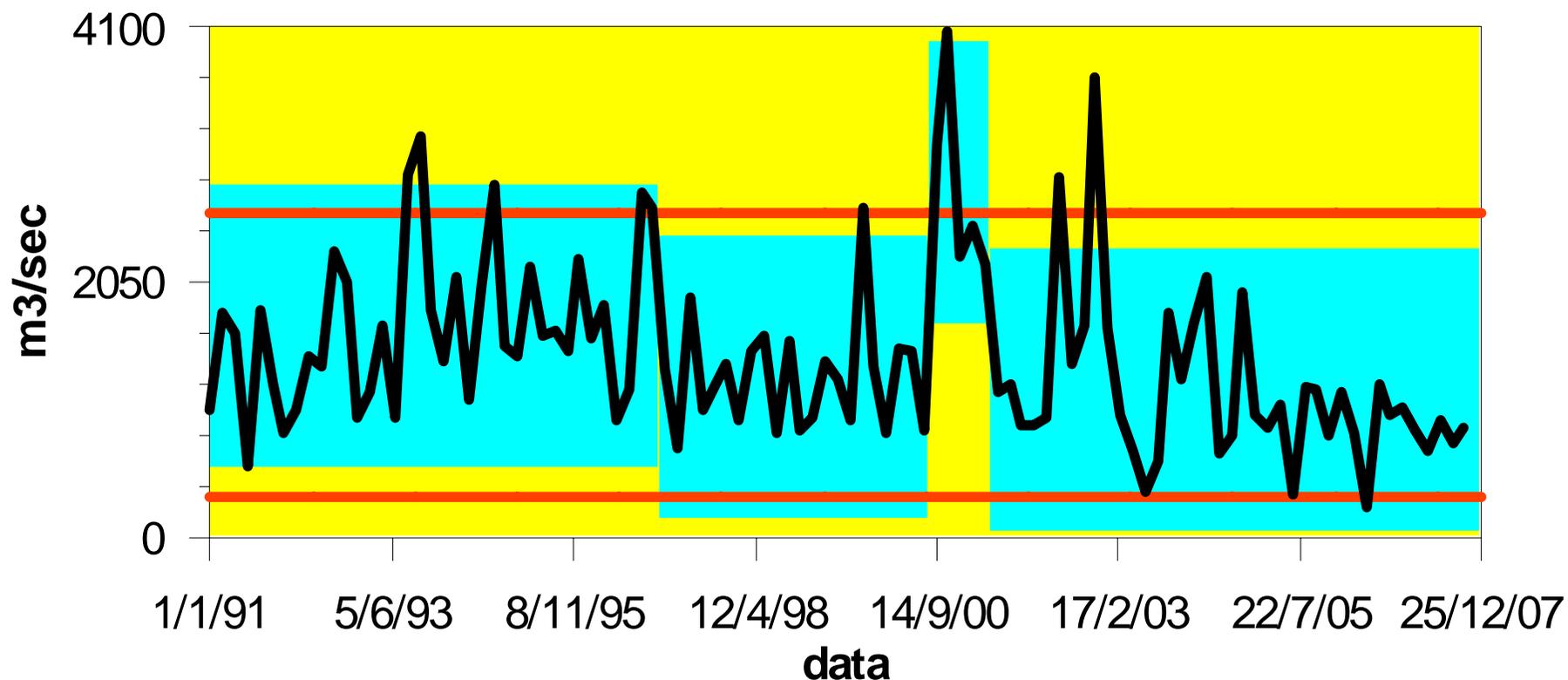


P. Viaroli, R. Azzoni, M. Bartoli, R. Bolpagni, G. Giordani, D. Longhi, M. Naldi, D. Nizzoli
Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Parma

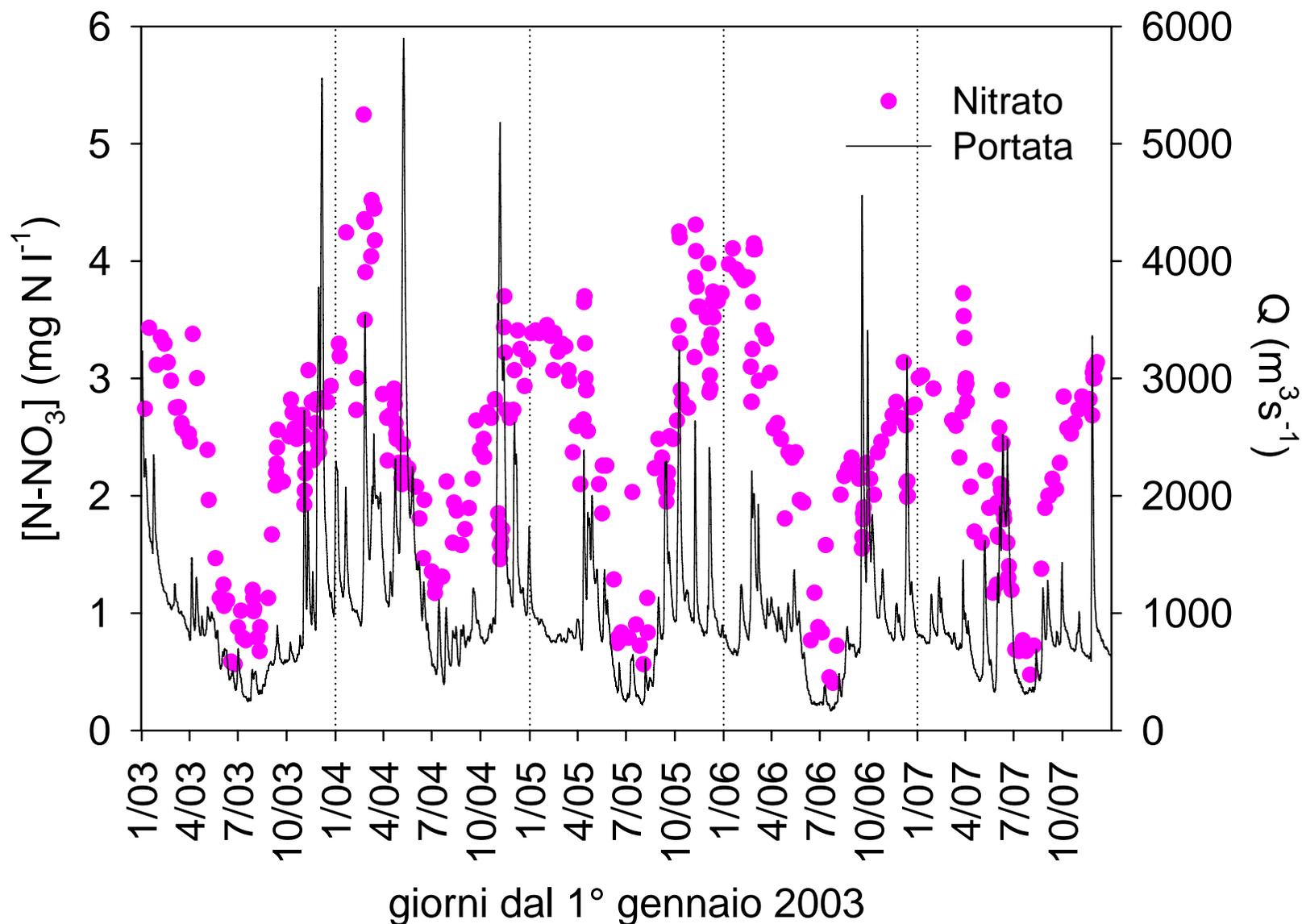
INQUINAMENTO, PROTEZIONE E CONSERVAZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI IN EMILIA-ROMAGNA: ASPETTI ECOLOGICI E QUADRO NORMATIVO

Foto D. Longhi

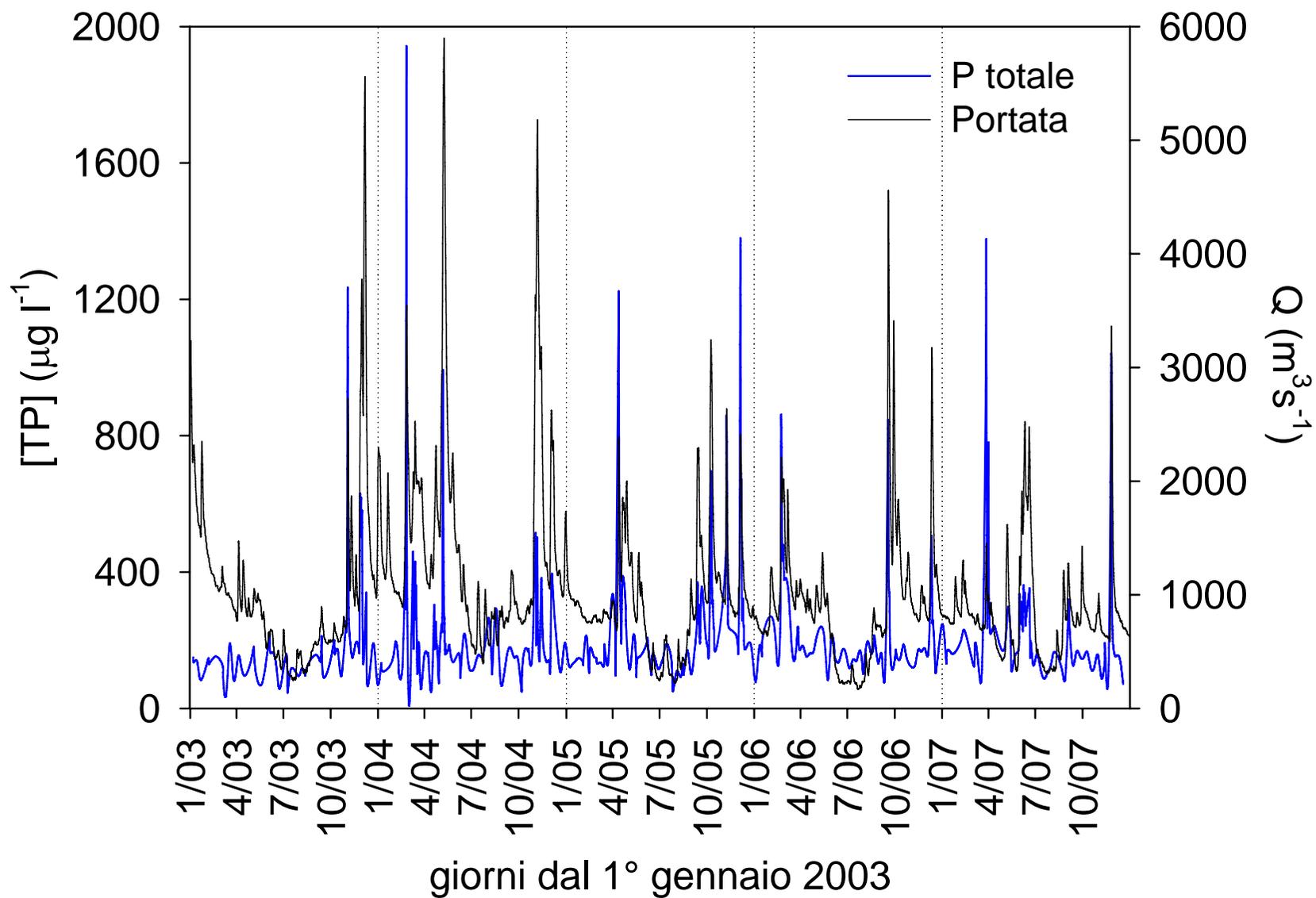
“La direttiva nitrati: ricerca e applicazioni nella provincia di Ferrara”
Convegno, Ferrara 5 marzo 2009



