

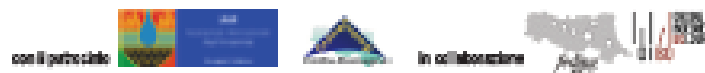


Nature Based Solution per la gestione degli ecosistemi acquatici e delle risorse idriche, con particolare riferimento al reticolo idrografico secondario

Pierluigi Viaroli

Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale
Università degli Studi di Parma

CAMBIAMENTI CLIMATICI
e ACQUE SOTTERRANEE
Bologna 30 settembre 2019



WWAP (UN World Water Assessment Programme)/UN-Water. 2018. *The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-Based Solutions for Water*. Paris, UNESCO

The role of ecosystems in the water cycle

- ✓ Ecological processes in a landscape influence the quality of water and the way it moves through a system, as well as soil formation, erosion, and sediment transport and deposition – all of which can exert major influences on hydrology.
- ✓ Although forests often receive the most attention when it comes to land cover and hydrology, grasslands and croplands also play important roles.
- ✓ Soils are critical in controlling the movement, storage and transformation of water.
- ✓ Biodiversity has a functional role in NBS whereby it underpins ecosystem processes and functions and, therefore, the delivery of ecosystem services.

NBS for managing water-related risks

- ✓ Ecosystem degradation is the major cause of increasing water-related risks and extremes, and it reduces the ability to fully realize the potential of NBS.
- ✓ Combining green and grey infrastructure approaches can lead to cost savings and greatly improved overall risk reduction.
- ✓ NBS for flood management can involve water retention by managing infiltration and overland flow, and thereby the hydrological connectivity between system components and the conveyance of water through it, making space for water storage through, for example, floodplains.

NBS for managing water availability

NBS mainly address water supply through managing precipitation, humidity, and water storage, infiltration and transmission, so that improvements are made in the location, timing and quantity of water available for human needs.

NBS for managing water quality

- ✓ Source water protection reduces water treatment costs for urban suppliers, and contributes to improved access to safe drinking water in rural communities.
- ✓ Forests, wetlands and grasslands, as well as soils and crops, when managed properly, play important roles in regulating water quality by reducing sediment loadings, capturing and retaining pollutants, and recycling nutrients.
- ✓ Where water becomes polluted, both constructed and natural ecosystems can help improve water quality.

NBS for enhancing water security: Multiplying the benefits

NBS are able to enhance overall water security by improving water availability and water quality while simultaneously reducing water-related risks and generating additional social, economic and environmental co-benefits.



Capitale Naturale: la Gestione per la Conservazione

Non solo il nostro benessere ma anche la nostra sopravvivenza dipendono dal mantenimento del Capitale Naturale e dei Servizi Ecosistemici a questo connessi.



S.It.E. - Società Italiana di Ecologia

XXIX Congresso Nazionale

- ✓ Cambiamento climatico
- ✓ Adattamento
- ✓ Resilienza

- ✓ New Green Deal

La SNA dell'Italia (coordinatore S. Castellari CNR-INGV e CMCC)

Quadro delle conoscenze e priorità di intervento

Risorse idriche (quantità e qualità)

Desertificazione, degrado del territorio e siccità

Dissesto idrogeologico

Biodiversità ed ecosistemi

- *Ecosistemi terrestri*

- *Ecosistemi marini*

- *Ecosistemi di acque interne e di transizione: biodiversità, e funzioni e servizi dell'ecosistema*

Clima e salute: rischi e impatti, determinanti ambientali e meteo climatici

Foreste

Agricoltura, pesca e acquacoltura

- *Agricoltura e produzione alimentare*

- *Pesca marittima*

- *Acquacoltura*

Energia

Zone costiere

Turismo

Insedimenti urbani

Infrastrutture critiche

- *Patrimonio culturale*

- *Trasporti*

Casi speciali:

- *Area alpina e appenninica (aree montane)*

- *Distretto idrografico padano*

**Gli ecosistemi di acque interne e di transizione sono inter-connessi
risposte locali ai cambiamenti globali causano sequenze di reazioni a cascata da monte verso valle (longitudinale)
dal sistema terrestre a quello acquatico (laterale)
ghiacciai - laghi - fiumi - aree marine costiere - mare aperto con implicazioni per le piccole acque lentiche e i GDE.**

Dipendenza di laghi e sistemi fluviali dai ghiacciai alpini

- Scioglimento dei ghiacciai alpini: ~12% negli ultimi 10 anni
- Lungo termine: maggiore dipendenza dalle deposizioni umide (maggiore variabilità)
- Breve termine: maggiore inquinamento (effetto memoria dei ghiacciai)
- Variazioni del regime idrologico dei torrenti alpini

Accentuazione della meromissia dei laghi profondi ed effetti delle variazioni di livello sulla zona litoranea

- maggiore impatto dell'eutrofizzazione
- peggioramento qualitativo dell'acqua
- possibile degenerazione dell'ecosistema

Variabilità del regime idrologico e accentuazione degli eventi estremi negli ecosistemi di acque correnti (es. Intermittenza dei torrenti appenninici)

