

Determinazione n. DPC002/PAUR/12 del 30.06.2020

*Nota del Comitato di Coordinamento Regionale per la
Valutazione di Impatto Ambientali
parere favorevole con prescrizioni n. 3143 del 23/01/2020*

**Integrazione allo Studio Idrogeologico inerente il
rilascio del rinnovo della Concessione per lo
sfruttamento dell'Acqua Minerale "Valle Reale"**

**Determinazione G.R. n. DPC 025/148 del 16.04.2021
nei Comuni di Popoli (PE) e San Benedetto in Perillis (AQ)**

Committente: Gran Guizza S.p.A.

Prof. Marco Petitta

Luglio 2021

INDICE

1. Premessa	3
2. Assetto idrogeologico e salvaguardia dell'acquifero carbonatico	5
2.1 Le caratteristiche della falda regionale del Gran Sasso alimentante le sorgenti di Capo Pescara e San Calisto.....	6
2.2 Valutazione dell'area di influenza della captazione sulla circolazione idrica sotterranea e della pericolosità determinata dalle attività antropiche nell'area in esame	11
2.3 Proposta di un piano di monitoraggio	22
3. Conclusioni	26
Riferimenti bibliografici	28

1. PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la ricostruzione dell'assetto idrogeologico per la definizione delle aree di rispetto e protezione proposte dalla società di imbottigliamento di acque minerali Gran Guizza per le captazioni in località "Valle Reale" di Popoli (Pescara), in rapporto all'area di ricarica dell'area in concessione, e alle modalità ottimali di monitoraggio piezometrico della falda regionale ai fini di una ricostruzione della superficie piezometrica sito-specifica.

Nello specifico, in questa relazione viene presa in esame e determinata, dal punto di vista idrogeologico, l'influenza della zona di captazione dei pozzi utilizzati per l'imbottigliamento sull'acquifero regionale carbonatico fratturato del massiccio del Gran Sasso avente come recapito ultimo le Sorgenti di Capo Pescara, la cui porzione terminale ricade nell'area di concessione mineraria della Gran Guizza. I tre punti di emungimento oggetto dell'attuale rinnovo di concessione mineraria sono ubicati a quota topografica leggermente superiore ai 300 m s.l.m. e captano l'acquifero posto ad una quota piezometrica intorno ai 255 m s.l.m. Le captazioni, così come lo stabilimento di imbottigliamento, sono ubicate sul versante occidentale della Piana di Sulmona-Popoli in Abruzzo, di fronte all'abitato di Popoli, sul versante prospiciente le aree sorgive di San Calisto (localizzate a NE dei pozzi) e di Capo Pescara, sede della Riserva Naturale Regionale omonima (localizzate a SE dei pozzi).

Nell'ambito della procedura PAUR relativa al rinnovo della concessione, gli uffici competenti in ambito VIA della Regione Abruzzo hanno rilasciato un primo parere favorevole con condizioni e prescrizioni (giudizio 3029/2019) finalizzate ad una idonea definizione delle aree di salvaguardia e alle relative modalità di monitoraggio.

A tal fine, la committente Gran Guizza S.p.A. ha prodotto nel maggio 2019 una proposta di rimodulazione delle aree di salvaguardia, basata anche su precedenti studi e censimenti dei centri di pericolo presenti nell'ampia zona posta a monte del perimetro della concessione mineraria (relazione del 2003 redatta da Capelli & Mazza dell'Università di Roma Tre). Ulteriori specifiche sono state prodotte nel gennaio 2020 attraverso la relazione integrativa su assetto idrogeologico ed area di salvaguardia, a firma del Geologo Davide Fierro. Particolarmente preziosa risulta inoltre la documentazione tecnica prodotta nel 1994-95, durante la fase iniziale di attività dello stabilimento di imbottigliamento Gran Guizza, da parte del Geol. Silvano Fossaluzza, le cui relazioni contengono informazioni quantitative sui parametri idrodinamici dell'acquifero captato, ottenuto attraverso prove di emungimento sui pozzi oggetto di captazione. Infine, è stato reso disponibile l'insieme delle

risultanze delle attività condotte dalla Fassa s.r.l. per l'ampliamento delle limitrofe cave, attività alle quali ha collaborato anche il sottoscritto con una specifica relazione.

