



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



# Esempi di applicazione della piattaforma FREEWAT per la gestione della risorsa idrica nelle aree della Regione Toscana

Workshop Nazionale

*Dare valore all'acqua. La piattaforma EU H2020 FREEWAT per la gestione della risorsa idrica*  
12 Luglio 2017 – Scuola Superiore Sant'Anna

Giovanna De Filippis, Rudy Rossetto

Istituto di Scienze della Vita, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa



- Bacino del Lago di Massaciuccoli (LU) – H2020 FREEWAT

Gestione della risorsa idrica in aree rurali



- Pianura di Sant'Alessio (LU) – FP7 MARSOL

Dimostrazione dell'efficienza  
delle tecniche MAR

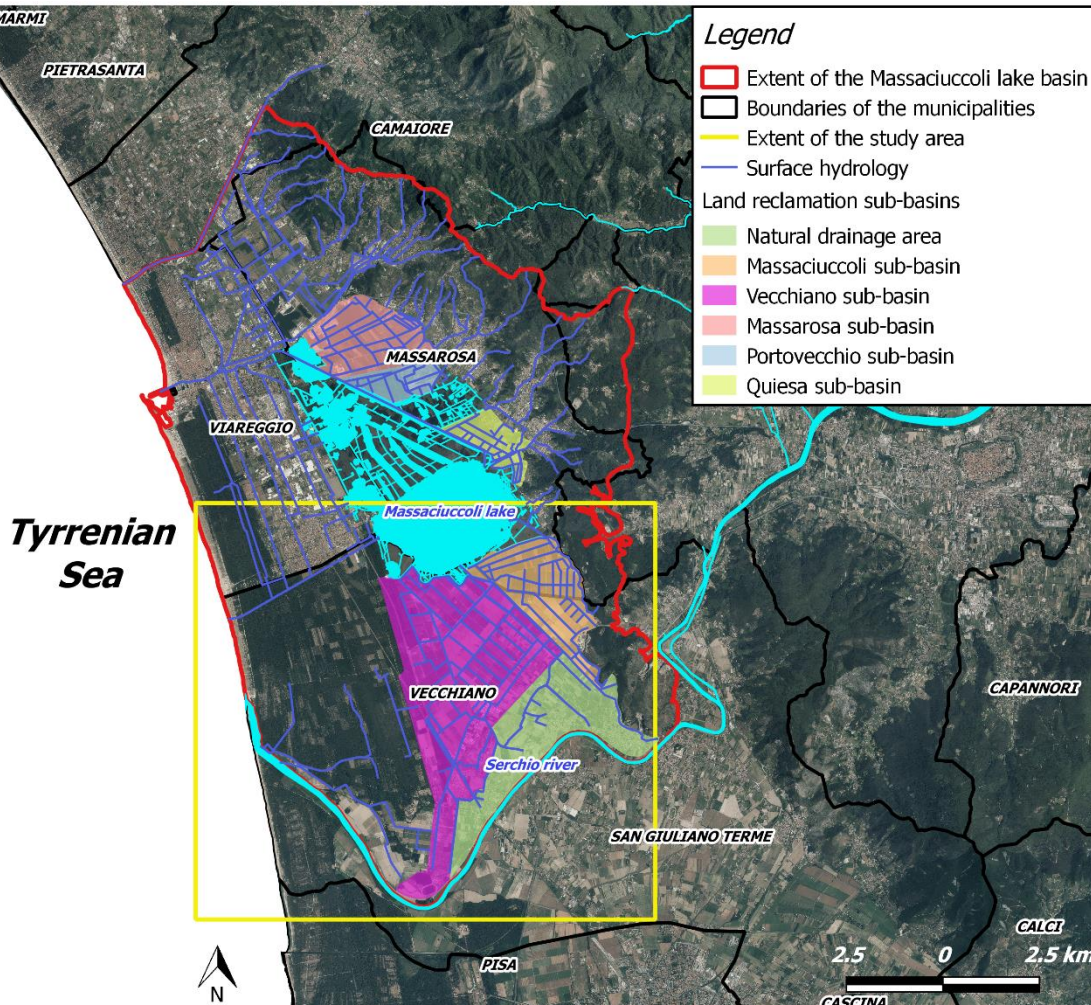


- Val di Cornia (LI) – LIFE REWAT

Gestione sostenibile della risorsa  
idrica in aree costiere

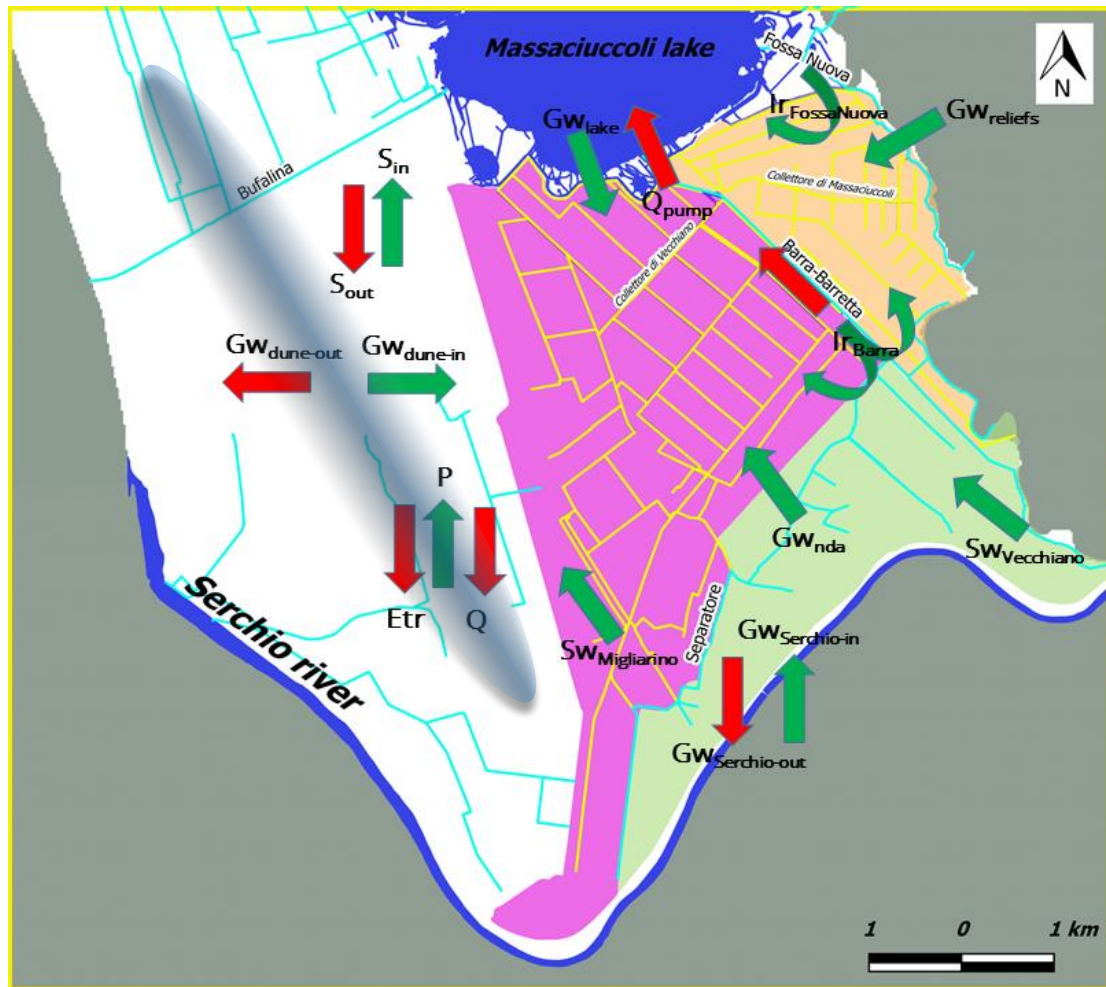
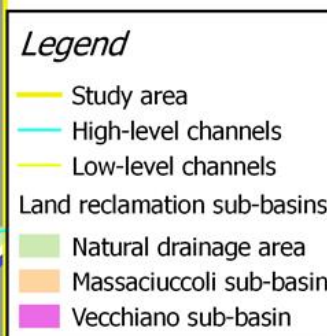
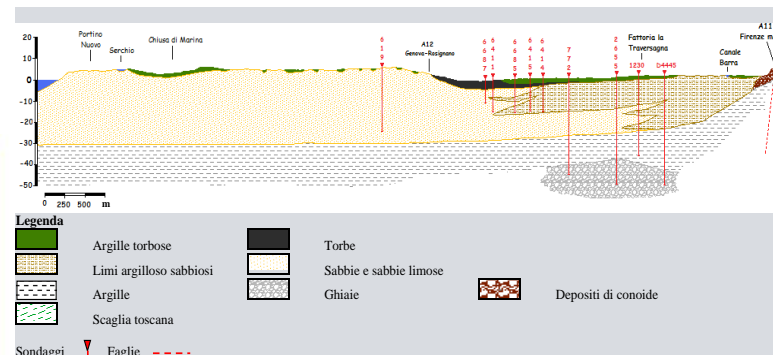


