

Risorse sotterranee in aree fortemente antropizzate: il caso della falda di Prato

Claudio Lubello – Università di Firenze

*Silvia Angelini, Marco Doveri, Matia Menichini,
Francesco Consumi, Tania Macchi, Armando
Miniati*



*Autorità di Bacino
del Fiume Arno*

Autorità Idrica Toscana



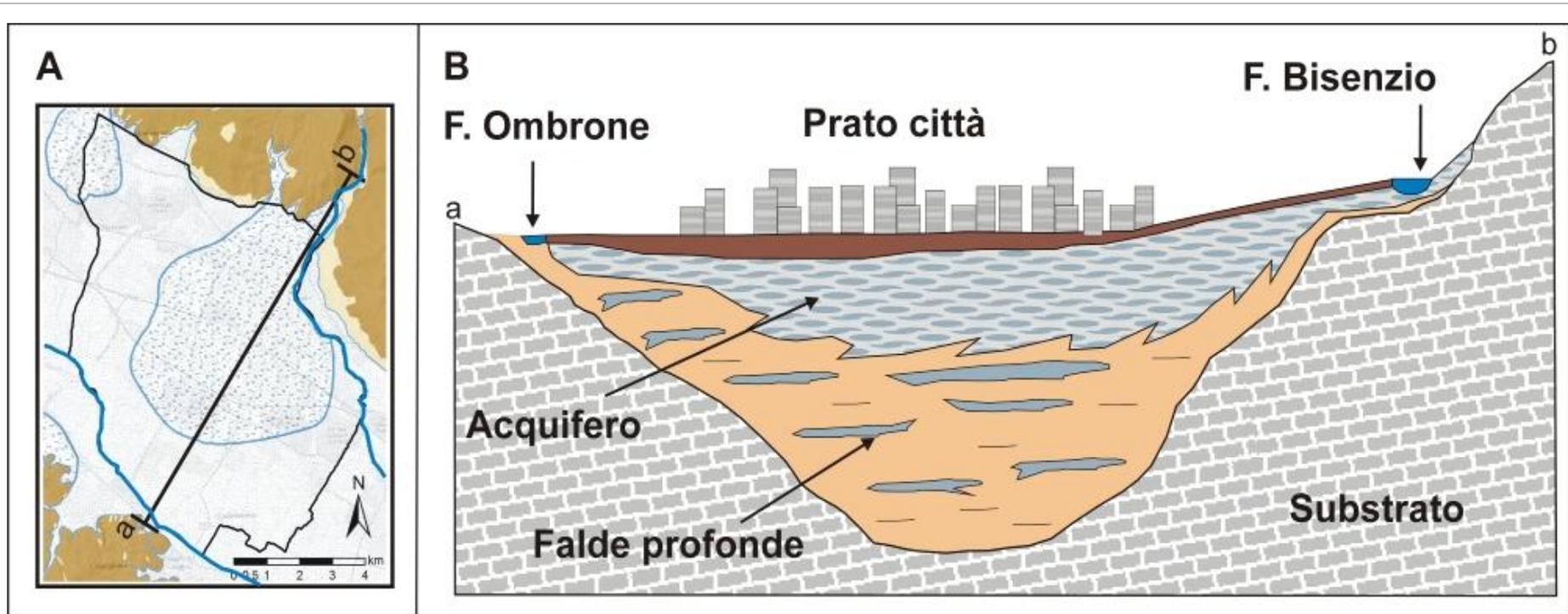
Provincia di Prato

comune di
PRATO



Publiacqua

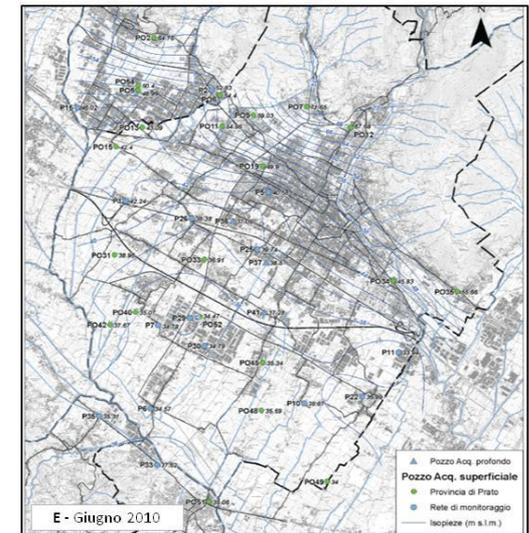
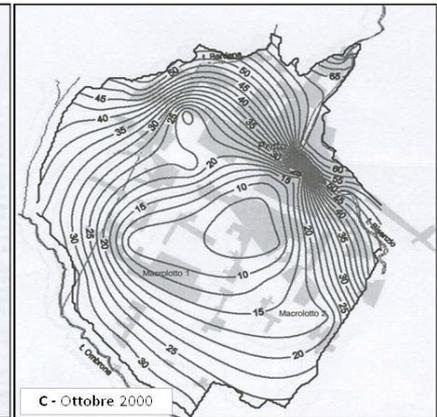
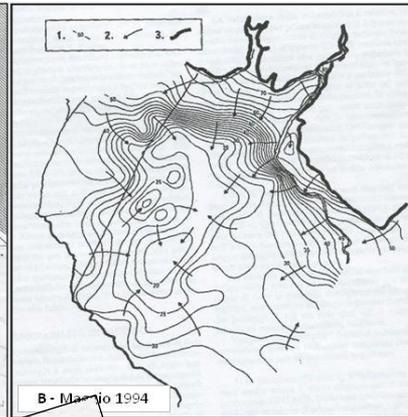
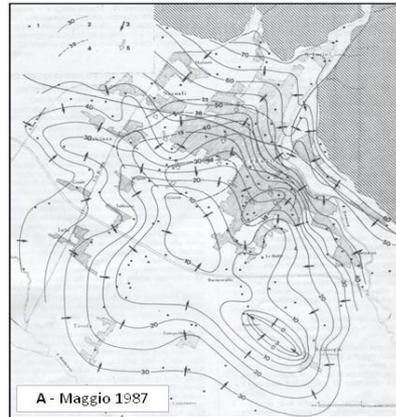
L'ACQUIFERO PRATESE



