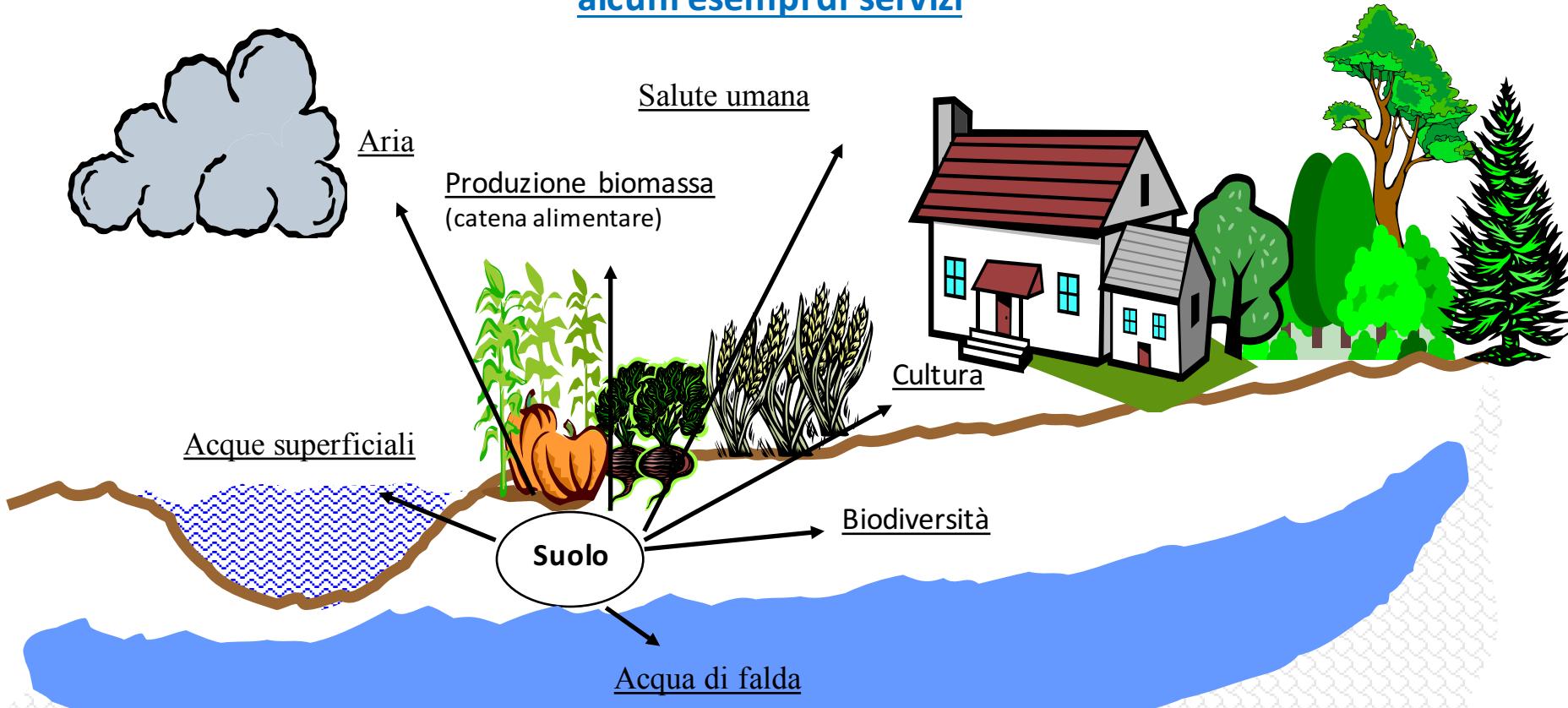
(de Groot et al., 2002)

“I benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano”

(MA, 2005 Millennium Ecosystem Assessment)

Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

alcuni esempi di servizi



Il **suolo** è una risorsa fondamentale per la vita sulla Terra, è il supporto alla **produzione agraria e forestale** fornendo cibo, biomasse e materie prime, è **riserva di patrimonio genetico**, filtra e conserva l'acqua delle precipitazioni, è **custode della memoria storica**, nonché elemento essenziale del paesaggio. È il principale **deposito di carbonio** delle terre emerse.

Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

funzioni e servizi rappresentati dalla FAO



① Habitat for Soil Organisms

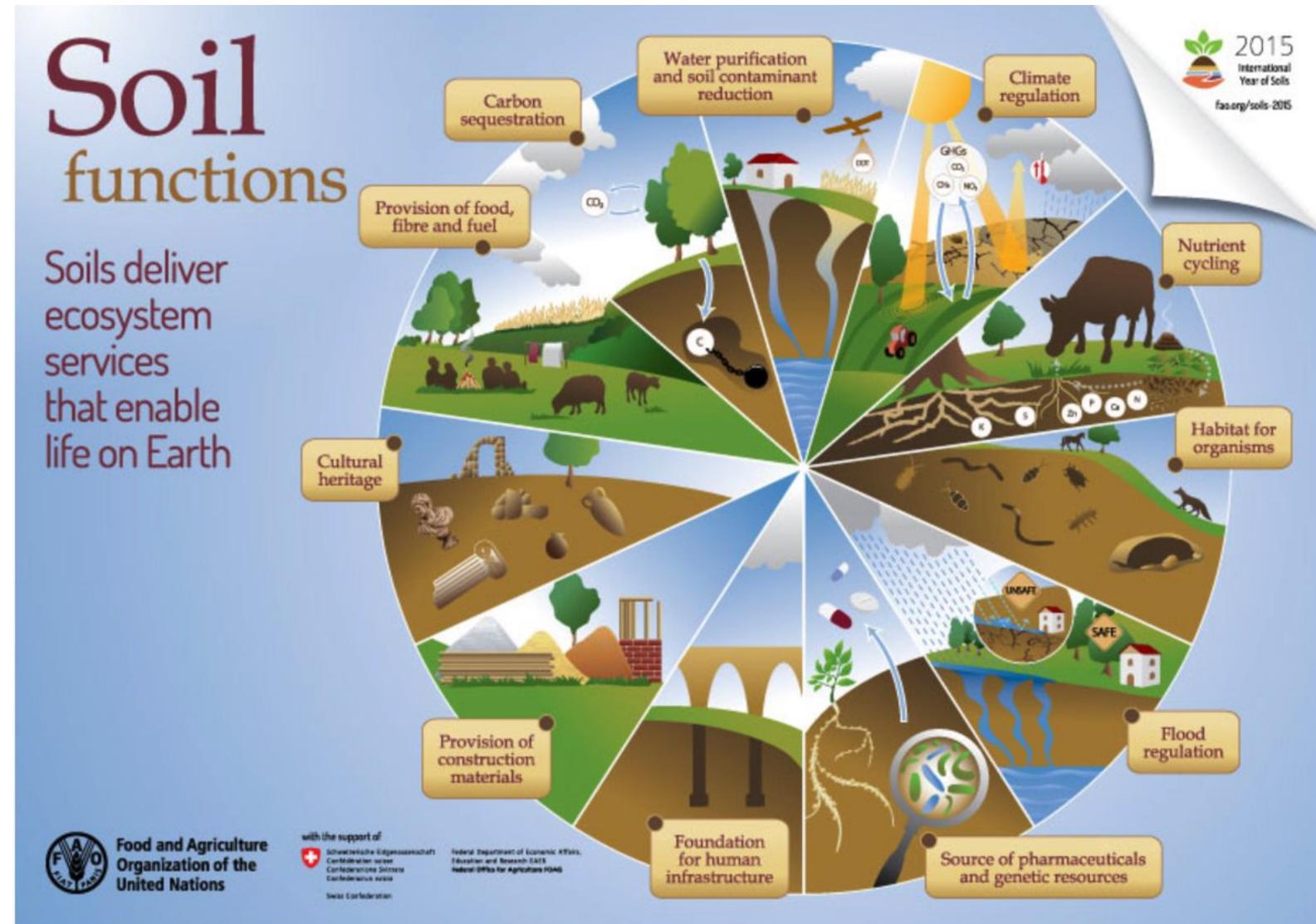
② Nutrient Cycling,
Filter and Buffer

③ Medium for Plant Growth

④ Water and Climate
Regulation & Carbon Storage

⑤ Engineering Medium

⑥ Physical and cultural heritage



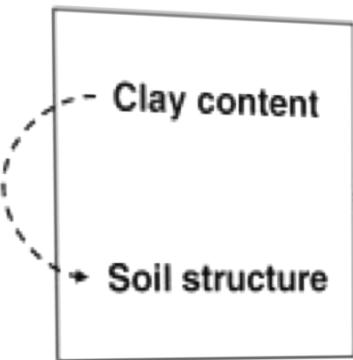
Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

capitale, funzione, servizio

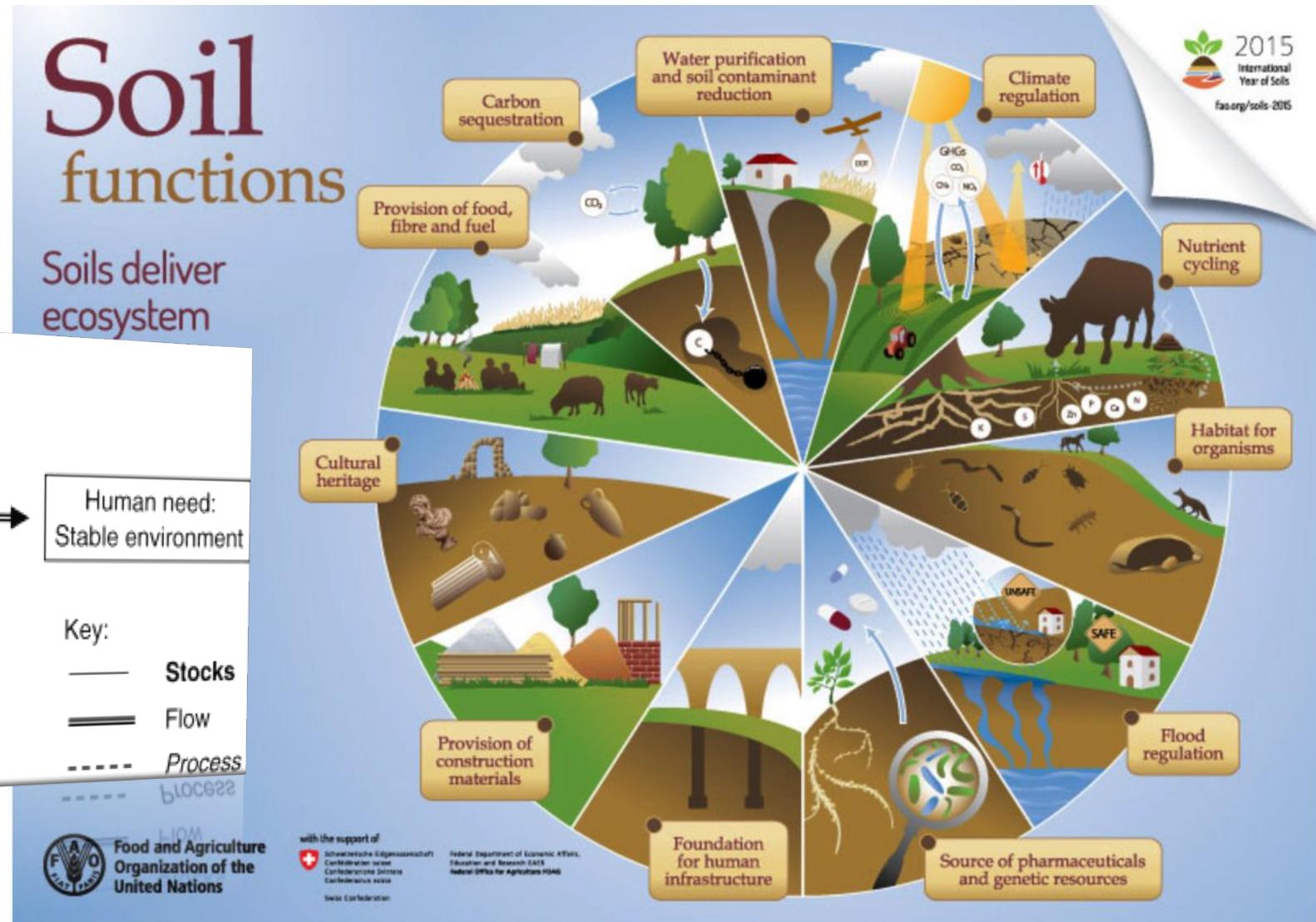
2015
International Year of Soils
fao.org/soils-2015

Distinzione tra funzione e sevizio:

Natural capital stocks



*Dominati *et al.*, Ecological Economics 69
(2010) 1858–1868



Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

alcuni esempi di funzioni e servizi in dettaglio

Servizi Ecosistemici	Processo/i funzionale/i	Fattori che contribuiscono o che limitano i processi
* Purificazione delle acque e riduzione della contaminazione	Fertilizzanti, pesticidi o altre sostanze contaminanti vengono adsorbite all'interno degli aggregati del suolo ad opera delle particelle argillose e della sostanza organica, per poi essere degradate (alterazioni chimiche) dai bioti.	Tessitura del suolo (principalmente limo e argilla), struttura del suolo, contenuto in sostanza organica, biodiversità genetica e funzionale dei bioti (es. alcuni microrganismi sono degradano i prodotti del petrolio)
* Effetti diretti nel mitigare e/o regolare i fenomeni alluvionali	L'infiltrazione e l'assorbimento delle acque piovane nei suoli riducono il ruscellamento superficiale e di conseguenza riducono il rischio di flussi improvvisi e di alluvioni. Un minor ruscellamento superficiale è anche sinonimo di minor erosione e di minor movimento di sedimenti all'interno delle acque alluvionali.	La tessitura, la struttura ed il contenuto in sostanza organica dei suoli sono fattori strettamente correlati ai fenomeni di infiltrazione delle acque, di erosione e di assorbimento delle acque.
Fonti di prodotti di natura biochimica e farmaceutica	I diversi biota nel suolo possono essere fonte di nuove molecole utilizzabili nella farmaceutica (es. penicillina)	La struttura ed il contenuto in sostanza organica dei suoli influiscono sul contenuto idrico, sugli scambi gassosi e sulla disponibilità di nutrienti nel suolo.

(adapted from Finvers, M.A., 2008)

continua...

Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

alcuni esempi di funzioni e servizi in dettaglio

Servizi Ecosistemici	Processo/i funzionale /i	Fattori che contribuiscono o che limitano i processi
* Sequestro di Carbonio	Il carbonio, da forme più labili a forme più stabili di sostanza organica (SOM) è stoccatto (e riciclato). La SOM è circa il 58% del carbonio organico.	La capacità di stoccaggio del carbonio è funzione della granulometria del suolo, della struttura, del regime di umidità, del regime nutrizionale (es. disponibilità di N), della temperatura, del livello di attività biotica, della vegetazione associata e del regime di disturbo del suolo.
Base di tutti gli ecosistemi terrestri - supporto alla vita	Lo sviluppo del suolo (e degli orizzonti pedologici) è parte dello sviluppo degli ecosistemi	Lo sviluppo del suolo e dell'ecosistema associato è funzione del tempo, dei materiali rocciosi sottostanti, della topografia, del clima, delle precipitazioni, della temperatura, dell'esposizione, dell'umidità, dello sviluppo della vegetazione e delle successioni vegetazionali.
Ciclo dei nutrienti per sostenere la crescita delle piante (produzione primaria) compresa la produzione di cibo e di fibre	I biota del suolo riciclano la materia organica morta in una forma minerale utilizzabile dalle piante, essa è necessaria per la formazione delle cellule e per la crescita vegetativa.	La disponibilità di nutrienti a partire dalla materia organica è funzione dei livelli di attività biologica. La disponibilità di fertilizzanti chimici è funzione della concentrazione di tali nutrienti disolti in fase acquosa, adsorbiti dalle argille e dalla materia organica.

(adapted from Finvers, M.A., 2008)

continua...

Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

alcuni esempi di funzioni e servizi in dettaglio

Servizi Ecosistemici	Processo/i funzionale/i	Fattori che contribuiscono o che limitano i processi
* Supporto alle infrastrutture umane	La maggior parte delle infrastrutture umane è sostenuta dal suolo o poggia sul suolo o sulle rocce sottostanti	La resistenza del suolo è funzione della sua densità (compattamento), della tessitura, della struttura, del contenuto idrico e della porosità.
Effetti diretti sui gas a effetto serra	La microflora e la microfauna nel suolo influenzano i flussi di CO ₂ , CH ₄ e N ₂ O.	Regime di umidità del suolo (saturazione), nutrienti (materia organica), la temperatura, i livelli di attività microbica.
Bonifica dei suoli contaminati da inquinanti aerotrasportati	I microrganismi nel suolo metabolizzano i contaminanti attraverso processi ossidativi e riduttivi	I microrganismi per effettuare processi ossidativi necessitano di nutrienti (principalmente C, N, P ed altri in tracce) di umidità (in genere dal 40 al 60 % della capacità di campo), di valori ottimali di pH (5.5-8.5 ottimale 7.0) e di temperature appropriate ed ossigeno. I processi ossidativi vengono inibiti in presenza di eccessivi composti tossici.

(adapted from Finvers, M.A., 2008)

Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

MA : Millennium Ecosystem Assessment

What is the Millennium Ecosystem Assessment (MA)?

