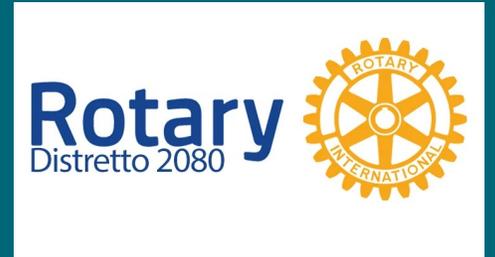


# Fiumi Sostenibili: Dialogo tra Iniziative Locali ed Europee



Rotary Distretto 2080

Sala del Tempio di Vibia Sabina e Adriano  
Roma, 21 maggio 2024



*Capitale Naturale e Strategie ambientali europee*

Fausto Manes

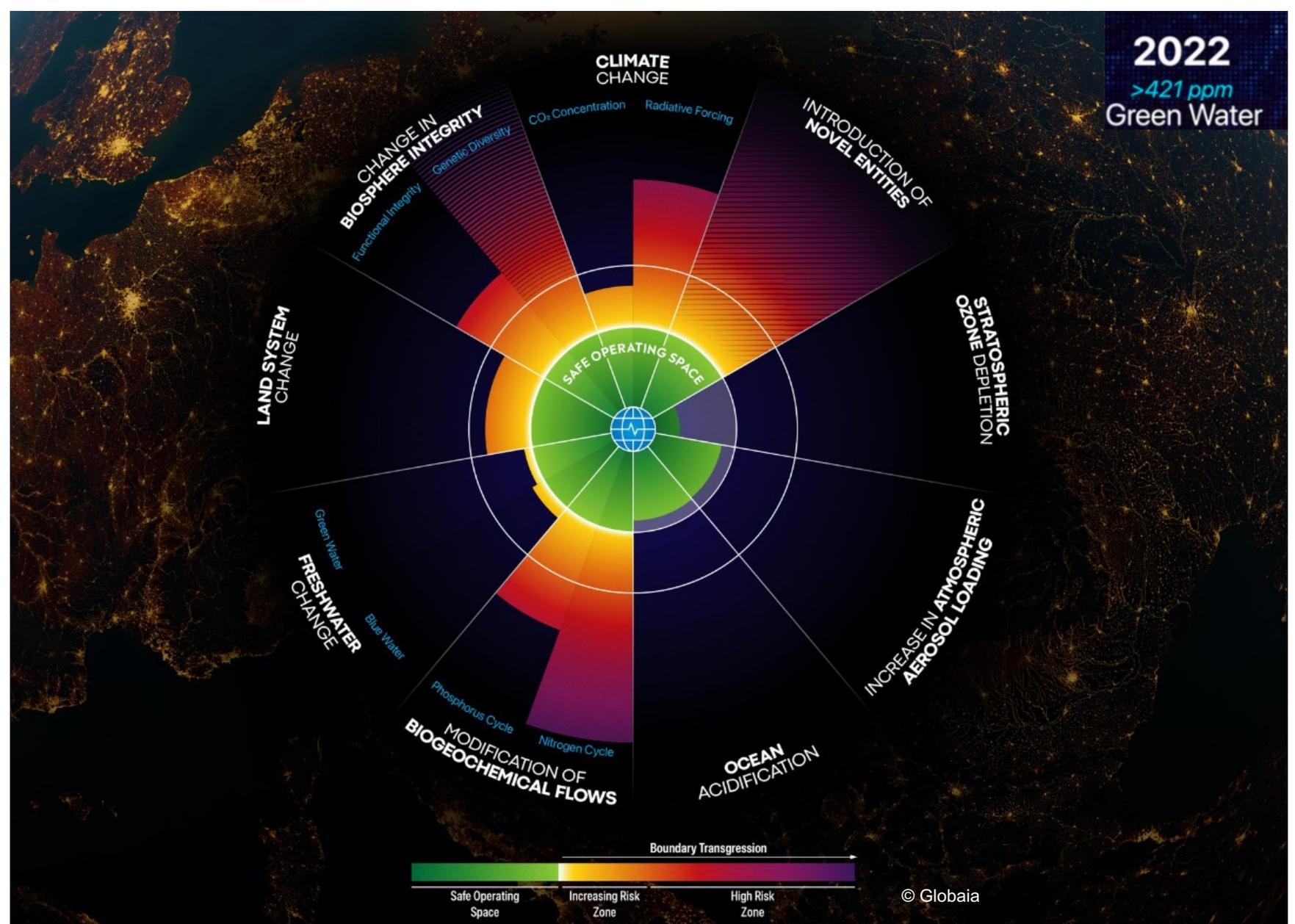
Dipartimento di Biologia Ambientale



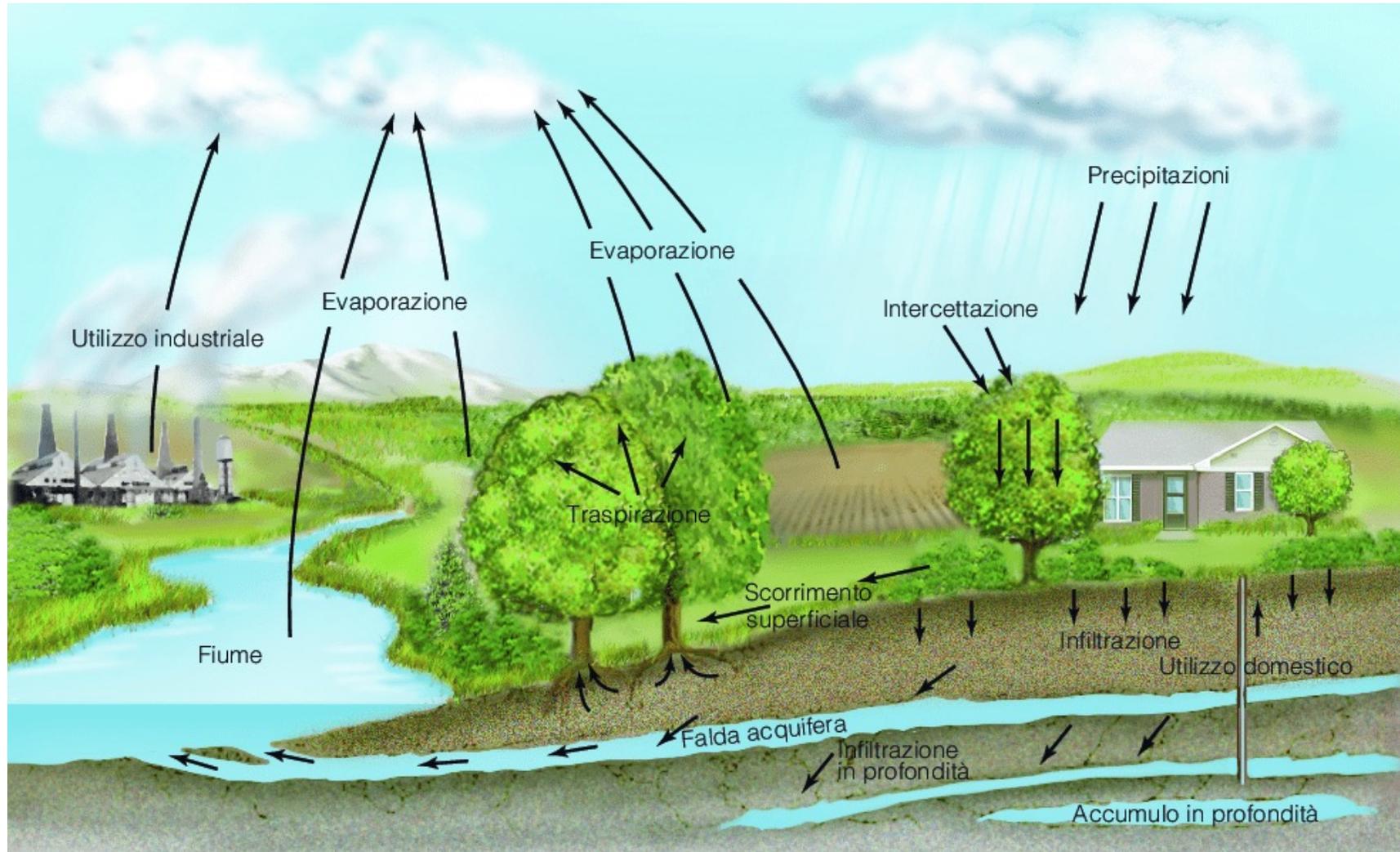
SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# I Limiti planetari 2023

Stockholm Resilience Centre  
Potsdam Institute  
for Climate Impact Research



# Il ciclo dell'acqua o idrologico



da Elementi di ecologia. Smith, 9/Ed

# Tutti gli ecosistemi acquatici, marini e dulciacquicoli sono connessi direttamente o indirettamente al **CICLO DELL' ACQUA**

Suddivisione in:

- **ECOSISTEMI DI ACQUA DOLCE**

(classificati in base alla batimetria e alla velocità di corrente)

***ECOSISTEMI LOTICI***

comprendono fiumi e torrenti



***ECOSISTEMI LENTICI*** comprendono

laghi, stagni e zone umide



- **ECOSISTEMI DI ACQUE SALATE**

(sistemi costieri e acque aperte)



# 17 OBIETTIVI SVILUPPO SOSTENIBILE AGENDA ONU 2030



**TRAGUARDO 6.3:** Migliorare entro il 2030 la qualità dell'acqua eliminando le discariche, riducendo l'inquinamento e il rilascio di prodotti chimici e scorie pericolose, dimezzando la quantità di acque reflue non trattate e aumentando considerevolmente il riciclaggio e il reimpiego sicuro a livello globale

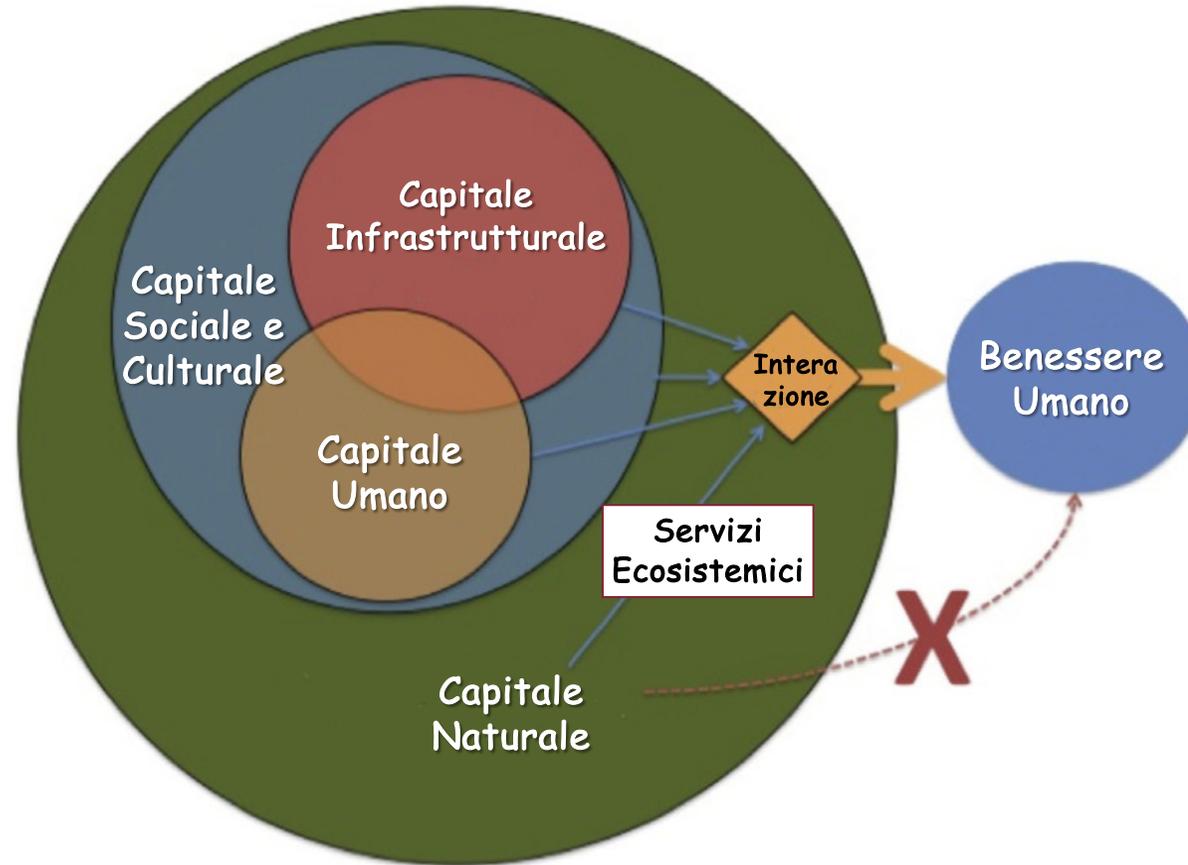
**TRAGUARDO 6.5:** Implementare entro il 2030 una gestione delle risorse idriche integrata a tutti i livelli, anche tramite la cooperazione transfrontaliera, in modo appropriato

**TRAGUARDO 6.6:** Proteggere e risanare entro il 2030 gli ecosistemi legati all'acqua, comprese le montagne, le foreste, le paludi, i fiumi, le falde acquifere e i laghi

# CAPITALE NATURALE E SERVIZI ECOSISTEMICI

## Capitale Naturale

Termine mutuato dal settore economico, indica gli stock di risorse naturali (piante, animali, aria, acqua, suolo, minerali, ecc.) generate dai flussi di materia-energia negli ecosistemi (che si combinano per fornire benefici all'Uomo).