Problemi di qualità e quantità nei laghi artificiali

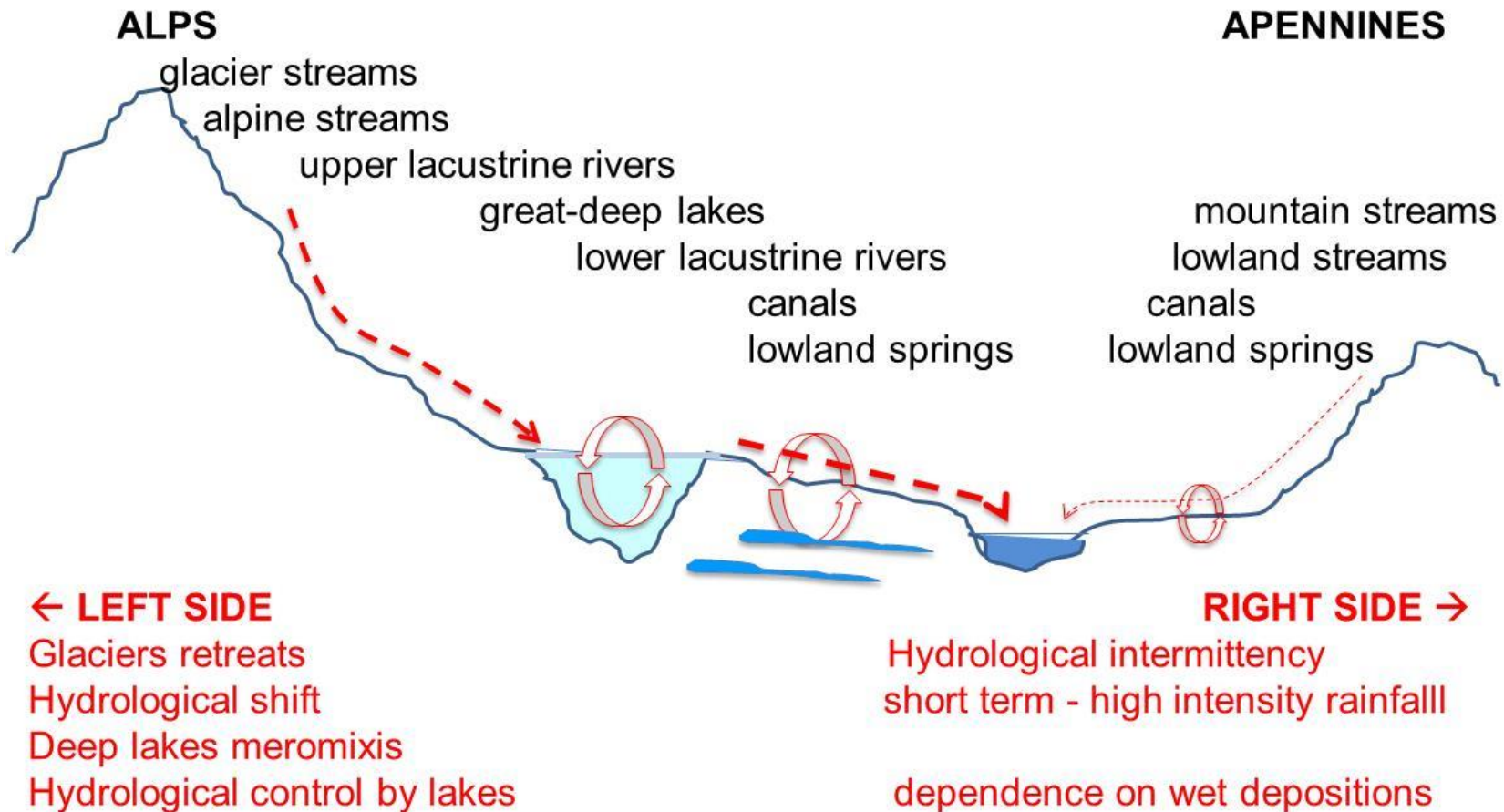
Interazioni fiume-mare nella fascia di transizione

- stechiometria ecologica: più azoto e meno silice
- Ingressione cuneo salino

Degenerazione/scomparsa delle piccole acque lentiche e dei GDE

Il sistema idrografico è complesso e si compone di molteplici ecosistemi interconnessi a formare il **filtro fluviale**

Meybeck & Vörösmarty, 2005. C. R. Geoscience 337: 107–123.



La sfida

- ✓ identificare gli ecosistemi e i sotto-sistemi chiave
- ✓ quantificare i processi e le funzioni associate
- ✓ identificare i servizi ecosistemici (SE) che forniscono
- ✓ elaborare indicatori affidabili dei SE