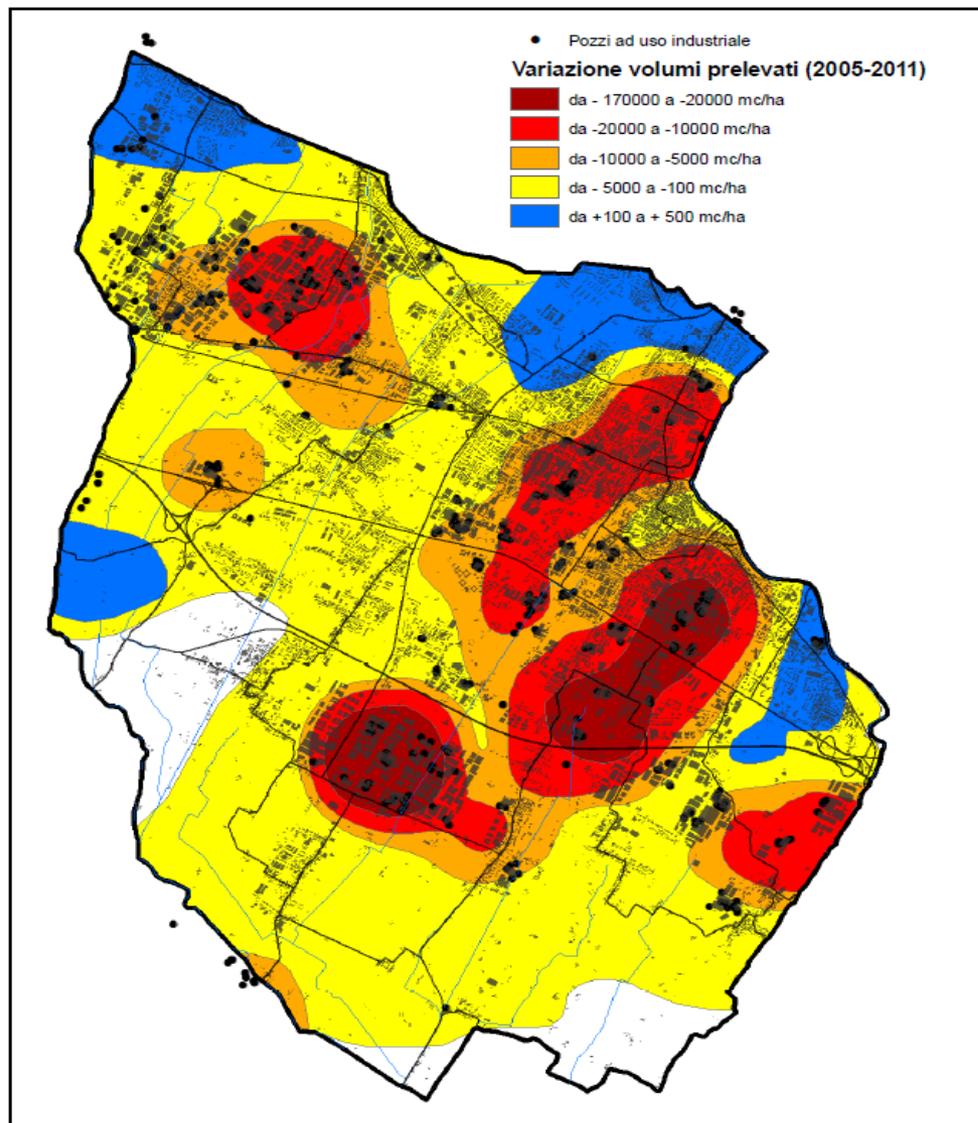
La zona pratese dal punto di vista geologico è caratterizzata da un'area di conoide principalmente riconducibile al paleo alveo del Fiume Bisenzio, con diffusi livelli di ghiaie intercalati alle argille lacustri, con spessori delle ghiaie che diminuiscono passando dal margine settentrionale al centro della pianura.

PIEZOMETRIA

E' evidente un'alimentazione da parte del Fiume Bisenzio, nonché dagli acquiferi in roccia dei settori collinari/montani. Nella parte centrale della piana, tutte le piezometrie riportano **depressioni** legate agli emungimenti (principalmente di natura industriale e idropotabile).



DENSITA' DI VARIAZIONE DEL PRELIEVO INDUSTRIALE



IL NUOVO STUDIO: FASI DI MONITORAGGIO

Caratterizzazione dei fenomeni di inquinamento in atto

Realizzazione di due campagne generali di monitoraggio dell'acquifero

Misure piezometriche, prelievo di campioni e analisi chimiche/isotopiche

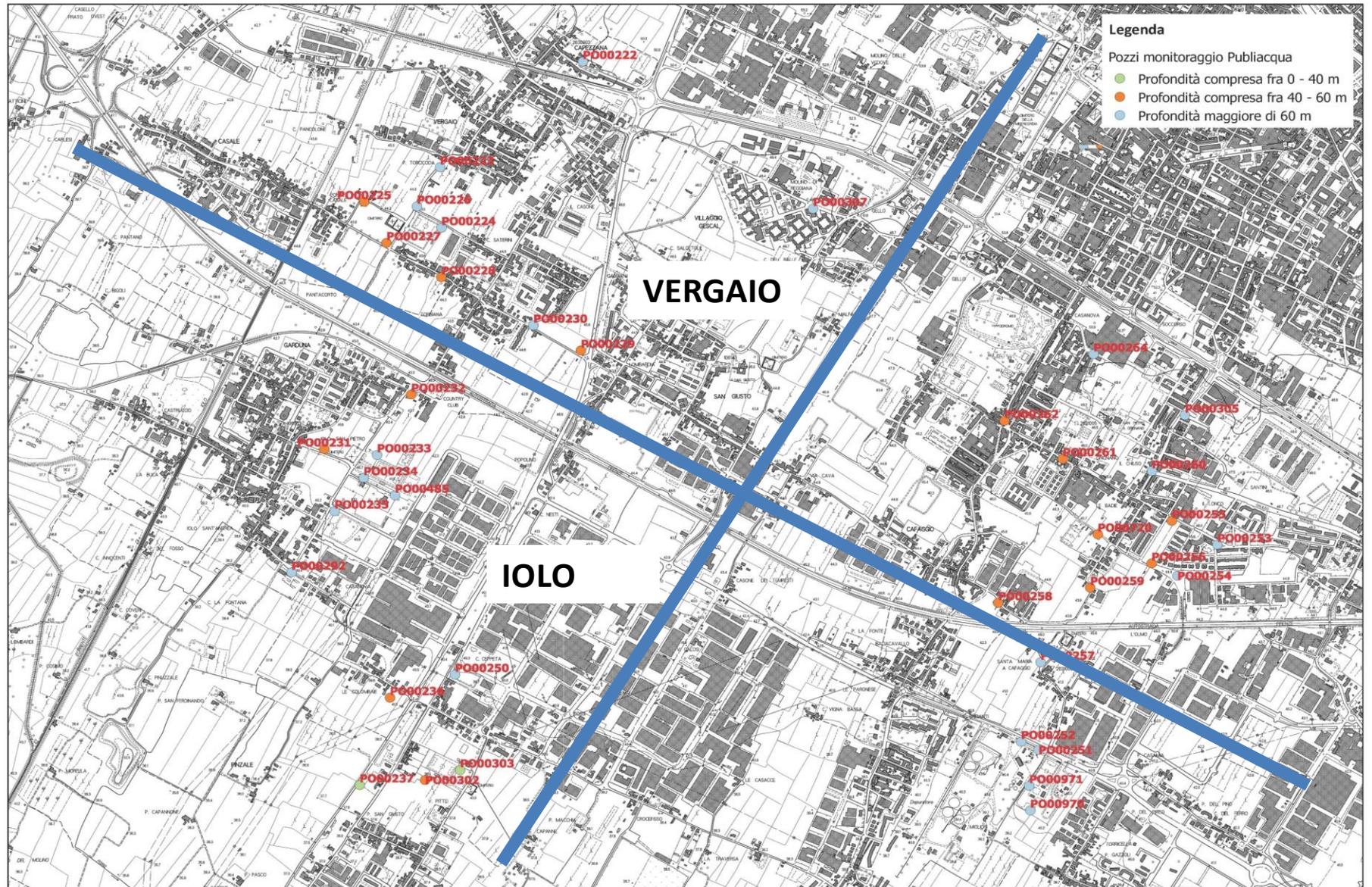
Esecuzione di una campagna pre-test (una per ogni stress test)