### **Interazione tra Capitale Umano, Socio-Culturale, Infrastrutturale e Naturale, necessari per produrre il benessere umano**

Il capitale infrastrutturale ed umano (l'economia) sono integrati nella società, che a sua volta è inclusa nel resto della natura. I Servizi Ecosistemici sono il contributo relativo al benessere umano del Capitale Naturale. Al fine di investigare i Servizi Ecosistemici, è pertanto essenziale adottare un'ampia prospettiva interdisciplinare. (Modificato da: Costanza et al., 2014).

# CAPITALE NATURALE E SERVIZI ECOSISTEMICI

## Capitale Naturale

Termine mutuato dal settore economico, indica gli stock di risorse naturali (piante, animali, aria, acqua, suolo, minerali, ecc.) generate dai flussi di materia-energia negli ecosistemi (che si combinano per fornire benefici all'Uomo).

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

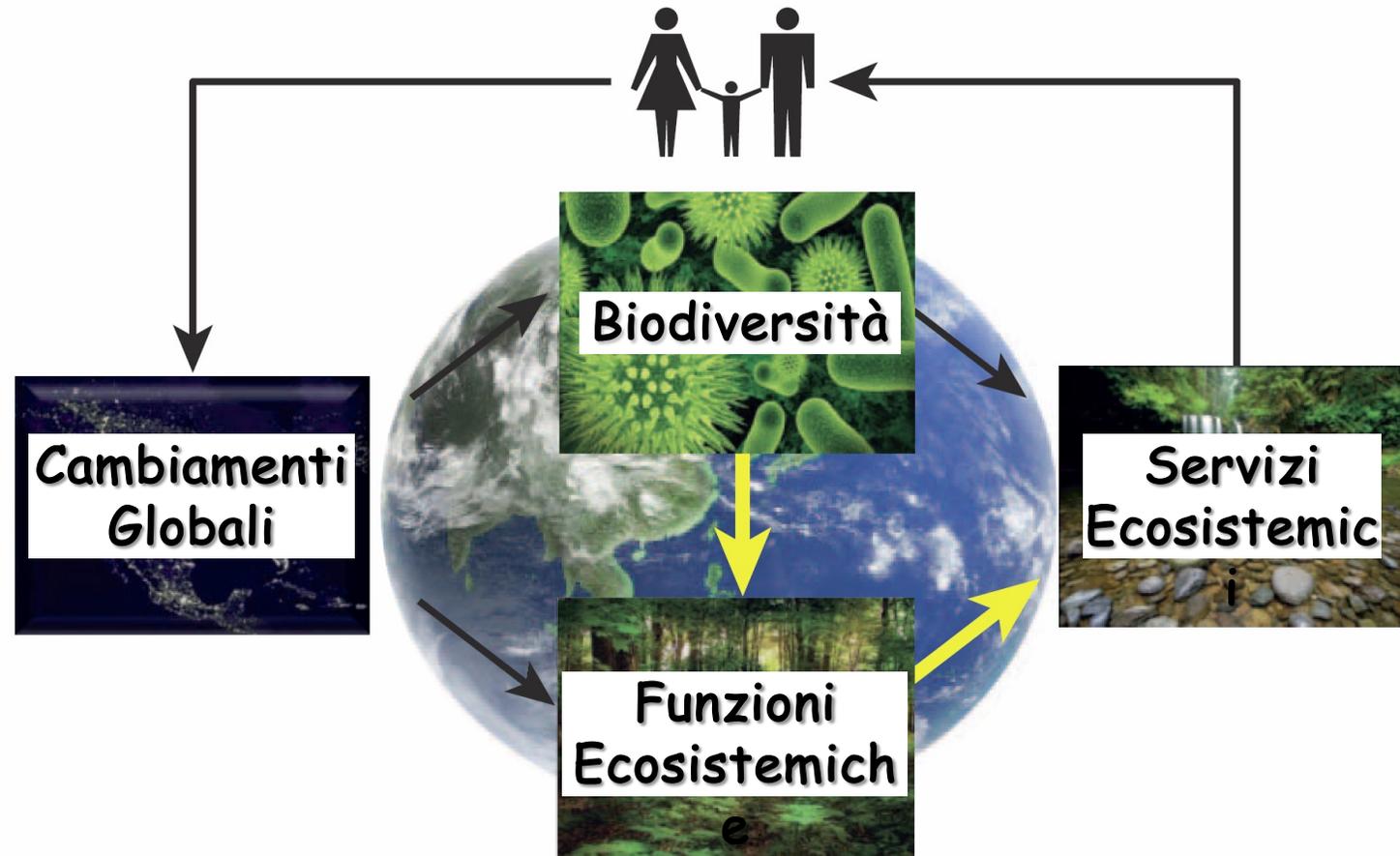
“I benefici che le persone ottengono dagli ecosistemi” (Millennium Ecosystem Assessment, 2005)

## Tipi di Servizi Ecosistemici

<b>Approvvigionamento</b>	<b>Regolazione e Mantenimento</b>	<b>Culturali</b>
Cibo Fibre Combustibili Risorse genetiche	Clima Acqua Nutrienti Impollinazione	Benefici estetici, spirituali, ricreativi

Rappresentazione schematica dei principali Servizi Ecosistemici, basata sul Millennium Ecosystem Assessment (Da Pataki et al., 2011) e sulla Common International Classification of Ecosystem Services (CICES, 2024)

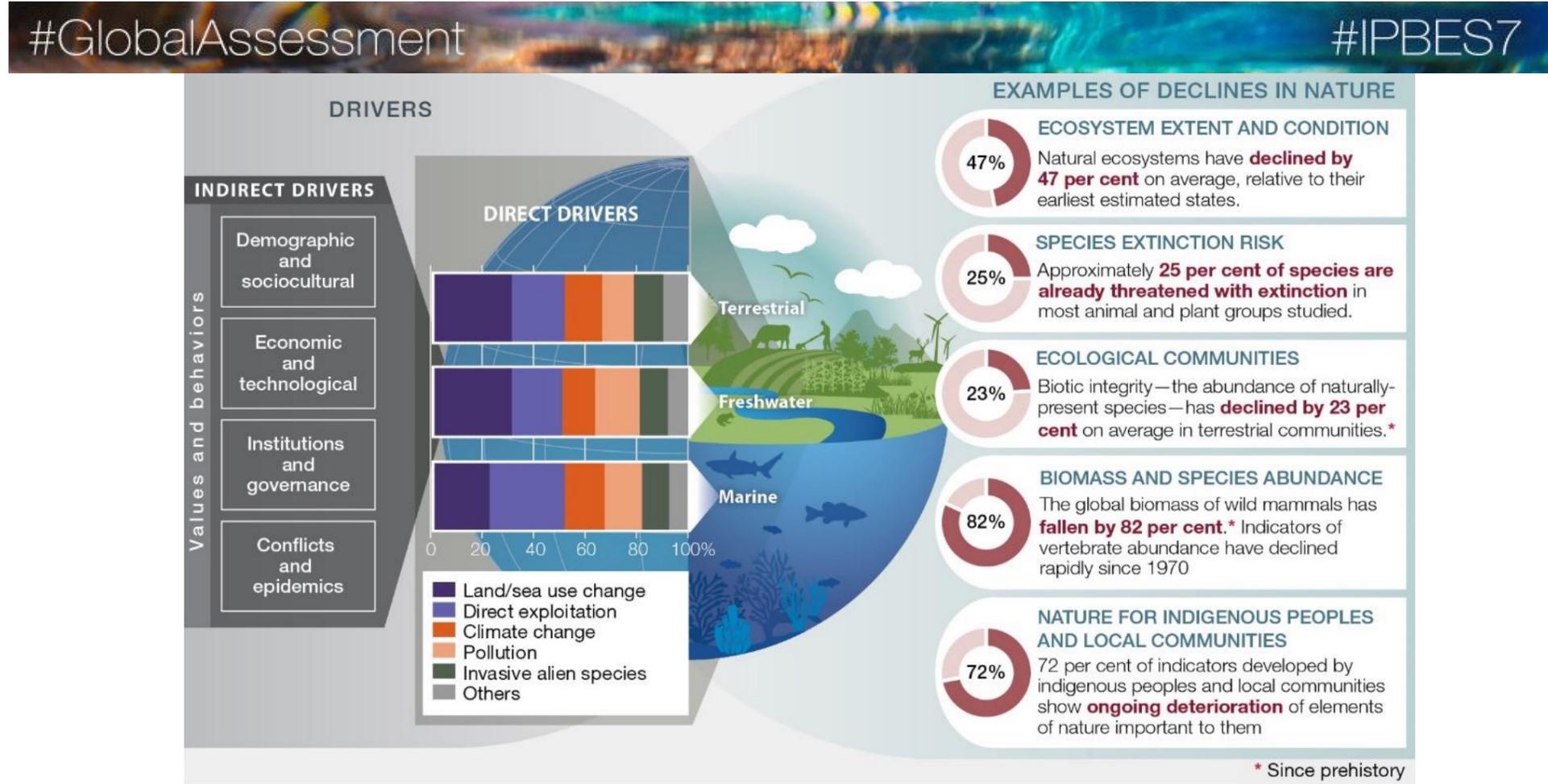
# SERVIZI ECOSISTEMICI, BIODIVERSITA', SALUTE E BENESSERE UMANO



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).

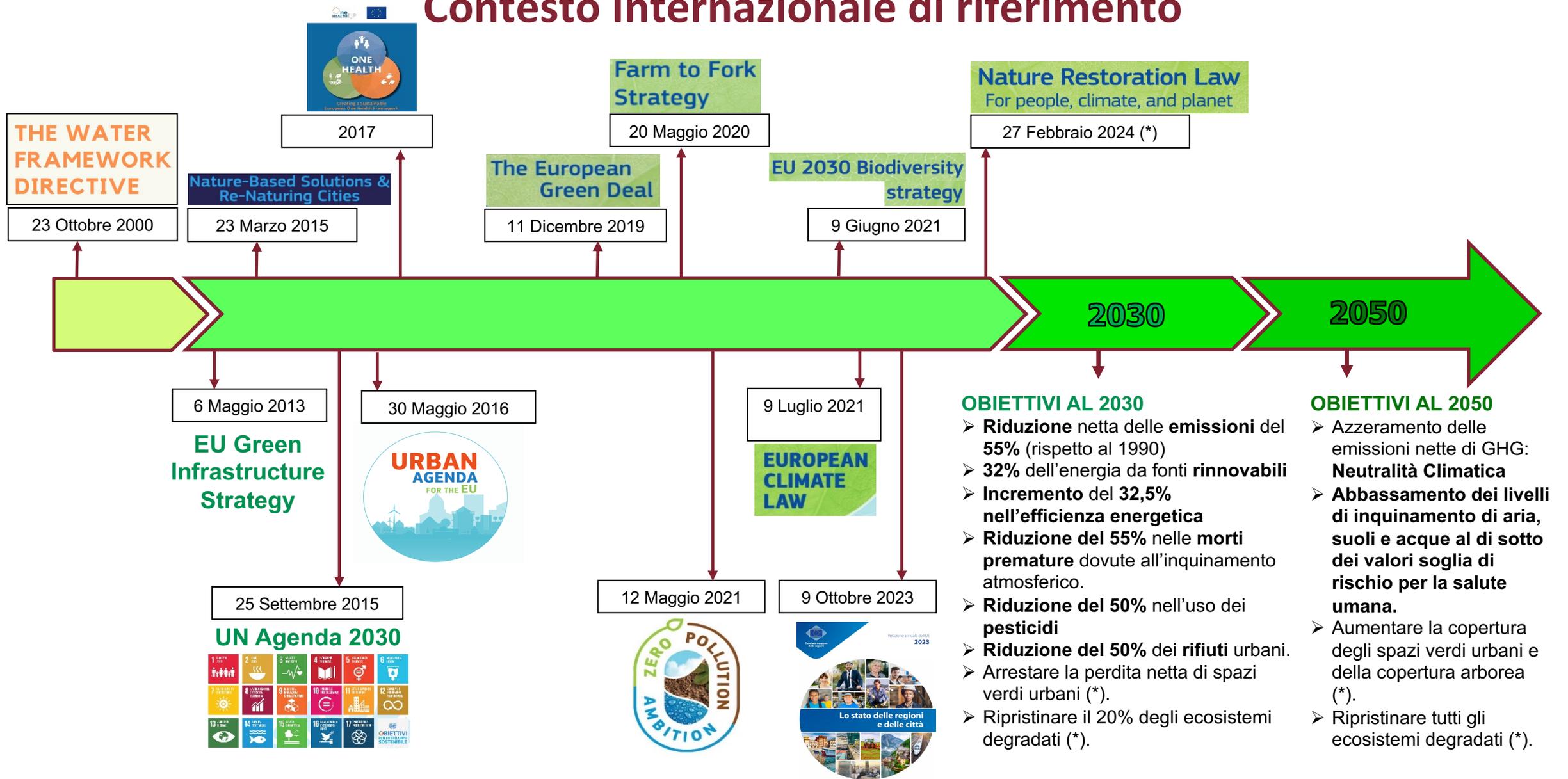
# Analisi degli impatti

IPBES - Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2019)



Esempi di impatti antropici, causati da driver diretti ed indiretti, sugli ecosistemi. Il cambiamento di uso del suolo e il sovrasfruttamento delle risorse naturali sono responsabili di oltre il 50% dell'impatto. I grafici a cerchio illustrano l'impatto antropico su diversi aspetti degli ecosistemi, a diverse scale temporali.