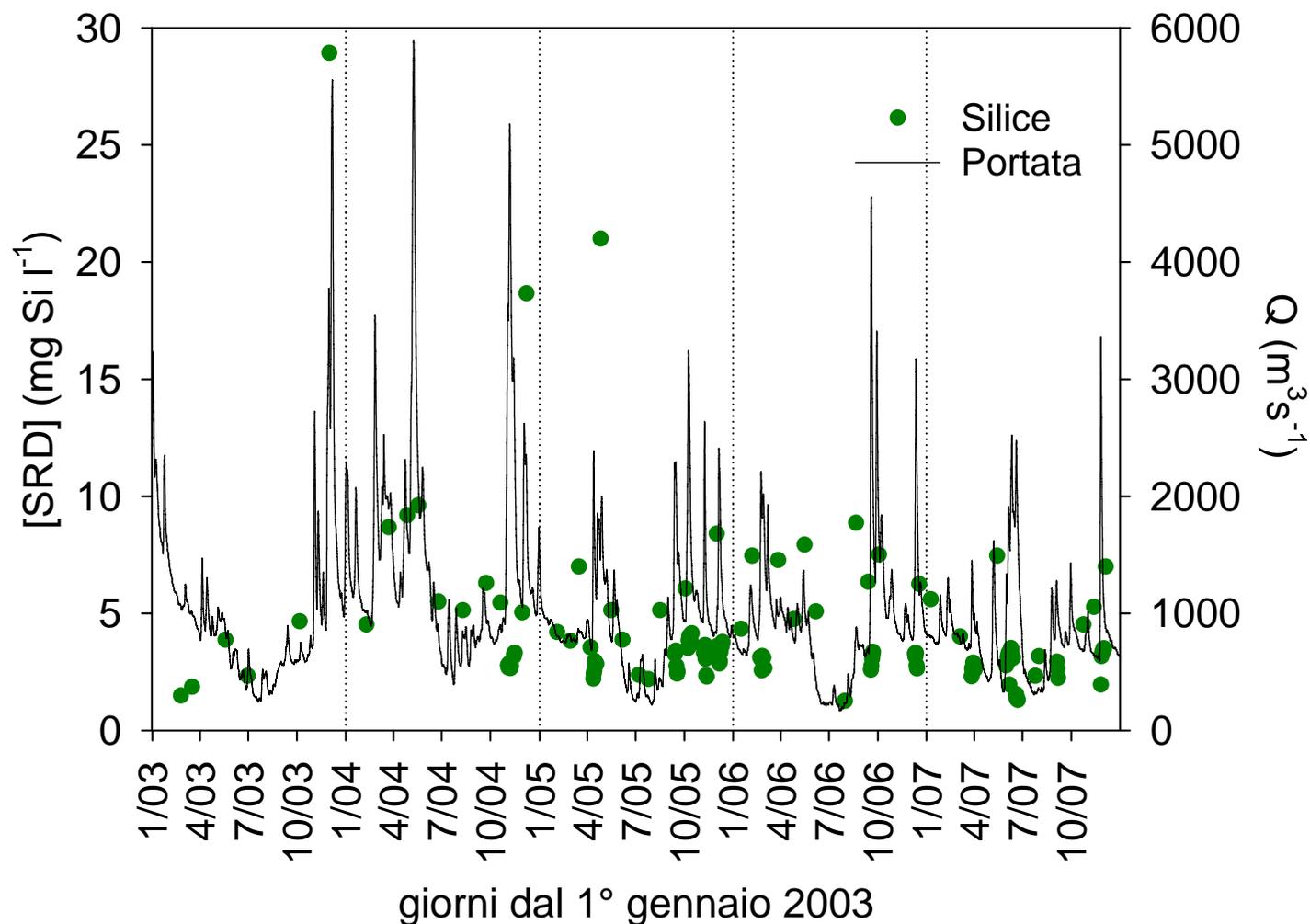
Change Point Analysis dei dati di portata del Po dal 1991 al 2007. Sono evidenziati gli intervalli temporali che presentano valori medi statisticamente diversi tra di loro e con il periodo di riferimento (linee rosse, 1961-1990). I limiti superiore e inferiore delle aree rappresentano i valori massimo e minimo di un dato periodo (P. Viaroli et al., 2008. Studio per l'approfondimento delle variazioni dei carichi di azoto e fosforo transitati nella stazione di Pontelagoscuro e per l'analisi dei processi rilevanti ai fini della composizione e delle trasformazioni dei carichi. Studio finanziato dall'Autorità di bacino del Fiume Po)



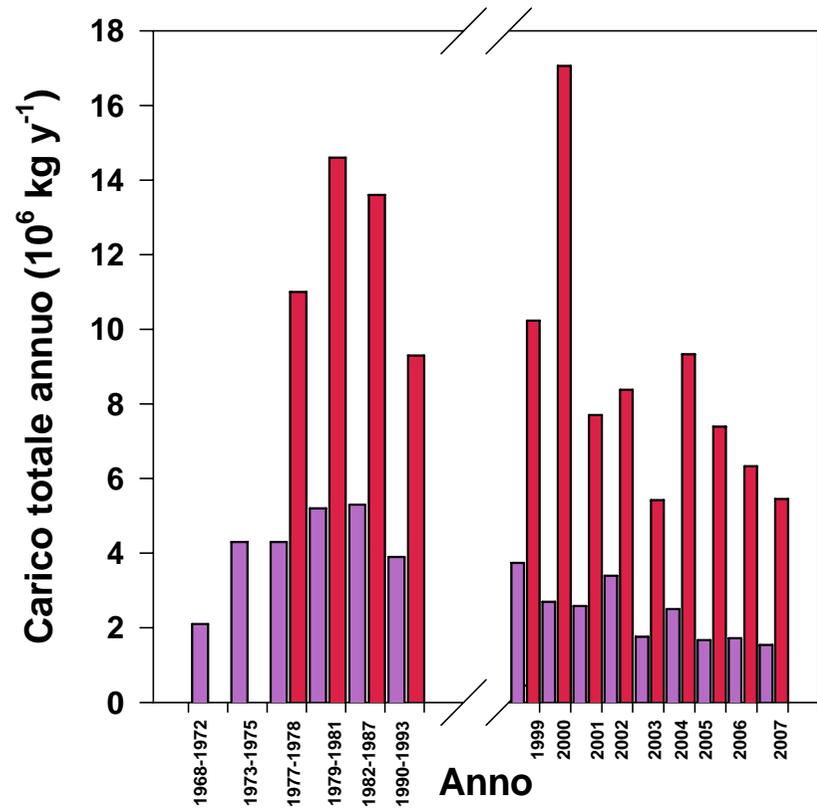
Variazioni delle concentrazioni dell'azoto nitrico nelle acque del Po a Pontelagoscuro dal 2003 al 2007 (P. Viaroli et al., 2008. Studio per l'approfondimento delle variazioni dei carichi di azoto e fosforo transitati nella stazione di Pontelagoscuro e per l'analisi dei processi rilevanti ai fini della composizione e delle trasformazioni dei carichi. Studio finanziato dall'Autorità di bacino del Fiume Po)



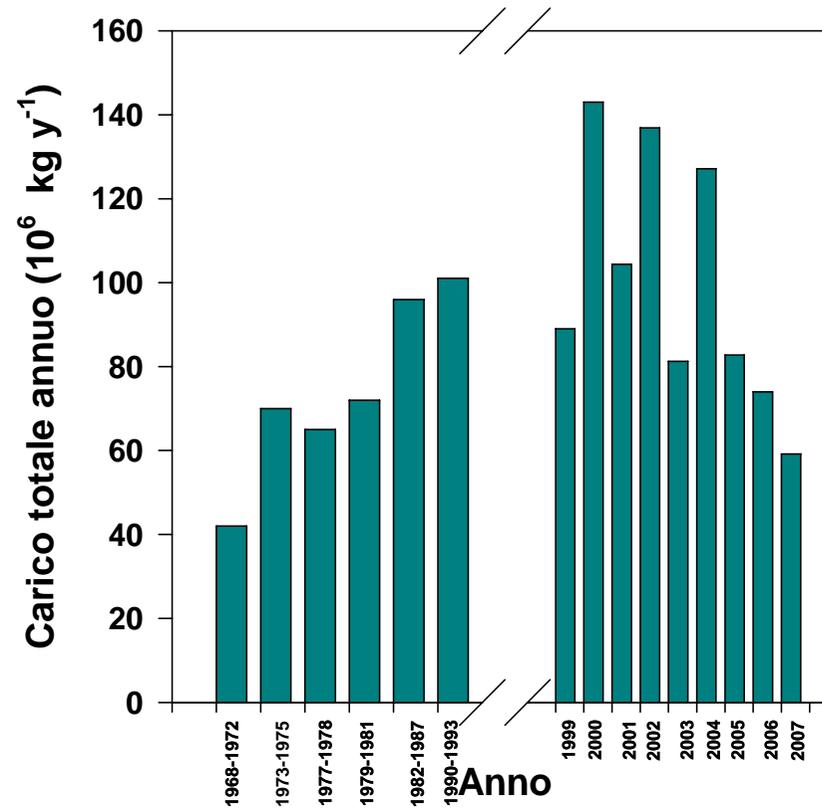
Variazioni delle concentrazioni del fosforo totale nelle acque del Po a Pontelagoscuro dal 2003 al 2007 (P. Viaroli et al., 2008. Studio per l'approfondimento delle variazioni dei carichi di azoto e fosforo transitati nella stazione di Pontelagoscuro e per l'analisi dei processi rilevanti ai fini della composizione e delle trasformazioni dei carichi. Studio finanziato dall'Autorità di bacino del Fiume Po)