Sceita dei due siti su cui effettuare stress test, misure piezometriche, prelievo di campioni

Realizzazione di due stress test in 2 siti individuati a seguito delle campagne generali

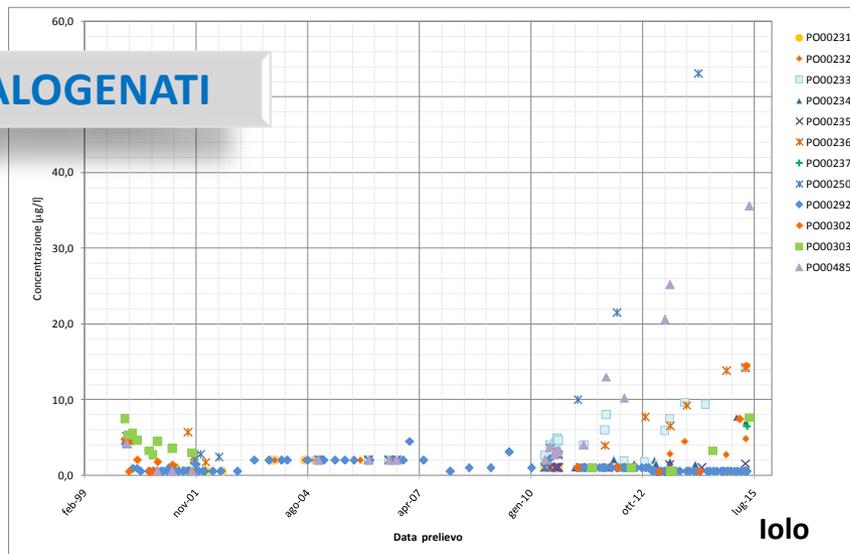
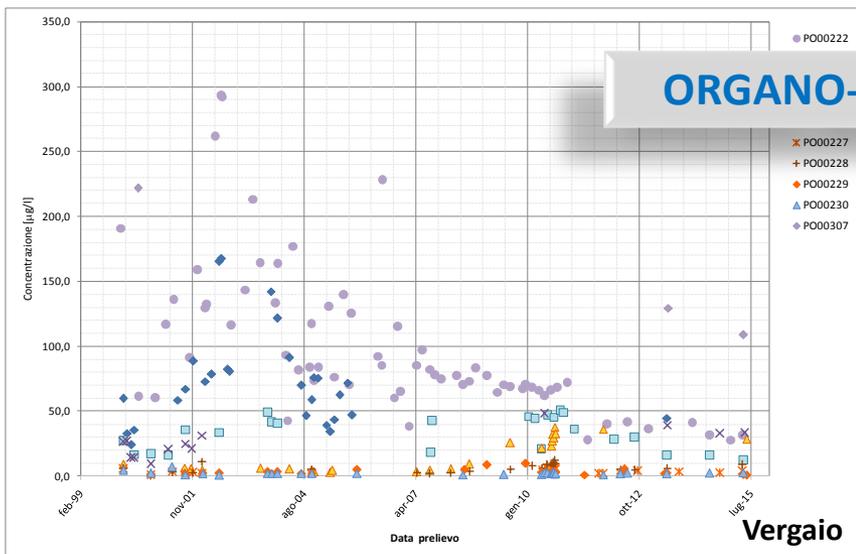
Misure piezometriche e prelievo di campioni d'acqua, analisi chimiche-isotopiche, frequenza di misura e prelievo pressoché giornaliera

STATO DI CONTAMINAZIONE

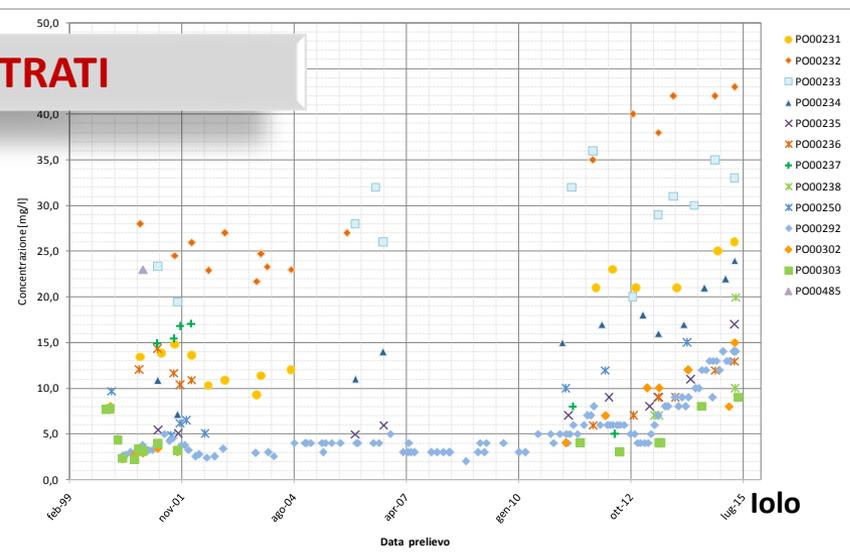
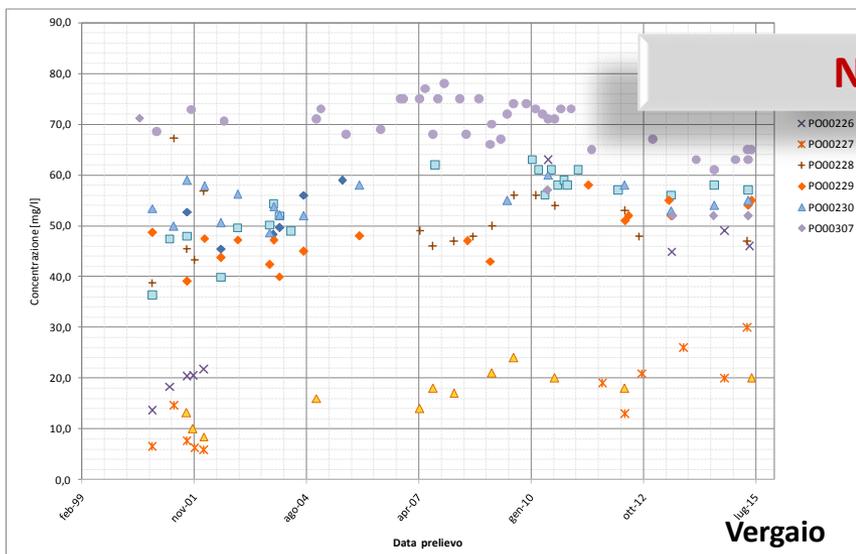


STATO DI CONTAMINAZIONE

ORGANO-ALOGENATI

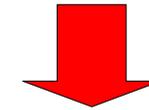


NITRATI



Da dove ha origine la contaminazione da nitrati ?