# Contesto Internazionale di riferimento



# Mappa di inquinamento luminoso



**VIIRS**  
Visible  
Infrared  
Imaging  
Radiometer.

Figura 213. Mappa di inquinamento luminoso elaborata a partire da dati NASA VIIRS (*Visible Infrared Imaging Radiometer Suite*). I crediti appartengono a Jurij Stare creatore del sito [www.lightpollutionmap.info](http://www.lightpollutionmap.info). Il prodotto mostrato è il NASA's *Black Marble nighttime lights product* (2021)

**Indice di Area Fogliare (LAI) stagionale Inverno/Estate = m<sup>2</sup> superficie fogliare / m<sup>2</sup> di superficie di suolo**

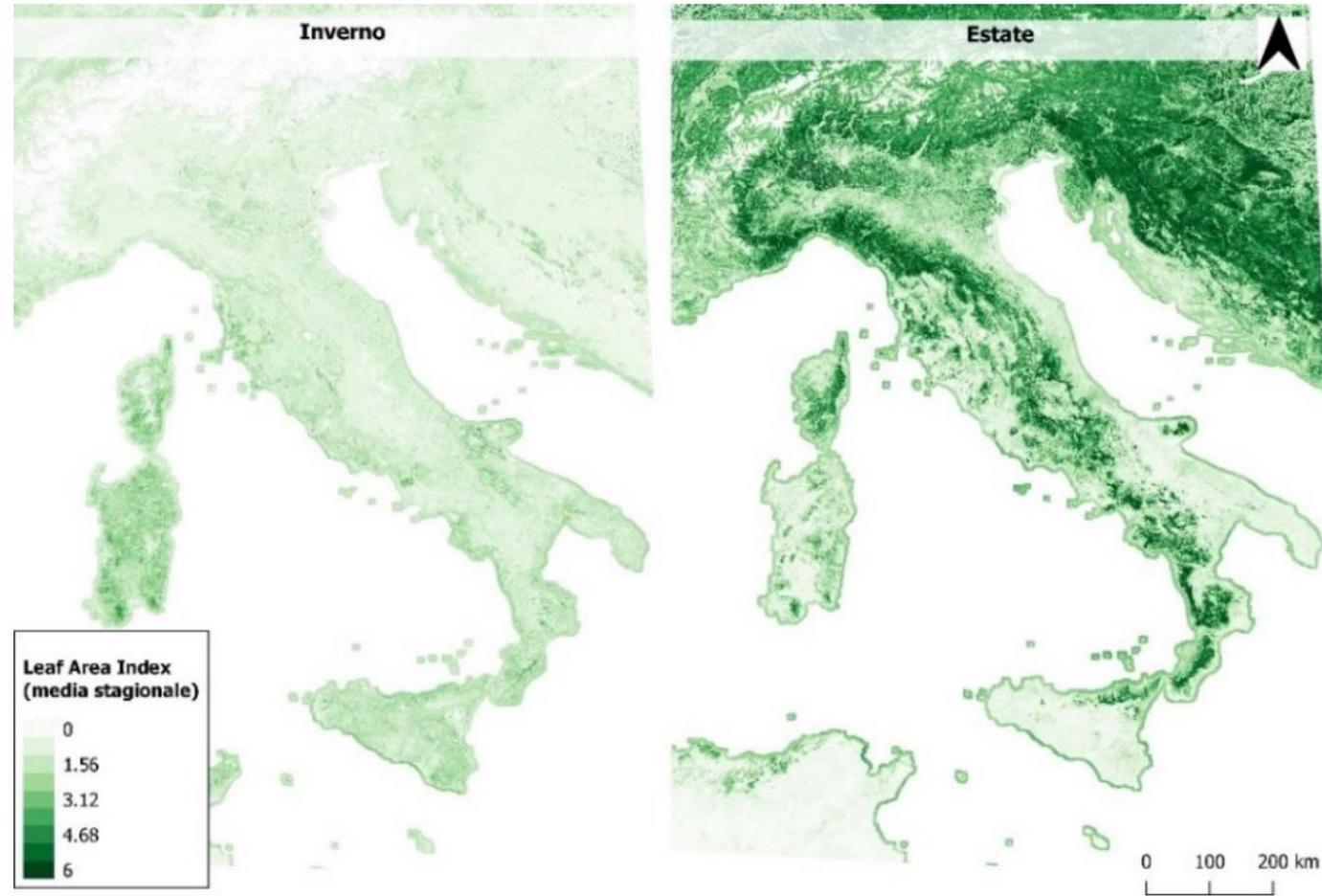
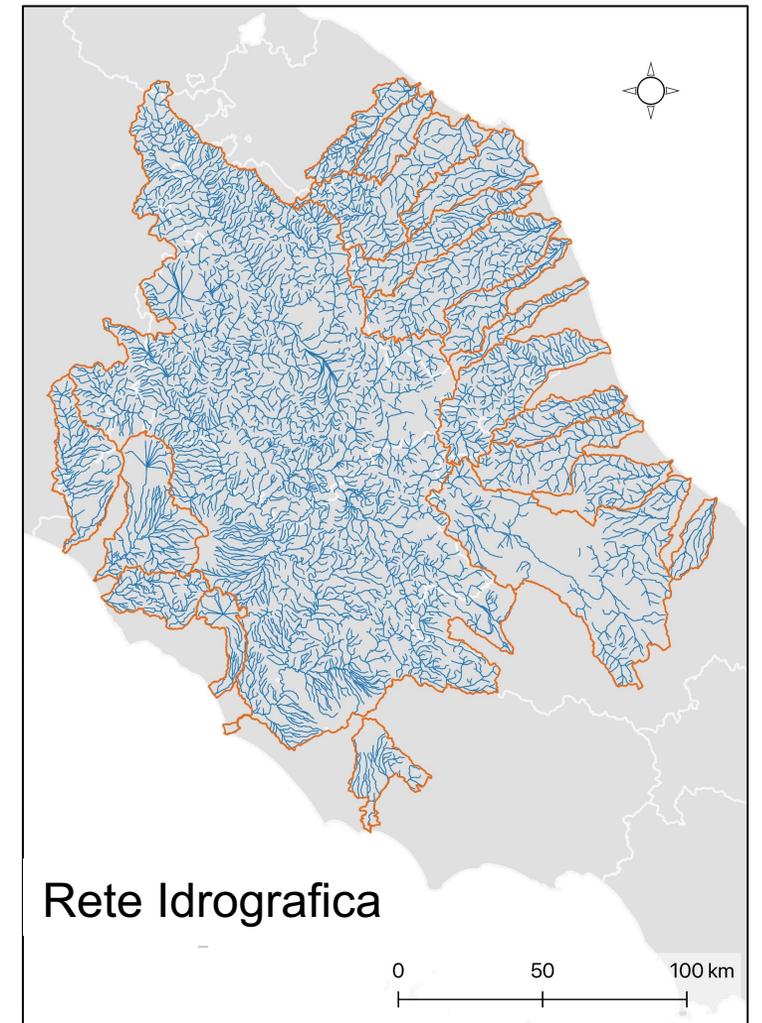
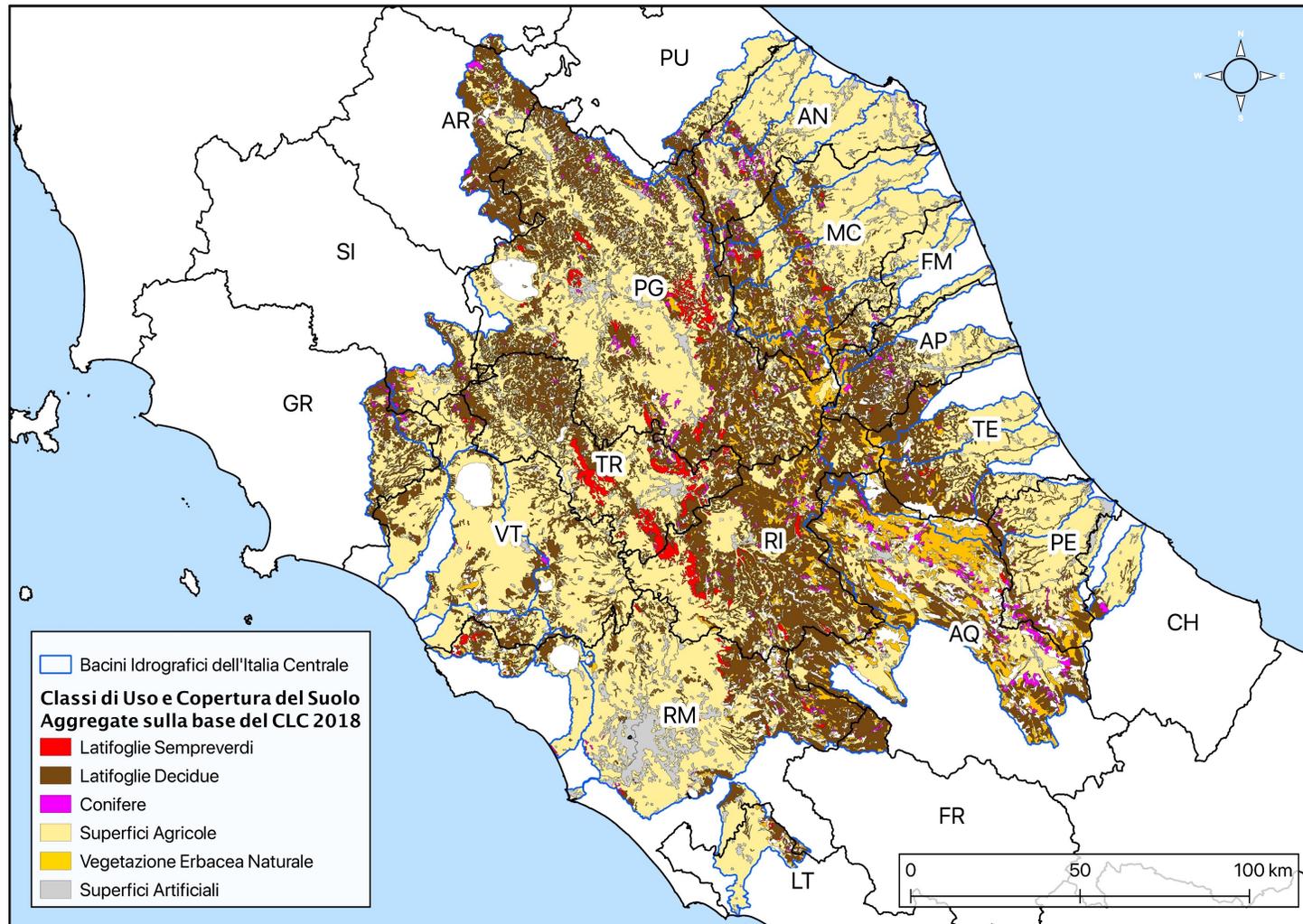
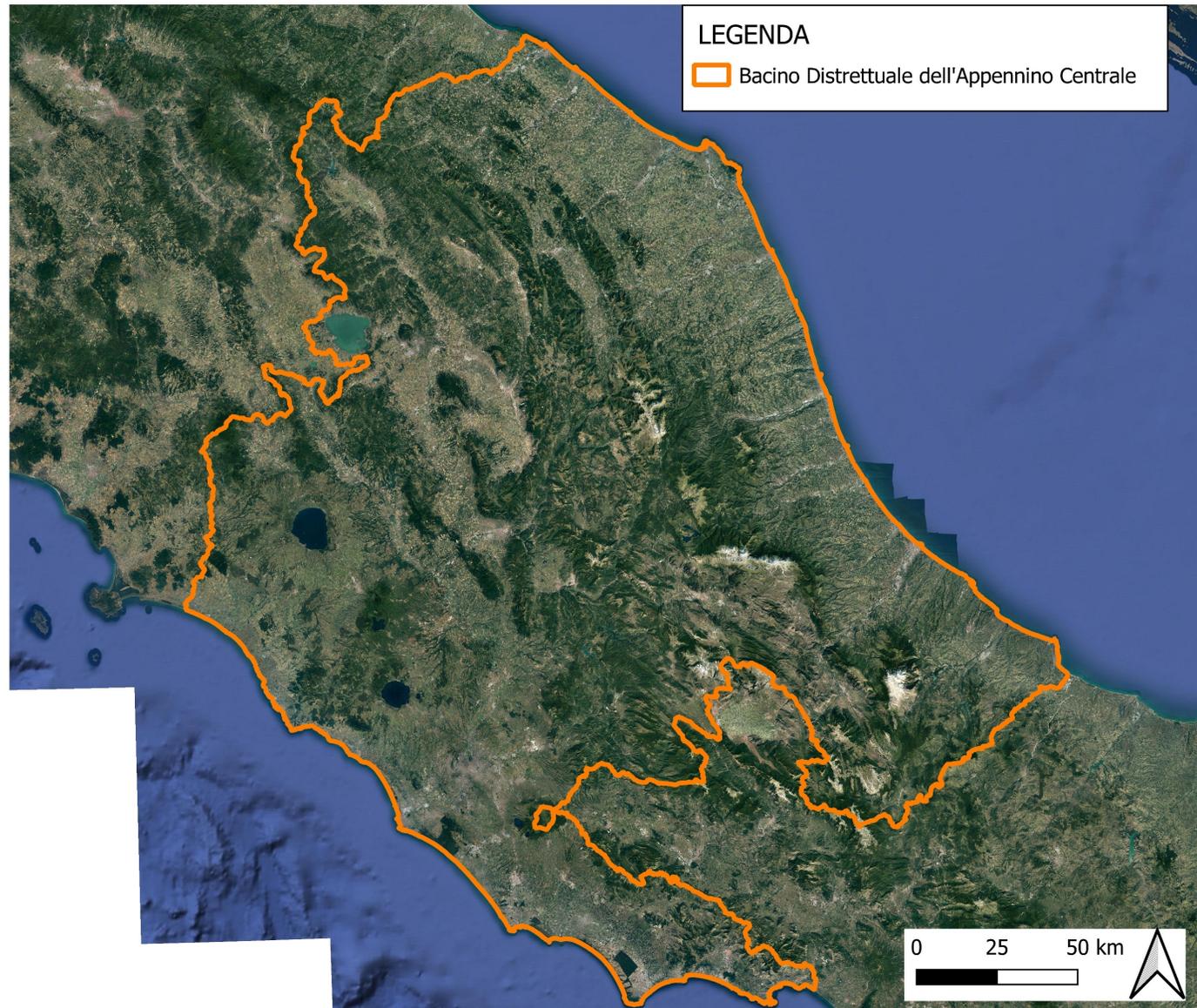