<http://millenniumassessment.org/en/index.html>

The Millennium Ecosystem Assessment (MA):

- was called for by the **United Nations** Secretary-General Kofi Annan in **2000**
- its **objective was to assess the consequences of ecosystem change for human well-being** and the **scientific basis for action needed to enhance the conservation and sustainable use** of those systems and their contribution to human well-being
- **has involved the work of more than 1,360 experts worldwide.** Their findings, contained in five technical volumes and six synthesis reports, **provide a state-of-the-art scientific appraisal** of the condition and trends in the world's ecosystems and the services they provide (such as clean water, food, forest products, flood control, and natural resources) and **the options to restore, conserve or enhance the sustainable use of ecosystems.**

Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

MA : Millennium Ecosystem Assessment

Nel Millennium Ecosystem Assessment* sono descritte quattro categorie di servizi ecosistemici:

supporto alla vita (come ciclo dei nutrienti, formazione del suolo e produzione primaria);

approvvigionamento (come la produzione di cibo, acqua potabile, materiali o combustibile);

regolazione (come regolazione del clima e delle maree, depurazione dell'acqua, impollinazione e controllo delle infestazioni);

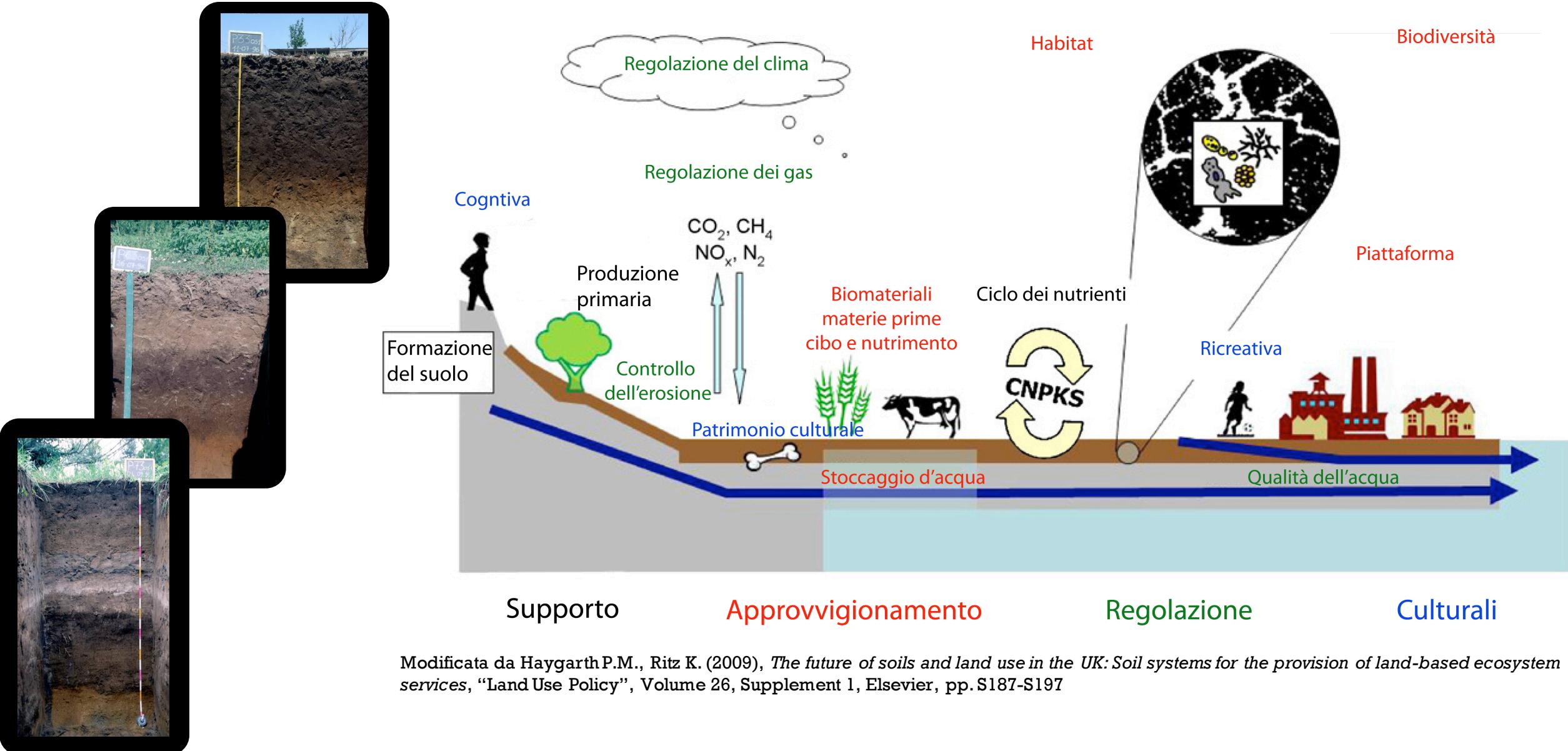
valori culturali (fra cui quelli estetici, spirituali, educativi e ricreativi);

<http://millenniumassessment.org/en/index.html>

*The objective of the MA was to assess the consequences of ecosystem change for human well-being and to establish the scientific basis for actions needed to enhance the conservation and sustainable use of ecosystems and their contributions to human well-being.

Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

relazione suolo – servizi ecosistemici



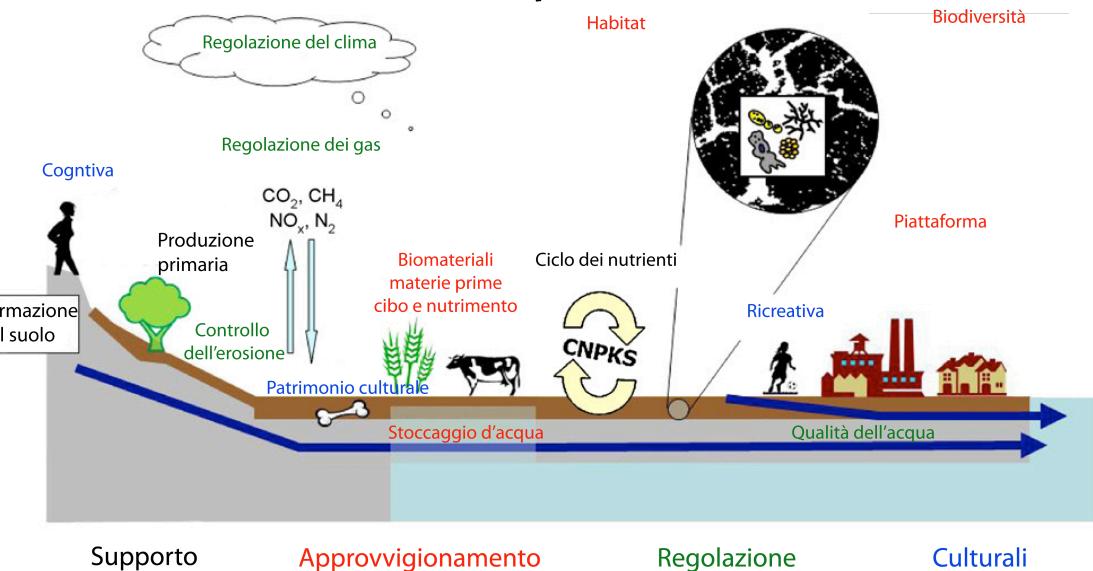
Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

[stretta relazione di causa–effetto]

(1) diversi usi e coperture del suolo generano SE diversi

- Il suolo produce servizi ecosistemici: poiché i suoli variano nello spazio anche i servizi (tipi e livelli) sono variabili nello spazio.
- Servizi diversi sono prodotti da suoli differenti
- Uno stesso suolo produce diversi servizi contemporaneamente (pensiamo ad un suolo agricolo...)
- Uno stesso servizio può essere prodotto da suoli diversi, ma con attitudini diverse per cui cambia il livello della fornitura del servizio ecosistemico.

(2) suoli diversi determinano usi e coperture del suolo differenti
[fattori esogeni, es. antropici]



Modificata da Haygarth P.M., Ritz K. (2009), *The future of soils and land use in the UK: Soil systems for the provision of land-based ecosystem services*, "Land Use Policy", Volume 26, Supplement 1, Elsevier, pp. S187-S197

Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

MA : Millennium Ecosystem Assessment

Where are the uncertainties too large to provide useful input to decision-makers?

Assessments play a useful role in clarifying where scientific uncertainties remain. While uncertainties can be used to argue for a 'wait and see' approach, they can equally well be used to argue for a precautionary approach. Among the MA findings, the certainty of the global findings is generally relatively high. Perhaps the **greatest uncertainty associated with** a critically important feature of ecosystem change at a global scale surrounds **the knowledge of the extent of land degradation** in drylands. Even so, using relatively conservative estimates of land degradation (10-20% degraded) the area and the number of people involved is still large. Where **uncertainty** is the greatest problem, however, is **at the local or national scale**. For example, **at the local scale there is typically insufficient information on the full economic costs and benefits of alternate uses of ecosystems to fully inform decisions.**

Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

Progetto LIFE+mgn

<http://www.lifemgn-serviziecosistemici.eu/IT/home/Pages/default.aspx>

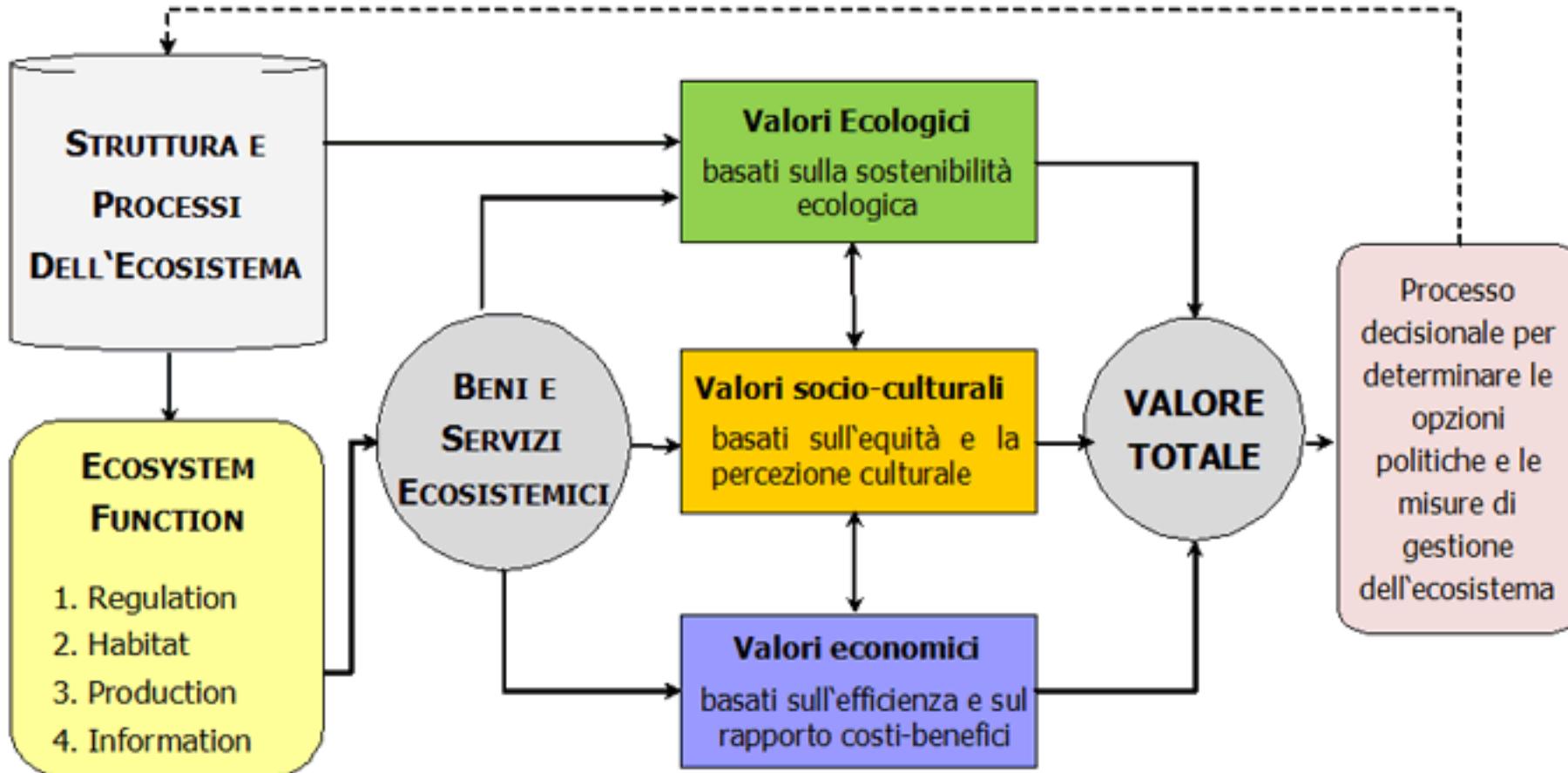
Che cosa fa. Il progetto *LIFE+ Making Good Natura* sviluppa nuovi percorsi di governance ambientale finalizzati alla tutela degli ecosistemi agroforestali ed elabora forme di valutazione biofisica, qualitativa e quantitativa dei servizi ecosistemici nei siti della rete Natura 2000.

Pertanto è chiaramente divenuta fondamentale l'integrazione del concetto di funzioni e servizi ecosistemici nelle decisioni di gestione e pianificazione del territorio affinché gli amministratori locali possano controllare le pressioni che minacciano l'ecosistema e la loro funzionalità, migliorarne l'efficacia e “costruire” un modello di governance che si basi su strumenti come i pagamenti per i servizi ecosistemici.

Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

PES (Payment for Ecosystem Services)

<http://www.lifemgn-serviziecosistemici.eu/IT/home/Pages/default.aspx>



Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

PES (Payment for Ecosystem Services)



Tecnicamente con il termine PES si indica una transazione volontaria in cui uno specifico servizio ecosistemico (o un tipo di uso del suolo che ne assicuri la fornitura) è venduto da almeno un venditore ad almeno un compratore se e solo se il fornitore del suddetto servizio ne garantisce la fornitura (condizionalità).

Un esempio concreto di PES è l'accordo tra l'azienda per la fornitura di servizi idrici della città di New York e i proprietari forestali del bacino di captazione. In base a tale accordo i proprietari si sono impegnati a gestire i propri boschi secondo uno specifico programma di gestione forestale compatibile con il mantenimento del deflusso idrico a valle di qualità e quantità costante nel tempo. **La compensazione per il mantenimento del servizio ecosistemico (acqua potabile) viene corrisposta attraverso un'addizionale sulla tariffa idrica, pagata dagli utenti finali.** L'implementazione del programma ha permesso un parziale risparmio di spesa sui 6-9 miliardi di dollari necessari per realizzare impianti di depurazione, che sarebbe comunque gravata sui cittadini, garantendo ai proprietari forestali un flusso annuo e costante di reddito.

I PES possono essere quindi **uno strumento di gestione efficace delle risorse naturali** che consente di assicurare un servizio garantendo al tempo stesso elevati livelli di qualità del paesaggio.

Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

Minacce di degrado

Abbiamo ampiamente sottolineato l'importanza delle **funzioni e servizi ecosistemici dei suoli**, ma soprattutto l'azione antropica sta mettendo a dura prova e quindi a serio rischio il perdurare di questi nelle generazioni future.

Si parla, quindi, di **minacce di degrado**.

Ma cosa si degrada?

- a degradarsi è il **capitale naturale** (ossia il suolo)
- e di conseguenza le **funzioni/servizi** da esso prodotte

Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

Minacce di degrado

Come mai c'è tanta **sensibilità verso questo tema?**

- incremento della **popolazione** mondiale: richiesta di più cibo, acqua potabile, fibre, energia, superficie urbanizzata, ...
- maggiore sensibilità alla **qualità** della vita
- aumento della **produzione** agricola e forestale: conversione dei suoli da forestali in agricoli e da agricoli in urbani (depauperamento del capitale naturale!)
- aumento della **produttività** (q/ha): concimi, fitofarmaci, miglioramento genetico
- scenari di **cambiamento climatico** (C.C. Climate Change): resilienza

Tutti questi temi sono stati trattati sistematicamente all'interno delle **S.D.G.** (Sustainable Development Goals)

Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

SDGs



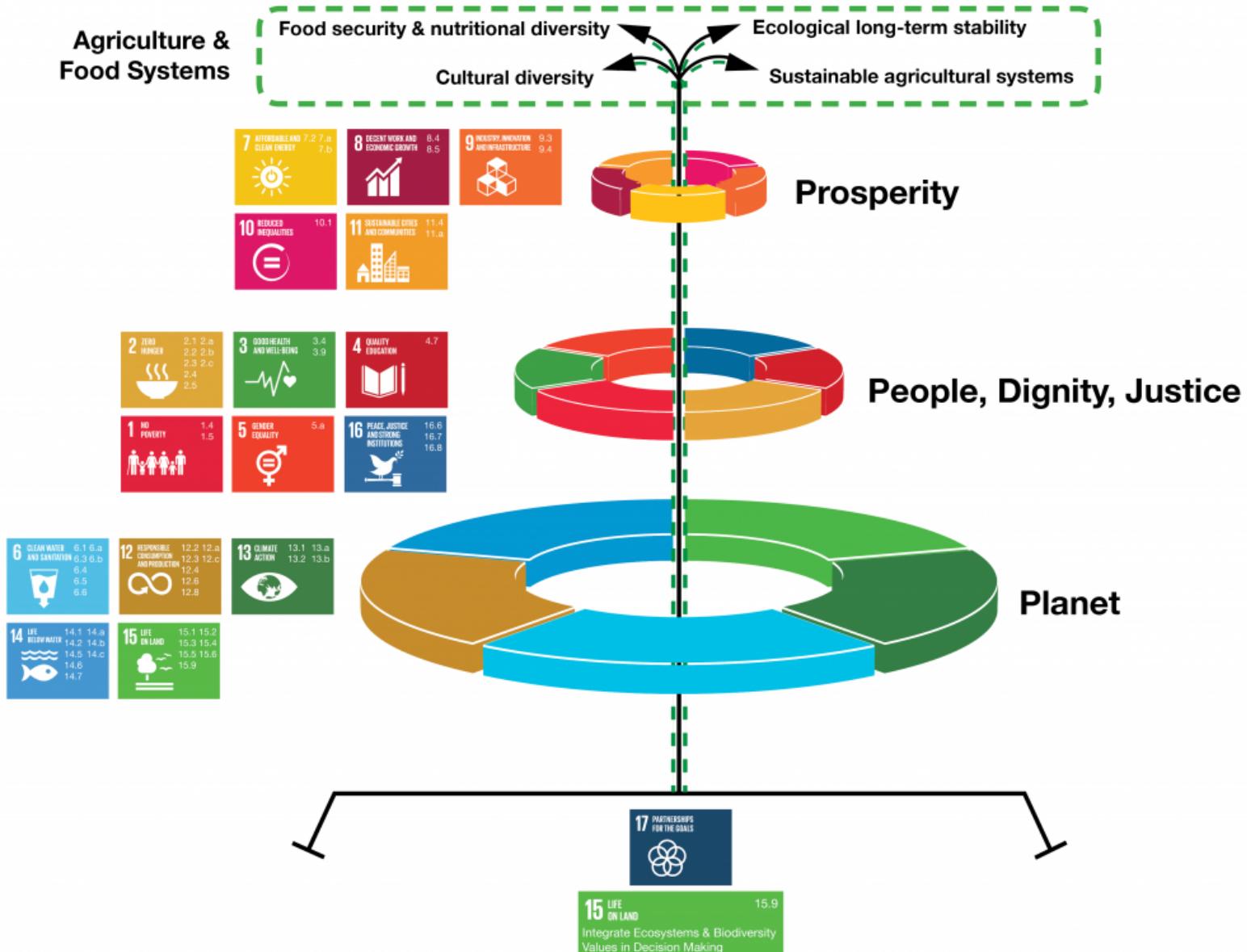
SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



<https://sustainabledevelopment.un.org/sdgs>

Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

SDGs



Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

SDGs



RICAPITOLIAMO

I servizi ecosistemici **svolgono un ruolo fondamentale** nel supportare la vita sulla Terra.

