

Un'area critica per problemi diversi:

- 1. Eutrofizzazione (N e P)**
- 2. Salinizzazione (intrusione acque marine)**
- 3. Sovrasfuttamento idrico (deficit di 8-10 mil m³)**
- 4. Interrimento (~ 2 m)**
- 5. Rischio idraulico**
- 6. Ingresso di specie esotiche (*Procambarus spp*)**
- 7. Presenza di alghe tossiche (ad es. microcistina)**
- 8. Perdita di biodiversità**
- 9. ecc.**

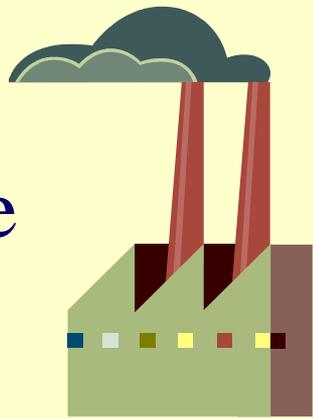


Il problema principale

- Il recapito al lago di acque torbide e ricche di nutrienti:
 - innesco dei fenomeni di *eutrofizzazione*: consumo dell' O₂ disciolto e possibile sviluppo di alghe tossiche
 - scarsa trasparenza che impedisce lo sviluppo delle macrofite (*intorbidamento*)
 - riduzione del volume di invaso (*interrimento*)
- Forte riduzione della biodiversità e scadimento delle potenzialità d' uso del lago



80 aziende



47 ha

15 milioni m³

46000 abitanti



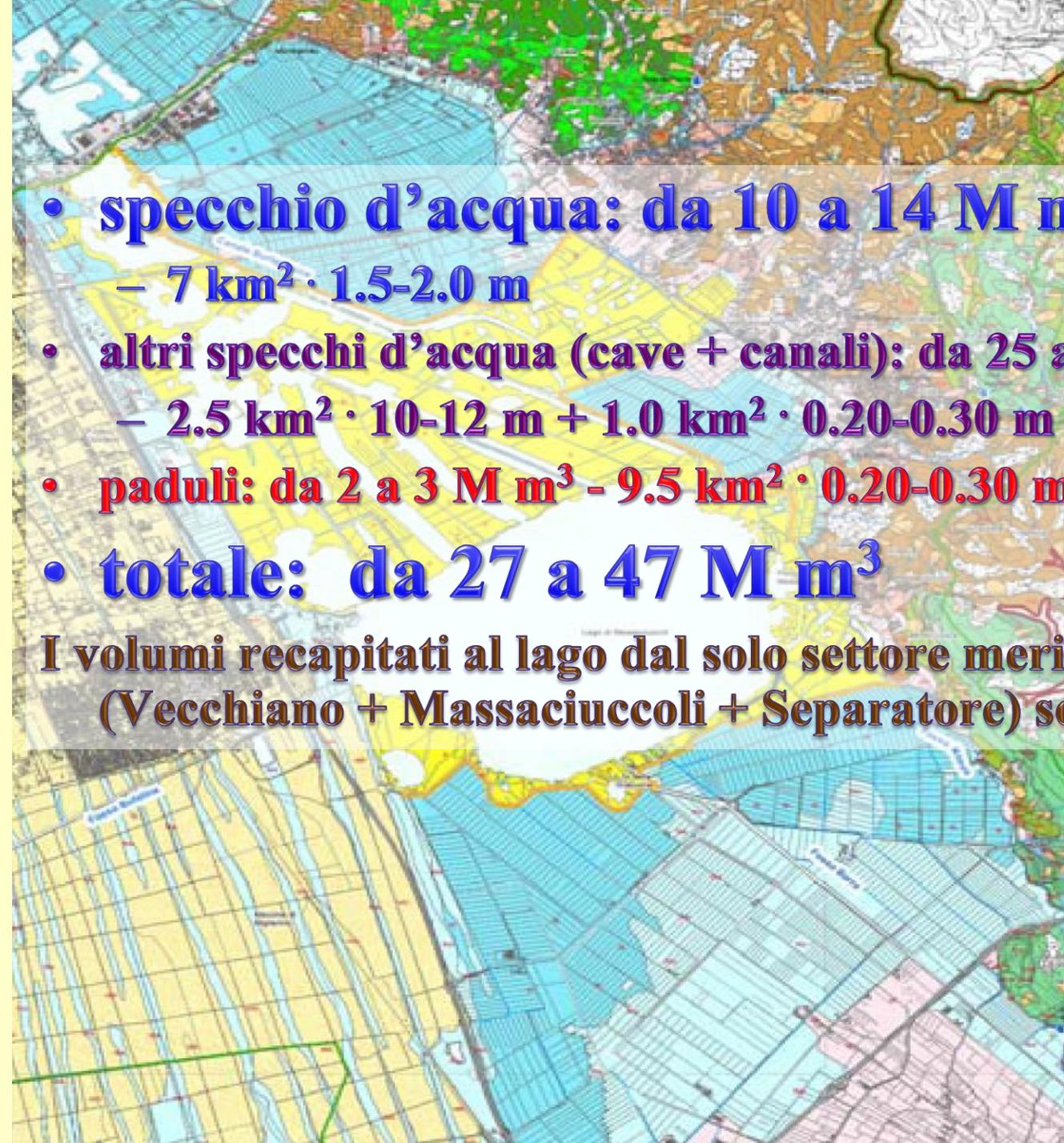
690 ha

12000 ha

120 milioni m³ di pioggia

2 depuratori: 17000 AE



- 
- **specchio d'acqua: da 10 a 14 M m³**
 - 7 km² · 1.5-2.0 m
 - **altri specchi d'acqua (cave + canali): da 25 a 30 M m³**
 - 2.5 km² · 10-12 m + 1.0 km² · 0.20-0.30 m
 - **paduli: da 2 a 3 M m³ - 9.5 km² · 0.20-0.30 m**
 - **totale: da 27 a 47 M m³**

I volumi recapitati al lago dal solo settore meridionale del bacino (Vecchiano + Massaciucoli + Separatore) sono circa 30 M m³

Le limitate capacità di invaso del lago lo rendono dipendente dalle acque di ricambio

La ricerca ha evidenziato di nuovo l'azione
di **3 fattori** che condizionano **il bacino**

1. la bonifica

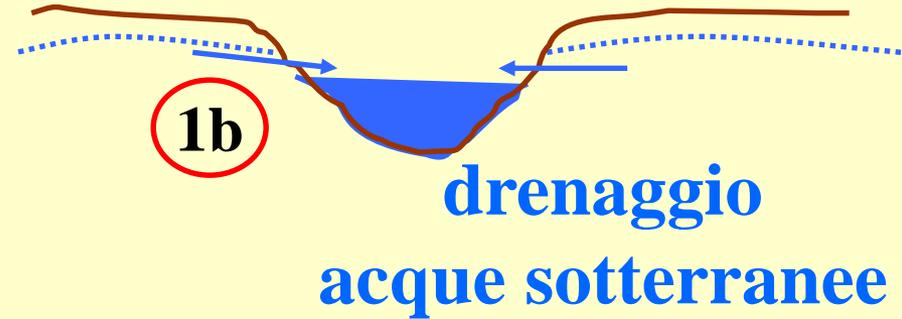
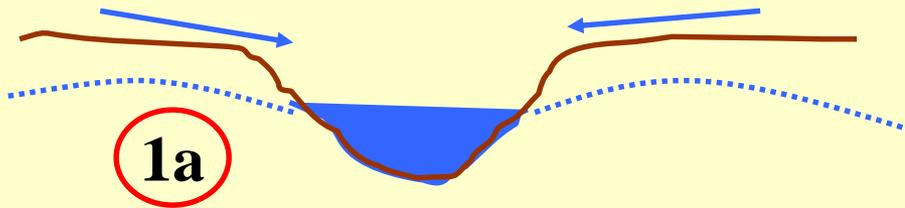


2. il lago

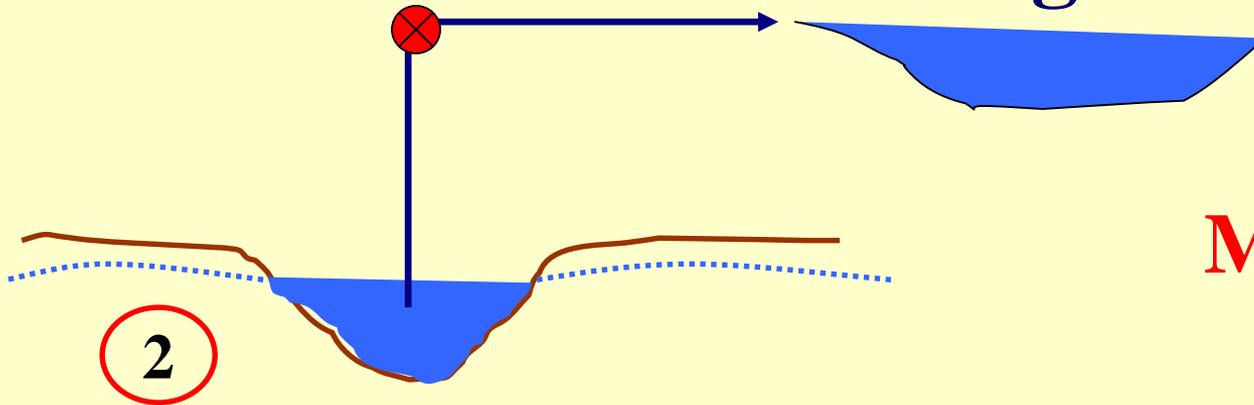
3. la subsidenza

1. La bonifica

deflusso superficiale



lago



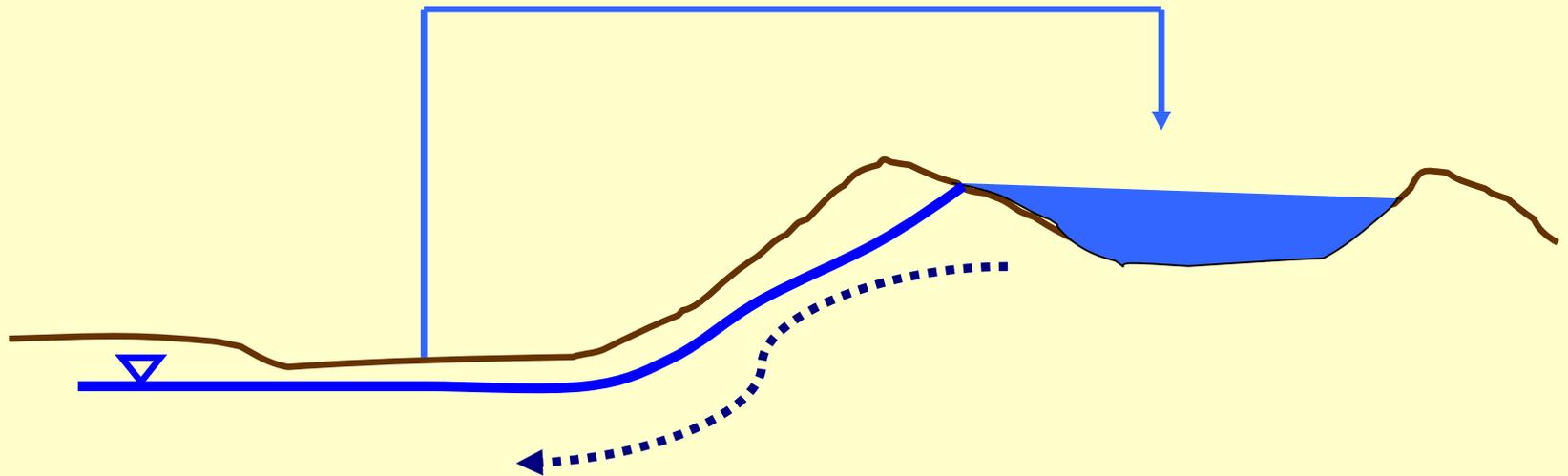
Media annuale:

