



FREEWAT

Free and Open Source Software Tools for Water Resource Management
EU HORIZON 2020 Project



Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation



Sostenibilità della gestione dell'acqua in aree costiere di bonifica.

Il caso del bacino (sud) del lago di Massaciuccoli (Toscana, Italia)

FG1 – Pisa 23/09/2016

Rudy Rossetto

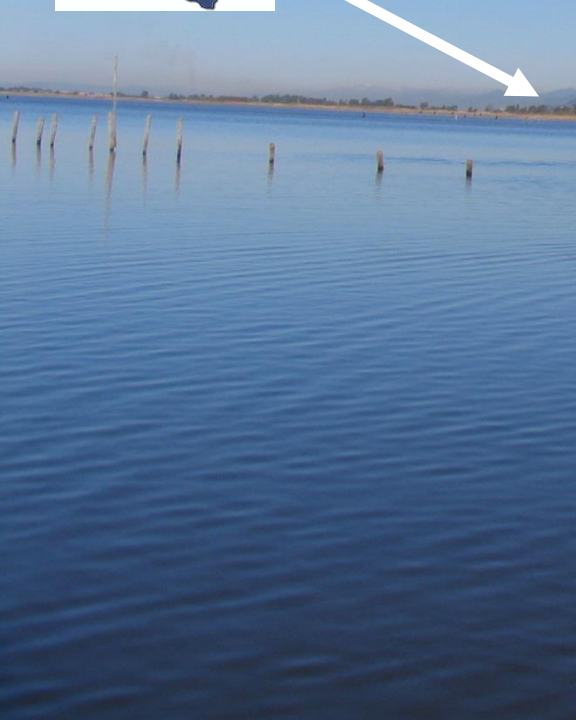
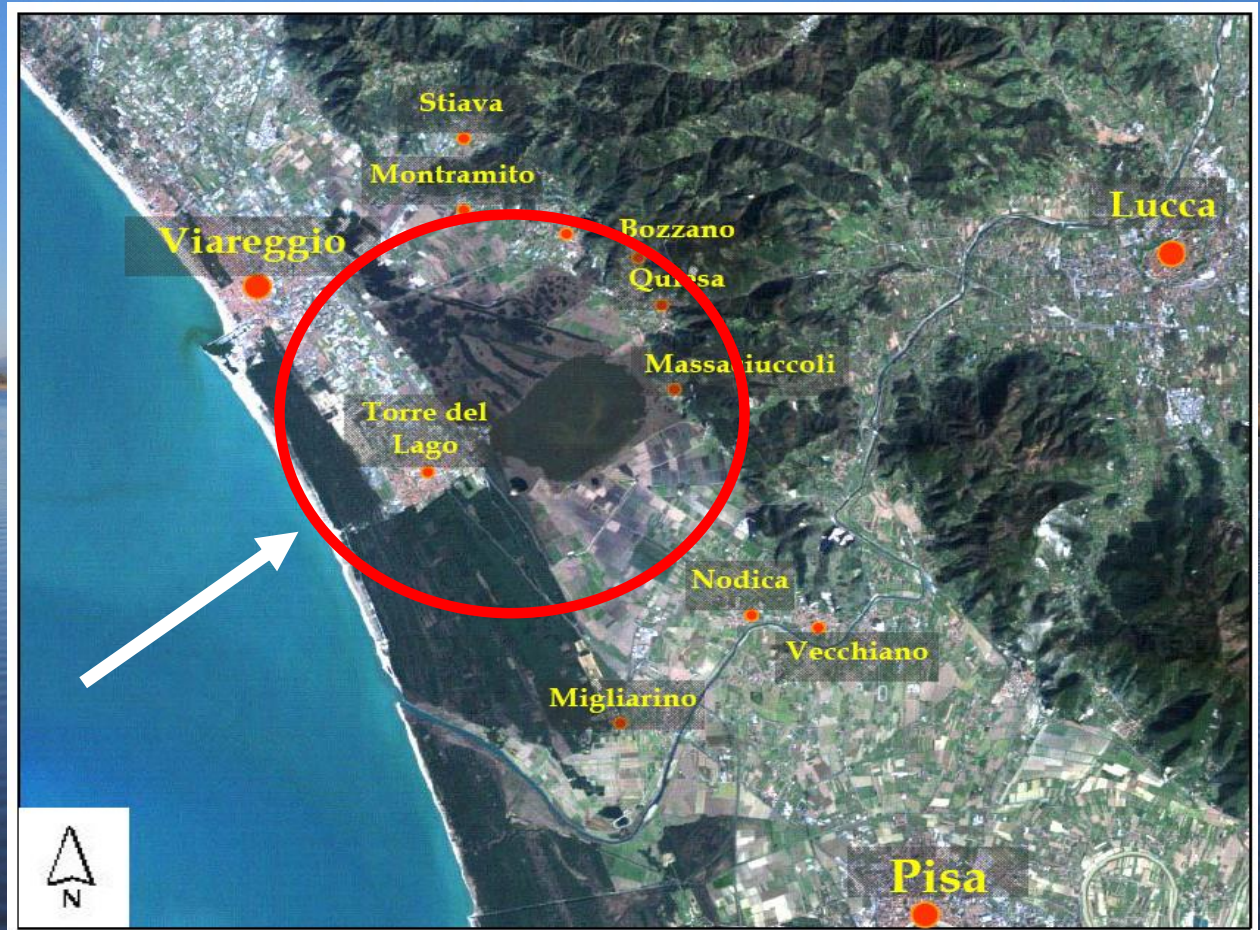
e mail: r.rossetto@sssup.it

EIP Water Online Market Place
Matchmaking for water Innovation

**MAR Solutions - Managed Aquifer
Recharge Strategies and Actions
(AG128)**



Il lago di Massaciuccoli è una laguna costiera di acqua dolce tendente al salmastre nella Toscana occidentale, nell'area compresa tra Pisa e Viareggio alle pendici delle Alpi Apuane.