Variazioni delle concentrazioni della silice reattiva disciolta nelle acque del Po a Pontelagoscuro dal 2003 al 2007 (P. Viaroli et al., 2008. Studio per l'approfondimento delle variazioni dei carichi di azoto e fosforo transitati nella stazione di Pontelagoscuro e per l'analisi dei processi rilevanti ai fini della composizione e delle trasformazioni dei carichi. Studio finanziato dall'Autorità di bacino del Fiume Po)

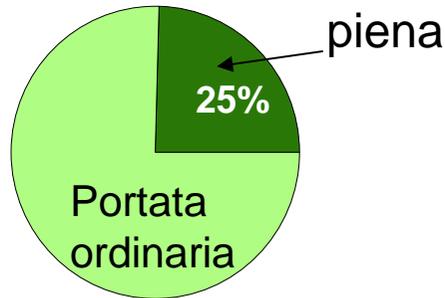


Confronto dei carichi di SRP (fucsia) e TP (rosso) misurati dal 1968 al 1993 (Provini et al., 1992; Provini & Binelli, 2006) e dal 1999 al 2007 (Viaroli et al., 2008)

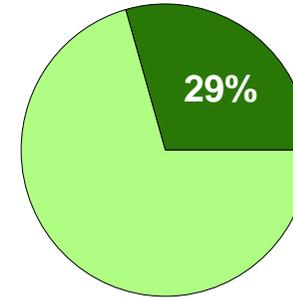


Confronto dei carichi di azoto nitrico misurati dal 1968 al 1993 (Provini et al., 1992; Provini & Binelli, 2006) e dal 1999 al 2007 (Viaroli et al., 2008)

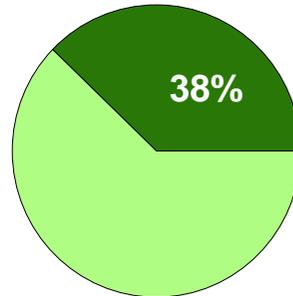
2003
18 giorni di piena



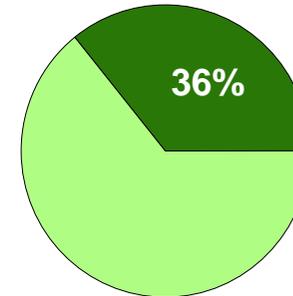
2006
19 giorni



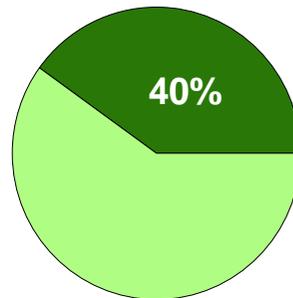
2004
31 giorni



2007
37 giorni



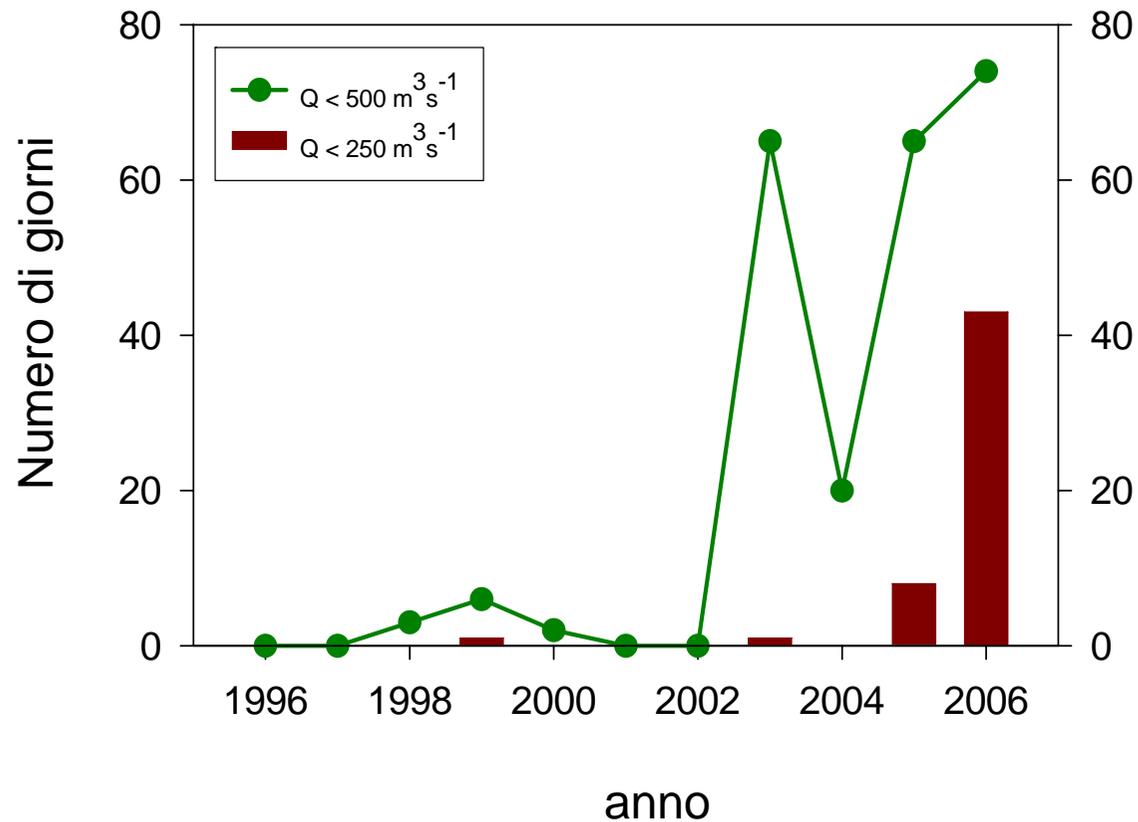
2005
37 giorni



Fino al 40% del carico annuale del P rilasciato dal Po nell'Adriatico è veicolato dalle piene in tempi molto brevi (< 40 giorni)

Piena $Q > 1500 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$

Numero di giorni con portata < 500 m³ s⁻¹ (linea) e < 250 m³ s⁻¹ (istogrammi)



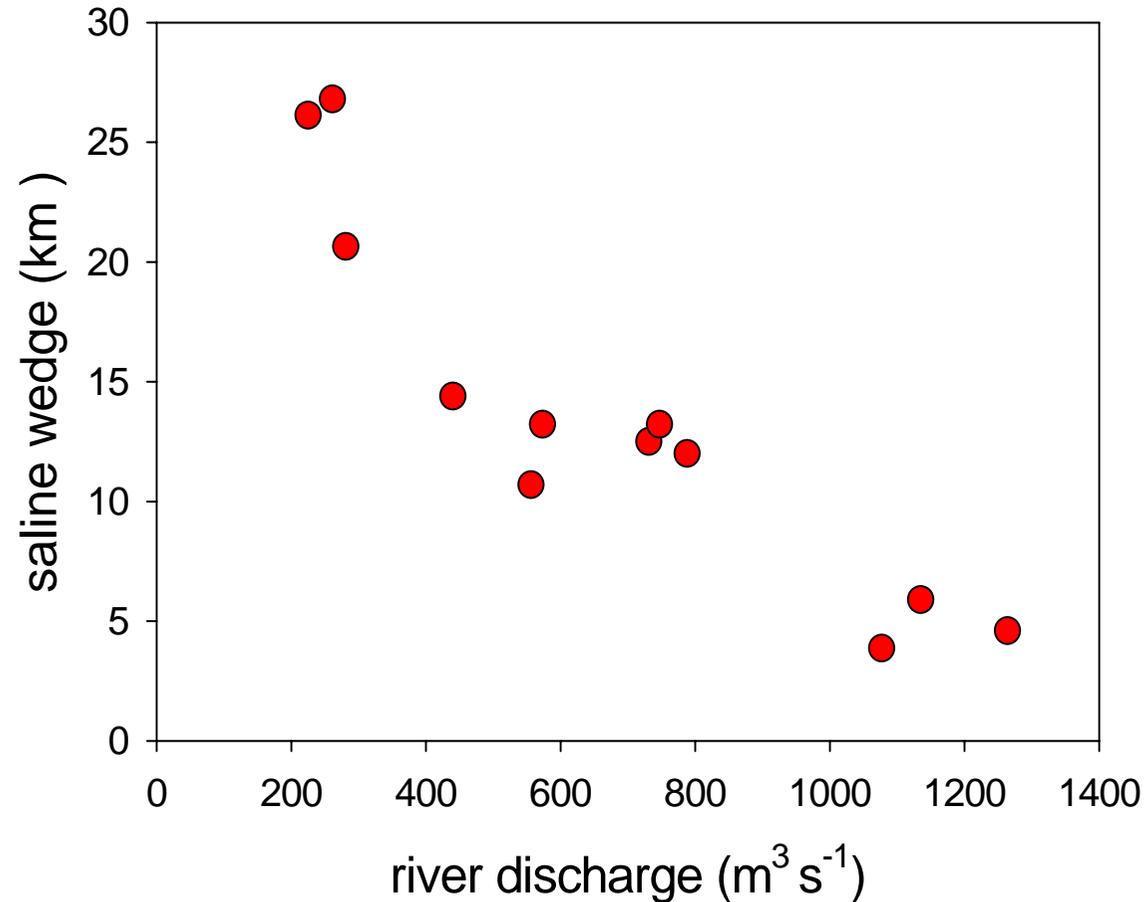
P. Viaroli et al., 2008. Studio per l'approfondimento delle variazioni dei carichi di azoto e fosforo transitati nella stazione di Pontelagoscuro e per l'analisi dei processi rilevanti ai fini della composizione e delle trasformazioni dei carichi. Studio finanziato dall'Autorità di bacino del Fiume Po

Risalita del cuneo salino nei rami del delta del Po con portate $< 250 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$



Provincia di Ferrara - Servizio Risorse Idriche e Tutela Ambientale
Unità Operativa Acque Costiere e Economia Ittica

Relazione tra risalita del cuneo salino (km) e portata misurata a Pontelagoscuro (media dei cinque giorni precedenti) nel Po di Goro da luglio 2003 a aprile 2007

