

Eu.watercenter Annual Conference 2018

***Acque superficiali e sotterranee del territorio emiliano
dati di tendenza per la gestione efficiente della risorsa idrica***

Oscillazione e tendenza dei livelli della falda superficiale della pianura di Parma e modello tridimensionale degli acquiferi

**Maria Elena Tortorici, Fabio Molinari, Giulio Torri e Renzo Valloni
Dipartimento di Ingegneria e Architettura Università di Parma**

Università di Parma DUSIC - Aula Magna di Borgo Carissimi - 28 settembre 2018

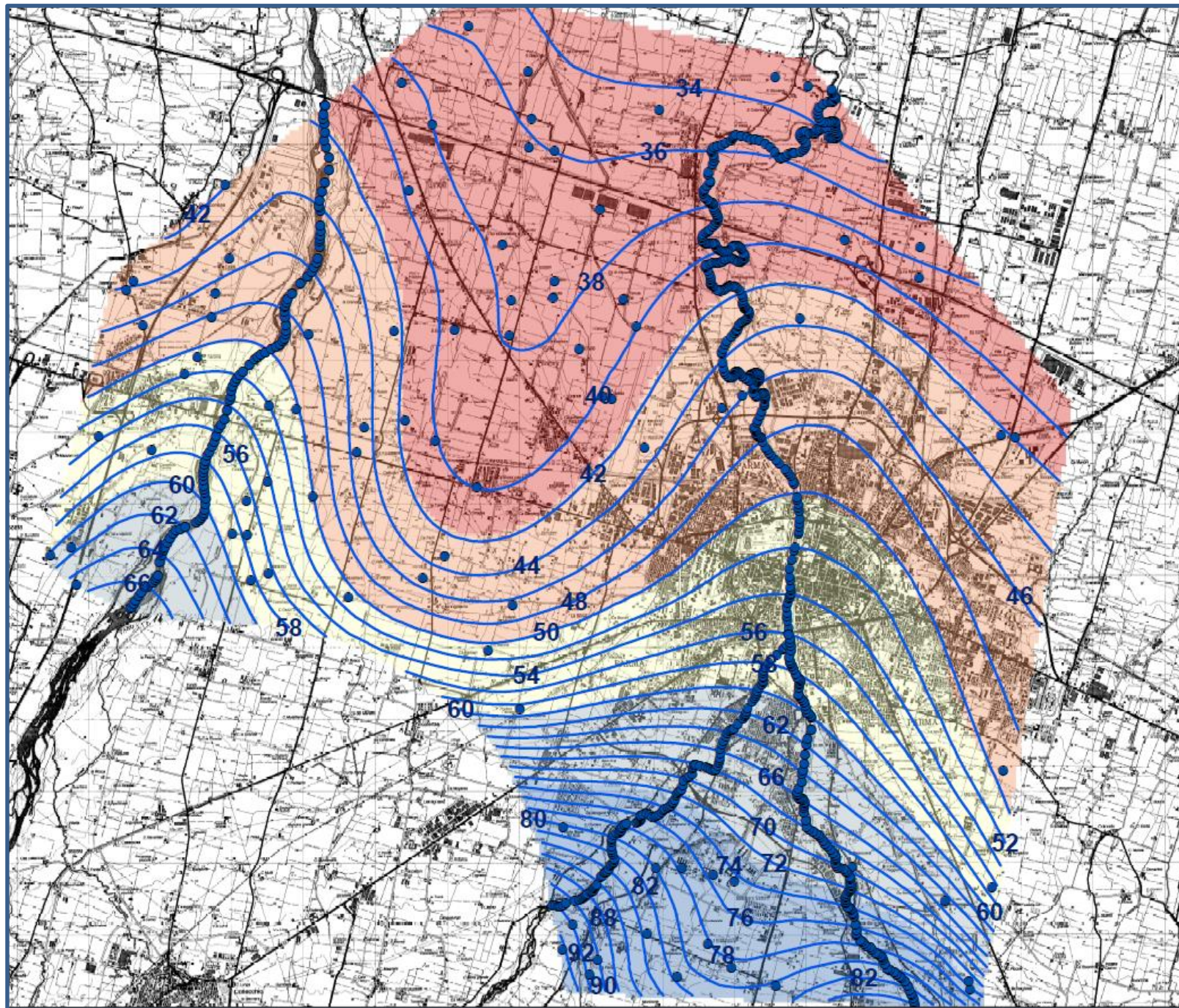
Database rilevazione livello falda freatica Pianura di Parma

LEVATA	MAG 1990		MAR 1992		MAG 1997	
Autore	Università Parma		Comune Parma		Comune Parma	
Area	Pianura Parma		Pianura Parma		Pianura Parma	
N°pozzi	33		165		140	

LUG 1999	SET 1999	NOV 1999	MAG 2000	MAG 2000	MAG 2001	OTT 2001
Università Parma	Università Parma	Università Parma	Comune Parma	Università Parma	Università Parma	Università Parma
Parma Ovest	Parma Ovest	Parma Ovest	Pianura Parma	Areale Taro	Parma Ovest	Parma Ovest
28	27	30	139	15	32	34

GIU 2002	NOV 2003	FEB 2004	MAG 2004	LUG 2004	
Università Parma	Università Parma	Università Parma	Università Parma	Università Parma	
Parma Ovest	Parma Ovest	Parma Ovest	Parma Ovest	Parma Ovest	
27	35	43	45	45	

APR 2009	OTT 2009	NOV 2010		MAG 2017	OTT 2017	MAG 2018
Università Parma	Università Parma	Università Parma		Università Parma	Università Parma	Università Parma
Parma Ovest	Parma Ovest	Parma Ovest		Pianura Parma	Pianura Parma	Parma Sud
31	38	28		118	135	88



Levata Primavera 2017

● Pozzi monitoraggio

●●●●● Quote alveo

Piezometria m s.l.m.

min 34 m

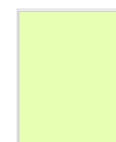
Isopieze

max 92 m

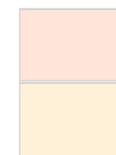
Fava 2017, modificata

ASSETTO ACQUIFERO SUPERFICIALE PIANURA DI PARMA

Profondità falda
dal piano campagna
(Soggiacenza)



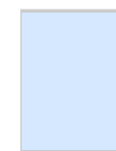
Subaffiorante



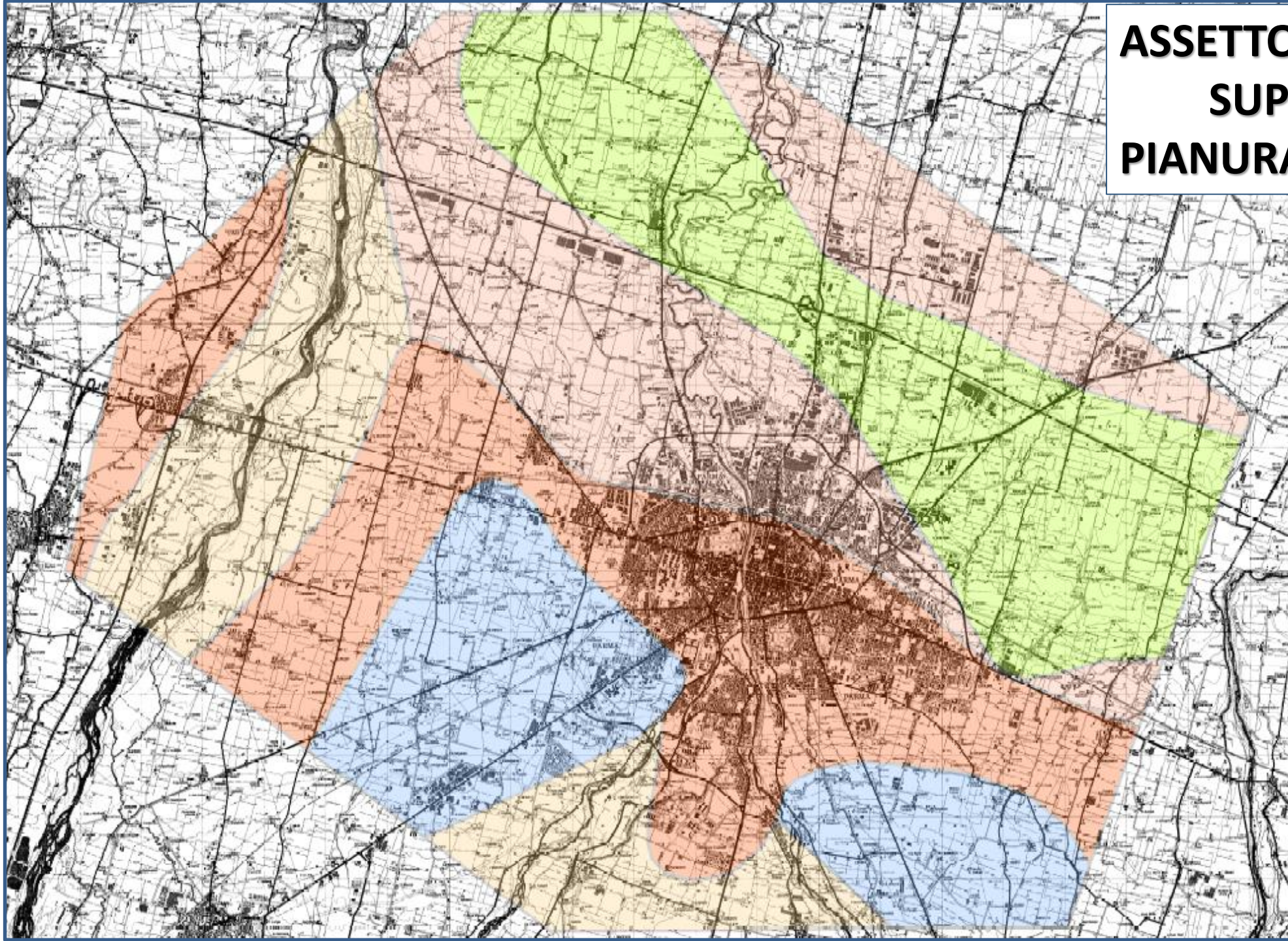
< 10 m



10-20 m



> 20 m



Oscillazione e Scostamento livello falda

LEVATA	MAG 1990		MAR 1992		MAG 1997	
Autore	Università Parma		Comune Parma		Comune Parma	
Area	Pianura Parma		Pianura Parma		Pianura Parma	
N°pozzi	33		165		140	

LUG 1999	SET 1999	NOV 1999	MAG 2000	MAG 2000	MAG 2001	OTT 2001
Università Parma	Università Parma	Università Parma	Comune Parma	Università Parma	Università Parma	Università Parma
Parma Ovest	Parma Ovest	Parma Ovest	Pianura Parma	Areale Taro	Parma Ovest	Parma Ovest
28	27	30	139	15	32	34