Situazione geologica

Spartiacque: 114 Km²

(bacino idrogeologico: 170 Km²)

Lago di Massaciuccoli: ≈ 7 Km²

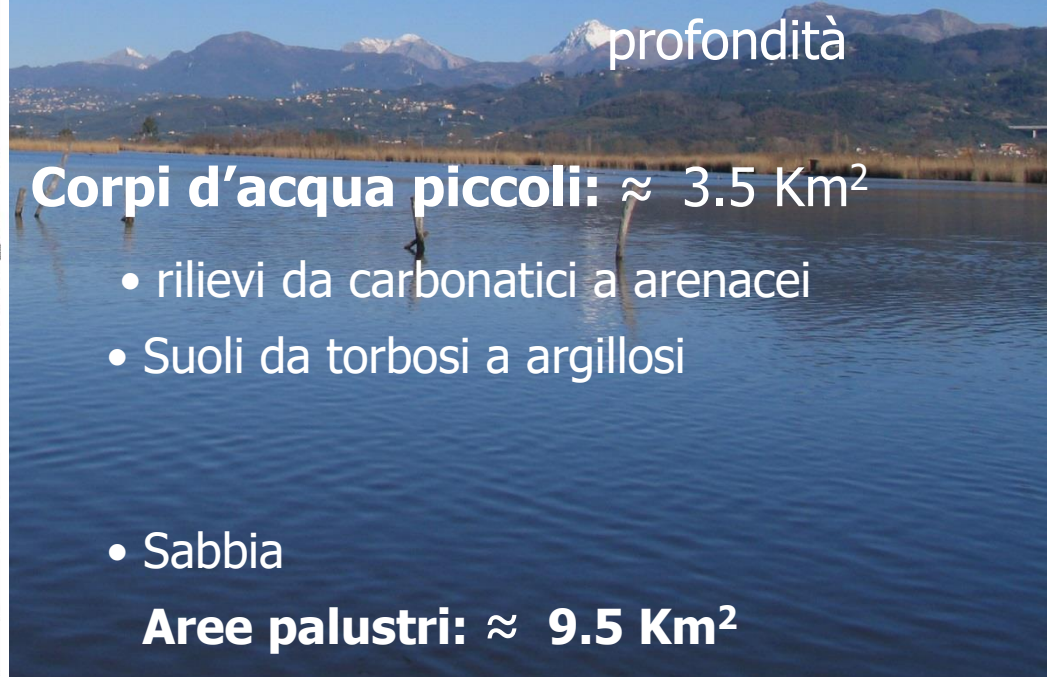
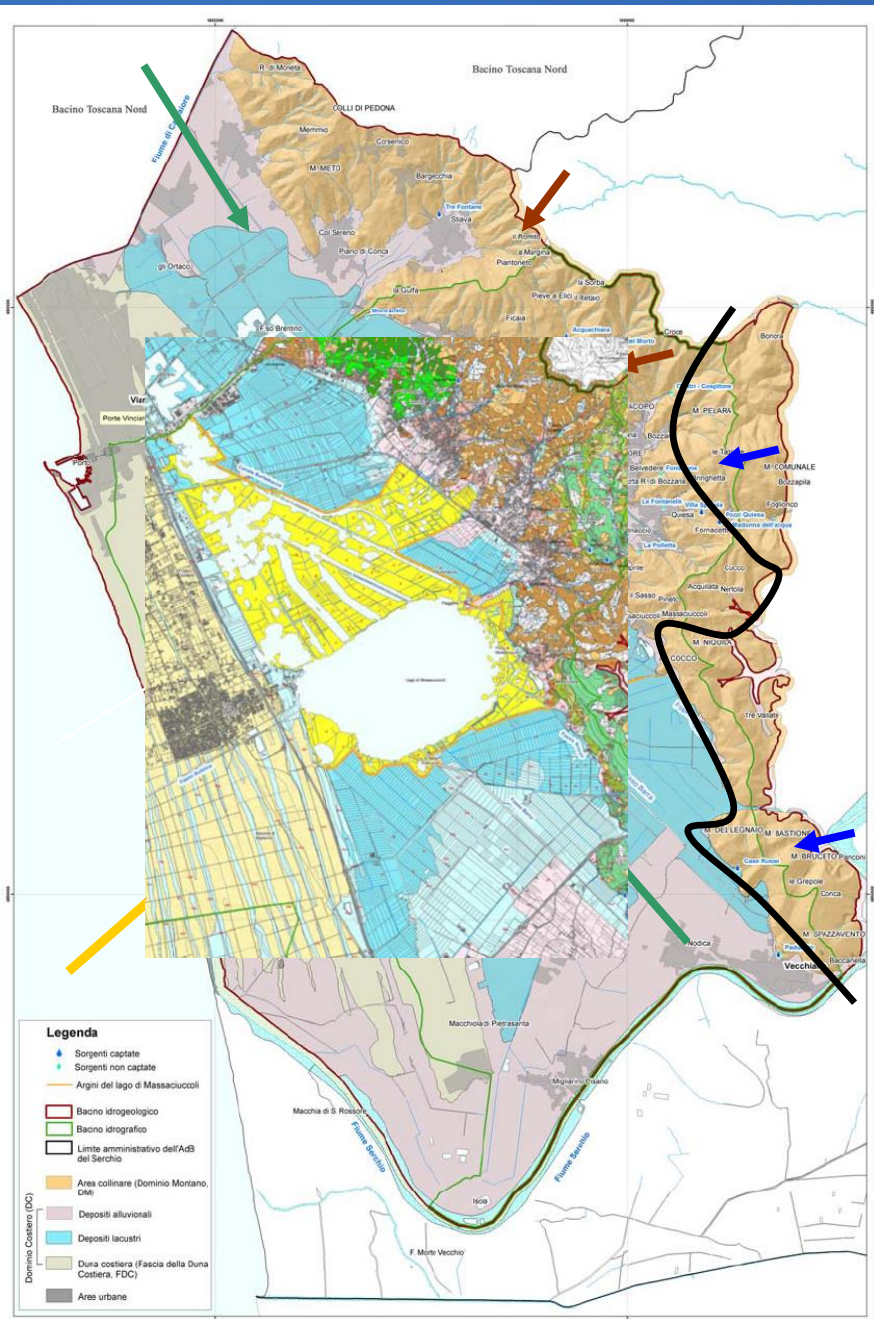
≈ 1.5 a 2 m di profondità