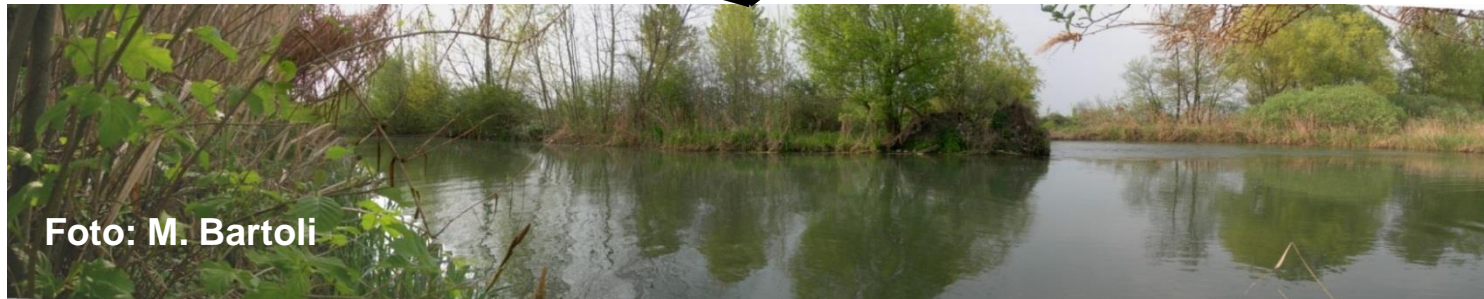
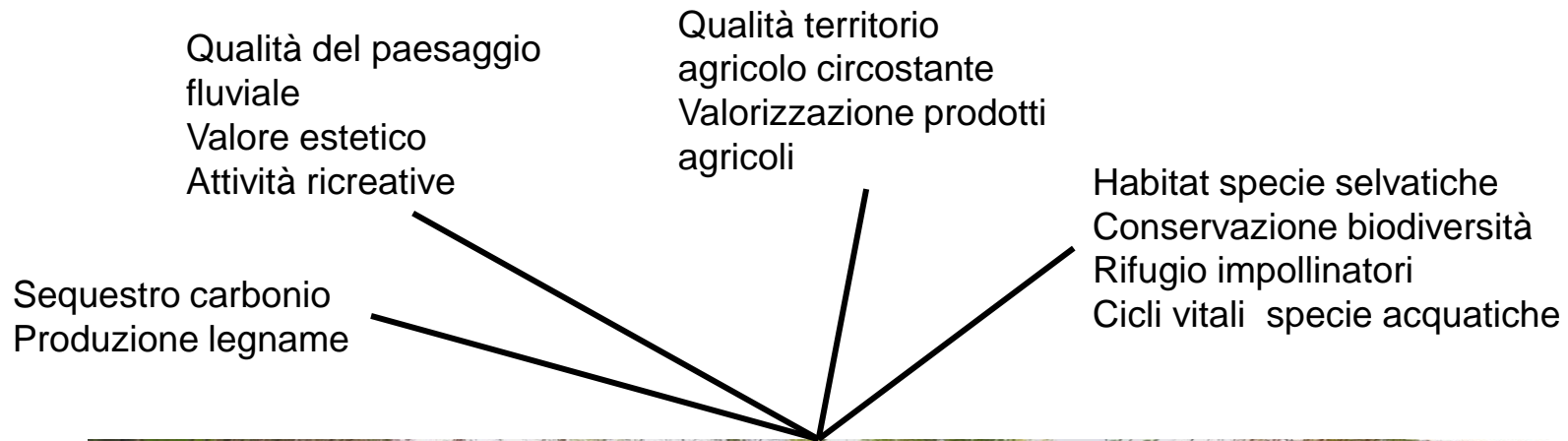
Tratto e modificato da Grizzetti et al., 2019, *Science of the Total Environment* 671:452-465

			fiumi	laghi	Zona riparia	Zone umide	Piana golenale	Canali	Laghi di cava	Risaie
Servi ecosistemici	approvvigionamento	Beni alimentari, legname	X	X	X				X	X
		Acqua per usi vari	X	X				X	X	
	Regolazione e mantenimento	Depurazione	X	X	X	X	X	X	X	X
		Contrasto erosione			X	X	X	X		
		Contrasto piene		X	X	X	X	X		
	culturali	Turismo, attività ricreative	X	X	X				X	