A seguito dell'esame della documentazione integrativa prodotta dalla Gran Guizza S.p.A., il Comitato di Coordinamento Regionale per la Valutazione d'Impatto Ambientale della Regione Abruzzo per le opportune verifiche di ottemperanza ha emanato un ulteriore parere con giudizio CCR-VIA n. 3143 del 23.01.2020 e del DPC 002/PAUR/12 del 30.06.2020, nel quale si precisano alcune prescrizioni che sono oggetto della presente relazione, come di seguito dettagliato:

1) si prende atto dell'area di salvaguardia proposta; si ritiene che l'azienda dovrà effettuare uno studio idrogeologico sito-specifico, nell'arco di semi mesi dal rilascio del rinnovo della concessione, per un approfondimento dei limiti delle aree di rispetto e protezione, così come definite nella LR 15/02, tenendo in debita considerazione l'area di ricarica della falda emunta. Tale studio dovrà comprendere anche un'analisi approfondita dei centri di pericolo reali e potenziali presenti sul territorio al fine di individuare la necessità di eventuali misure di protezione della falda:

2) Occorre realizzare un numero sufficiente di piezometri di monitoraggio a monte idrogeologico del sito dotati di sistemi di monitoraggio in continuo dello stato chimico delle acque atti a rilevare tempestivamente eventuali contaminazioni;

3) E' necessario effettuare il monitoraggio del livello piezometrico con precisione centimetrica su tutti i punti d'acqua con la ricostruzione della superficie piezometrica sito specifica in modo da monitorare la circolazione idrica sotterranea costantemente.

Tenuto conto di quanto sopra, con la presente relazione si intendono offrire ulteriori elementi di valutazione riguardanti le aree di salvaguardia e le caratteristiche di circolazione idrica sotterranea dell'acquifero sottostante l'area oggetto di intervento, per una più dettagliata valutazione del rischio potenziale di inquinamento delle falde idriche sotterranee ivi presenti. Le considerazioni di seguito esposte hanno quindi lo scopo pratico di determinare alla luce delle conoscenze attuali sull'area di studio, le più opportune modalità di monitoraggio della falda, in grado come richiesto di salvaguardare la risorsa idrica sia presente nel sottosuolo che erogata dalle sorgenti nonché quella captata dai pozzi di concessione mineraria per imbottigliamento.

Tali considerazioni scaturiscono dall'esame delle condizioni di sito, dalle risultanze delle attività appositamente già realizzate nell'area da Gran Guizza e sintetizzate nelle relazioni sopracitate, ma anche dalle ricerche eseguite con finalità scientifiche nell'area dal sottoscritto (nonché da altri Ricercatori Universitari) negli ultimi 25 anni, riassunte e esplicitate in numerose pubblicazioni scientifiche per il cui elenco si rimanda alla bibliografia posta alla fine della relazione. A completamento del quadro conoscitivo, vengono riportati anche alcuni dati inediti sulle caratteristiche della falda regionale alimentante la sorgente principale dell'area, Capo Pescara, che con oltre 7 m³/s di portata media rappresenta l'emergenza naturale di portata più elevata del territorio abruzzese.

2. ASSETTO IDROGEOLOGICO E SALVAGUARDIA DELL'ACQUIFERO CARBONATICO

La circolazione idrica sotterranea negli acquiferi carbonatici fratturati che costituiscono l'ossatura dell'Appennino Centrale e in particolare di quello Abruzzese, è caratterizzata da un elevato tasso di infiltrazione efficace delle acque di precipitazione, che può superare gli 800-900 mm/anno (Petitta & Tallini, 2002). Tale notevole flusso in entrata è favorito dalla natura fratturata delle dorsali montuose, in cui sono presenti anche forme carsiche epigee e depressioni tettono-glacio-carsiche (di cui il massimo esempio regionale è Campo Imperatore) che indirizzano gran parte delle acque meteoriche nel sottosuolo. Questa elevata ricarica determina la presenza, alla base dei massicci carbonatici, dove gli acquiferi vengono a contatto con depositi plio-quadernari a minore permeabilità di natura silicoclastica o alluvio-detritica, di sorgenti basali dalla portata copiosa, drenanti i vasti bacini idrogeologici sovrastanti (Petitta, 2009). Nonostante la natura carbonatica fratturata e la presenza del carsismo nelle zone di infiltrazione, in Appennino Centrale le sorgenti alimentate direttamente da circuiti carsici, comprensivi di condotti in grado di recapitare velocemente verso le sorgenti le acque di infiltrazione, sono estremamente rare. Prevalgono infatti le sorgenti caratterizzate da portate elevate (dell'ordine del metro cubo al secondo di media) ma notevolmente stabili nel corso dell'anno, essendo soltanto soggette ad una variabilità stagionale che quasi mai provoca la riduzione delle portate al di sotto del 50% della portata media.

Questa caratteristica peculiare, dovuta alla tettonica recente dell'Appennino che ha determinato una variazione continua dei livelli di base regionale degli acquiferi, per il tramite del riempimento delle depressioni morfologiche (valli e piane intramontane), inibendo lo sviluppo di un reticolo carsico evoluto in grado di rendere veloce e impulsivo il trasferimento di acque di infiltrazione verso le sorgenti, aventi quindi in tal caso ampia variabilità della portata sorgiva (Cavinato & De Celles 1999; Petitta 2009). Di conseguenza, nell'Appennino Laziale-Abruzzese il flusso idrico sotterraneo, copiosamente alimentato dall'alta capacità di infiltrazione, tende a convergere lentamente verso le principali sorgenti basali aventi portata elevata e stabile nel tempo, a meno di contenute oscillazioni stagionali e pluriennali. Tanto più le sorgenti si trovano alla base degli acquiferi, tanto più queste caratteristiche sono pronunciate ed evidenti.

