

SQUARING THE CYCLE



the INTEgration of
GROundwater processes
in Nutrient budgets
for a basin-oriented
remediation strategy

Progetto
finanziato da

Fondazione
CARIPLO



Troppo di una sostanza buona? Eccedenza di azoto nelle aree coltivate

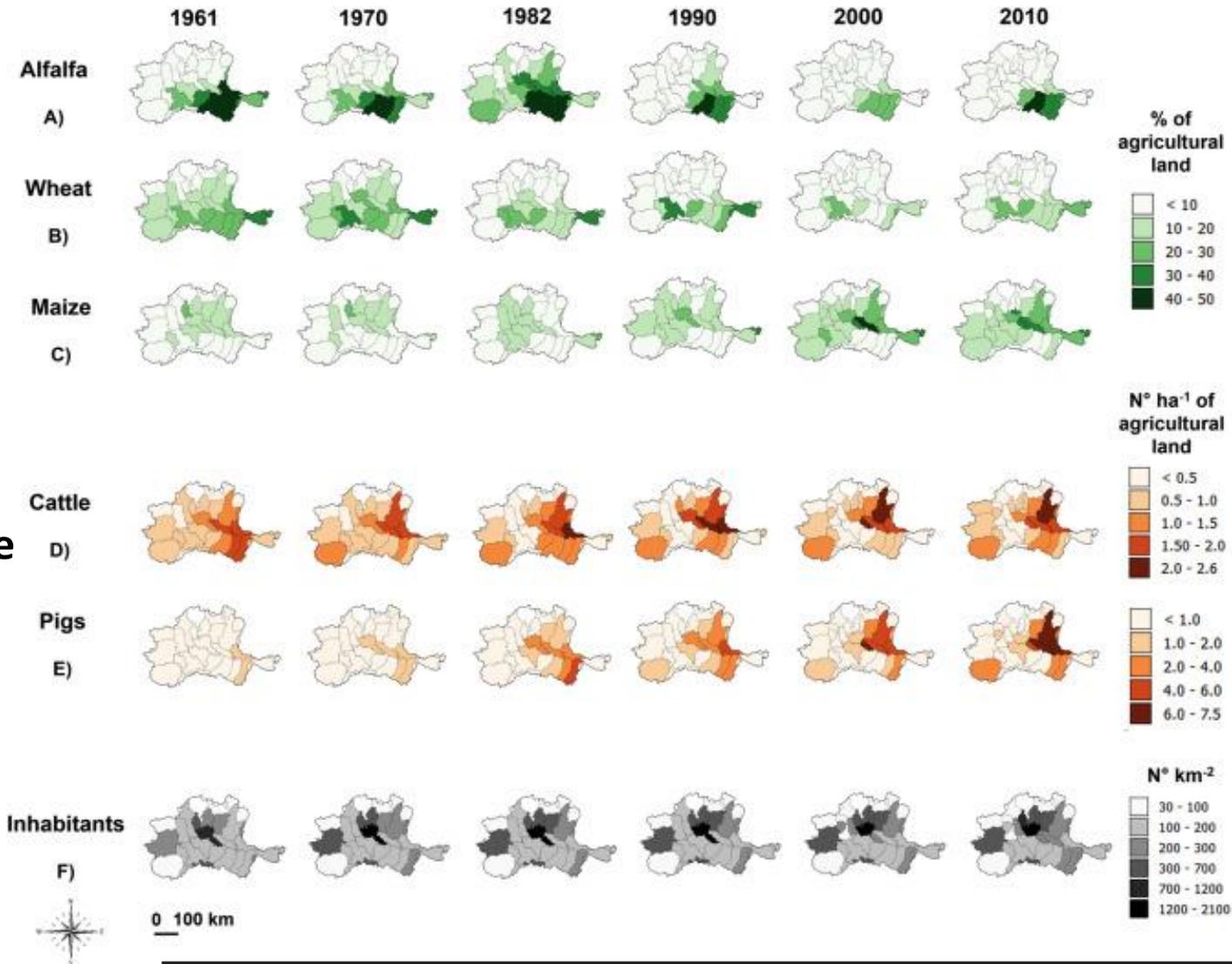
Soana E.* , Racchetti E., Viaroli P., Bartoli M.

