

COMMITTENTE

SPEA Ingegneria Europea S.p.A.

OGGETTO DELL'INCARICO

Studio della potenziale interferenza tra lo scavo della prevista galleria Poggione e l'acquifero che alimenta le sorgenti Panna.

IMPORTO DELL'OPERA

-

DESCRIZIONE DELL'OPERA

La galleria Poggione in progetto fa parte della Bretella di Firenzuola che ricade nell'ambito del progetto di attraversamento appenninico fra Sasso Marconi e Barberino di Mugello.

PERIODO DI ESECUZIONE

2002-2004

PROFESSIONISTI RESPONSABILI

Dott. Geol. Riccardo Amici – Geologia e Idrogeologia
Ing. Ugo Rabagliati – Modelli di calcolo
Prof. Giovanni Barla – Resp. Scientifico

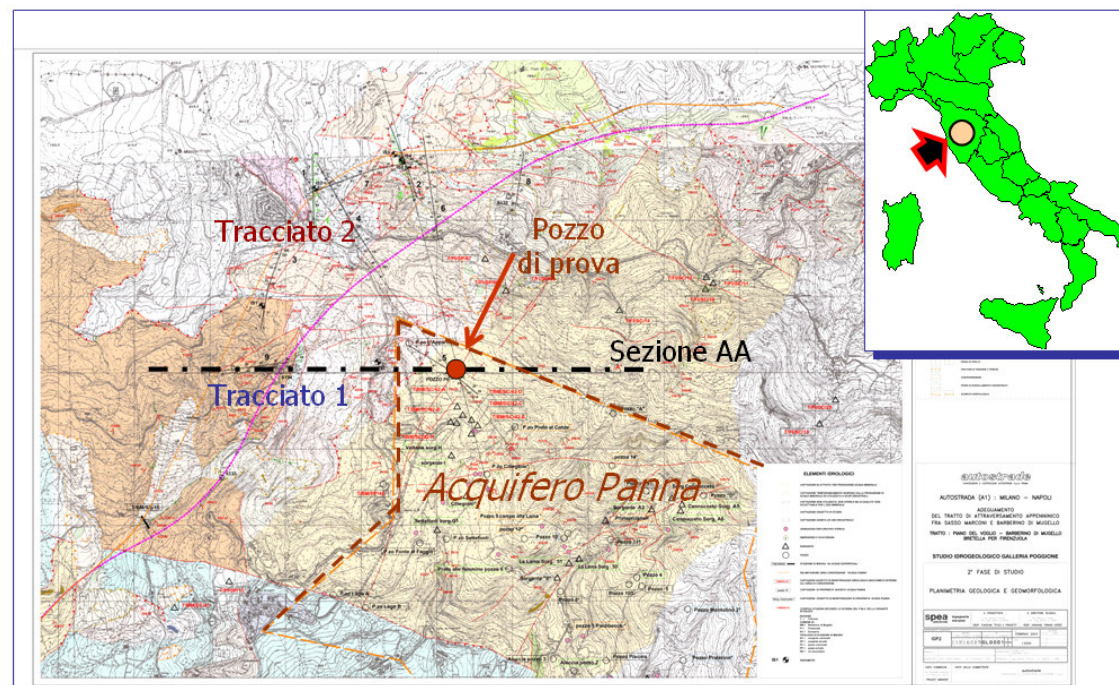
DESCRIZIONE PARTICOLAREGGIATA DELLE ATTIVITÀ

Il tracciato stradale e, in particolare, la galleria Poggione si sviluppano ai margini occidentale e settentrionale dell'acquifero sede della concessione dell'acqua Panna.

Al fine di determinare le caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero e valutare la potenziale interferenza tra lo scavo della prevista galleria Poggione e l'acquifero che alimenta le sorgenti Panna, nel periodo 2000-2004 sono stati svolti indagini e studi a carattere geologico e idrogeologico.