La zona in esame è caratterizzata dal recapito ultimo delle due grandi strutture idrogeologiche del Gran Sasso e del Monte Sirente, che danno vita a numerose sorgenti, sia nella vicina Valle del Fiume Tirino, che nel settore studiato, dove vengono a giorno le sorgenti di San Calisto ed è presente l'area sorgiva di Capo Pescara, che costituiscono un esempio paradigmatico delle succitate condizioni

idrogeologiche, essendo rappresentate ambedue le aree sorgive da sorgenti per soglia di permeabilità sovrainposta, di portata media rispettivamente prossima ai 2 m³/s e superiore ai 7 m³/s, la cui variabilità risulta molto limitata, storicamente inferiore al 30% della portata media.

2.1 Le caratteristiche della falda regionale del Gran Sasso alimentante le sorgenti di Capo Pescara e San Calisto

L'acquifero regionale del Gran Sasso, che possiede caratteristiche generali della circolazione idrica sotterranea in linea con quelle tipiche dell'Appennino Centrale, è stato ampiamente studiato negli ultimi 25 anni, sia per la rilevanza delle sue risorse idriche sotterranee che per la presenza di numerose captazioni (tra cui quella che interessa il traforo autostradale), nonché per gli importanti aspetti di conservazione ambientale, essendo sede del Parco Nazionale del Gran Sasso e dei Monti della Laga, oltre che a livello locale della Riserva Naturale Regionale delle Sorgenti di Capo Pescara.

La Fig.1 riassume l'assetto idrogeologico, con un'infiltrazione efficace elevata nell'ordine dei 700 mm/anno, che alimenta la falda regionale contenuta nei calcari meso-cenozoici fratturati, secondo direzioni di flusso centrifughe, nella quasi totale assenza di deflussi concentrati in corrispondenza di discontinuità, a testimonianza di una circolazione idrica sotterranea di tipo idrodispersivo, priva di deflussi in condotte carsiche attive, come testimoniato dalle portate sorgive stabili rispetto ai classici sistemi carsici a risposta impulsiva. A meno di un deflusso indirizzato sul versante settentrionale e di una zona di recapito corrispondente all'area aquilana (Barbieri et al., 2005), la maggior parte della risorsa idrica sotterranea si muove verso sud-est, dove emergono oltre 20 m³/s considerando le emergenze del Fiume Tirino e quelle della zona di Popoli, che comprendono la sorgente di San Calisto (1.8 m³/s di media) e quella principale di Capo Pescara (7.5 m³/s in media).

Sempre in Fig.1 sono indicati i valori dei livelli piezometrici tramite curve isopieze tramite le quali si può dedurre che il gradiente idraulico della falda regionale è più elevato nella zona di alimentazione per poi diminuire nelle zone periferiche fino a valori inferiori a 1%. L'andamento della superficie piezometrica è deducibile anche dalla Fig.2, che attraverso una sezione schematica longitudinale in direzione NW-SE, coincidente con la direzione di deflusso principale regionale, mette in evidenza sia le modalità di ricarica che quelle di recapito verso le sorgenti periferiche. Si osserva come la sorgente di Capo Pescara (CP in figura 2) rappresenti il recapito ultimo della falda di base del Gran Sasso, raccogliendo quindi le acque di infiltrazione che provengono dal cuore del massiccio (incluso Campo Imperatore), sotto forma di ricarica preferenziale (PR), a cui si aggiungono lungo il percorso ulteriori contributi di infiltrazione, sicuramente di entità minore in quanto legati alla

ricarica diretta (DR). Quest'ultima rappresenta l'aliquota delle precipitazioni in grado di infiltrarsi attraverso le rocce affioranti, a meno dell'evapotraspirazione e del ruscellamento.