Es. Oscillazione (stagionale)

GIU 2002	NOV 2003	FEB 2004	MAG 2004	LUG 2004	
Università Parma	Università Parma	Università Parma	Università Parma	Università Parma	
Parma Ovest	Parma Ovest	Parma Ovest	Parma Ovest	Parma Ovest	
27	35	43	45	45	

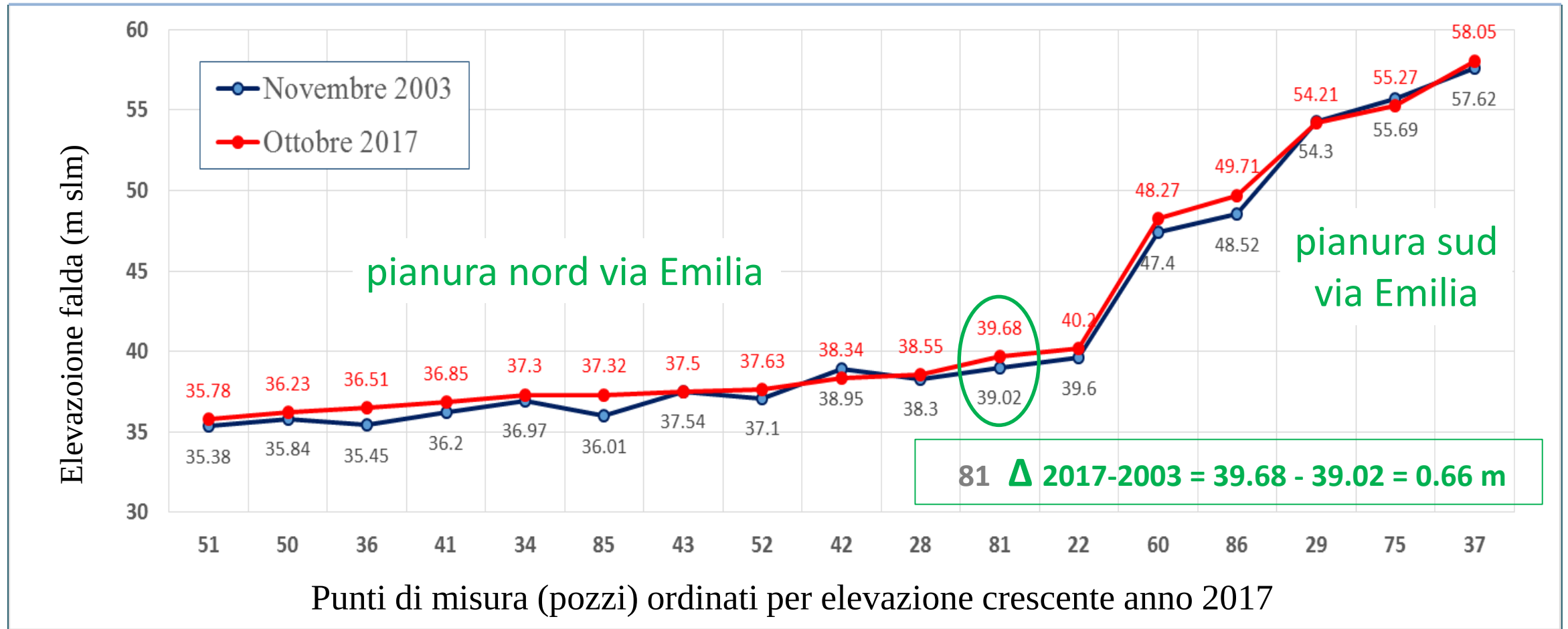
Livello
stagionale
Max primavera
Min autunno

Es. Scostamento (di periodo)

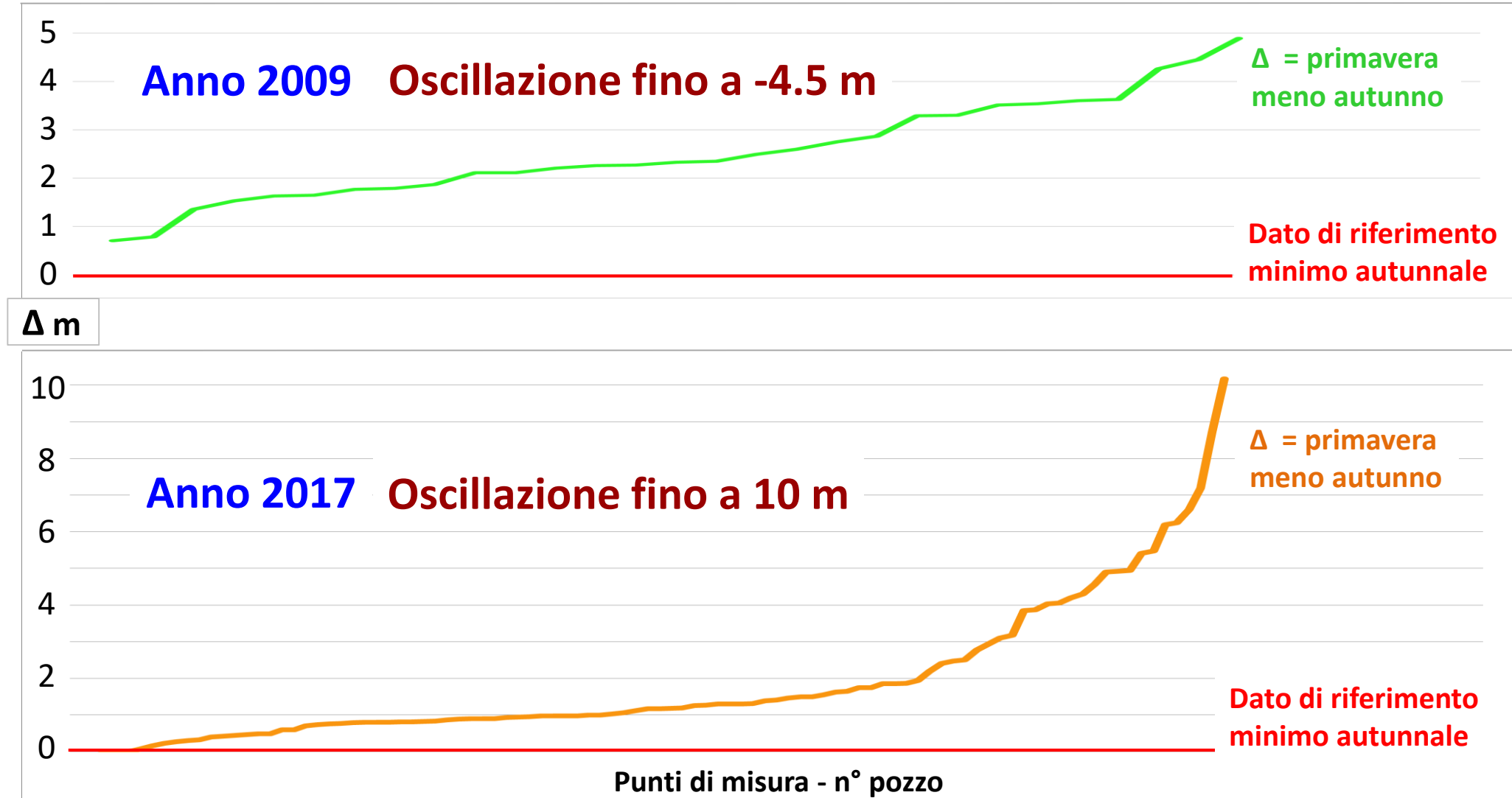
APR 2009	OTT 2009	NOV 2010		MAG 2017	OTT 2017	MAG 2018
Università Parma	Università Parma	Università Parma		Università Parma	Università Parma	Università Parma
Parma Ovest	Parma Ovest	Parma Ovest		Pianura Parma	Pianura Parma	Parma Sud
31	38	28		118	135	88

Scostamento di periodo: annate siccitose 2003 e 2017 - levata autunnale

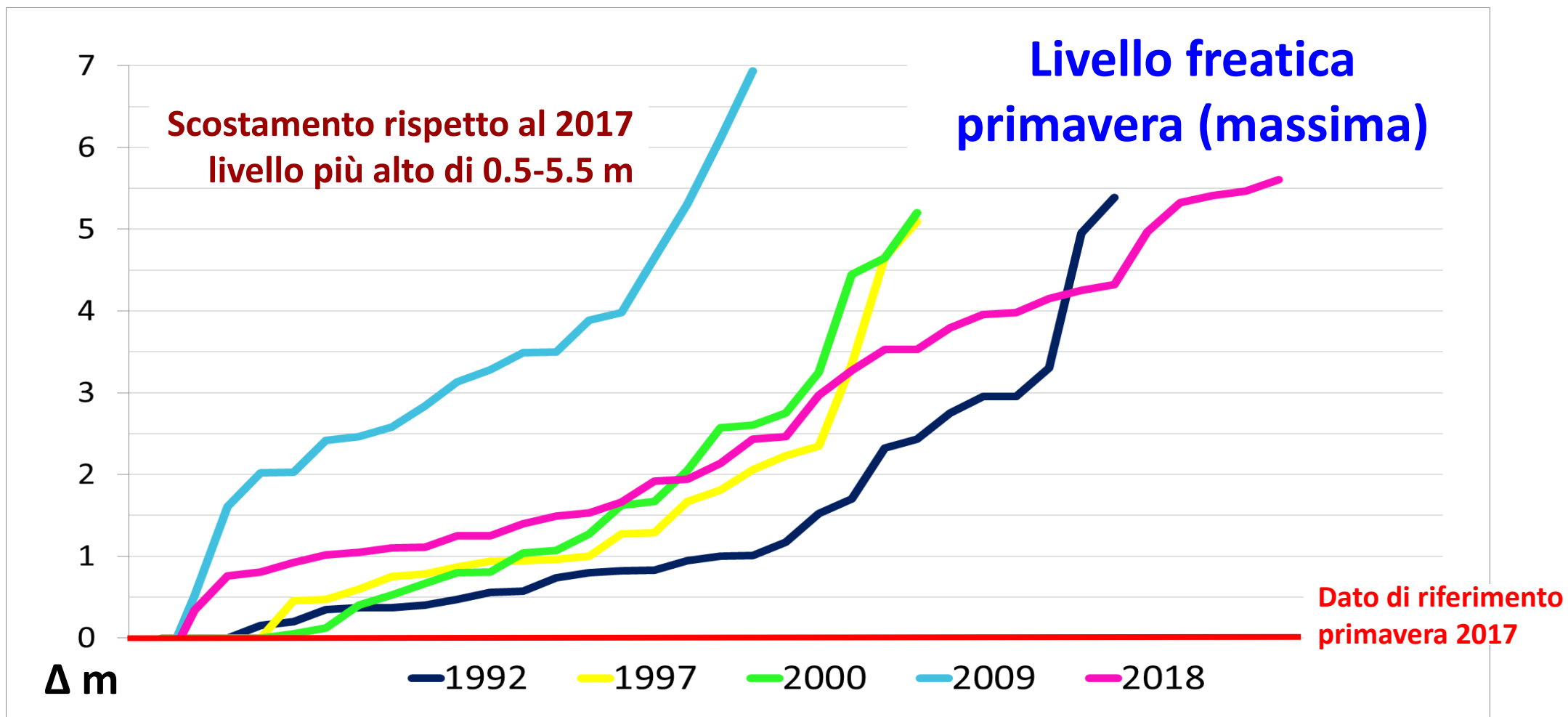
Esempio calcolo differenza (Δ) livello freatico per pozzi coincidenti