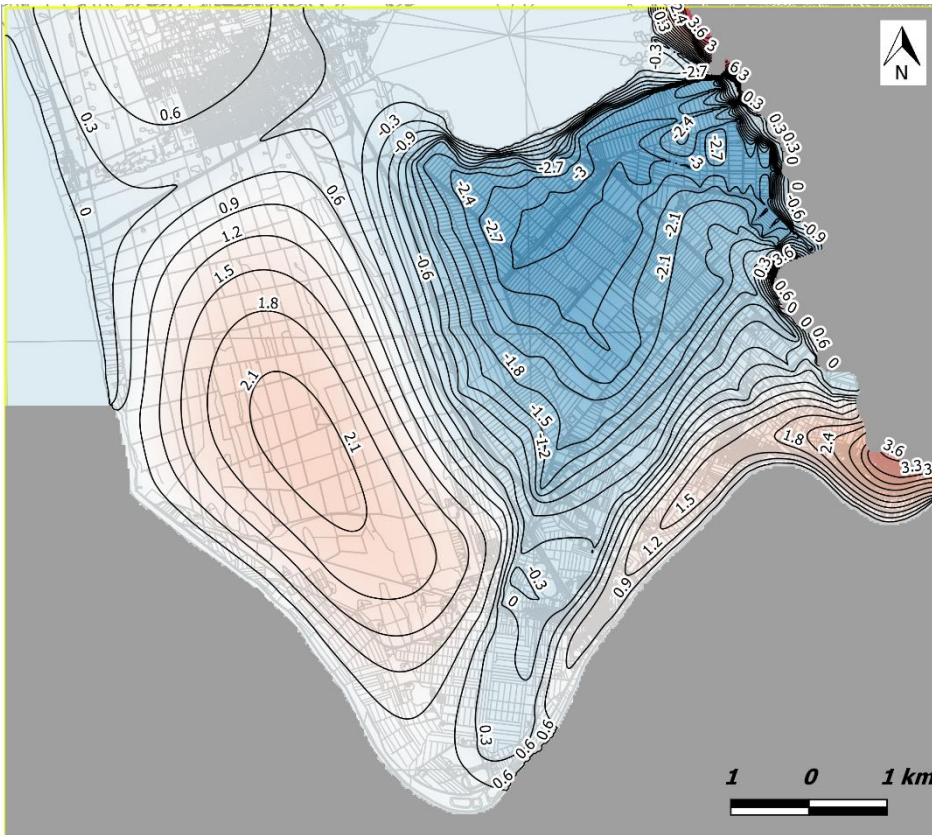
# Simulazioni per la gestione delle acque nel bacino del Lago di Massaciuccoli



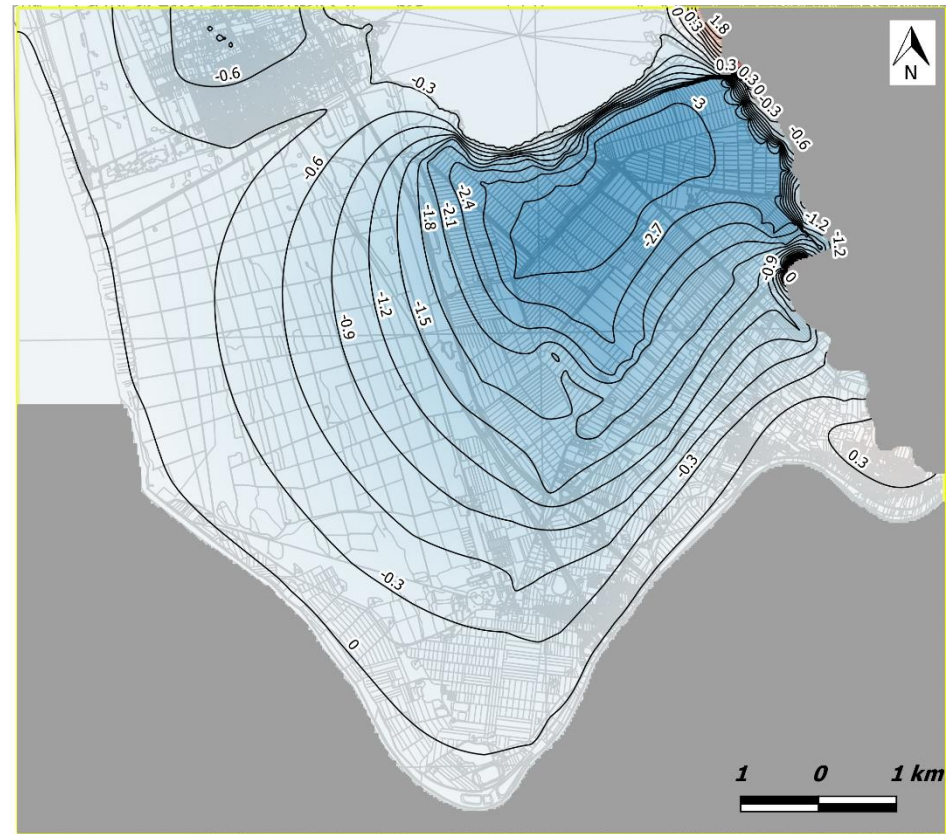
- Opere di bonifica meccanica dagli anni '20
- Subsidenza (2 - 4 m negli ultimi 70 anni)
- Salinizzazione
- Deficit del bilancio idrico del sistema