20% (1a)

80% (1b)

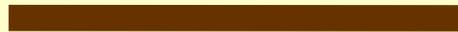
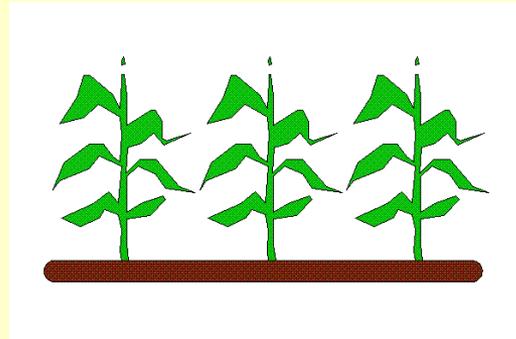
2. Il lago

- filtrazioni dal lago nell' acquifero per 7-8 M m³/anno (solo nella bonifica meridionale)
- *Incremento dei volumi pompate dalle idrovore*
- *Trasporto dei nutrienti solubili*



3. Subsidenza:

- *maggior lavoro delle idrovore*
- *produzione di nutrienti e gas serra*

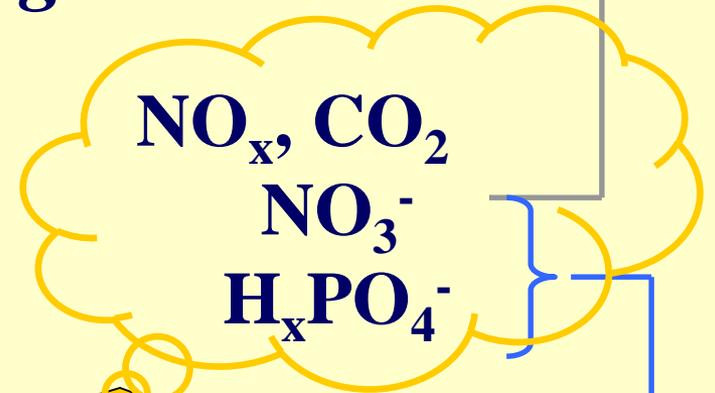


1 cm/anno



mineralizzazione

**circa 20 t/ha anno
di terreno**

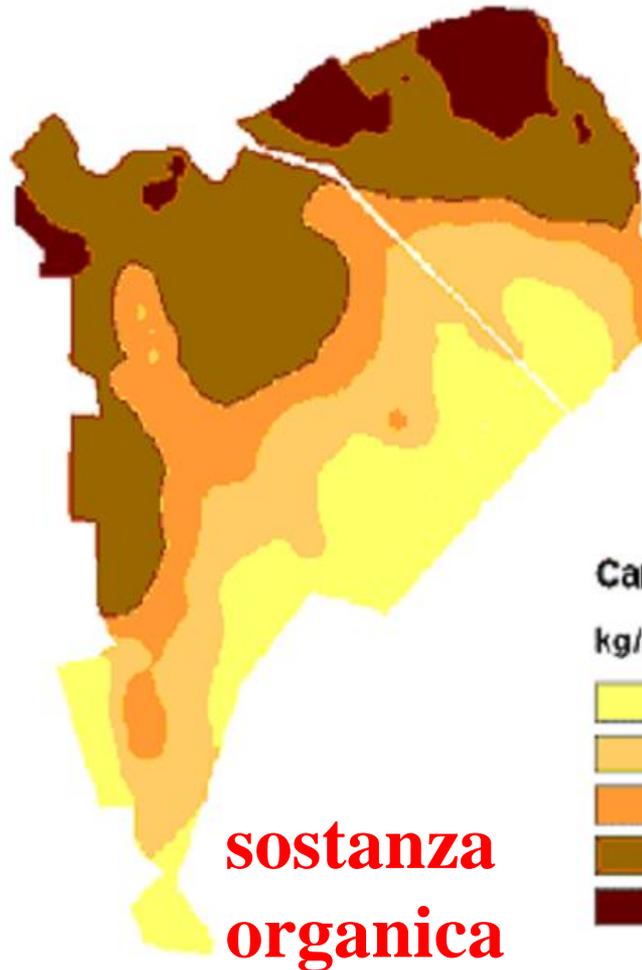


volatili

solubili

**Le dimensioni del fenomeno: da -2 a -3 m in 71 anni
(1935 -2006) da - 3 a - 4 cm/anno (Autorità Bacino Serchio)**

La mineralizzazione della SO



Abbassamenti della superficie topografica

subsidenza

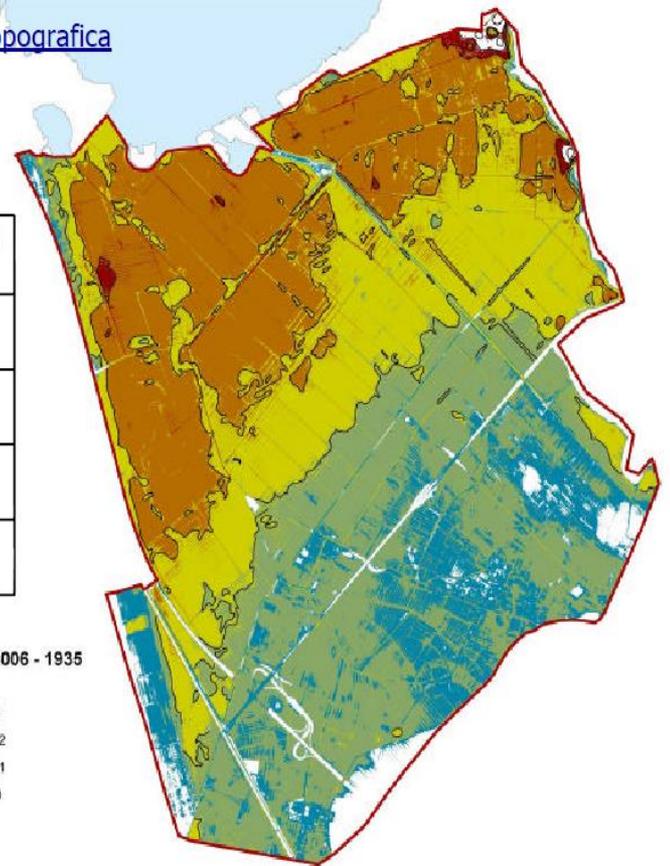
Periodo di riferimento:	1935 – 2006 (71 anni)
Variazione dell'altezza minima (m):	-2.79
Variazione dell'altezza media (m):	-1.01
Velocità media di abbassamento (cm/anno):	3.9
Incremento della superficie depressa (%):	+140 %

Legend

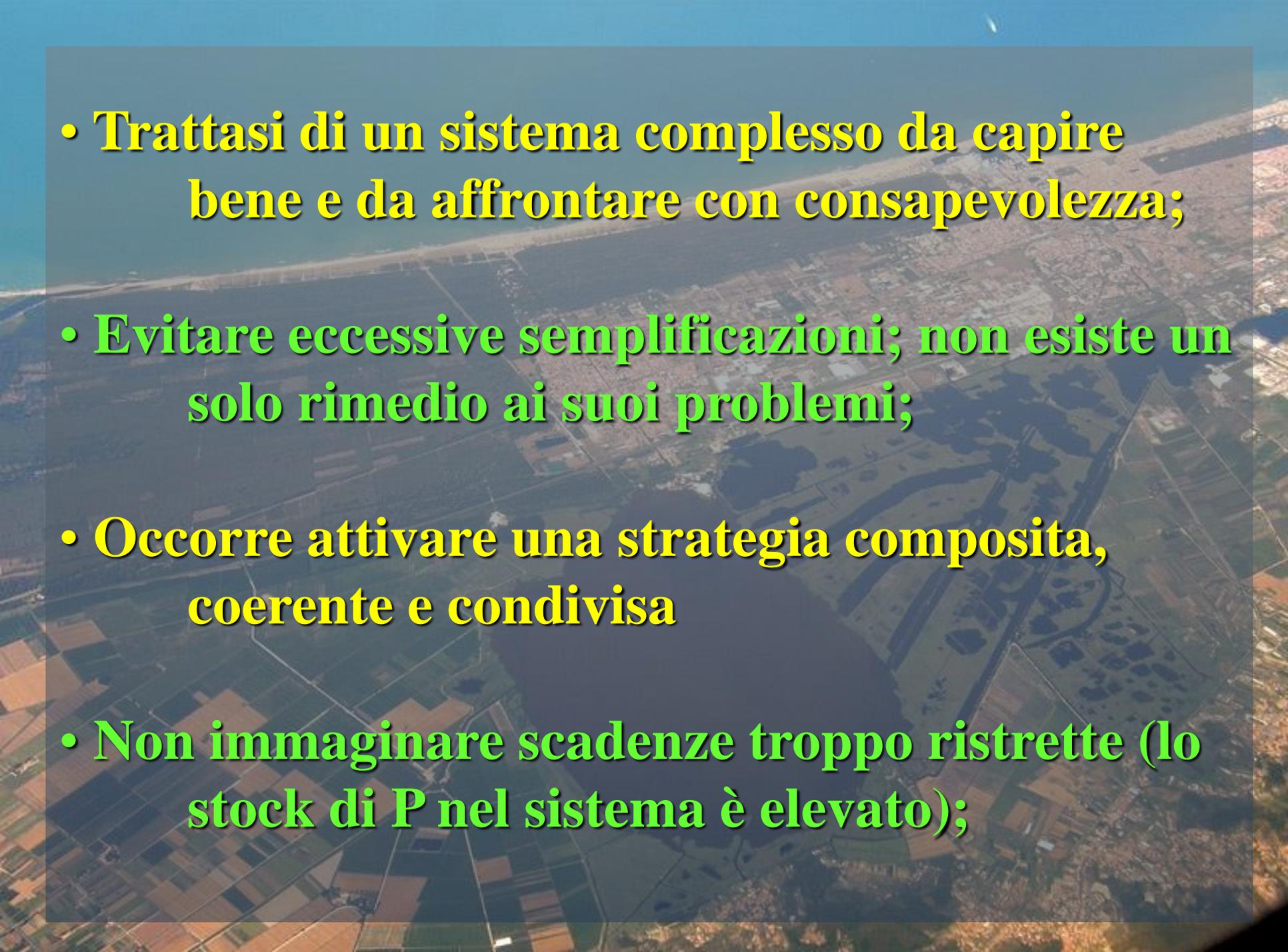
Abbassamento 2006 - 1935

<VALUE>

Dark Red	-3.99999999 - -3
Brown	-2.99999999 - -2
Yellow	-1.99999999 - -1
Light Green	-0.99999999 - 0
Blue	0 - 1