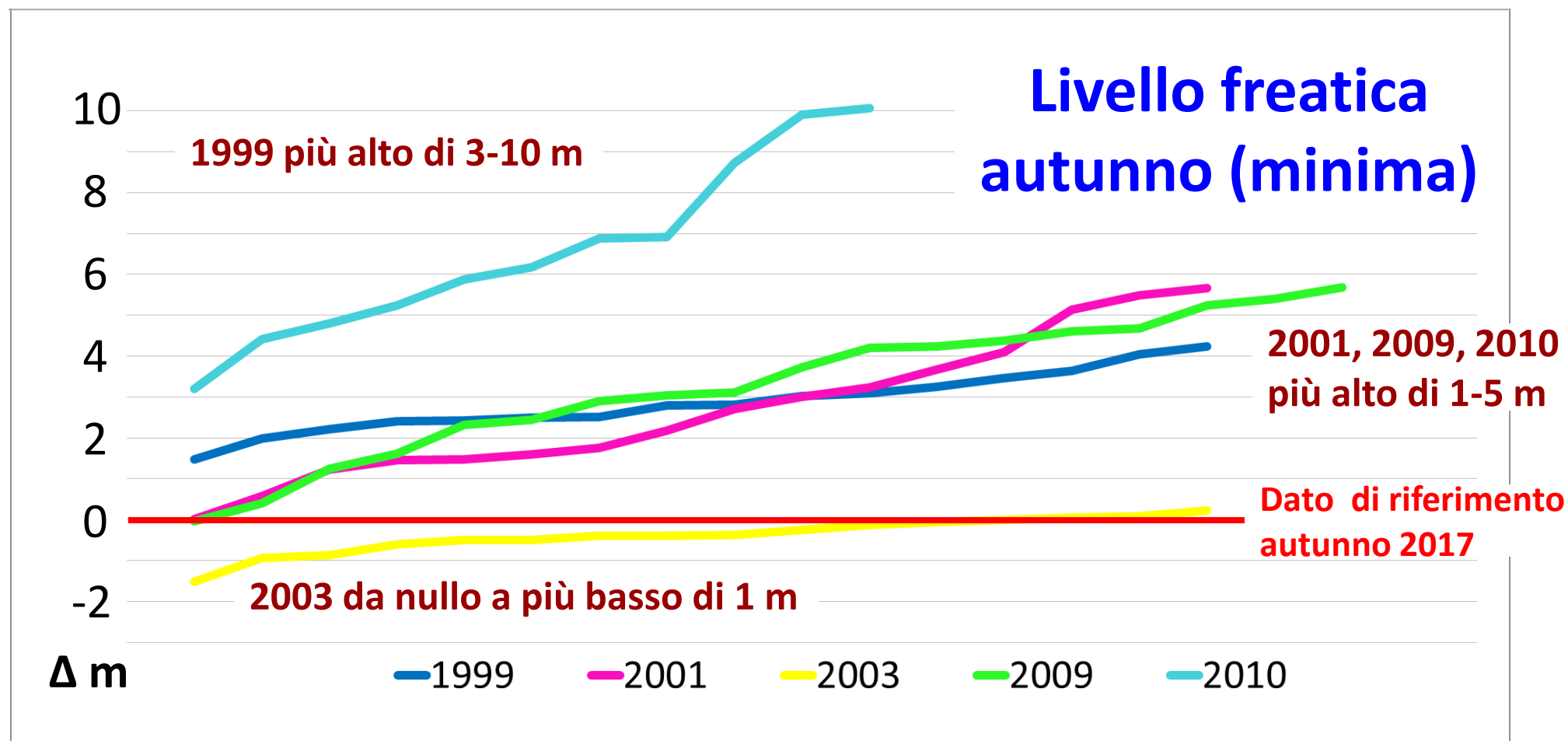
Oscillazione stagionale freatica: massima meno minima *per pozzi coincidenti - ascissa in scala ordinale*

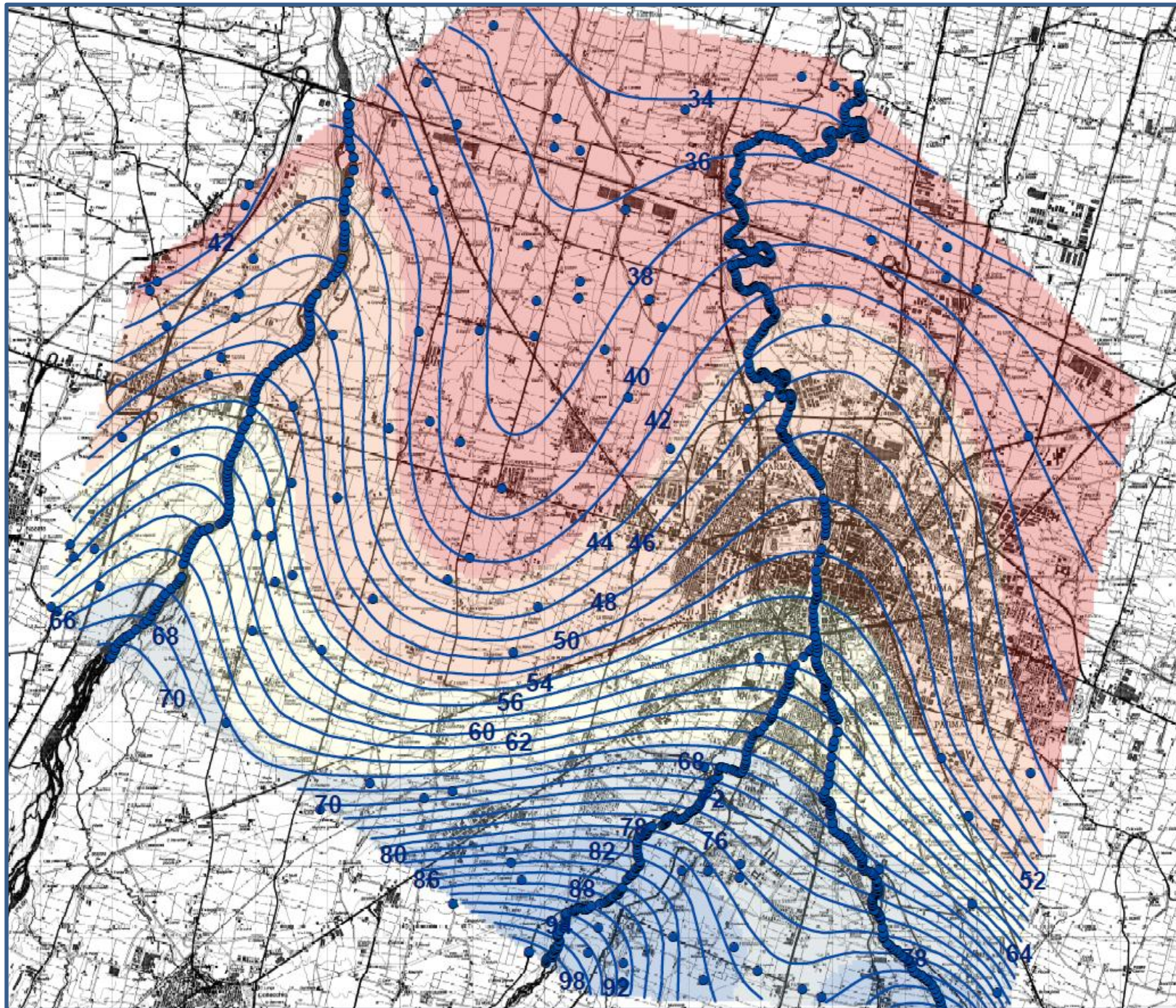


Scostamento di periodo: ciascun anno rispetto 2017 (zero) *per pozzi coincidenti - ascissa in scala ordinale*



Scostamento di periodo: ciascun anno rispetto 2017 (zero) *per pozzi coincidenti - ascissa in scala ordinale*





Levata autunno 2017

● Pozzi monitoraggio

●●●●● Quote alveo

Piezometria m s.l.m.