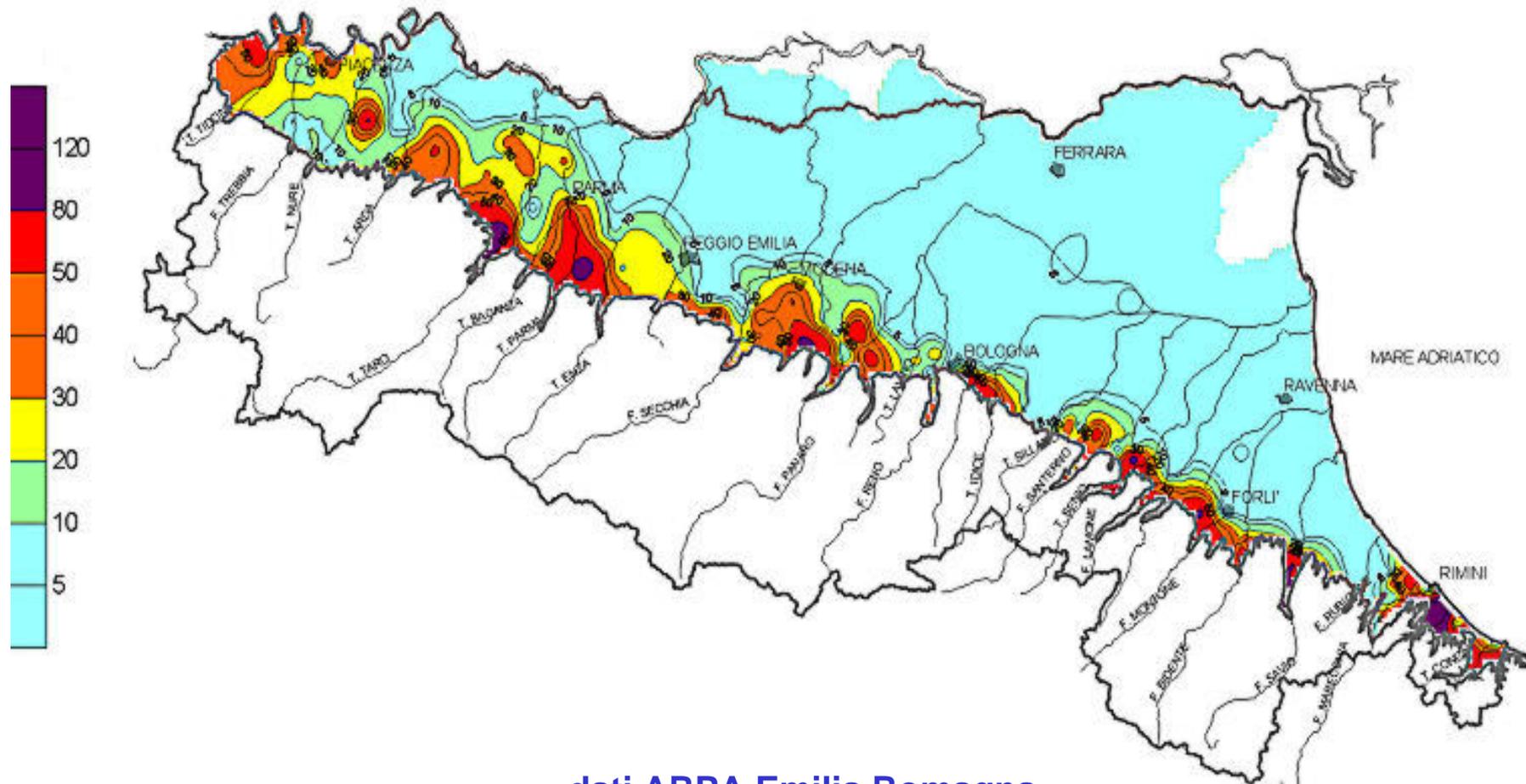


Dati da Provincia di Ferrara - Servizio Risorse Idriche e Tutela Ambientale, Unità Operativa Acque Costiere e Economia Ittica e ARPA - Regione Emilia Romagna

Acque sotterranee

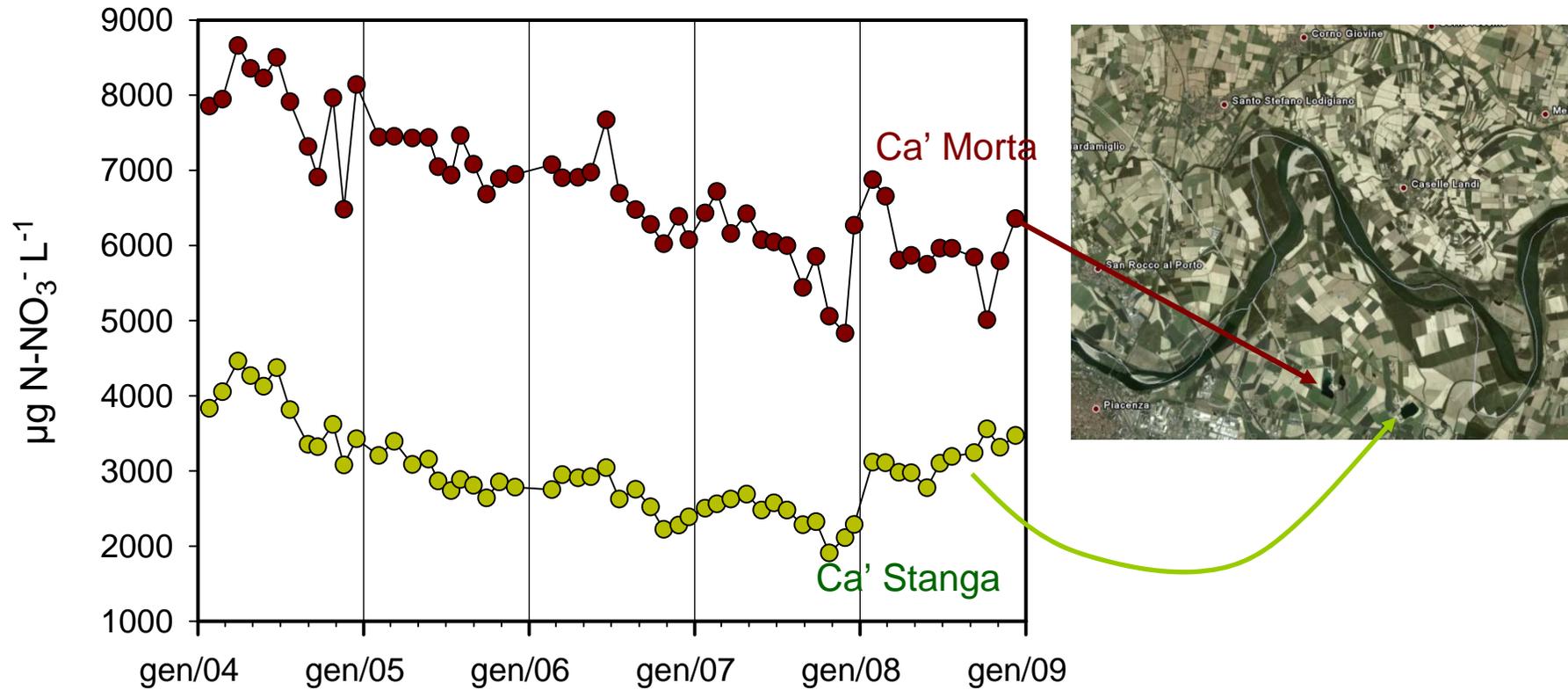
Nitrati

MEDIA ANNUA 1998 (mg/l)



dati ARPA Emilia Romagna

Rete Regionale di Monitoraggio delle Acque Sotterranee



Variazioni delle concentrazioni medie (pesate sui volumi) in due laghi di cava nel comune di Piacenza

Componenti strutturali, modificazioni e inquinamento

Fonti di inquinamento

Prelievi idrici e deflussi

Reticolo idrografico minore

**Sistema laterale, sviluppo longitudinale e
sistema iporreico nei corsi d'acqua
principali**

Carichi effettivi di azoto e fosforo rilasciati nel bacino del fiume Po (dati Autorità di Bacino del Fiume Po)

COMPARTO	AZOTO		FOSFORO	
	t/anno	%	t/anno	%
CIVILE	61.000	23	6.000	56
INDUSTRIALE	22.000	8	700	6
ZOOTECNICO	105.000	40	2.100	20
AGRICOLO	60.000	23	1.200	11
DILAVAMENTO	15.000	6	750	7

Origine del carico azotato nelle acque sotterranee del bacino del fiume Po (dati Autorità di Bacino del Fiume Po)

COMPARTO	t/anno	%
CIVILE	15.000	16
INDUSTRIALE	1.000	1
ZOOTECNICO	50.000	52
AGRICOLO	30.000	31
DILAVAMENTO	0	0

Canali e ambienti acquatici marginali sono inseriti nel sistema agricolo e costituiscono la prima interfaccia tra sistema acquatico principale e fonti di inquinamento

Le interfacce sono “reattori metabolici” dai quali dipendono trasformazioni e variazioni dei carichi inquinanti

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

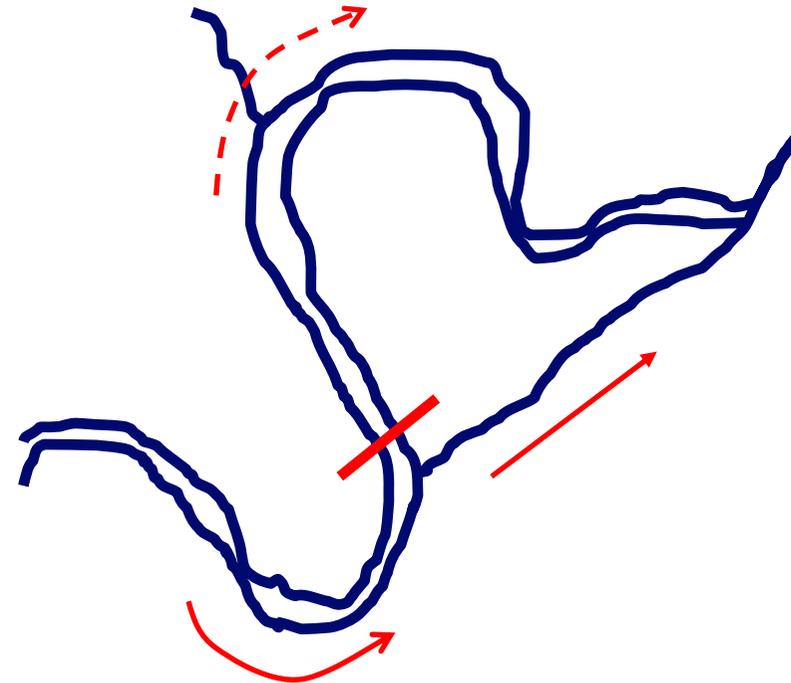
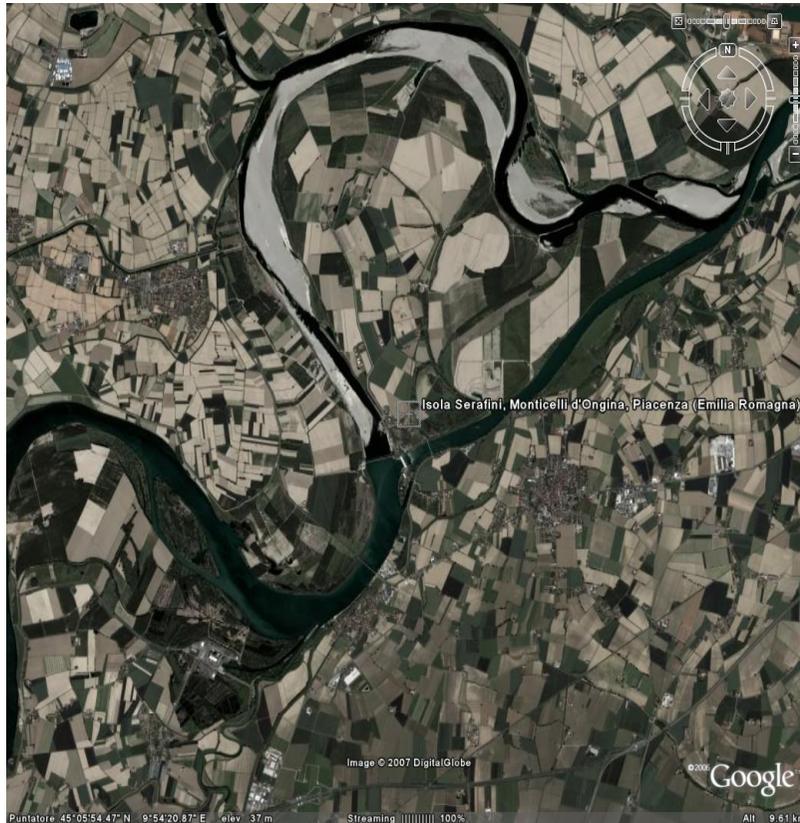
Wetzel, R.G., 1990. Land-water interfaces: metabolic and limnological regulators. Verh. Internat. Verein. Limnol. 24: 6-24.