Figura 214. *Leaf Area Index* stagionale estivo ed invernale. Le mappe sono state derivate dall'elaborazione dei dati del programma europeo *Copernicus Global Land Service*. Aree montane dall'elevato valore naturalistico, dove il consumo di suolo è ridotto (es. l'arco alpino e la dorsale appenninica) mostrano un valore di LAI medio estivo anche pari a 6

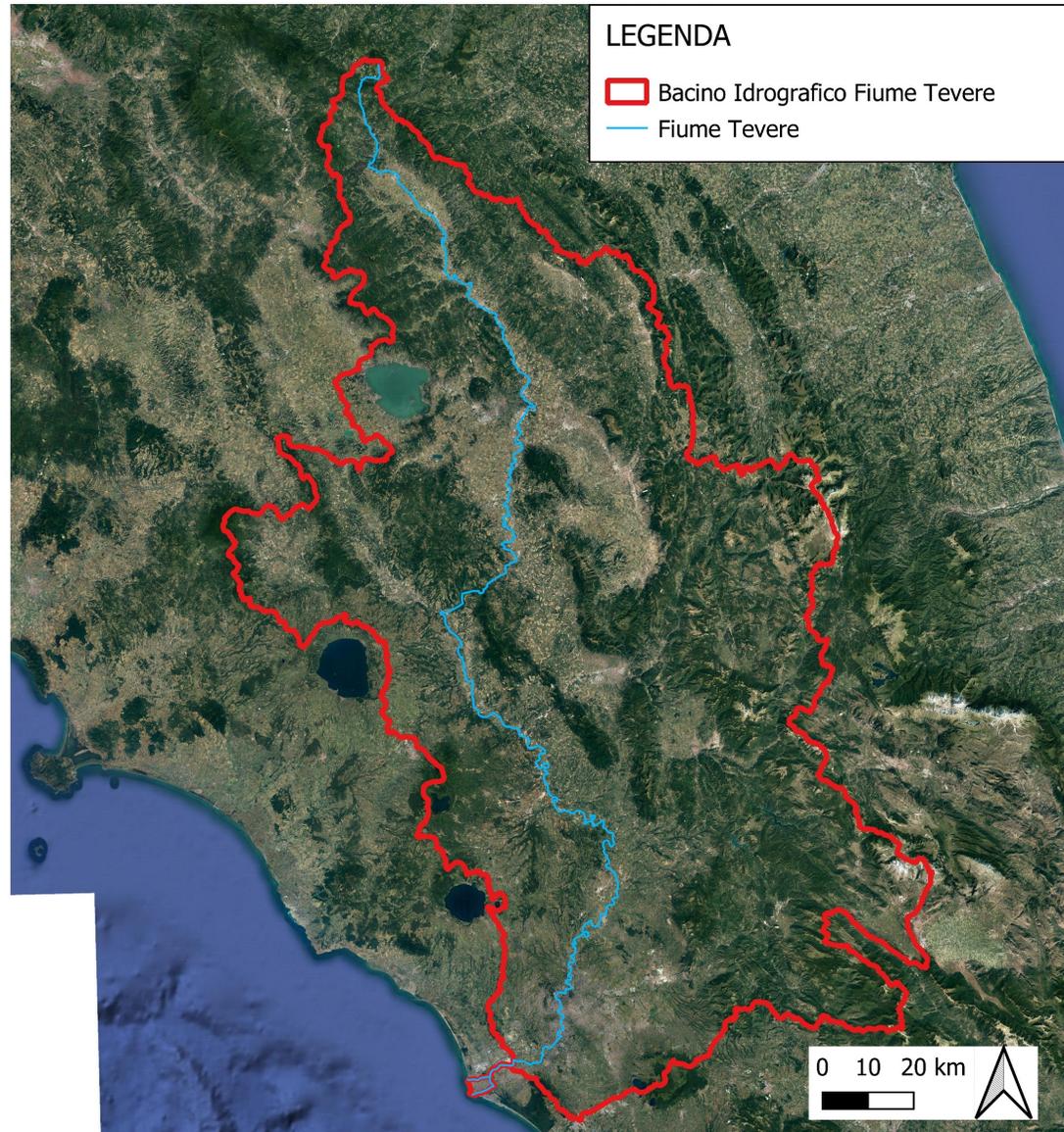
# Uso e Copertura del suolo nei Principali Bacini Idrografici dell'Italia Centrale



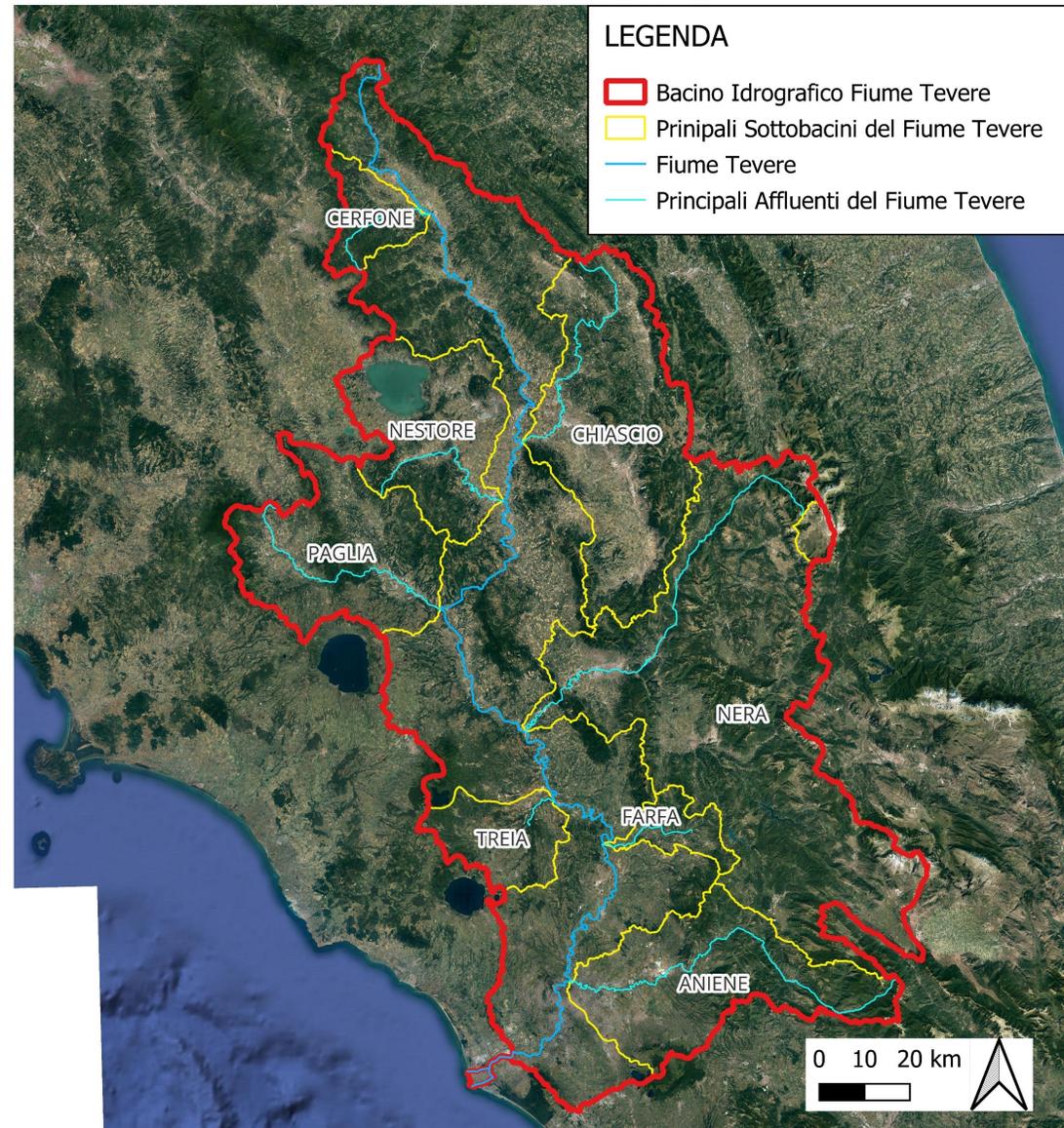
# Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale



# Bacino Idrografico del Fiume Tevere



# Bacino Idrografico del Fiume Tevere

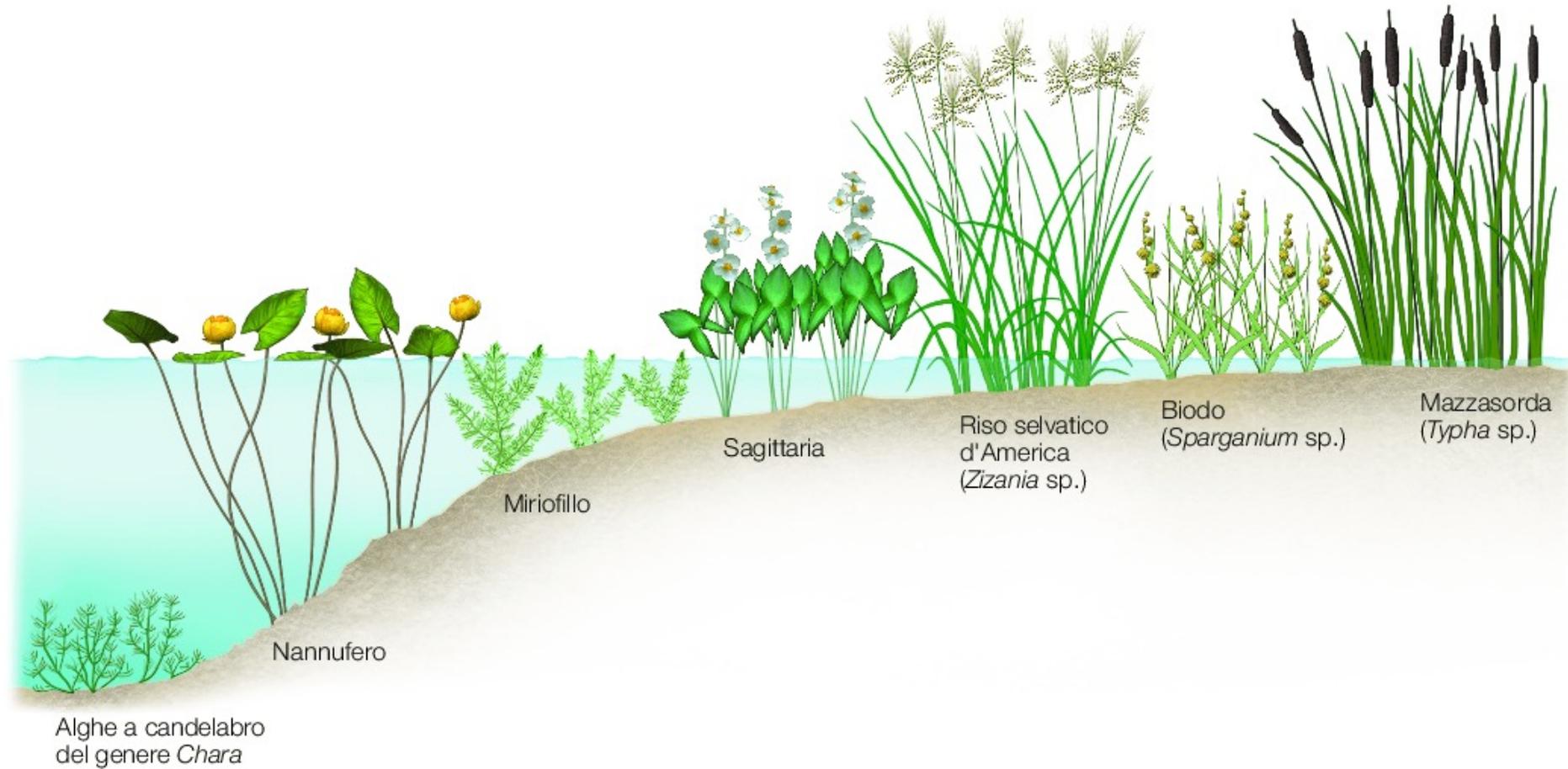


# *River continuum concept*



# Potenziale zonazione della vegetazione emergente, galleggiante e sommersa ai margini di un corso d'acqua.

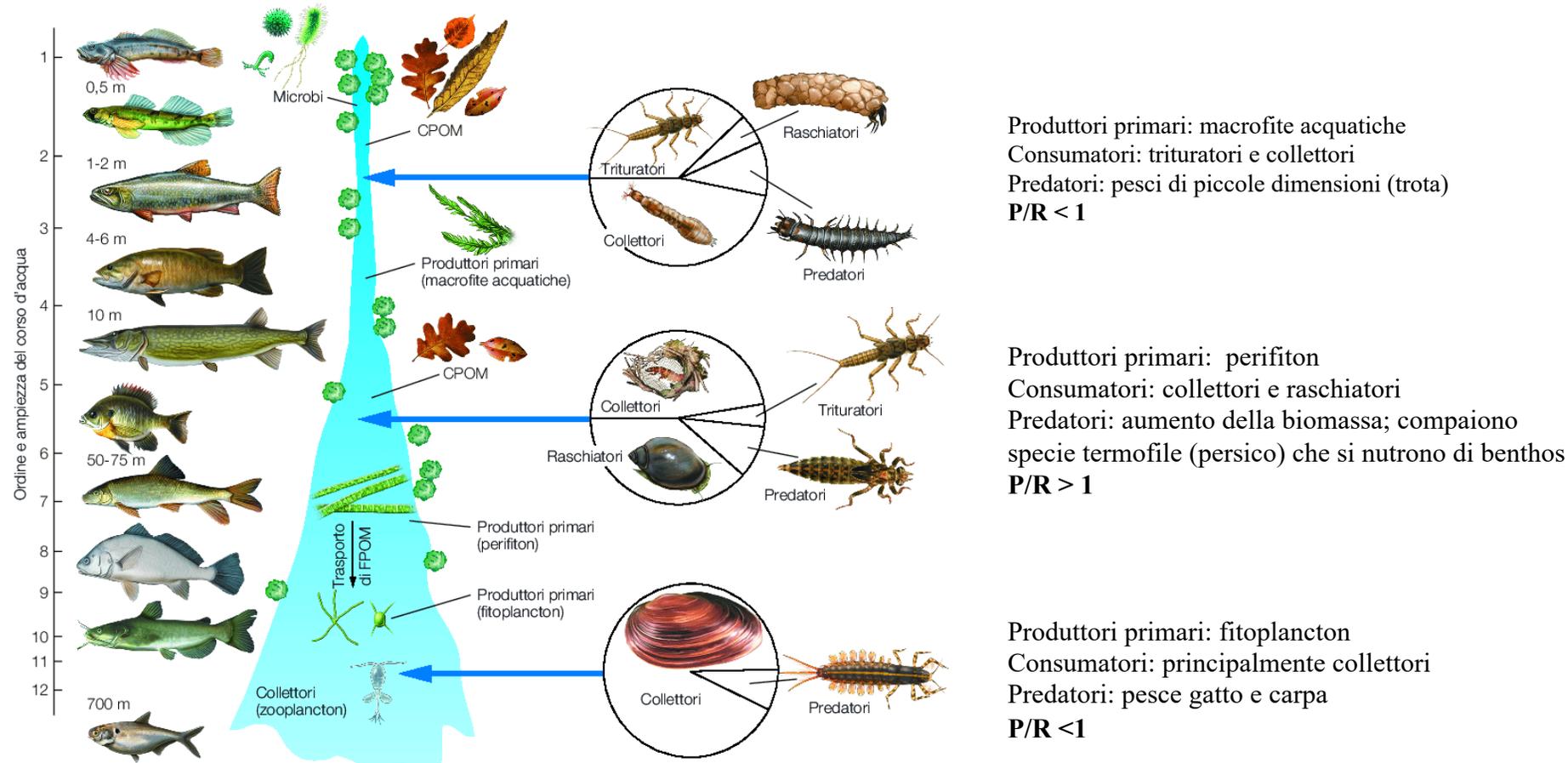
(La zonazione presente non riflette necessariamente la presenza di stadi successionali, ma piuttosto un adattamento alla diversa profondità dell'acqua).



La vita acquatica è più ricca nella fascia litorale o in altre zone dove si ha accumulo di sedimenti sul fondale e una profondità ridotta.

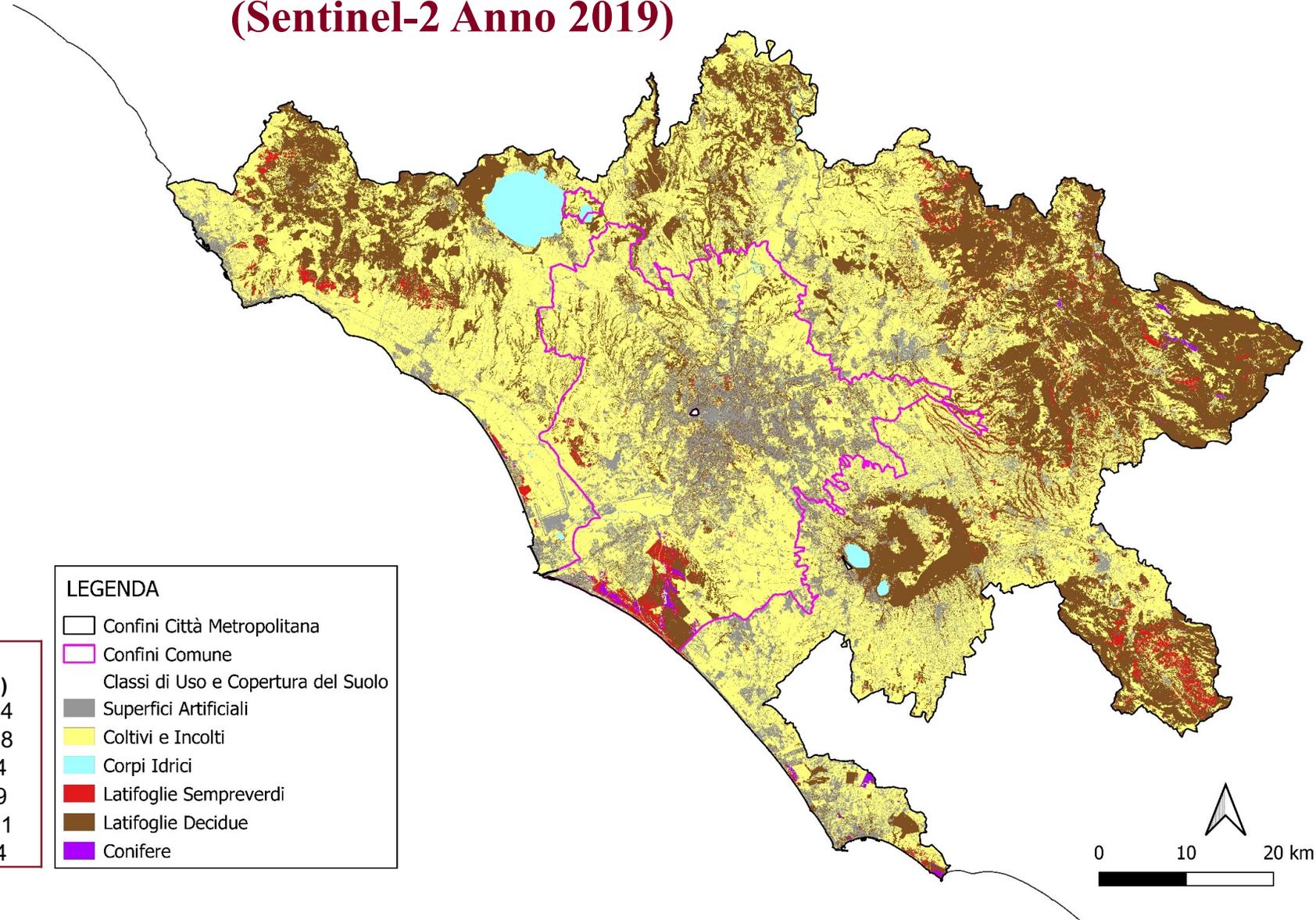
da Elementi di ecologia. Smith, 9/Ed

# River continuum concept: cambiamenti nei gruppi funzionali dei consumatori primari lungo il continuum fluviale.



**Figura 24.13** River continuum concept: cambiamenti nei gruppi funzionali dei consumatori lungo il continuum fluviale. L'ordine e l'ampiezza (m) del corso d'acqua sono riportati lungo l'asse cartesiano di sinistra. Alla sorgente è maggiore l'influenza degli eterotrofi, che si nutrono di detrito vegetale proveniente dall'ambiente circostante; i consumatori prevalenti sono trituratori e collettori. Con l'aumentare delle dimensioni dell'alveo diventa sempre più importante la componente autotrofa di alghe e macrofite acquatiche; i consumatori in questa zona del fiume sono collettori e raschiatori. Infine, nei tratti più lenti e ampi del fiume il sistema rappresenta condizioni di eterotrofia, anche se è possibile lo sviluppo di popolamenti fitoplanctonici. I consumatori sono principalmente collettori. Allo stesso modo, dalla sorgente alla foce si verifica un cambiamento nella struttura della comunità ittica (come è indicato nella figura a partire dall'alto: scazzone, temolo, trota, persico, luccio, persico sole, tinca, carpa, pesce gatto e scardola).