Corpi d'acqua piccoli: ≈ 3.5 Km²

- rilievi da carbonatici a arenacei
- Suoli da torbosi a argillosi

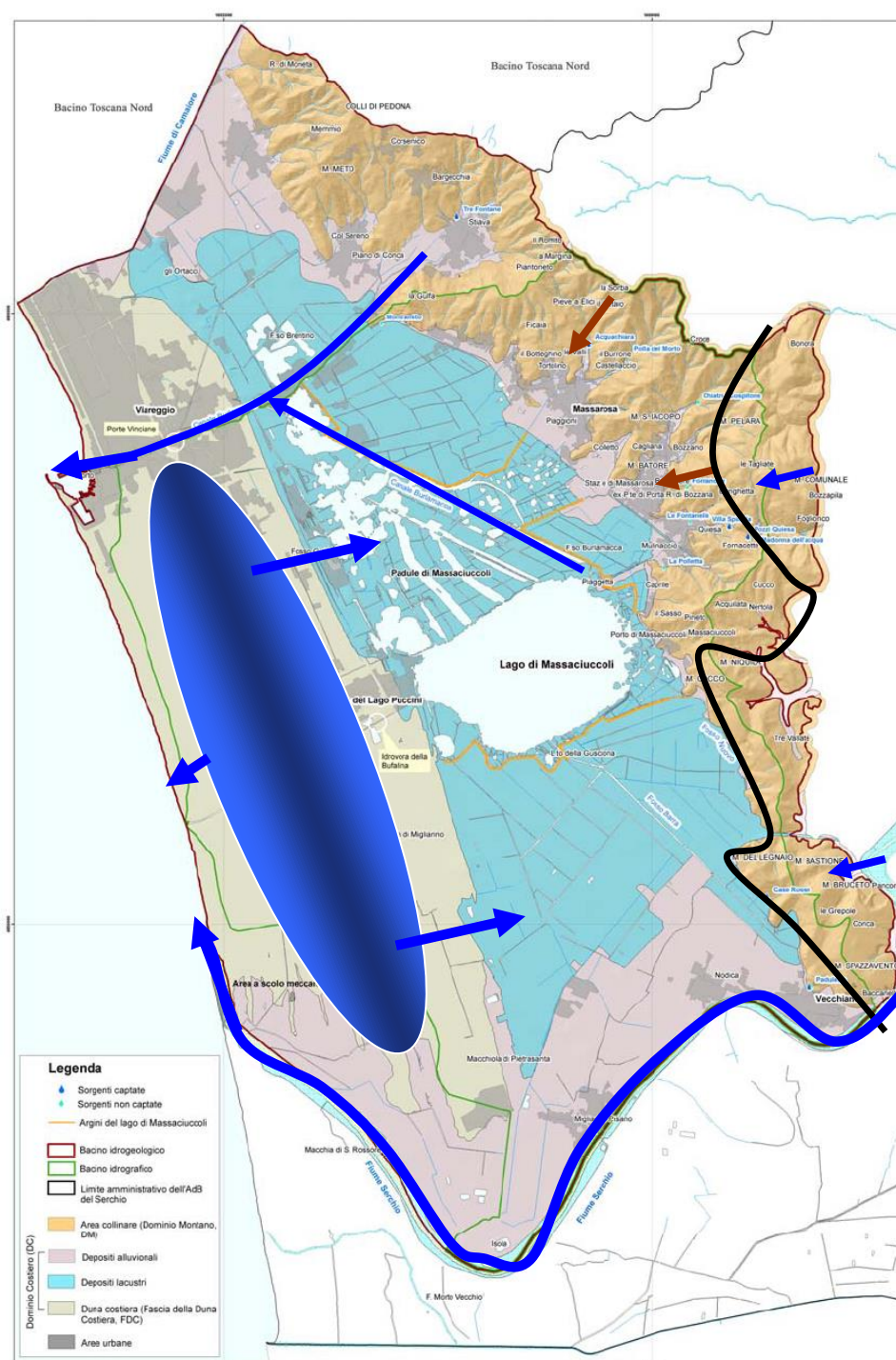
- Sabbia

Aree palustri: ≈ 9.5 Km²



Configurazione idrologica

- l'afflusso dell'acqua di falda e superficiale avviene dai rilievi ad ovest
- canali di Burlamacca e Gora di Stiava
- fiume Serchio
- acquifero di sabbia



Bonifica



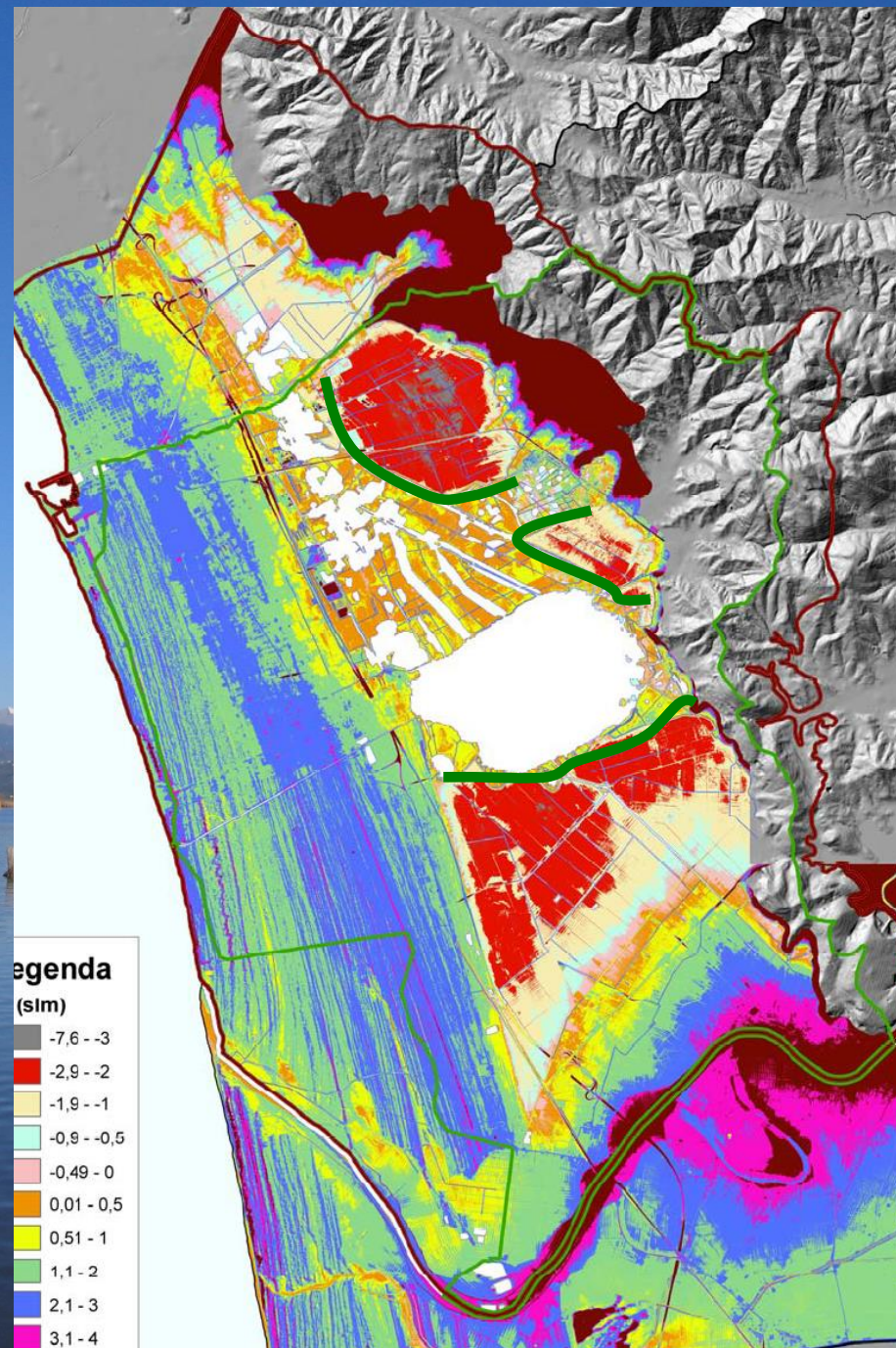
Nel passato il lago era più esteso e durante le bonifiche messe in opera dai Romani, poi dai Medici e infine nel decennio fascista del 1920-30 fu ridotto fino all'estensione odierna. Tramite le idrovore gran parte dell'area intorno al lago fu trasformata in terreno fertile coltivabile.