Ewel K.C. et al., 2001. Managing Critical Transition Zones. Ecosystems 4: 452-460.

Allan, J.D., 2004. Landscapes and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. Ann. Rev. Ecol. Syst. 35: 257-284.

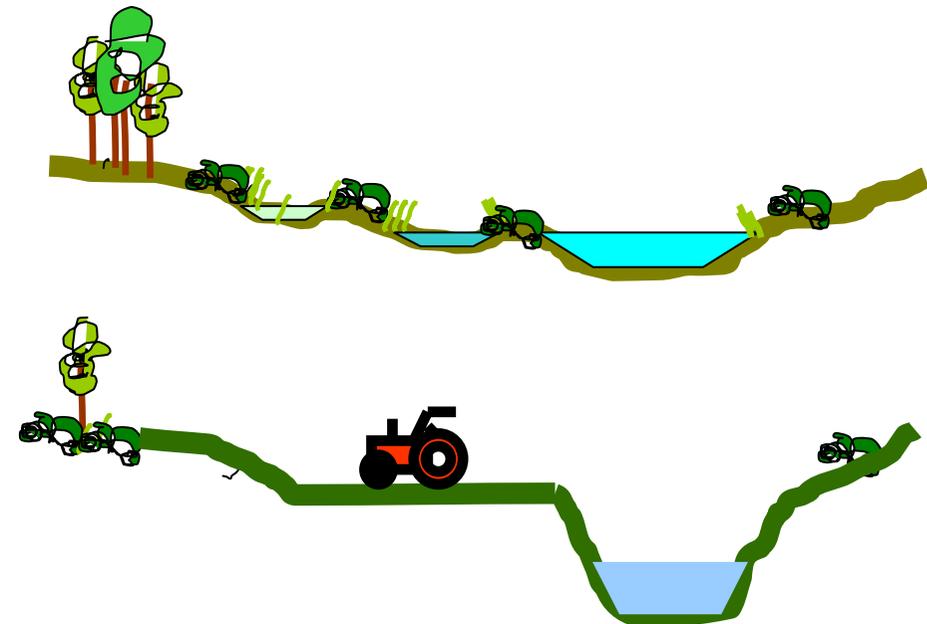
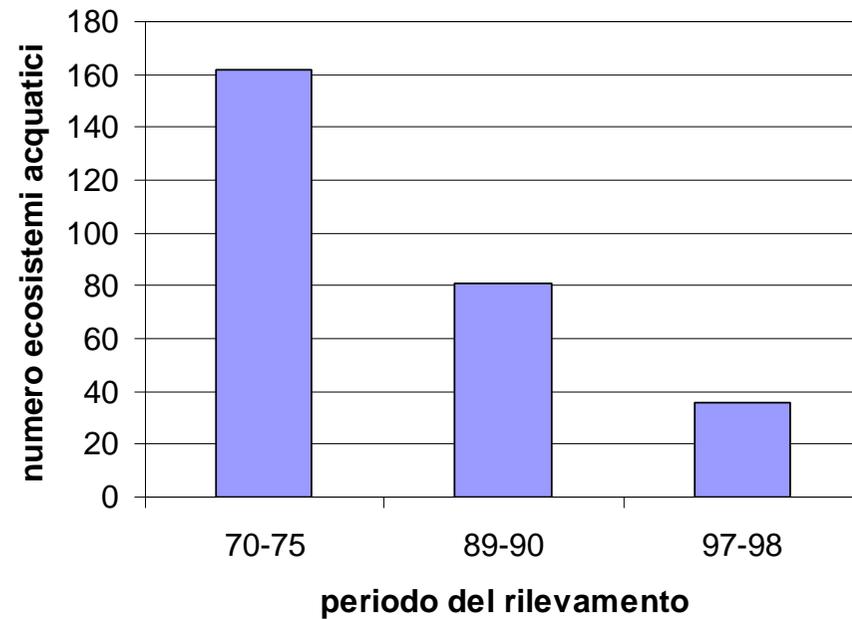
Seitzinger S. et al., 2006. Denitrification across landscape and waterscape a synthesis. Ecological Applications 16: 2064-2090.

Alterazione dei sistemi fluviali e del reticolo idrografico (connettività longitudinale)



Impianto idroelettrico sul Po a Isola
Serafini (Piacenza)

Alterazione delle zone critiche di transizione nel reticolo idrografico (connettività laterale)

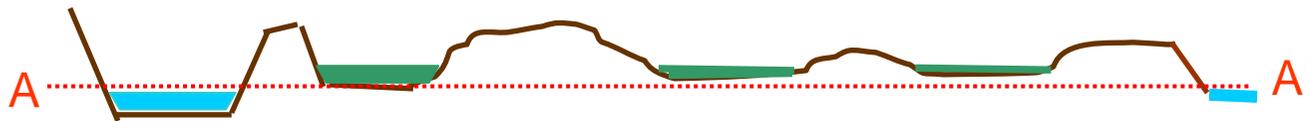


Ambienti acquatici permanenti nella
golena del Po in provincia di
Piacenza dal 1970 al 1998

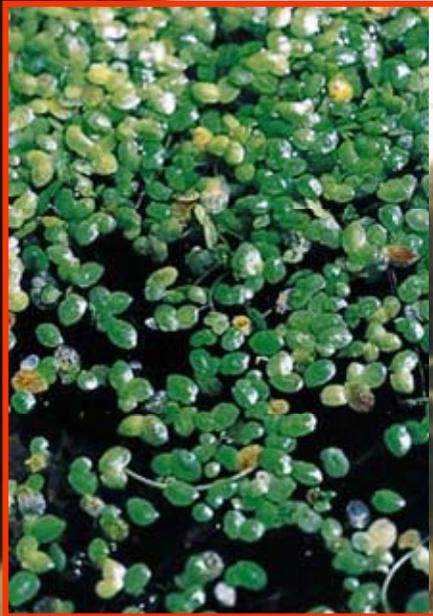


Connettività laterale

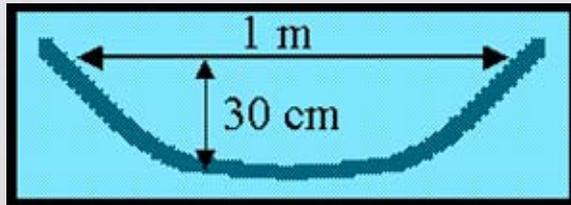
Isolamento e pensilizzazione di un sistema di lanche nella golena di Stagno (Roccabianca, PR)

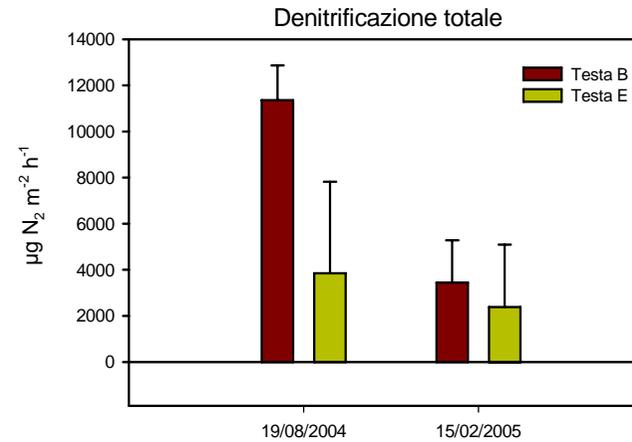
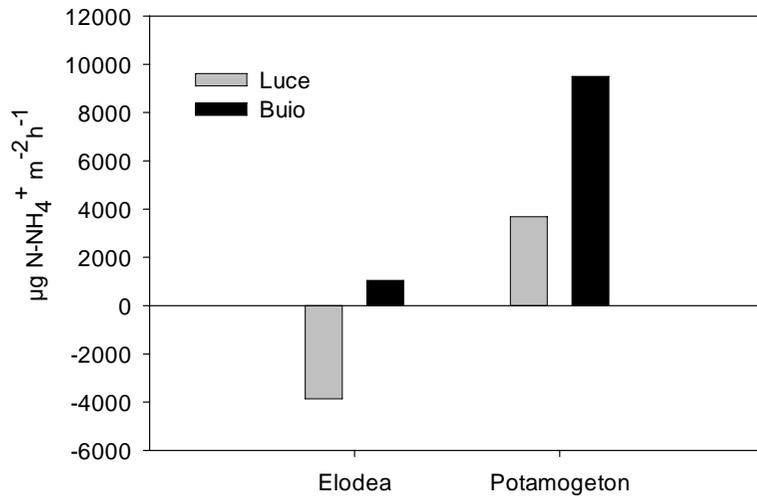
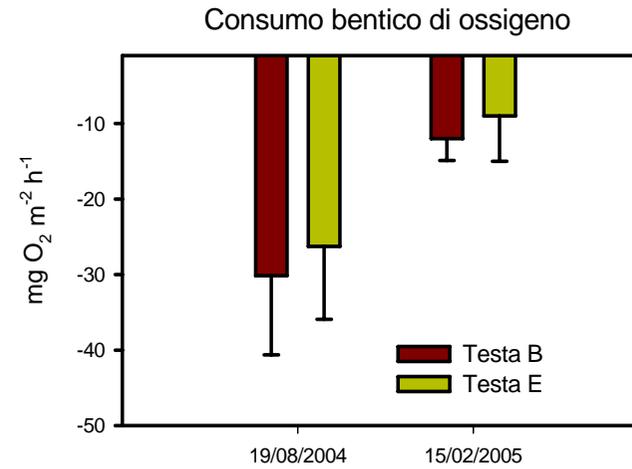
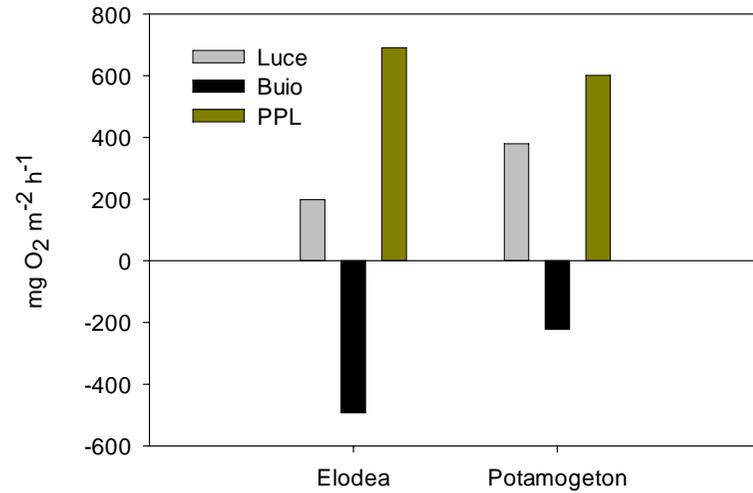