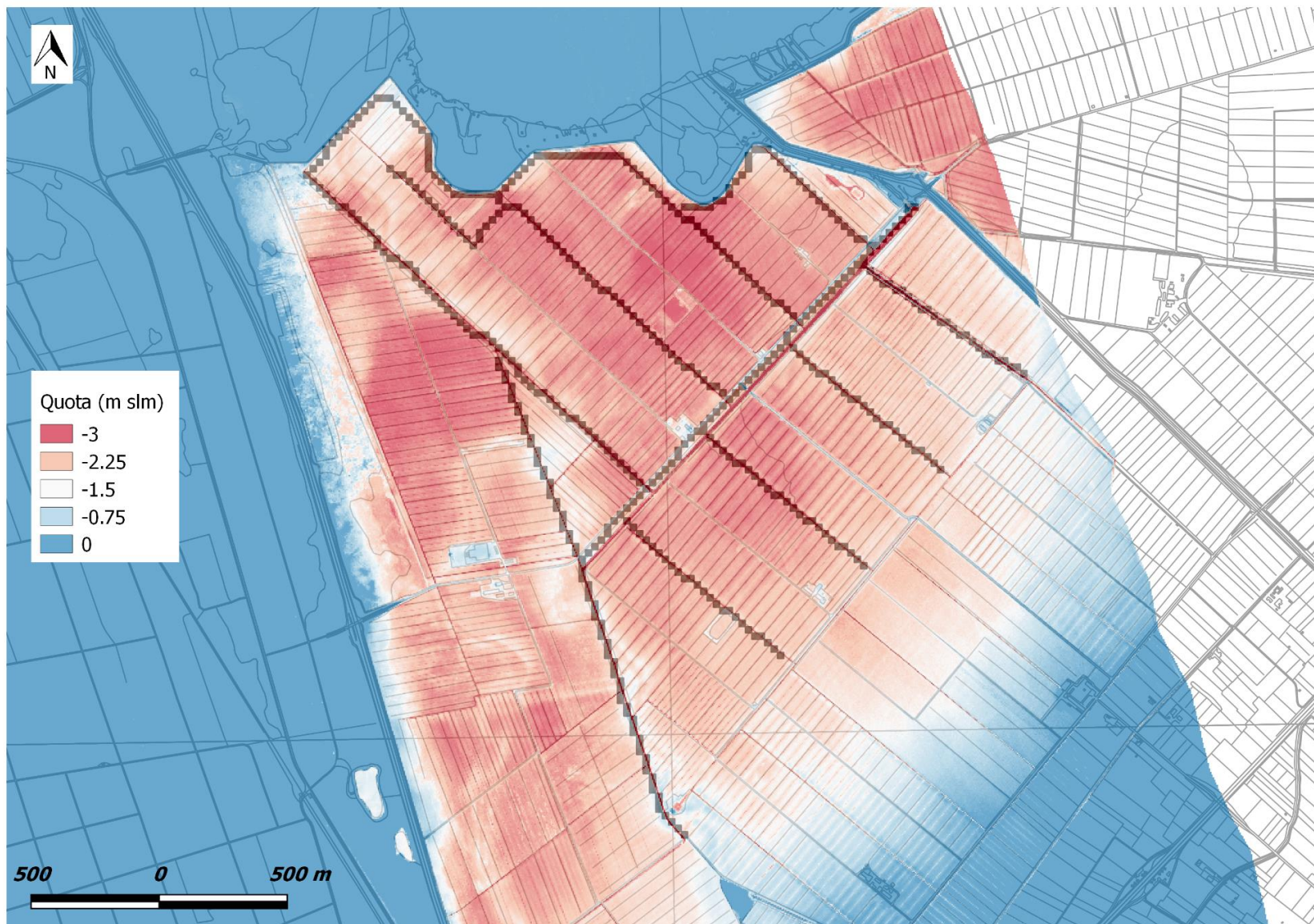


*Fine di Aprile 2009  
(stagione di ricarica)*



*Fine di Agosto 2008 (stagione secca)*

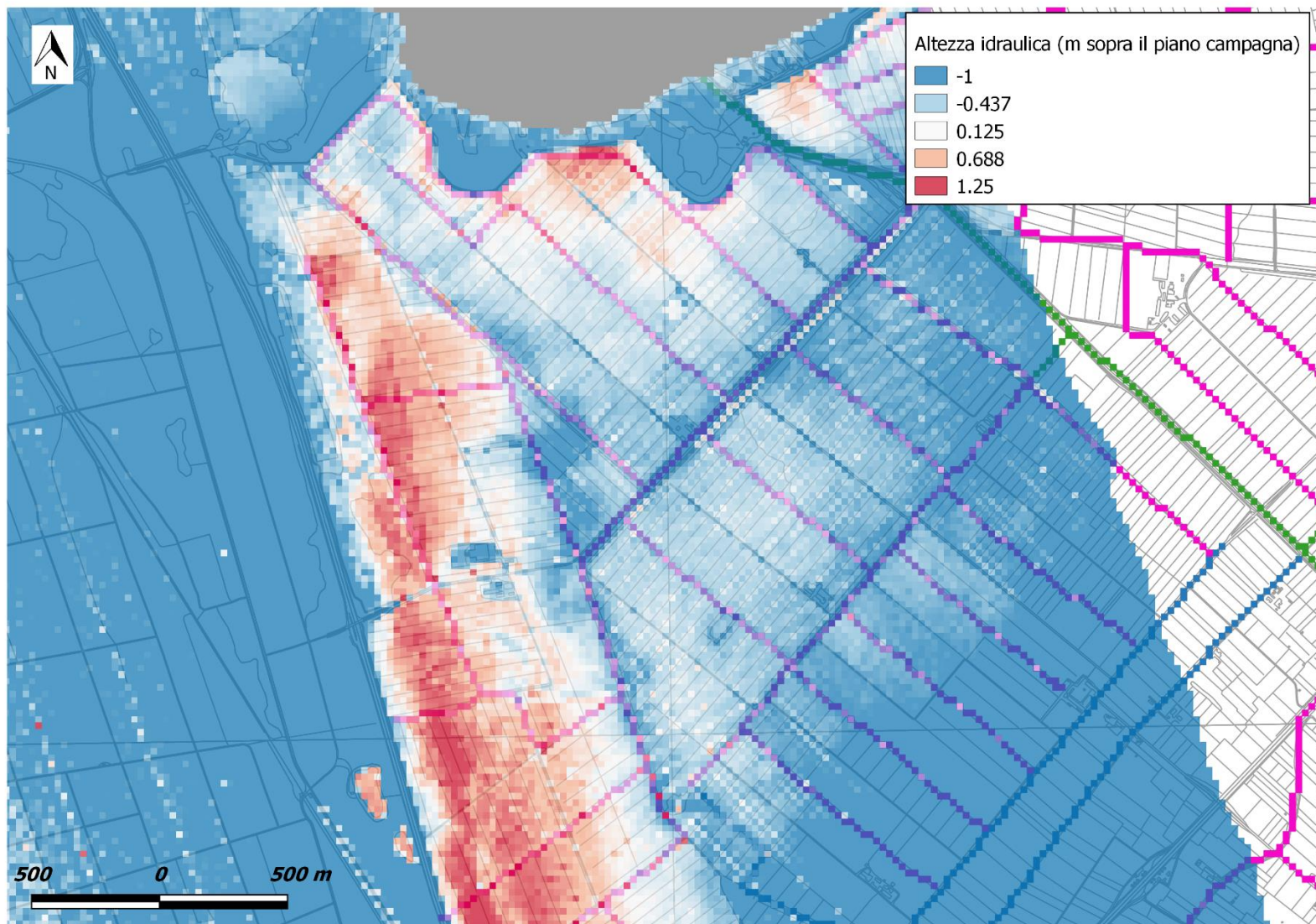




*Quota del piano campagna (m slm)*

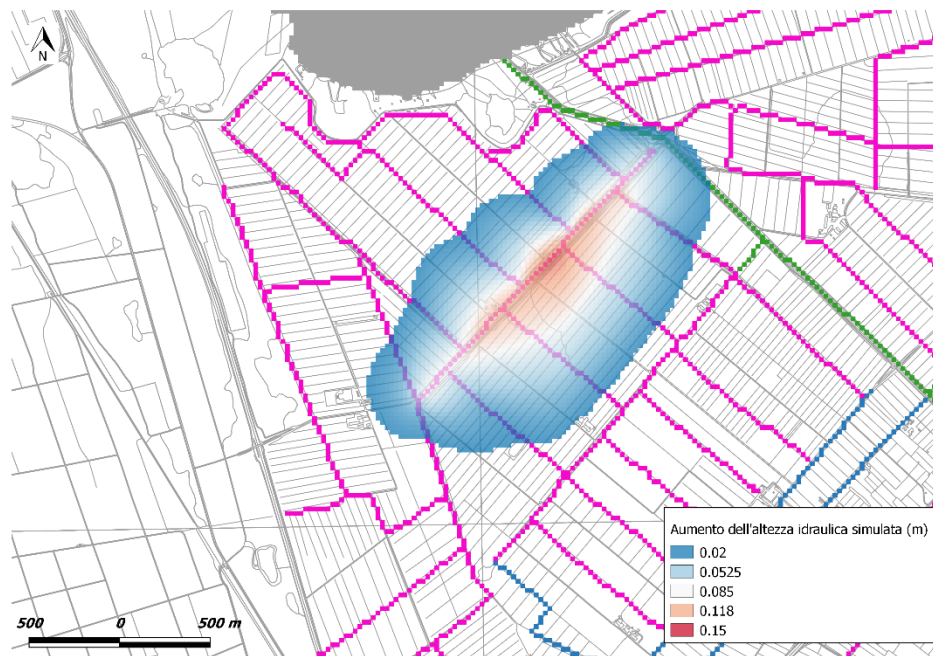


# Scenario minimo idraulico a quota -3.4 m slm

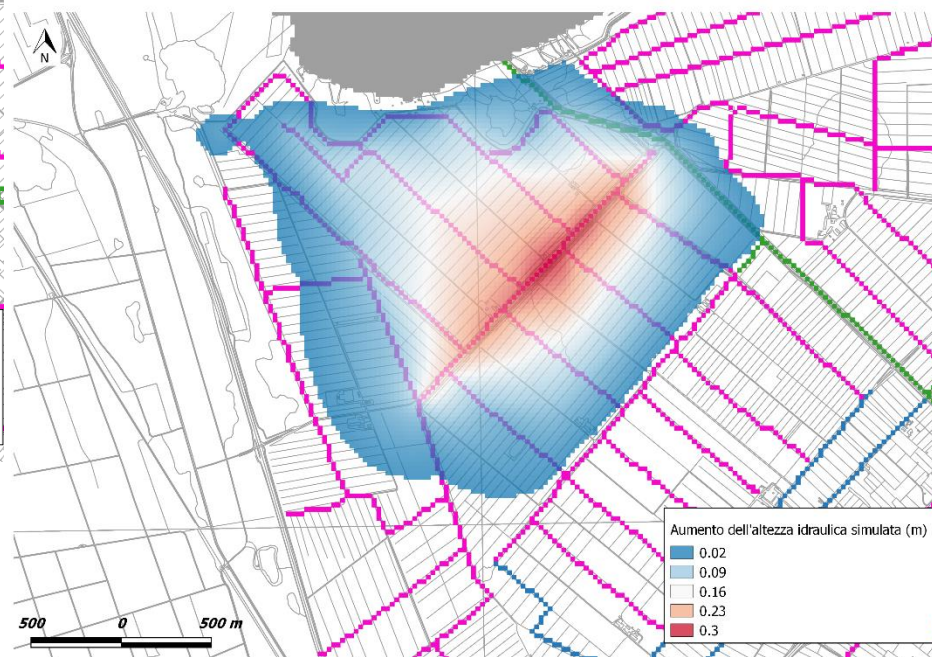


*Aree con carico idraulico superiore a quota piano campagna alla fine di Aprile 2009*