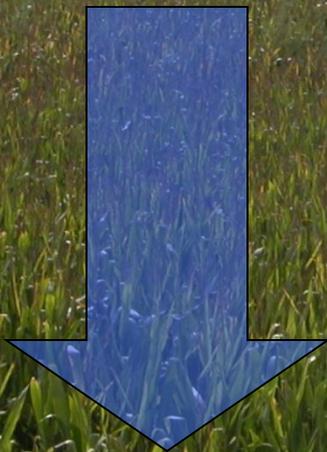


Tratto da: Problematiche da subsidenza indotta nel bacino del lago di Massaciuccoli. Studio elaborato in collaborazione tra l'Autorità di Bacino del Fiume Serchio ed il Consorzio di Bonifica Versilia – Massaciuccoli (Aprile 2009)

- 
- An aerial photograph of a coastal region, showing a large body of water on the left, a sandy beach, and a town with a grid-like street pattern. The image is overlaid with a semi-transparent dark blue rectangle containing text.
- **Trattasi di un sistema complesso da capire bene e da affrontare con consapevolezza;**
 - **Evitare eccessive semplificazioni; non esiste un solo rimedio ai suoi problemi;**
 - **Occorre attivare una strategia composita, coerente e condivisa**
 - **Non immaginare scadenze troppo ristrette (lo stock di P nel sistema è elevato);**

**All' interno di questo contorno ...
l' agricoltura interagisce:**

H₂O



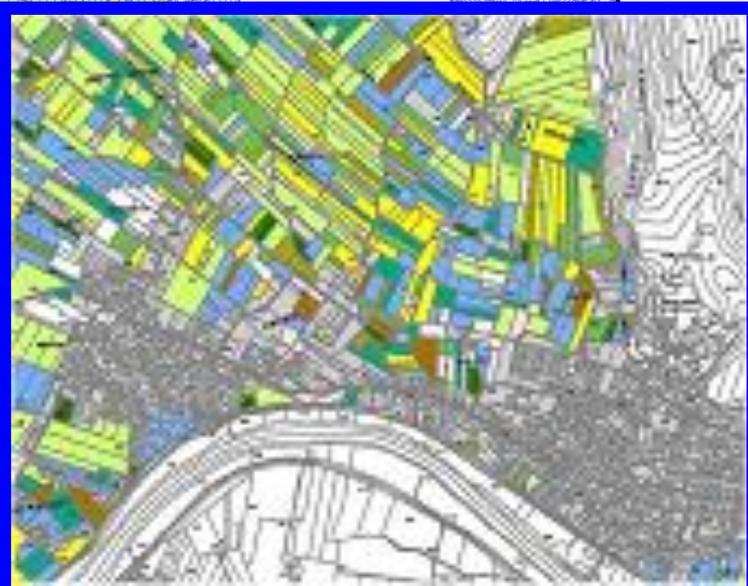
P



è innegabile ma ... occorre contestualizzare

*Una prima ricerca intrapresa su incarico del Parco
Naturale SRMM con fondi regionali:*

- **Valutare le responsabilità dell'agricoltura nella contaminazione da fosforo delle acque del Lago**
- **Stimare, all'interno del bacino del Lago, i prelievi irrigui e quindi i consumi di acqua imputabili al settore agricolo**
- **Sulla base delle risultanze ottenute proporre comportamenti alternativi a quelli adottati che risultino efficaci e percorribili**

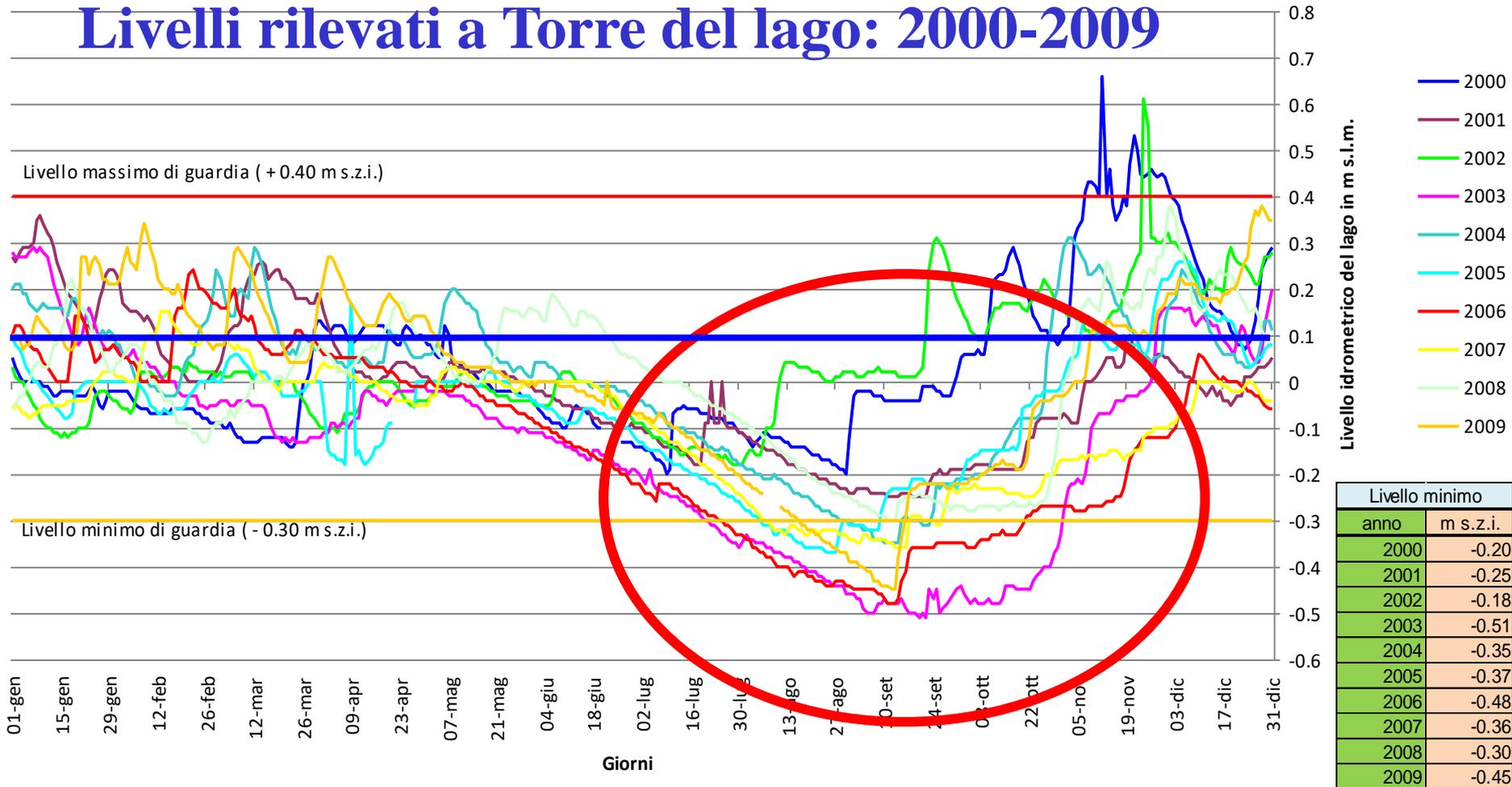


anno 2010

Mais =	39%
Cereali =	25%
Incolti =	10%
Girasole =	6%
Olivo =	5%
Ortive =	5%
Medica =	4%
Prati =	2%
Altre =	4%

1. L'acqua: aspetti quantitativi

Livelli rilevati a Torre del lago: 2000-2009



- esistono problemi di **deficit estivo** piuttosto che di bilancio annuale costantemente negativo;
- in piena estate si toccano livelli critici (- 0.34 m come media annua decennale; min. - 0.51 m);
- 50 anni fa era meno preoccupante: - 0.25 m;

**L' entità delle perdite estive (100 gg)
10-11 milioni di m³**

- circa **60%**: $E_v + E_T$ (~ 6 M m³)
- **25-30%**: filtrazione dal lago (2.5 - 3.0 M m³)
- **10-15%**: irrigazione (1.0 -1.5 M m³) **efficienza ?**

2. Il fosforo: multi-sorgente

- **I.** Effluenti dei depuratori
 - **II.** Rilascio ambientale dei concimi fosforici
 - **III.** Mineralizzazione della sostanza organica
-
- Scarichi civili non collettati (?)
 - Effluenti delle discariche dismesse (?)
 - Contributi dalle attività industriali e commerciali (?)

I - Effluenti dei depuratori

2 depuratori: 17000 AE

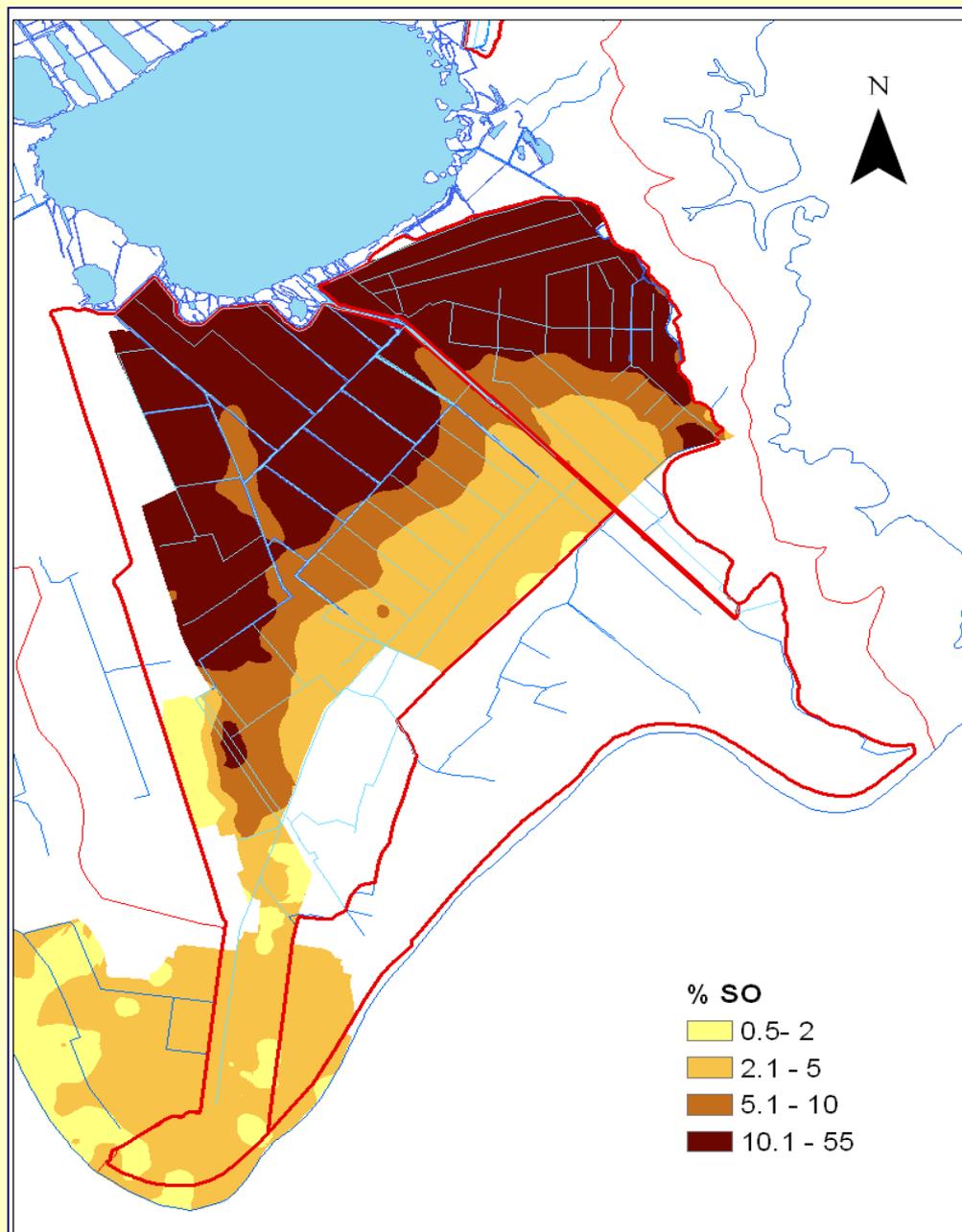
- **2000 kg di P-tot/anno**
- **1100 kg di P-PO₄/anno**
direttamente nella rete scolante