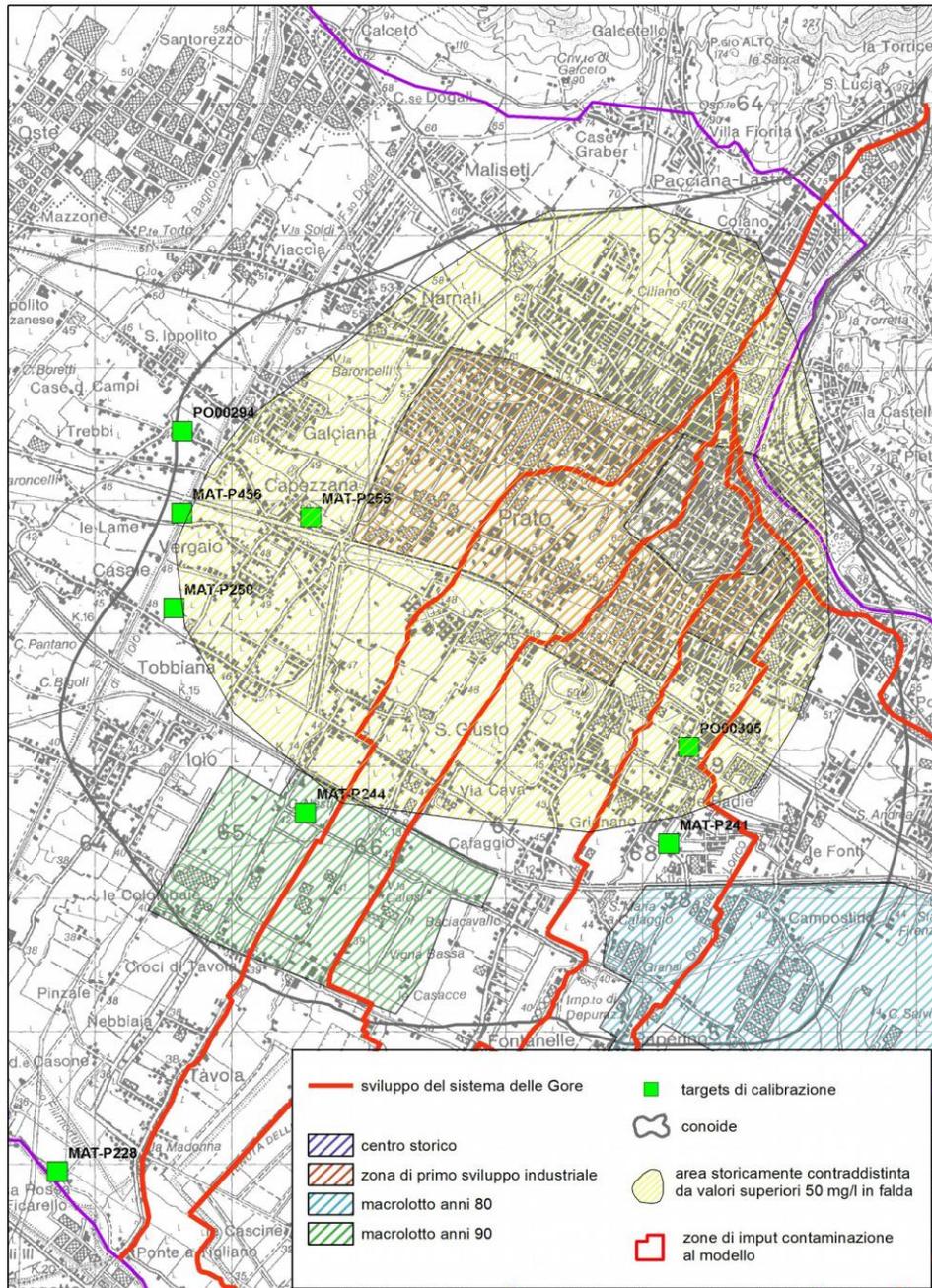
L'area in oggetto è caratterizzata da una estesa antropizzazione



Ipotesi: accumulo di sostanze azotate (di origine inorganica) provenienti dal vecchio sistema delle "gore"