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

* Affiliazione attuale: Dipartimento di Scienze della Vita e Biotecnologie, Università di Ferrara

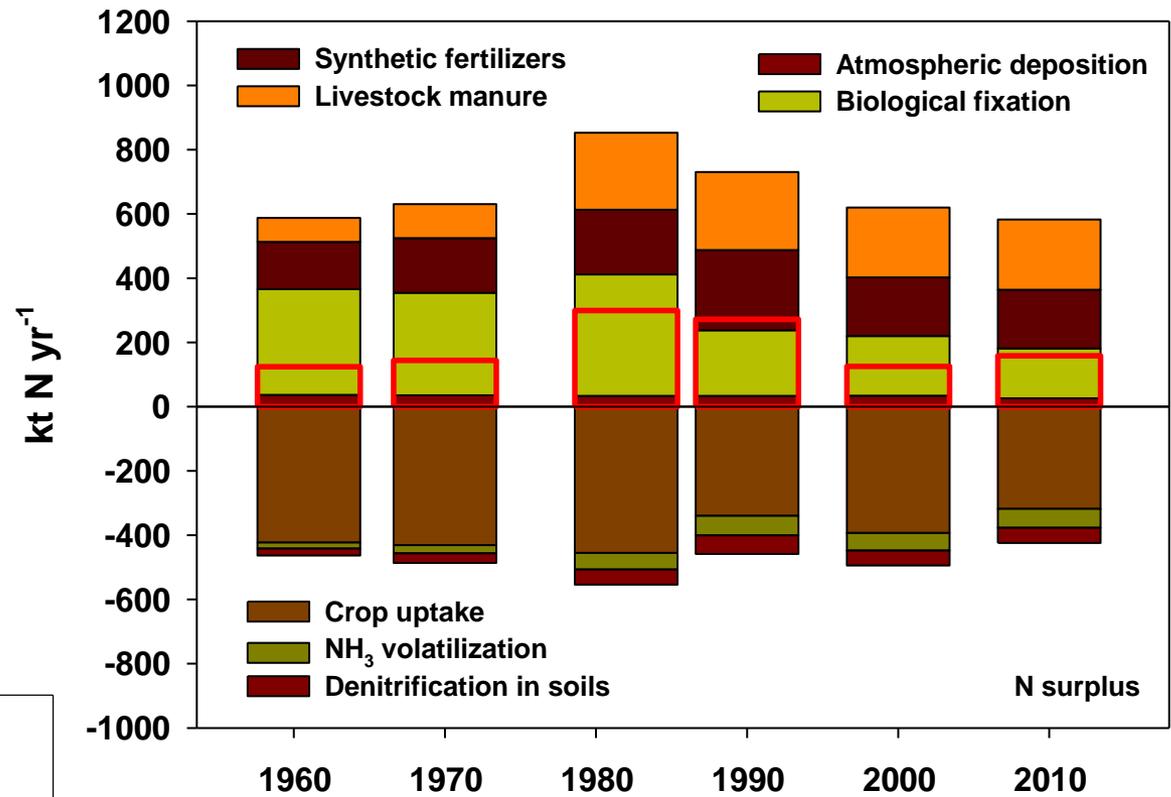
elisa.soana@unife.it

Pressioni antropiche nel bacino del fiume Po: evoluzione temporale e distribuzione spaziale



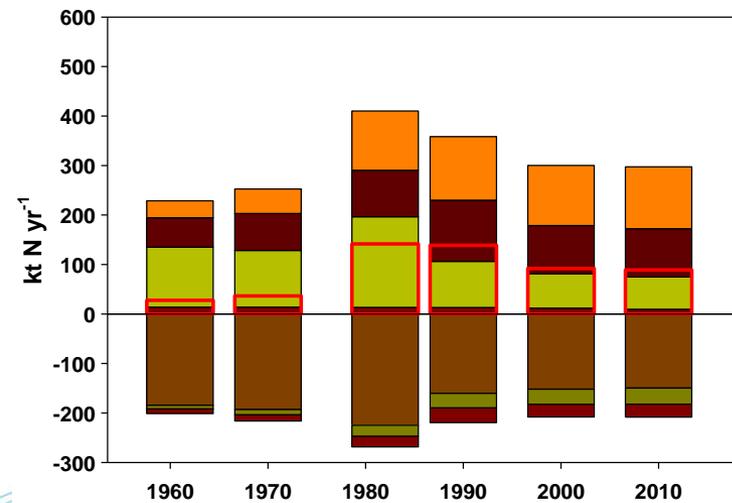
Year	Human population	Total agricultural land		Maize	Wheat	Rice	Temporary meadows	Permanent meadows	Cattle (N° heads)	Pigs (N° heads)
	$\times 10^3$	ha $\times 10^6$	% WS	ha $\times 10^6$	ha $\times 10^6$	ha $\times 10^6$	ha $\times 10^6$	ha $\times 10^6$	$\times 10^6$	$\times 10^6$
1960	14,233	4.43	62	0.37	0.72	0.12	1.41	1.26	4.21	1.24
1970	15,985	4.30	61	0.35	0.71	0.15	1.37	1.24	4.00	2.54
1980	16,434	4.08	57	0.34	0.51	0.17	1.41	1.16	4.17	5.16
1990	16,156	3.66	52	0.39	0.38	0.20	0.96	1.05	3.75	5.02
2000	16,266	3.58	50	0.54	0.28	0.21	0.98	0.94	3.03	5.0
2010	17,290	3.06	43	0.54	0.31	0.24	0.61	0.94	2.84	6.71