Reticolo idrografico minore – 19000 km di canali di bonifica con funzioni di adduzione, laminazione e scolo - Canale di adduzione (Bonifica Bentivoglio Moglia Secchia a Novellara, RE)

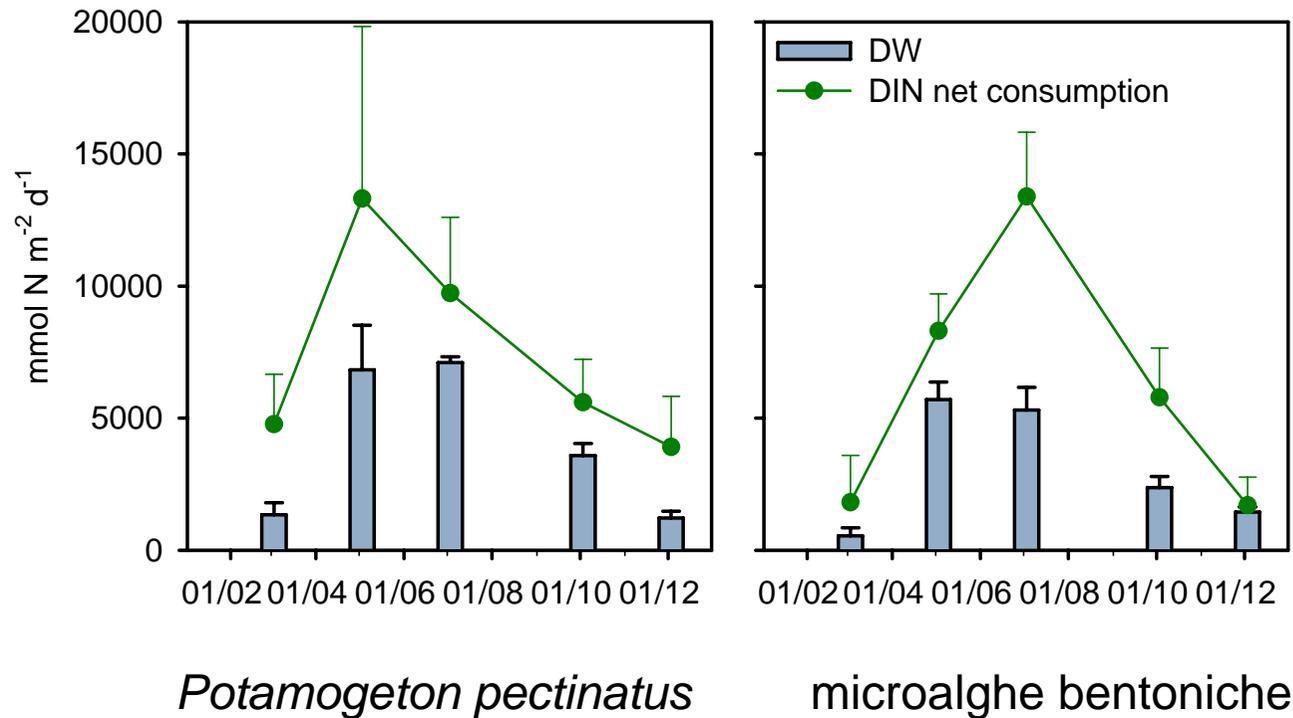


Canale di scolo (Bonifica Bentivoglio Moglia Secchia a Novellara, RE)





Flussi di ossigeno, ammonio e denitrificazione in teste e aste nei fontanili di corte Valle Re (RE) – **Denitrificazione totale: 200-300 $\text{mg N m}^{-2} \text{ d}^{-1}$**



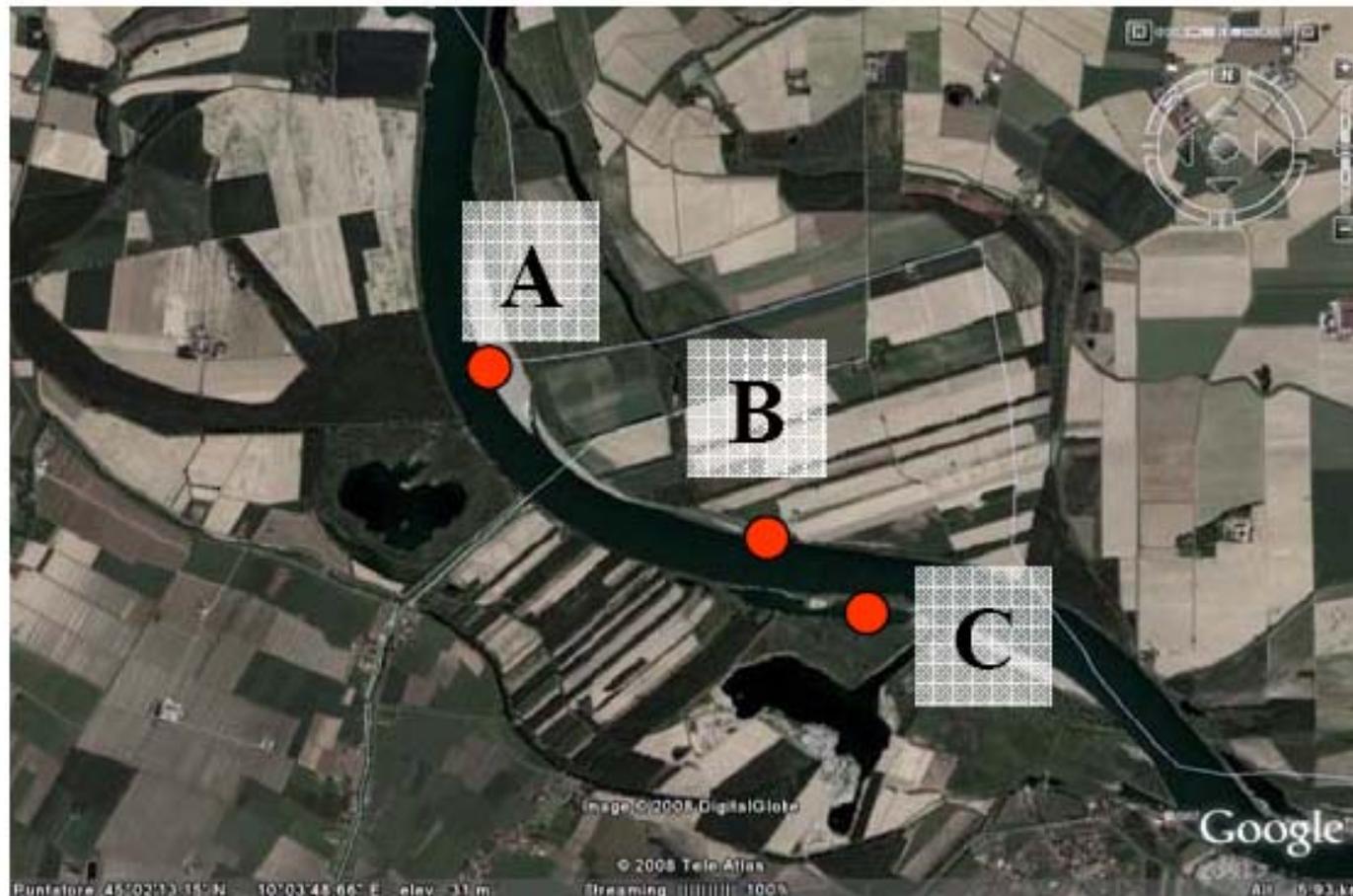
Andamento della denitrificazione totale (DW) e dell'abbattimento dell'azoto inorganico disciolto nel litorale di un lago di cava con e senza vegetazione a macrofite sommerse

Misure di metabolismo e denitrificazione nelle fasce laterali del Po

A = velocità corrente 0.5 m s^{-1} e sedimento sabbioso

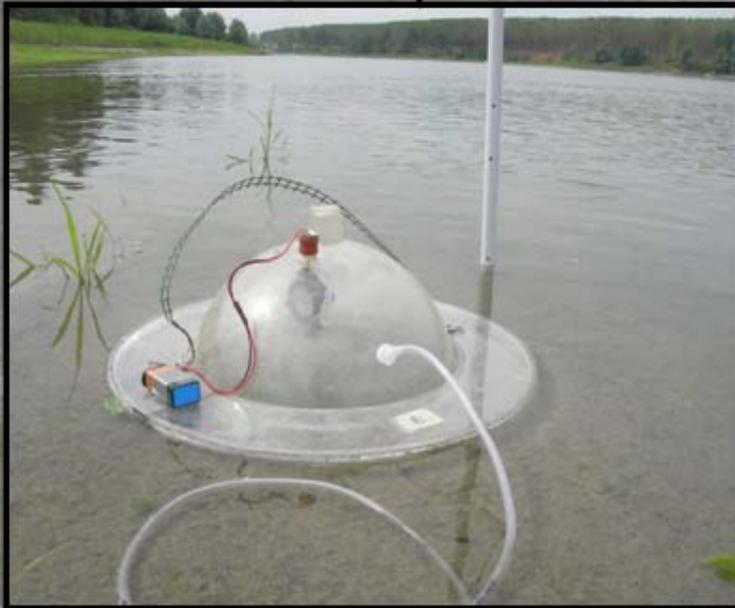
B = velocità corrente 0.2 m s^{-1} e sedimento limoso