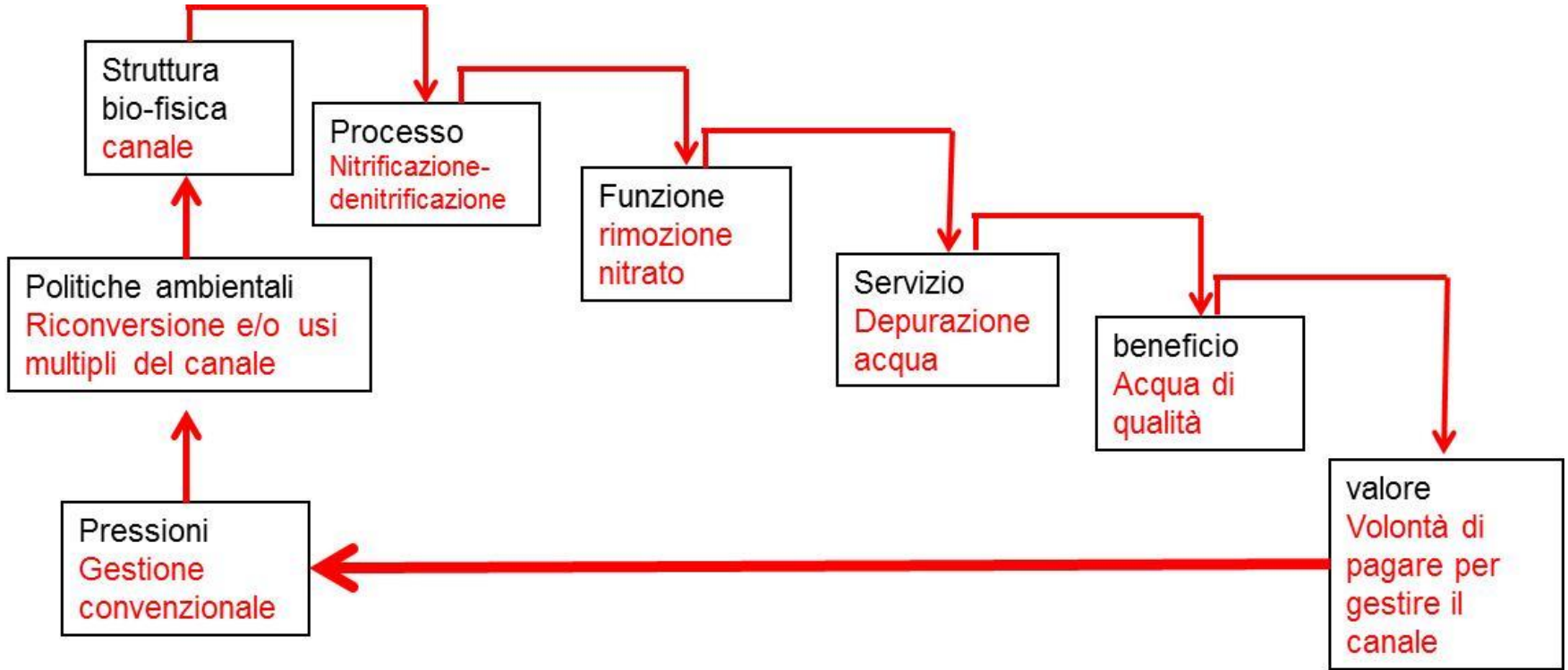
CAPITALE NATURALE NASCOSTO - Oltre la linea di costa

Likens G. E., 1984. Beyond the shoreline: a watershed ecosystem approach. Verh. Internat. Verein. Limnol. 22: 1-22)

Gli ecosistemi dimenticati, minacciati e alterati nelle aree laterali di corsi d'acqua e laghi: quali beni e servizi ecosistemici offrono?

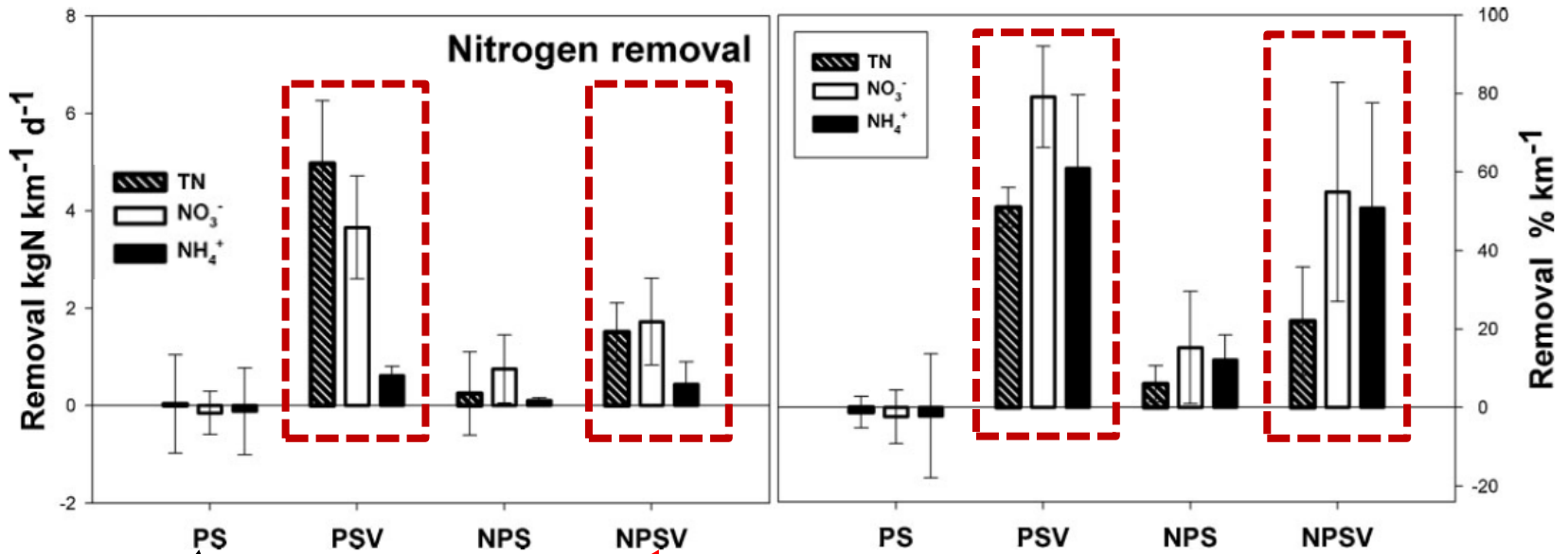


Dalla teoria alla prassi: come e dove è possibile intervenire? Uno schema di lavoro



Modificato da *Maes et al., 2011. A spatial assessment of ecosystem services in Europe: methods, case studies and policy analysis – phase 1. PEER Report No. 3, Ispra: Partnership for European Environmental Research.*

Servizi di regolazione del ciclo dell'azoto: rimozione dell'azoto in canali di bonifica

