

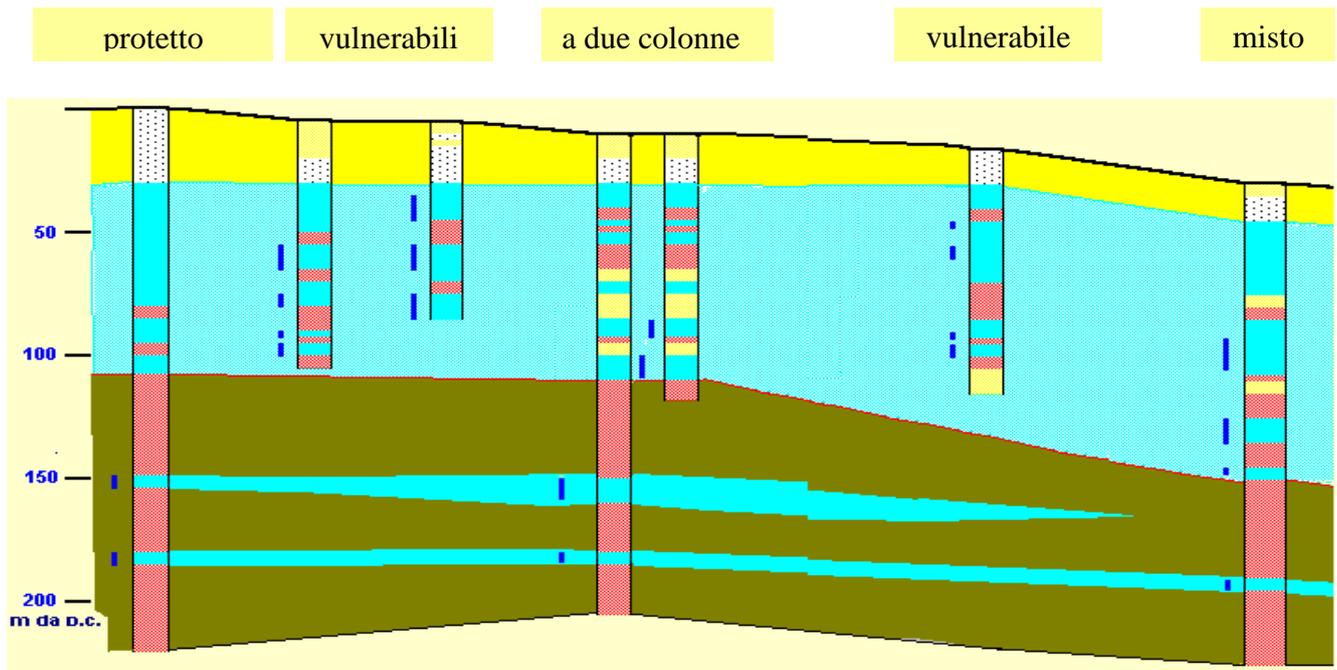
## GEOLOGIA DEL TERRITORIO

Le risorse idriche che alimentano i pozzi e le reti degli acquedotti gestiti da GRUPPO CAP sono esclusivamente quelle sotterranee, prelevate in modo sostenibile da sistemi acquiferi, individuati grazie a specifici e approfonditi studi idrogeologici, idrochimici/isotopici e di modellistica avanzata, effettuati nell'ambito del territorio milanese, che si rivengono a varie profondità nel sottosuolo, secondo lo schema seguente, il quale classifica i principali corpi idrici sotterranei in tre gruppi:

DESCRIZIONE GEOLOGICA SECONDO I DIFFERENTI AUTORI							
	UNITA' LITOLOGICHE	UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE		UNITA' STRATIGRAFICHE	ETA'	UNITA' IDROGEOLOGICHE	
	Mazzarella S. e Martinis B.	Francani V. e Pozzi R.		A.G.I.P.		Avanzini M. et Al.	
	LITAZONA GHIAIOSO-SABBIOSA	FLUVIOGLACIALE WURM AUCT. (Diluvium recente)	I ACQUIFERO	ALLUVIONE	PLEISTOCENE SUPERIORE	UNITA' GHIAIOSO-SABBIOSA	A
		ACQUIFERO TRADIZIONALE	FLUVIOGLACIALE RISS-MINDEL-WURM (Dil. Medio-Antico)		II ACQUIFERO	PLEISTOCENE MEDIO	UNITA' GHIAIOSO-SABBIOSO-LIMOSA
	LITAZONA SABBIOSO-ARGILLOSA	CEPPO AUCT.	III ACQUIFERO		SABBIE DI ASTI	PLEISTOCENE INFERIORE	UNITA' A CONGLOMERATI E ARENARIE BASALI
		ACQUIFERI PROFONDI		VILAFRANCHIANO			UNITA' SABBIOSO-ARGILLOSA (facies continentali e di transizione)
	LITAZONA ARGILLOSA				(CALABRIANO)	UNITA' ARGILLOSA (facies marina)	

Schema idrogeologico della pianura milanese

Il primo acquifero è quello più vulnerabile rispetto a fenomeni di contaminazione provenienti dalla superficie, il secondo acquifero è invece meno vulnerabile del sovrastante, in quanto protetto a tetto da una serie di strati di argilla, anche se localmente non sempre continui; il terzo gruppo di acquiferi è invece adeguatamente protetto da strati di argilla potenti e arealmente estesi, che ne riducono fortemente il livello di rischio rispetto ad eventi inquinanti di natura antropica.



*Sezione idrogeologica semplificata del sottosuolo milanese*

## LE RETI DI MONITORAGGIO

Nelle aree densamente urbanizzate e industrializzate occorre convivere quotidianamente con i problemi dovuti all'inquinamento delle risorse idriche e rincorrere le emergenze dove sono venute a mancare prevenzione e controllo diretto sul territorio.

Per garantire quindi un sicuro approvvigionamento di acqua potabile alle popolazioni servite, è indispensabile organizzare in modo scientifico il monitoraggio dei principali parametri quantitativi e qualitativi.