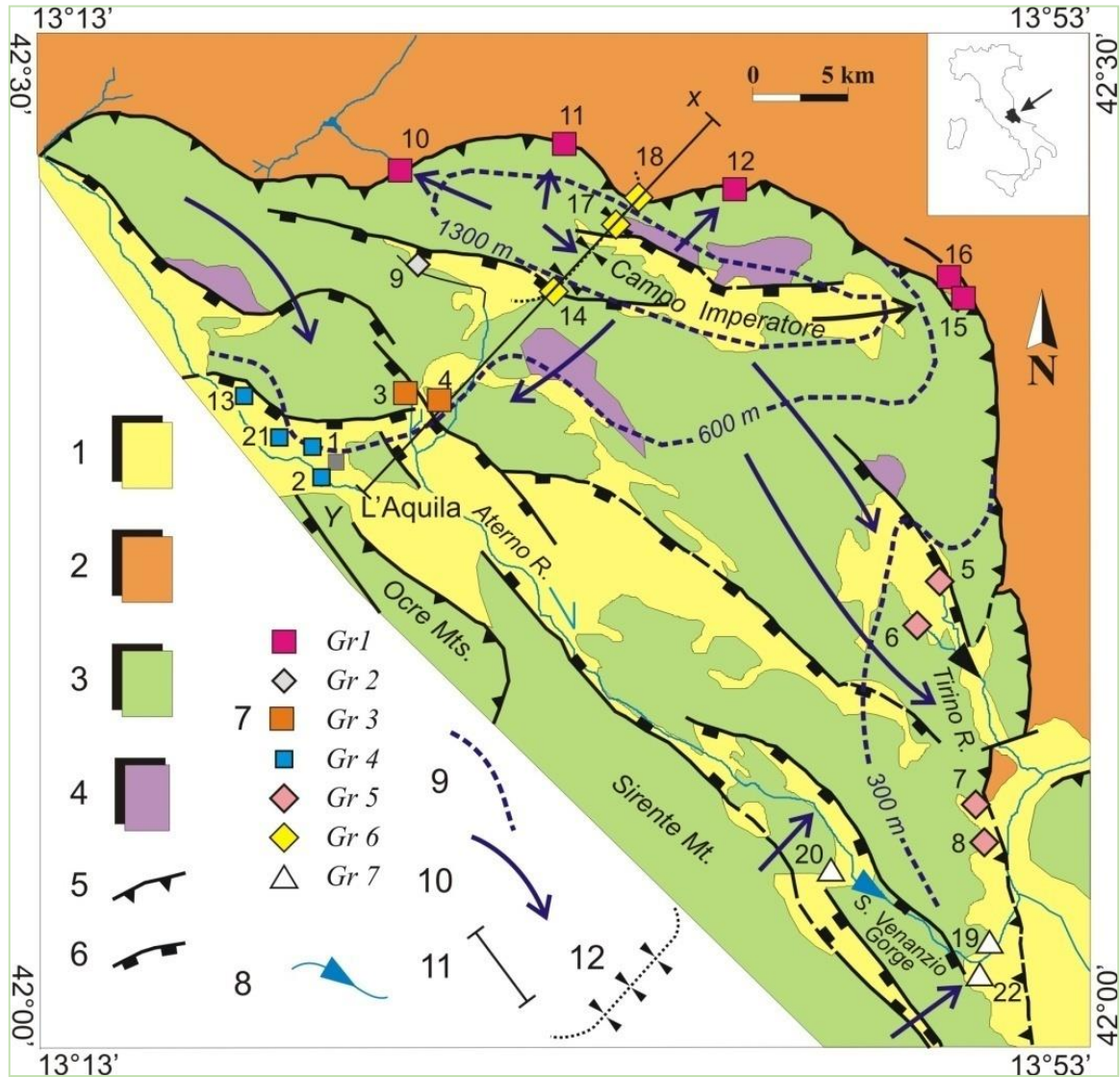


Fig.1: Assetto idrogeologico dell'acquifero del Gran Sasso. Le sorgenti di San Calisto e Capo Pescara appartengono al gruppo 5 (Tirino/Popoli) e sono contrassegnate dai numeri 7 e 8 rispettivamente. Legenda: 1: aquitard; 2: aquiclude; 3: acquifero carbonatico; 4: substrato dolomitico; 5: sovrascorrimenti principali; 6: faglie dirette principali; 7: gruppi sorgivi; 8: drenaggio in alveo fluviale; 9: valore del potenziale piezometrico (isopiezia); 10: direzione regionale del flusso idrico sotterraneo; 12: drenaggio del traforo autostradale (rielaborata da Petitta e Tallini, 2002)