# Mappa di copertura e uso del suolo della Città Metropolitana di Roma (Sentinel-2 Anno 2019)

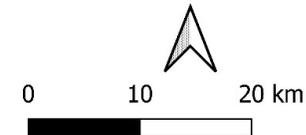


Superficie Roma	
(ha)	(%)
25.661,5	20,1
78.162,8	60,8
712,1	0,5
3.666,2	2,8
19.431,2	15,1
924,2	0,7

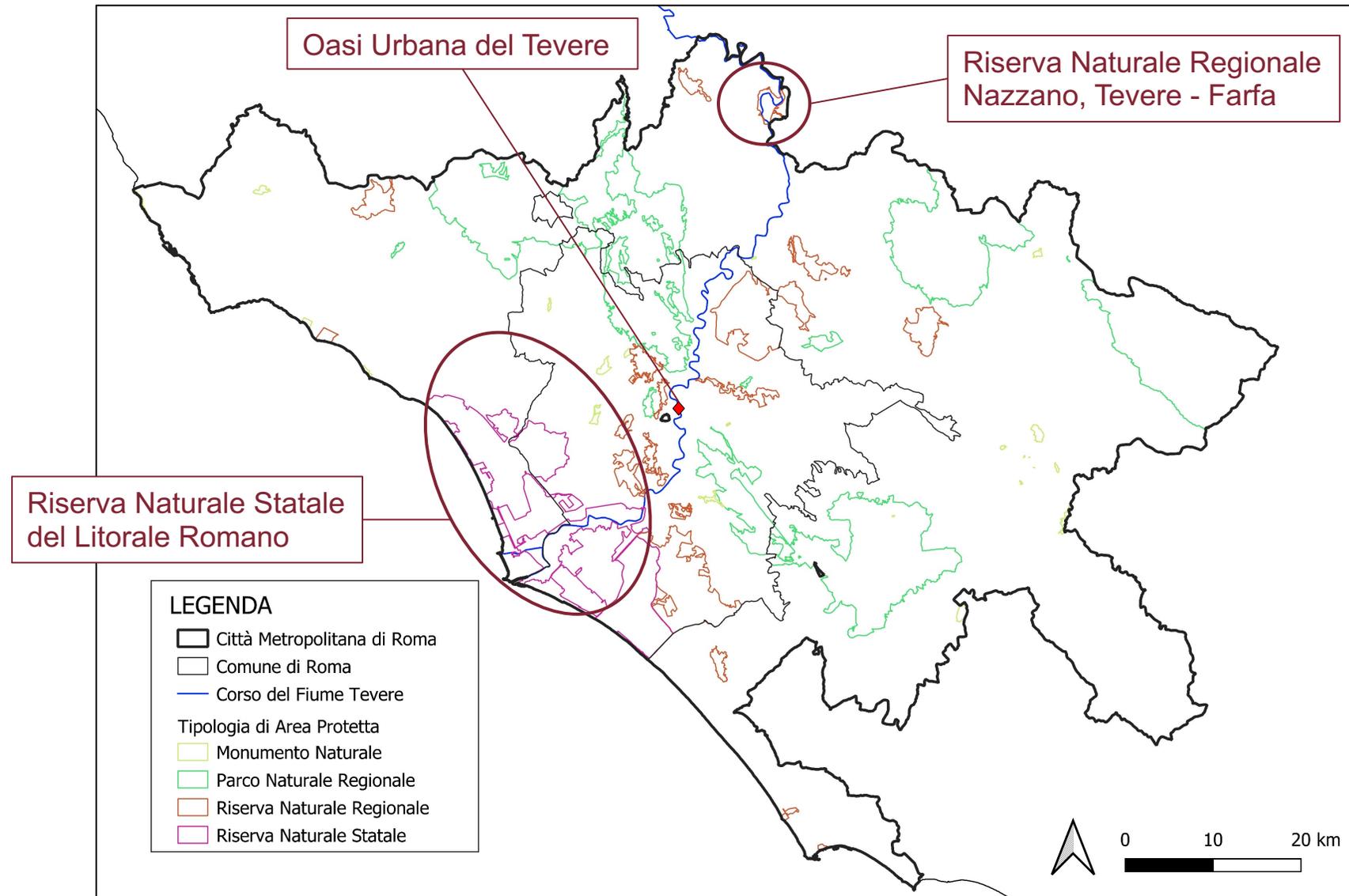
Superficie CM	
(ha)	(%)
61.310,9	11,4
293.503,9	54,8
7.665,1	1,4
15.745,7	2,9
155.310,7	29,1
1.923,9	0,4

**LEGENDA**

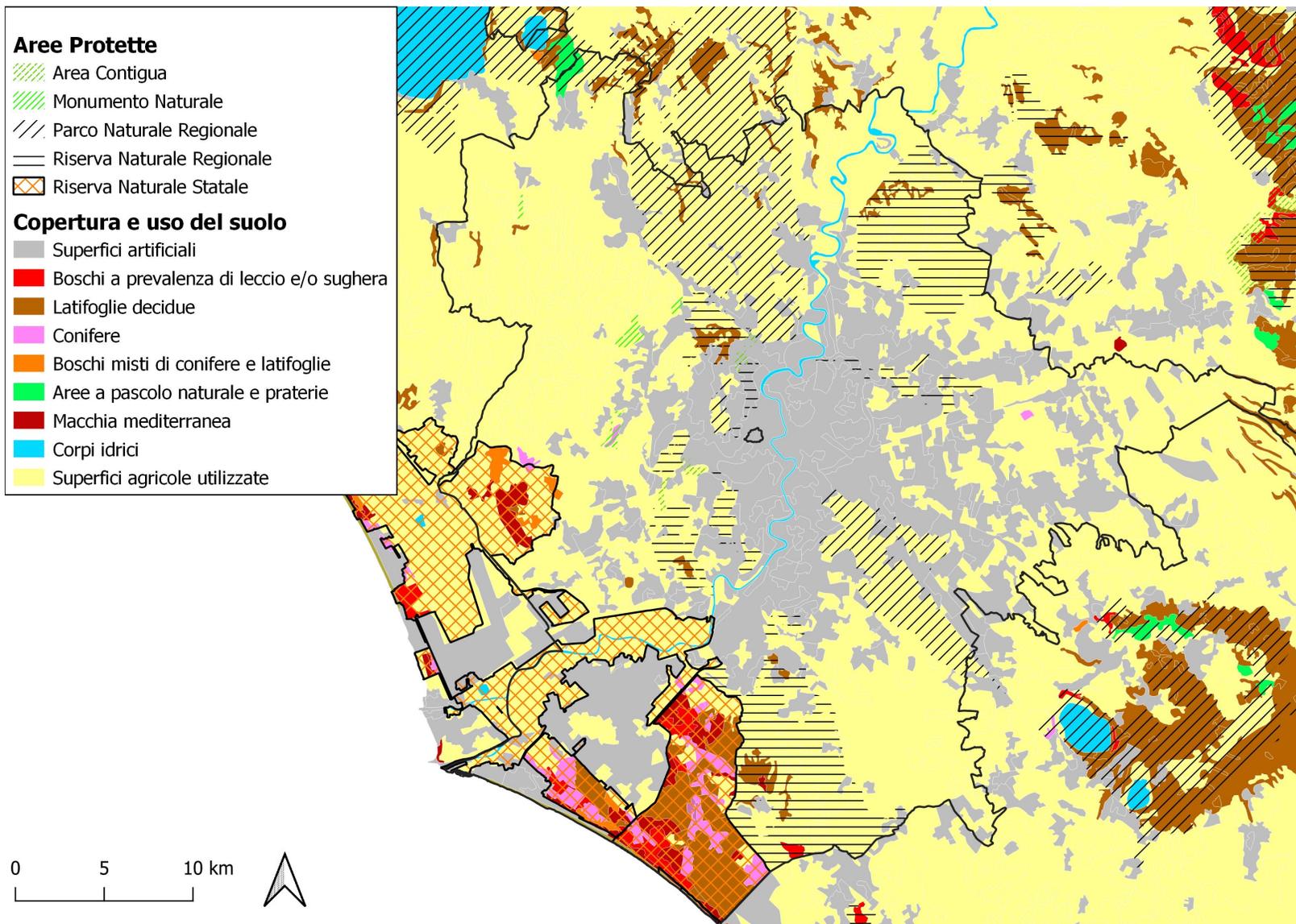
- Confini Città Metropolitana
- Confini Comune
- Classi di Uso e Copertura del Suolo
- Superfici Artificiali
- Coltivi e Incolti
- Corpi Idrici
- Latifoglie Sempreverdi
- Latifoglie Decidue
- Conifere



# Città Metropolitana e Comune di Roma: Principali Aree Protette



## Roma, dati Corine Land Cover 2018



**Le Nature Based Solution (NBSs)** sono soluzioni ispirate o copiate dalla natura per massimizzare la fornitura di SE, fornendo contemporaneamente vantaggi ambientali, sociali ed economici, supportando la resilienza.



Urban regeneration through nature-based solutions



Establishing nature-based solutions for coastal resilience



Increasing carbon sequestration through nature-based solutions



Nature-based solutions for improving well-being in urban areas



Nature-based solutions for increasing the sustainable use of matter and energy

NBSs costituiscono una soluzione a lungo termine economicamente vantaggiosa per mitigare e ripristinare gli ecosistemi colpiti da processi di degrado. Si possono avere soluzioni locali e a scala di paesaggio.

Le soluzioni a scala locale mirano a migliorare la funzionalità degli ecosistemi per mantenere e ripristinare i servizi ecosistemici locali.

Le soluzioni a scala di paesaggio si concentrano principalmente sul concetto di connettività.

Il miglioramento della fornitura dei SE si traduce direttamente in un maggiore capacità di realizzare i Sustainable Development Goals by the United Nations.

### **NBSs possono regolare diversi Servizi ecosistemici (SE):**

**Qualità dell'acqua:** minimizzando il materiale in sospensione e la contaminazione da inquinanti.

**Approvvigionamento di acqua:** attraverso la riduzione dello scorrimento superficiale, promuovendo l'infiltrazione e l'immagazzinamento di acqua;

**Regolazione delle inondazioni:** tramite la promozione dell'infiltrazione, ritenzione idrica del suolo, riducendo le ostruzioni vegetazionali nel sistema di drenaggio;

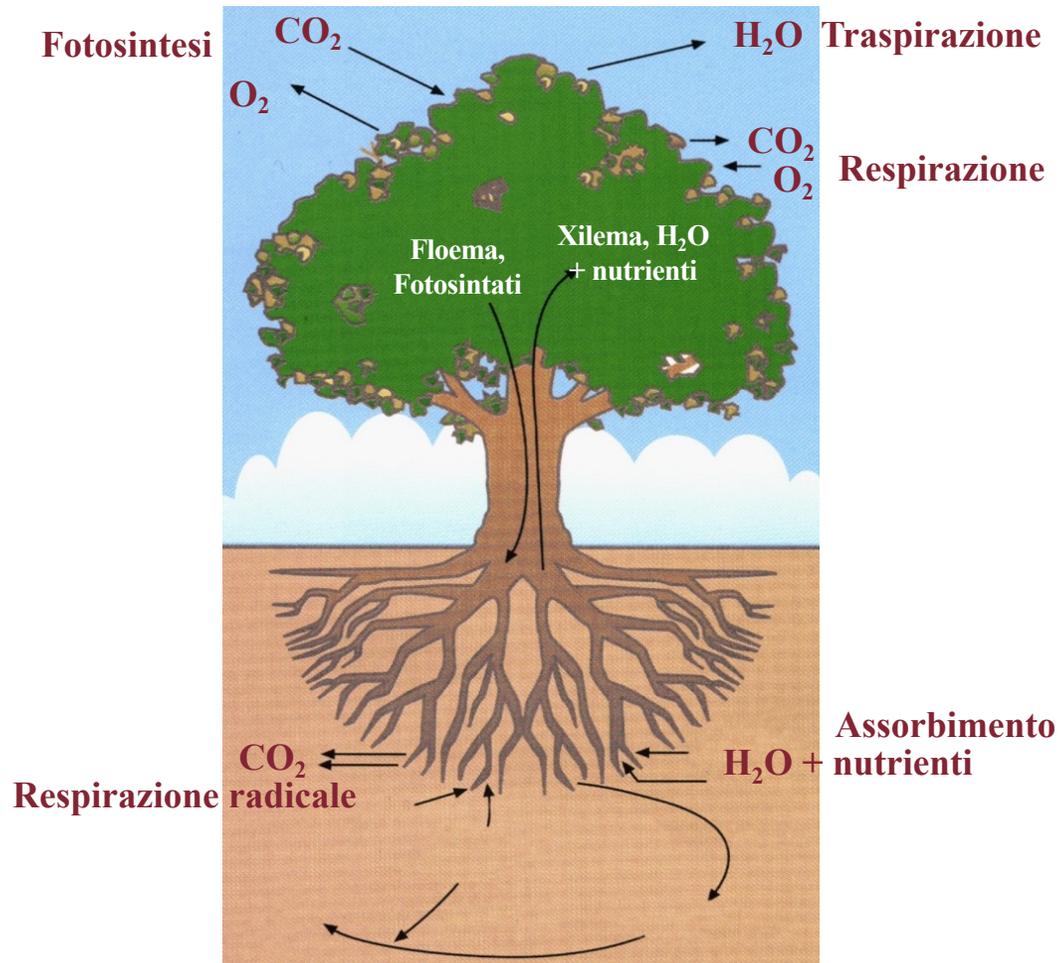
**Protezione del suolo:** attraverso la riduzione dell'erosione del suolo e il miglioramento della sua struttura;