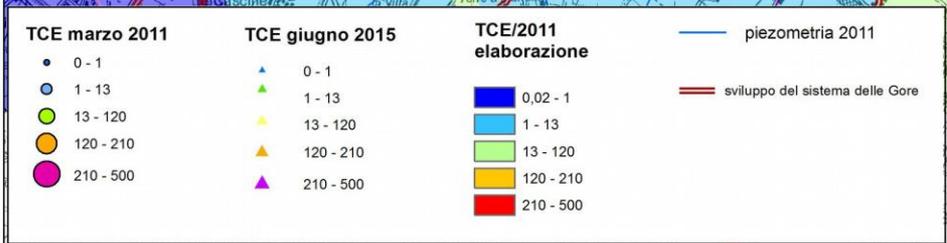
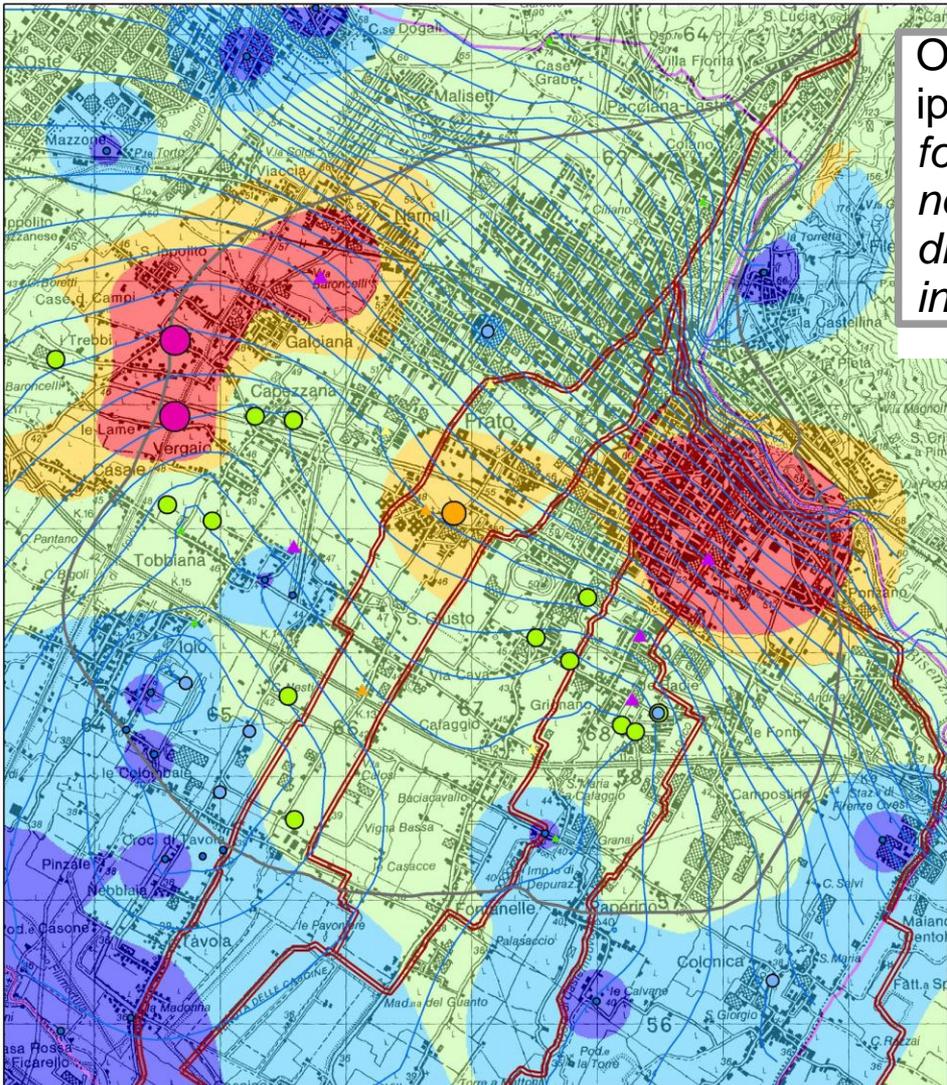
L'area centrale fortemente urbanizzata della provincia pratese, con una industrializzazione estesa ed intersecata con i complessi abitativi, coincide con le aree in cui la presenza di Nitrati in falda è massima

Altri parametri che influenzano la migrazione degli inquinanti in falda sono la protezione dell'acquifero e la soggiacenza della tavola d'acqua.



Origine della contaminazione da organoalogenati ipotizzata non dissimile da quella dei nitrati - le fonti di inquinamento possono risiedere nella zona insatura dell'acquifero ed esser dilavate dal passaggio delle acque di infiltrazione nei periodi più piovosi

flusso di ricarica: concentrazione massima, uguale al valore medio della classe più elevata determinata dallo studio statistico e pari a 460 µg/L

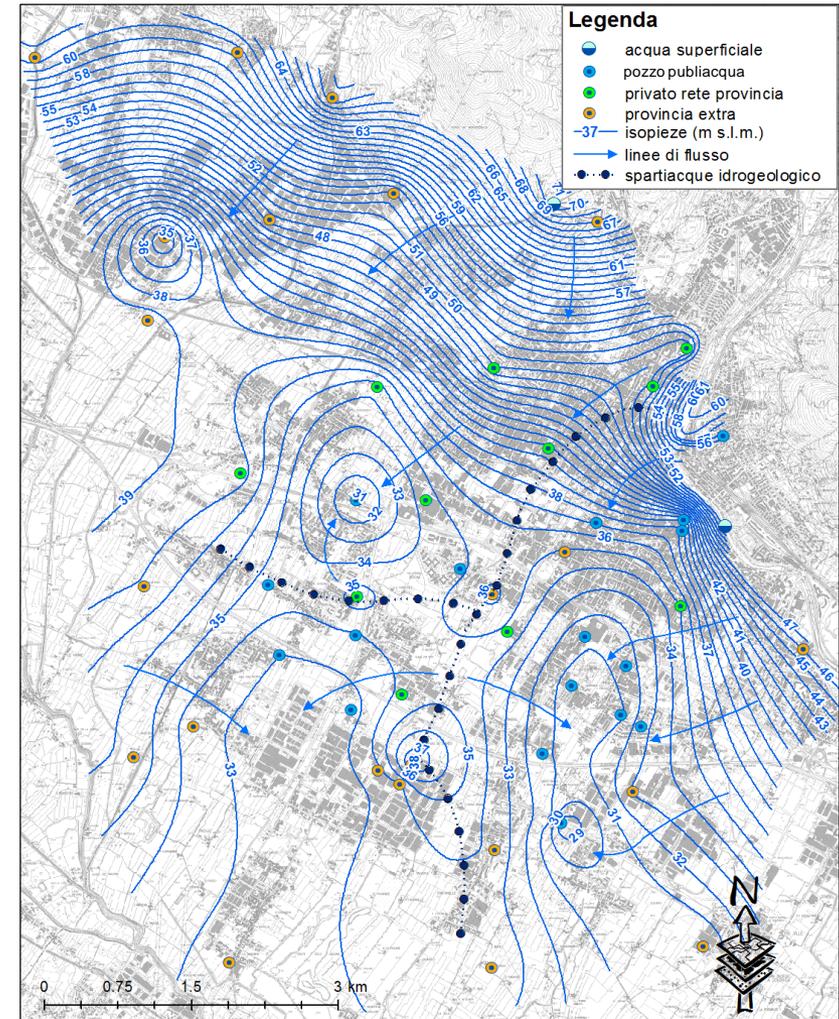


CI 11AR012 Prato		
	classe	VF PCE µg/L
sorgenti	A	570
	B	210
	C	120
fondo antropico	D	13
non contaminato	E	1,1

CAMPAGNA ESTESA GIUGNO – LUGLIO 2015

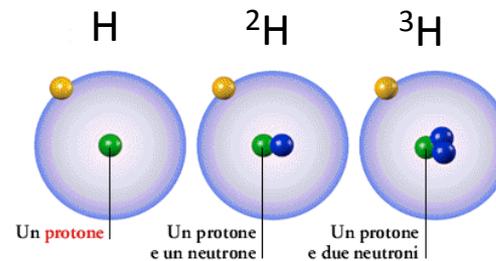
La prima campagna è stata eseguita fra Giugno - inizio Luglio 2015, è stata preceduta dal periodo piovoso invernale - primaverile (oltre 370 mm di pioggia da Gennaio a Giugno), ed è stata ritenuta rappresentativa di condizioni di morbida.

Confrontando la piezometria di **Giugno 2015** con quelle del passato riferibili a condizioni di regime idrologico/idrodinamico paragonabili, si può concludere che il processo di risalita dei livelli, registrato tra il 2000 e il 2010, sembra essersi esaurito, vista la forte similitudine dei livelli piezometrici tra Giugno 2015 e Marzo-Aprile 2010.