Tuttavia non sono completamente inclusi nel mercato e non sono nemmeno **quantificati adeguatamente**.

RICAPITOLIAMO

Ma i **decisori politici** (coloro che orientano la gestione del territorio, che pianificano e progettano interventi sul territorio) in futuro avranno sempre più bisogno di strumenti utili a valutare in termini **quantitativi** i beni ed i servizi forniti dai sistemi naturali.

Non solo per il loro valore intrinseco ...

.... ma anche perché questi sistemi oggi **sono minacciati**, la stessa gestione del territorio spesso altera gli equilibri che regolano i processi naturali coinvolti.

I servizi ecosistemici vengono alterati, e talvolta perduti per sempre ...

RICAPITOLIAMO

Questa è la ragione per cui il mio gruppo di lavoro (coinvolti nello studio del suolo) ha iniziato nel 2010 lo sviluppo di **sistemi di supporto alle decisioni** in grado, tra le altre cose, di fornire **strumenti** in grado di agevolare e semplificare la **quantificazione** del suolo perso e dei servizi ecosistemici persi.

- **progetto LIFE+ SOILCONSWEB**
- **progetto Soil Monitor**

PART 2

quantificare (la perdita de)i servizi ecosistemici

Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

le minacce di degrado

Tutti sappiamo che il suolo è minacciato (ad es. relazione Commissione Europea del 13.02.2012 al Parlamento Europeo) da uno sviluppo urbano non più sostenibile, da pratiche agricole e forestali inadeguate, da attività industriali pressanti ed inquinanti.



Le minacce (COM 2006)

- erosione,
- diminuzione di materia organica,
- contaminazione locale o diffusa,
- impermeabilizzazione (sealing),
- compattazione,
- calo della biodiversità,
- salinizzazione,
- alluvioni
- frane
- desertificazione

Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

le minacce di degrado

Soil threats in Europe: status, methods, drivers and effects on ecosystem services

JRC (Joint Research Centre) Technical Report

- erosione *

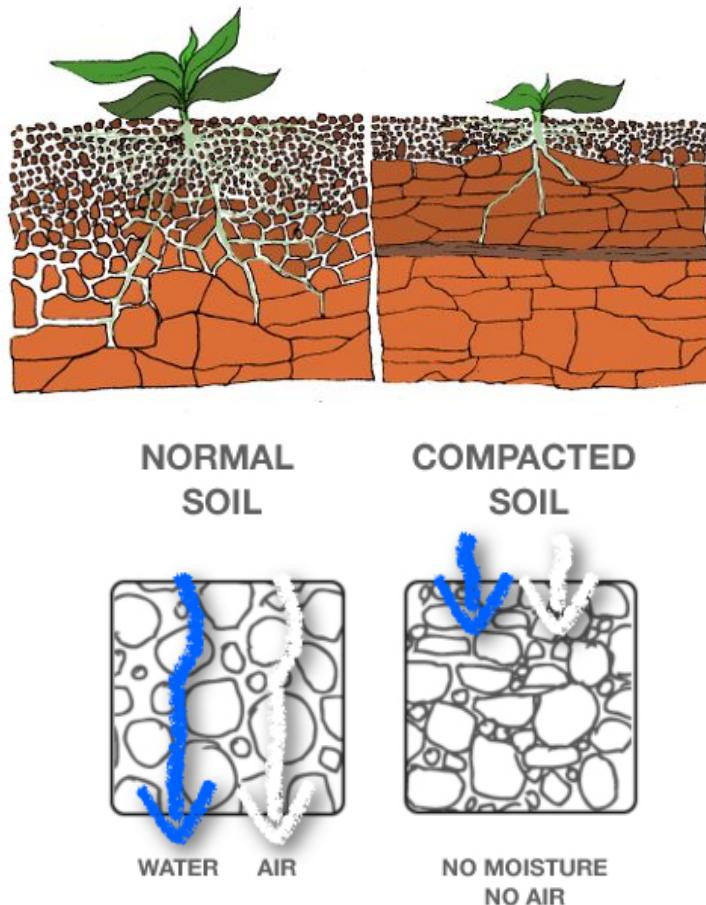


Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

le minacce di degrado

Soil threats in Europe: status, methods, drivers and effects on ecosystem services
JRC (Joint Research Centre) Technical Report

- erosione *
- compattazione



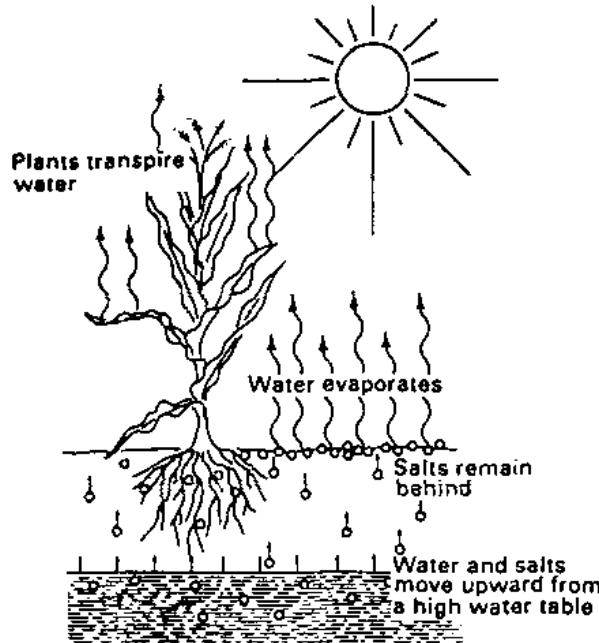
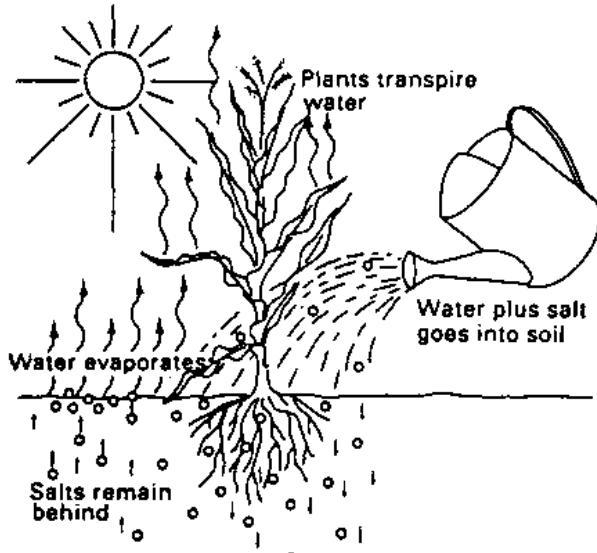
Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

le minacce di degrado

Soil threats in Europe: status, methods, drivers and effects on ecosystem services

JRC (Joint Research Centre) Technical Report

- **erosione ***
- **compattazione**
- **salinizzazione**



Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

le minacce di degrado

Soil threats in Europe: status, methods, drivers and effects on ecosystem services

JRC (Joint Research Centre) Technical Report

- **erosione** *
- **compattazione**
- **salinizzazione**
- **diminuzione di sostanza organica**



Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

le minacce di degrado

Soil threats in Europe: status, methods, drivers and effects on ecosystem services
JRC (Joint Research Centre) Technical Report

- **erosione** *
- **compattazione**
- **salinizzazione**
- **diminuzione di sostanza organica**
- **perdita di biodiversità**



Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

le minacce di degrado

Soil threats in Europe: status, methods, drivers and effects on ecosystem services

JRC (Joint Research Centre) Technical Report

- erosione *
- compattazione
- salinizzazione
- diminuzione di sostanza organica
- perdita di biodiversità
- contaminazione locale o diffusa *



Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

le minacce di degrado

Soil threats in Europe: status, methods, drivers and effects on ecosystem services

JRC (Joint Research Centre) Technical Report

- **erosione** *
- **compattazione**
- **salinizzazione**
- **diminuzione di sostanza organica**
- **perdita di biodiversità**
- **contaminazione locale o diffusa** *
- **frane** *



Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

le minacce di degrado

Soil threats in Europe: status, methods, drivers and effects on ecosystem services

JRC (Joint Research Centre) Technical Report

- erosione *
- compattazione
- salinizzazione
- diminuzione di sostanza organica
- perdita di biodiversità
- contaminazione locale o diffusa *
- frane *
- alluvioni *

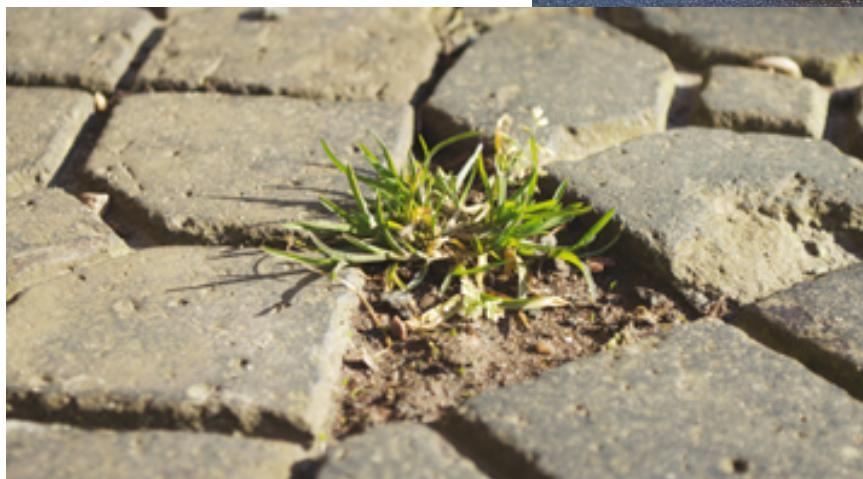


Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

le minacce di degrado

Soil threats in Europe: status, methods, drivers and effects on ecosystem services
JRC (Joint Research Centre) Technical Report

- erosione *
- compattazione
- salinizzazione
- diminuzione di sostanza organica
- perdita di biodiversità
- contaminazione locale o diffusa *
- frane *
- alluvioni *
- impermeabilizzazione (sealing) *



Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

le minacce di degrado

Soil threats in Europe: status, methods, drivers and effects on ecosystem services

JRC (Joint Research Centre) Technical Report

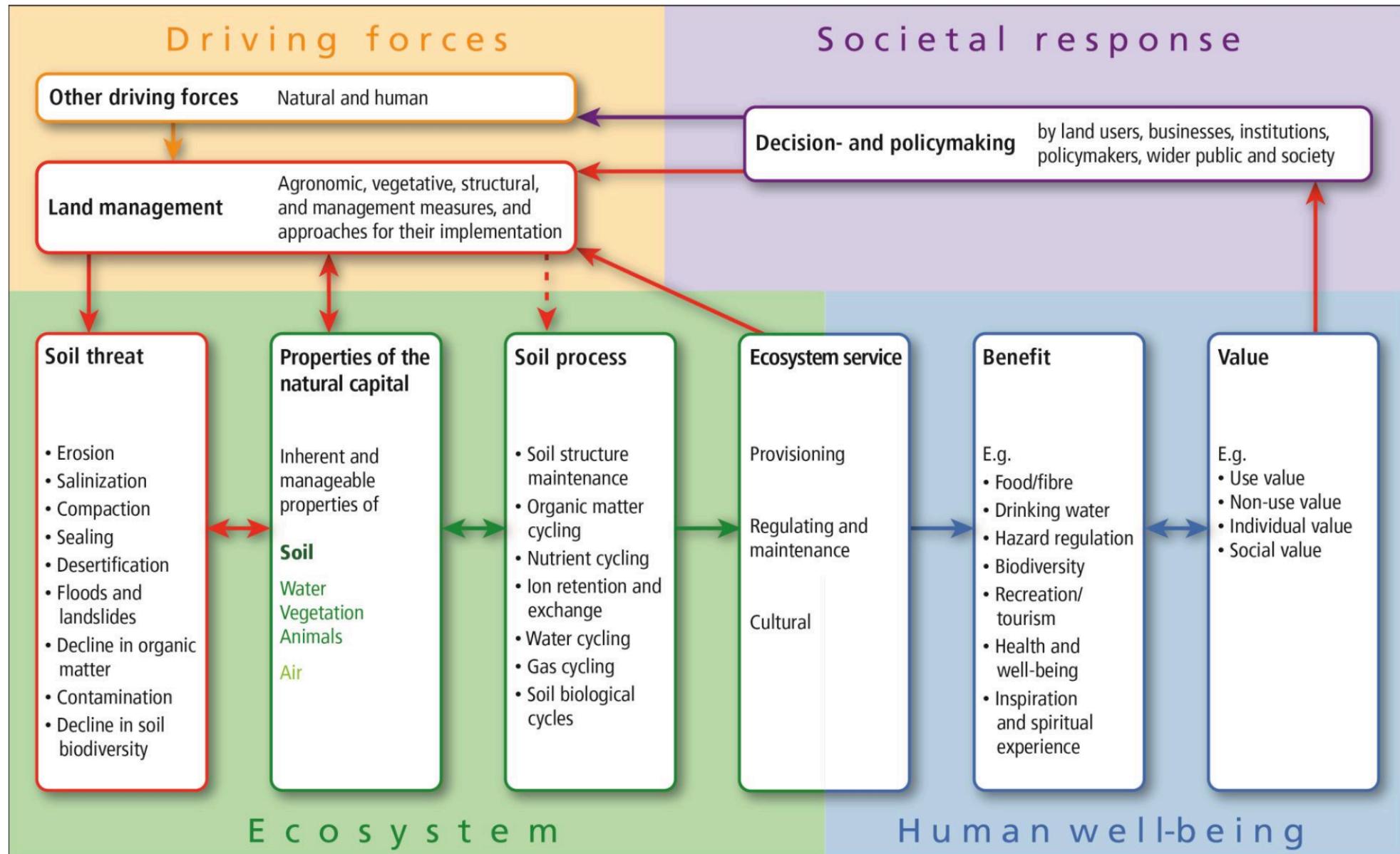
- erosione *
- compattazione
- salinizzazione
- diminuzione di sostanza organica
- perdita di biodiversità
- contaminazione locale o diffusa *
- frane *
- alluvioni *
- impermeabilizzazione (sealing) *
- desertificazione *



Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

le minacce di degrado

EUR27607

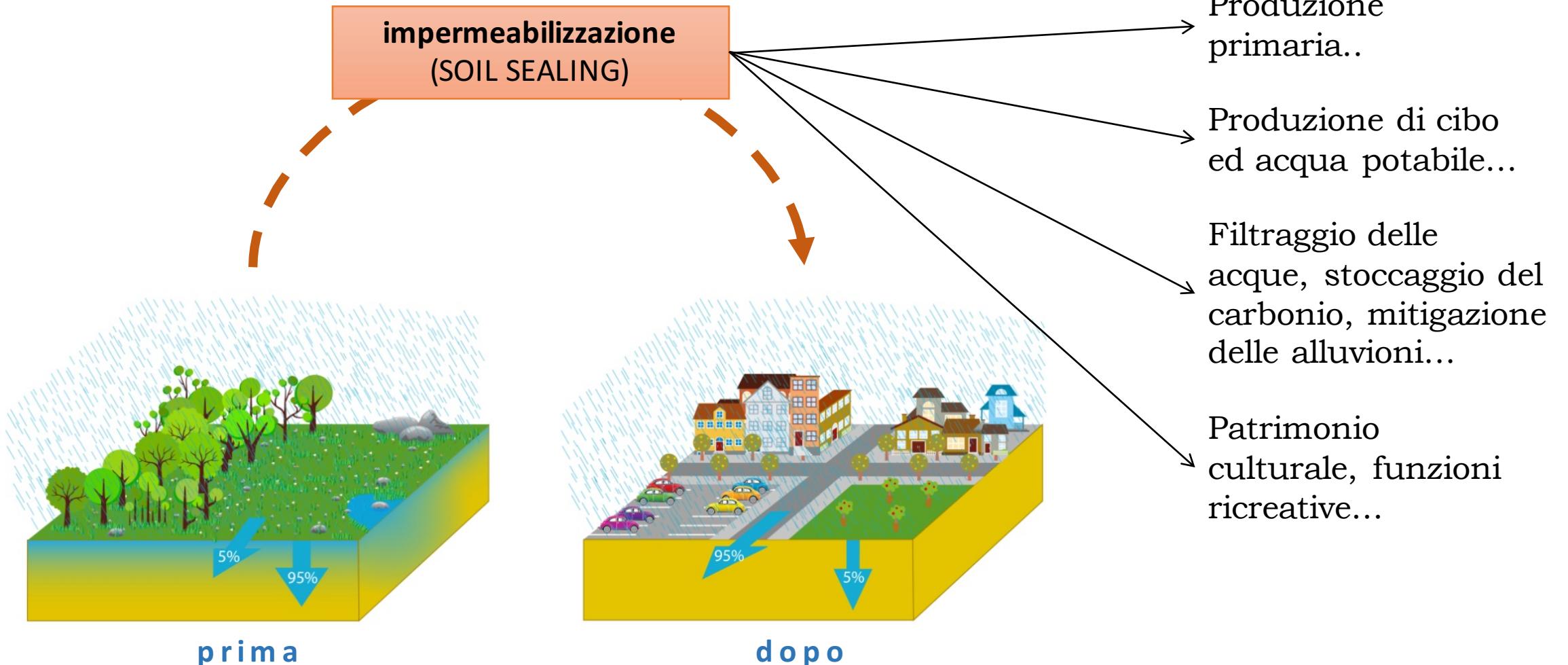


Soil threats in Europe: status, methods, drivers and effects on ecosystem services

Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

quantificazione

...facciamo un esempio di degradazione



Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

quantificazione

Una quantificazione fisica



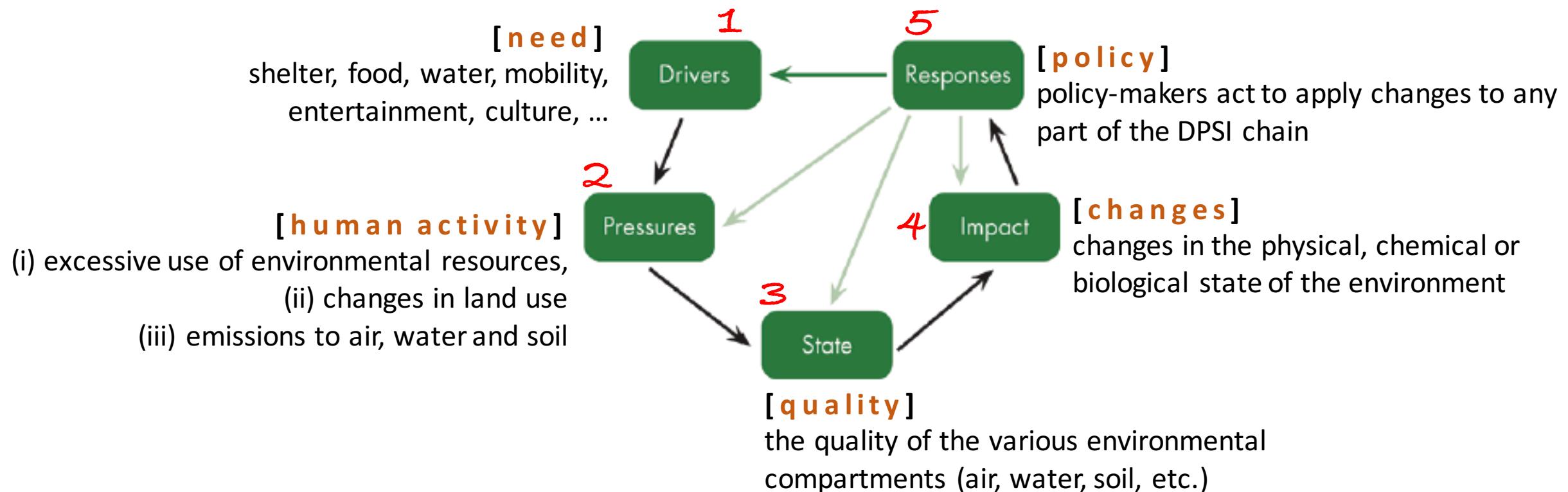
Valutazione economica

Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

quantificare (la perdita de)i servizi ecosistemici

Se comprendiamo i processi che sono dietro il funzionamento del sistema suolo e dietro i fenomeni di degrado (naturali ed antropici) saremo in grado di **quantificare la perdita di servizi ecosistemici** (e quindi gli impatti del degrado)....