Le indagini

Sono state eseguite numerose indagini dirette e indirette: sondaggi stratigrafico-geotecnici con esecuzione di prove idrogeologiche; sismica a rifrazione e a riflessione; geoelettrica. E' stato condotto il monitoraggio delle acque superficiali e sotterranee. E' stato perforato un pozzo (di profondità 125 m) per l'esecuzione di prove di



pompaggio finalizzate ad ottenere i parametri idrogeologici dell'acquifero e ad acquisire conoscenze sulla dinamica delle acque sotterranee. Le prove sono consistite in una serie di gradini di pompaggio e una prova di lunga durata (72 h di pompaggio e 72 h di recupero).

Le indagini e le prove hanno consentito di conoscere le condizioni dell'area e di individuare una serie di unità idrogeologiche tra cui quella dell'Acquerino, permeabile per fratturazione, che costituisce l'acquifero dell'acqua Panna.

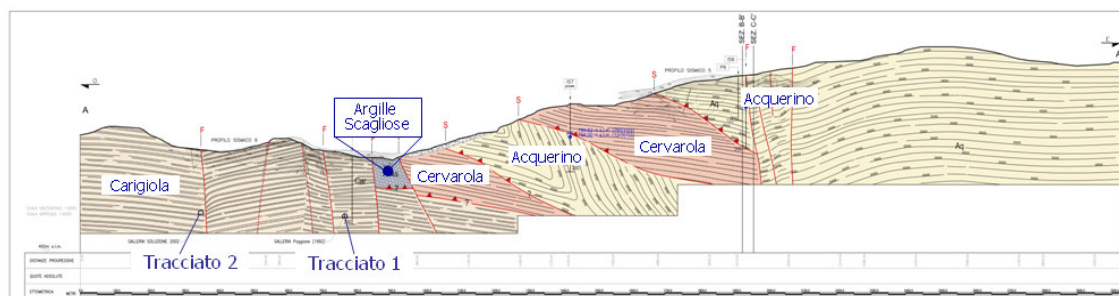
La Formazione dell'Acquerino è costituita da alternanze arenaceo-pelitiche con strati arenitici e presenza di corpi rocciosi derivanti da franamenti sottomarini avvenuti durante la deposizione dei sedimenti torbiditici, rappresentati da successioni di marne e marne argillose. Le caratteristiche idrogeologiche dell'Acquerino sono tipiche delle formazioni flyschoidi arenacee dell'Appennino tosco-emiliano con una

permeabilità primaria molto modesta e una permeabilità secondaria per fratturazione bassa, con fasce di fratturazione più intensa, per presenza di elementi tettonici (faglie normali e/o trascorrenti), caratterizzate da permeabilità più elevate.

Gli elementi di maggiore rilevanza idrogeologica sono le strutture tettoniche fragili (sovrascorrimenti e faglie) che nell'area assumono la direzione prevalente N55-65 o N170-180 e inclinazione molto elevata (superiore ai 60-70°). Le principali sorgenti si osservano in corrispondenza di strutture tettoniche riconducibili a queste orientazioni; i pozzi produttivi intercettano in profondità strutture appartenenti a tali famiglie.

Le analisi numeriche

Lo studio ha inoltre compreso analisi numeriche per la simulazione dell'eventuale interferenza tra la galleria e l'acquifero. Nelle analisi l'ammasso roccioso è stato assimilato ad un continuo equivalente, caratterizzato da differenti valori del coefficiente di



permeabilità. Per simulare la presenza delle faglie, nei modelli numerici sono state introdotte zone con permeabilità maggiori rispetto a quelle dell'ammasso roccioso circostante. Sono stati elaborati tre differenti modelli di calcolo: 1) un modello assialsimmetrico, per la valutazione della permeabilità da attribuire alla zona immediatamente circostante il pozzo di prova; 2) un modello tridimensionale, in grado di tenere conto della presenza di strutture tettoniche idroconduttive; 3) un modello tridimensionale completo, per la simulazione della prova e per la verifica dei parametri idrogeologici valutati, in una prima fase, mediante i metodi tradizionali basati sull'analisi delle curve di abbassamento/risalita. E' stata infine eseguita una modellazione in condizioni di flusso piano su sezioni rappresentative, trasversali all'area dell'acquifero Panna, in grado di simulare il flusso naturale della falda e quello che si instaurerebbe in presenza della galleria.