*Scenario sollevamento minimo idraulico a quota -3.2 m slm.  
Aumento dell'altezza idraulica alla fine di Aprile 2009 (ampiezza dell'area interessata: 215 ha)*

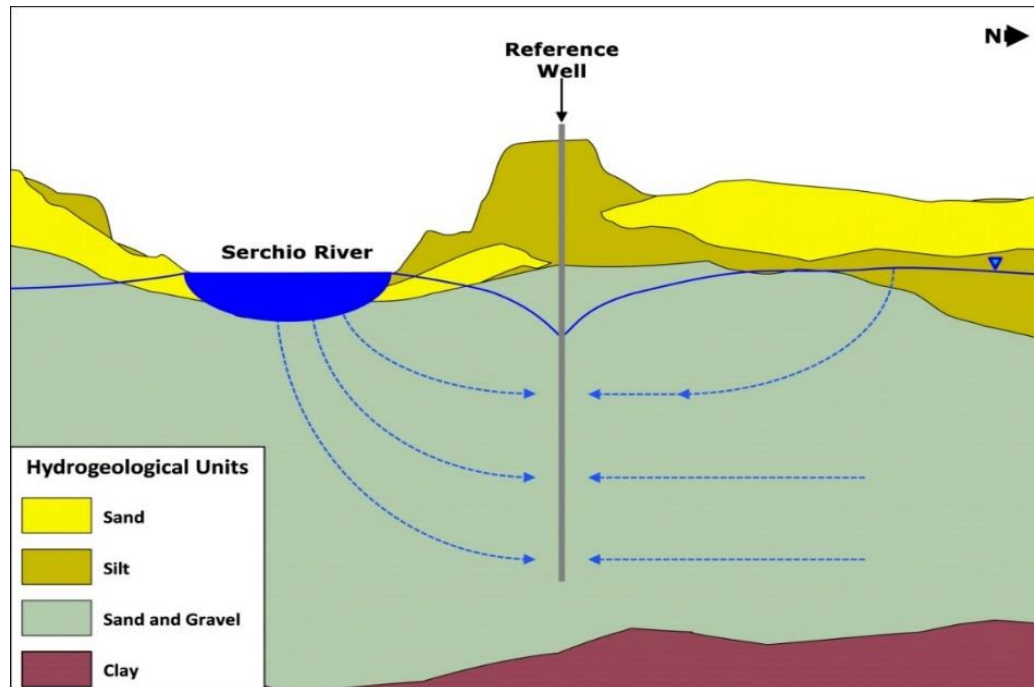


*Scenario sollevamento minimo idraulico a quota -3 m slm.  
Aumento dell'altezza idraulica alla fine di Aprile 2009 (ampiezza dell'area interessata: 450 ha)*

# Simulazioni per dimostrare l'efficienza di uno schema MAR nella pianura di Sant'Alessio



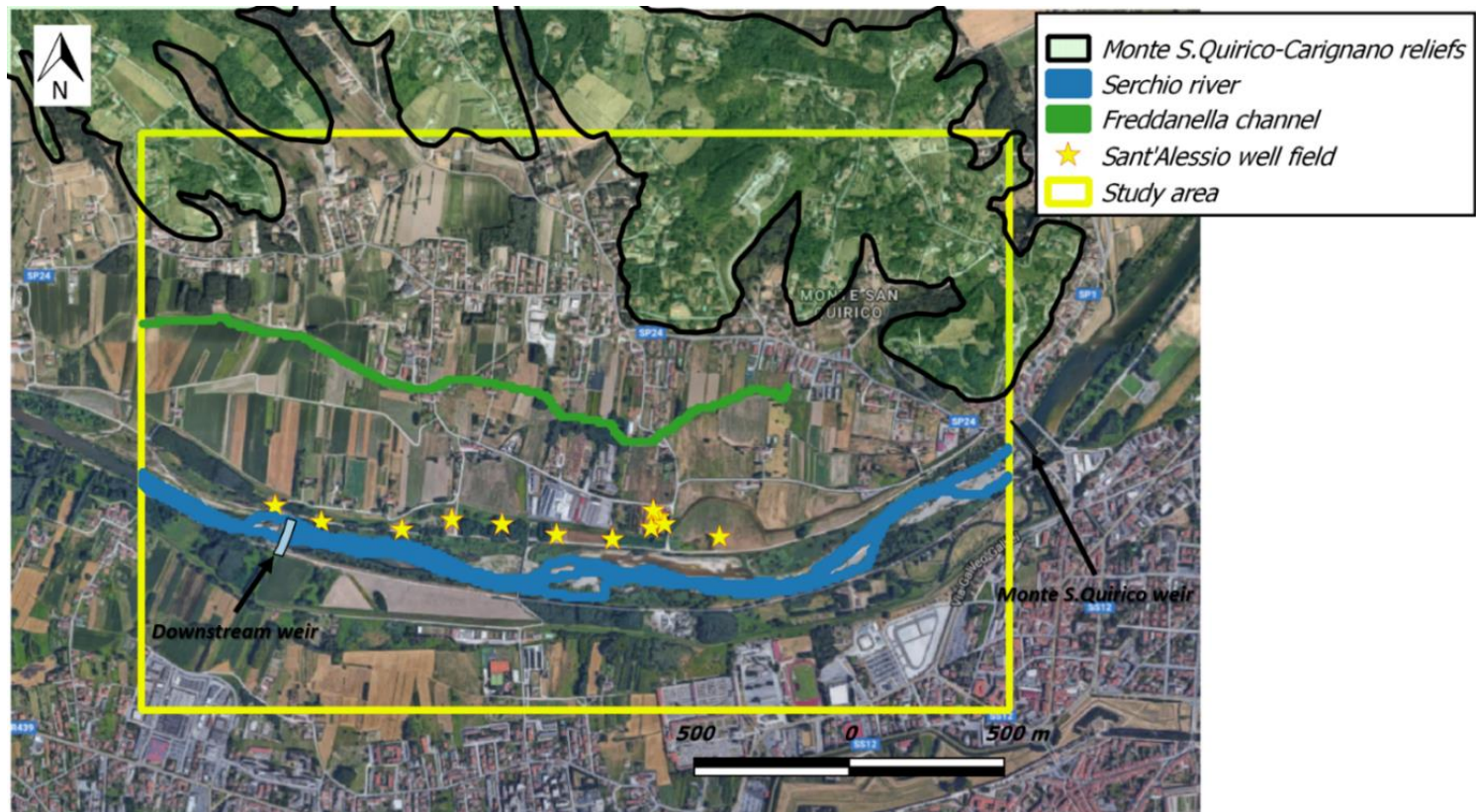
- Tecnica MAR (Managed Aquifer Recharge) ampiamente utilizzata quando un acquifero altamente trasmissivo è in connessione idraulica con corpi idrici superficiali
- Effetti positivi sulla qualità e sulla quantità delle acque sotterranee emunte
- Permette l'estrazione di considerevoli volume di acque sotterranee evitando eccessivi abbassamenti della falda