— min 34 m

— Isopieze

— max 98 m

DALLA PIEZOMETRIA AL MODELLO 3D DELL'ACQUIFERO FREATICO

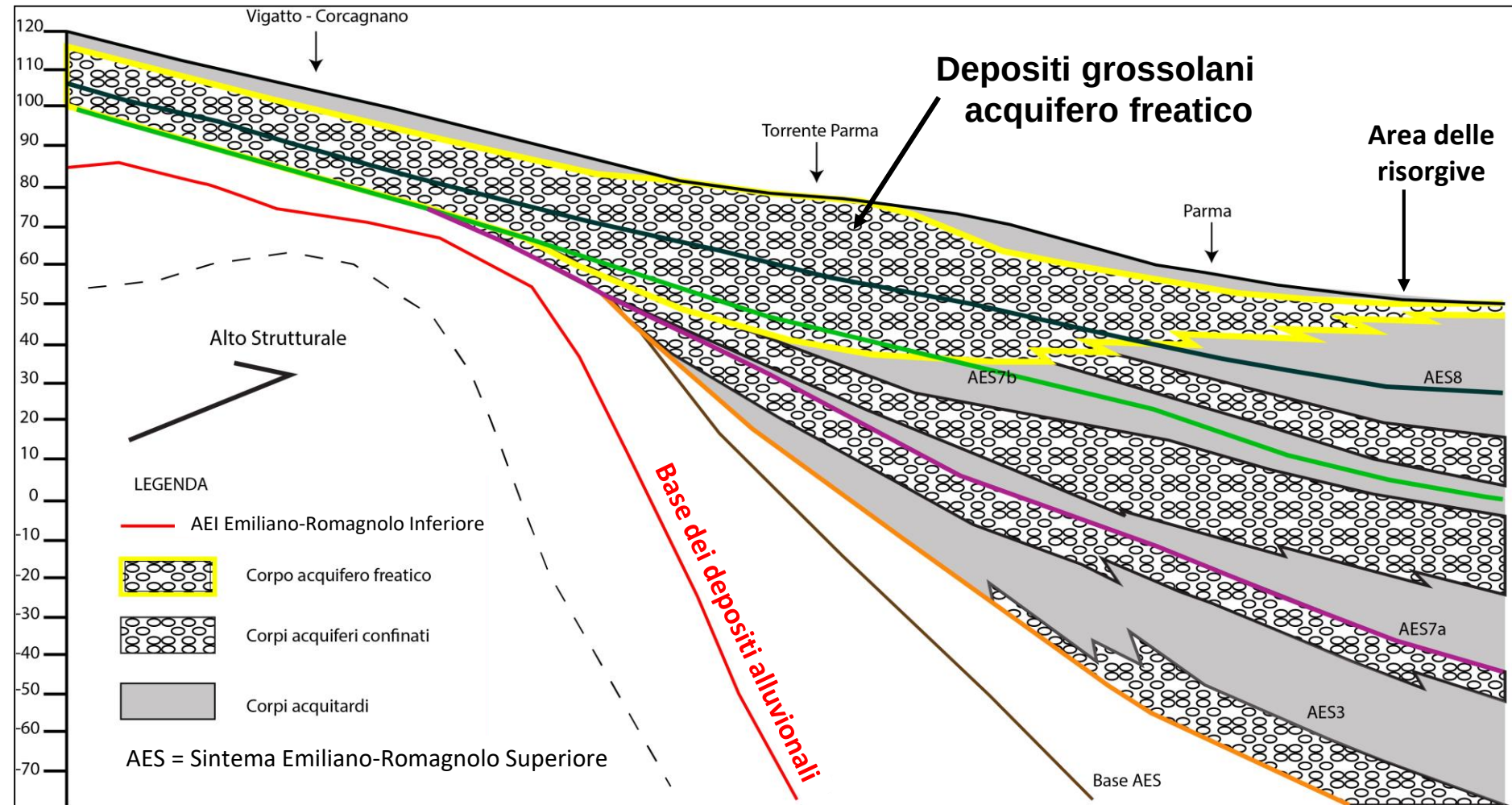
Sezione idrostratigrafica concettuale della Pianura di Parma

Esemplificazione sul tracciato Corcagnano Parma

In questo lavoro si considera solo l'acquifero freatico (contornato in giallo)

La linea nera AES8 rappresenta la base dell'unità di Ravenna datata 18.000 anni fa

Le altre linee in colore rappresentano i limiti fra le principali unità idrostratigrafiche (RER - ENI-AGIP, 1998)

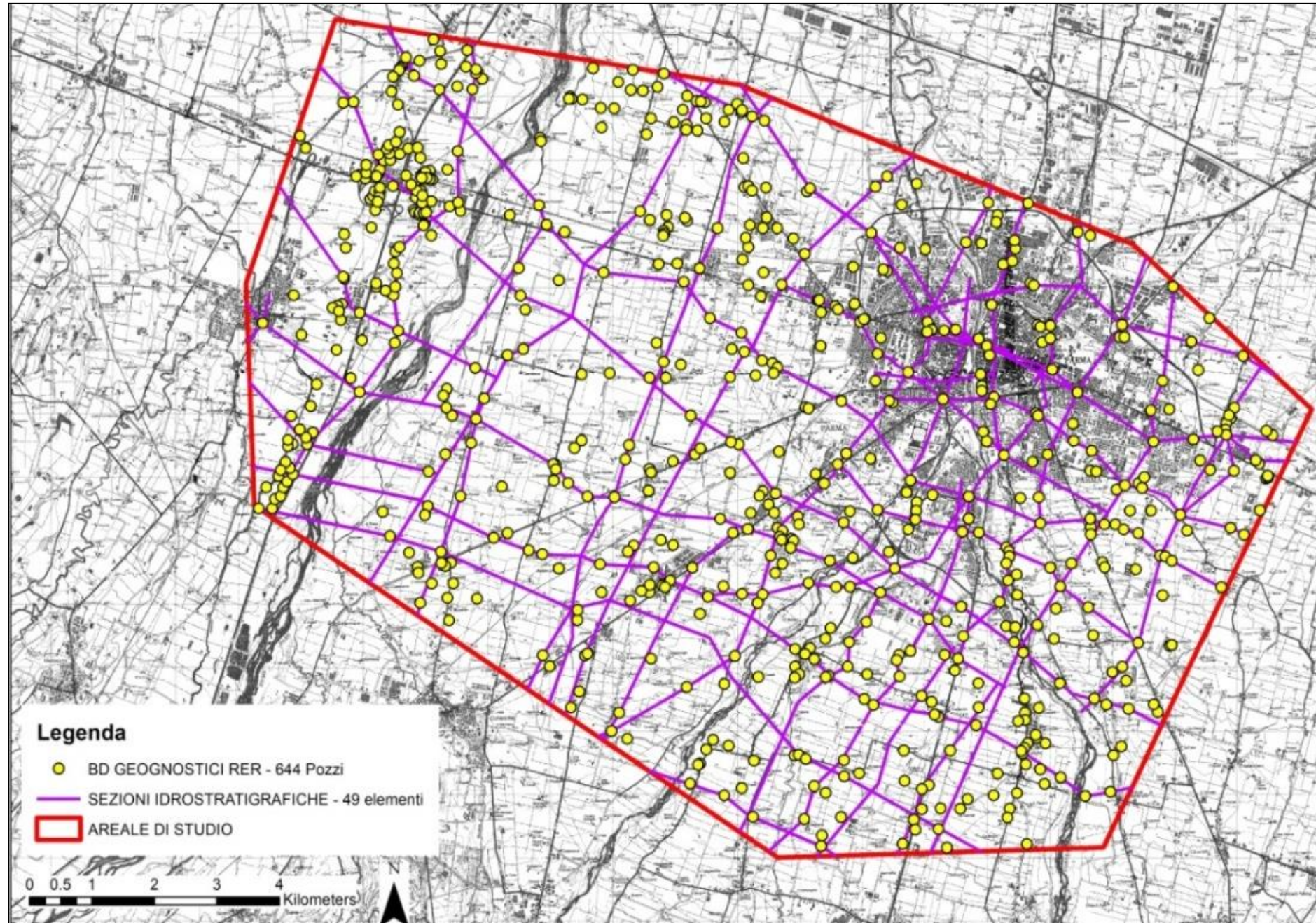


Fasi della costruzione del modello tridimensionale dell'acquifero freatico della Pianura di Parma e stima delle potenzialità idriche

- **Costruzione di una griglia di sezioni geologiche del sottosuolo integrando i dati geognostici 1D (pozzi, sondaggi, ecc) con ogni altra informazione utile**
- **Vestizione (idrostratigrafica e idrogeologica) della griglia di sezioni geologiche con le superfici che definiscono i Complessi Acquiferi (sensu RER - ENI-AGIP, 1998) e con la delimitazione degli acquiferi confinati, dell'acquifero freatico, ecc.**
 - **Caricamento dei dati georeferenziati di tipo geologico, idrostratigrafico e idrogeologico nel software Leapfrog Geo 4.2 e sviluppo del modello 3D del sottosuolo**
- **Importazione di elaborati piezometrici di levate stagionali dell'acquifero freatico nel modello 3D**
- **Produzione di elaborati (1D, 2D e 3D) di quantificazione della risorsa idrica quali, ad esempio, le mappe degli spessori dell'acquifero freatico**
- **Calcolo di volume idrici (es. riserve stoccate nell'acquifero freatico) e del trasporto idrico (es. portata naturale della falda) su determinate sezioni di flusso**

Database del modello 3D del sottosuolo della Pianura di Parma

Ubicazione
sondaggi
geognostici
utilizzati e traccia
delle sezioni
idrostratigrafiche
realizzate con la
correlazione dei
dati di pozzo