II - Le concimazioni fosforiche

- in media **25 kg/ha di P (53 kg/ha di P₂O₅)**; spesso meno delle asportazioni delle colture;
- perdite di P in relazione alla distribuzione delle precipitazioni
- l'agricoltura potrebbe sottrarre P dal sistema piuttosto che aggiungerlo

III - La mineralizzazione della SO



Stime:

- C/P verificato sulla base di ripetute analisi
- circa **30 kg/ha di P** (circa **78.800 kg/anno**) simili ai valori della concimazione fosforica;
- i terreni rappresentano quindi una sorgente di P (di diversa origine) difficile da separare

stime annue del P recapitato al lago

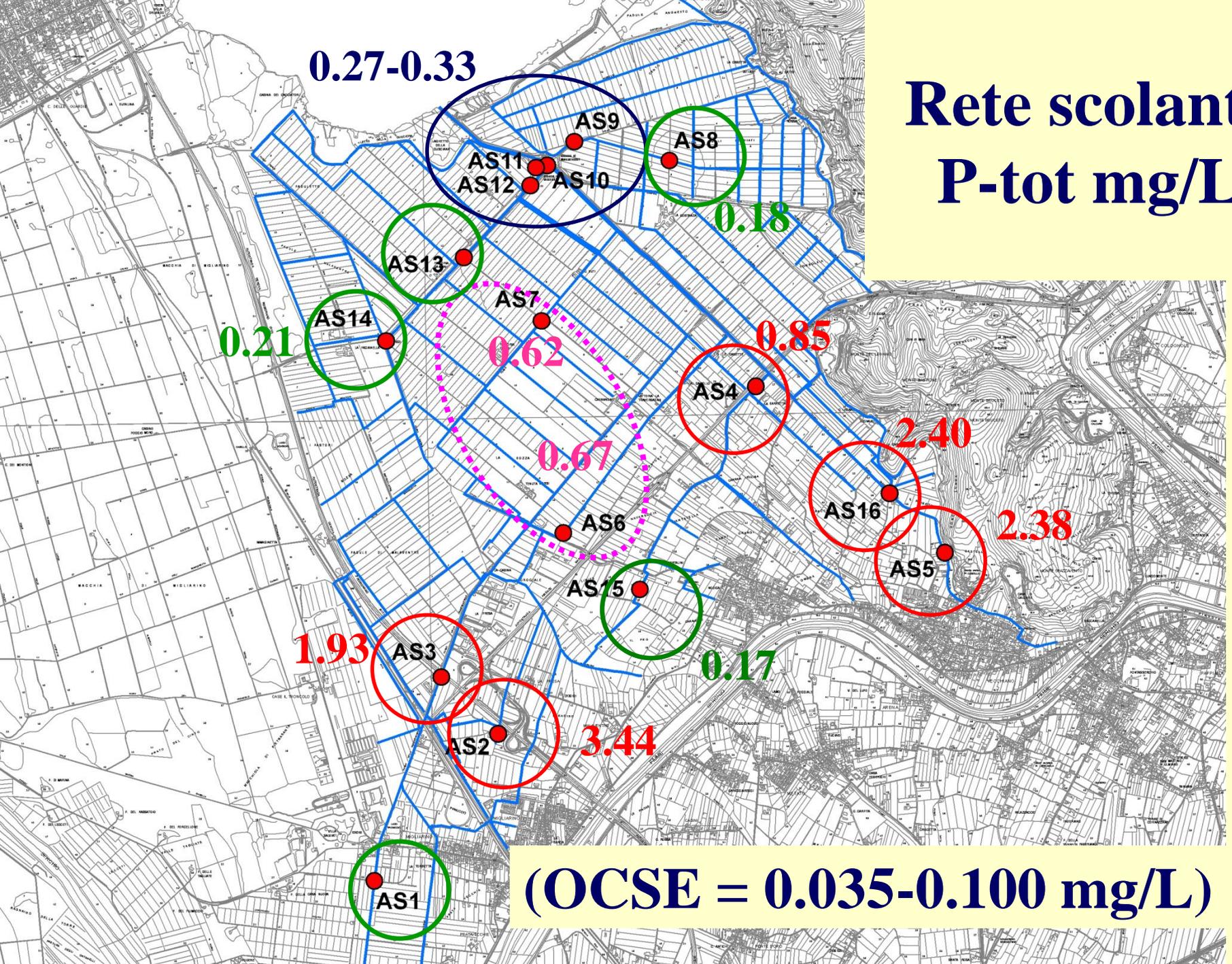
sotto - bacini	SAU	Q_{tot}	$[P]_{med}$	P-tot _{tot}	
	ha	$M m^3$	mg/L	kg	kg/ha
<i>Massaciuccoli</i>	500	4.9	0.30	1026	2.1
<i>Vecchiano</i>	1477	21.6	0.32	5902*	3.3**
<i>Scolo naturale</i>	651	3.7	0.27	1768*	1.2**
totale	2628	30.2	-	8696	2.5**

* include anche il contributo del depuratore

** escluso il contributo del depuratore

P depuratori = 0.8 kg/ha

Rete scolante P-tot mg/L



Legenda

P-PO₄

mg/l

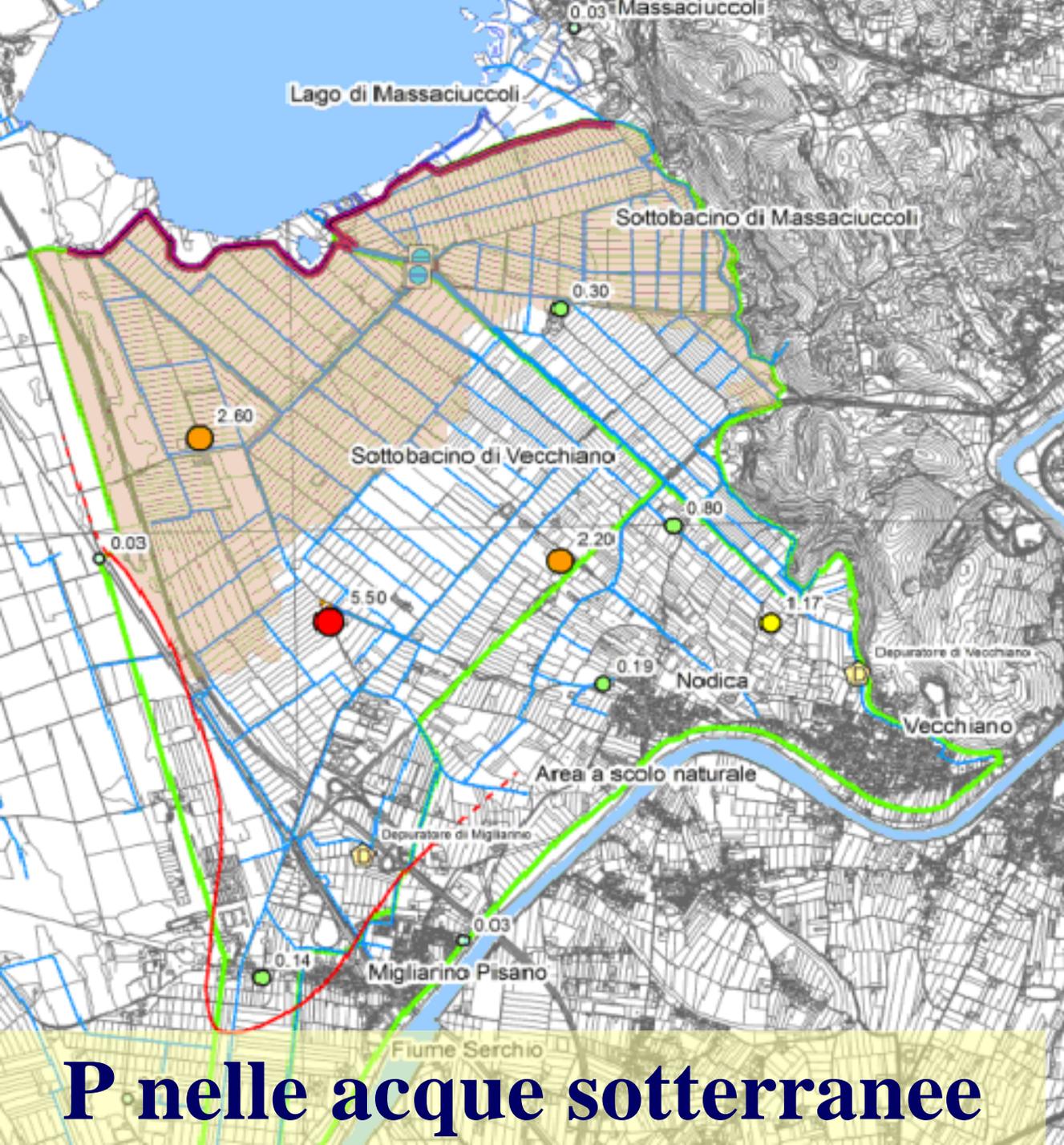
- 0.00 - 0.10
- 0.10 - 1.00
- 1.00 - 2.00
- 2.00 - 4.00
- 4.00 - 5.50

— Isocona 0.1 mg/l

Contenuto materia organica

- maggiore del 10 w %
- Idrovora
- Depuratore
- Discarica Feo
- Reticolo idrografico
- Argine sud del Lago
- Lago di Massaciuccoli
- Sottobacini di bonifica

P nelle acque sotterranee



Nuove acquisizioni:

- Importante filtrazione delle acque del lago verso le bonifiche
- Progressivo abbassamento delle quote (subsidenza biochimica)
- Crescenti incrementi del funzionamento delle idrovore
- Forte produzione di nutrienti (e gas serra)
- Continuo dilavamento dei terreni e consistente trasporto dei soluti ad opera del deflusso di base

Le possibili opzioni non possono prescindere dalle:

- **Criticità strutturali:**
sostanzialmente immodificabili
- a) la subsidenza
- b) le condizioni indotte dalla bonifica
- c) le limitate capacità di invaso del lago
- d) area fortemente antropizzata
- **Criticità gestionali:**
potenzialmente modificabili
- e) la mancanza di adeguate aree *buffer*
- f) le “perdite” di acqua
- g) la presenza dei due depuratori
- h) l’ esercizio dell’ agricoltura

Quanta è l' agricoltura di oggi?

sistema	superficie <i>(ha)</i>	agricola <i>(ha)</i>	incidenza <i>(%)</i>
<i>Bacino Idrografico</i>	11430	5151	45.1
<i>Area meridionale</i>	3045	2628	86.3

Come è l' agricoltura oggi?