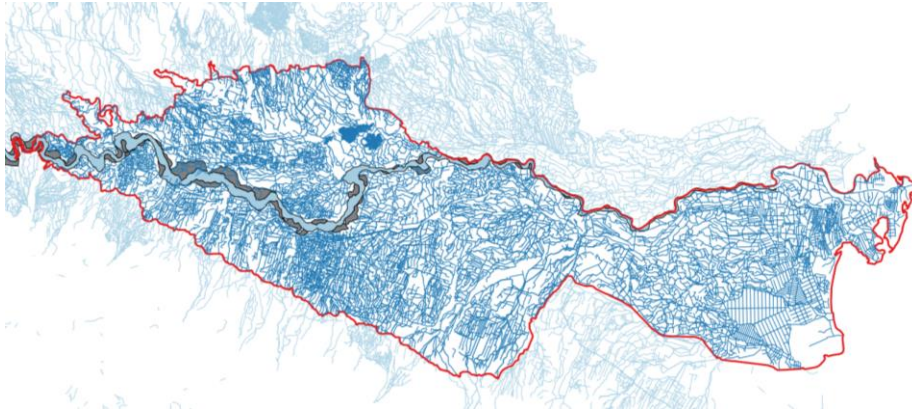


PS: sorgenti puntiformi
NPS: sorgenti diffuse



Pierobon, E., Castaldelli, G., Mantovani, S., Vincenzi, F., Fano, E.A., 2013. Nitrogen removal in vegetated and unvegetated drainage ditches impacted by diffuse and point sources of pollution. *Clean Soil, Air, Water*, 41: 24-31.

Esercizio di up-scaling dei servizi di regolazione del ciclo dell'azoto nel bacino di pianura del fiume Po



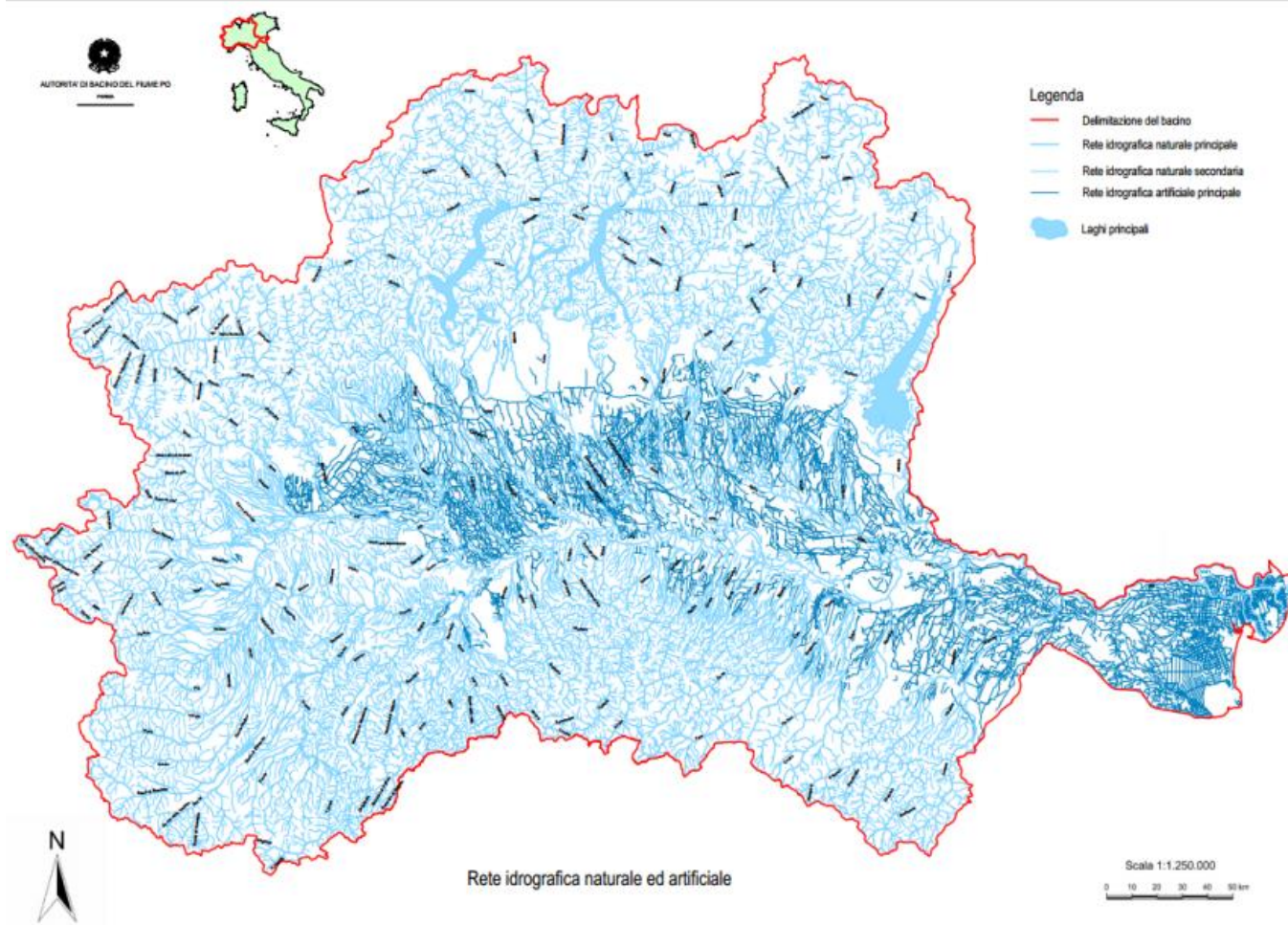
Altitudine < 50 m a.s.l.
Superficie = 9 100 km² (~90% SAU)
Popolazione = 1,8 milioni abitanti
Sviluppo canali = 18 500 km