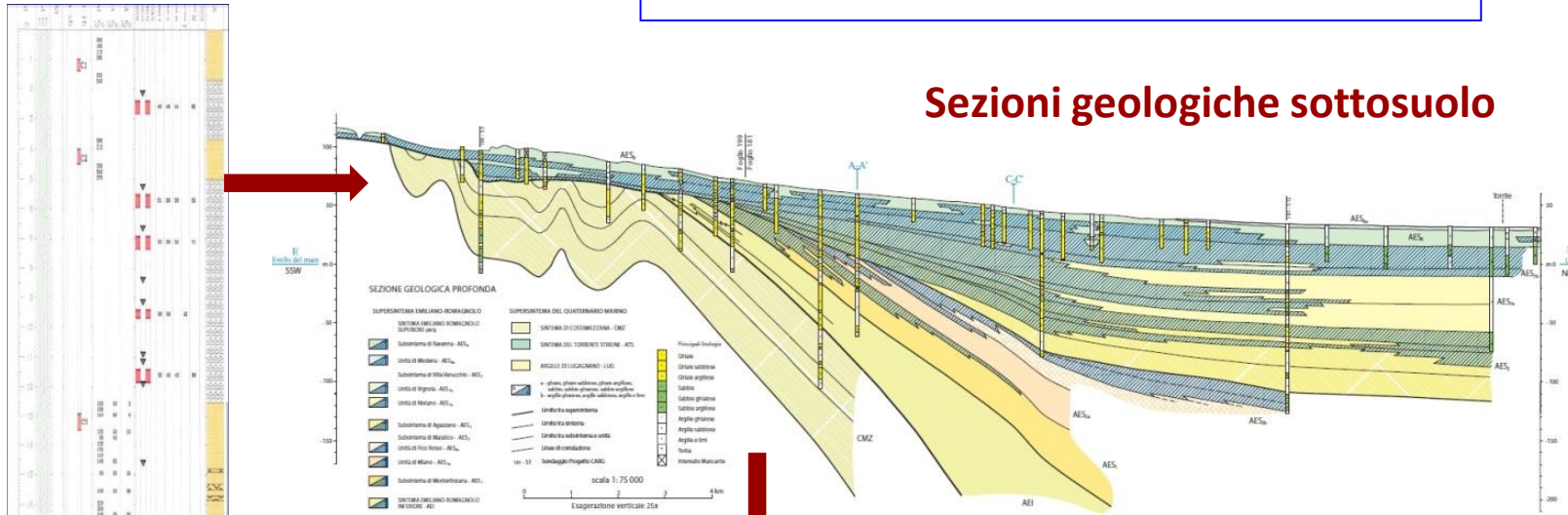
**Sondaggio
geognostico**

Da 1D a 2D a 3D

Sezioni geologiche sottosuolo

**Georeferenziazione e
armonizzazione del dato in
ambiente 3D col software
Leapfrog Geo 4.2**

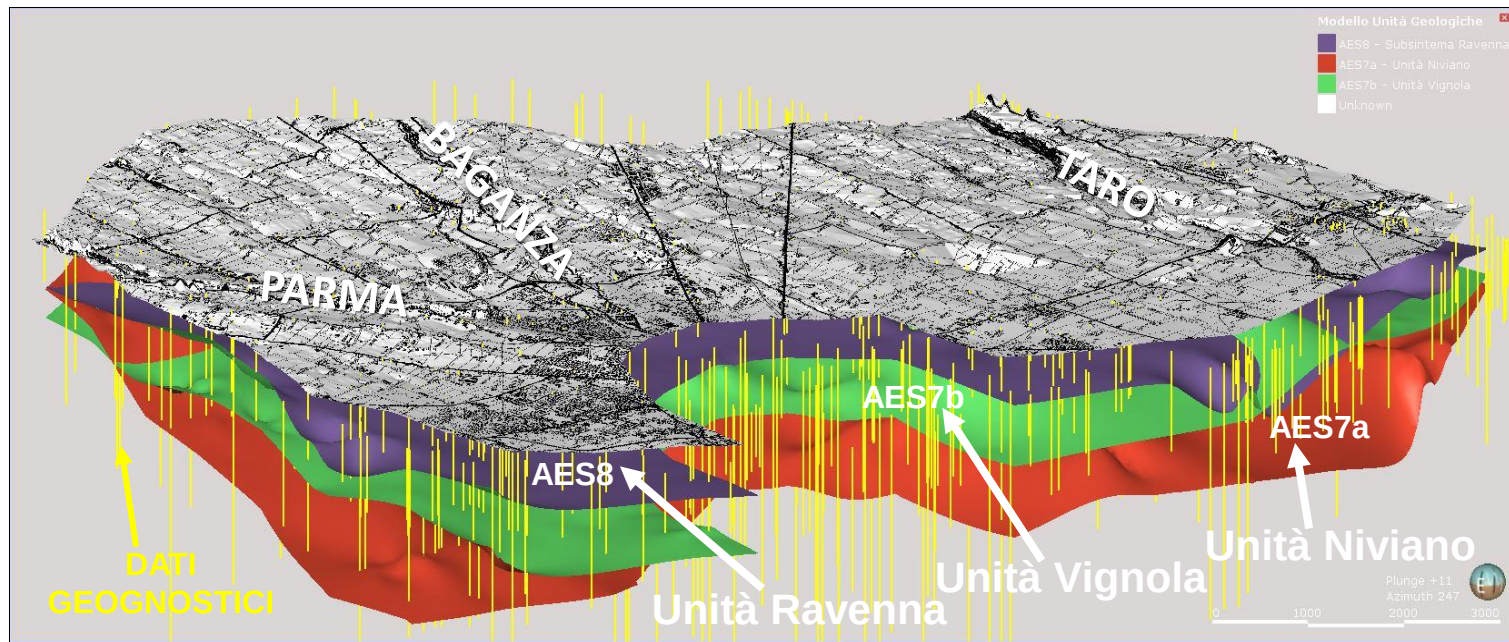
**Tutte le stratigrafie esistenti (pozzi
per acqua, sondaggi, prove cpt, ecc)
sono acquisite in ambiente 3D.
Lo stesso viene fatto con le sezioni
geologiche e idrostratigrafiche
esistenti o elaborate ad hoc.**



Griglia di sezioni idrostratigrafiche



DTM con dati geognostici e sezioni idrostratigrafiche

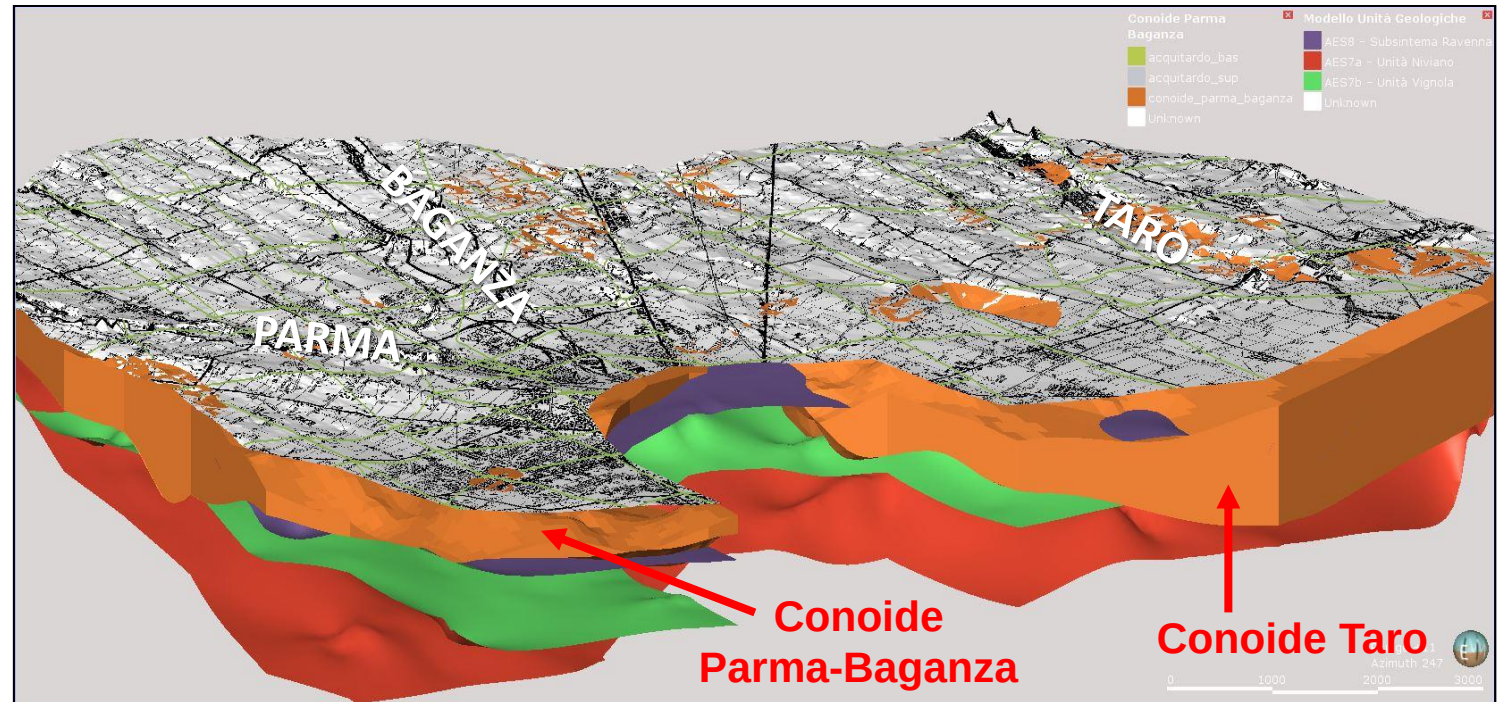


Modello geologico 3D

**Modellazione 3D dell'area di studio:
rappresentazione delle principali
unità geologiche del sottosuolo fino
alla profondità di 40-60 metri**

Esempio vestizione del modello geologico 3D

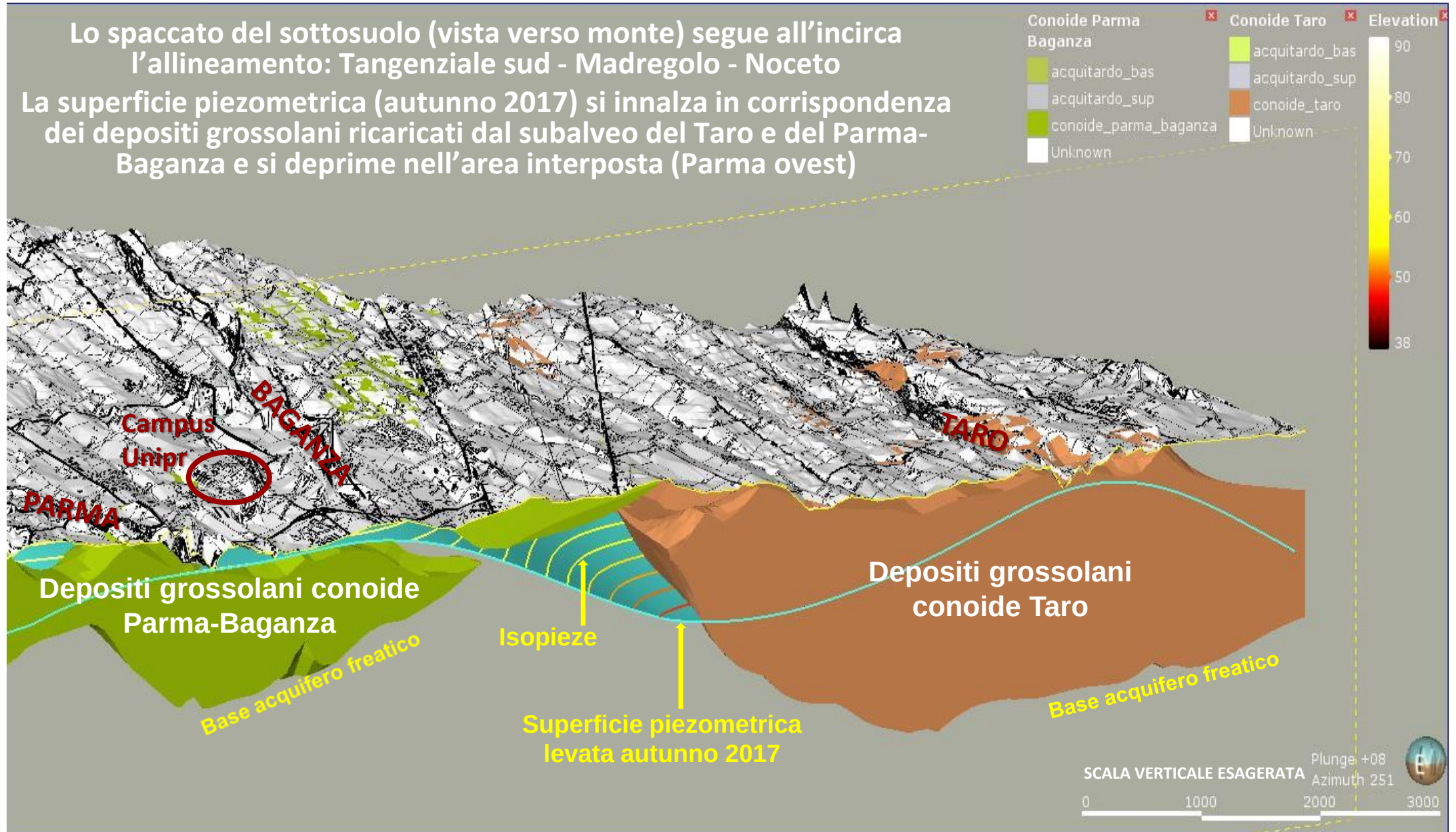
**Rappresentazione dei depositi a taglia
grossolana (ghiaie e ghiaie sabbiose)
appartenenti all'acquifero freatico delle
conoidi Taro e Parma-Baganza all'interno
delle principali unità geologiche**