# Il caso studio della pianura di Sant'Alessio

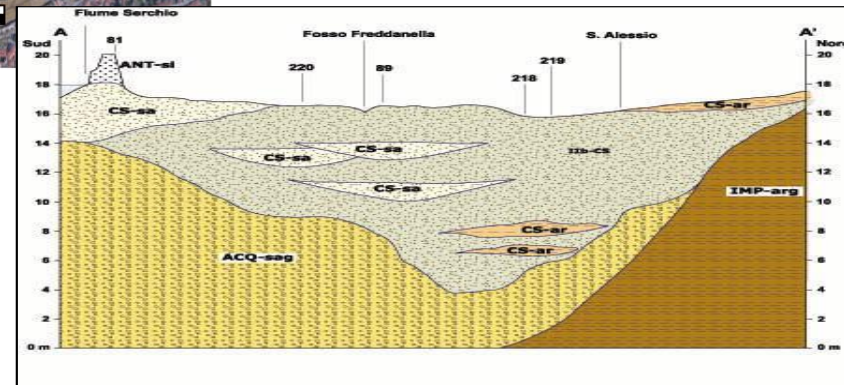
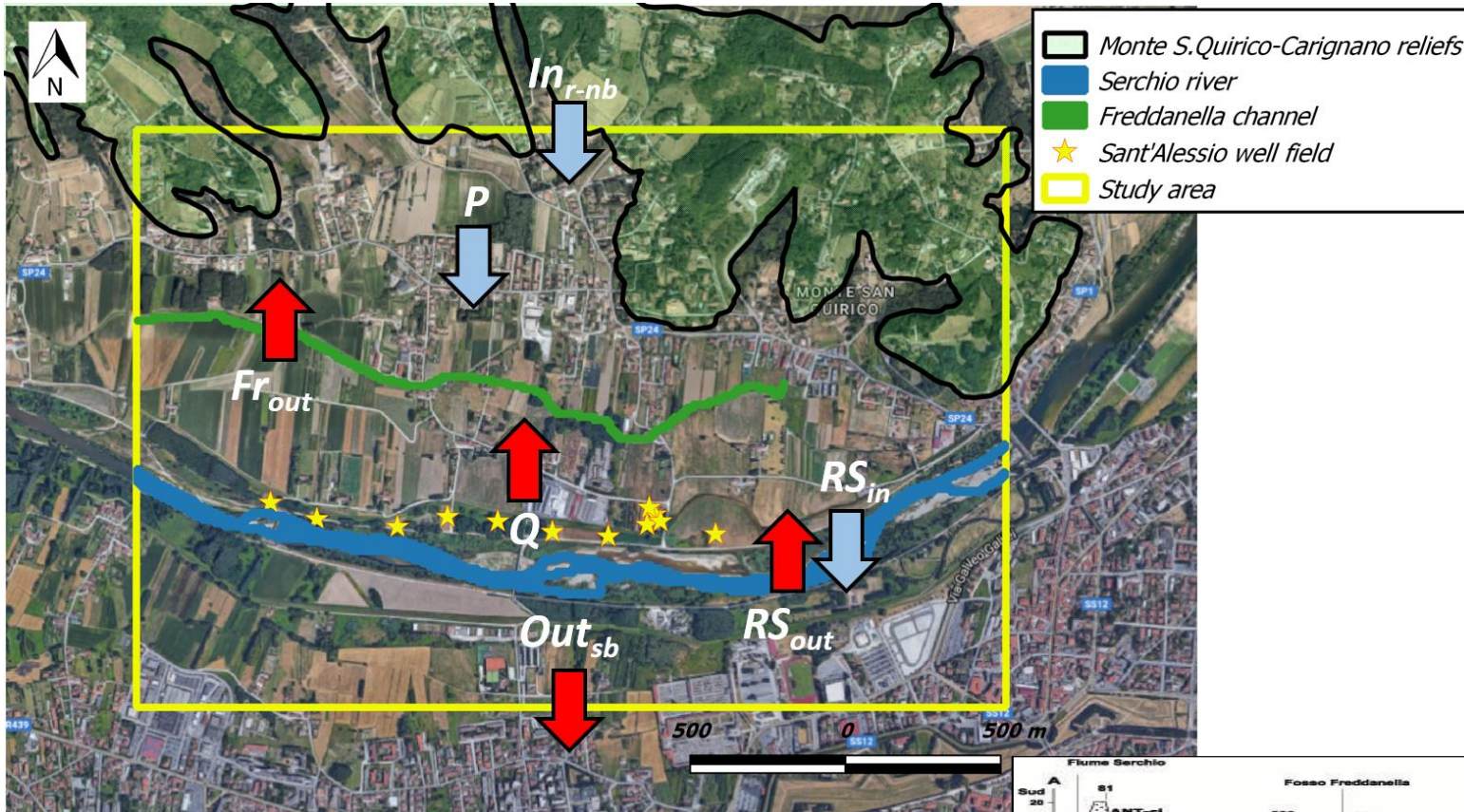


Lo schema di ricarica indotta di subalveo nella pianura di Sant'Alessio, messo in opera lungo il fiume Serchio, permette di estrarre circa  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$  di acque sotterranee per soddisfare il fabbisogno idropotabile delle città di Lucca, Pisa e Livorno (circa 300000 persone)





# Modello concettuale

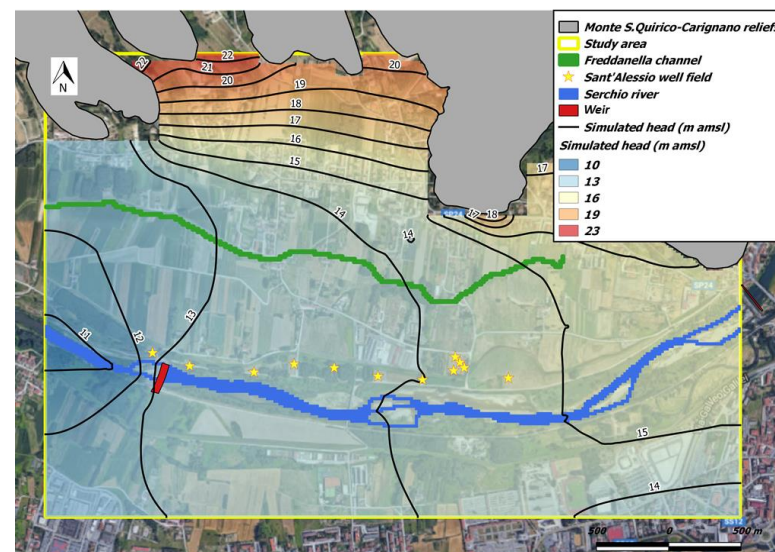


# Risultati della simulazione



Inflow terms	Cumulative volume (m <sup>3</sup> )	% over the total	Outflow terms	Cumulative volume (m <sup>3</sup> )	% over the total
Storage	846	negligible	Storage	938	negligible
Inflow from the Monte S. Quirico – Carignano reliefs	207089	0.3	Pumping wells	15640341	26.4
Rainfall infiltration	673287	1.1	Outflow from drain	658	negligible
River leakage	58154744	98.2	River leakage	38439232	64.9
Southern boundary of the domain	160214	0.3	Southern boundary of the domain	5109272	8.6
<b>TOTAL</b>	<b>59196180</b>	<b>100.0</b>	<b>TOTAL</b>	<b>59190432</b>	<b>100.0</b>

*Bilancio idraulico cumulato durante l'anno idrologico tra Ottobre 2015 e Settembre 2016*



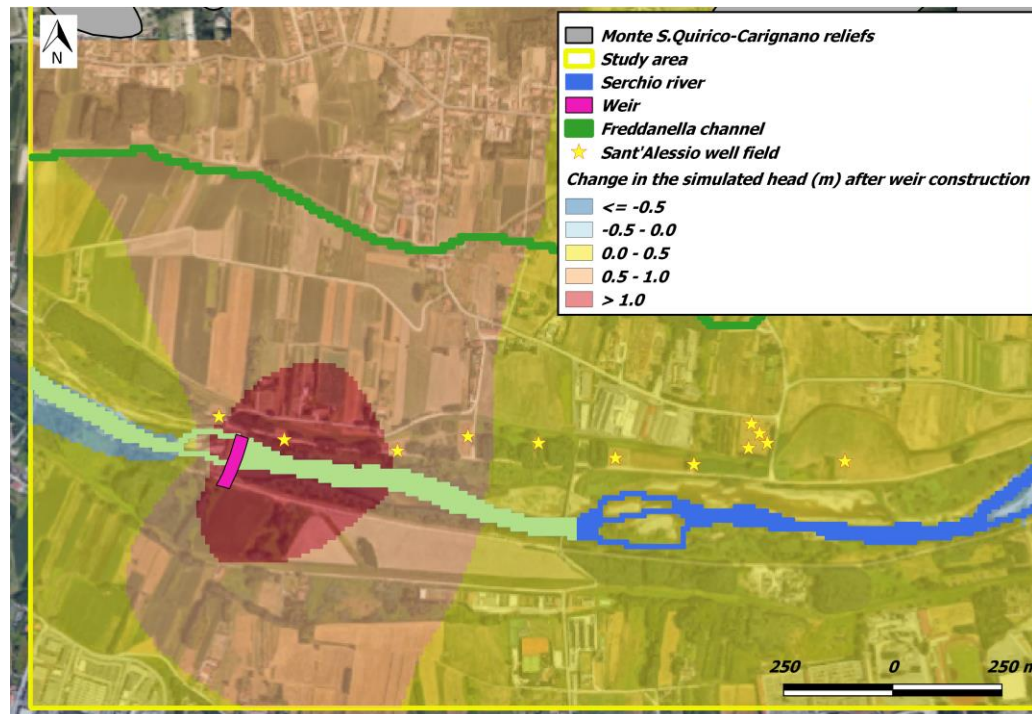
*Altezza idraulica simulata alla fine di Settembre 2016*