- **estensivizzazione** dei sistemi colturali: (SR => SC)
- **irrigazione è diminuita**: dal 50% della SAU negli anni ' 90 al 37% nel 2001, al 30% della SAU oggi
- **riduzione delle concimazioni fosforiche** (-50% in 17 anni)
- **meno mais**, più cereali a paglia e più girasole
- **ricerca, assistenza tecnica => crescita professionale ? mercato?**

Riguardo ai problemi legati al bilancio idrico del lago è emerso:

- le carenze idriche del lago sembrano legate più a problemi di **deficit temporaneo** che a un bilancio annuale costantemente negativo;
- **i livelli minimi misurati nel periodo estivo sono più bassi rispetto a quelli osservati in passato** e suggeriscono di ridurre il più possibile ogni distrazione di acqua dal corpo idrico nel periodo secco dell'anno;
- le perdite osservabili sono **in parte naturali** (evaporazione dal pelo dell'acqua, evapo-traspirazione dei vegetali presenti nell'area palustre), **in parte imputabili alla conformazione e al funzionamento della bonifica** (filtrazione delle acque del lago verso l'acquifero superficiale, conseguente drenaggio operato dai canali di bonifica e successivo sollevamento da parte delle idrovore, parziale deflusso delle acque del lago verso la fossa Nuova e il canale Barra) e **in parte conseguenza di usi antropici** (derivazioni per l'irrigazione);

- l'evaporazione e l'evapotraspirazione costituiscono assieme attorno al 60% del totale delle perdite nel corso della stagione secca (100 giorni), l'entità delle filtrazioni verso l'acquifero superficiale è stimabile attorno a circa il 25%, mentre i volumi destinati all'agricoltura risulterebbero pari al rimanente 15%;

-i consumi di acqua da parte dell'agricoltura quindi, pur non risultando rilevanti in termini assoluti, possono risultare significativi in corrispondenza dei periodi di deficit idrico estivo, e divengono importanti anche per la difficoltà di agire sulle altre uscite (evapotraspirazione e filtraggio dal lago).

Possibili rimedi immediati al consumo di acqua:

- **Diversa gestione delle derivazioni sulla Barra a scopo irriguo (tempi e modi)**
- **Diversi metodi di adduzione alle aziende (intubare l' acqua)**
- **Metodi irrigui più efficienti (aspersione e/o goccia)**
- **Solo dopo si possono cercare colture meno idroesigenti (ad. es. girasole)**

Programmi da perseguire per l'acqua:

intervento	pro	contro	utilità ¹	risorse
intubazione dell'acqua conferita alle aziende e metodi di irrigazione per aspersione	risparmio idrico di circa 0.7-0.8 Mm³	riorganizzazione del consorzio di bonifica e dei metodi irrigui utilizzati dagli agricoltori	8.5	al consorzio per il progetto intero; agli agricoltori per l'acquisto di attrezzature per l'irrigazione
adozione di metodi irrigui più efficienti (goccia)	risparmio idrico di ulteriori 0.2 Mm³	cambiamenti di comportamenti tecnici tradizionali degli agricoltori	6.5	agli agricoltori per l'acquisto dei dispositivi e l'assistenza tecnica
gestione più efficiente delle derivazioni sul canale Barra	interventi limitati e poco invasivi	minori risparmi idrici e maggiori controlli da parte del consorzio	7.0	al consorzio per effettuare gli adeguamenti necessari
adozione di colture meno idroesigenti	Possibile riduzione nell'impiego di agrochimici	risparmi idrici trascurabili se non accompagnate dal primo intervento	3.0	agli agricoltori per i minori redditi ritraibili
adozione di sole colture asciutte	risparmio idrico di circa 1.0 Mm³	minore reddito per gli agricoltori e necessità di riorganizzazione delle aziende	8.0	agli agricoltori per i minori redditi ritraibili e per la riorganizzazione
restituzione delle sorgenti di Villa Spinola e del Paduletto	apporto idrico estivo pari a circa 0.8-0.9 Mm³; acque di ottima qualità anche nel resto dell'anno	reperimento di nuove fonti di acqua potabile per gli abitati serviti da tali sorgenti (Viareggio)	9.0	alle ATO di competenza per gli adeguamenti necessari

In relazione alle modalità dell' inquinamento da fosforo, si rileva:

- la migrazione del fosforo trae origine sia da **attività umane (agricoltura, scarichi civili, bonifica meccanica, ecc.), sia da **fenomeni naturali** (mineralizzazione della sostanza organica, trasporto operato dalle acque superficiali e dalle acque sotterranee, ecc.);**

-In linea di massima, sull' arrivo di nutriente al lago, è da ritenere prevalente il contributo derivante dalla mineralizzazione della sostanza organica; le ragioni che avvalorano tale ipotesi sono da ricercare nella maggiore consistenza dei quantitativi di P potenzialmente prodotti e nella preferenza per lo spostamento attraverso il vettore delle acque sotterranee (che costituiscono la gran parte dei volumi pompati nel lago dalle idrovore);

-le perdite legate alle concimazioni hanno carattere di maggiore accidentalità ed eterogeneità e risultano fortemente legate alle dosi, alle modalità di distribuzione dei fertilizzanti e alla possibile interazione con eventi piovosi nei giorni seguenti alla distribuzione;

- gli apporti di fosforo dai depuratori, sebbene non trascurabili in termini quantitativi, costituiscono un contributo minore rispetto ai precedenti, ma in grado di determinare localmente i valori di concentrazione in nutriente più elevati dell'intero comprensorio.

-una stima partitiva della quantità di nutriente complessivamente recapitata al lago dai sottobacini meridionali (pari a 8.7 t/anno di TP) evidenzia: circa il 45% del totale é conseguenza della mineralizzazione della sostanza organica, il 35% è da attribuire all'impiego dei fertilizzanti e il 20% da ascrivere al funzionamento dei depuratori.

Possibili rimedi “prioritari” al rilascio del P (aziendali)

- Aree torbose: ridurre la mineralizzazione della SO (lavorazioni *soft*, accorciare i tempi lavorazione-semina, colture poliennali, ecc.)
- Aree minerali: ridurre il distacco delle particelle terrose (erosione): *cover crops*, *semina su sodo*, *mulching*, *strip-crops*, ecc.)
- Concimazioni: piano di concimazione ragionato (soprattutto nelle aree con falda più superficiale)



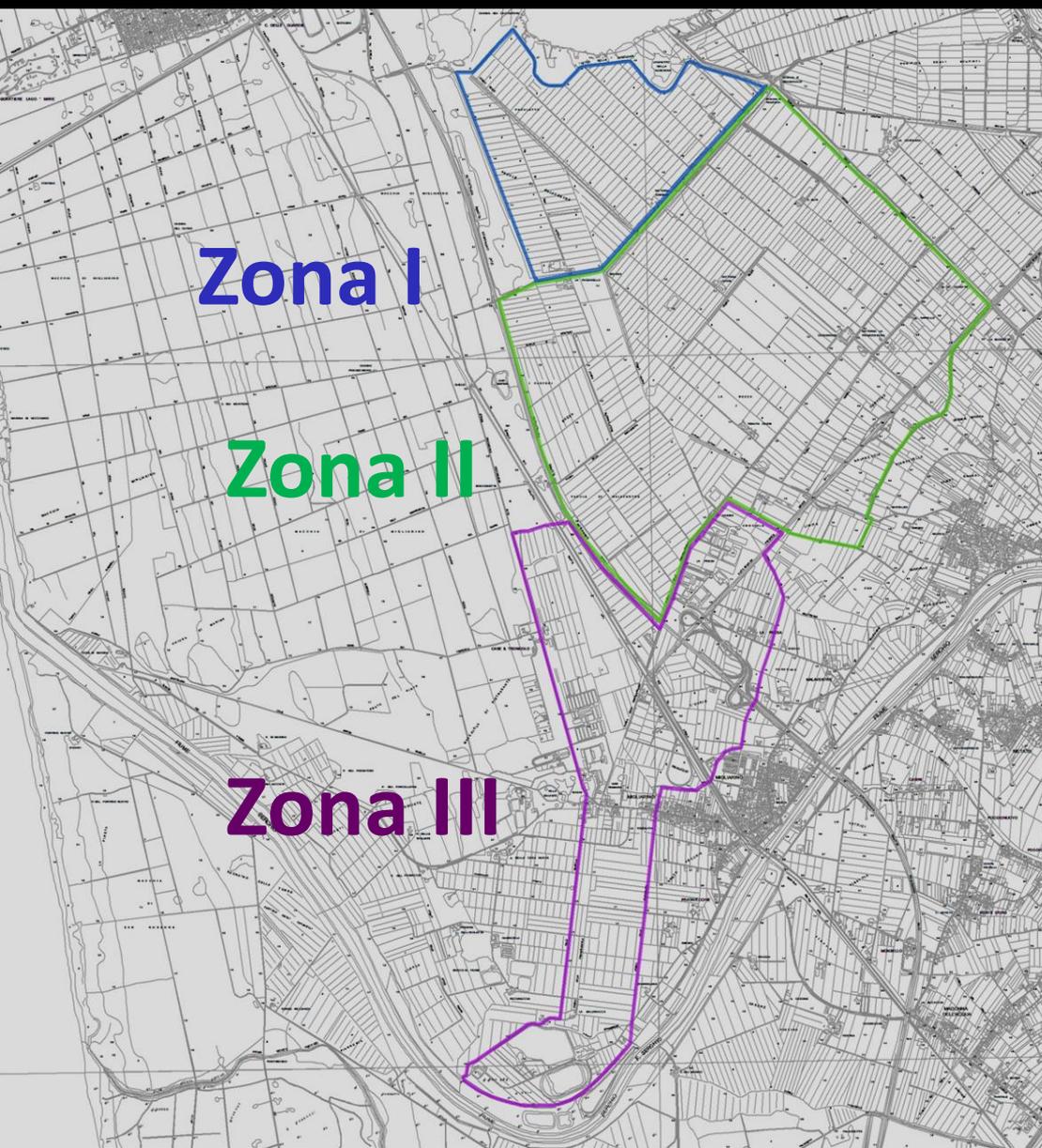
Possibili rimedi al rilascio del P (comprensoriali)

- Fasce tampone diverse (miste) alle scoline e ai canali
- Lagunaggio: alla testata dei canali, in aree specifiche (sedimento => macrofite)
- Wetland e fitodepurazione (senza asportazione della biomassa)
- Vegetation filters (con asportazione della biomassa => utilizzo energetico)