**Mitigazione climatica:** mediante la riduzione dell'effetto isola di calore urbana;

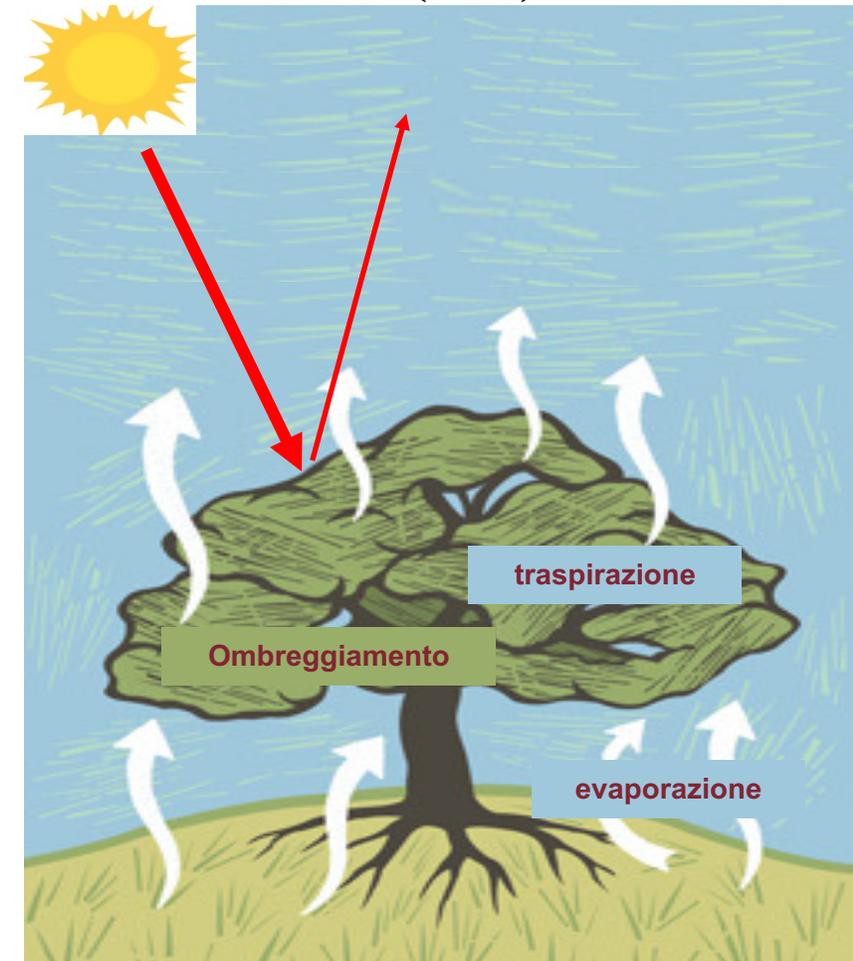
**Miglioramento della qualità dell'aria:** attraverso la rimozione di inquinanti gassosi e particellari;

# Biodiversità Funzionale:

## Indice di Area Fogliare/Leaf Area Index (LAI)



## Traspirazione e Ombreggiamento della chioma (LAI)



Indice di Area Fogliare/Leaf Area Index (LAI) =  $\text{m}^2$  superficie fogliare /  $\text{m}^2$  di superficie di suolo

Variazioni delle caratteristiche chimico, fisiche o biologiche

## **INQUINAMENTO AMBIENTALE**

Alterazione dell'equilibrio termodinamico degli ecosistemi

PERDITA DELLA BIODIVERSITA'

RIDUZIONE DEL POTERE  
AUTODEPURANTE

*Cause principali:*

- Attività industriali
- Pratiche agricole intensive
- Attività minerarie
- Smaltimento rifiuti



Le direttive europee:  
**2006/86/CE** per il suolo e la **2000/60/CE** per le acque  
hanno come scopo principale la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento,  
la promozione dell'utilizzo sostenibile di queste risorse, la protezione ambientale e il  
miglioramento delle condizioni degli ecosistemi.

- ✓ L'analisi del ruolo funzionale delle biocenosi rispetto alle alterazioni ambientali e all'immissione di inquinanti;
- ✓ La caratterizzazione degli effetti dell'inquinamento sugli ecosistemi terrestri e acquatici, su suoli e siti contaminati;
- ✓ Recupero e ripristino ambientale mediante tecnologie innovative.

# FITODEPURAZIONE



# “Il Fitorimedio”

*“uso efficiente delle specie vegetali di rimuovere, degradare o immobilizzare i contaminanti in una matrice di crescita (suolo, acqua o sedimenti) attraverso le attività e i processi biologici, chimici o fisici delle piante” (UNEP, 2010)*

*“utilizzo di specie vegetali e dei microrganismi del suolo per ridurre la concentrazione o gli effetti tossici dei contaminanti nell’ambiente” (Greipsson, 2011)*

**Tecnica di bonifica economica, efficiente ed ecosostenibile, applicabile *in situ* per la rimozione di inquinanti organici e inorganici, metalli pesanti e radionuclidi. (H.Ali et al., 2013)**

TECNICA	DESCRIZIONE
<i>Fitoestrazione</i>	Accumulo degli inquinanti nella biomassa aerea
<i>Fitofiltrazione</i>	Sequestro degli inquinanti dalle acque contaminate
<i>Fitostabilizzazione</i>	Minore mobilità e biodisponibilità degli inquinanti nel suolo da parte dell’apparato radicale
<i>Fitovolatilizzazione</i>	Conversione degli inquinanti nella forma volatile e loro conseguente rilascio nell’atmosfera
<i>Fitodegradazione</i>	Degradazione degli inquinanti organici da parte di enzimi prodotti dalle piante
<i>Rizodegradazione</i>	Degradazione degli inquinanti organici nella rizosfera da parte di microrganismi
<i>Fitodesalinizzazione</i>	Rimozione di Sali in eccesso da parte delle alofite in suoli salini

## *Vantaggi*

- Tecnologia economica e poco invasiva
- Promuove la biodiversità
- Contribuisce al ripristino degli ecosistemi disturbati dalle attività antropiche
- Valore estetico
- Limita i fenomeni di erosione
- Migliora la qualità dell'aria e dell'acqua
- Contribuisce a ridurre il consumo di energia
- Serbatoio per il sequestro di C

## *Svantaggi*

- Lunghi tempi di bonifica
- Limite delle specie impiegate e del substrato su cui si interviene
- L'efficienza depurativa è limitata dal tasso di crescita, dalla produzione di biomassa e dalla resistenza della specie vegetale
- Biodisponibilità del contaminante
- Rischio di contaminazione della catena alimentare in caso di cattiva gestione e mancanza di applicazioni adeguate.

# Servizi ecosistemici e Verde Urbano



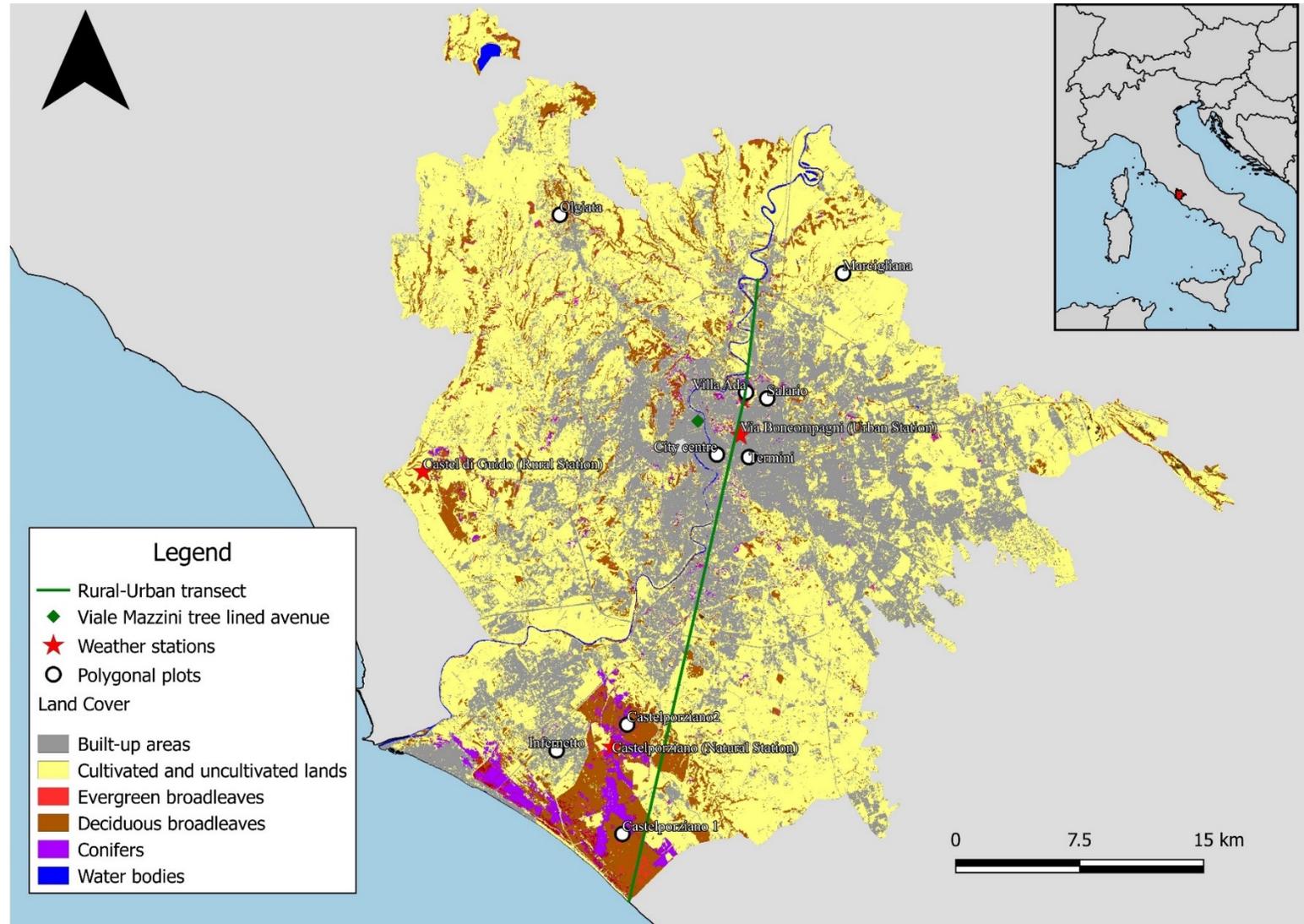
# Servizi ecosistemici e Verde Urbano

Benefici che la popolazione umana ottiene, direttamente o indirettamente, dalle funzioni ecosistemiche (Costanza et al., 1997).