CAMPAGNE ESTESE STATO ISOTOPICO

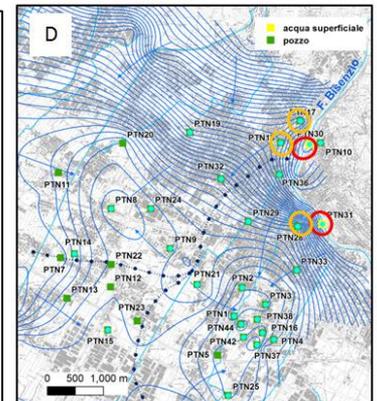
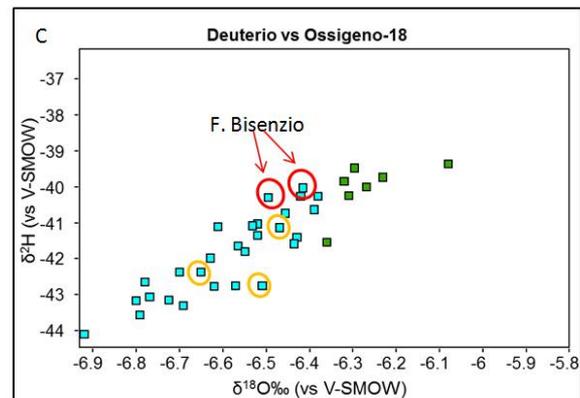
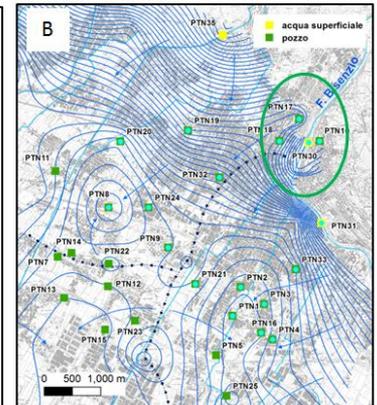
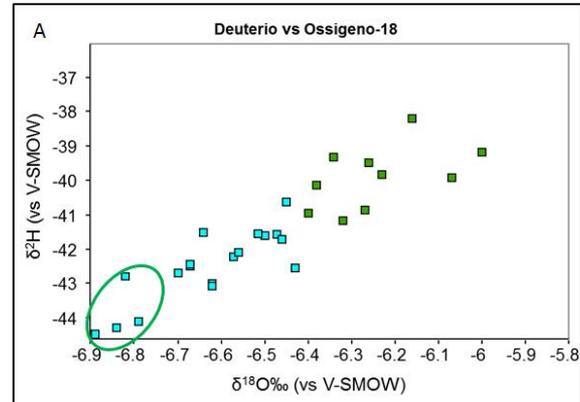
Un isotopo è un atomo di uno stesso elemento chimico, e quindi con lo stesso numero atomico, ma con differente massa atomica dovuta ad un diverso numero di neutroni nel nucleo dell'atomo, ad esempio: idrogeno, deuterio (D o ^2H), trizio (T o ^3H).



Le acque provenienti dalle quote elevate del bacino del Bisenzio (e trasportate dal fiume) hanno una diversa composizione isotopica rispetto alle acque piovane della zona di pianura. Lo studio delle componenti isotopiche dei campioni ci permette di definire quindi la zona di origine.

CAMPAGNE ESTESE STATO ISOTOPICO

Dal punto di vista degli **isotopi** stabili dell'acqua si trova corrispondenza con l'assetto piezometrico. I valori isotopici più negativi (campagna di Giugno 2015) contraddistinguono le acque del Fiume Bisenzio e dei pozzi posti nella zona d'ingresso del fiume nella pianura. Questi segnali isotopici sono legati alle **acque provenienti dalle quote elevate del bacino del Bisenzio**, e si osservano in tutti quei pozzi che si collocano nella **parte settentrionale ed orientale** della piana. Nei settori più **meridionali ed occidentali** si ritrovano viceversa valori isotopici più elevati ed indicativi di **quote medie d'infiltrazione più basse**. **(A e B)**. L'infiltrazione diretta di acque meteoriche nella piana sembra costituire quindi una voce importante in termini di alimentazione del sistema acquifero. Il significativo ruolo di questa componente è confermato anche dai dati della campagna di Settembre 2015, **(C e D)**.



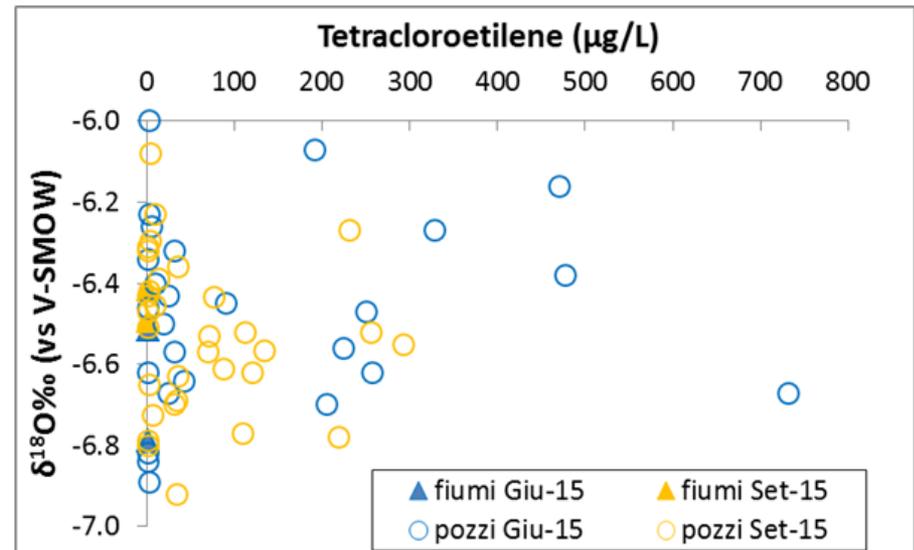
Un altro aspetto rimarcato dai dati isotopici della seconda campagna è la **continuità idraulica** tra il Fiume Bisenzio e la falda, con uno scambio idrico a favore di quest'ultima.