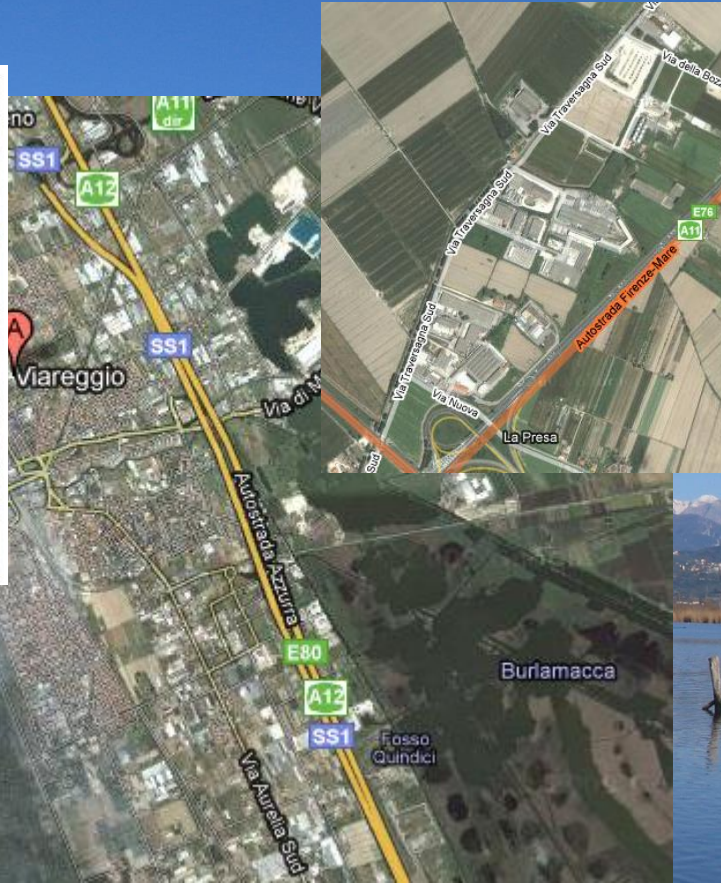
La bonifica...

- ha causato subsidenza (2 a 3 m in 70 anni)
- ... ed ha lasciato il lago pensile rispetto al terreno circostante
- aree di terreno sotto il livello del mare 0 a -3 m