Evoluzione temporale del bilancio dell'azoto nel bacino del fiume Po



Contributo del solo territorio lombardo

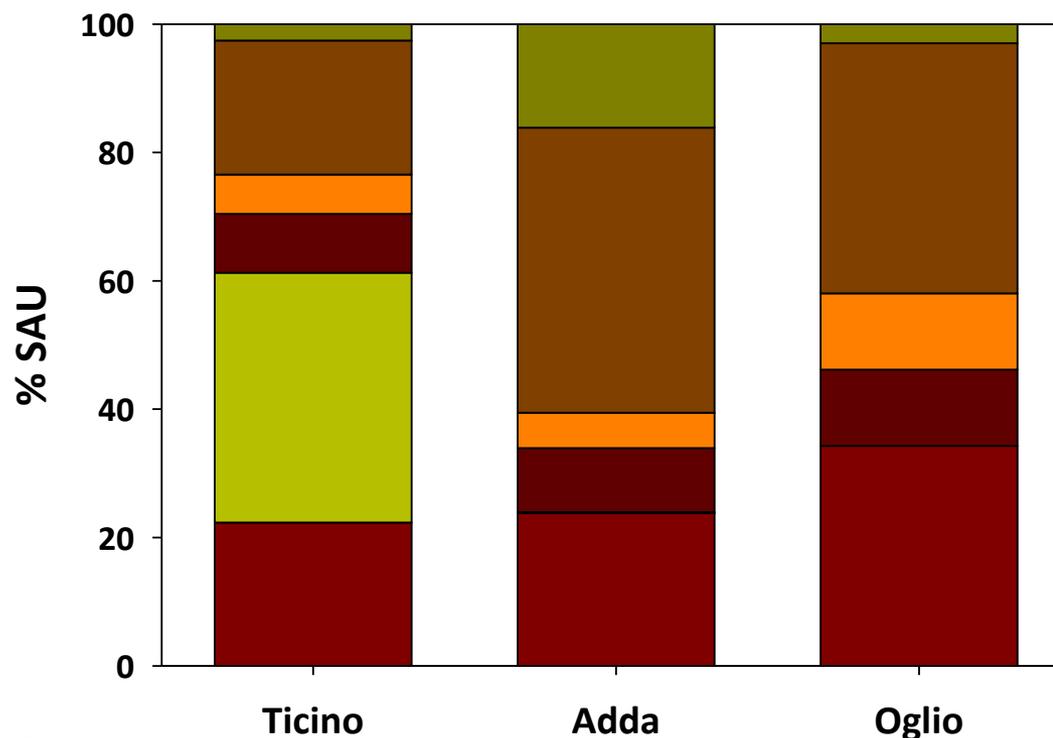
Dati da Viaroli et al. 2018, Sci Tot Environ



	Ticino	Adda	Oglio
Area bacino sublacuale (km ²)	1.476	3.350	3.840
SAU	78%	56%	57%
UBA/ha SAU	0.88	3.21	4.56
n° abitanti/ km ²	745	447	333

Ripartizione colturale

- prati permanenti, pascoli
- foraggiere avvicendate
- industriali, ortive, legnose
- altri cereali
- riso
- mais



Bilancio dell'azoto nel suolo agricolo

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ INPUT} - \Sigma \text{ OUTPUT} \\ = \\ (+) \text{ SURPLUS } \text{ o } (-) \text{ DEFICIT} \end{aligned}$$

Carico civile ↘ ↘

↘ ↘ INPUT

↙ ↙ OUTPUT

↘ ↘ INPUT

- Reflui zootecnici
- Fertilizzanti sintetici
- Fissazione biologica
- Deposizioni atmosferiche

↙ ↙ OUTPUT

- Asportazione delle colture
- Volatilizzazione di NH_3
- Denitrificazione nel suolo

Soil System Budget

Metodica consolidata a livello internazionale in precedenza adattata per l'applicazione a livello di sottobacini del fiume Po (es. Soana et al. 2011 – CLEAN Bartoli et al. 2012 – Biogeosciences Pinardi et al. 2018 – Biogeochemistry)