C = lanca di retro-pennello



Progetto finanziato dall'Autorità di bacino del Po

Misure di metabolismo
lungo un gradiente di
umidità



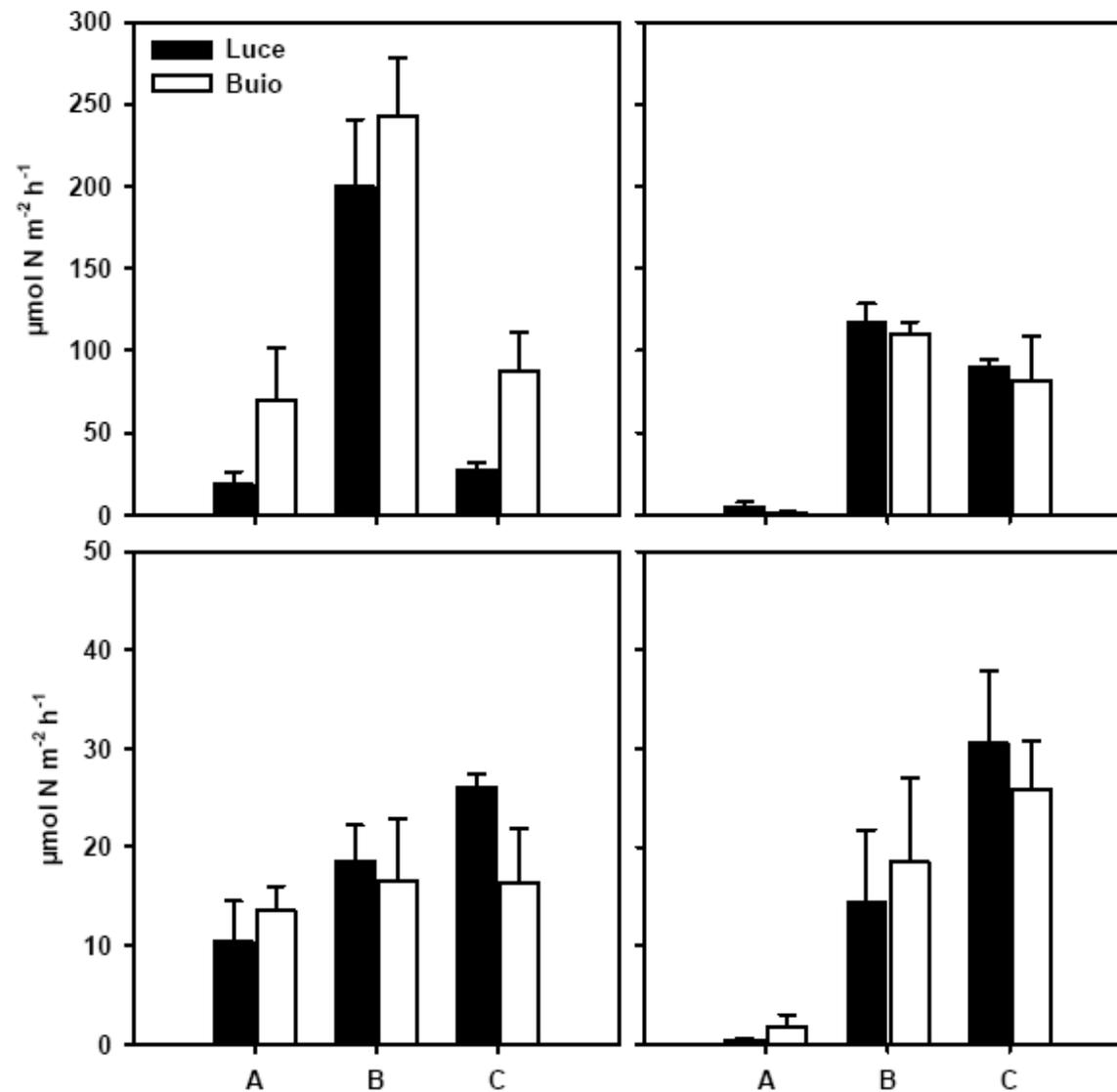
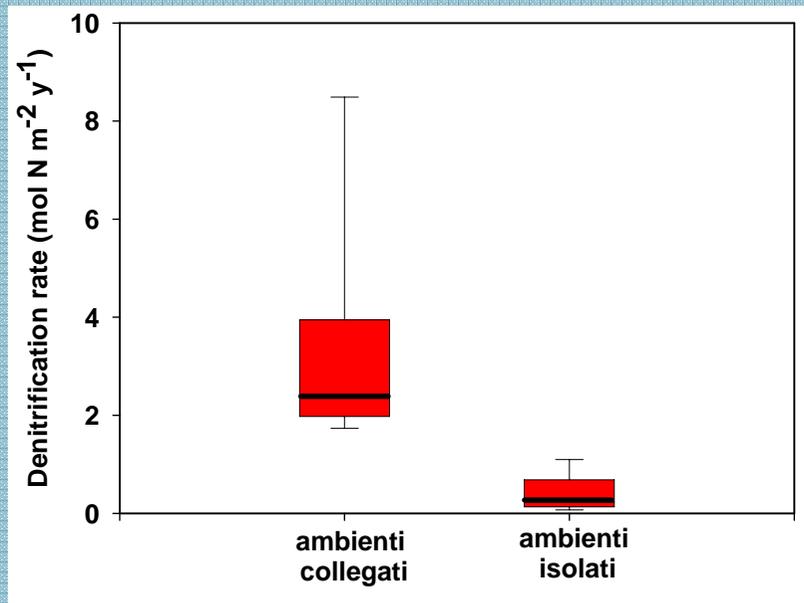


Figura 3.16. Tassi di D_w (in alto) e D_n (in basso) misurati alla luce e al buio nei tre siti e nelle due date di campionamento. Le barre di errore rappresentano l'errore standard ($n = 3$).

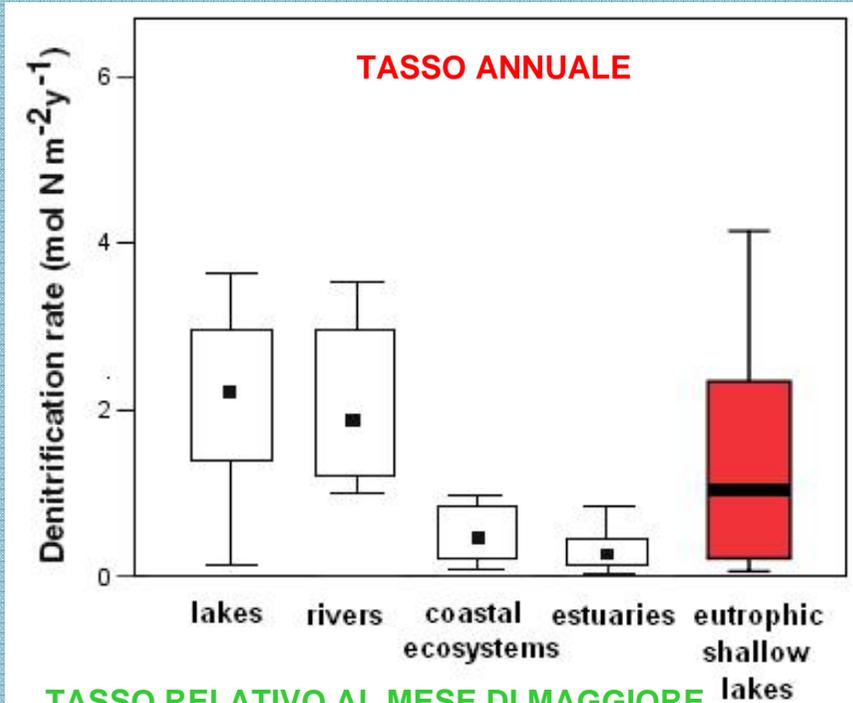
Tipologie differenti di zone umide (naturali e artificiali):

12 – 1780 $\mu\text{mol N m}^{-2} \text{h}^{-1}$

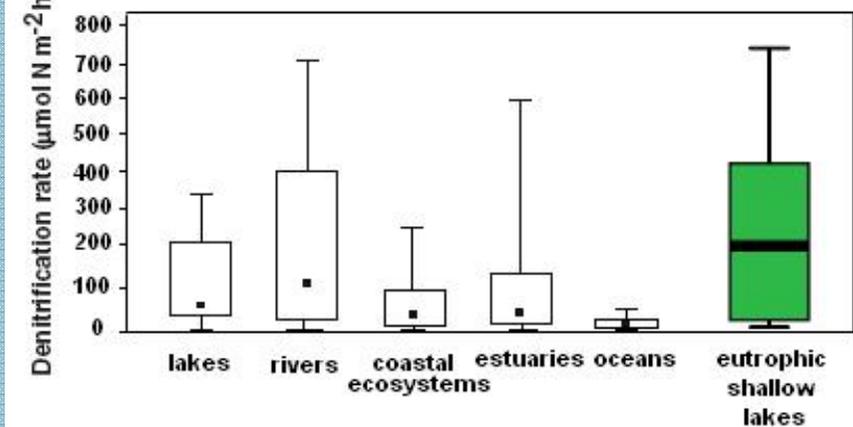
[Kallner Bastviken *et al.*, 2005; Hernandez & Mitsch, 2007]



“eutrophic shallow lakes”



TASSO RELATIVO AL MESE DI MAGGIORE TEMPERATURA DELLE ACQUE

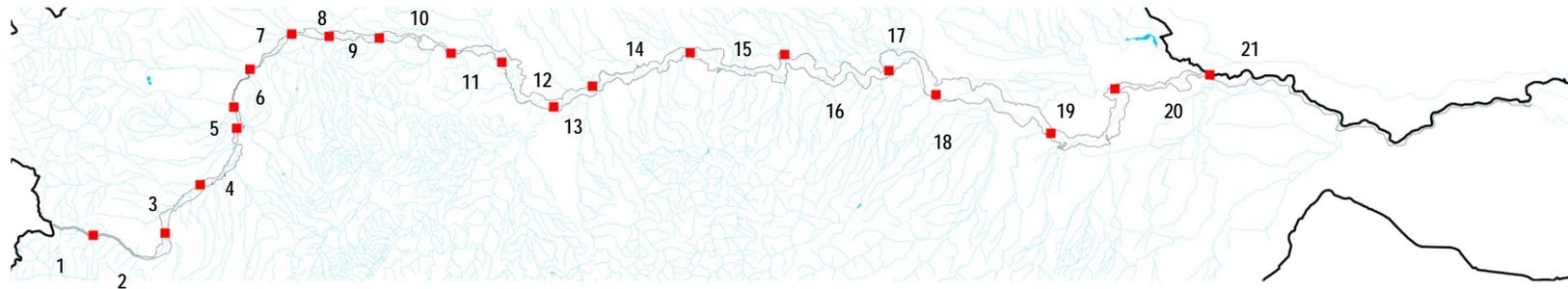


Corpi idrici del fiume Po (ai sensi della WFD)