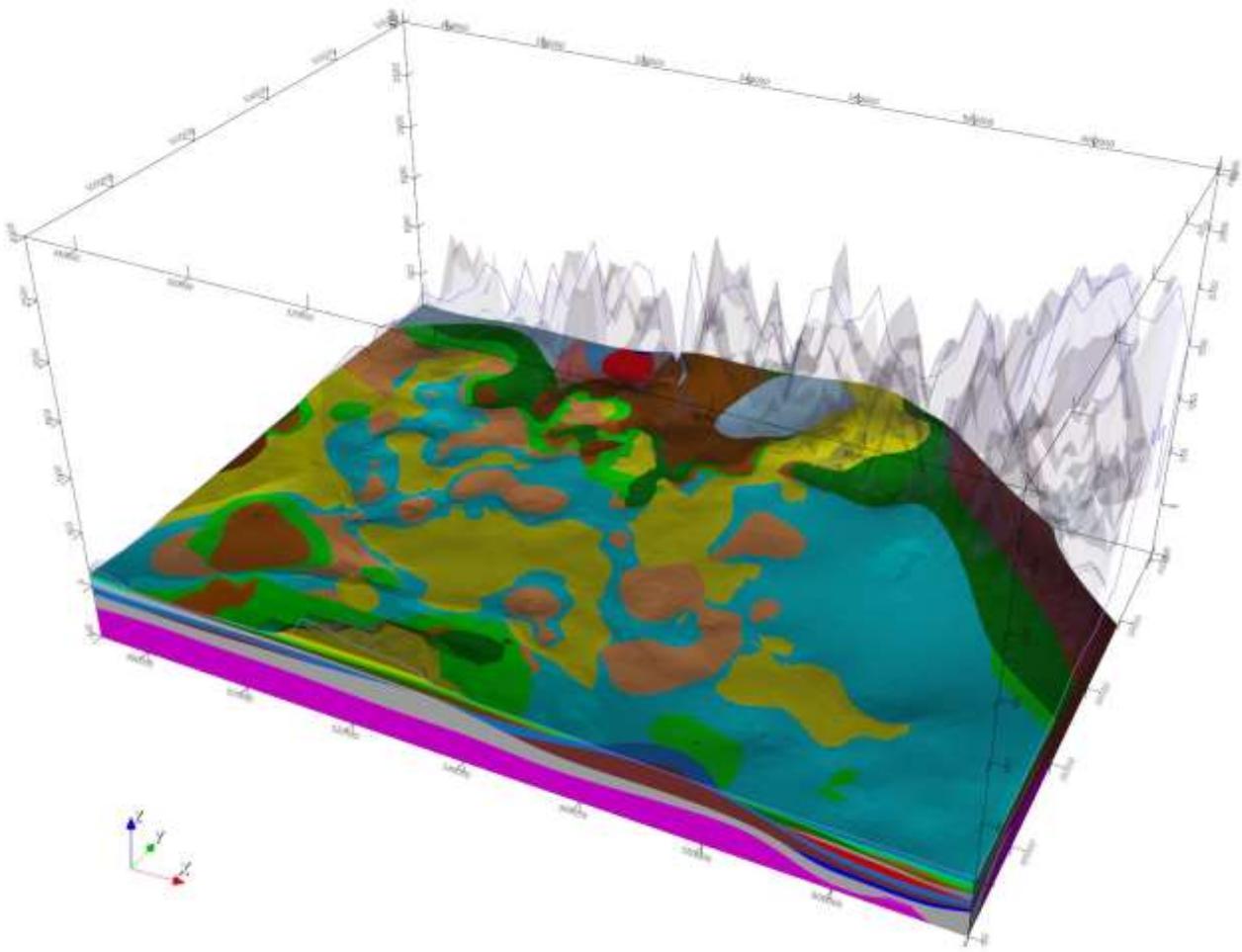
Il costante controllo dei livelli di falda (i.e. piezometrie) e delle concentrazioni delle principali sostanze inquinanti permette di "prevederne" l'evoluzione e di programmare pertanto tutti i possibili interventi, prima di essere costretti ad applicare misure di emergenza o arrivare a chiudere i pozzi contaminati, con gravi conseguenze sull'approvvigionamento idropotabile garantito tramite i nostri sistemi acquedottistici.

Naturalmente, alla base della progettazione delle reti di monitoraggio ci deve essere una precisa conoscenza della struttura idrogeologica, sia alla scala di bacino, che comunale, per evitare di commettere errori dovuti all'aggregazione di dati relativi ad acquiferi diversi e trattarli come se fossero un'unica struttura idrogeologica.

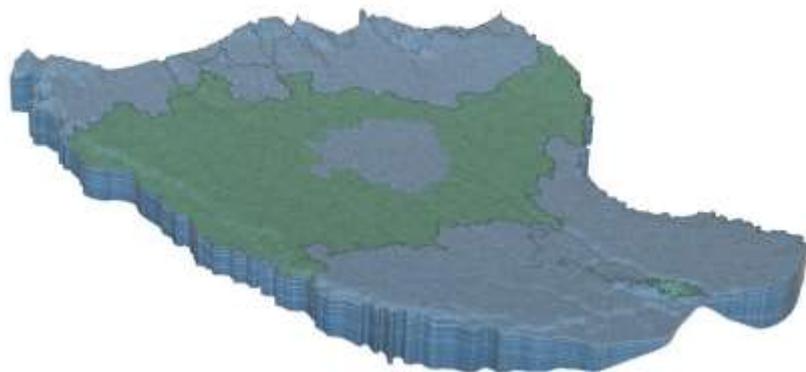
Per fare questo, Gruppo CAP, grazie al suo settore geologico, ha già da qualche anno implementato soluzioni modellistiche che hanno permesso di ricostruire l'assetto geologico e idrogeologico del sottosuolo, alla scala del bacino gestito in termini di SII.