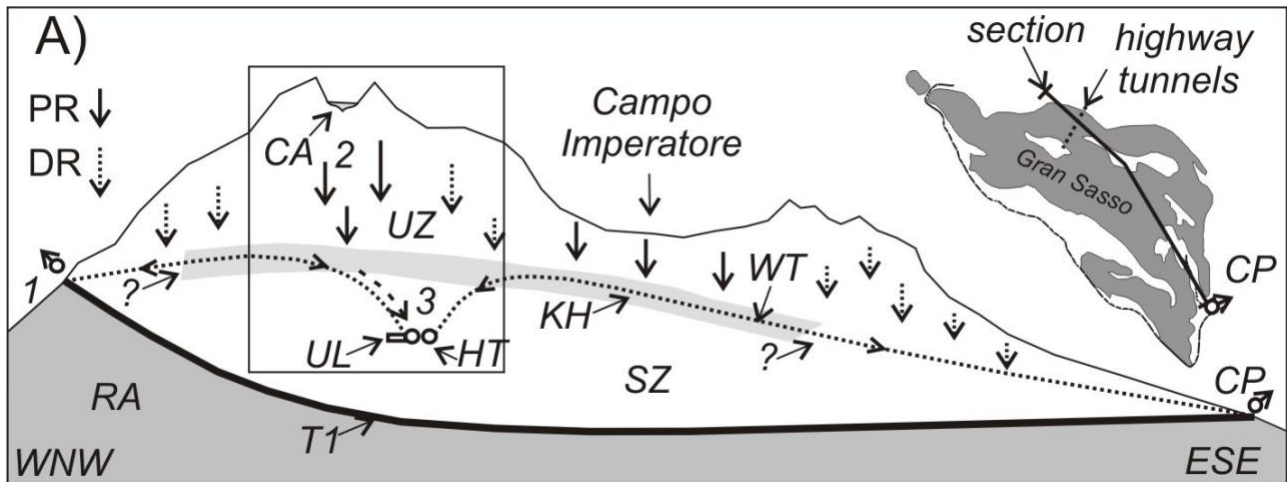


Fig.2: Sezione schematica longitudinale attraverso l'acquifero del Gran Sasso. CP rappresenta l'ubicazione di Capo Pescara, considerato recapito ultimo e più distante della falda sotterranea regionale alimentata prevalentemente da quote elevate e da Campo Imperatore (da Tallini et al., 2013).

In altre parole, le acque sotterranee che alimentano i recapiti ultimi della falda regionale del Gran Sasso provengono dal cuore del massiccio dove prevalgono le forme carsiche, e in misura minore da acque di infiltrazione provenienti dai rilievi del settore sud-orientale. Questi contributi sono nettamente inferiori sia per effetto di una minore precipitazione, che per il ruolo rilevante dell'evapotraspirazione. Ne consegue che le acque sorgive della valle del Tirino nonché quelle di San Calisto e Capo Pescara, erogando oltre 20 m³/s in media, raccolgono necessariamente deflussi provenienti dal cuore del massiccio e solo in quantità minoritaria dai rilievi circostanti le zone sorgive. Al contempo, l'infiltrazione e la conseguente ricarica sui versanti oggetto di studio, contribuiscono localmente alle risorse rinnovabili sotterranee, che sono poi quelle oggetto di captazione a scopo di imbottigliamento da parte della Gran Guizza, attraverso i tre pozzi succitati; la stabilità piezometrica pluriennale osservata nei punti di captazione, certifica la sostenibilità dei prelievi che non hanno mai determinato depauperamento della falda intercettata, e al contempo attesta la trascurabile influenza della captazione sul regime e sul deflusso dei punti di emergenza naturale di San Calisto e di Capo Pescara, come meglio descritto nei capitoli successivi.

La zona delle sorgenti ubicate nella zona settentrionale della Piana di Sulmona, di fronte al centro abitato di Popoli, rappresenta un'area di convergenza dei deflussi sotterranei regionali provenienti non solo dal Gran Sasso, ma anche dal massiccio del Monte Sirente. Anche per questo acquifero regionale, la zona di Capo Pescara rappresenta il recapito ultimo della falda regionale. Secondo studi di dettaglio (Massoli Novelli et al., 1999), nell'ambito dell'ampia area sorgiva di Capo Pescara, è possibile distinguere le emergenze meridionali (Capo Pescara *sensu strictu*) da quelle settentrionali, corrispondenti a San Calisto e, più a sud, alla polla detta di Santa Liberata. Esaminando le component

idrochimiche delle diverse sorgenti, è stata attribuita l'alimentazione di Capo Pescara come proveniente prevalentemente dal massiccio del Sirente, mentre la sorgente di Santa Liberata, come quella di San Calisto sono attribuibili ad un'alimentazione dal Gran Sasso. Questo modello di circolazione idrica è supportato anche da evidenze basate sull'esame della fauna copepode presente nelle acque, che risulta differente tra Capo Pescara e Santa Liberata.

Le considerazioni sopra esposte, relative sia alla distinzione delle zone di alimentazione, che soprattutto alla convergenza di deflussi alimentati soprattutto da infiltrazione nelle zone più elevate e distanti dei massicci carbonatici circostanti, sono confermate dai dati degli isotopi stabili della molecola d'acqua. Come noto, i valori isotopici del deuterio (δD) e dell'ossigeno 18 ($\delta^{18}O$) sono marcatori delle aree di alimentazione delle acque sotterranee, in quanto il frazionamento isotopico che avviene in atmosfera e che si riflette nelle acque di precipitazione, non subisce alcuna ulteriore variazione in seguito all'infiltrazione e al deflusso sotterraneo. Di conseguenza, tali valori consentono di identificare le aree di alimentazione, e in particolare la quota media di infiltrazione delle acque sorgive (CIRE: Computed Infiltration Recharge Elevation, Tallini et al., 2014).