<i>Tipologia di dato</i>	<i>Risoluzione spaziale</i>	<i>Fonti</i>
Estensione delle superfici agricole suddivise per utilizzazione dei terreni Consistenza del patrimonio zootecnico allevato	Comunale	Lombardia: SIARL- Sistema Informativo Agricolo della Regione Lombardia, 2014, ERSAF Piemonte : 6° Censimento Generale dell'Agricoltura 2010, ISTAT http://dati-censimentoagricoltura.istat.it
Fertilizzanti sintetici distribuiti Superfici agricole e produzioni suddivise per utilizzazione dei terreni	Provinciale	Dati ISTAT su Agricoltura e Zootecnia, 2014 (sezioni "Coltivazioni" e "Mezzi di produzione") http://agri.istat.it/
Consistenza della popolazione	Comunale	Lombardia: stime di popolazione effettiva, 2014, elaborazione ARPA-Lombardia Piemonte: : dati di popolazione residente, 2014, GeoDemo ISTAT http://demo.istat.it/
Deposizioni atmosferiche di azoto (forme ossidate)	Celle 50 km x 50 km	EMEP-Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air pollutants in Europe www.emep.int

Fonti cartografiche:

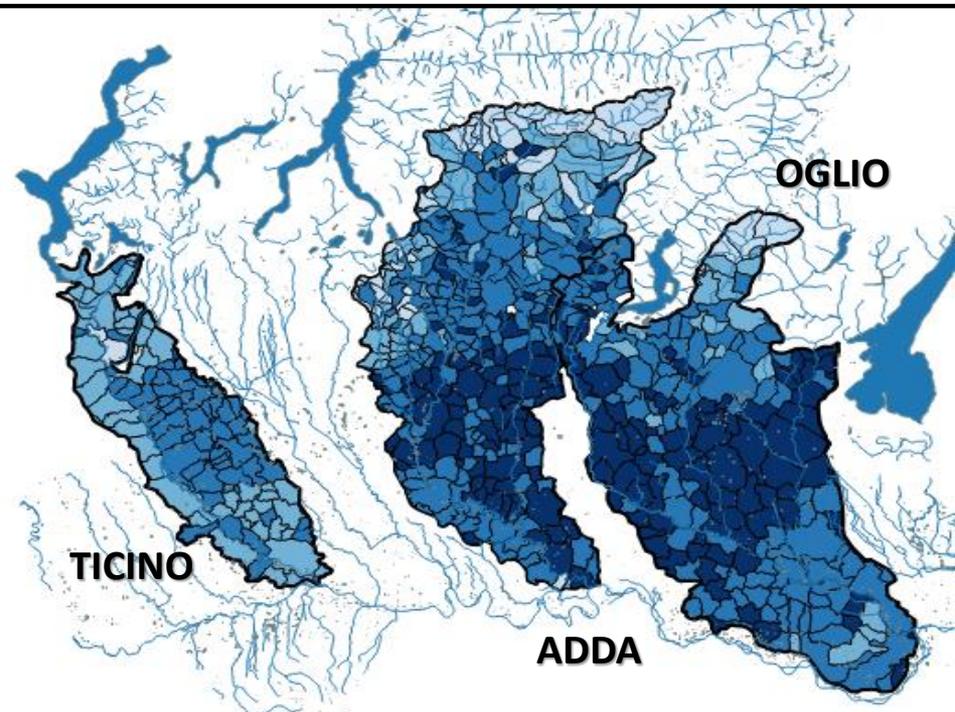
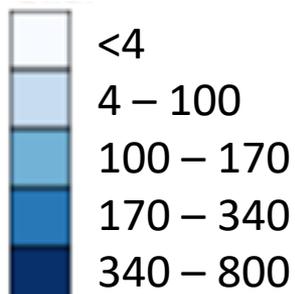
- confini dei sottobacini del fiume Po (Autorità di Bacino del Fiume Po)
- limiti amministrativi comunali italiani (Basi territoriali e variabili censuarie, ISTAT <http://www.istat.it/it/archivio/124086>)
aggiornamento 2015

**Sintesi delle fonti di dati
statistici utilizzati per il calcolo
dei bilanci dell'azoto**

Apporti di azoto

Σ (reflui zootecnici, fertilizzanti sintetici, fissazione biologica, deposizioni atmosferiche)