In particolare, è stato sviluppato sia un nuovo modello geologico, che individua i principali corpi acquiferi (ben sette) e i relativi strati argillosi che li separano (ben otto).

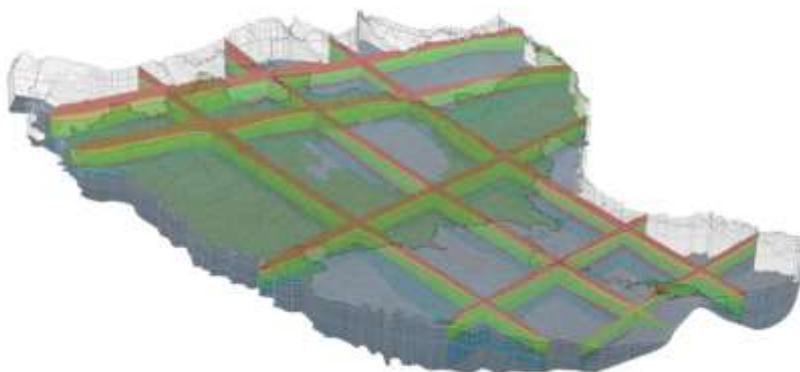
Tali dati sono serviti quindi come indispensabile base per sviluppare il modello idrogeologico 3D, ossia quello strumento gestionale che consente di comprendere come si muove l'acqua nel sottosuolo, partendo dalle zone di ricarica a monte e scorrendo verso quelle di drenaggio a valle.



*Nuovo modello geologico del sottosuolo milanese, a 17 strati, realizzato nel 2022 e che copre un'area di oltre 5000 km<sup>2</sup>*