Importazione di piezometrie nel modello 3D - 1

Lo spaccato del sottosuolo (vista verso monte) segue all'incirca l'allineamento: Tangenziale sud - Madregolo - Noceto

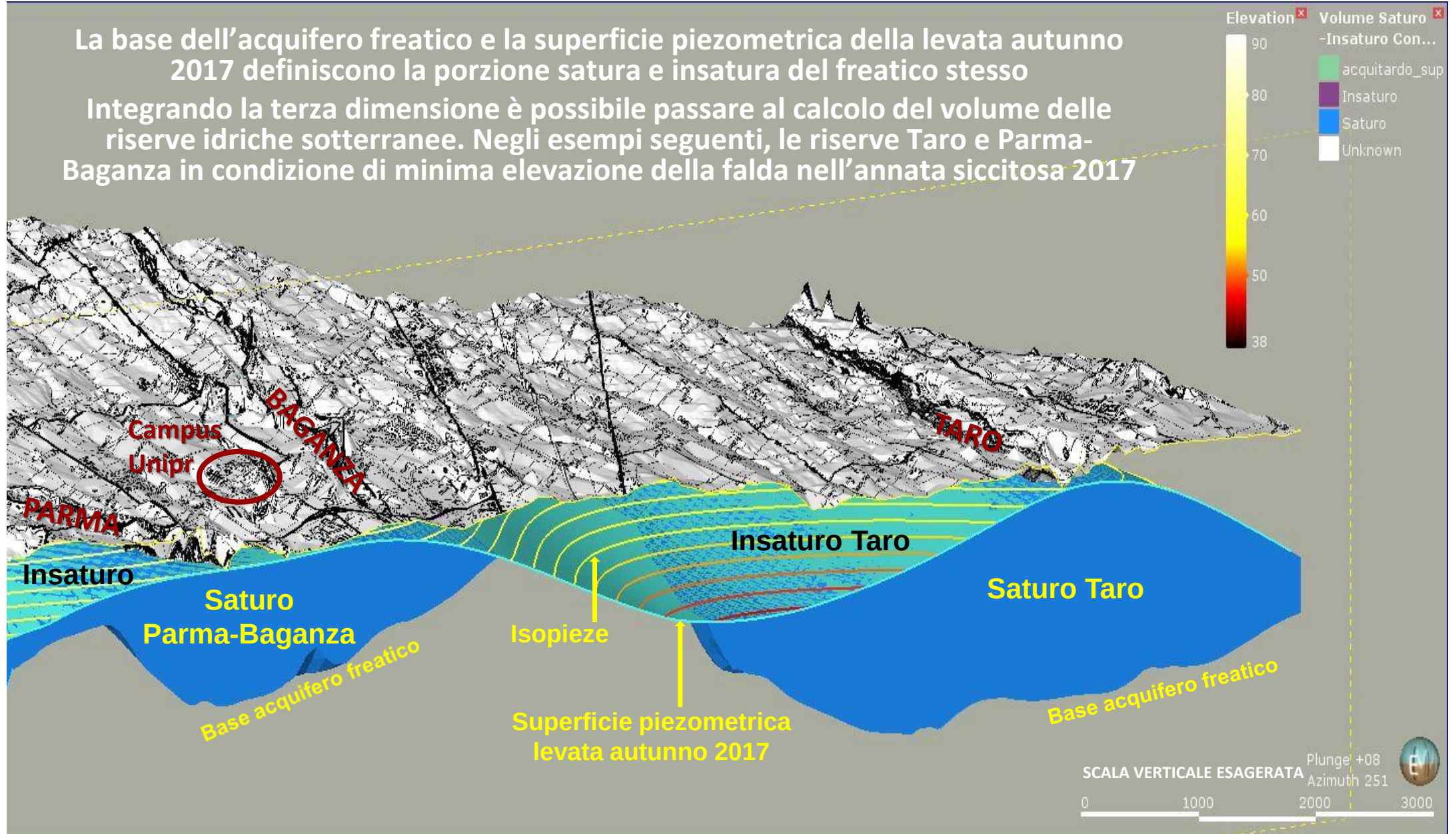
La superficie piezometrica (autunno 2017) si innalza in corrispondenza dei depositi grossolani ricaricati dal subalveo del Taro e del Parma-Baganza e si deprime nell'area interposta (Parma ovest)



Importazione di piezometrie nel modello 3D - 2

La base dell'acquifero freatico e la superficie piezometrica della levata autunno 2017 definiscono la porzione satura e insatura del freatico stesso

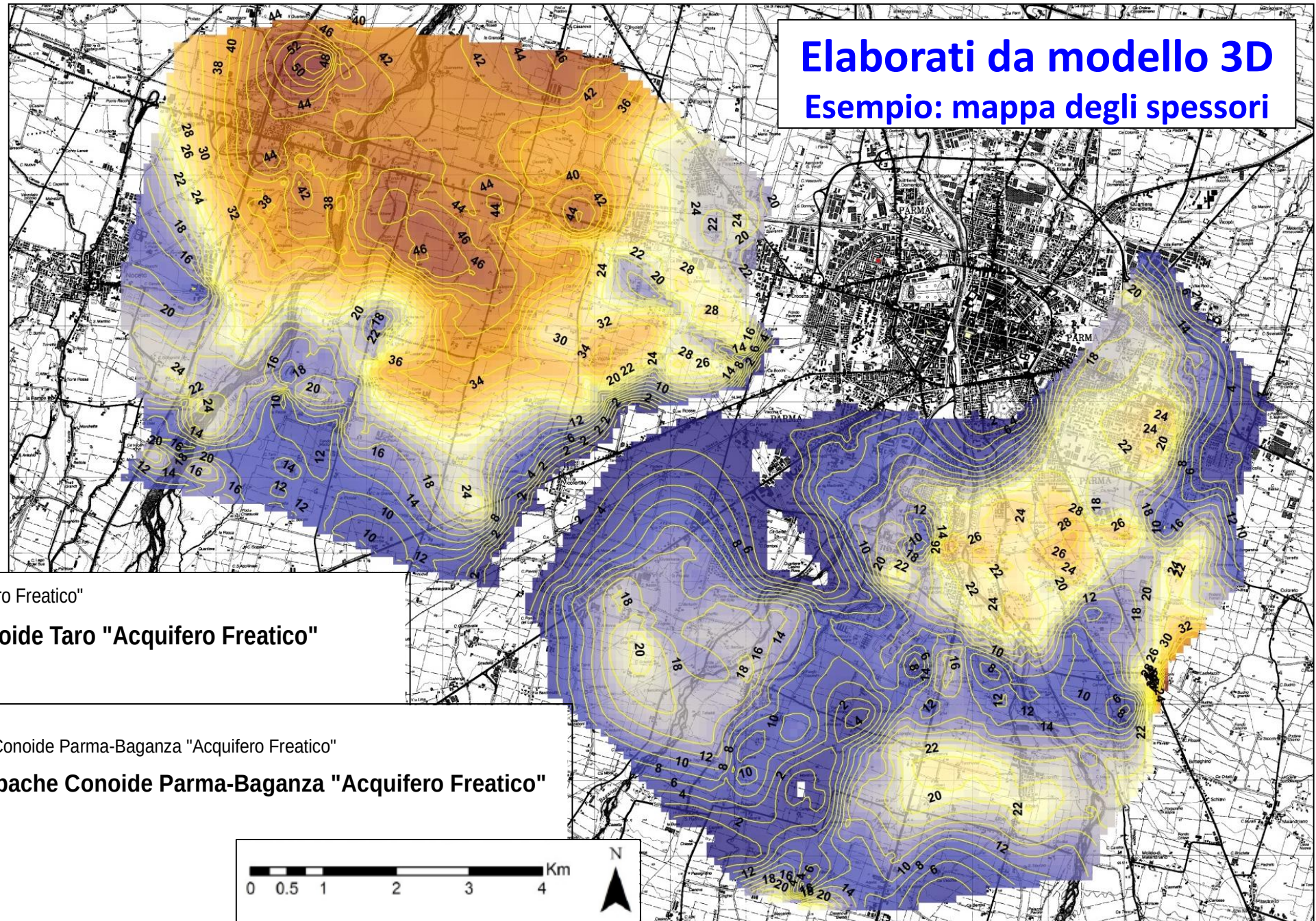
Integrando la terza dimensione è possibile passare al calcolo del volume delle riserve idriche sotterranee. Negli esempi seguenti, le riserve Taro e Parma-Baganza in condizione di minima elevazione della falda nell'annata siccitosa 2017



Isopache (linee di egual spessore) in metri dei corpi grossolani che costituiscono le conoidi Taro e Parma-Baganza limitatamente alla porzione sovrastante la base dell'acquifero freatico

Risaltano le maggiori dimensioni della conoide Taro sia come spessore sia come estensione areale