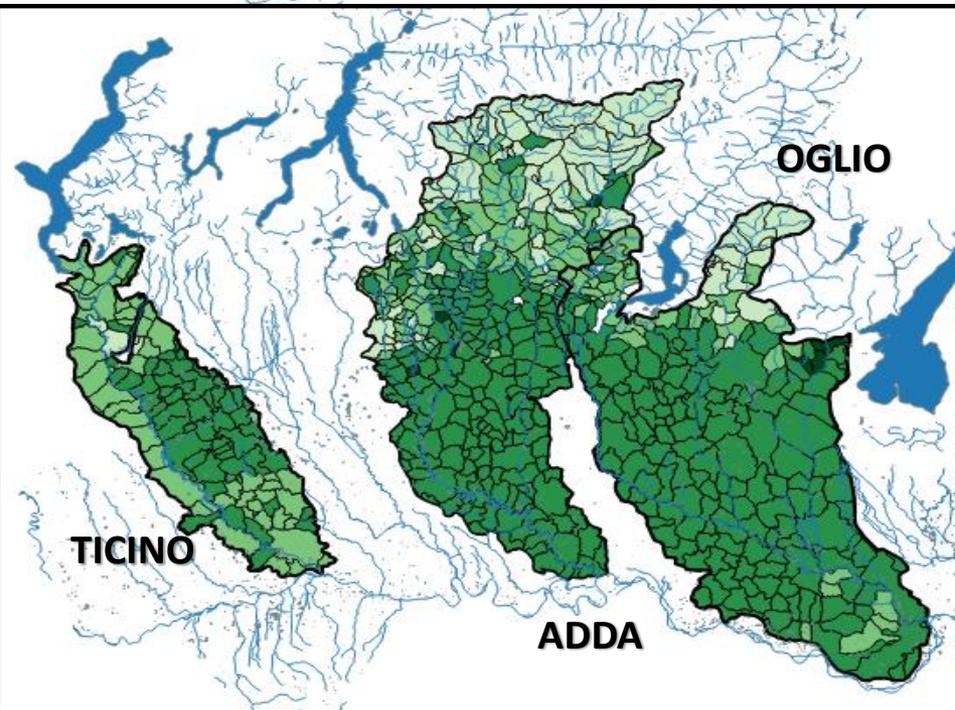
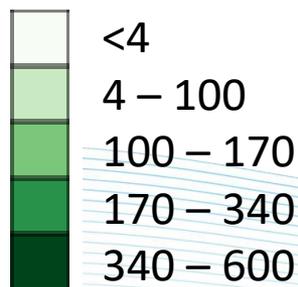
$\text{kg N ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$



Rimozione di azoto

Σ (asportazione delle colture, denitrificazione nei suoli, volatilizzazione di NH_3)

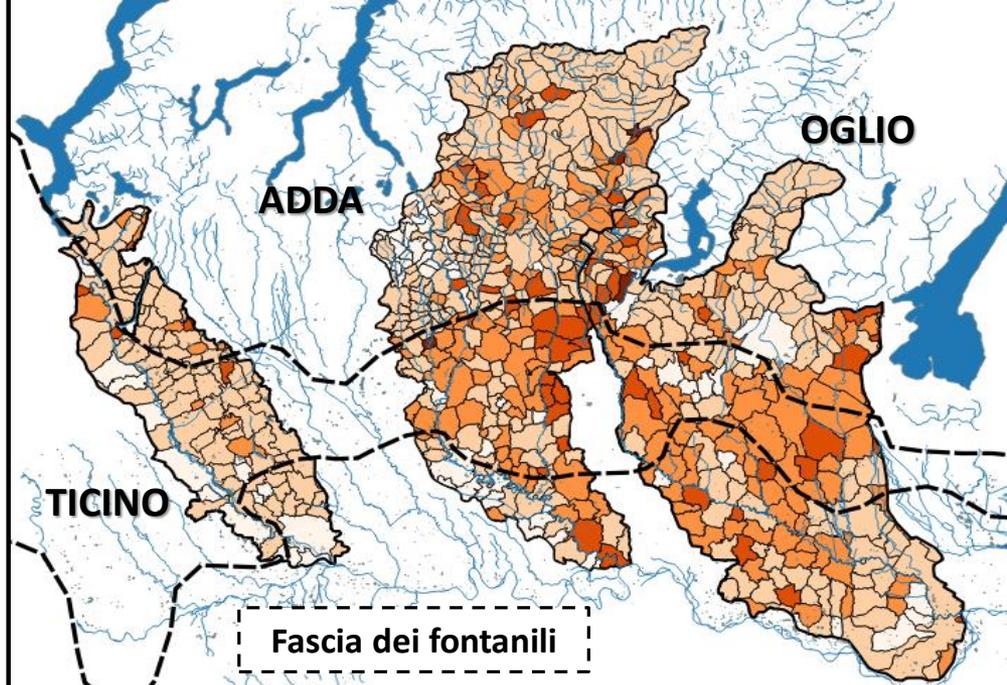
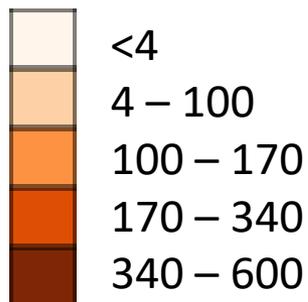
$\text{kg N ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$