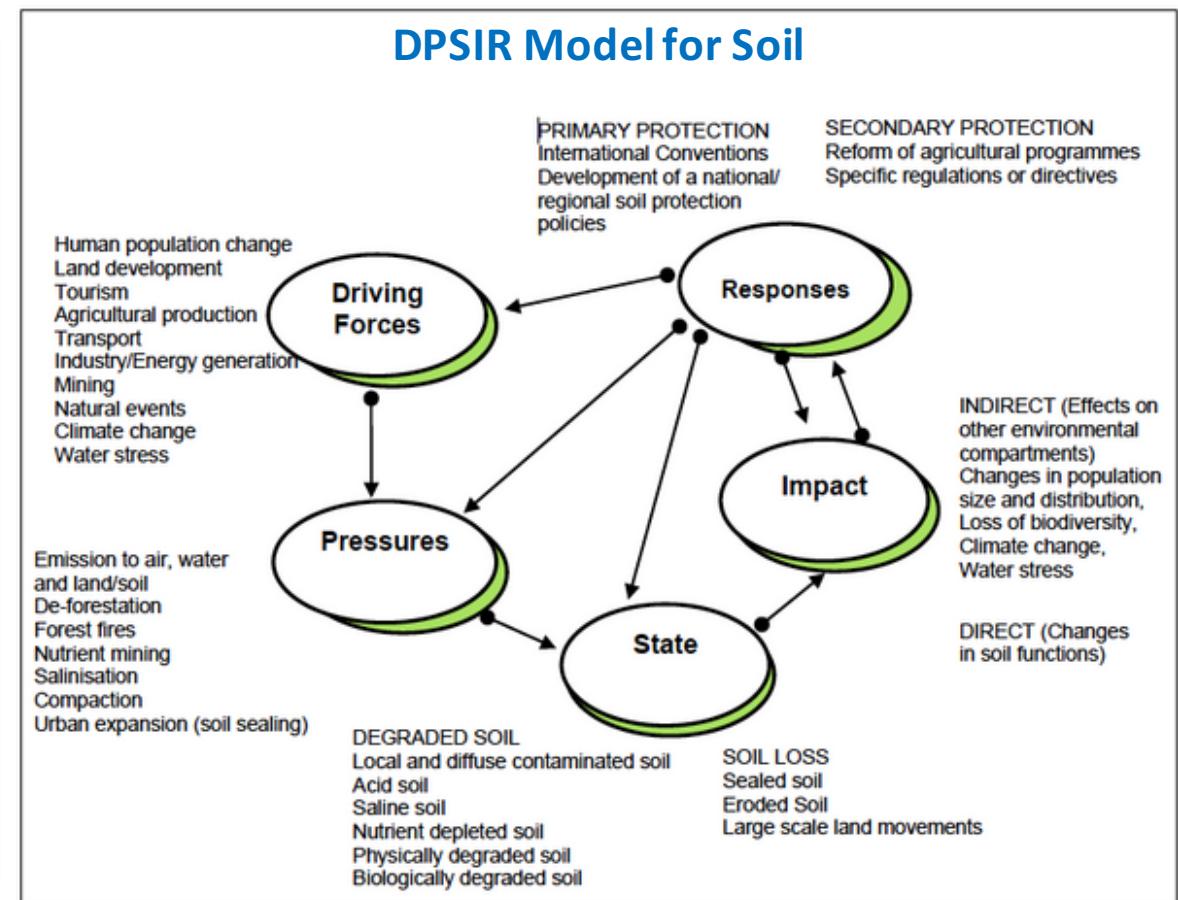
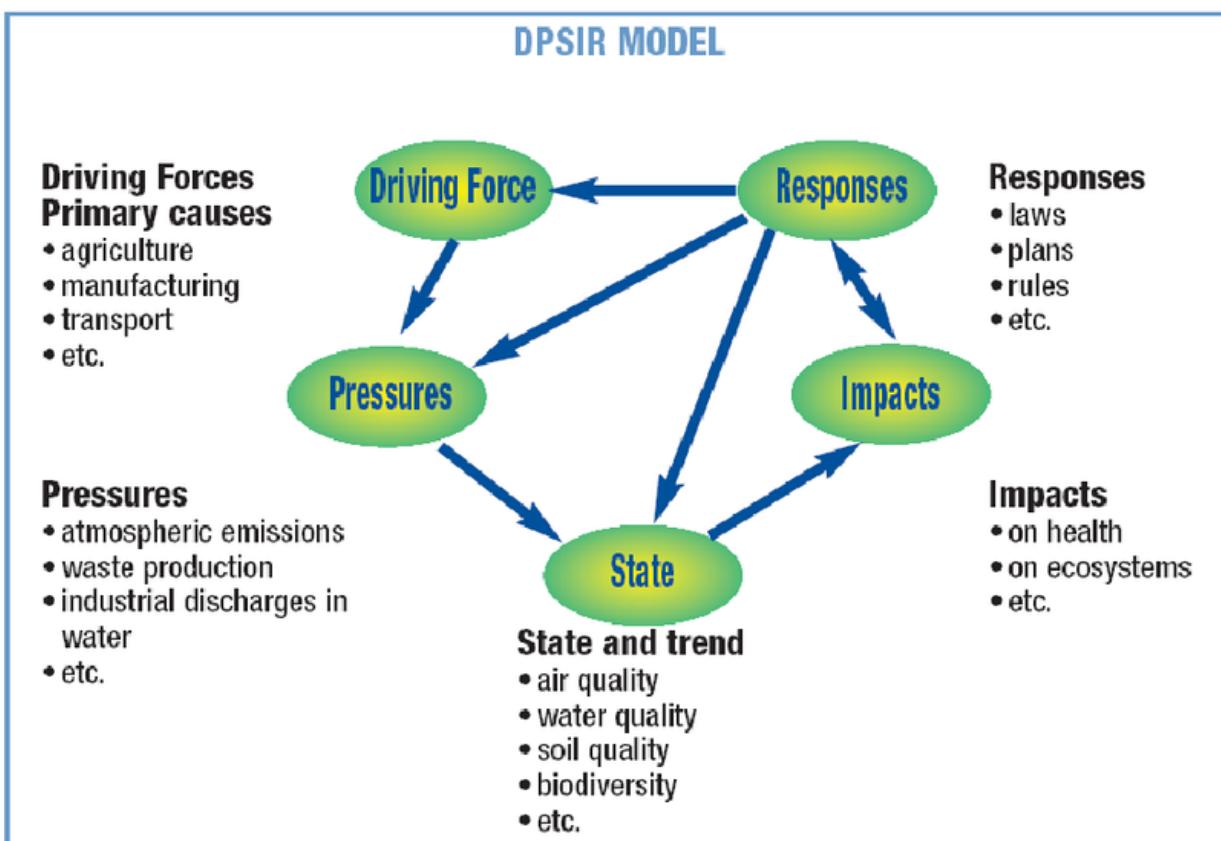
DPSIR Assessment Framework



Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

quantificare (la perdita de)i servizi ecosistemici

Se comprendiamo i processi che sono dietro il funzionamento del sistema suolo e dietro i fenomeni di degrado (naturali ed antropici) saremo in grado di **quantificare la perdita di servizi ecosistemici** (e quindi gli impatti del degrado)....



Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

quantificazione: uso dei modelli

...MA COME QUANTIFICARE?

MODELLISTICA
IDROLOGICA

→ Stima del drenaggio e
dell'accumulo di acqua

MODELLI DI CRESCITA
DELLE COLTURE

→ Stima della produzione di
biomasse

MODELLI PER LA STIMA
DELL'EROSIONE

→ Stima della perdita di
suolo da erosione

MODELLI PER LA STIMA
DELL'ACCUMULO DI
CARBONIO ORGANICO

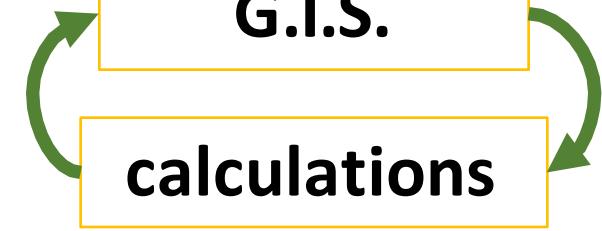
→ Stima del ciclo del carbonio

ALTRI MODELLI...

→ Altri stime...

G.I.S.

calculations



Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

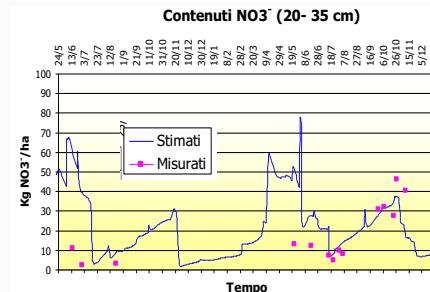
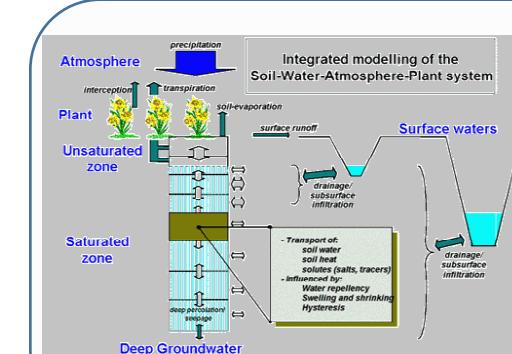
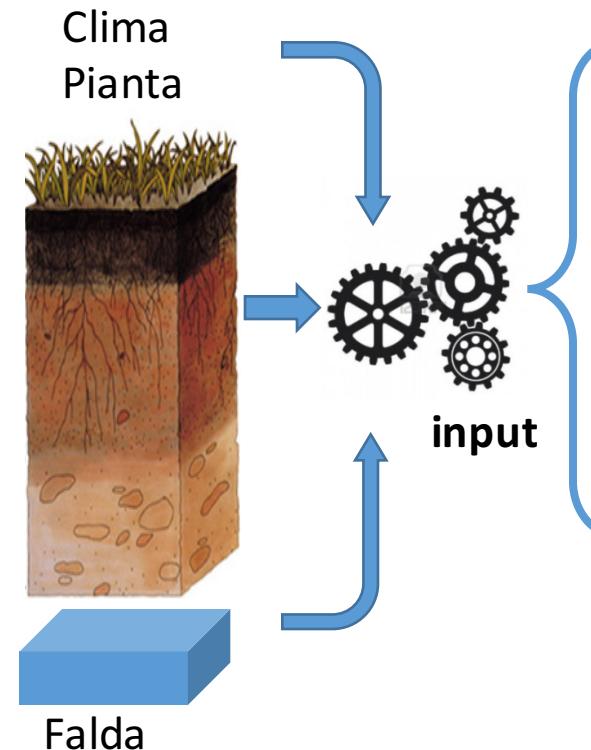
quantificazione: uso dei modelli

... MA COME QUANTIFICARE?

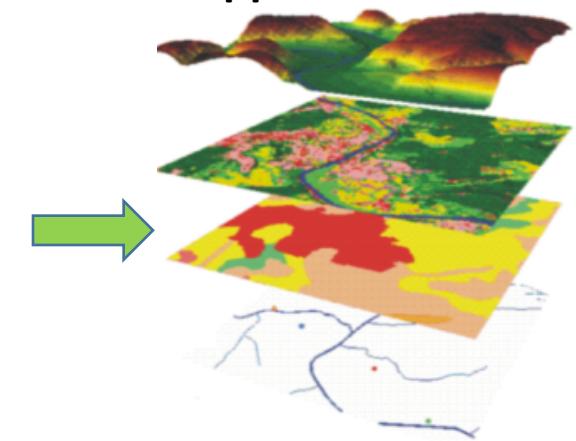
MODELLISTICA →
IDROLOGICA

Alcuni modelli possono essere anche molto complessi.

Ad esempio nel sistema suolo-pianta-atmosfera il modello si basa su soluzioni numeriche a elementi finiti dell'equazione differenziale Richards alle derivate parziali.



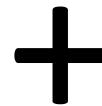
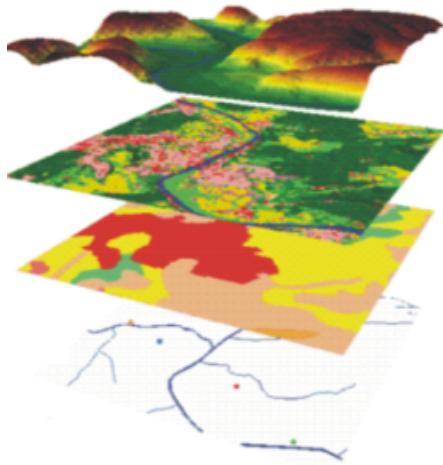
Applicazioni GIS



- Drenaggio acqua
- Stoccaggio acqua
- Ciclo dei soluti
- Protezione falde
- Crescita delle colture

Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

quantificazione: uso dei modelli



**Stima quantitativa
delle perdite di servizi
ecosistemici dei suoli**

Applicazioni GIS e modelli

Valutazione dei servizi

- Drenaggio acqua
- Stoccaggio acqua
- Ciclo dei soluti
- Protezione falde
- Crescita delle colture

Fenomeni di degrado

- Impermeabilizzazione
- Erosione

.....

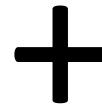
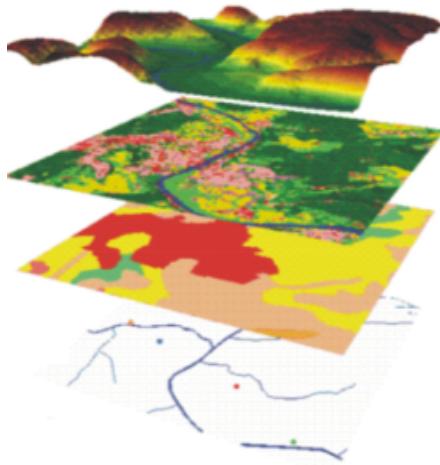
.....

PART 3

Monitoraggio del suolo e del territorio: consumo di suolo e landscape metrics

Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

quantificazione: uso dei modelli



**Stima quantitativa
delle perdite di servizi
ecosistemici dei suoli**

Applicazioni GIS e modelli

Valutazione dei servizi

- Drenaggio acqua
- Stoccaggio acqua
- Ciclo dei soluti
- Protezione falde
- Crescita delle colture

Fenomeni di degrado

- Impermeabilizzazione
- Erosione

.....

.....

Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo

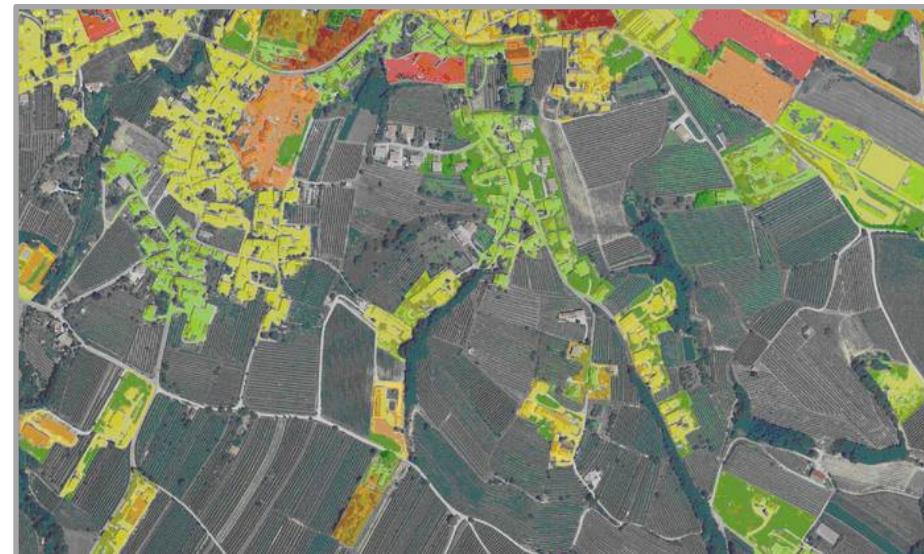
consumo di suolo

Strumenti utili alla Gestione
e Pianificazione del territorio

Funzioni ecosistemiche dei
suoli (stime quantitative)

Monitoraggio dei fenomeni
di degrado (*Soil sealing*)

Landscape metrics

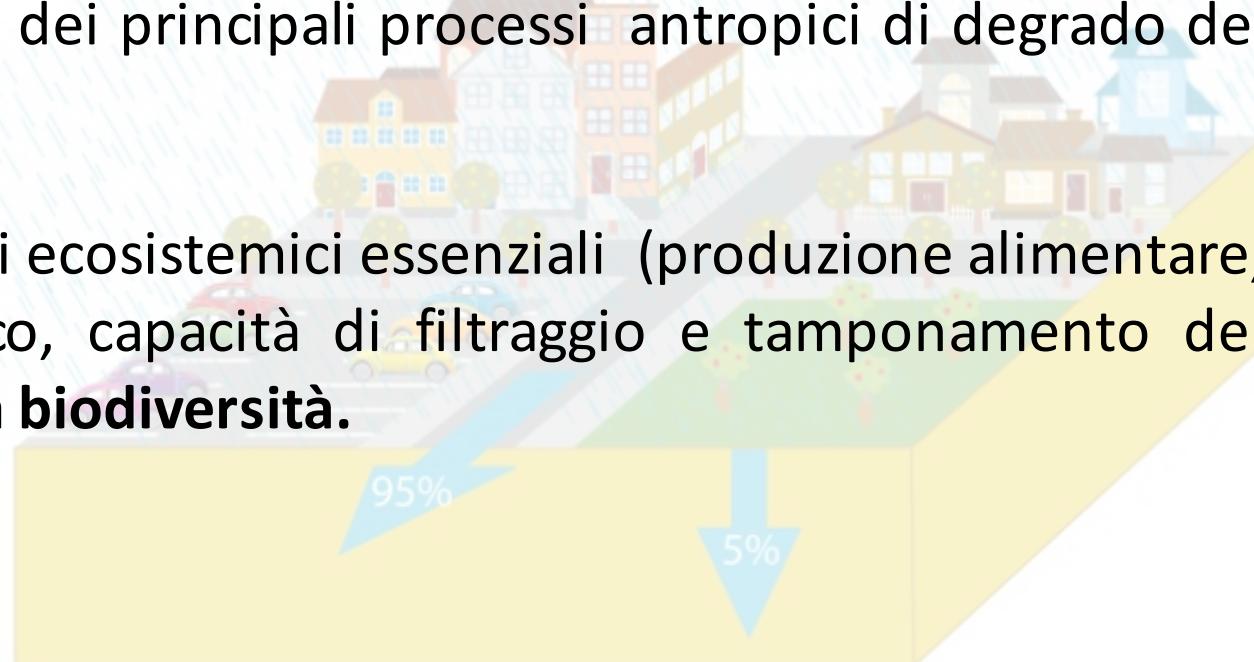


Cosa è il soil sealing o impermeabilizzazione del suolo?

L'impermeabilizzazione del suolo è la costante copertura di un'area territoriale e dei relativi suoli con materiali impermeabili artificiali, come asfalto e cemento per costruire ad esempio strade ed edifici.

E' considerato uno dei principali processi antropici di degrado dei suoli.

Ha effetti sui servizi ecosistemici essenziali (produzione alimentare, assorbimento idrico, capacità di filtraggio e tamponamento del suolo) nonché sulla **biodiversità**.



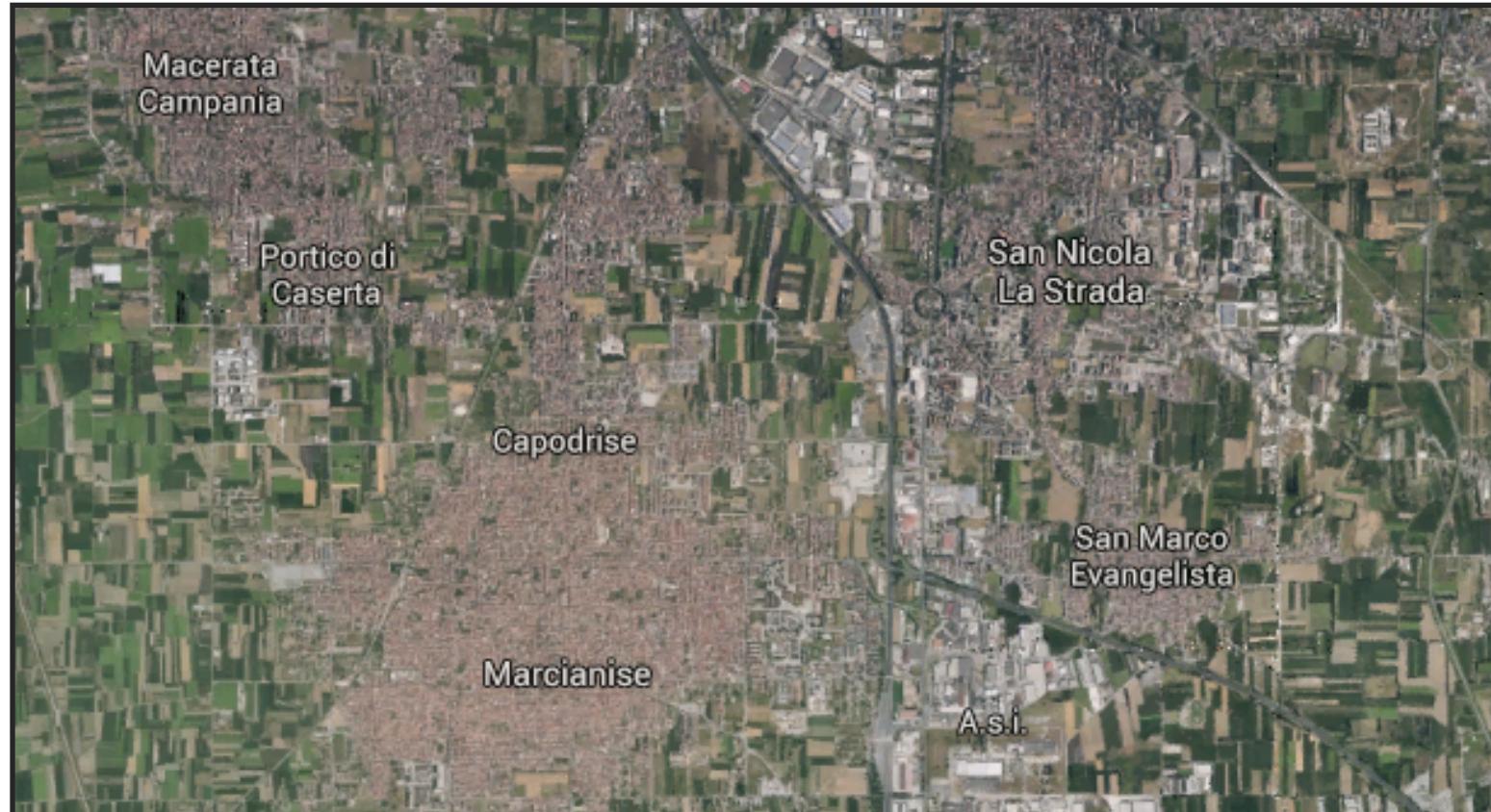
Soil sealing

Negli ultimi decenni, in Italia come in molte aree europee, l'affermarsi di fenomeni di urbanizzazione **diffusa**, a bassa densità, ha condotto a una progressiva dilatazione degli spazi costruiti che si sono riversati su aree rurali e naturali;

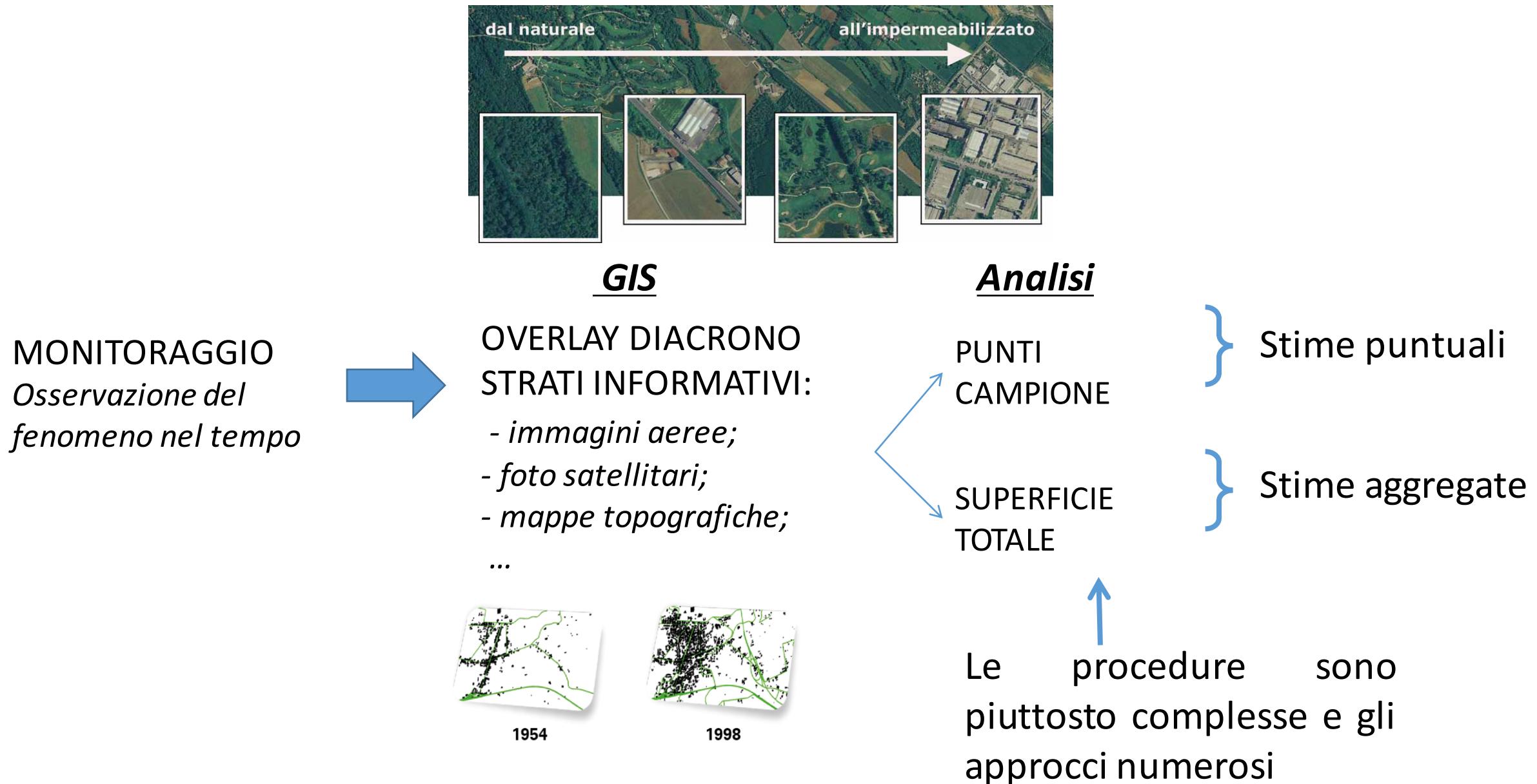
In passato la città era un ambito definito e delimitato, la campagna poteva essere considerata il suo “contraltare naturale”. Oggi, viceversa, lo spazio urbano ha assunto dimensioni regionali, e con le sue propaggini sembra arrivare dappertutto;

In Italia, secondo uno studio elaborato dal WWF, dal 1956 al 2001 la superficie urbanizzata è aumentata del **500%**;

L'Europa cerca di correre ai ripari. Propone (COM (2011) 571) che entro il 2020 le strategie comunitarie tengano conto delle ripercussioni dirette ed indirette che l'uso del suolo in Europa può avere a livello mondiale, e propone di portare a 0 (zero) entro il 2050 l'incremento della quota netta di occupazione di nuovo suolo.



Come possiamo monitorare il consumo di suolo?



Es. punti campione

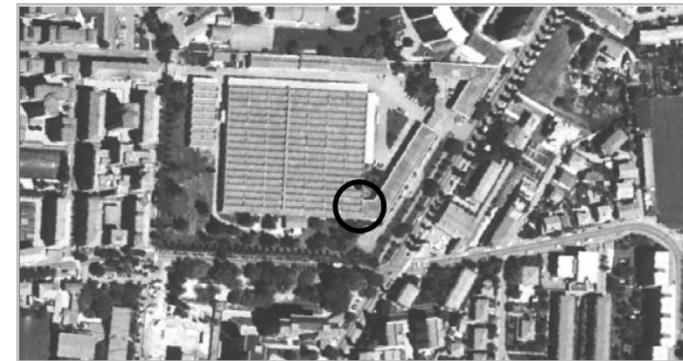
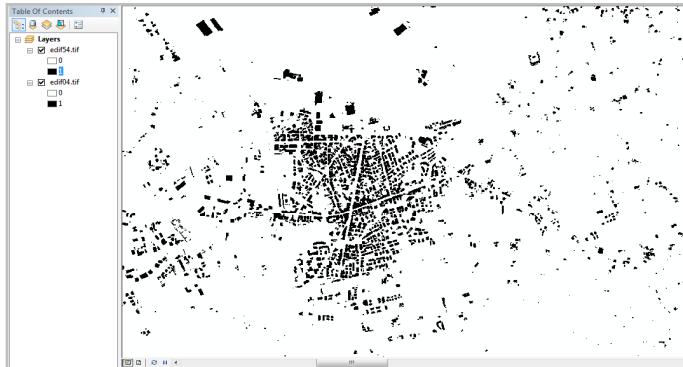


foto-interpretazione della cartografia IGM (1956), il punto evidenziato viene classificato come impermeabile (Munafò et al., 2010)

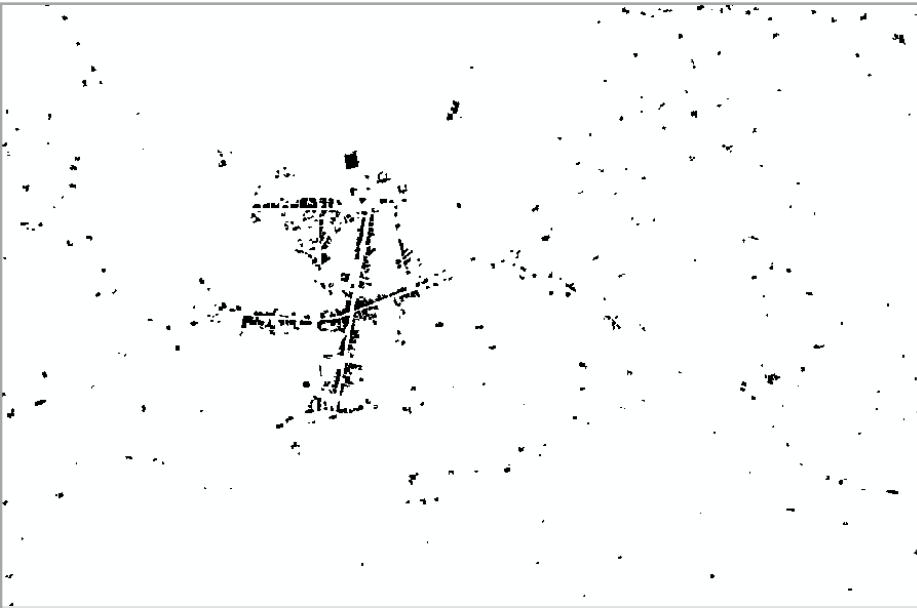
foto-interpretazione dell'ortofoto del 1994, il punto evidenziato viene classificato come impermeabile (Munafò et al., 2010)

Es. superficie totale

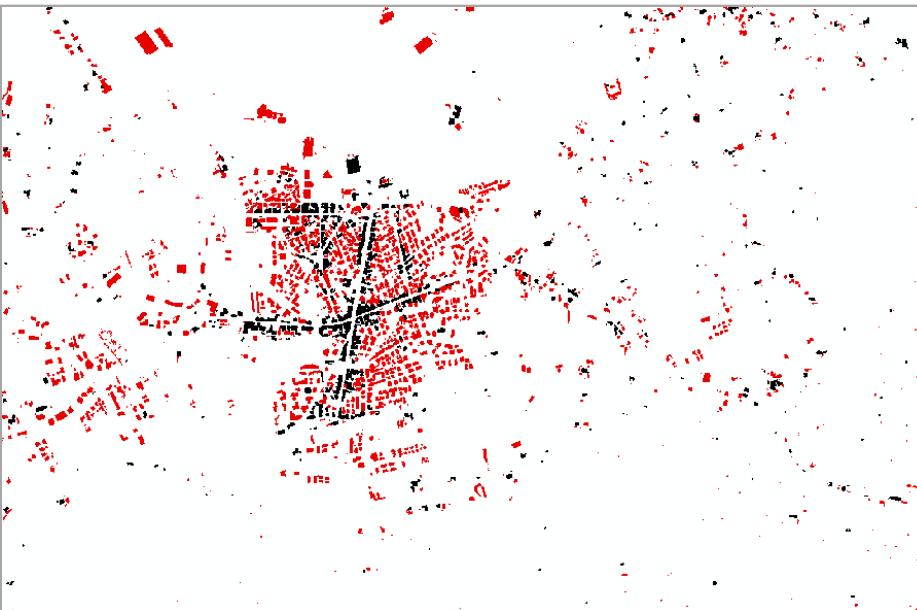


Da cartografia IGM (1956), in nero l'edificato

Da ortofoto 2004, in nero l'edificato



Edificato 1954



Edificato 2004

Variazioni
edificato 1954 - 2004

Alcune considerazioni (legacy data)

L'analisi delle **variazioni nel tempo** del consumo di suolo richiede necessariamente l'utilizzo di dati di base **integrati ed uniformati***.

Le informazioni di base (cartografie, mappature, immagini aeree e satellitari, rilievi a terra, ecc.) **possono differire** anche molto in termini di risoluzione del dato e di legenda.

Queste differenze devono pertanto essere tenute in considerazione nel momento in cui si voglia impiegare tali dati per una **stima accurata del consumo di suolo**.