	vegetazione	sfalcio	Azoto rimosso (t)
Scenario BAU	5%	2: luglio-ottobre	<5000
Scenario GREEN1	25%	1: ottobre	~18 000
Scenario GREEN2	50%	1: ottobre	~33 000
Scenario GREEN2	90%	1: ottobre	~55 000

Soana E, Bartoli M, Milardi M, Fano EA, Castaldelli G, 2019- An ounce of prevention is worth of pound of cure: managing macrophytes for nitrate mitigation in irrigated agricultural watersheds. Science of the Total Environment 647: 301-312

Dove intervenire: esempio bacino del fiume Po

canali naturali e artificiali: lunghezza $\cong 50\ 000$ km



VALE LA PENA INVESTIRE SU CAPITALE NATURALE E SERVIZI ECOSISTEMICI DELLE ACQUE INTERNE?

Acuna et al., 2013. Journal of Applied Ecology 50: 988-997

canali, zone umide residuali e laghi di cava offrono possibilità di interventi di tipo adattativo, per stralci e con costi ragionevoli.

Attualmente sono in corso progetti pilota di riqualificazione idraulica-ambientale (es. <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/life-rinascce>; <https://www.acquerisorgive.it/ambiente/riqualificazione-ambientale/>)

In prospettiva occorre sviluppare capacità di progettare interventi di **restoration ecology** per garantire

- miglioramento e conservazione del capitale naturale dei corpi idrici marginali
- fornitura di servizi ecosistemici di
 - ✓ approvvigionamento (acqua, legname)
 - ✓ regolazione (rimozione di azoto e altri inquinanti, prevenzione rischio idrogeologico)
 - ✓ qualità del paesaggio (condizioni di salubrità/qualità dell'agro-alimentare)

Progetto LIFE RINASCE – Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale
Riqualificazione idraulica e ambientale del Collettore Alfieri (Gualtieri, RE)
situazione pre-intervento

<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/life-rinascce;>



Foto M. Monaci, A. Ruffini

Progetto LIFE RINASCE – Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale
Riqualficazione idraulica e ambientale del Collettore Alfieri (Gualtieri, RE)
avanzamento lavori



Foto M. Monaci, A. Ruffini

Collettore Alfieri – stato attuale (estate 2018)





REPUBBLICA ITALIANA



Regione Emilia-Romagna

BOLLETTINO UFFICIALE

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO LA PRESIDENZA DELLA REGIONE - VIALE ALDO MORO 52 - BOLOGNA

Parte seconda - N. 27

Euro 2,05

Anno 39

6 marzo 2008

N. 36

DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE 27 dicembre
2007, n. 2171

**Linee guida per il recupero ambientale dei siti inter-
essati dalle attività estrattive in ambito golenale di
Po nel tratto che interessa le Province di Piacenza,
Parma e Reggio Emilia**



Regione Emilia-Romagna

Linee guida

per il recupero ambientale dei siti
interessati dalle attività estrattive
in ambito golenale di Po nel tratto
che interessa le Province di
Piacenza, Parma e Reggio Emilia

ASSESSORATO SICUREZZA TERRITORIALE,
DIFESA DEL SUOLO E DELLA COSTA, PROTEZIONE CIVILE

Cava di sabbia
prima fasi di lavorazione



Lago in cava di
sabbia (Isola
Giarola, Villanova
sull'Arda, PC)