Costruzione di 16 km di argini per la difesa idraulica

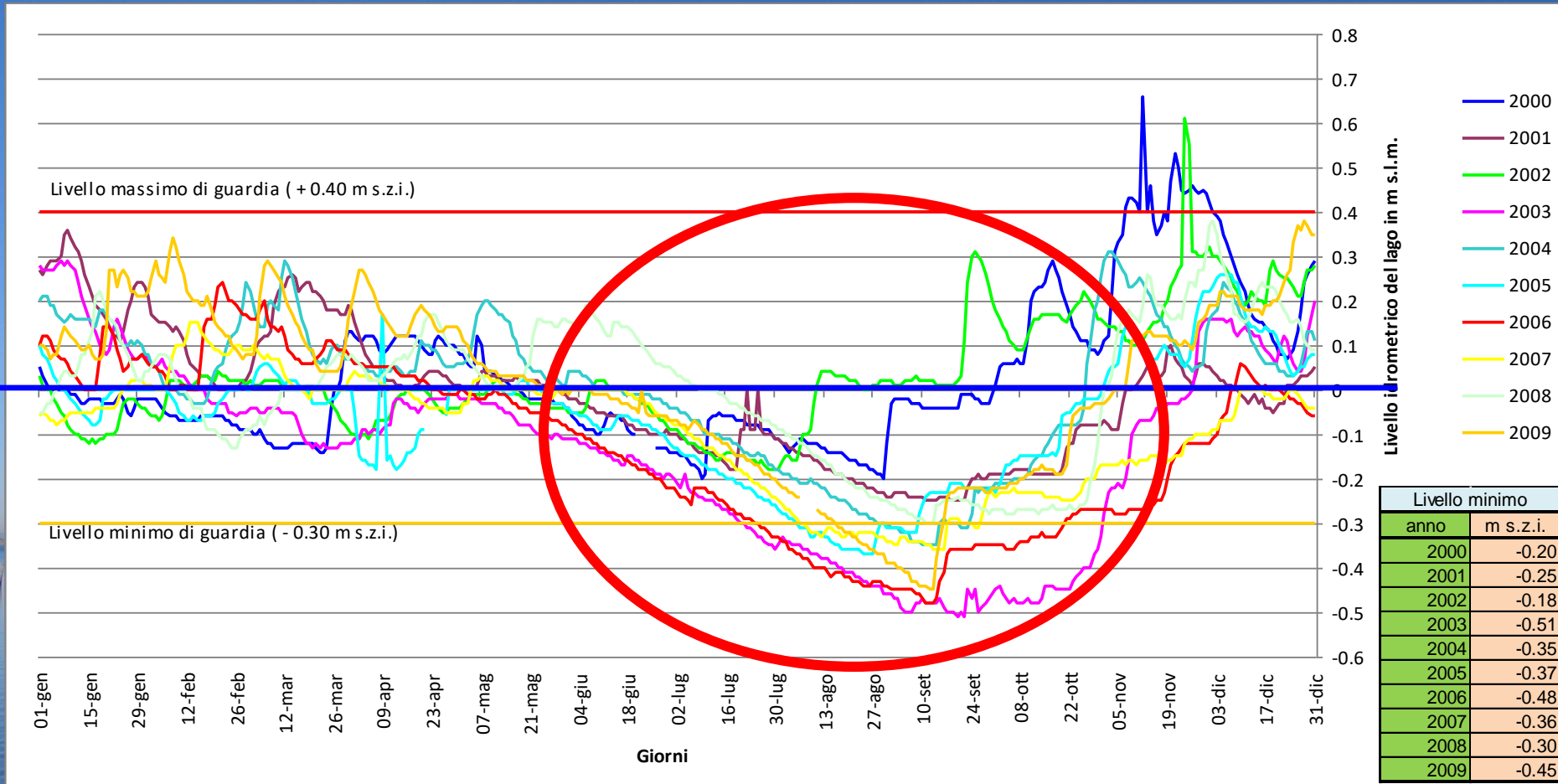


La posizione in una piana costiera determina ampie interazioni tra attività umane e l'ambiente naturale



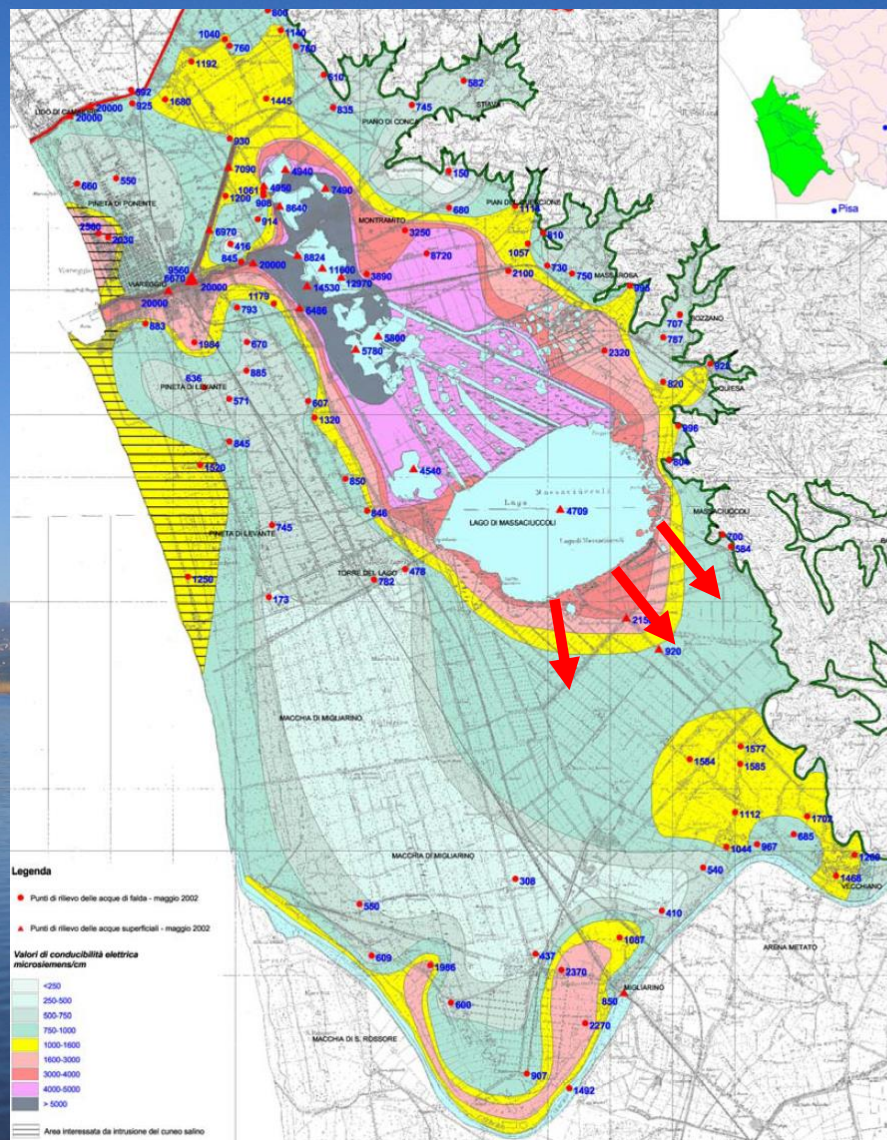
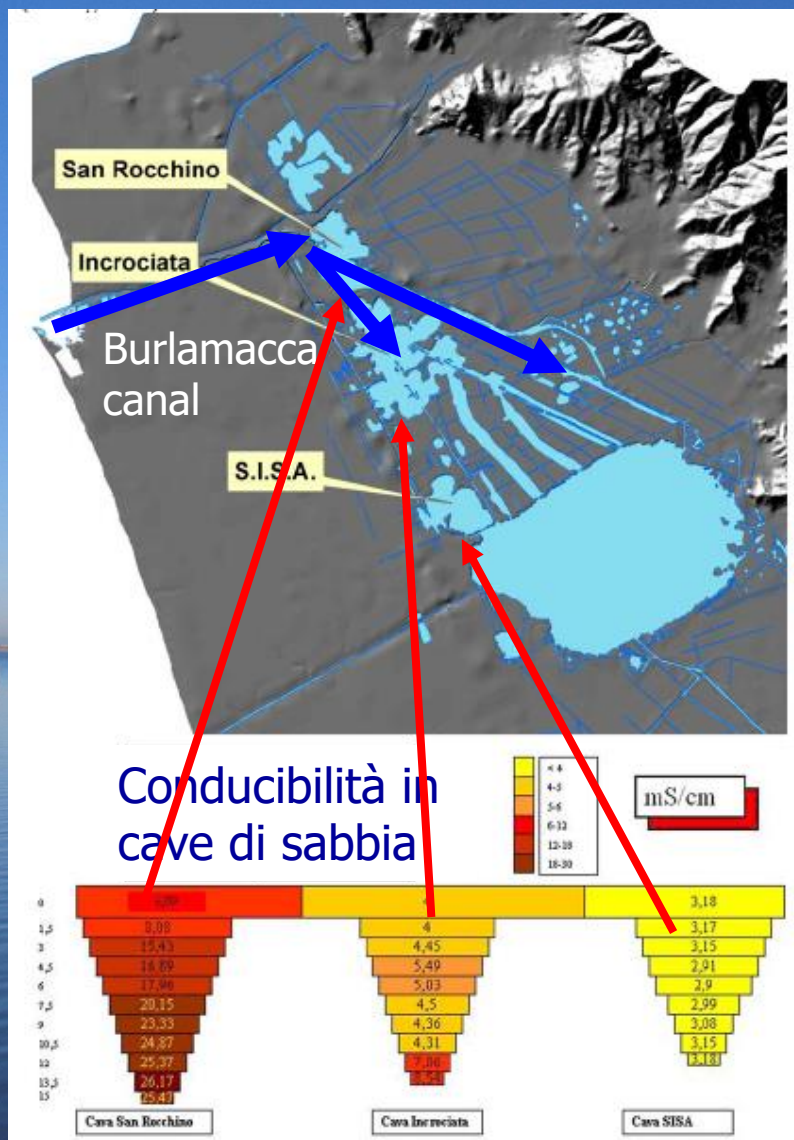
Questo ha causato, negli ultimi 30 anni, uno stress idrico severo sull'ambiente naturale, risultando in salinizzazione e eutrofizzazione e causando una grossa perdita di biodiversità