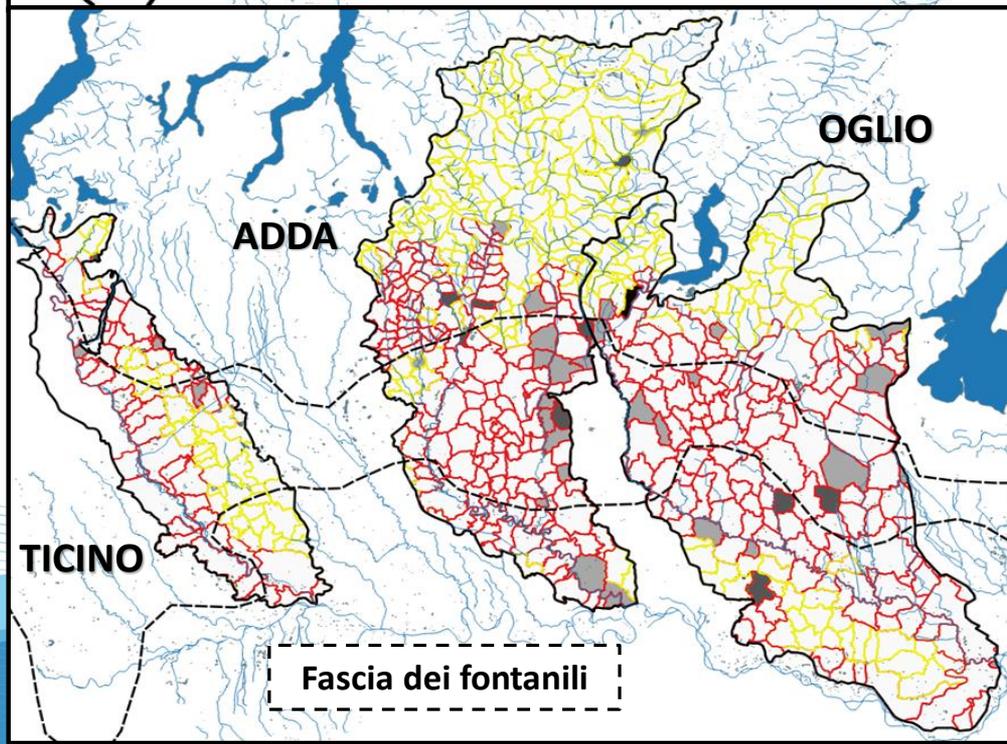
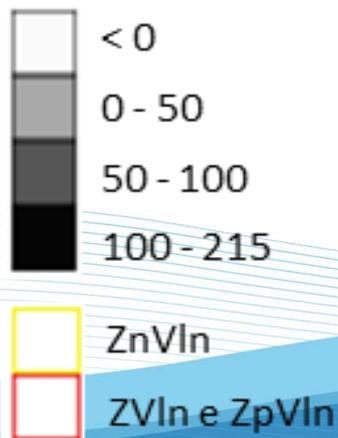
Eccedenze di azoto