* Direttiva INSPIRE *Infrastructure for Spatial Information in Europe*: entrata in vigore in Italia nel 2007, la direttiva ha tra gli obiettivi principali la possibilità di rendere disponibile una quantità di dati maggiore e di qualità più elevata ai fini dell'elaborazione delle politiche comunitarie e della loro attuazione negli Stati membri. La direttiva è incentrata in particolare sulla politica ambientale, ma in futuro ci si aspetta che possa essere estesa ad altri settori come l'agricoltura

Nome	Fonte	Copertura	Minima unità di rilevazione	Scala nominale vettoriale / risoluzione raster / n. campioni	Accuratezza tematica (consumo di suolo)	Tipo di classificazione (consumo di suolo)	Serie storica
Monitoraggio del consumo del suolo	ISPRA/ ARPA/ APPA	Nazionale	1 m ²	Campionamento stratificato 120.000	99%	13 classi di copertura; Aree "consumate" (0-1)	1956-1988-1996-1998-2006 -2008-2010
CORINE Land Cover	EEA (ISPRA per l'Italia)	Europea	5 ha per i cambiamenti e 25 ha per la copertura	Vettoriale 1:100.000	>85%	11 classi miste di uso e copertura per le aree artificiali	1990-2000-2006-2012 (il 2012 è in corso)
GMES – HRL Imperviousness	EEA (+ ISPRA in Italia)	Europea	400 m ²	Raster 20 m	>85%	% soil sealing (0-100)	2006-2009-2012 (il 2012 è in corso)
GMES Urban Atlas	EEA	Principali SLL	2.500 m ²	Vettoriale 1:10.000	>85%	17 classi di uso e copertura per le aree artificiali e altre 3 classi per le aree naturali e semi-naturali	2006
Refresh / Refresh esteso	AGEA	Nazionale	variabile	Vettoriale 1:10.000	ND	1 unica classe per le aree artificiali (uso)	2009-2012 (?) (serie storiche non confrontabili)
POPOLUS	AGEA	Nazionale	30 m ²	Campionamento griglia 1.200.000	ND	10 classi di uso per le aree artificiali	2000-2004-2010
IUTI	MATTM	Nazionale	5.000 m ²	Campionamento griglia 1.200.000		Uso del suolo	1988-1999-2006
Basi territoriali censimento	ISTAT	Nazionale	Sezione di censimento (dimensione variabile)	Vettoriale 1:10.000 nelle aree urbane, 1:25.000 nelle aree rurali	ND	informazione derivata dalle località abitate o dal numero degli edifici	1991-2001-2011 (serie storiche non del tutto confrontabili)
LUCAS	Eurostat	Europea	30 m ²	Campionamento griglia 18.000 (sull'Italia)	85%	5 classi di copertura per le aree artificiali, altre classi per l'uso	Ogni tre anni (serie storiche non del tutto confrontabili)

Insieme delle principali fonti informative utili per lo studio del
Consumo di suolo a scala nazionale (fonte ISPRA)

La tabella evidenzia le caratteristiche di base che devono essere garantite per assicurare stime accurate e omogenee.

Cambio di uso del suolo

Il consumo di suolo da urbanizzazione di fatto rappresenta un cambio d'uso del suolo. Solitamente nel corso del tempo tale cambiamento non è l'unico a verificarsi;

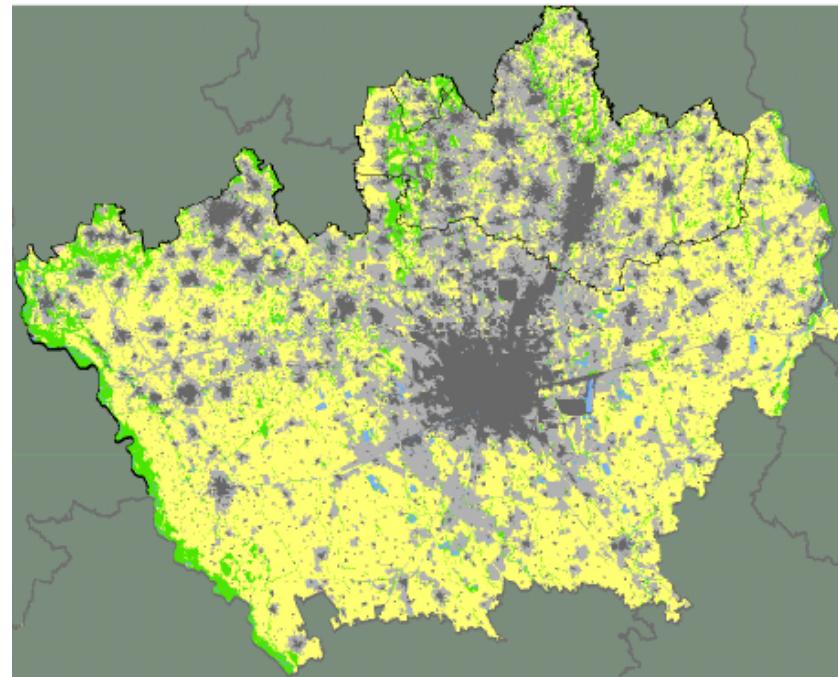
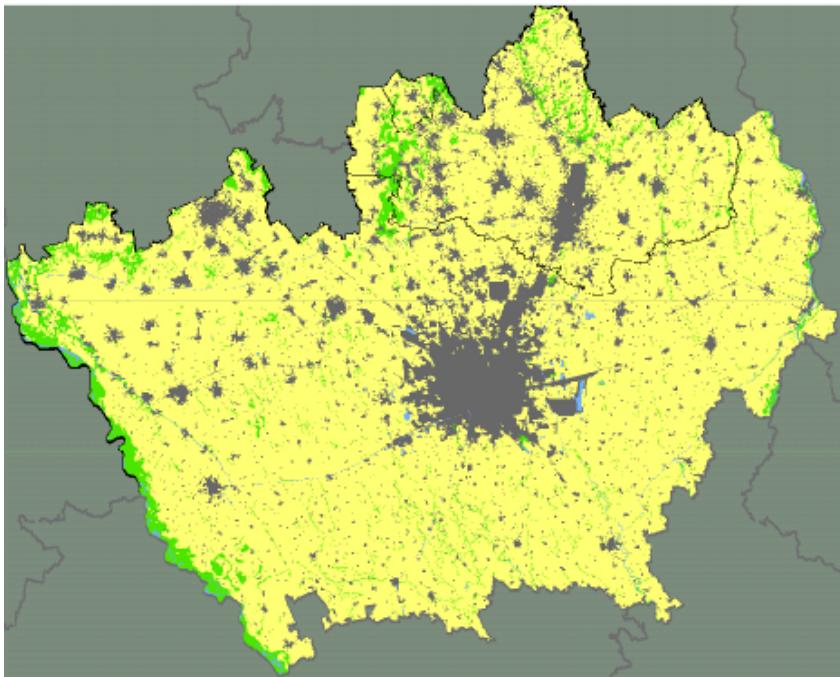
La destinazione d'uso dei suoli e del territorio varia anche in altre “direzioni”;

L'analisi del consumo di suolo quindi è quasi sempre associata ad indagini complementari, in grado di fornire un quadro generale delle trasformazioni nel tempo che il territorio subisce;

I risultati di tali indagini sono rappresentati da mappature che evidenziano direttamente il fenomeno (es. incremento dell'area urbanizzata), o da mappature di indici aggregati o ancora da grafici e statistiche;

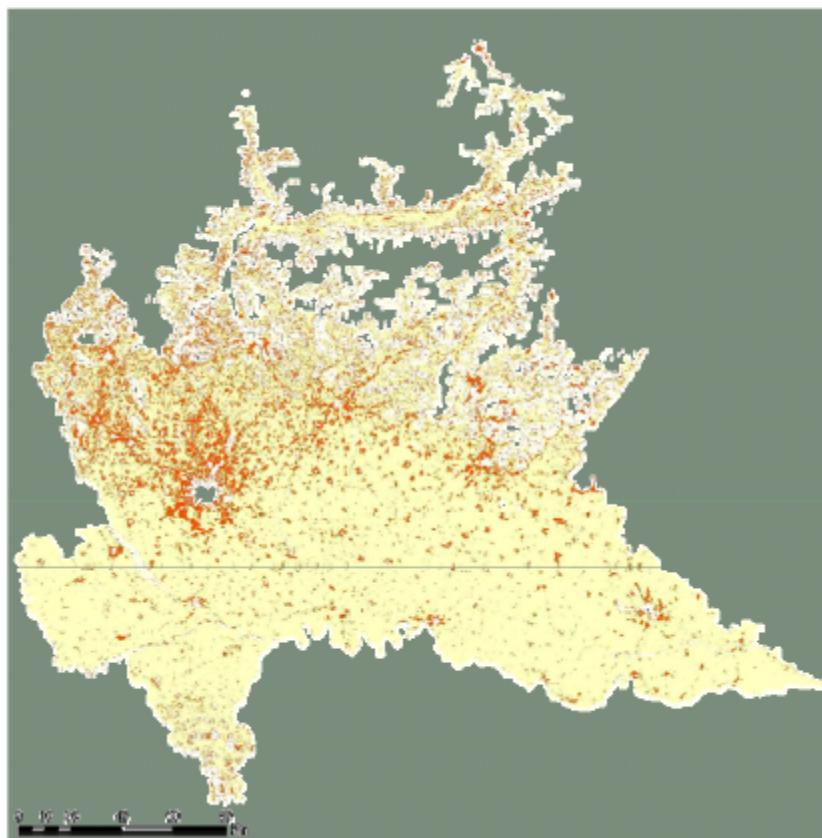
Alcuni esempi

Ripartizioni delle classi di uso del suolo nella provincia di Milano, nel 1954 e nel 2007 (fonte ERSAF)

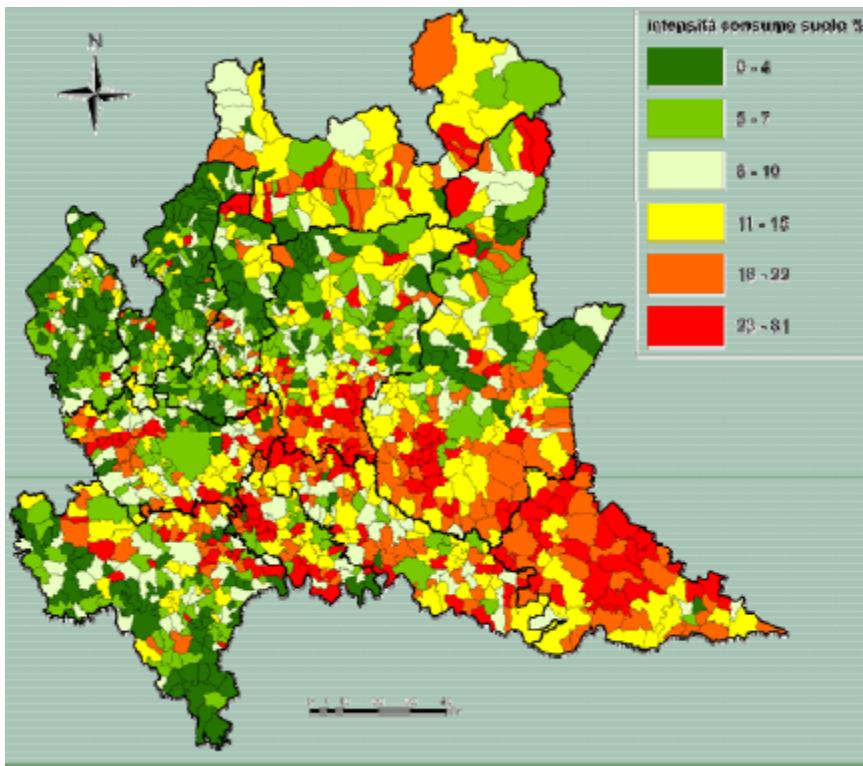


Alcuni esempi

Evoluzione delle aree agricole in Lombardia,
superfici perdute dal 1954 al 2007 (ERSAF)



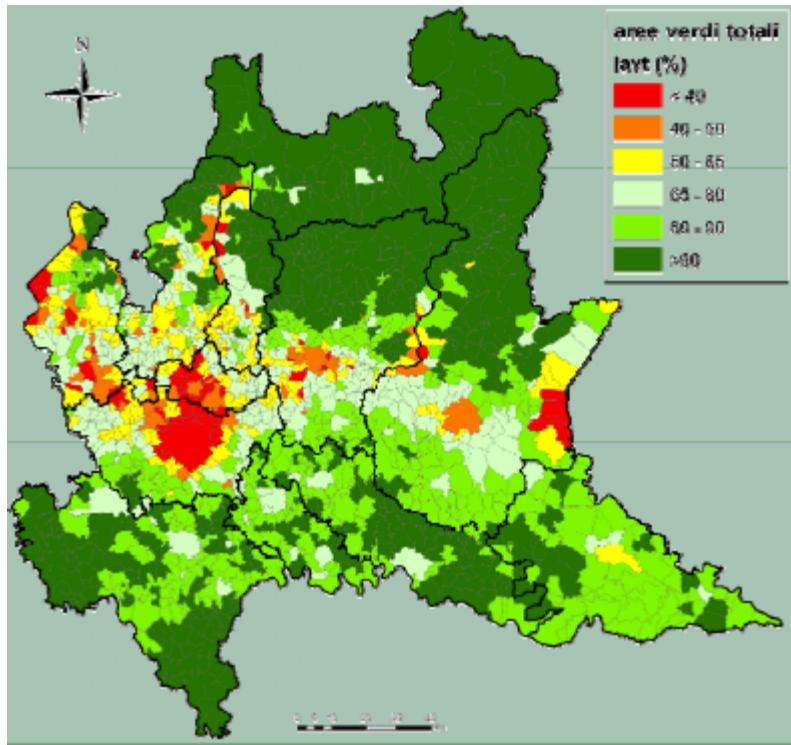
Intensità di consumo di suolo a scala
regionale (ERSAF)



Misura l'incremento della superficie
antropizzata in una determinata area ed in
un determinato arco temporale

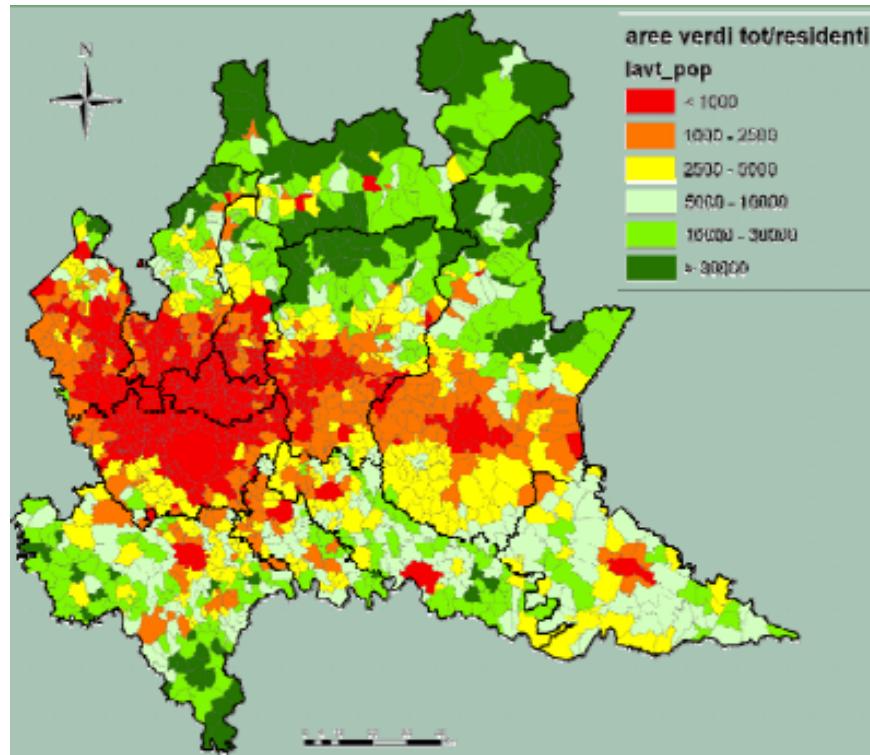
Alcuni esempi

Aree a verde totali a scala regionale (ERSAF)



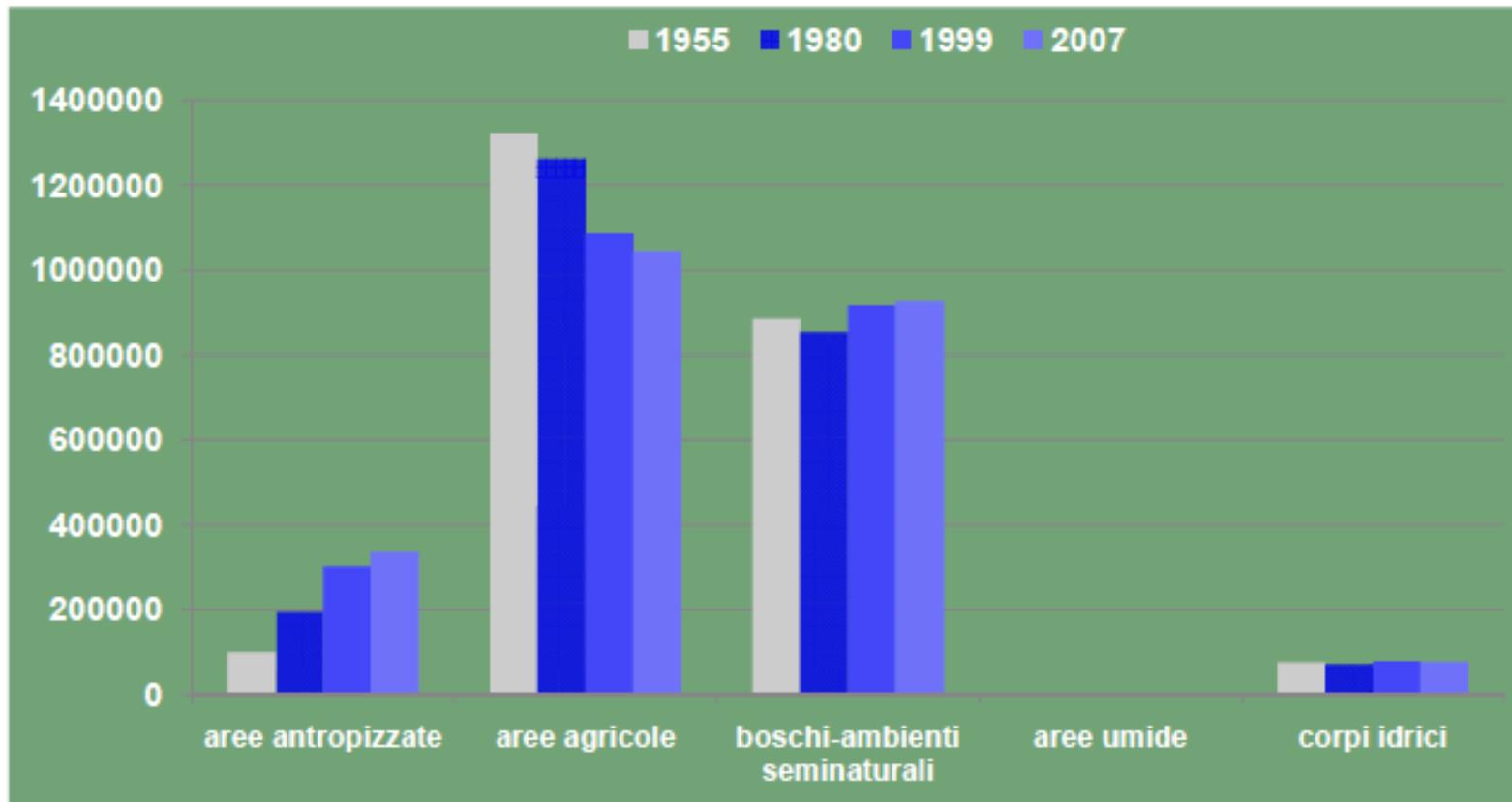
Definisce il rapporto tra tutte le superfici a verde e la superficie totale dell'area considerata

Aree a verde per persona a scala regionale (ERSAF)



Definisce il rapporto tra le aree verdi in ambito urbano e la popolazione presente nell'area considerata

Alcuni esempi



Dimensione areale delle classi generali di uso del suolo in diversi anni

% classe in rapporto alla sup. reg. ►	1954	1980	1999	2007
▼ classi generali uso del suolo				
aree antropizzate	4	8	13	14
aree agricole	55	53	46	44
terr. boscati e amb. seminat.	37	36	38	39
aree umide	0	0	0	0
corpi idrici	3	3	6	6

Incidenza % delle classi generali di uso del suolo rispetto alla superficie regionale (Lombardia) in diversi anni.