Livello del lago nel corso dell'anno



Perdita idrica media durante la stagione estiva
2000/09
 $0.975 \text{ m}^3/\text{s}$

Corpi idrici superficiali e salinizzazione dell'acqua di falda



Obiettivo di ricerca: *comprendere e valutare tutti i fattori che portano alla mancanza d'acqua durante la stagione estiva*

Calcolo del bilancio idrico per:

*-I corpi idrici pensili (lago +piccoli
laghetti + aree palustri)*

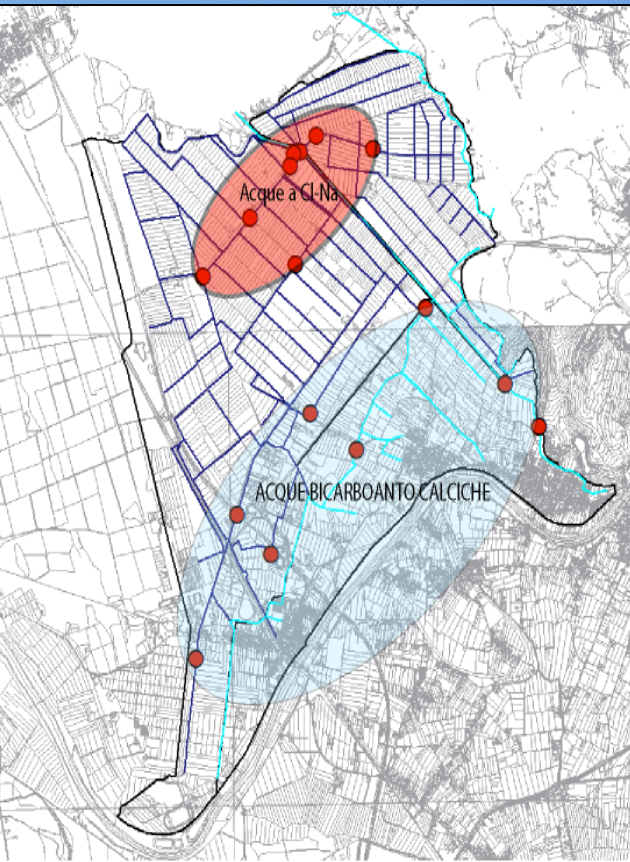
*-una stagione estiva media di 100
giorni per il periodo 2000-2009*