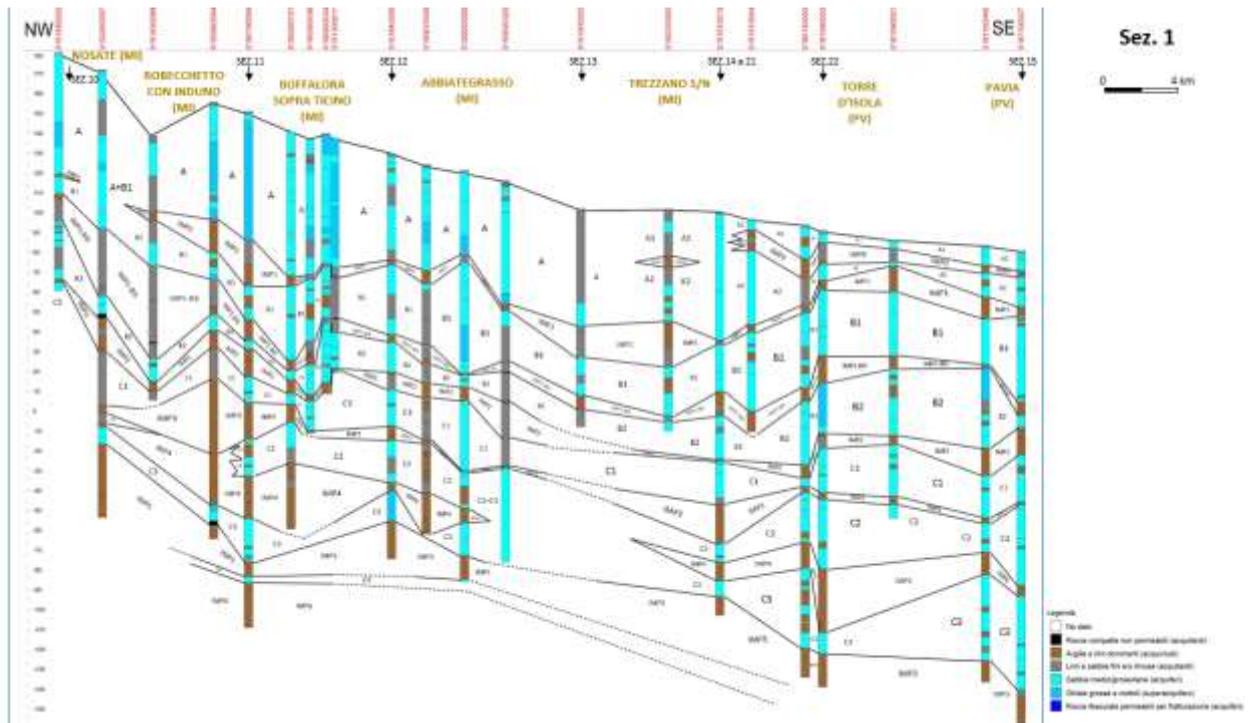


1



2

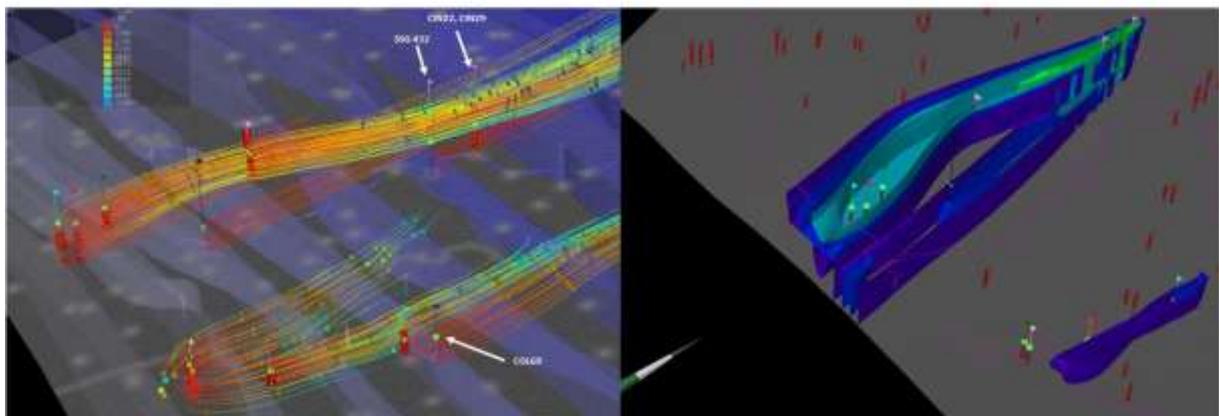
*Nuovo modello idrogeologico del sottosuolo milanese, iniziato nel 2022, che copre un'area di circa 3500 km<sup>2</sup>*