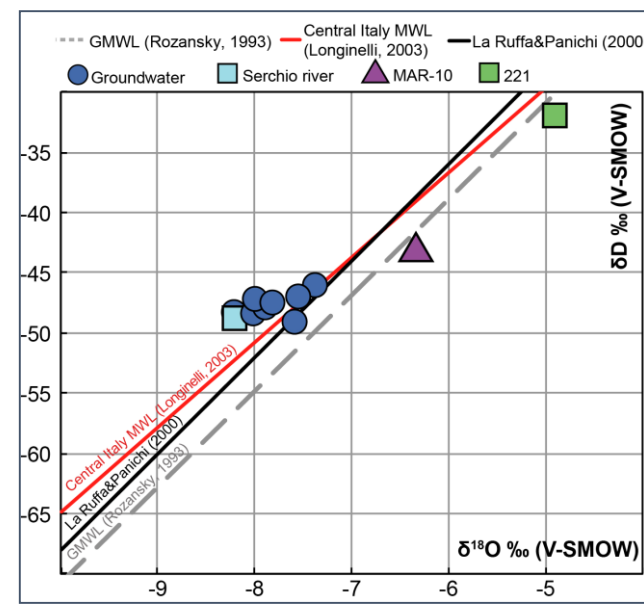
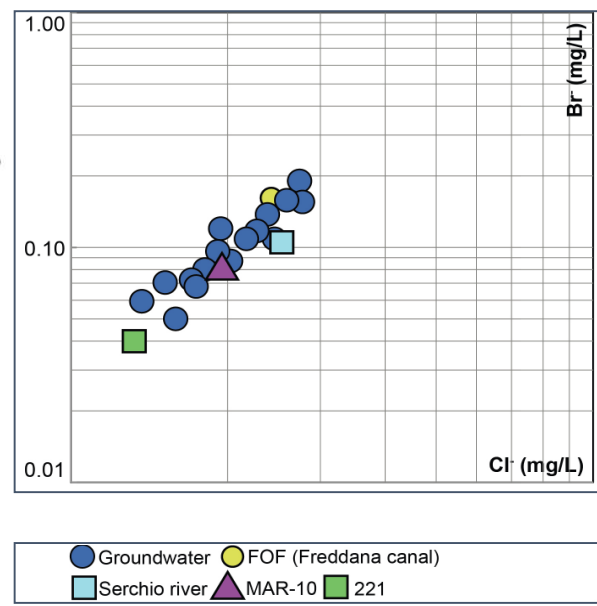
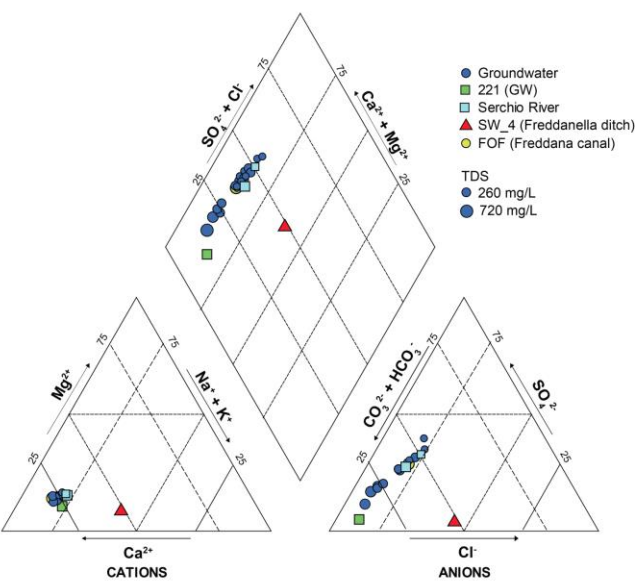
# Effetto della traversa di Sant'Alessio



	no-weir/no-wells	no weir/average pumping 0.350 m <sup>3</sup> /s	change in recharge (m <sup>3</sup> /s)
Net aquifer recharge (m <sup>3</sup> /s)	0,151	0,488	0,337
	no weir/average pumping 0.350 m <sup>3</sup> /s	weir/average pumping 0.350 m <sup>3</sup> /s	change in recharge (m <sup>3</sup> /s)
Net aquifer recharge (m <sup>3</sup> /s)	0,488	0,521	0,033
	weir/average pumping 0.350 m <sup>3</sup> /s	weir/average pumping 0.430 m <sup>3</sup> /s	change in recharge (m <sup>3</sup> /s)
Net aquifer recharge (m <sup>3</sup> /s)	0,521	0,609	0,088



Le acque emunte sono acque superficiali (fiume Serchio).  
 Gli elementi più conservative come Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, e SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> indicano chiaramente i processi di mixing tra le acque superficiali e quelle sotterranee.

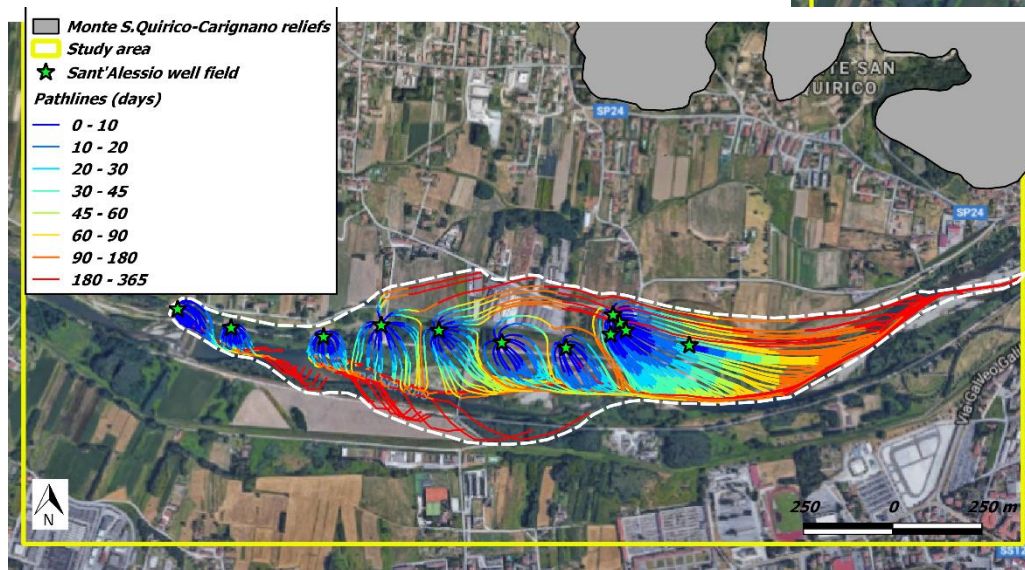
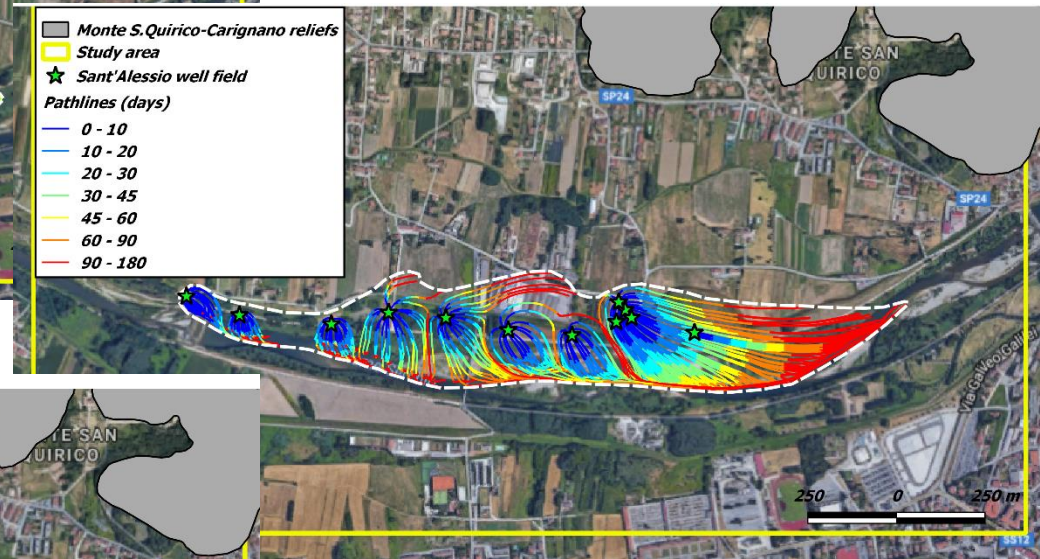
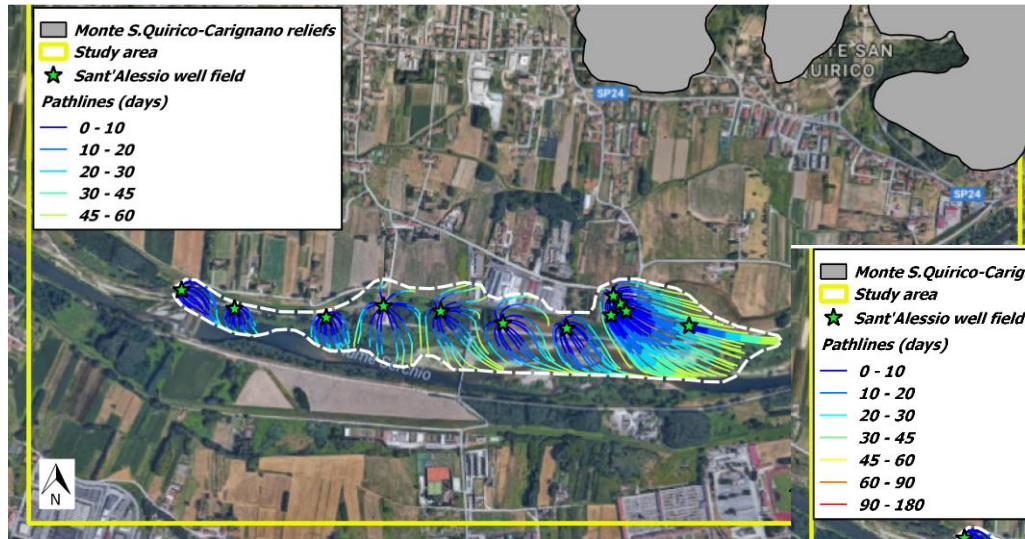