$$\text{Inflow} - \text{Outflow} = \frac{dV}{dt}$$

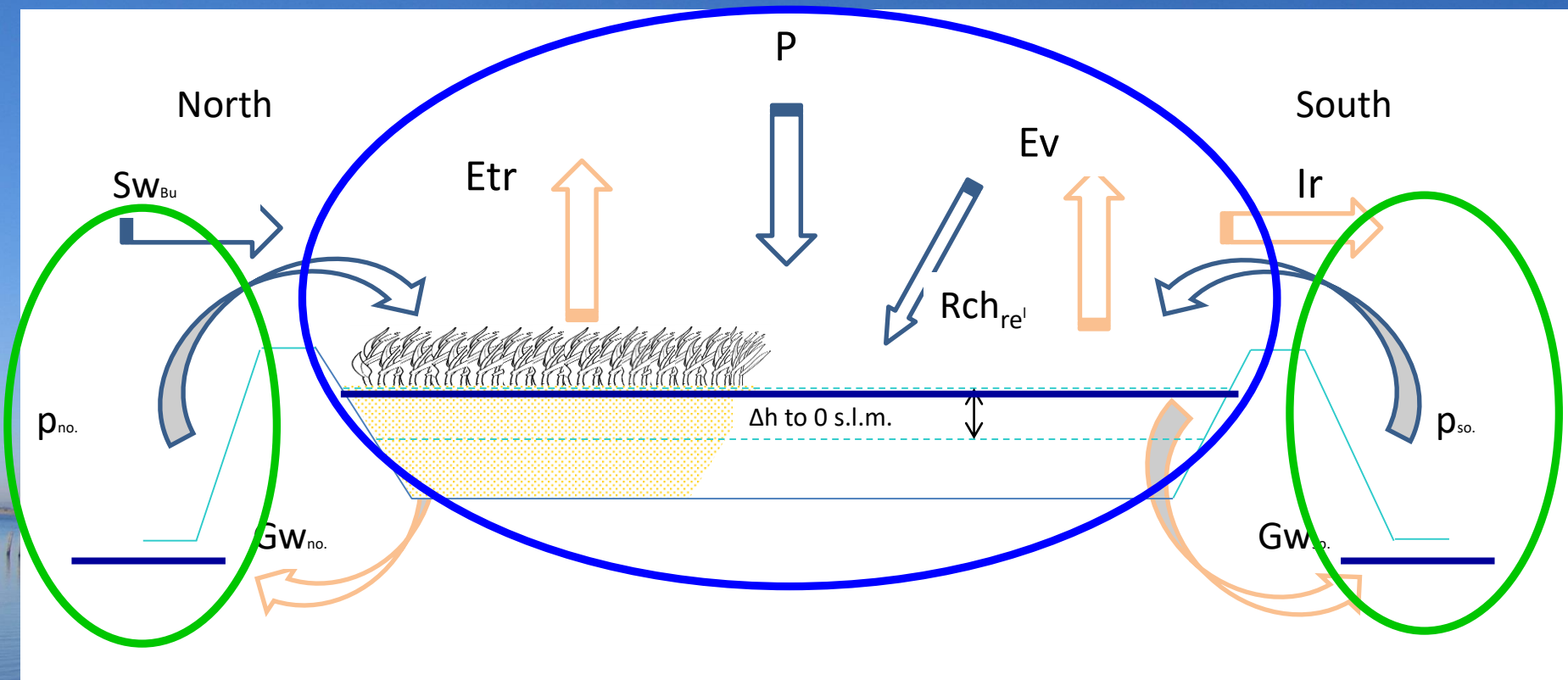


Abbiamo poi:

- studiato il sistema
- definito il modello concettuale
- valutato tutti i termini del bilancio idrico



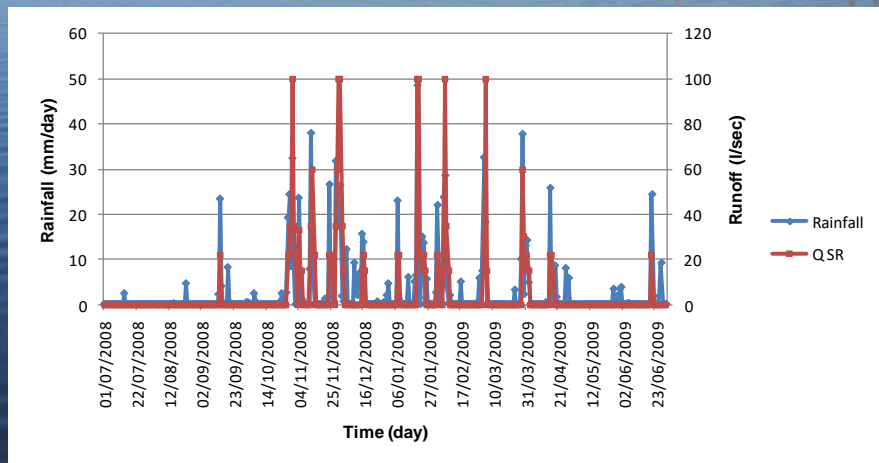
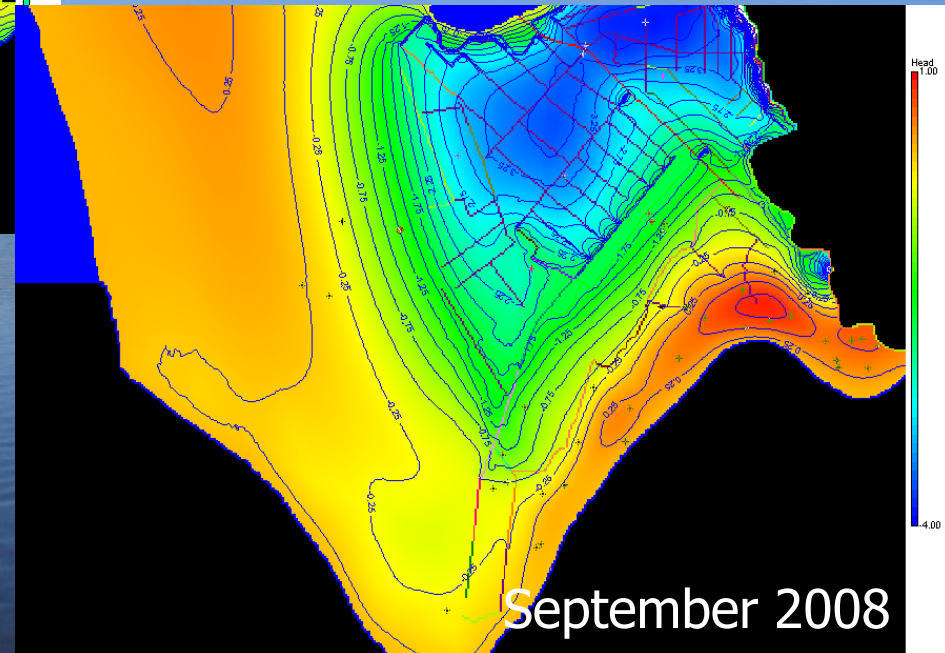
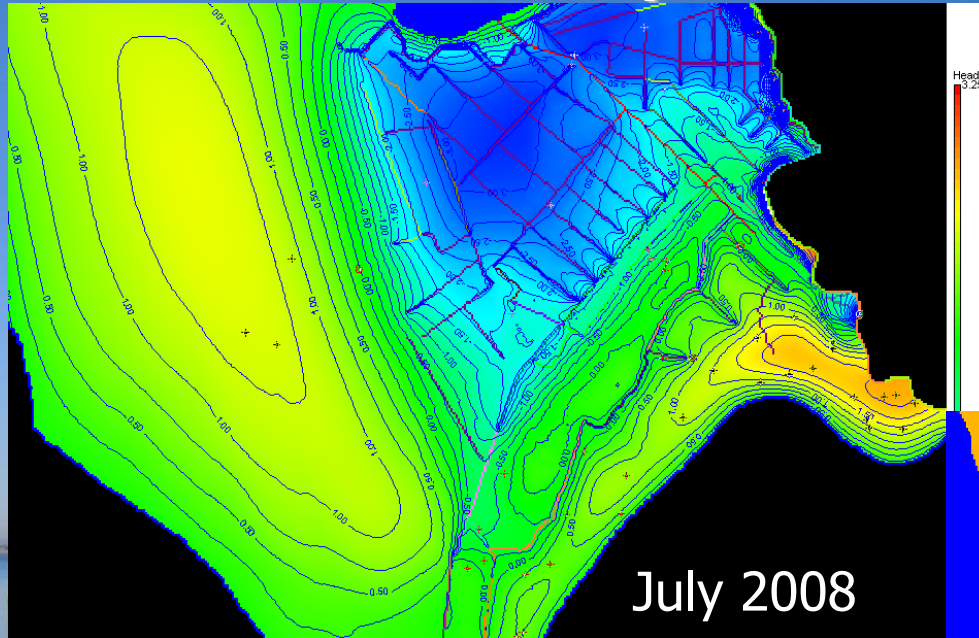
Modello concettuale