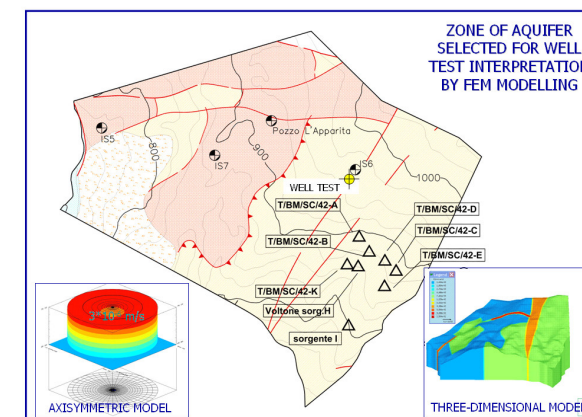
La caratterizzazione idrogeologica e la valutazione dell'interferenza

L'interpretazione delle indagini e prove (in particolare della prova di pozzo), l'elaborazione dei dati di monitoraggio e le simulazioni numeriche hanno consentito di caratterizzare da un punto di vista geologico ed idrogeologico l'area in esame, raccogliere i dati necessari per il bilancio idrogeologico, valutare l'interferenza tra l'acquifero e la galleria Poggione.

Sono stati dunque messi a punto i profili geologico e idrogeologico in asse al tracciato della galleria. L'analisi di tali profili ha consentito di rilevare una serie di problematiche. Tra le progr. 830 m e 3590 m, vengono attraversate numerose faglie, aventi direzione circa E-W e componente normale/trascorrente, ad elevata conducibilità idraulica, che mettono direttamente in comunicazione lo scavo con l'acquifero Panna. Le strutture tettoniche risultano fra loro comunicanti in corrispondenza delle reciproche intersezioni; è pertanto lecito ipotizzare la presenza di un reticolo sotterraneo di fasce a intensa fratturazione, in grado di collegare, in maniera più o meno diretta, l'acquifero Panna con la galleria.

Sulla base dei risultati ottenuti, sono stati valutati i coefficienti di permeabilità delle formazioni e delle zone di faglia di interesse. Si è stimato che i coefficienti di permeabilità per la formazione dell'Acquerino (sede dell'acquifero Panna) sono compresi nel

campo $10^{-6} \div 10^{-7}$ m/s, mentre alle zone di faglia possono essere assegnati valori dell'ordine di $10^{-4} \div 10^{-5}$ m/s. Ne consegue che, ipotizzando la presenza di un numero minimo di strutture caratterizzate da permeabilità e potenza comprese in un campo di valori ricavabili dai dati disponibili e dalle simulazioni numeriche, è possibile quantificare il disturbo provocato all'acquifero Panna dallo scavo della galleria e la portata drenata che, nelle varie condizioni ipotizzate, risulta compresa tra 145 e 900 l/s.



Il bilancio idrogeologico, effettuato sulla base dei dati disponibili, ricavati dalle indagini e prove e dalla modellazione numerica, evidenzia che le portate potenzialmente drenate dalla galleria (nelle ipotesi di tracciato del 1992 e del 2002), possono raggiungere valori molto elevati, risultando non compatibili con le attuali condizioni di equilibrio, tanto da innescare un rapido depauperamento dell'acquifero Panna.

Il bilancio idrogeologico consente inoltre di effettuare le seguenti considerazioni:

- l'infiltrazione efficace nell'area Panna è pari al 25.71% dell'afflusso totale;
- il 18% delle acque in ingresso risultano captate e/o emergenti nelle sorgenti;
- il 7.62% della risorsa (infiltrazione efficace) alimenta la falda e costituisce una riserva utilizzabile

L'acquifero Panna evidenzia pertanto una limitata potenzialità e, conseguentemente, un'elevata sensibilità in relazione a interventi, come quello in esame, che possono rappresentare un pericolo potenziale di depauperamento.