Variazione nel tempo dell'incidenza % delle classi generali di uso del suolo rispetto alla superficie regionale (Lombardia)

% variazione ►	1980	1999	2007	2007 1954
▼ classi generali uso del suolo	1954	1980	1999	
aree antropizzate	94	55	11	236
aree agricole	-5	-14	-4	-21
terr. boscati e amb. seminat.	-4	7	1	4
aree umide	-7	150	-3	125
corpi idrici	-5	115	0	104

Landscape metrics

Abbiamo visto che monitorare (sia nello spazio che nel tempo) un fenomeno di degrado come il **soil sealing**, consente di ricavare informazioni di tipo diretto (m^2 di superficie perduti) ed indiretto (statistiche aggregate per comuni o regioni, cambi d'uso del suolo, ecc).

Queste informazioni, associate a metodi di stima quantitativa delle funzioni ecosistemiche (applicazioni modellistiche) consentono di valutare in maniera appropriata le “perdite” che tali funzioni subiscono.

A nostra disposizione vi sono anche altri strumenti che ci consentono di studiare a fondo il territorio, in particolare per ciò che attiene alle interazioni tra infrastrutture di origine antropica e l’ambiente che le circonda: le **metriche ambientali**.

Cosa sono le metriche ambientali o landscape metrics ??

Si tratta di indici per l'analisi spaziale del territorio nati per soddisfare l'esigenza di “**quantificare**” le interazioni spaziali tra il complesso delle attività umane e l'ambiente naturale circostante.

Le landscape metrics rappresentano **forme di modellazione quantitativa che descrivono il contesto territoriale locale in maniera sintetica** (Ioannilli et al., 2006 – XVI congresso della Società Italiana di Ecologia).

Nell'ambito della **pianificazione urbana** non si può prescindere dall'analisi dei processi di **dispersione urbana** anche per caratterizzare meglio le **forme di consumo di suolo** e per assicurare una maggiore tutela del territorio e dei servizi ecosistemici forniti dal suolo stesso.

Landscape metrics

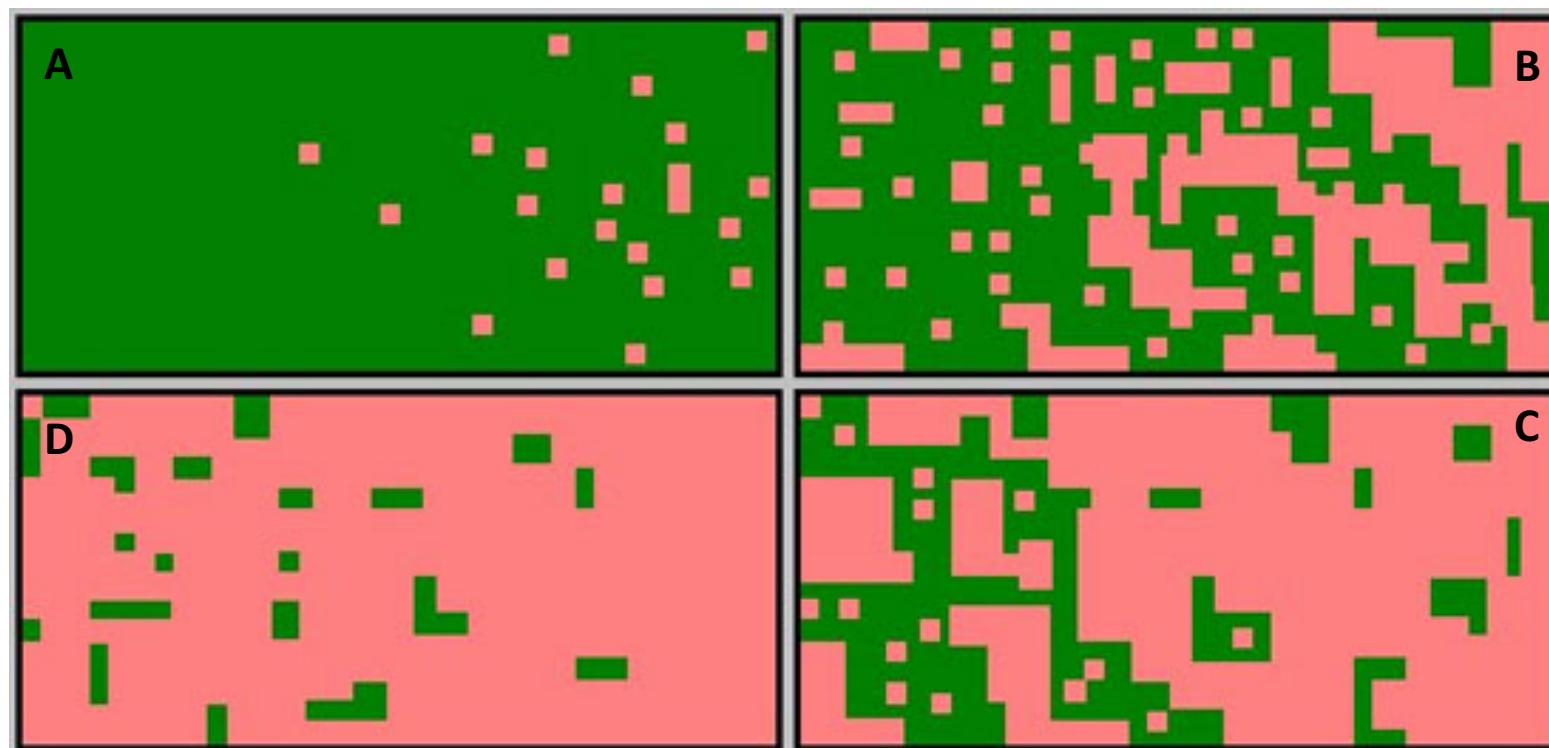
Il termine **dispersione urbana** è sinonimo di **frammentazione** dei centri abitativi. E' il fenomeno che porta alla **perdita di limiti tra territorio urbano e rurale**, senza più distinzione fra città e campagna, con il territorio che tende ad assomigliare a un'enorme città includendo al suo interno delle zone agricole e naturali (Indovina, 1990; Indovina, 2009 ; Simon, 2008).



Landscape metrics

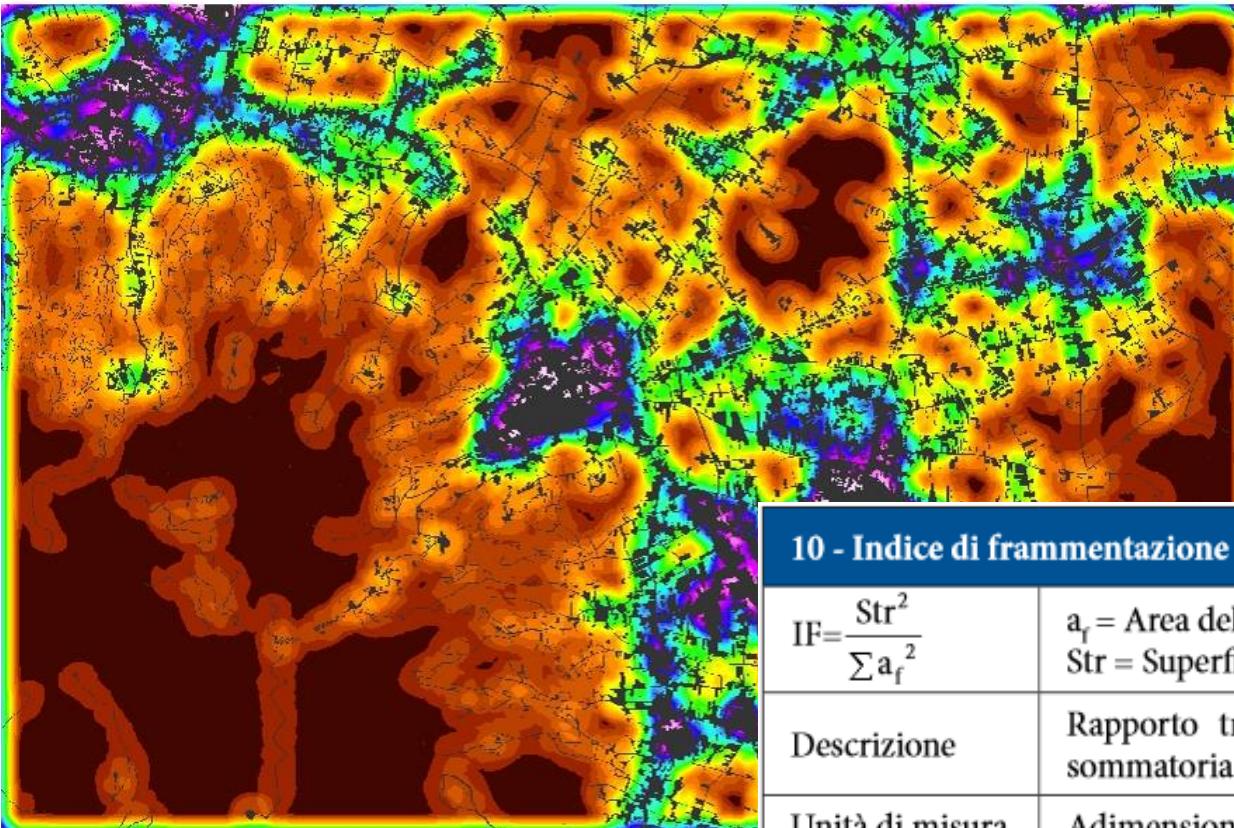
Indice di frammentazione ambientale (o del territorio)

Frammentazione ambientale: processo attraverso il quale un'area naturale subisce una suddivisione in frammenti progressivamente più piccoli ed isolati (Battisti, 2004).



2010 [Nature Education](#) Courtesy of Michigan Forests Forever Teachers Guide.

L'indice di frammentazione può essere calcolato con diversi approcci e mappato. Un tipo di rappresentazione è la mappatura che esprime quanti metri quadri sono urbanizzati entro un determinato raggio (nell'intorno del pixel in una mappa).



*Da: Monitoraggio del consumo di suolo
Piemonte – 2012*

<http://www.regione.piemonte.it/territorio/dwd/documenzione/consumoSuoLo.pdf>

10 - Indice di frammentazione (IF)

$$IF = \frac{Str^2}{\sum a_f^2}$$

a_f = Area del frammento (m^2)

Str = Superficie territoriale di riferimento (m^2)

Descrizione

Rapporto tra la superficie territoriale di riferimento al quadrato e la sommatoria delle aree dei frammenti al quadrato

Unità di misura

Adimensionale

Commento

Consente di individuare quei territori in cui la frammentazione ha raggiunto dei valori critici. Misura il grado di suddivisione di un territorio, rispetto al quale si vuole calcolare il grado di frammentazione, tenendo conto delle dimensioni e del numero dei frammenti generati da processi di urbanizzazione e infrastrutturazione. I valori dell'indice aumentano all'aumentare della suddivisione del territorio e al diminuire delle dimensioni dei frammenti

Indice di Patch Density o Sprawl

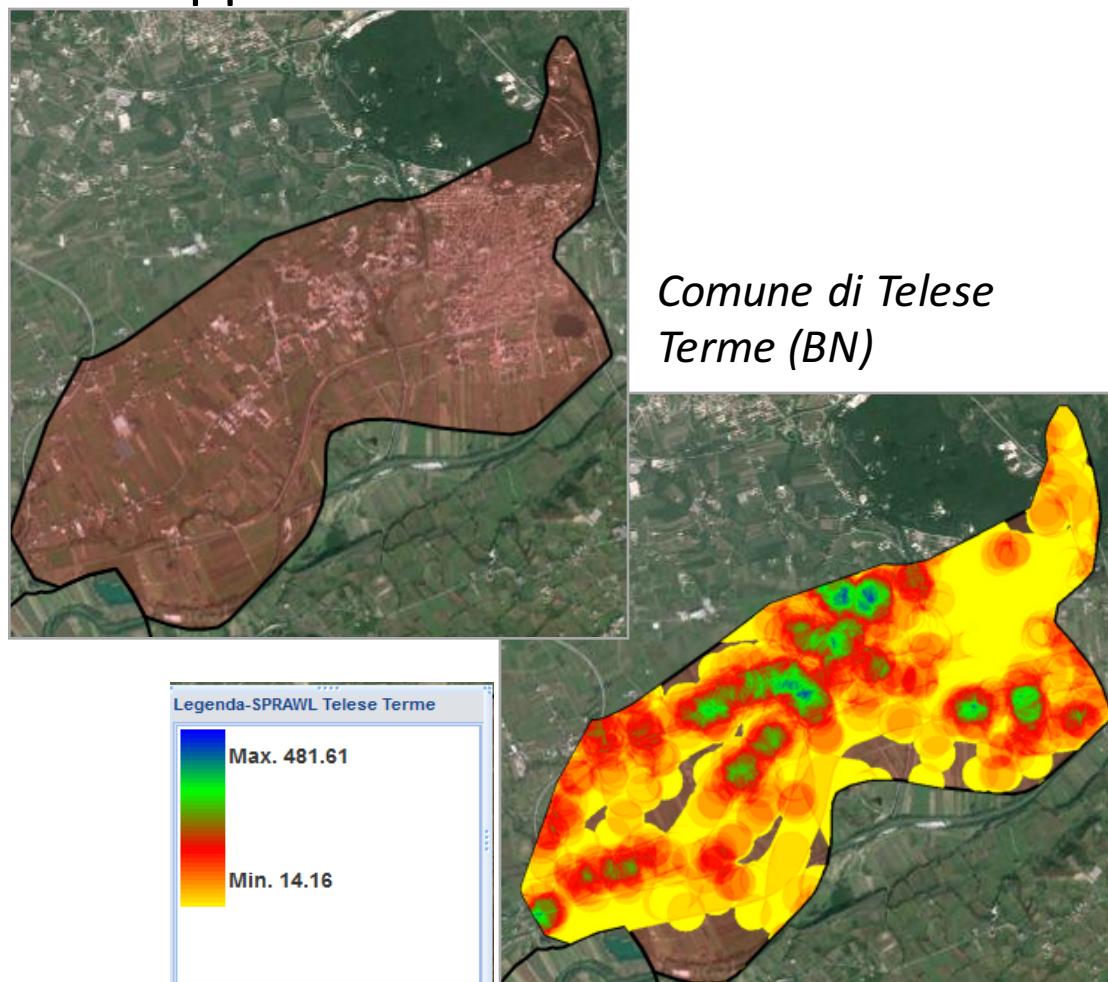
Anche la Patch Density (PD) può essere espressa in forme diverse. In sostanza questo indice rappresenta la densità di una determinata classe di uso del suolo (numero di elementi individuati su una mappa) in un'area definita (100 ha). Se la classe d'uso è “l'urbanizzato” allora PD rappresenterà il numero di elementi urbani in un' area di 100 ha.

$$PD = \frac{n_i}{A} (10,000)(100)$$

n_i : numero di patches

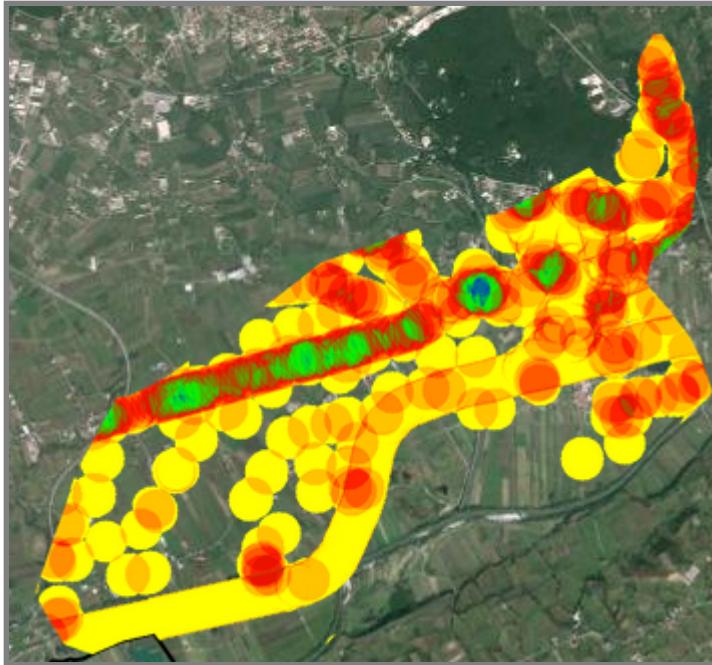
A: area totale del territorio
considerato (m²)

1ha = 10000 m²

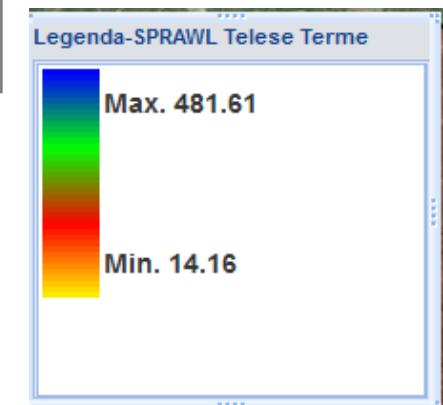
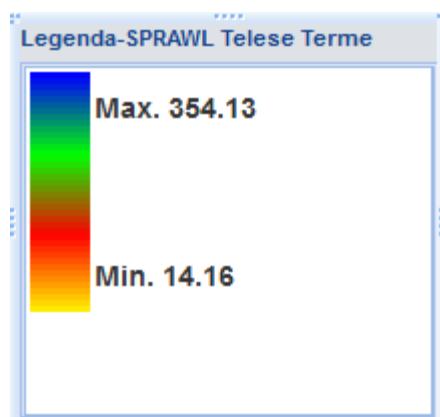
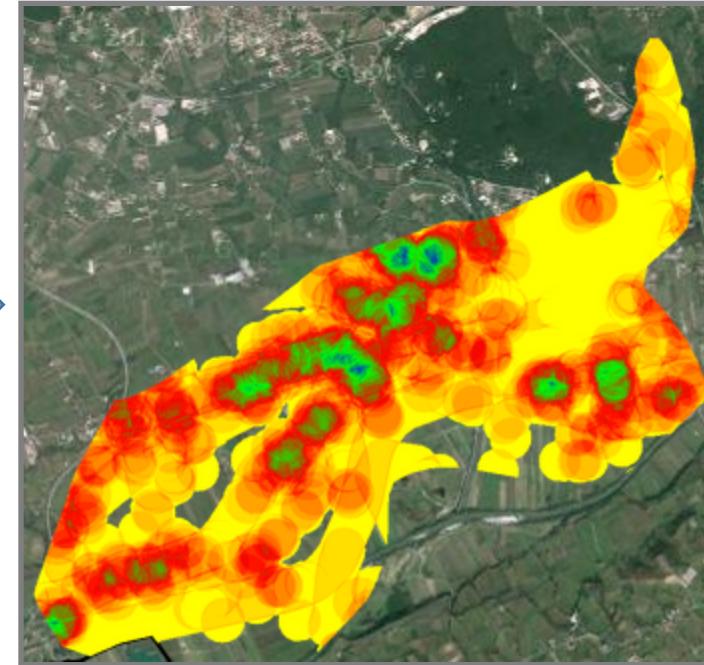


Il monitoraggio del **consumo di suolo nel tempo** ci dà l'opportunità di confrontare lo stato dei sistemi in periodi differenti ...