Elaborati da modello 3D
Esempio: mappa degli spessori



Calcolo delle risorse idriche stoccate nell'acquifero freatico

Riferimento piezometria autunno 2017

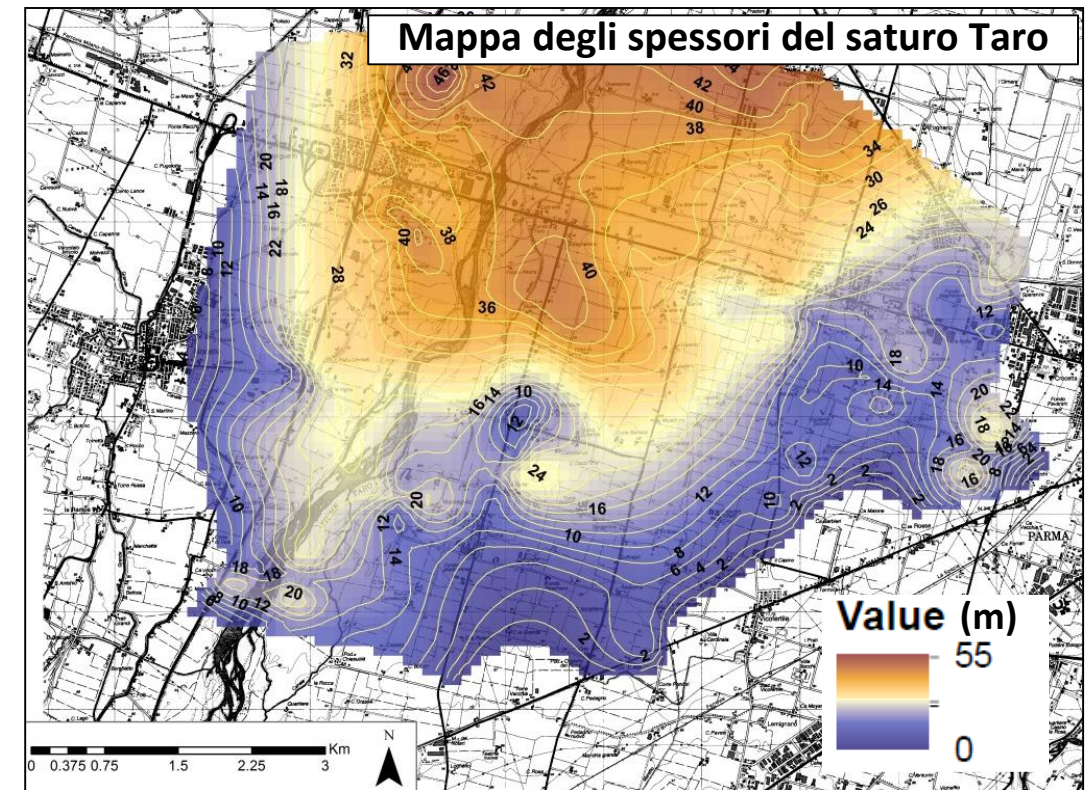
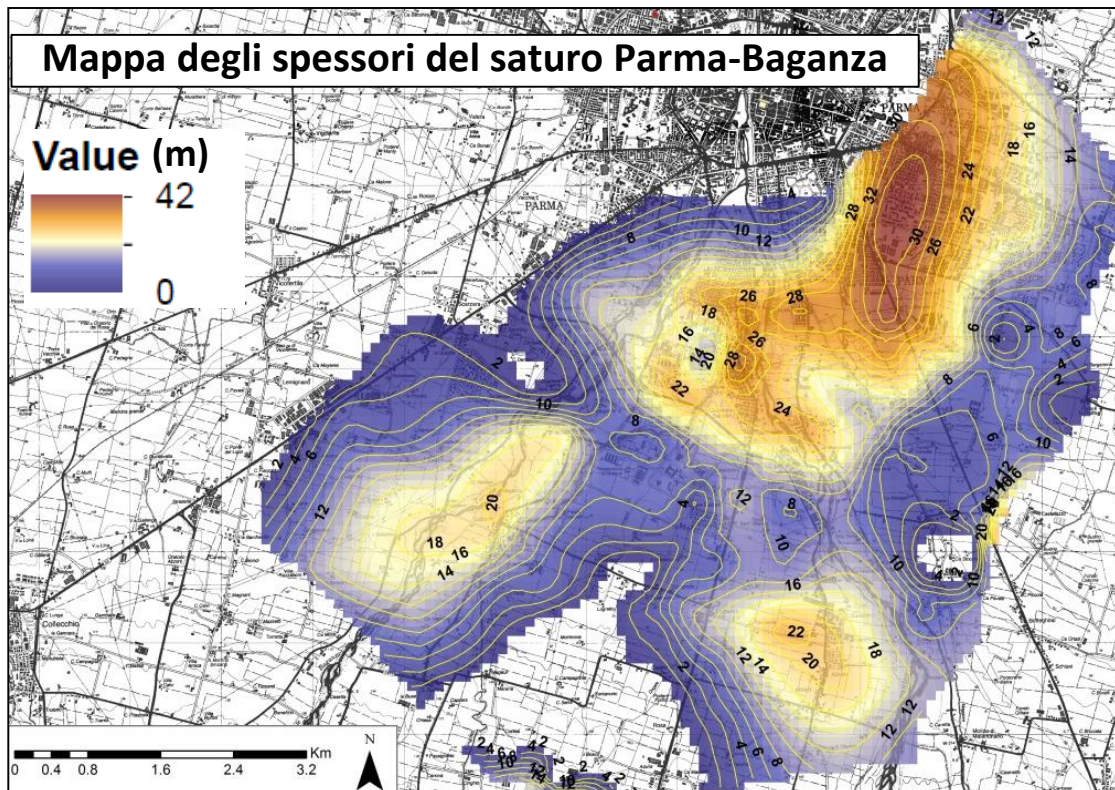
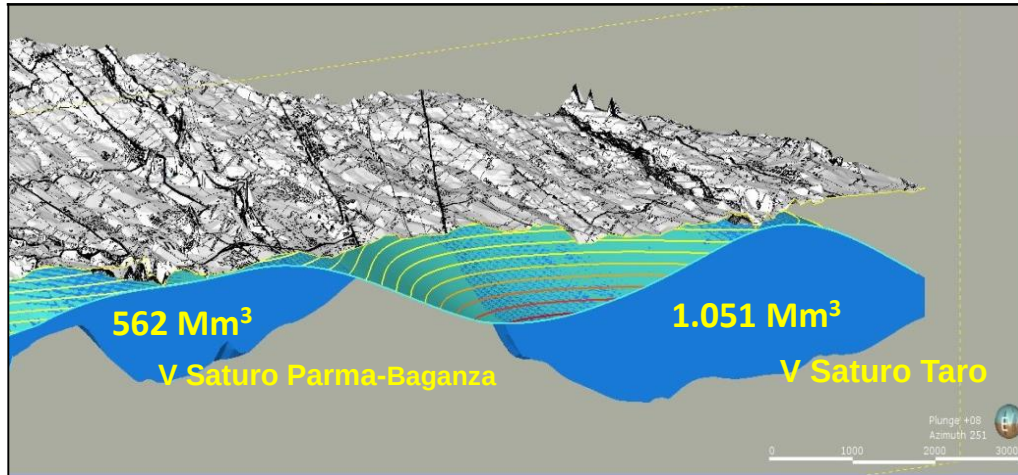
$$W_p = V(\text{Volume saturo}) * n_e (\text{Porosità efficace})$$

Conoide Taro: $1.050.900.000 \text{ (V m}^3\text{)} * 0,17 \text{ (}n_e\text{)}$

Riserva idrica conoide Taro = $178.653.000 \text{ m}^3$

Conoide Parma-Baganza: $561.830.000 \text{ (V m}^3\text{)} * 0,17 \text{ (}n_e\text{)}$

Riserva idrica conoide Parma-Baganza = $95.511.100 \text{ m}^3$



Calcolo della Portata Naturale della falda freatica - esempio conoide Taro

$$Q \text{ (portata)} = k \text{ (m/s)} * i \text{ (gradiente)} * A \text{ (area, m}^2\text{)}$$

Trans 1 e 2 - Average Hydraulic Cond. k : $2 \cdot 10^{-3}$ m/s

Trans 3 - Average Hydraulic Cond. k : $9 \cdot 10^{-4}$ m/s

Gradiente Idraulico I : 0,0062

Area transetti: 1=132.050 m², 2=17.565 m², 3=9.053 m²

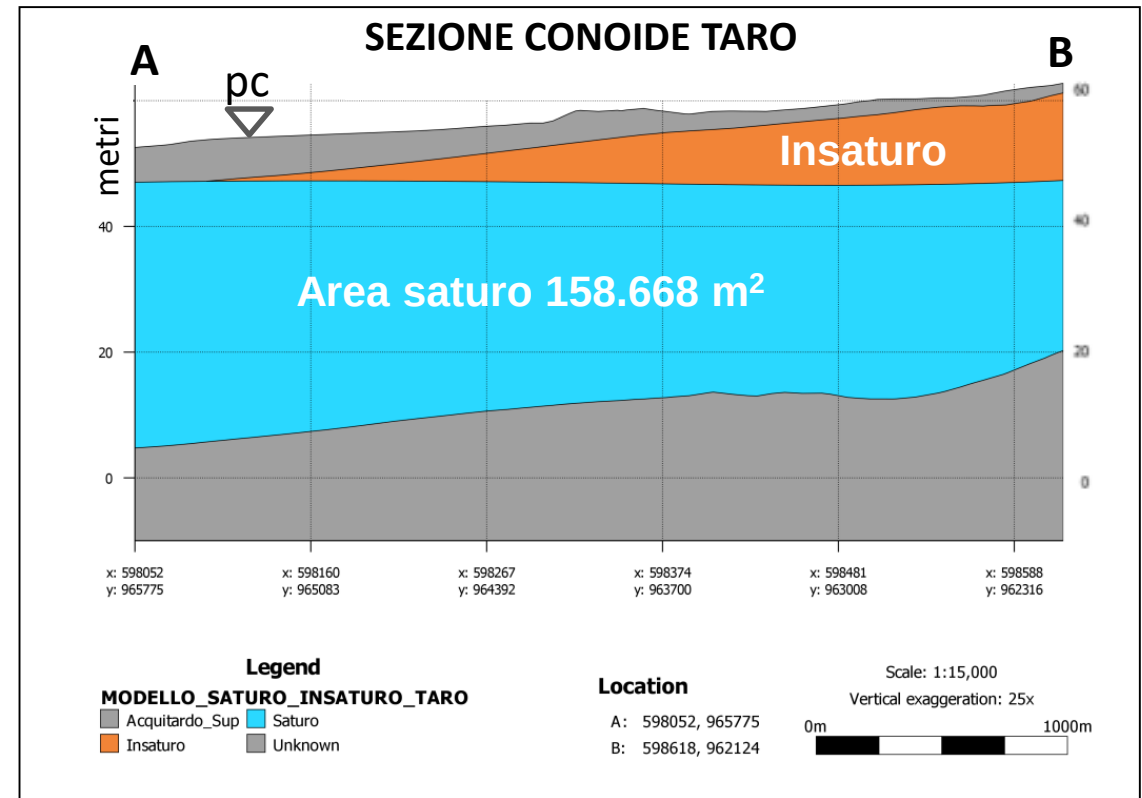
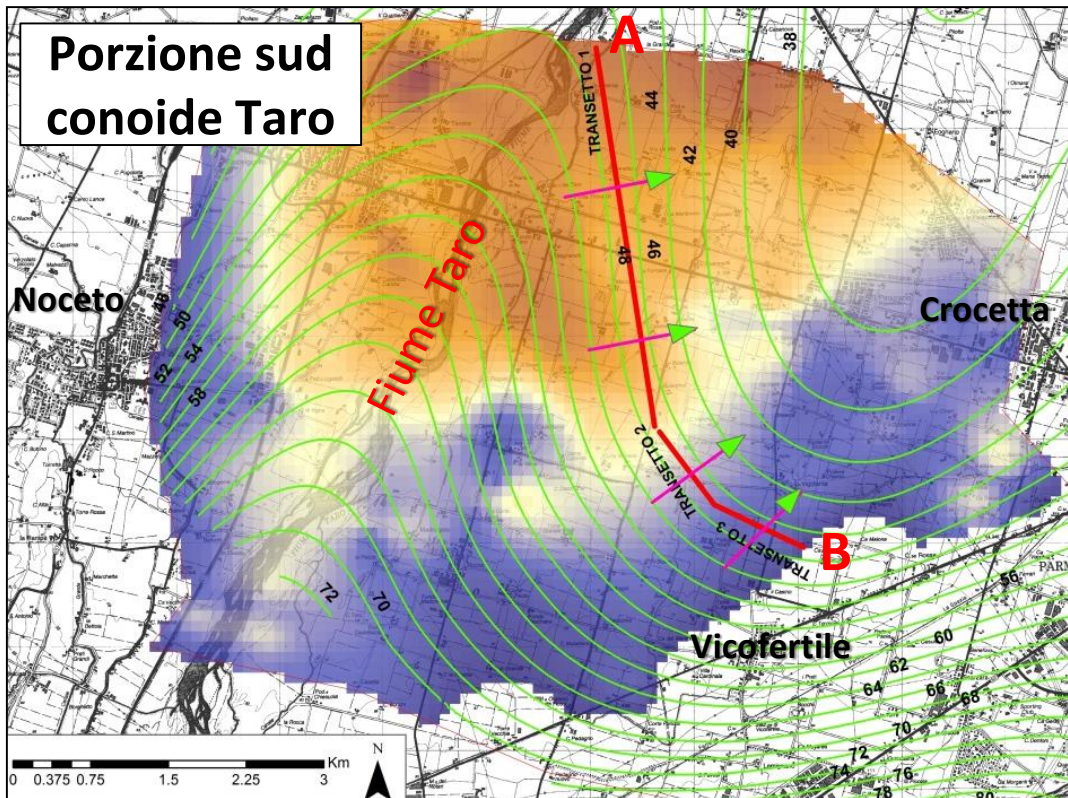
Area totale: 158.668 m²