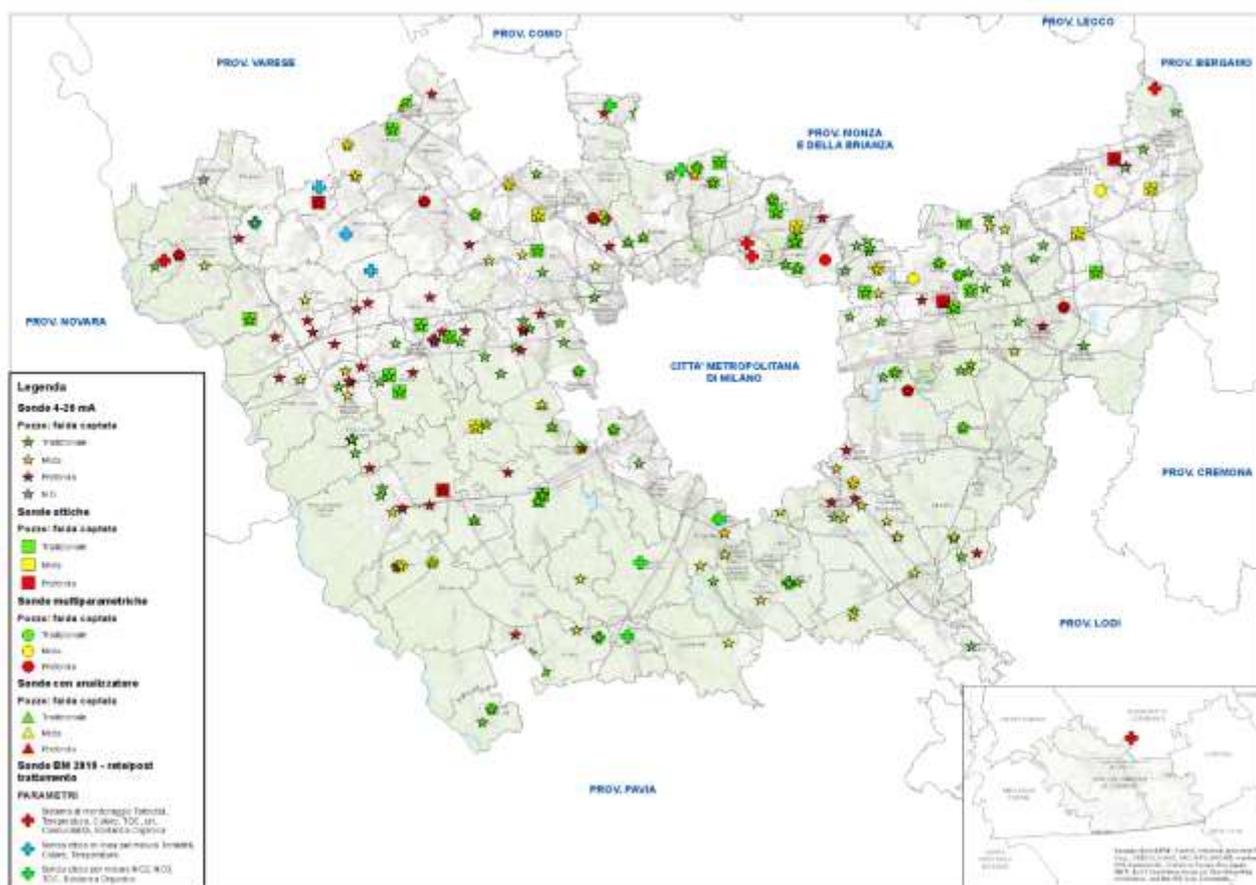
Sezione geologica nord-sud

Per tenere sotto costante osservazione la "salute" delle falde presenti nel territorio il Gruppo CAP utilizza pertanto un complesso sistema di monitoraggio, costituito da un'apposita rete piezometrica e dal programma di prelievi e analisi chimico-fisiche, con frequenze e parametri di analisi diversi per ciascuna particolare situazione, su tutti i pozzi in gestione, oltre naturalmente al controllo della qualità dell'acqua soggetta a processi di potabilizzazione e immessa in rete.

Tali dati, se opportunamente introdotti in un modello di trasporto, permettono di ricostruire i percorsi seguiti sia dalle particelle d'acqua sia dai composti indesiderati e quindi mappare il sottosuolo anche in termini di trasporto di acqua+soluti nel sottosuolo.



Esempio di trasporto idrogeologico con percorsi idrici ricostruiti per via modellistica



*Schema semplificato della rete di monitoraggio quanti-qualitativa di Gruppo CAP – Early Warning System*

## I CONTROLLI PIEZOMETRICI

Il controllo della piezometria rappresenta la base di conoscenza di un acquifero indispensabile per ogni tipo di valutazione, studio o indagine sulle acque sotterranee, sia a livello quantitativo sia qualitativo.

Le prime misure piezometriche nella città di Milano risalgono agli inizi del secolo, mentre l'estensione al territorio provinciale avviene a partire dal 1975 con la prima rete di controllo realizzata e gestita dal CAP.