Programmi da perseguire per il fosforo:

intervento	pro	contro	utilità ¹	risorse
collettamento degli effluenti dei depuratori	riduzione del fosforo totale (TP) pari a circa 1.5 t/anno	perdita di un piccolo contributo idrico al lago	8.0	agli Enti per la realizzazione delle opere di adeguamento
riduzione delle concimazioni ≤ 50 kg/ha di P ₂ O ₅	riduzione del TP pari a circa 1.0 t/anno ²	verifica dell' effettiva concentrazione in ortofosfato delle acque sotterranee	7.0	ai centri di ricerca per la sperimentazione; all' assistenza tecnica
lavorazione minima / semina su sodo	riduzione del TP pari a circa 1.0 t/anno ² e dei sedimenti	possibili riduzioni di resa	7.0	agli agricoltori per minori rese, adeguamento parco macchine e assistenza tecnica
lavorazione ritardata / colture poliennali / <i>cover crops</i>	riduzione del TP pari fino a 1.0 t/anno ² e dei sedimenti	riorganizzazione aziendale	7.0	agli agricoltori per le modifiche ai calendari e agli avvicendamenti
zone buffer a cornice dei canali	riduzione del TP pari a circa 0.5 t/anno ² e dei sedimenti; funzione ecologica	possibili aggravii per manutenzione dei canali di bonifica	6.0	al consorzio per l' impianto delle zone buffer e per i maggiori costi di gestione
lagunaggi in testata ai canali	riduzione del TP pari a circa 1.0 t/anno ² e del sedimento	riorganizzazione della rete scolante e più manutenzione	7.0	al consorzio di bonifica per i maggiori costi di gestione
<i>constructed wetlands</i> (CW)	riduzione del TP (parziale) e del sedimento ³ ; buona funzione ecologica	reperimento delle aree e riordino della rete scolante	6.5	alle aziende che accolgono le CW; al consorzio per gli adeguamenti
<i>vegetation filters</i> (VF)	riduzione del TP (buona) e del sedimento ³ ; buona funzione ecologica	reperimento delle aree e riordino della rete scolante	7.5	alle aziende che accolgono i VF; al consorzio per gli adeguamenti
riallagamento di alcune aree	abbattimento del TP e dei sedimenti ⁴ ; più facile gestione della bonifica; riduzione della subsidenza	Reperimento aree , riordino della rete, possibili effetti transitori; accettazione sociale	9.0	alle aziende che accolgono il riallagamento; al consorzio per adeguamenti

Zonizzazione dell' area agricola:



- **Zona più vicina al lago (I)**
elevato contenuto in SO, spessi strati di torba, ridotto franco di coltivazione, elevata densità di drenaggio, filtrazione delle acque del lago
- **Zona intermedia (II)**
valori di SO medio-alti, > contenuto in argilla, terreni irrigui, con elevata densità di drenaggio, sede dell' agricoltura più intensiva
- **Zona lontana dal lago (III)**
basso contenuto in SO, terreni più sciolti, minore densità di drenaggio, canali di dimensioni ridotte, minore incidenza della SAU

Risultati da perseguire:

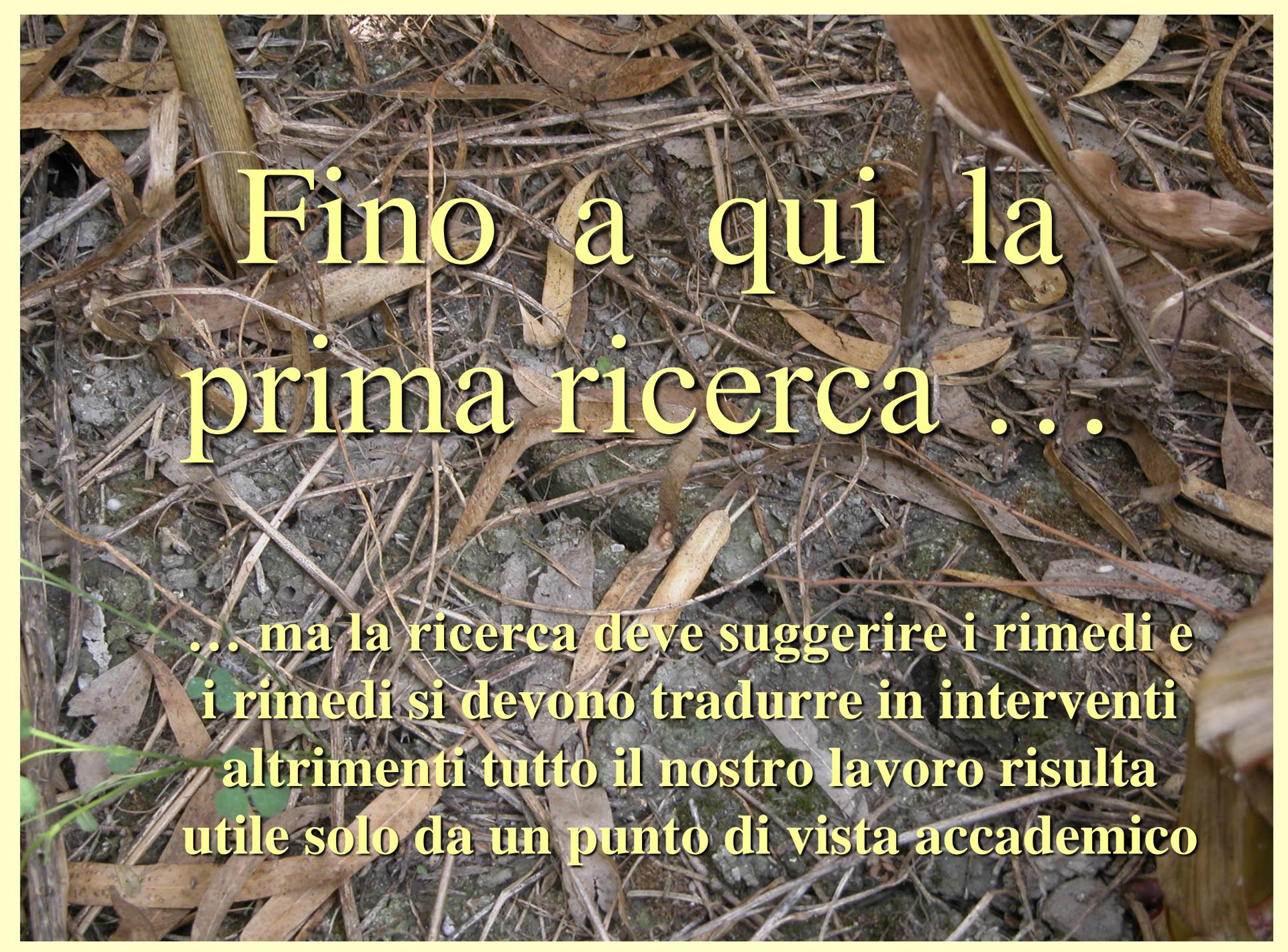
- **Zona I:**
 - riduzione del tasso di mineralizzazione della sostanza organica, depurazione delle acque caratterizzate da elevate concentrazioni di N e P
- **Zona II:**
 - favorire la deposizione di sedimenti e nutrienti trasportati dalle acque, ridurre/intercettare gli apporti di nutrienti dai terreni agricoli
- **Zona III:**
 - limitare i fenomeni erosivi, riducendo l'entità dei sedimenti apportati

Possibili interventi

- **Sorgenti**
(*preventivi*)
- collettamento scarichi depuratori
- mineralizzazione (lavorazioni *soft*, accorciare i tempi lavorazione-semina, colture poliennali, ecc.)
- erosione: cover crops, semina su sodo, ecc.)
- ulteriore riduzione delle concimazioni (ove possibile)
- **Trasporto**
(*pre-curativi*)
- introduzioni di *buffer-strips* lungo la rete scolante
- gestione «*dolce*» del sistema dei canali di bonifica
- **costituzione di piccole aree di fitodepurazione a livello aziendale o comprensoriale**
- **Concentrazioni**
(*curativi*)
- Grande derivazione dal fiume Serchio
- Impiego massiccio di defluccolanti

L' *opzione* riallagamento ?

- Nasce dalla difficoltà crescente di mantenere un adeguato franco di coltivazione (che determina anche una continua contrazione dei redditi)
- Reidratazione delle torbe con rilevante contenimento della subsidenza (fisica e biochimica)
- Rischio/possibilità di un temporaneo incremento delle perdite di P (precedentemente mineralizzato)
- Grande attenzione: studio di fattibilità ad hoc



Fino a qui la
prima ricerca ...

... ma la ricerca deve suggerire i rimedi e
i rimedi si devono tradurre in interventi
altrimenti tutto il nostro lavoro risulta
utile solo da un punto di vista accademico

Nel breve periodo:

- Promuovere fin da subito la revisione dell'impiego delle risorse disponibili (PAC e non solo) per adeguare i sistemi colturali e le tecniche di coltivazione (e di irrigazione) in atto per raggiungere al più presto obiettivi chiari e definiti di una concreta riduzione dei rischi ambientali (una sorta di accordo di programma con gli agricoltori del comprensorio);

Nel medio periodo:

- Elaborare uno specifico e condiviso piano di gestione integrata del territorio (produzioni locali di qualità; agriturismo, turismo naturalistico; fitodepurazione estensiva, riallagamenti, contratti del C di B, ecc) anche con l'attivazione di nuove filiere sostenibili (canapa, bioenergie, ecc);

In parallelo:

- Organizzare forme innovative di sperimentazione applicata, di trasferimento dell'innovazione (di processo e di prodotto) e di servizi di assistenza tecnica alle aziende;



**La fitodepurazione nel bacino
del lago di Massaciuccoli**

**Produzione di
biomassa**

**Fitodepurazione e/o
fitorimedia**



Rifugio per la fauna

Assorbimento CO₂

Conservazione
biodiversità

Miglioramento
paesaggio

**Funzione
ambientale**

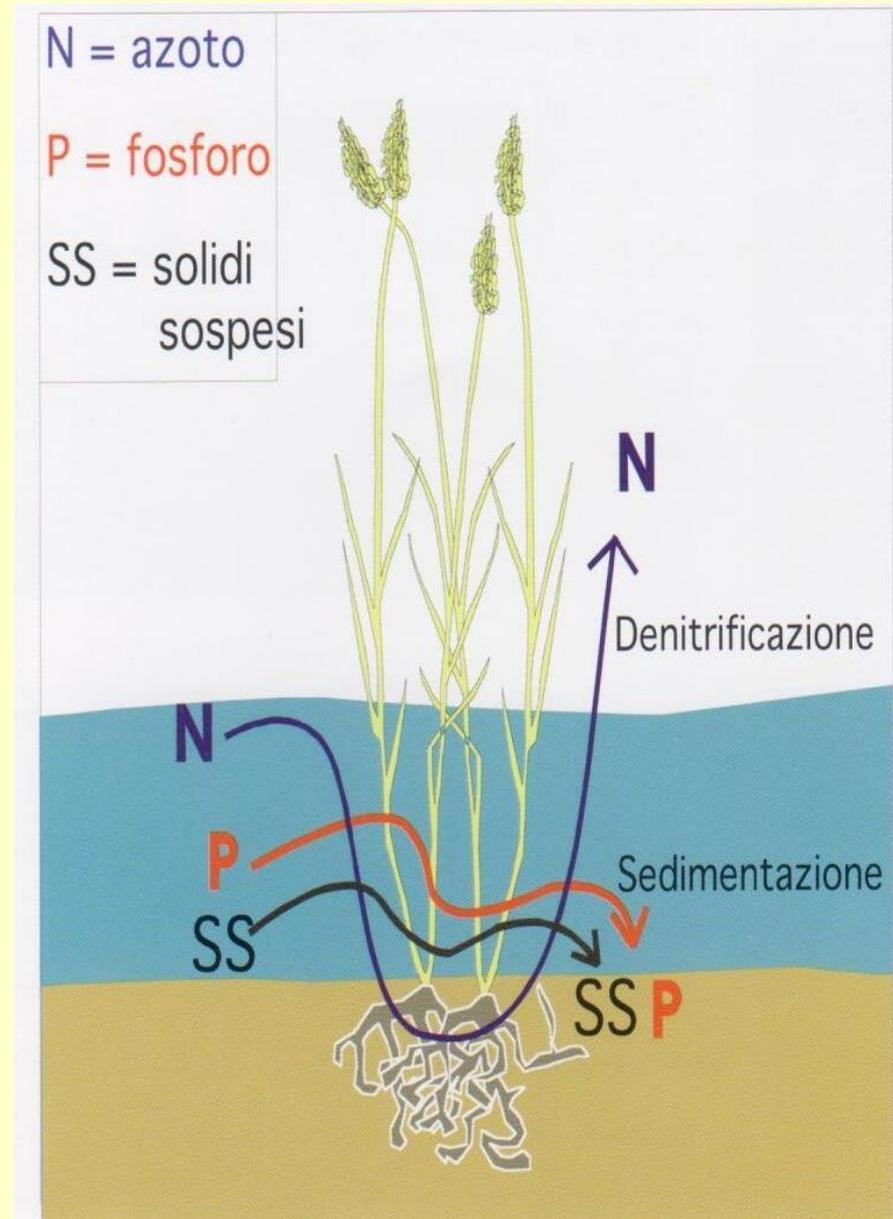
**Barriere verdi, aree
anti-erosione,
buffer di protezione
delle acque,
frangivento, fono
assorbenti, ecc)**