Nello specifico, le sorgenti di Capo Pescara e quelle di Santa Liberata/San Calisto presentano valori simili ma significativamente differenti. I valori mediamente registrati a Capo Pescara in circa un decennio di osservazione sono di -68.8‰ in δD and -10.1‰ in $\delta^{18}O$, mentre a Santa Liberata e San Calisto i valori medi registrati sono rispettivamente -66.9‰ per δD and -9.9‰ per $\delta^{18}O$. Correlando i valori isotopici del $\delta^{18}O$ con la quota media di infiltrazione (CIRE), attraverso la retta sperimentalmente ricavata per il massiccio del Gran Sasso ($CIRE=(\delta^{18}O + 5.87)/0.00256$, da Tallini et al., 2014), si ottiene un'altitudine media per le sorgenti di San Calisto e Santa Liberata pari a 1580 m slm, mentre per Capo Pescara la quota media di ricarica risulta di circa 1650 m slm. E' quindi evidente come la portata delle sorgenti in esame dipenda prevalentemente da infiltrazione meteorica avvenuta a quota elevata (es: da Campo Imperatore, avente quota di circa 1600 m slm) e che il contributo alla portata sorgiva delle acque che si infiltrano sui rilievi prospicienti le aree sorgive (posti a quote comprese tra 250 e 500 m slm) non possono che offrire un contributo secondario e locale al deflusso idrico sotterraneo diretto verso le sorgenti e proveniente da aree molto ampie. Questa considerazione implica che le acque in grado di infiltrarsi nei rilievi più prossimi alle sorgenti (come le aree di cava oggetto di questo studio) sono in grado di incidere in misura nettamente minoritaria se non trascurabile sulla portata sorgiva complessiva.

In aggiunta, i valori isotopici osservati in corrispondenza della sorgente di Capo Pescara, ma anche su quella di San Calisto, mostrano una stabilità estrema sia su medio che su lungo termine, come riassunto nelle Tabelle 1 e 2. I valori di $\delta^{18}O$ ‰ (che sono affetti da un errore analitico pari a

0.1%) sono di fatto identici tra il 2006 e il 2021, fatto certamente non usuale. Infatti, poiché il valore isotopico dipende dalle caratteristiche delle acque di precipitazione, queste normalmente presentano delle oscillazioni stagionali che determinano conseguenti variabilità nelle acque sorgive, come dimostrato anche per il Gran Sasso (Barbieri et al., 2005). Una stabilità praticamente assoluta come quella osservata per Capo Pescara e praticamente anche per San Calisto certifica che il bacino di alimentazione non solo è ampio e la falda potente, ma anche che i deflussi avvengono in tempi lunghi, che non risentono in alcun modo di variazioni stagionali di ricarica. Questi dati sono quindi una conferma diretta e fondamentale delle modalità di flusso dell'acquifero regionale alimentante le due sorgenti, corrispondenti in tutto e per tutto ad un flusso di tipo idrodispersivo.

Ottobre 2006	-67.3	-10.04
Luglio 2007	-69.2	-10.23
Aprile 2009	-65.1	-10.15
Maggio 2010	-69.0	-10.16
Settembre 2010	-69.1	-10.16
Ottobre 2010	-67.3	-10.20
Marzo 2011	-67.8	-10.15
Luglio 2011	-69.4	-10.17
Novembre 2011	-68.2	-10.07
Gennaio 2013	-69.5	-10.15
Giugno 2016	-68.2	-10.10
Ottobre 2016	-69.0	-10.20
Marzo 2021	-66.0	-10.15

Tabella 1: valori degli isotopi stabili dell'acqua misurati tra il 2006 e il 2021 per la sorgente di Capo Pescara

Gennaio 2001	-64.5	-9.80
Novembre 2001	-64.6	-9.82
Ottobre 2006	-68.5	-9.80
Luglio 2007	-67.2	-10.10
Aprile 2009	-66.3	-9.83
Maggio 2010	-68.1	-9.90
Settembre 2010	-67.8	-9.95

Tabella 2: valori degli isotopi stabili dell'acqua misurati tra il 2001 e il 2010 per la sorgente di San Calisto

2.2 Valutazione dell'area di influenza della captazione sulla circolazione idrica sotterranea e della pericolosità determinata dalle attività antropiche nell'area in esame

Al fine di fornire risposta al primo quesito, riguardante l'area di salvaguardia già proposta da Gran Guizza, in questo capitolo si fornisce l'approfondimento richiesto dei limiti delle aree di rispetto e protezione, così come definite nella LR 15/02, tenendo in debita considerazione l'area di ricarica della falda emunta.

Come noto, le valutazioni sul rischio di inquinamento della falda idrica sotterranea dipendono, come altri rischi geologici, dal prodotto della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero interessato dalla pressione antropica, con la pericolosità dipendente dalle attività antropiche esistenti o da realizzarsi nella stessa area. E' evidente quindi che il rischio può essere contenuto entro valori accettabili o trascurabili qualora almeno uno dei due parametri da moltiplicarsi tra loro assuma valori estremamente bassi; in tal caso, anche in presenza di un elevato valore dell'altro parametro, vulnerabilità o pericolosità che dir si voglia, il loro prodotto fornisce un valore comunque contenuto. Ne consegue che le condizioni ideali atte a determinare un rischio di inquinamento della falda trascurabile e tendente allo zero, sono quelle in cui ambedue i parametri assumono valori bassi o estremamente bassi, di modo che dal loro prodotto si ottenga un valore talmente minimo da essere trascurabile.