TIPOLOGIE	sorgente Laila	Laila rio Torio	rio Torio Pellicce	Pellicce Chisola	Chisola Sestia	Sestia Scrivia	Scrivia Ticino	Ticino Adda	Adda Oglio	Oglio Incile
prog. km	0 - 10	10 - 39	39 - 63	63 - 100	100 - 199	199 - 237	237 - 269	269 - 362	362 - 463	463 - 604

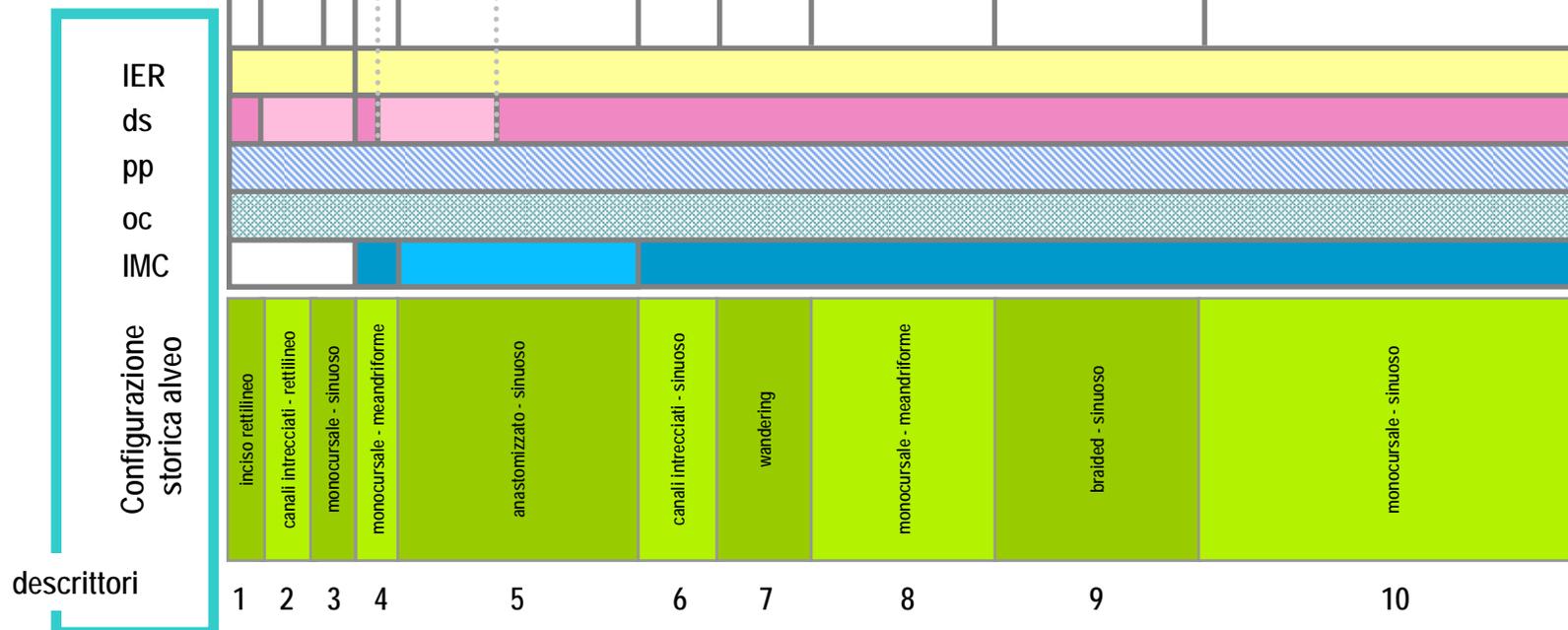
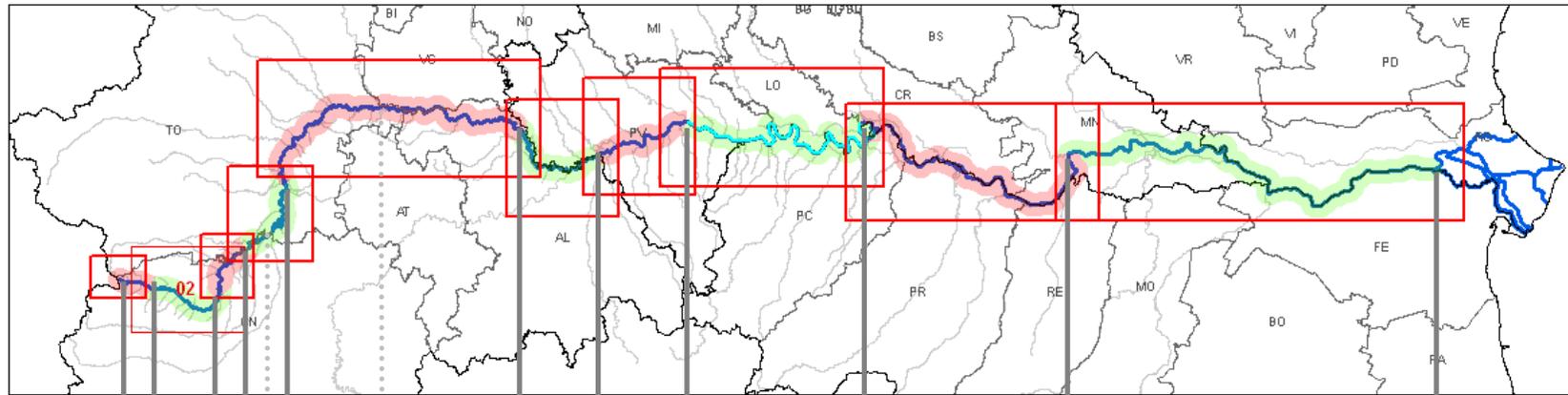
qualità chimico-fisica	[Color scale: Green, Yellow, Orange, Red]											
caratteri idrog. e morfologici	<i>ig₁</i>	[Patterned bars]										
	<i>ig₂</i>	[Color scale: Green, Yellow, Orange, Red]										
	<i>ig₃</i>	[Patterned bars]										
	<i>ig₄</i>	[Patterned bars]										
	S	[Patterned bars]										
B	[Patterned bars]											
A	[Patterned bars]											
uso suolo	[Color scale: Green, Yellow, Orange, Red]											

CORPI IDRICI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		sorgente Laila	Laila rio Torio	rio Torio Pellicce	Pellicce La Loggia	La Loggia Chisola	La Loggia TR0055	TR0055 TR0059	TR0059 prog. km 142	prog. km 142 prog. km 157	prog. km 157 TR0277	TR0277 Sestia	Sestia Tanaro	Tanaro Scrivia	Scrivia Ticino	Ticino Lambrone	Lambrone Diga L. Scrafini	Diga L. Scrafini prog. km 307	prog. km 387 Parma	Parma Oglio	Oglio Minicio



Matrice decisionale sinottica utilizzata per la definizione dei WB del Po tra la sorgente e l'Incile del Po di Goro (prog. km 0-604) (per i descrittori di qualità chimico-fisica, *ig₂* e di uso del suolo i colori utilizzati rispecchiano il livello delle pressioni rilevate) Bolpagni et al., Studio commissionato dall'autorità di bacino del Fiume Po

Quadro di unione delle tipologie di dettaglio



Quadro di unione delle tipologie di dettaglio e descrittori tipologici: **IER**: Idro-ecoregioni; **ds**: distanza dalla sorgente; **pp**: perennità e persistenza; **oc**: origine del corso d'acqua; **IMC**: influenza del bacino a monte; quanto alla **configurazione storica** dell'alveo, essa è stata desunta dall'analisi della cartografia primo impianto IGM 1889. Bolpagni et al., Studio commissionato dall'autorità di bacino del Fiume Po

Il buono stato ecologico si raggiunge

-Riducendo i carichi

- settore agro-zootecnico
- depurazione delle acque

-Recuperando

- le strutture idro-geomorfologiche
- le componenti e i processi ecosistemici
- la capacità tampone delle aree di transizione

Azioni e obiettivi di una data direttiva non possono non considerare obiettivi e vincoli di altre direttive

91/676/CEE	Protezione delle acque dall'inquinamento da nitrati di origine agricola
91/271/CEE	Trattamento delle acque reflue urbane
2000/60/CE	Direttiva quadro sulle acque
2006/118/CE	Protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento
2007/60/CE	Valutazione e gestione dei rischi dalle alluvioni
2008/60/CE	Marine strategy directive
79/409/CEE	Conservazione degli uccelli selvatici
92/43/CE	Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche

Integrazione delle politiche ambientali

Integrated River Basin Management (IRBM)

Integrated Coastal Zone Management (ICZM)

**Integrated Coastal Area and River Basin
Management (ICARM)**

(<http://www.encora.eu>)

$IRBM \cap ICZM \rightarrow ICARM$

Il Po e il reticolo idrografico ad esso collegato sono strettamente connessi con il mare Adriatico attraverso una fascia di transizione marino costiera fortemente modificata, di grande importanza ecologica ed economica.

Humborg C, Ittekkot V, Cociasu A, von Bodungen B, 1998. Effect of Danube River dam on Black Sea biogeochemistry and ecosystem structure. *Nature* 386, 385 – 388

..... Dal 1970 in poi la concentrazione della silice reattiva rilasciata dal Danubio al Mar Nero si è ridotta di circa due terzi. Nel mar Nero si è osservata una diminuzione di circa il 60% della silice a cui è seguita la scomparsa delle diatomee sostituite da coccolitofori e alghe flagellate. A cascata si è avuto uno shift nella rete alimentare planctonica ...

Justic, Rabalais, Turner, 1995. Stoichiometric Nutrient Balance and Origin of Coastal Eutrophication. *Marine Pollution Bulletin*, 30: 41-46

Ringraziamenti

Francesco Tornatore, Fernanda Moroni e Francesco Puma - Autorità di bacino del Fiume Po

Silvano Bencivelli Provincia di Ferrara - Servizio Risorse Idriche e Tutela Ambientale, Unità Operativa Acque Costiere e Economia Ittica e ARPA - Regione Emilia Romagna

ARPA – Regione Emilia Romagna

Enrica Pierobon, Monica Pinardi, Erica Racchetti, Valentina Nigro, Elisa Soana, Alex Laini, Giuseppina Roma, Valentina Beltrami – Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università di Parma