Cava di sabbia in coltivazione

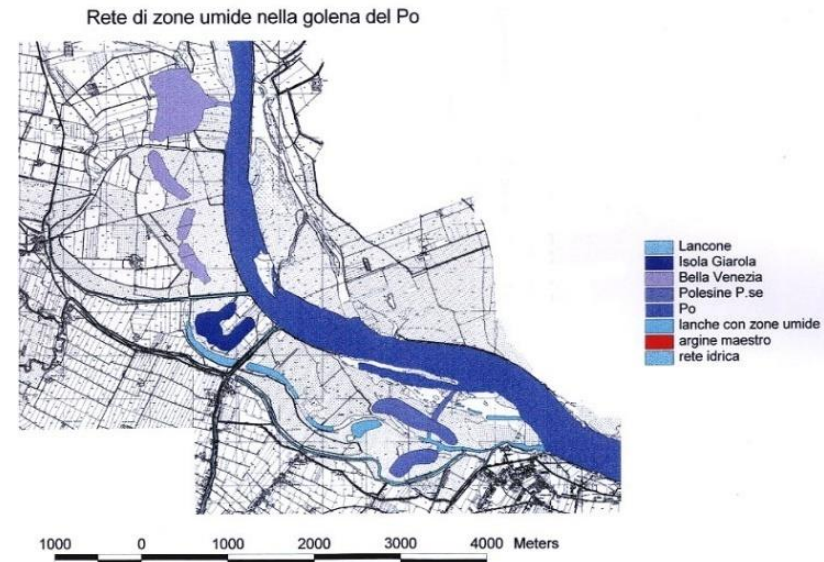
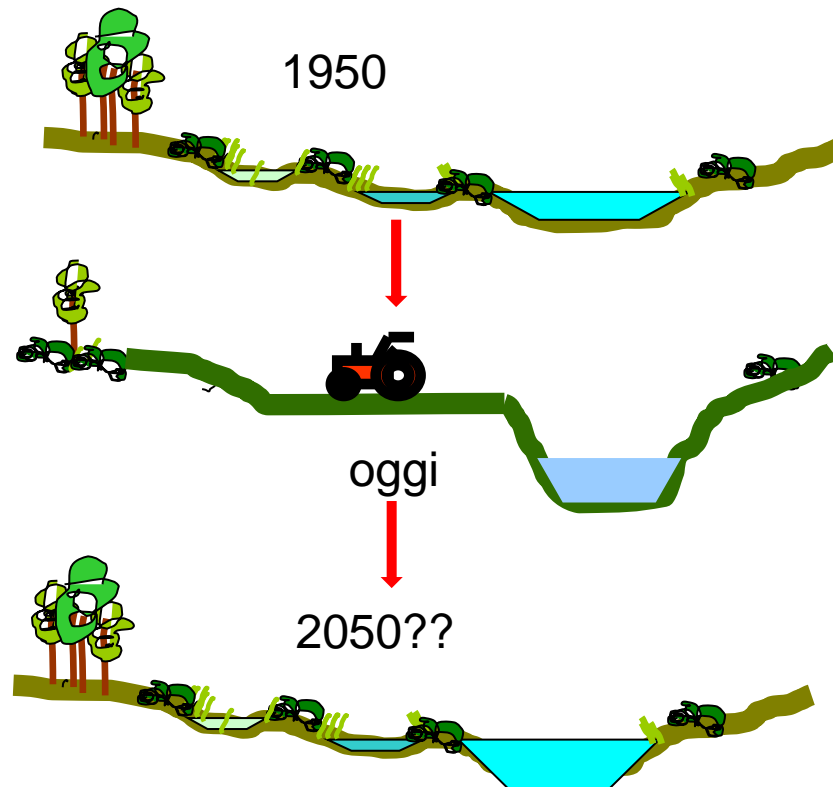


Lago di Isola Giarola
dettaglio



Una sfida (utopia?): riqualificare la piana golendale

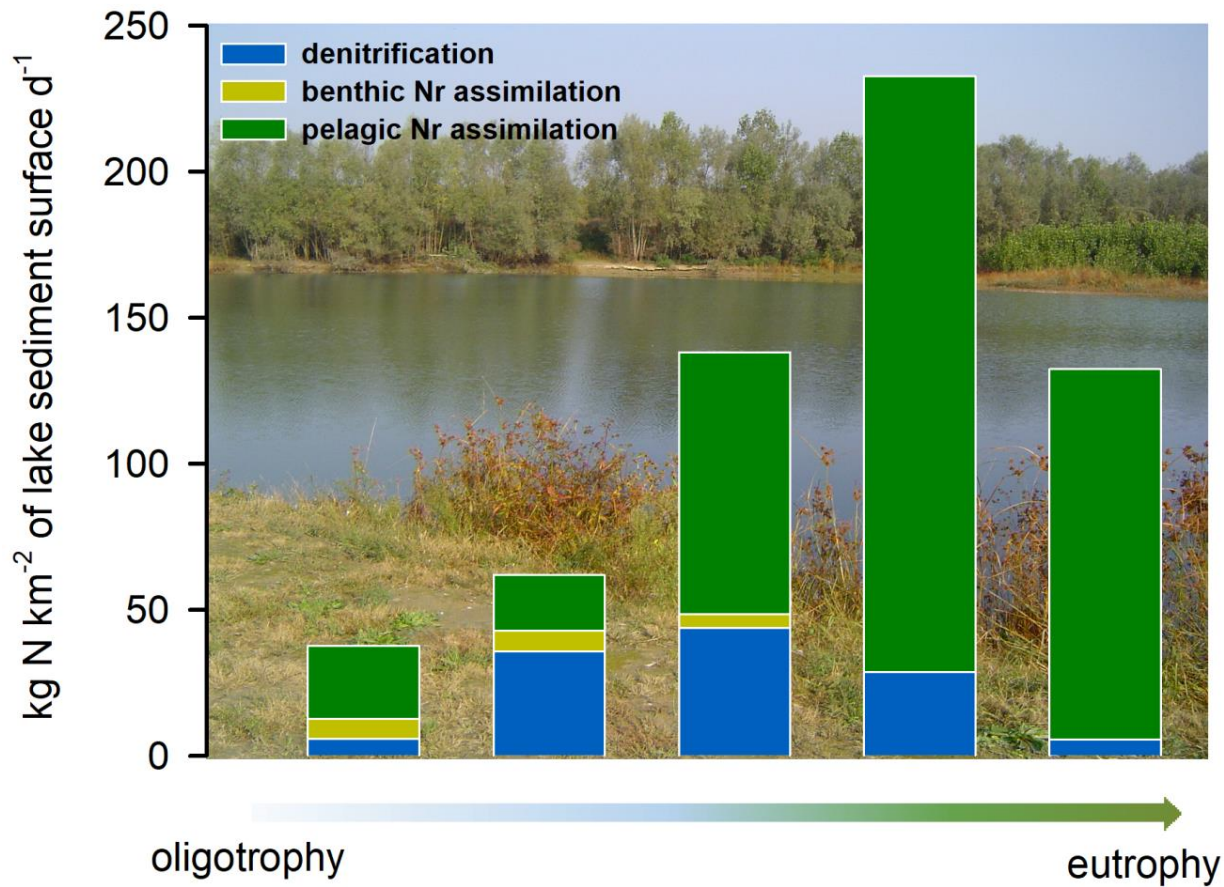
- ✓ Riserva d'acqua (ca. 10 milioni m³)
- ✓ qualità dell'acqua
- ✓ Biodiversità
- ✓ Attività ricreative
- ✓ Allevamento ittico