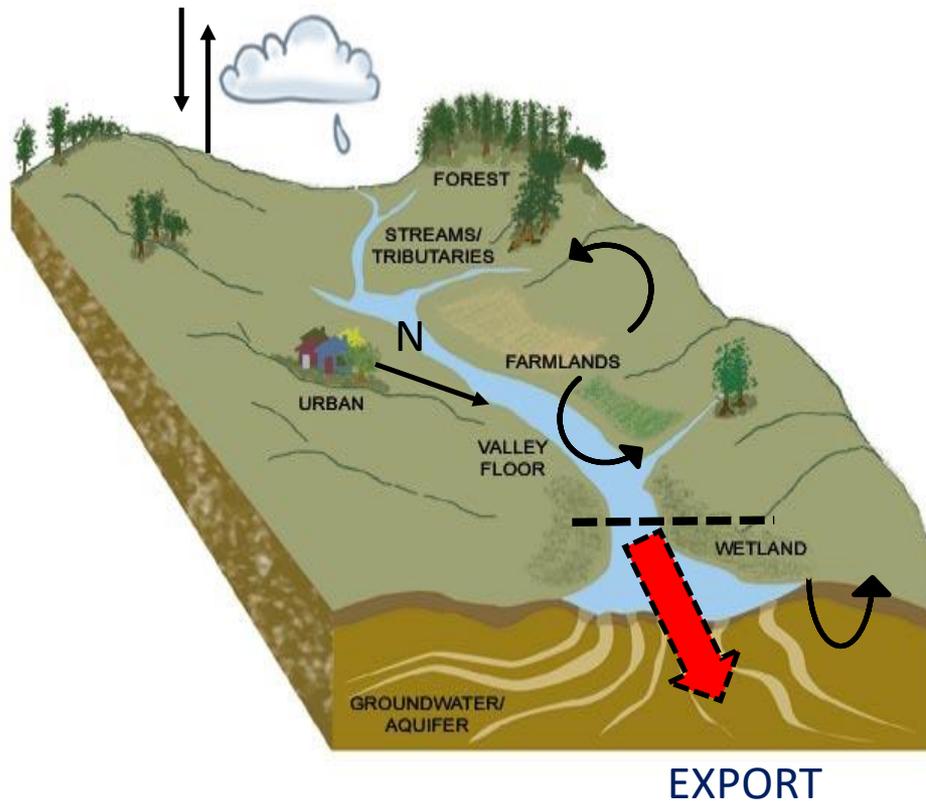
Σ apporti - Σ rimozione = Surplus
(Soil System Budget)

kg N ha⁻¹ anno⁻¹



Eccedenze di azoto (%) rispetto
alle quote ammesse dalla
Direttiva Nitrati





$$\text{EXPORT NETTO} = \text{CARICO TRANSITANTE NELLA STAZIONE DI CHIUSURA BACINO} - \text{INPUT DAL LAGO}$$

(anni 2009-2014)

Portate erogate dalle dighe
 Portate alla stazione di chiusura bacino

Stazioni ARPA monitoraggio qualità chimica
 Ticino (Sesto Calende/Miorina, Pavia)
 Adda (Olginate, Pizzighettone)
 Oglio (Capriolo, Marcaria)

Environmental Research Letters

LETTER

The nitrogen legacy: emerging evidence of nitrogen accumulation in anthropogenic landscapes

K J Van Meter¹, N B Basu^{1,2}, J J Veenstra³ and C L Burras⁴

¹ Department of Earth and Environmental Sciences, University of Waterloo, 200 University Avenue West, Waterloo, ON N2L 3G1, Canada
² Department of Civil and Environmental Engineering, Department of Earth and Environmental Sciences, University of Waterloo, Waterloo, ON N2L 3G1, Canada
³ Department of Math, Science & Technology, Flagler College, 74 King St., St. Augustine, FL 32080, U.S.A.
⁴ Department of Agronomy, Iowa State University, 2104 Agronomy Hall, Ames, IA 50011, U.S.A.

E-mail: nandita.basu@uwaterloo.ca

REPORT

Legacy nitrogen may prevent achievement of water quality goals in the Gulf of Mexico

K. J. Van Meter^{1,2}, P. Van Cappellen^{1,2,3}, N. B. Basu^{1,3,4,*}

¹Department of Earth and Environmental Sciences, University of Waterloo, Waterloo, Ontario N2L 3G1, Canada.
²Ecohydrology Research Group, University of Waterloo, Waterloo, Ontario N2L 3G1, Canada.
³Water Institute, University of Waterloo, Waterloo, Ontario N2L 3G1, Canada.
⁴Department of Civil and Environmental Engineering, University of Waterloo, Waterloo, Ontario N2L 3G1, Canada.
 *Corresponding author. Email: nandita.basu@uwaterloo.ca
 ~ Hide authors and affiliations