Ca-HCO<sub>3</sub> hydrochemical facies

Per quanto riguarda i nutrient, il contenuto di nitrati varia tra 0.2 mg/L e 9 mg/L nei campioni di acque sotterranee e tra 0.8 mg/L e 3.2 mg/L nei campioni di acque superficiali



# Aree di rispetto pozzi idropotabili

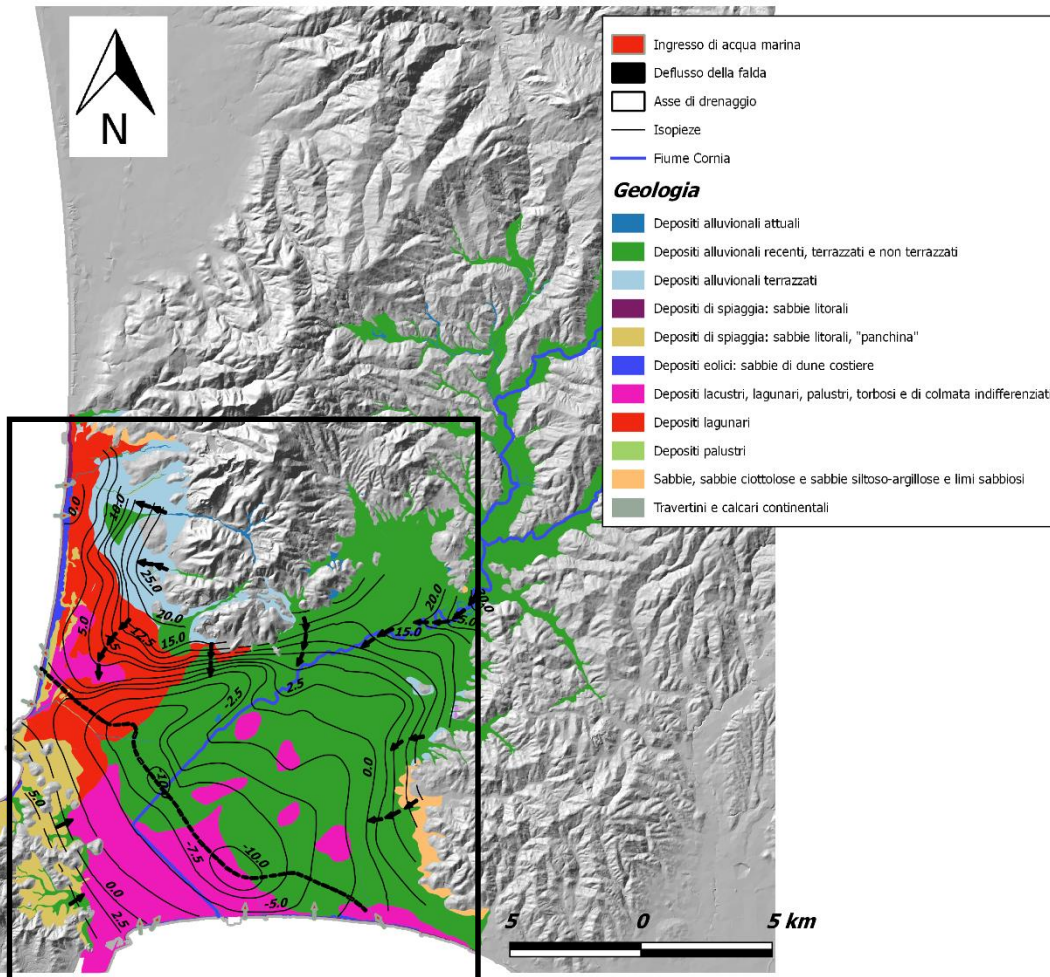




# Simulazioni per la gestione della risorsa idrica sotterranea in Val di Cornia

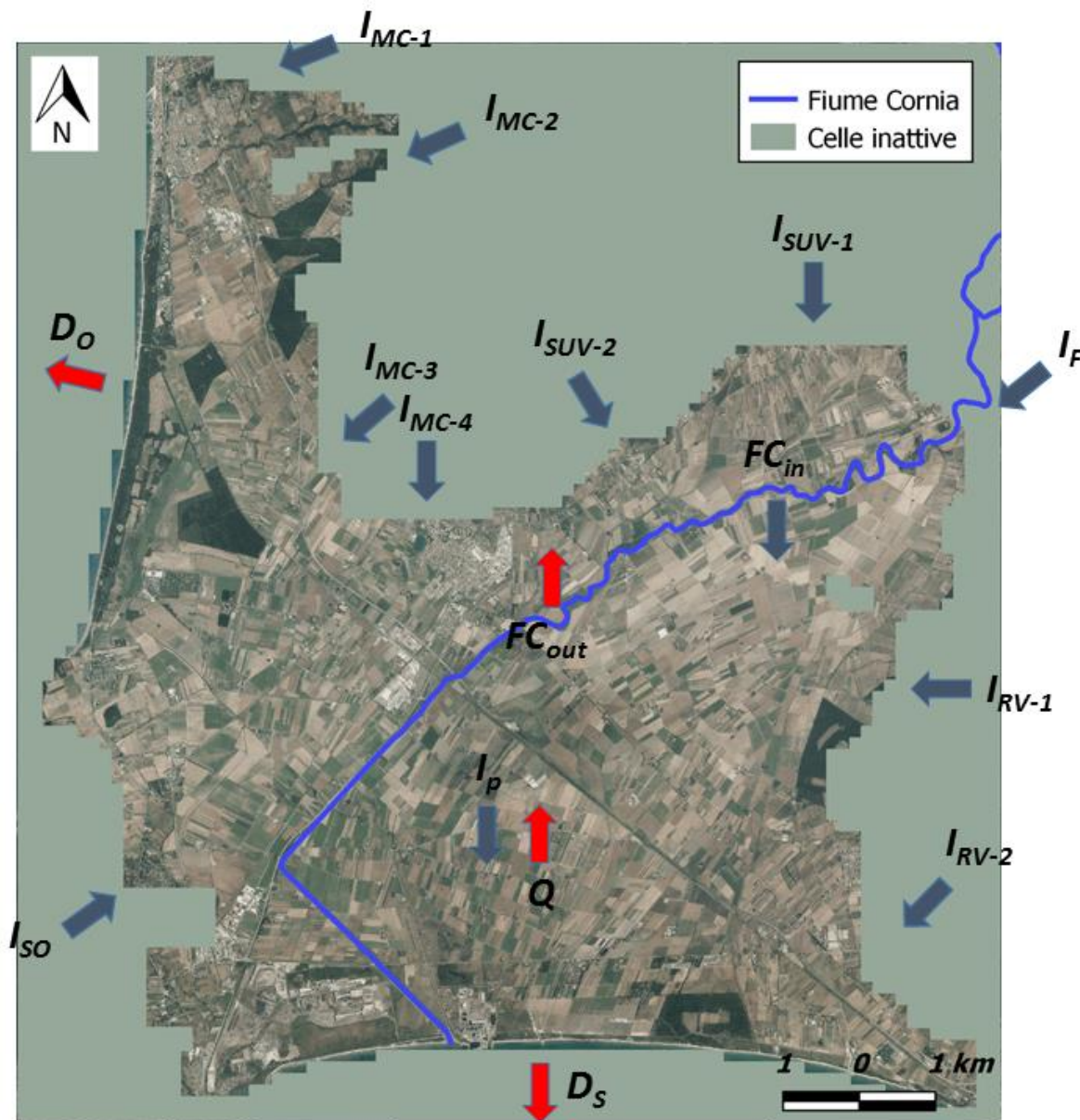


# Il caso studio della Val di Cornia



- Sovrasfruttamento della falda fin dai primi anni '50
- Consistenti abbassamenti del livello (fino a 12 m sotto il livello del mare)
- Deficit del bilancio idrico del sistema
- Salinizzazione

# Modello concettuale





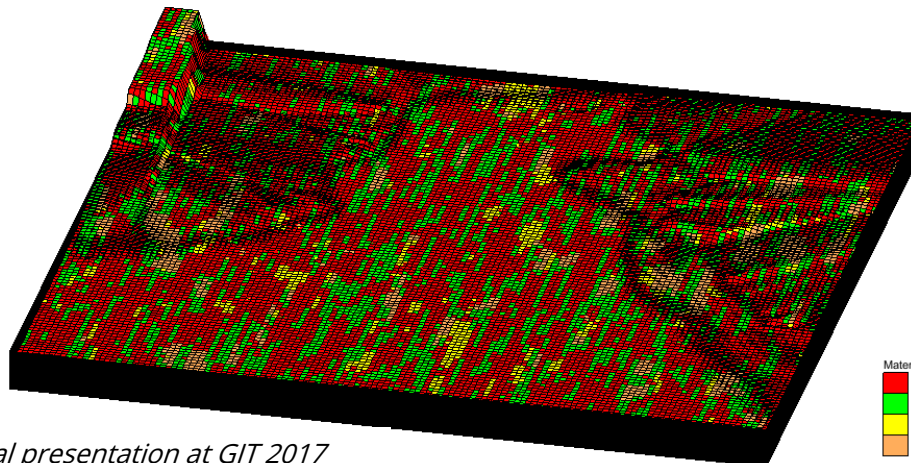
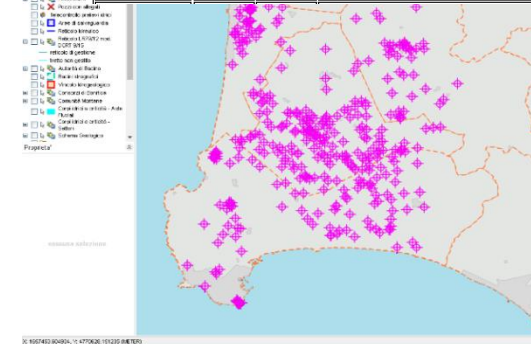
# Rappresentazione delle eterogeneità



- 300 log stratigrafici dalla banca dati Incs.Tro (Provincia di Livorno)
- Dati digitalizzati e categorizzati in GMS Aquaveo (argille, limi, sabbie, ghiaie)
- Utilizzo di T-Progs per definire le eterogeneità utilizzando le catene 3D di Markov
- Utilizzo di vincoli geologici (rapporti di forma)

Stratigrafia del pozzo n.: 13814

Spessore	m	Strati	Descrizione