CAMPAGNE ESTESE ANALISI DELLA CONTAMINAZIONE

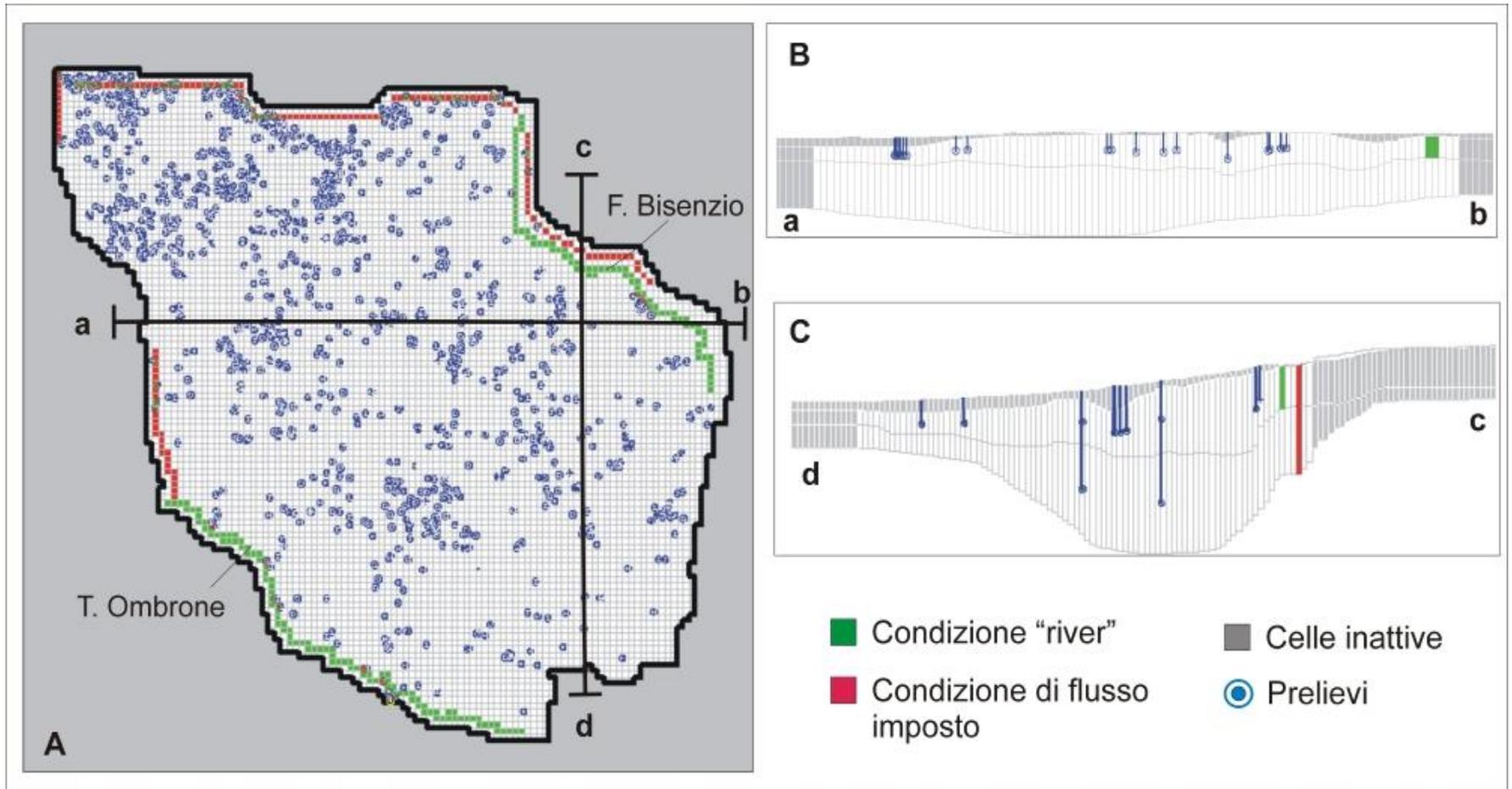
Anche il confronto tra contenuti di tetracloroetilene ed isotopi dell'acqua sembra confermare le relazioni tra **concentrazioni del contaminante e condizioni idrodinamiche**. Si è osservato infatti un generale **decremento del tetracloroetilene** tra Giugno e Settembre contemporaneamente un **generale decremento dei contenuti isotopici** che è imputabile alla scarsa o nulla infiltrazione locale nel periodo estivo.

Tutti questi aspetti sembrano suggerire la presa in **carico da parte dell'acqua e la diffusione del contaminante tetracloroetilene essenzialmente nelle parti alte del sistema acquifero**. Le concentrazioni

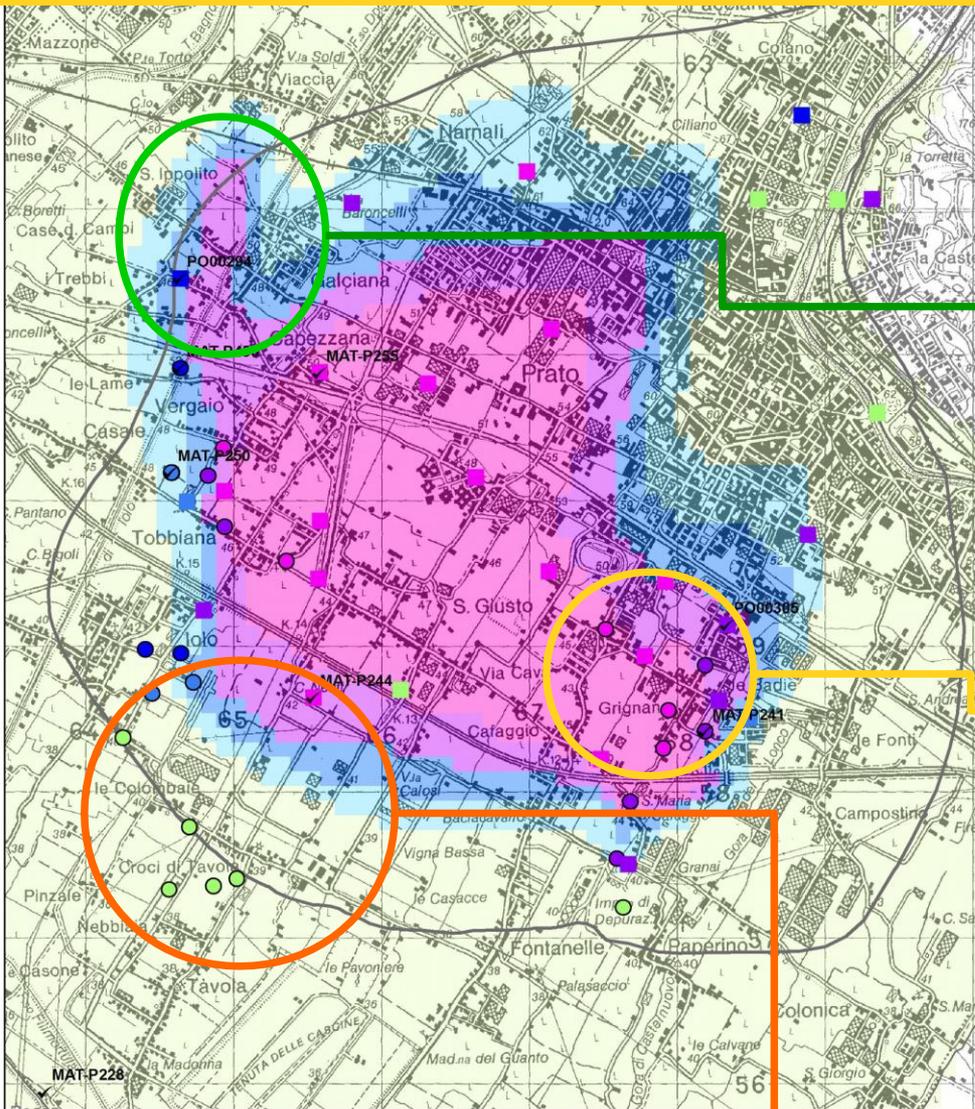
relativamente elevate riscontrate anche nelle acque dei pozzi più profondi sarebbe da attribuire al fatto che essendo i pozzi multifinestrati vengono drenati da livelli produttivi posti a quote più elevate ed a quote inferiori.