Nel caso in esame, la presenza delle captazioni a scopo di imbottigliamento determina la necessità di stabilire, in aggiunta alle valutazioni su vulnerabilità e pericolosità, anche l'area di influenza del prelievo in atto, in modo da rendere l'applicazione di aree di salvaguardia congruente con le caratteristiche dell'acquifero, con l'entità dei prelievi e con la presenza di centri di pericolo, anche soltanto potenziali, in grado di poter determinare fonti di inquinamento.

E' quindi opportuno valutare preliminarmente l'area di influenza delle captazioni, corrispondente all'area di ricarica della falda attualmente utilizzata, nonché le caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero in corrispondenza dei punti di prelievo. A tal proposito, gli studi condotti immediatamente dopo la perforazione dei tre pozzi attualmente utilizzati (Fossaluzza, 1995) evidenziavano una alta produttività delle perforazioni, che a fronte di portate di emungimento di oltre 50 L/s determinavano abbassamenti dei livelli di falda molto limitati, rispettivamente di 1.40, 0.65 e 1.38 m per i pozzi P1-P2-P3, la cui ubicazione è riportata in dettaglio in Fig.3.

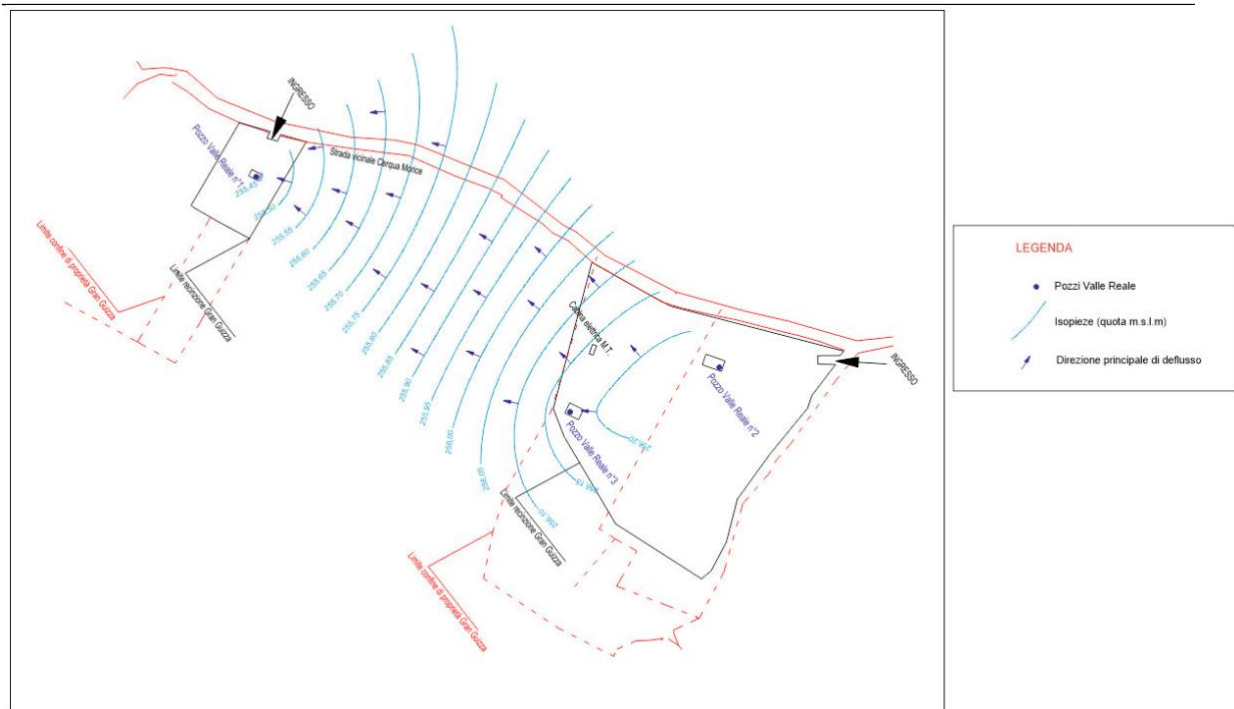


Fig.3: Ubicazione dei pozzi di captazione di Valle Reale e livello piezometrico dinamico tra le due aree di captazione (P1 e P2-P3), poste a distanza di circa 165 m (tra P1 e P3).