$$Inflow - Outflow = \frac{dV}{dt}$$

$$[P + (p_{no} + p_{so}) + Rch_{re} + Sw_{Bu}] - [Ev - Etr - Ir - (Gw_{so} + Gw_{no})] = \frac{dV}{dt}$$

Modellizzazione numerica dell'acquifero superficiale



Bilancio idrico parametri/1

$$[P + (p_{no} + p_{so}) + Rch_{re} + Sw_{Bu}] - [Ev - Etr - Ir - (Gw_{so} + Gw_{no})] = \frac{dV}{dt}$$

Afflusso

$$P = 0.183 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (ca. 78 mm/100 giorni)} = 1.5 \text{ Mm}^3$$

$$p = 1.08 \text{ m}^3/\text{s} = 9.33 \text{ Mm}^3$$

$$Rch_{re} = 0.05 \text{ m}^3/\text{s} = 0.43 \text{ Mm}^3$$

$$Sw_{Bu} = 0 - 0.075 \text{ m}^3/\text{s} = -1 \text{ Mm}^3$$

Deflusso

$$Ev = 0.61 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Etr = 0.81 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Ir = 0.225 - 0.325 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Gw = 0.65 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\Delta = -0.90 / -1.07 \text{ m}^3/\text{s}$$

Bilancio idrico parametri/2

Afflusso naturale

$P + Rch_{re} + SW_{Bu} = \text{ca. } 19\text{-}22\%$ dell'afflusso totale

Afflusso antropogenico

$p = \text{ca. } 78\text{-}81\%$ dell'afflusso totale



Deflusso naturale

$Ev + Etr = 59\text{-}61\%$ del deflusso totale

Deflusso naturale indotto

$Gw = 27\text{-}29\%$ del deflusso totale

Deflusso antropogenico

$Ir = 10\text{-}14\%$ del deflusso totale

Impatto Antropogenico

0.160 m³/s

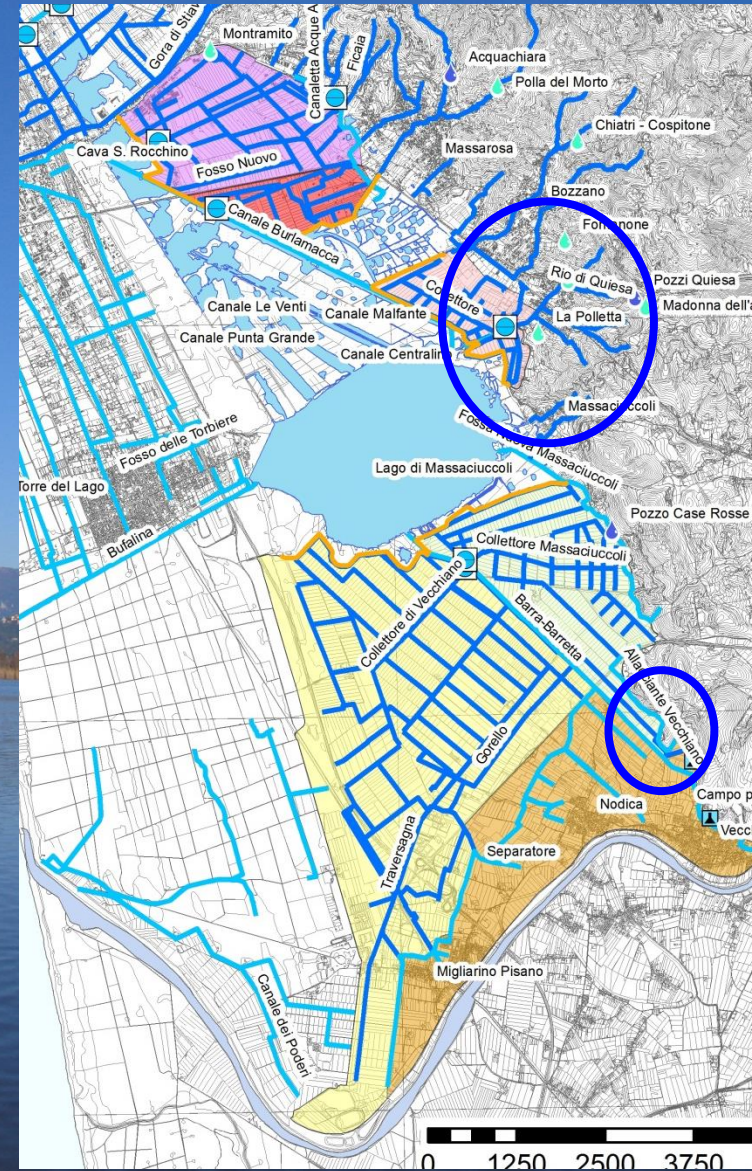
che verserebbero nel sistema del lago
sono prelevati per usi residenziali,
turistici e industriali

+

0.225-0.325 m³/s

Sono derivati ai fini irrigativi

Tra il 40% e il 50% del deficit
è legato alle attività umane



Conclusioni

- Il deficit idrico naturale che si presentava prima delle bonifiche è stato aggravato dall'impatto antropogenico
- Nonostante questo potrebbe sembrare un nuovo stadio stabile con caratteristiche di cattiva qualità ecologica, esprime chiaramente un equilibrio insostenibile tra il sistema socio-economico e quello naturale
- Una nuova strategia per la gestione del territorio e dell'acqua per l'intero bacino deve essere elaborata tramite una revisione e un miglioramento della rete irrigua (inefficiente allo stato attuale) e, più in generale, della ripartizione e distribuzione dell'acqua.

Grazie per l'attenzione!