$$\text{Trans 1 - } Q = k (2 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}) * i (0,0062) * A (132.050 \text{ m}^2) = 1,637 \text{ m}^3/\text{s} (1.637 \text{ l/s})$$

$$\text{Trans 2 - } Q = k (2 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}) * i (0,0062) * A (17.565 \text{ m}^2) = 0,217 \text{ m}^3/\text{s} (217 \text{ l/s})$$

$$\text{Trans 3 - } Q = k (9 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}) * i (0,0062) * A (9.053 \text{ m}^2) = 0,050 \text{ m}^3/\text{s} (50 \text{ l/s})$$

Portata Naturale dell'acquifero freatico
conoide destra Taro: 1.904 l/s



Calcolo della Portata Naturale della falda freatica - esempio conoide Parma-Baganza

$$Q \text{ (portata)} = k \text{ (m/s)} * i \text{ (gradiente)} * A \text{ (area, m}^2\text{)}$$

Trans 1 - Average Hydraulic Cond. k : $2 \cdot 10^{-3}$ m/s

Trans 2 - Average Hydraulic Cond. k : $9 \cdot 10^{-4}$ m/s

Gradiente Idraulico I : 0,0062

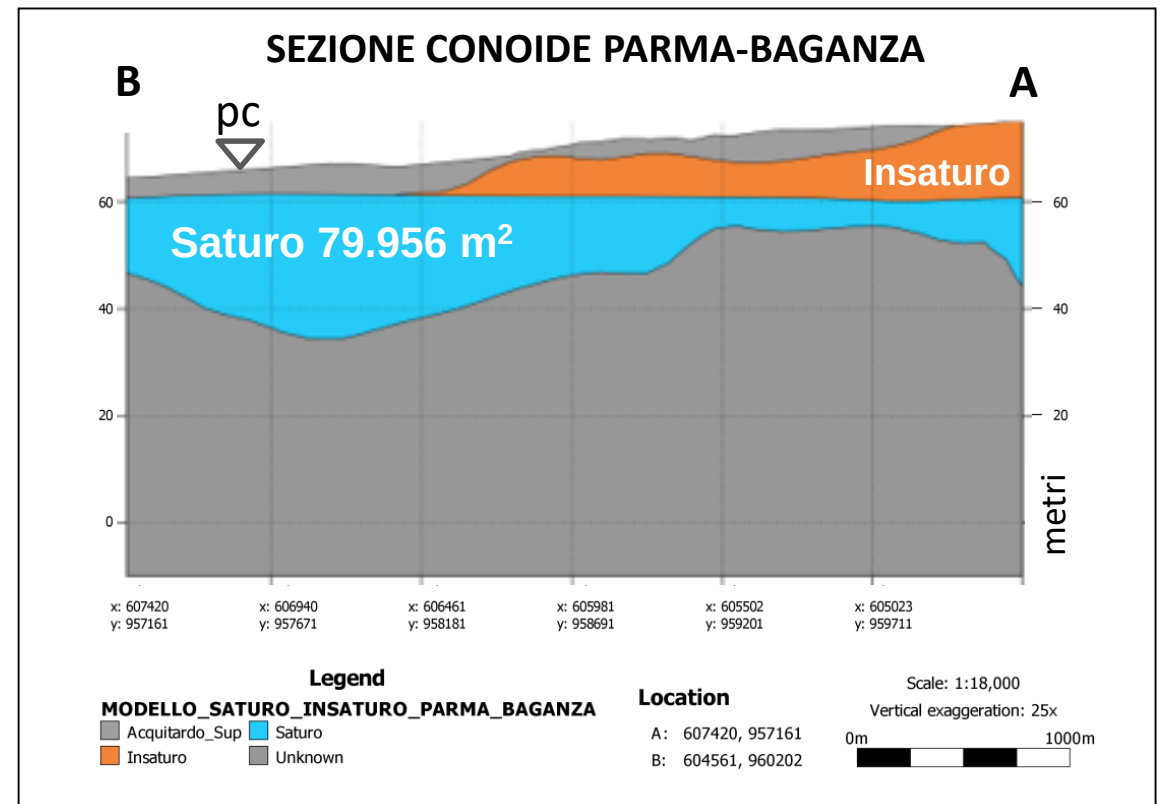
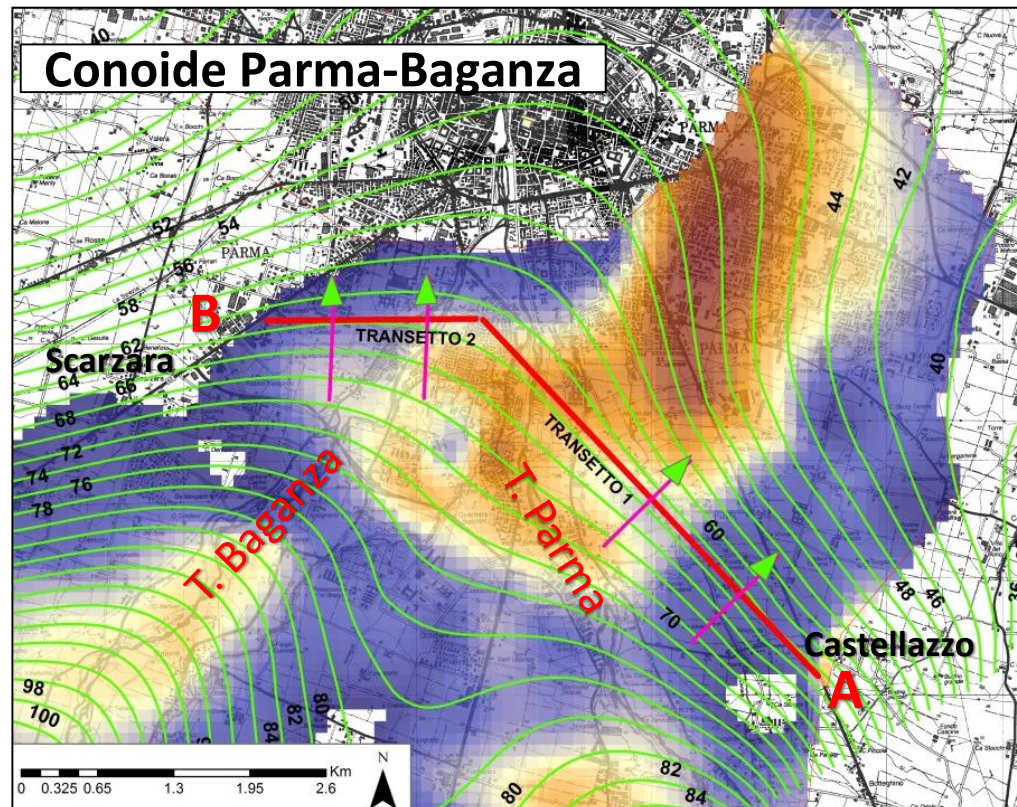
Area transetti: 1=62.537 m², 2=17.419 m²

Area totale: 79.956 m²

$$\begin{aligned} \text{Trans 1 - } Q &= k (2 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}) * i (0,0062) * A (62.537 \text{ m}^2) \\ &= 0,775 \text{ m}^3/\text{s} (775 \text{ l/s}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Trans 2 - } Q &= k (9 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}) * i (0,0062) * A (17.419 \text{ m}^2) \\ &= 0,097 \text{ m}^3/\text{s} (97 \text{ l/s}) \end{aligned}$$

Portata Naturale dell'acquifero freatico
conoide Parma-Baganza: 872 l/s



Conclusioni

Questa relazione presenta dati originali, in corso di pubblicazione, frutto di molti anni di lavoro e del contributo di numerose persone che qui di ringraziano con riconoscenza

La durata pari a quasi 30 anni e la relativa continuità del monitoraggio dei livelli di falda della Pianura di Parma rendono particolarmente significativo questo caso di studio

La messa a punto di una metodologia per la rappresentazione integrata in ambiente 3D dell'informazione geologica, idrostratigrafica e idrogeologica ha consentito di mappare e quantificare l'estensione e gli spessori dell'acquifero freatico, limitatamente a una porzione delle conoidi del fiume Taro e dei torrenti Parma-Baganza

A partire dal modello 3D è stato possibile definire un metodo per il calcolo: 1. del volume dell'acqua di falda di determinati areali e 2. della Portata Naturale della falda per specifiche sezioni di flusso

L'auspicata estensione della ricerca agli interi corpi di conoide Taro e Parma-Baganza consentirebbe di definire sia la complessiva distribuzione spaziale delle riserve idriche sotterranee sia il loro volume totale

Le misure di lungo periodo dei livelli di falda, la modellizzazione 3D dell'acquifero e il calcolo della Portata Naturale della falda su una data sezione di flusso costituiscono una robusta base di conoscenze per la redazione di un moderno Piano di Gestione delle acque capace anche di indicare aree idonee allo sfruttamento in situazioni di siccità o emergenza.