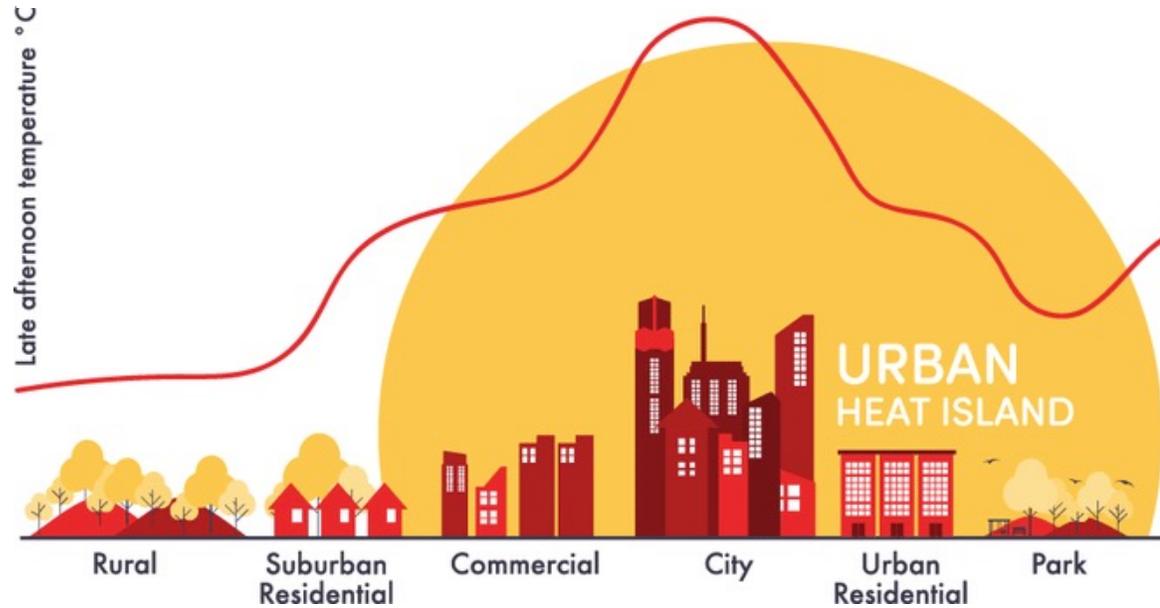


+ Benefici economici  
+ Benefici ambientali e sociali

# COMUNE DI ROMA: Copertura e uso del suolo (dati Sentinel-2, 2016)

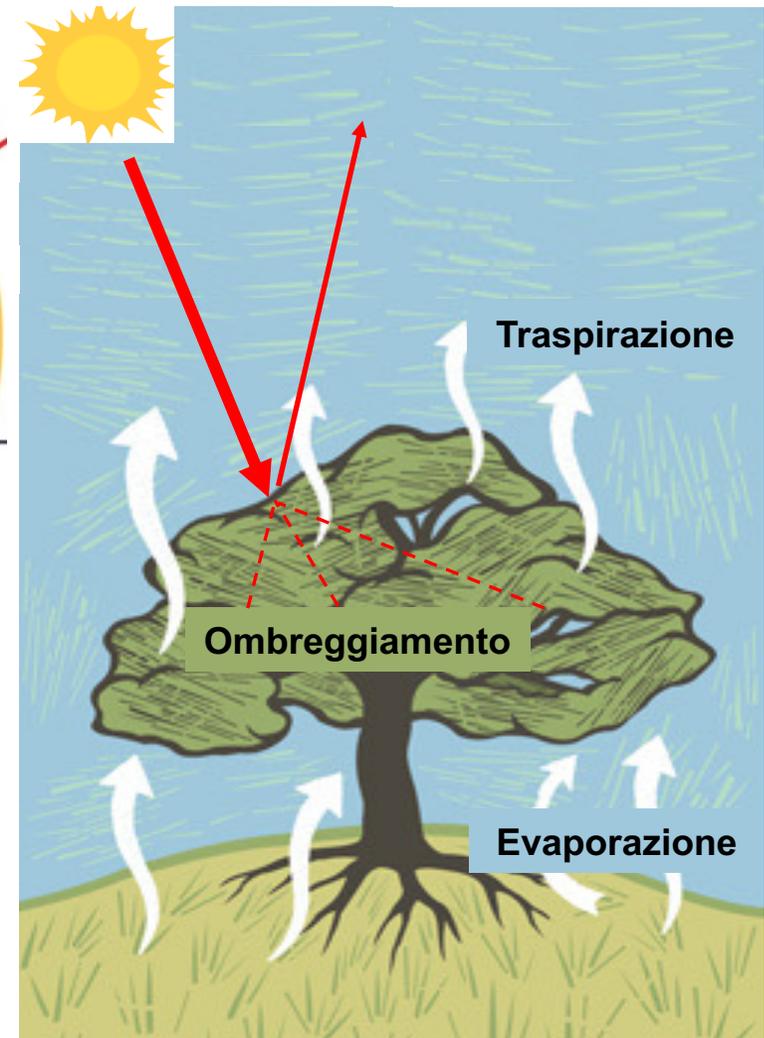


# Mitigazione dell'effetto Isola di Calore Urbana



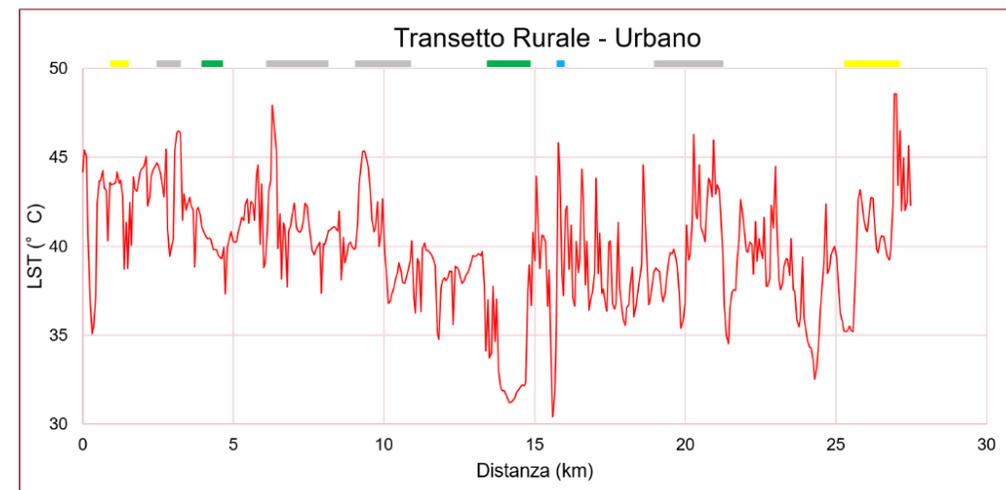
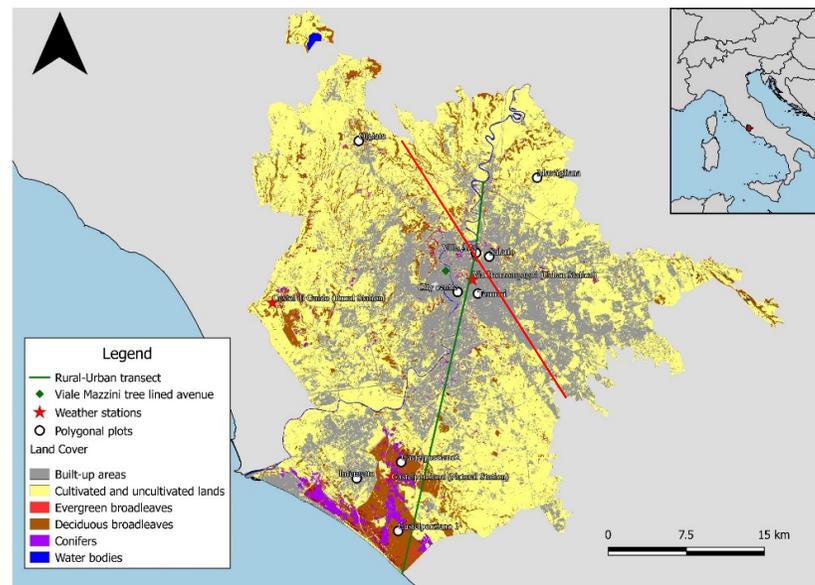
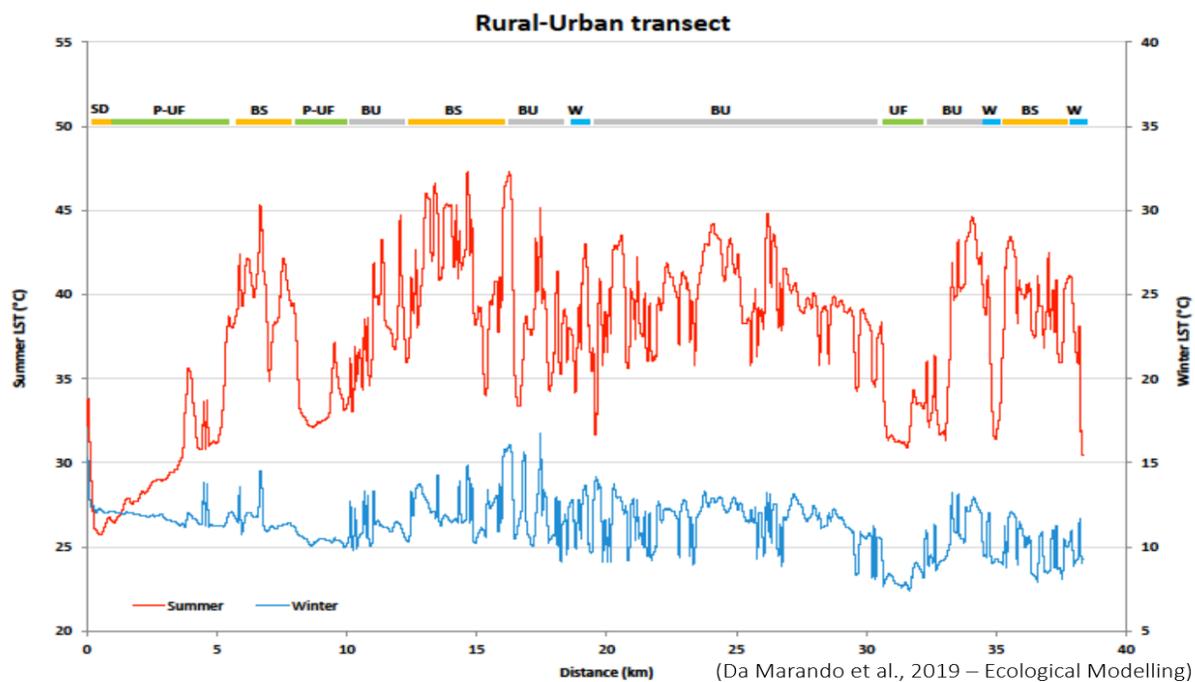
(Faladlu et al., 2018)

- Sono state osservate temperature fino a **12 °C** più elevate nelle aree urbane rispetto alle aree rurali circostanti
- La vegetazione urbana contribuisce alla mitigazione dell'effetto isola di calore mediante **l'ombreggiamento** della radiazione solare e il processo di **traspirazione**



# Relazione tra la copertura del suolo e l'isola di calore urbana (estate 2016)

Temperatura superficiale media estiva (LST, dati Landsat 8)



Valori di Temperatura	Tessuto Urbano	Foreste Urbane	Foreste Periurbane	<u>Corpi Idrici</u>
LST (Estiva) (C° ) Transetto	40	32	28	32
Delta LST Transetto (C° )	-	8	12	8



## Considerazioni conclusive

- I dati mostrano come le **Infrastrutture Verdi e Blu** svolgano un ruolo importante nella regolazione del clima locale, come osservato nell'area metropolitana di Roma, dove nel periodo estivo la temperatura superficiale delle foreste urbane e delle acque del fiume Tevere presenta valori medi **inferiori di 8 °C** rispetto al tessuto urbano;
- Proteggere, ripristinare la natura e incrementare le foreste urbane e periurbane, tramite la **valorizzazione della Rete di Infrastrutture Verdi e Blu**, risulta fondamentale per lo sviluppo sostenibile delle aree metropolitane, in pieno accordo con la **Strategia Europea sulla Biodiversità per il 2030** e con la **Strategia Nazionale recentemente approvata**;
- Emerge l'importanza del ruolo svolto dalla **biodiversità strutturale e funzionale** e della **scelta di specie autoctone** sulla base delle caratteristiche biogeografiche dei territori interessati, **tenendo in considerazione le specifiche esigenze di fornitura dei Servizi Ecosistemici (Regolazione, Culturali, Approvvigionamento)**;
- **Linee guida interdisciplinari sono necessarie per sostenere i decisori e i portatori di interesse nell'implementazione di specifiche Soluzioni Basate sulla Natura (NBS; ad es. fitodepurazione, ripristino di habitat degradati)**, volte a migliorare la salute ed il benessere dell'uomo in un'ottica **One Health**.

# GRAZIE PER L'ATTENZIONE



**SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS**  
17 GOALS TO TRANSFORM OUR WORLD



# PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

## MISSIONE 2: RIVOLUZIONE VERDE E TRANSIZIONE ECOLOGICA

QUADRO DELLE MISURE E RISORSE (MILIARDI DI EURO):



### M2C4 – TUTELA DEL TERRITORIO E DELLA RISORSA IDRICA

15,06

Mld

Totale

Ambiti di intervento/Misure

Totale

1. Rafforzare la capacità previsionale degli effetti del cambiamento climatico 0,50

2. Prevenire e contrastare gli effetti dei cambiamenti climatici sui fenomeni di dissesto idrogeologico e sulla vulnerabilità del territorio 8,49

3. Salvaguardare la qualità dell'aria e la biodiversità del territorio attraverso la tutela delle aree verdi, del suolo e delle aree marine 1,69

Investimento 3.1: Tutela e valorizzazione del verde urbano ed extraurbano 0,33

Investimento 3.2: Digitalizzazione dei parchi nazionali 0,10

Investimento 3.3: Rinaturazione dell'area del Po 0,36

Investimento 3.4: Bonifica dei siti orfani 0,50

Investimento 3.5: Ripristino e tutela dei fondali e degli habitat marini 0,40

Riforma 3.1: Adozione di programmi nazionali di controllo dell'inquinamento atmosferico -

4. Garantire la gestione sostenibile delle risorse idriche lungo l'intero ciclo e il miglioramento della qualità ambientale delle acque interne e marittime 4,38

## Caratteristiche delle piante adatte al fitorimedia:

- Crescita veloce e produzione di un'elevata biomassa
- Ampia distribuzione e apparato radicale profondo
- Capacità di assorbire ed accumulare gli inquinanti
- Resistenza e tolleranza ad alte concentrazioni di inquinanti
- Buon adattamento alle condizioni ambientali e climatiche
- Reimpiego della biomassa vegetale

*Salice e Pioppo* → **FITOESTRAZIONE**

(Wani et al., 2011)



*Canna comune* → **FITODEPURAZIONE**

(Chandra et al., 2011)



Rivestono un ruolo importante nel recupero e nel restauro degli ecosistemi naturali