**Le colture dedicate
usate come servizi
ecosistemici:**



Cosa è la fitodepurazione?

- Depurazione di acque inquinate sfruttando il sistema suolo-vegetazione
- Rimozione di: N, P, TSS, ma anche C_{org} disciolto, metalli pesanti, patogeni, ecc.
- Attraverso processi:
 - fisici
 - chimici
 - biologici



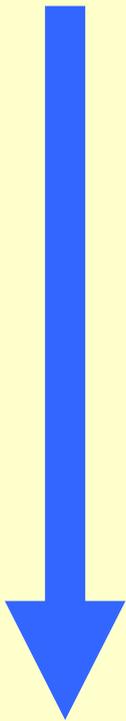






Soluzioni a diversa intensità

+ naturale e diffuso

- 
- 
- **1. fitodepurazione estensiva**
 - impiego irriguo, drenaggio controllato (*vegetation filters*)
 - **2. fitodepurazione diffusa**
 - aree umide (*constructed wetland*), fasce tampone (*buffer strips*)
 - **3. fitodepurazione localizzata**
 - letti vegetati (*reed beds*) a flusso sotto-superficiale attraverso un mezzo poroso

+ artificiale e concentrato

Il lago come sta?

(OCSE = 35-100 $\mu\text{g/L}$ di P-tot)

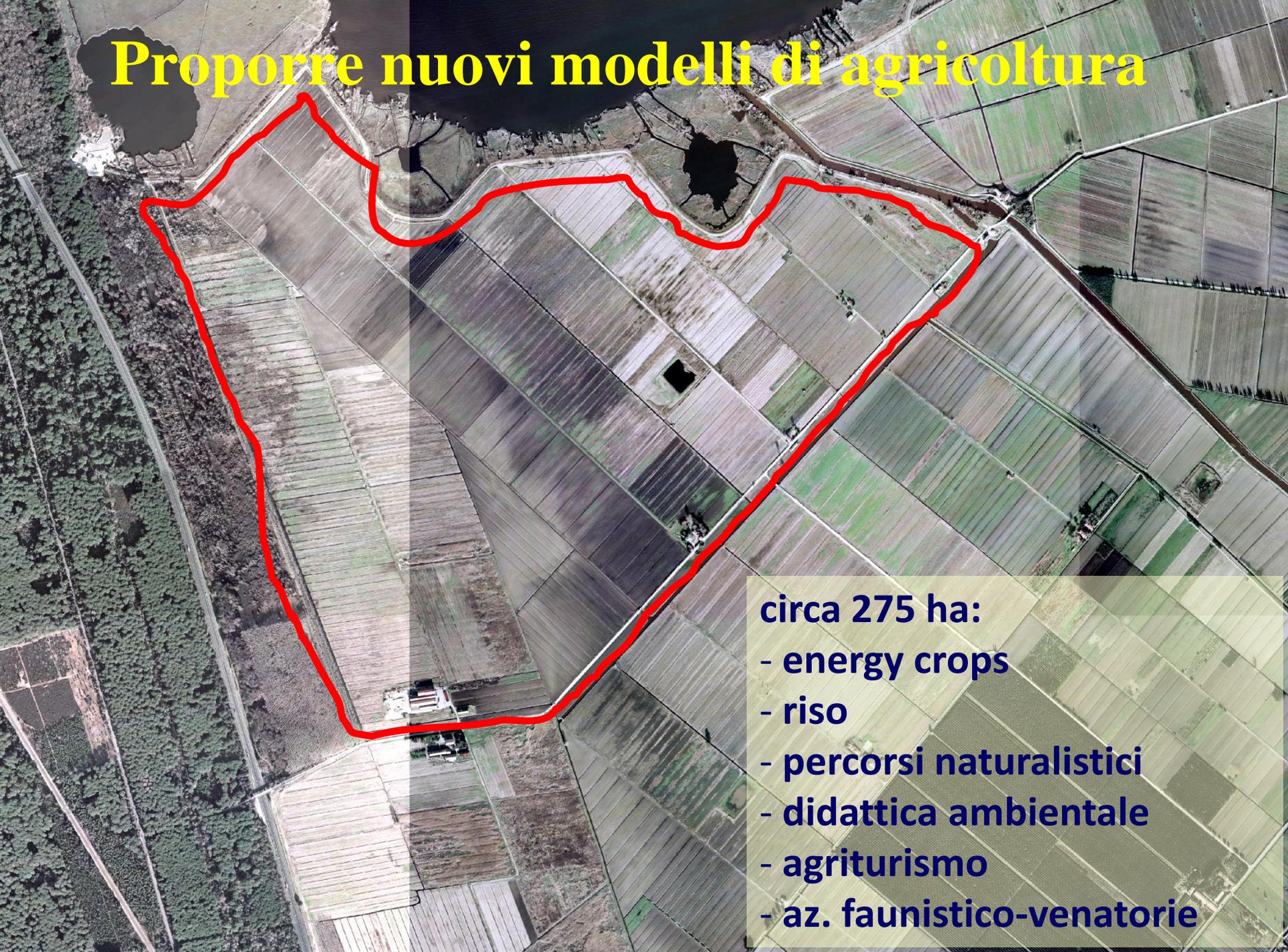
prelievo	2008-09		1995-96*	
	P-PO ₄	P-tot	P-PO ₄	P-tot
centro lago	< 1	37	10	37
fossa Nuova	< 1	41	15	152
Barra (foce)	40	230	48	194
Barra (ponte)	38	330	213	286
depuratore Vecchiano	758	1637	397	837
idrovara Massaciuc.	110	300	181	274
idrovara Vecchiano	120	320	370	837

- Valutazione delle concentrazioni dei nutrienti nel Lago di Massaciuccoli. Cini C. *et al.*, 1997

Fitodepurazione nel Massaciuccoli

- ammettendo di trattare tutte le acque che arrivano al lago, nell' area di studio si dovrebbero trattare circa **20 mil di m³ all' anno**
- corrispondenti ad una superficie occupata pari a **100-200 ha**, a sua volta pari al **5 - 10%** della SAU dei sub-bacini considerati

Proporre nuovi modelli di agricoltura

An aerial photograph of a rural landscape featuring a grid of agricultural fields. A prominent red outline traces a large, irregularly shaped area in the center-left of the image, encompassing several fields. The fields are in various stages of cultivation, with some appearing brown (plowed) and others green (growing crops). A road or path runs vertically along the left side of the red-outlined area. The overall scene is a typical agricultural landscape.

circa 275 ha:

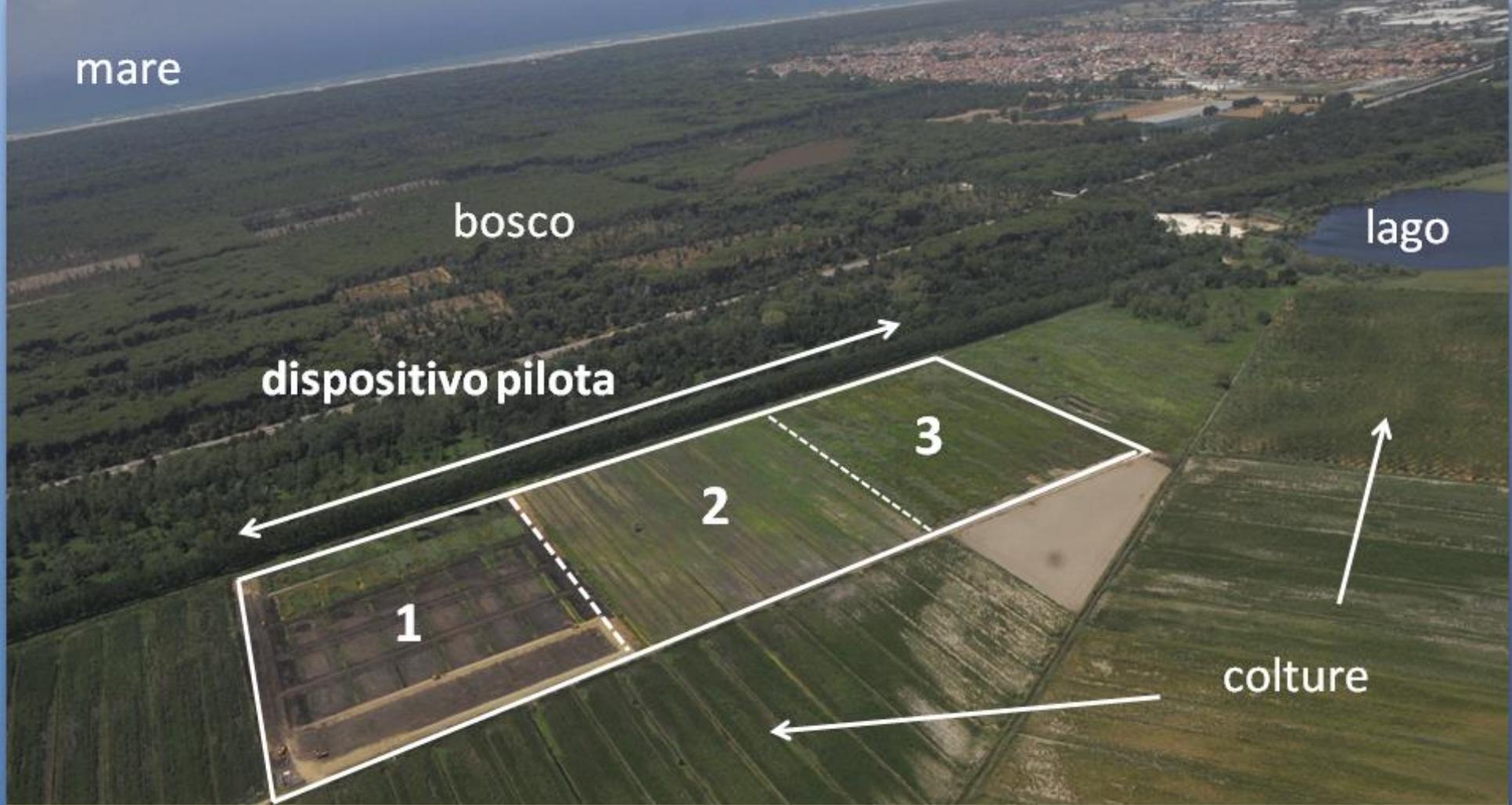
- energy crops
- riso
- percorsi naturalistici
- didattica ambientale
- agriturismo
- az. faunistico-venatorie