2	2.00		Suolo
8	10.00		Argilla azzurra
2	12.00		Ghiaia asciutta
10	22.00		Argilla sabbiosa grigio-azzurra
2	24.00		Ghiaia con acqua
2	26.00		Argilla
3	29.00		Argilla sabbiosa

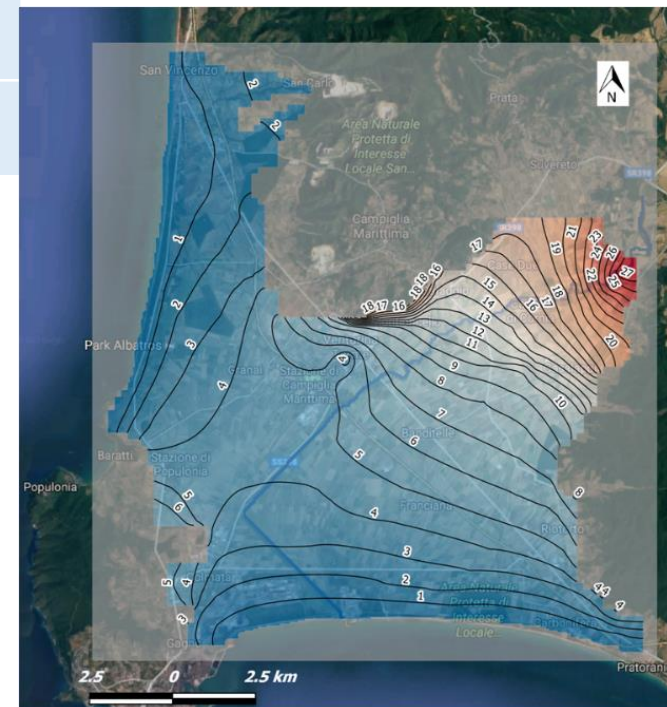


Materials  
■ argille  
■ ghiaie  
■ sabbie  
■ limi

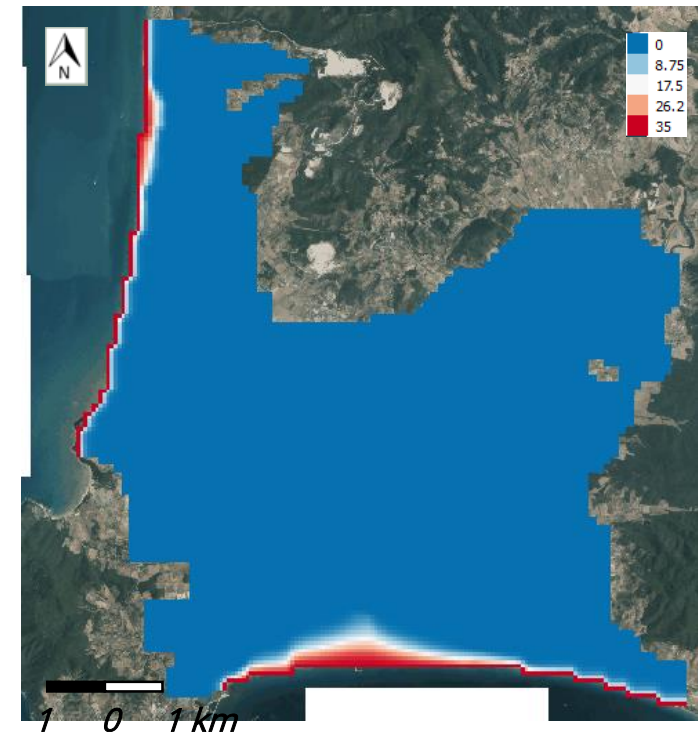
Inflow terms	Cumulative volume (Mm <sup>3</sup> )	% over total	Outflow terms	Cumulative volume (Mm <sup>3</sup> )	% over total
Storage	0.2	1	Storage	0.5	1
Inflow from reliefs	13.1	28	Abstractions	9.6	21
River leakage	16.8	36	River leakage	5.1	11
Recharge	16.2	35	Outflow through coasts	31.0	67
<b>Total inflow</b>	<b>46.3</b>	<b>100</b>	<b>Total outflow</b>	<b>46.2</b>	<b>100</b>

*Bilancio idraulico cumulato durante l'anno idrologico tra Aprile 2016 e Maggio 2017*

*Altezza idraulica simulata alla fine di Novembre 2016*



- Modello di dettaglio dell'area a nord-est del dominio
- Simulazione del fenomeno di intrusione salina
- Strumento di gestione della risorsa idrica sotterranea in merito allo sfruttamento per scopi irrigui







# FREEWAT

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



# *Grazie per l'attenzione*