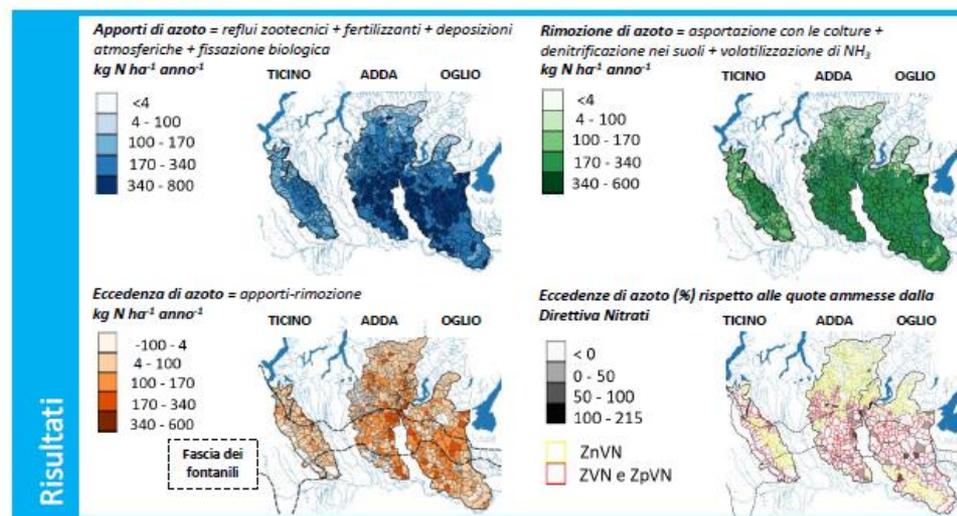
Science 27 Apr 2018:
 Vol. 360, Issue 6387, pp. 427-430
 DOI: 10.1126/science.aar4462

«Eredità dell'azoto»

t N anno ⁻¹	Ticino	Adda	Oglio
Δ (Export netto - Surplus)	-319	+5173	+7873

Linee guida – Scheda 2

PRESSIONI NEI BACINI IN TERMINI DI ECCEDENZA DI AZOTO NELLE AREE COLTIVATE



- Sintesi**
- Nei tre bacini l'efficienza di utilizzo dell'azoto da parte delle colture è simile (53-59%).
 - Il carico zootecnico e l'eccedenza di azoto aumentano da ovest verso est (Ticino < Adda < Oglio).
 - L'eccedenza di azoto è particolarmente elevata nella fascia dei fontanili nelle zone vulnerabili ai nitrati.
 - L'apporto di reflui zootecnici nelle zone vulnerabili ai nitrati supera i limiti normativi.
 - Nel bacino del Ticino il 90% dell'eccedenza di azoto è confluita nel fiume Po: il bacino ha una minima capacità di trattenere ed eliminare azoto.
 - Nei bacini di Adda e Oglio la quota di azoto che confluisce nel fiume Po supera l'eccedenza di origine agro-zootecnica: la differenza è imputabile alla cosiddetta eredità dell'azoto, ovvero l'azoto accumulato nel suolo o nelle acque sotterranee in passato, che ora rientra nei corsi d'acqua.

- Raccomandazioni**
- E' necessario attuare piani di riduzione delle eccedenze di azoto nelle aree a maggiore criticità, a partire dalle zone vulnerabili ai nitrati nella fascia dei fontanili.
 - E' necessario promuovere azioni integrate di medio e lungo termine: redistribuzione dei reflui zootecnici; tracciabilità e mercato del refluo; monitoraggio di azoto e sostanza organica nei suoli; realizzazione di fasce tampone boscate dove necessarie.
 - E' necessario potenziare il supporto tecnico-ambientale agli agricoltori per individuare le necessità nutrizionali delle colture in relazione alla tipologia di suolo e ai contenuti di azoto, di sostanza organica e di umidità, alle condizioni meteorologiche e alle modalità di irrigazione.
 - E' importante individuare colture alternative a basso impatto in termini di azoto.
 - E' importante adottare sistemi di monitoraggio di lungo termine per valutare gli effetti della gestione degli apporti azotati sulla qualità delle acque superficiali e sotterranee, in relazione anche ai cambiamenti climatici e di uso del suolo.



Progetto finanziato da



Raccomandazioni

- ✓ E' necessario attuare **piani di riduzione delle eccedenze di azoto** nelle aree a maggiore criticità, a partire dalle zone vulnerabili ai nitrati nella fascia dei fontanili.
 - ✓ E' necessario promuovere azioni integrate di medio e lungo termine: **ridistribuzione dei reflui zootecnici**; tracciabilità e mercato del refluo; **monitoraggio di azoto e sostanza organica nei suoli**; realizzazione di fasce tampone boscate dove necessarie.
 - ✓ E' necessario potenziare il **supporto tecnico-ambientale agli agricoltori** per individuare le necessità nutrizionali delle colture in relazione alla tipologia di suolo e ai contenuti di azoto, di sostanza organica e di umidità, alle condizioni meteorologiche e alle modalità di irrigazione.
 - ✓ E' importante individuare colture alternative a basso impatto in termini di azoto.
 - ✓ E' importante adottare **sistemi di monitoraggio di lungo termine per valutare gli effetti della gestione degli apporti azotati sulla qualità delle acque superficiali e sotterranee, in relazione anche ai cambiamenti climatici e di uso del suolo.**
- 