1954



2004



Gli indici annoverabili tra le metriche ambientali sono molto numerosi e non solo legati all'espansione urbana. Ad esempio, vi sono indici pensati per descrivere la **(bio-)diversità paesaggistica**.

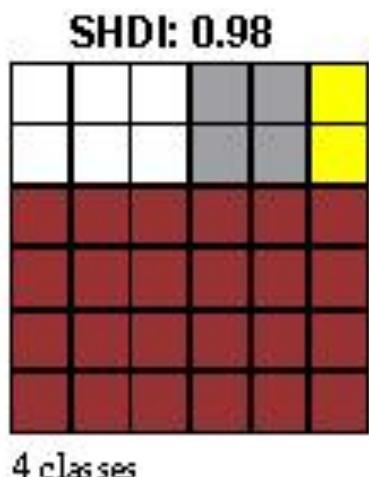
Indice di Shannon

$$SHDI = - \sum_{i=1}^m (P_i * \ln P_i)$$

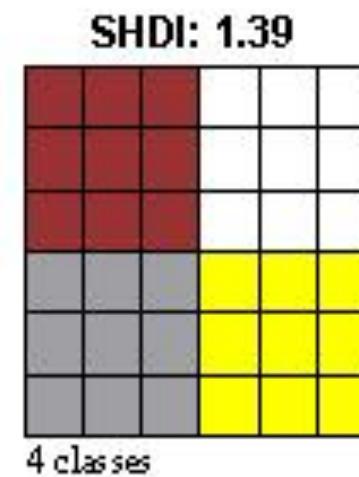
m = number of patch types

Pi = proportion of area covered by patch type (land cover class) i

Identifica il grado di “diversità paesaggistica” in base a due componenti: 1) il numero di classi; 2) la proporzione che c’è tra le superfici occupate dalle diverse classi; L’indice aumenta all’aumentare del numero di classi e man mano che le superfici occupate dalle classi tendono a divenire equilibrate (uguali)



← Equal number of classes →

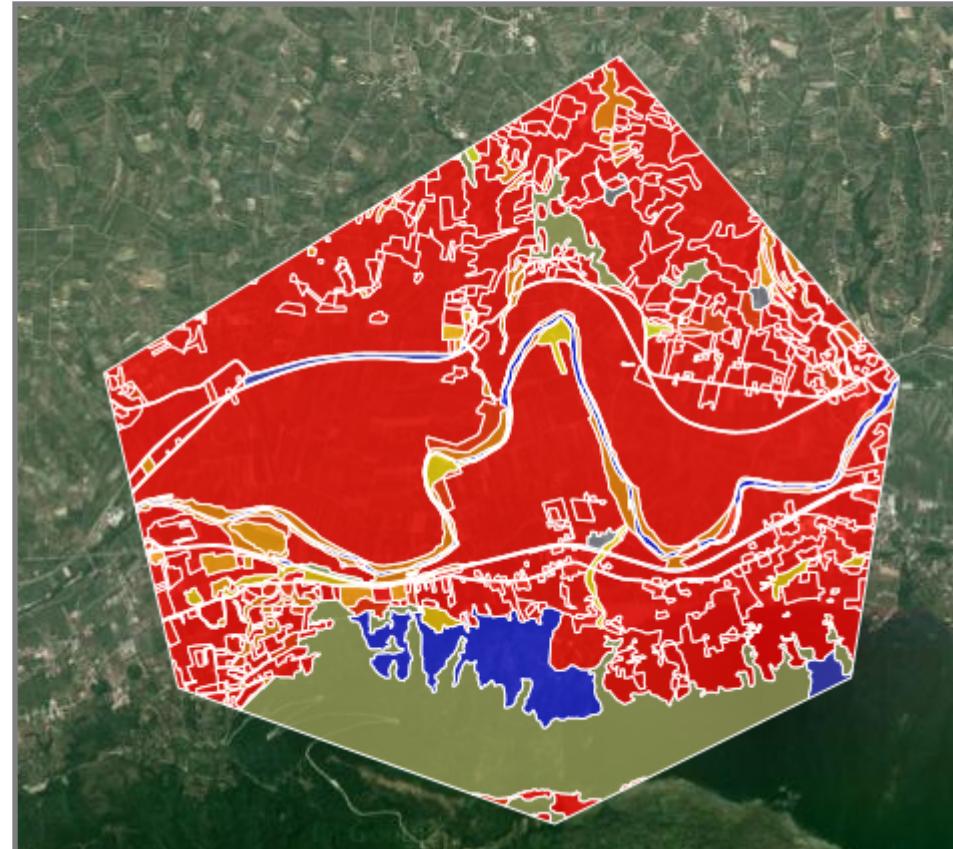


Indice di biodiversità Paesaggistica: **NLBI** (New Landscape Biodiversity Index)

E' un indice empirico che associa un valore numerico (grado di biodiversità) ai diversi usi del suolo.

Nome	NLBI ▲
Tessuto residenziale rado e nucleiforme	0.01609
Tessuto residenziale discontinuo	0.01647
Aziende e/o Insediamenti abitativi isolati nello spazio rurale	0.01801
Tessuto residenziale rado e nucleiforme	0.01848
Aziende e/o Insediamenti abitativi isolati nello spazio rurale	0.01871
Tessuto residenziale rado e nucleiforme	0.01886
Tessuto residenziale rado e nucleiforme	0.02002
Aziende e/o Insediamenti abitativi isolati nello spazio rurale	0.02086
Rocce affioranti con vegetazione rada e sporadici alberi	0.02133
Tessuto residenziale rado e nucleiforme	0.02156
Rocce affioranti con vegetazione rada e sporadici alberi	0.02187
Tessuto residenziale rado e nucleiforme	0.02271

Carta dell'uso e copertura dei suoli



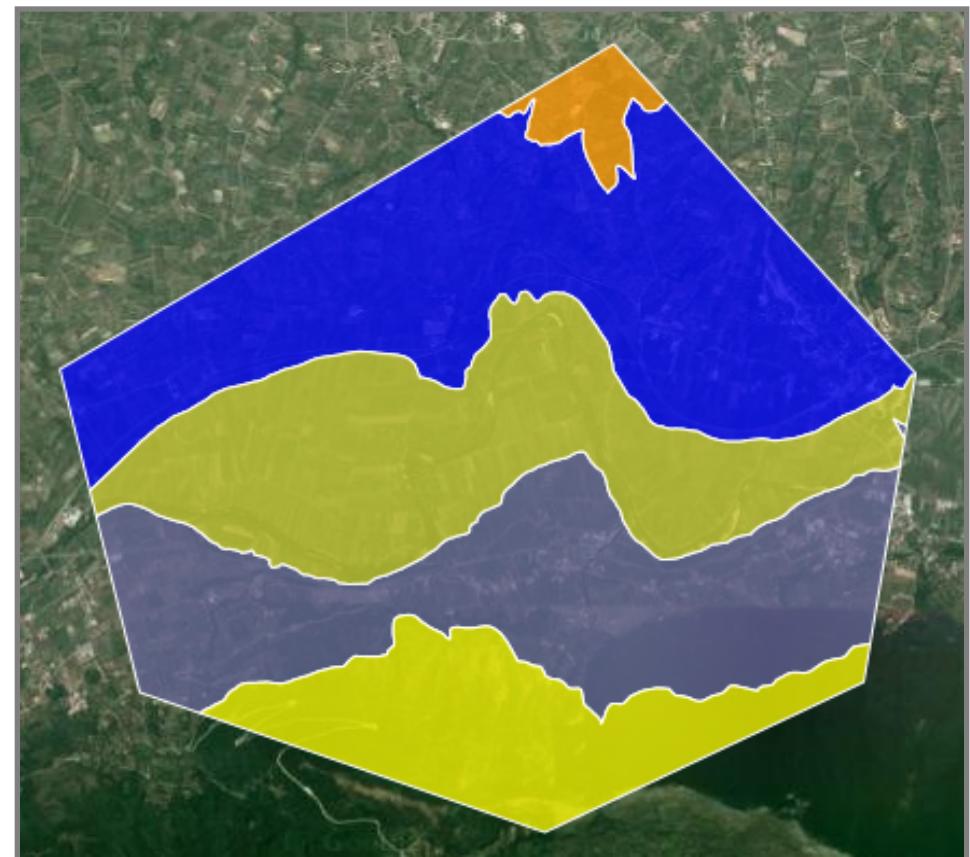
Qualità Biologica dei Suoli: QBS

E' un indice che nasce dall'analisi della micro- e mesofauna terricola. Ad ogni comunità terricola viene associato un punteggio, sulla base della specie di appartenenza, degli aspetti morfologici, del numero, ecc..



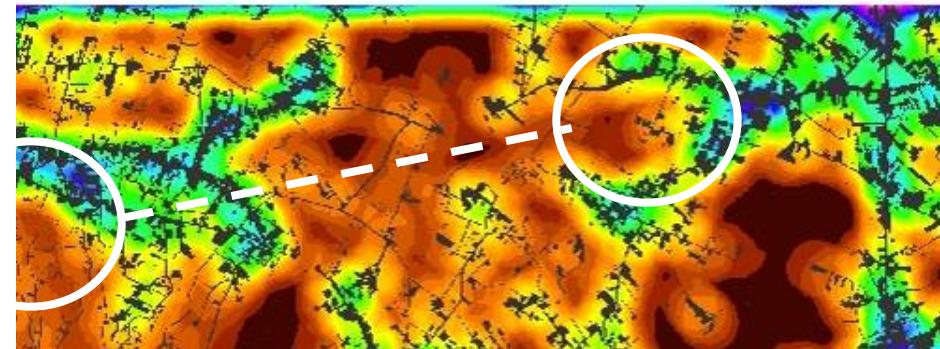
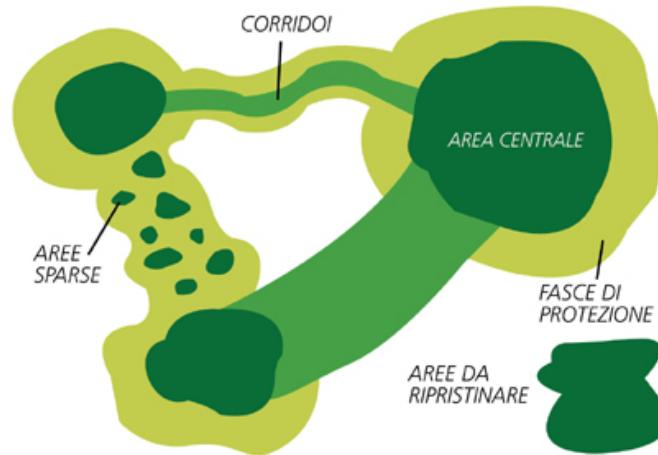
Sotto sistema	QBS	std dev
TET	106	15.7
RAC	166	13
PAL	106	22.3
MAP	119	23.1
GLA	135	15.7

Diverse unità pedologiche



Corridoi ecologici

Il corridoio ecologico è essenzialmente **uno spazio di territorio naturale che esiste di per sé o che viene creato dall'opera dell'uomo tramite opere di rinaturalizzazione**, cioè di ripristino della diffusione di specie vegetali autoctone. E' composto da un adeguato insieme di habitat tra di loro interconnessi, che permettono lo spostamento della fauna e lo scambio genetico tra specie vegetali presenti; con ciò viene aumentato il grado di biodiversità.



L'analisi della frammentazione del territorio indirettamente ci fornisce indicazioni sui potenziali corridoi ecologici.

Conclusioni #1

Oggi più di ieri il nostro ambiente (suoli e territorio) è sottoposto a **pressioni crescenti** che sempre più spesso si traducono nella **perdita parziale o totale delle funzioni ecosistemiche**. E' necessario **contabilizzare tali perdite** (in termini fisici);

Farlo è possibile, esistono gli **strumenti**, ed il processo di contabilizzazione deve essere necessariamente affiancato da metodi di **monitoraggio del degrado** (es. soil sealing);

Ciò consentirebbe non solo ai decisori politici di progettare migliori politiche ed interventi di pianificazione e gestione del territorio, ma anche di aumentare la consapevolezza delle comunità locali circa l'importanza dei suoli negli ambienti in cui vivono e nella loro vita;

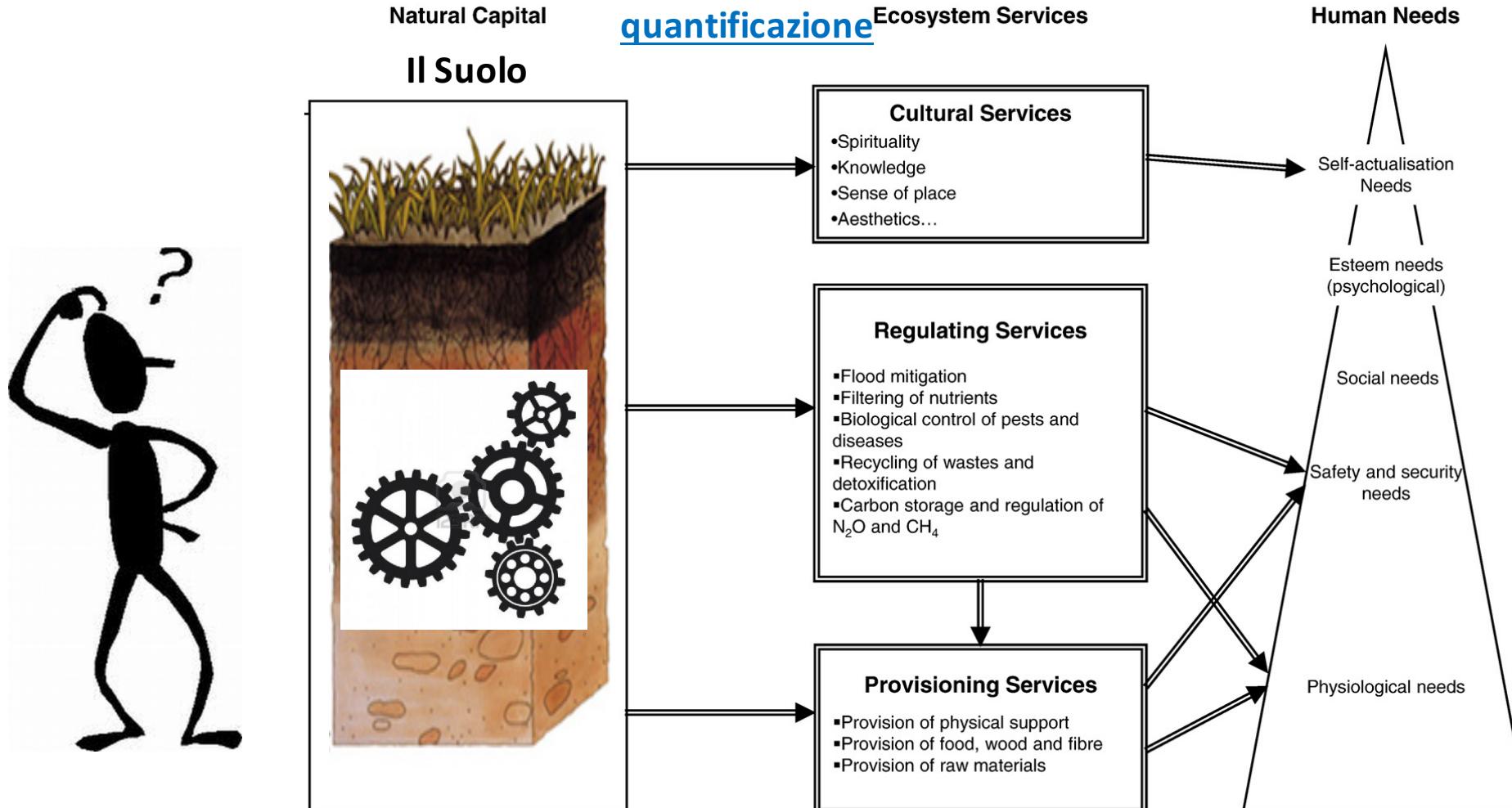
Conclusioni #2

La fase di **monitoraggio di un fenomeno di degrado dei suoli** (es. soil sealing) è fondamentale al fine di stabilirne gli effetti sulle funzioni ecosistemiche (perdite o riduzioni) e di conseguenza programmare in maniera oculata interventi sul territorio.

La **pianificazione del territorio** si avvale anche di strumenti come le **metriche ambientali** per comprendere meglio le interrelazioni tra gli interventi antropici sul territorio e l'ambiente naturale che li circonda.

Questi approcci in futuro saranno sempre più diffusi tra i metodi applicati allo studio del territorio, perché sono multidisciplinari e quindi basati sull'interazione tra figure professionali diverse e perché sono fortemente orientati alla **quantificazione dei fenomeni**.

Funzioni e Servizi Ecosistemici del Suolo



*Dominati *et al.*, Ecological Economics 69 (2010) 1858–1868