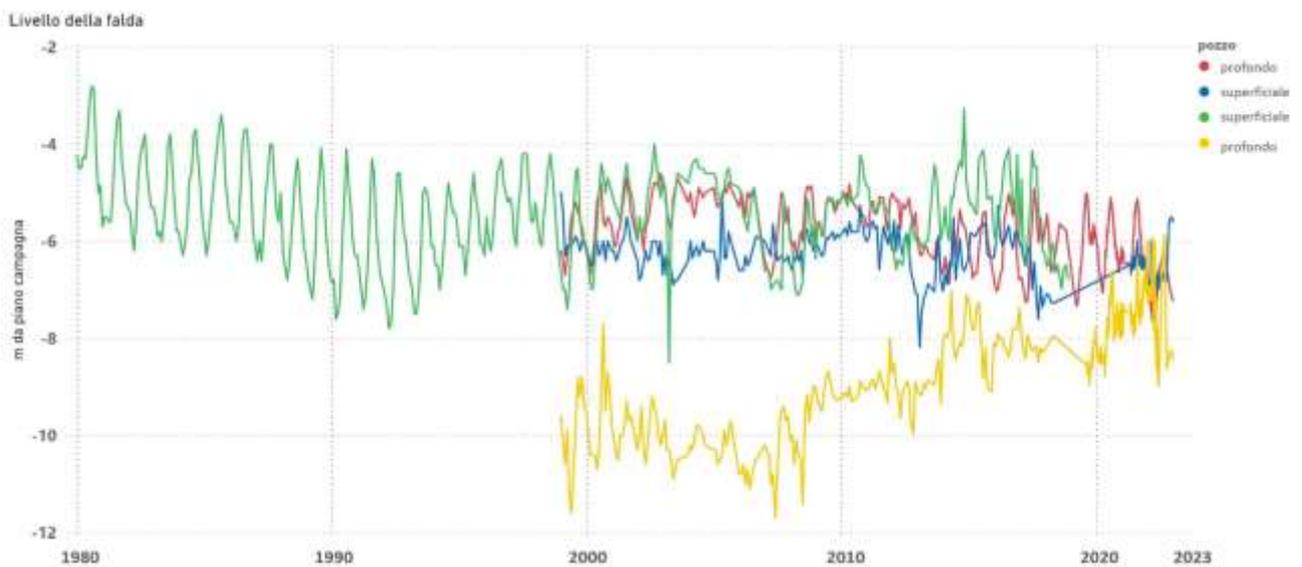
A far data dal 1999, la rete di controllo piezometrico è stata riorganizzata ed estesa ai tre corpi acquiferi principali, individuati attraverso la ricostruzione idrogeologico-stratigrafica del sottosuolo della Provincia di Milano, Lodi e della pianura pavese. Infatti, in quegli anni, in particolare riguardo al controllo dell'innalzamento della falda nell'area che comprende Milano città e i territori circostanti, è emersa l'esigenza di migliorare l'efficienza della rete di controllo piezometrico, individuando tre reti distinte per i diversi corpi acquiferi distinti a livello di bacino. I dati dei rilievi piezometrici periodici permettono di osservare il comportamento della falda nel corso degli anni, con aggiornamenti continui e costanti. La posizione della superficie piezometrica evolve nel tempo in relazione all'andamento dei diversi fattori del bilancio idrico: precipitazioni e irrigazioni per i fattori positivi, e regime dei prelievi per quelli negativi.

Allo stato attuale, Gruppo CAP utilizza un sistema misto di controllo dei livelli di falda, i quali vengono misurati sia manualmente, in tutte le occasioni in cui le squadre operative vanno sugli impianti di acquedotto per ragioni di corretta gestione degli stessi, sia attraverso l'acquisizione in continuo di dati

piezometrici grazie al sistema di Early Warning sviluppato a supporto del Telecontrollo e della Control Room di Gruppo CAP.

Qui di seguito, si riportano alcuni esempi di grafici piezometrici, derivati da misurazioni in continuo dei livelli di falda, sia superficiali, che profonde, su un intervallo temporale dell'ordine dei decenni, grazie ai quali si possono tenere sotto stretto monitoraggio le variazioni battenti idrici delle nostre risorse acquifere.

Tali informazioni permettono di gestire al meglio gli aspetti quantitativi di bilancio idrico dei sistemi acquiferi sotterranei.



*Grafici piezometrici relativi a punti di monitoraggio sia in acquiferi freatici superficiali, che confinati e profondi*