COSTRUZIONE DI UN MODELLO NUMERICO DELL'ACQUIFERO PRATESE



Modello di trasporto degli inquinanti della falda di Prato - NITRATI



zona di Sant'Ippolito (punto P294) trend in aumento delle concentrazioni di nitrati. Ipotesi: fonte di inquinamento ubicata immediatamente a monte dei pozzi di cui il punto di monitoraggio fa parte. Le concentrazioni sono comunque al di sotto dei valori soglia

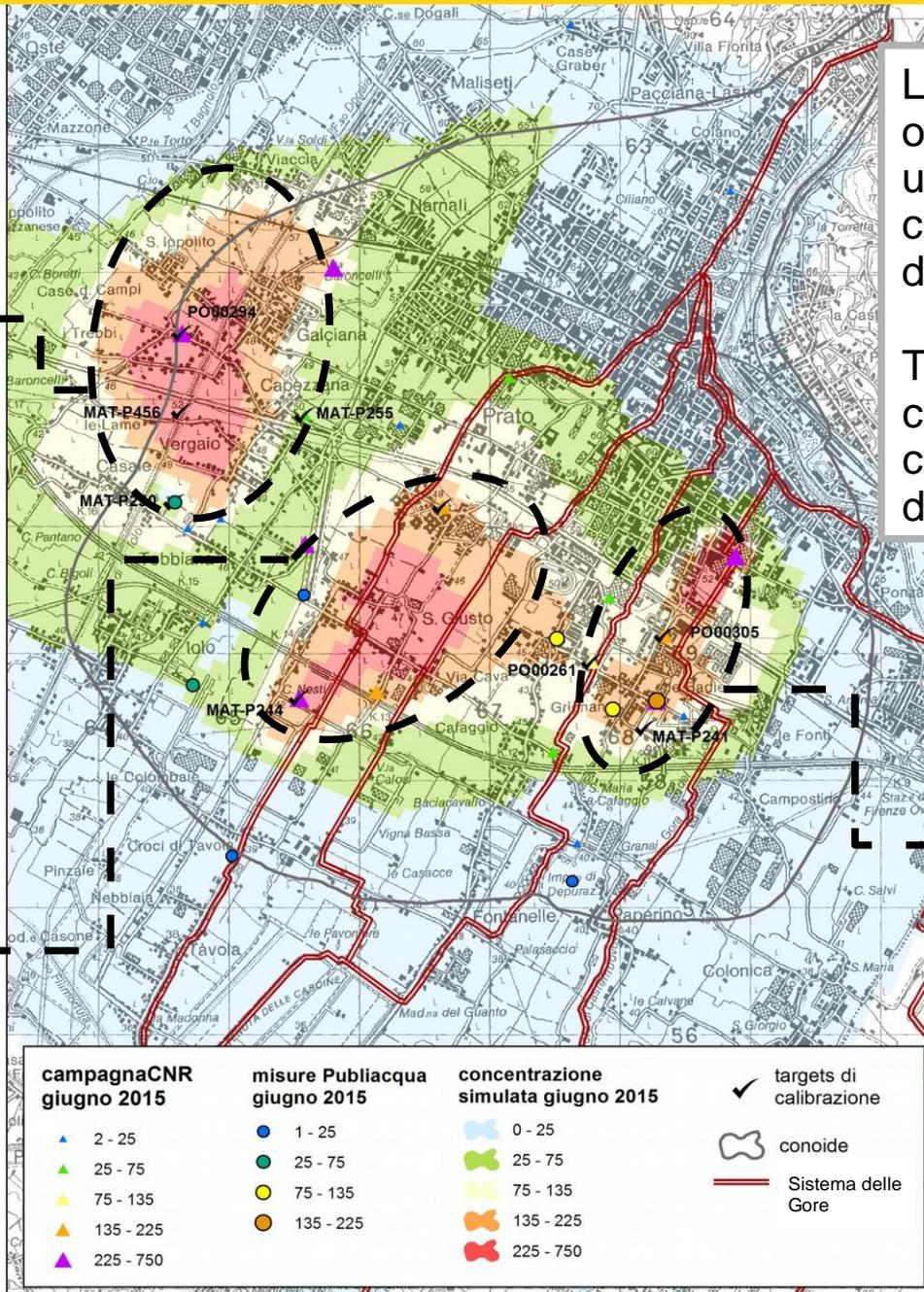
Campo pozzi Badie risulta interessato da contaminazione da Nitrati

I pozzi idropotabili ubicati al limite del conoide (campo pozzi Tavola) non risultano al momento interessati dalla presenza di concentrazioni di nitrati fuori soglia, il punto di monitoraggio MAT-P244, ubicato a monte di Tavola, ha però mostrato nel tempo incrementi di concentrazione

Modello di trasporto degli inquinanti della falda di Prato - ORGANOALOGENATI

Area 3) piu esterna al conoide interessata da valori alti di concentrazione che con molta probabilita ha origine nell'area stessa, ma anche da una o piu sorgenti a nord-ovest di essa.

Area 2) interna al conoide a nord del Macrolotto 2 in zona San Giusto Come per i nitrati il punto MAT244 mostra un trend di aumento delle concentrazioni



La contaminazione da organoalogenati interessa una gran parte del conoide, con valori elevati di concentrazione.

Tre aree caratterizzate da concentrazioni piu elevate, con forma allungata nella direzione del flusso

Area 1) che da nord-est di Badie si allunga verso i campi pozzi idropotabili

CONCLUSIONI

La Falda di Prato presenta un quadro evolutivo quantitativo/qualitativo molto complesso, le cui caratteristiche salienti possono tuttavia essere ragionevolmente rappresentate con un modello numerico

Lo stato di inquinamento, ormai di origine diffusa, è fortemente legato allo stato idrodinamico ed alla presenza di «cortocircuiti» dovuti alle finestrate dei pozzi su più livelli.

E' necessario programmare interventi di bonifica del sito, individuando le sorgenti secondarie con maggiore dettaglio, attraverso il continuo monitoraggio dell'acquifero

Il modello può servire da strumento gestionale per ottimizzare gli interventi di bonifica e/o protezione delle fonti idropotabili.