Fiume Po da Castelvetro (PC) a Polesine-Zibello (PR)

Restoration ecology – laghi di cava

- ✓ Fornitura di acqua di buona qualità
- ✓ Acquacoltura
- ✓ Attività ricreative: pesca sportiva



Nizzoli D, Welsh DT, Viaroli, 2019. Denitrification and benthic metabolism in lowland pit lakes: The role of trophic conditions. Science of the Total Environment (accettato)

Laghi di cava nell'area centrale del bacino del Po

Numero laghi (area > 5,000 m ²)	336
Area superficiale - media (m ²)	91,7x10 ³
Area superficiale - mediana (m ²)	36,4x10 ³
Area superficiale - minima (m ²)	5,0x10 ³
Area superficiale - massima (m ²)	1,8x10 ⁶
Superficie totale (m ²)	30,8x10 ⁶



Valutazione della rimozione dell'azoto per denitrificazione in zone umide residuali nella piana golenale dei fiumi Po, Oglio e Mincio

Valutazione sperimentale della denitrificazione in 22 zone umide-rami fluviali con differenti comunità a macrofite. Di questi ambienti, 10 sono connessi e 12 sono non connessi all'alveo fluviale principale.

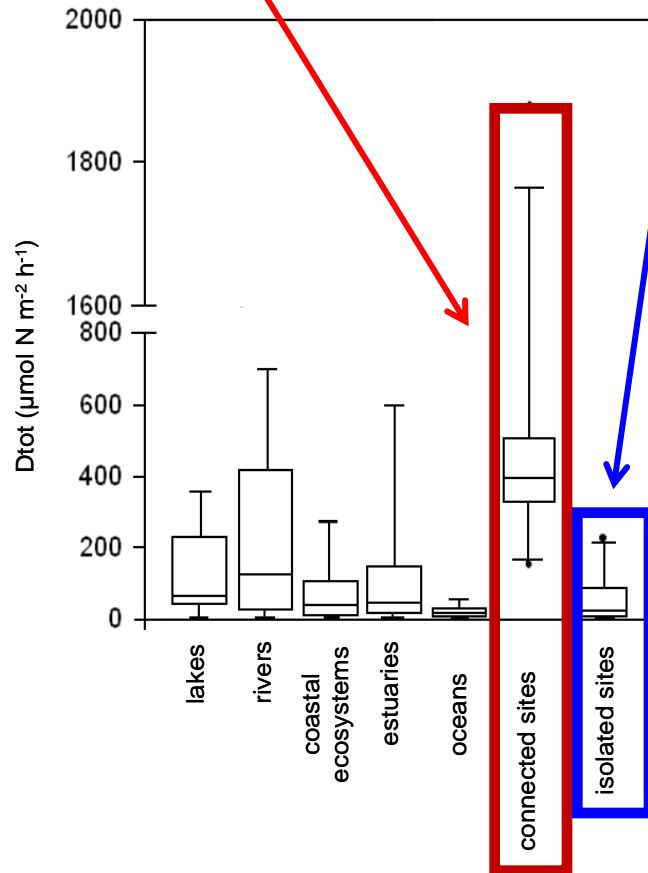


- misure stagionali in estate e inverno
- tre metodologie differenti

Racchetti E., Bartoli M., Soana E., Longhi D., Christian R. R., Pinardi M., Viaroli P., 2011. Influence of hydrological connectivity of riverine wetlands on nitrogen removal via denitrification. Biogeochemistry, 103: 335- 354.

Zone umide connesse al fiume e in buone condizioni → elevata rimozione di azoto (media annuale: 330 kg ha⁻¹ anno⁻¹)

Zone umide isolate e in cattivo stato →: bassa rimozione di azoto (media annuale : 35 kg ha⁻¹ anno⁻¹)



Dove è presente vegetazione acquatica in buona salute si ha una elevata rimozione di azoto, dello stesso ordine di grandezza delle quote da fertilizzazione ammesse dalla direttiva nitrati

Fertilizzazione azotata ammessa
zone vulnerabili a nitrati: 170 kg ha⁻¹ anno⁻¹
zone non vulnerabili: 340 kg ha⁻¹ anno⁻¹