Le soluzioni per essere possibili devono essere contestualizzate

- **1. aree “coltivate”** (vegetation filters)
 - allevamento di piante ad interesse economico
- **2. aree umide “naturali”** (natural wetland)
 - si minimizza l’ entità dell’ intervento umano
- **3. aree umide “costruite”** (constructed wetland)
 - si prevedono interventi antropici mirati ad accrescere l’ efficienza depurativa del dispositivo

*Alternative che costituiscono la «nostra» sperimentazione
I letti vegetati non possono essere presi in considerazione in quanto
dispositivi troppo artificiali di fitopedurazione*

- costi di realizzazione e di funzionamento diversi
- Suggestiscono prospettive di sviluppo diverse: si può conservare la vocazione agricola del territorio?
- necessità di una sperimentazione «adeguata»
 - sia per le dimensioni: reali, circa 15 ha
 - sia per i tempi: almeno un biennio di monitoraggio
- possono concorrere ad una soluzione «mista»



**San Niccolò: un primo dispositivo pilota
sviluppato su una superficie di 15 ha**



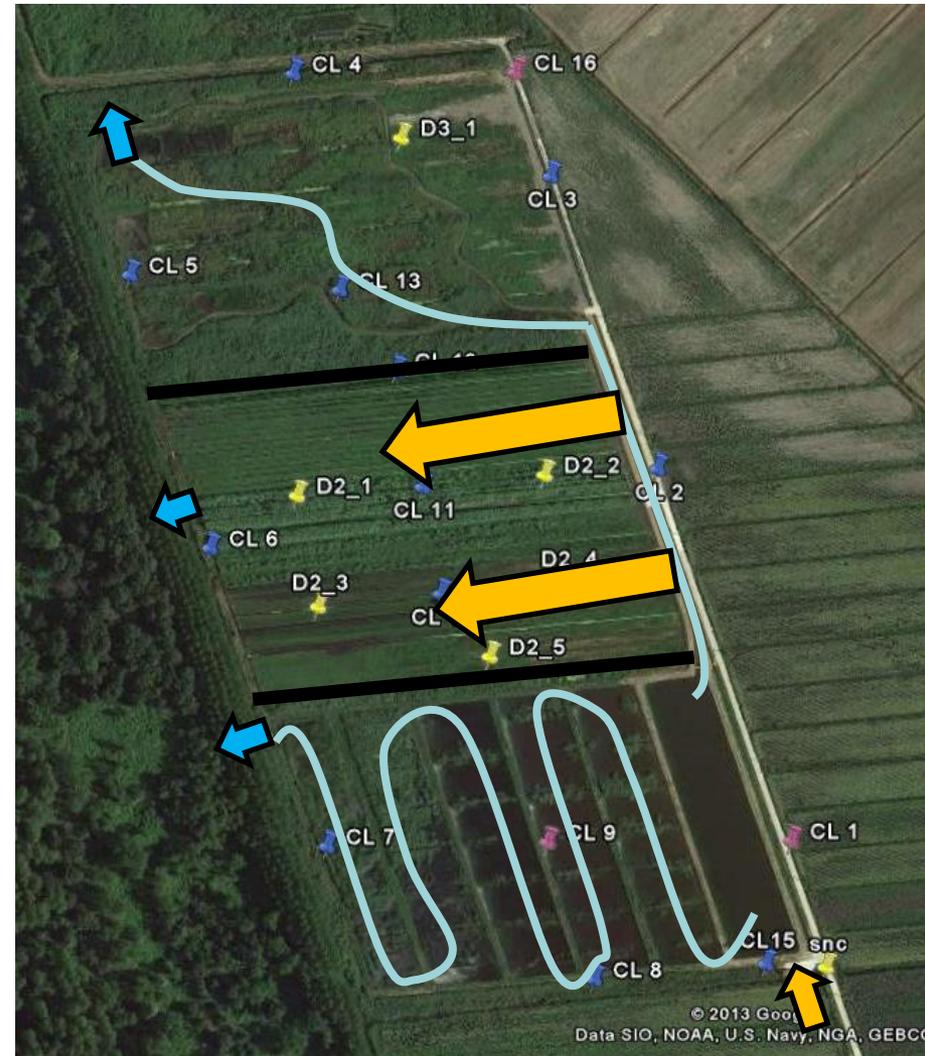
Sistema sperimentale di trattamento delle acque di un bacino peri-urbano/rurale.

15 ha suddivisi in tre tesi:

- constructed wetland
- no-food cropping system (**vegetation filter**);
- natural rewetting.

Obiettivo:

- ridurre le concentrazioni di nutrienti (e altri potenziali inquinanti);
- valutare in pieno campo le capacità fitodepuranti di diverse specie vegetali;
- identificare nuovi sistemi produttivi;
- arrestare la subsidenza e ridurre le emissioni di CO₂ innalzando il livello della zona satura.



1



- approccio ingegneristico
- vegetazione spontanea (elofite)
- elevati costi di costruzione
- ottimizzazione lunghezza/larghezza
- capacità di fitodepurare grandi volumi di acqua

2



- approccio agronomico
- specie erbacee ed arboree utilizzate come filtri vegetali
- destinazione energetica della biomassa
- continuità con la tradizione agronomia dell' area

3



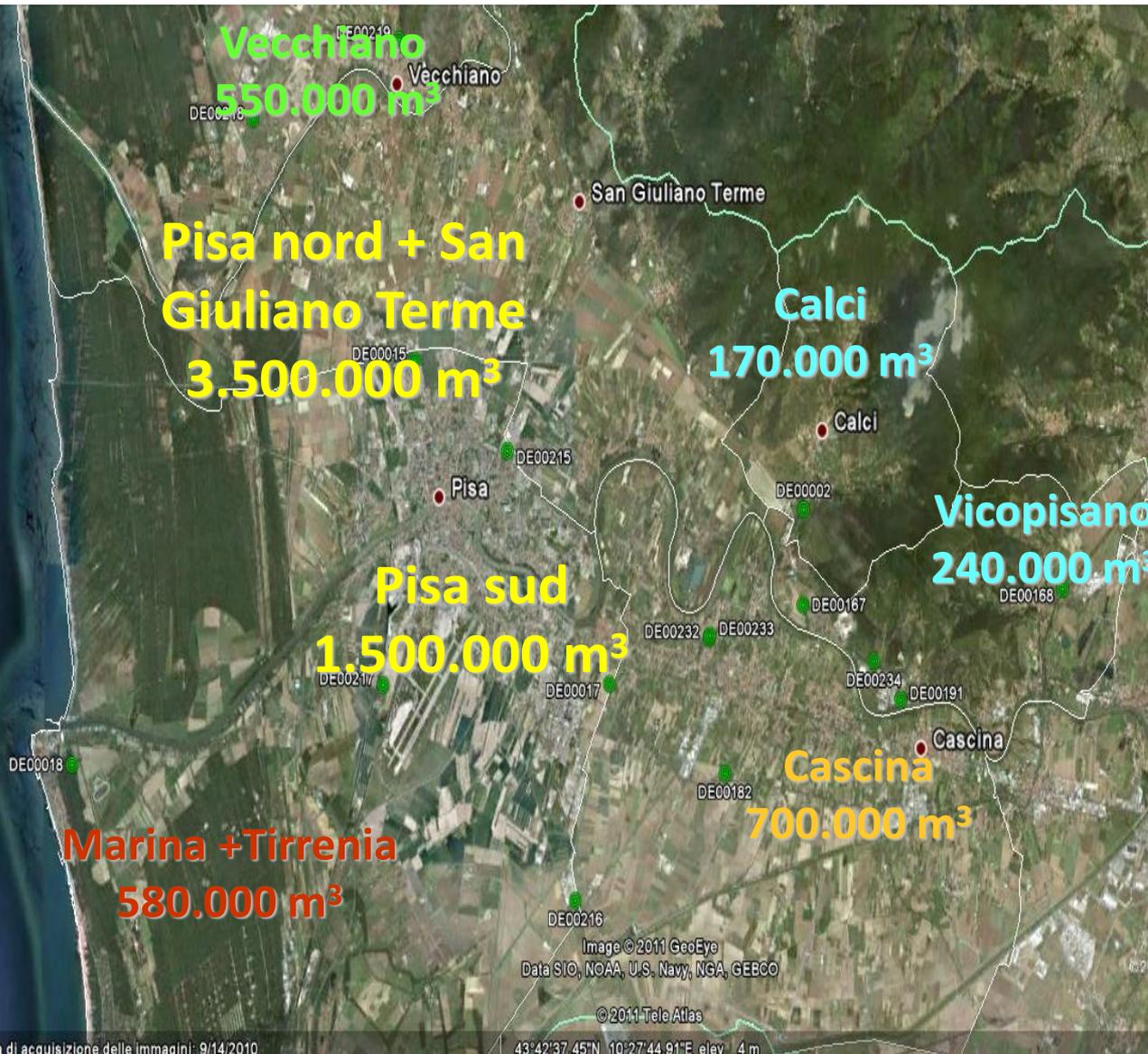
- approccio naturalistico
- bassi costi di realizzazione e gestione
- elevata biodiversità
- elevato valore estetico



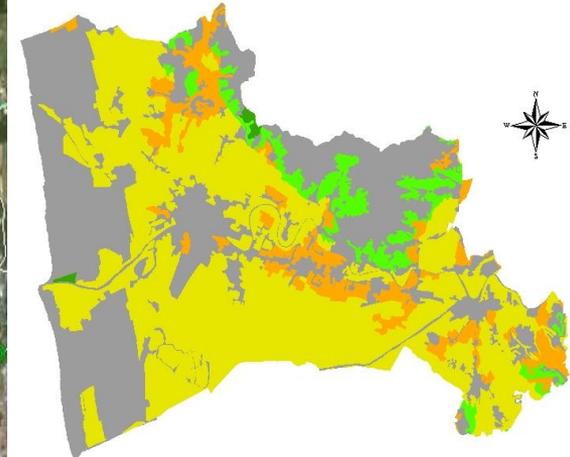
Quanto tempo dovrà trascorrere perché si possano apprezzare i benefici di una riduzione (o azzeramento) dei carichi di P?



Recupero e valorizzazione acque reflue ...



Uso agricolo del suolo



Piana pisana CLC 2006

- Seminativi (172348 ha)
- Legnose agrarie (3950 ha)
- Prati permanenti (212 ha)
- Aree agricole eterogenee (10250 ha)
- Aree non agricole

4 2 0 4 Km

**Totale stagione
irrigua =
7.300.000
m³/anno**

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