I livelli dinamici determinati dagli emungimenti presentano una stabilizzazione precoce, ad indicare una buona trasmissività dell'acquifero. I valori di trasmissività ricavati da tali prove di lunga durata a portata costante (Fossaluzza, 1995; Fierro, 2020) ricadono nell'ordine di 10^{-2} m²/s, valori elevati tipici di acquiferi fratturati in cui le perforazioni abbiano intercettato fratture e discontinuità in comunicazione con l'acquifero, in grado di erogare acqua con minimi abbassamenti del livello dinamico. Si precisa che tali valori di trasmissività, messi in relazione ad un acquifero di spessore complessivo di diverse centinaia di metri, equivalgono a valori di conducibilità idraulica compresi tra 10^{-4} e 10^{-5} m/s. Tali valori derivati indirettamente sono congruenti con quelli attesi per l'acquifero del Gran Sasso, per la componente di flusso libera di circolare nelle fratture. Infatti, anche sulla base di dati diretti raccolti nei Laboratori Sotterranei INFN del Traforo Autostradale, le permeabilità dell'acquifero regionale sono comprese tra 10^{-4} e 10^{-7} m/s nelle rocce carbonatiche fratturate (Monjoie 1980; Adinolfi Falcone et al. 2012; Amoruso et al, 2013). E' abbastanza frequente negli acquiferi fratturati ottenere da prove di emungimento valori di permeabilità posti al limite superiore di permeabilità atteso, in quanto il pompaggio agisce da forzante del flusso naturale, sfruttando le discontinuità attraverso cui viene richiamata l'acqua.

Ciononostante, i livelli dinamici determinati dagli emungimenti non solo erano molto ridotti al momento della perforazione, ma sono rimasti praticamente identici e stabili nel tempo anche a

distanza di oltre 20 anni, a testimonianza della compatibilità totale del prelievo esercitato dalla Gran Guizza (circa 40 L/s per ognuno dei tre pozzi) con la ricarica dell'acquifero. A tal proposito, si noti il grafico di Figura 4 dove si osserva come i livelli piezometrici dinamici del pozzo P1 negli ultimi 10 anni sono praticamente equivalenti a quello misurato nella prova di emungimento iniziale (profondità della falda -50.56 m dal piano campagna). Lo stesso identico livello corrisponde ai valori minimi registrati negli ultimi anni, durante i quali peraltro si vede un trend di risalita della falda. Queste evidenze, che sono presenti analogamente per gli altri due punti di captazione P2 e P3, confermano la stabilizzazione degli abbassamenti e anche la loro minima entità rispetto al livello di falda indisturbato naturale (depressioni piezometriche massime di 1-1.5 m).

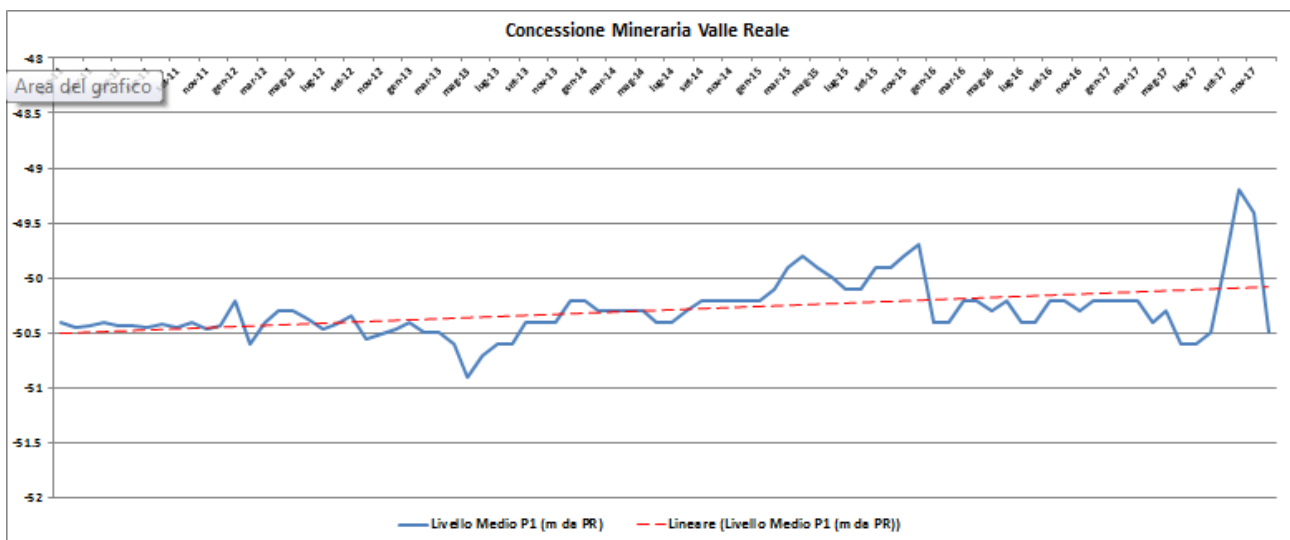


Fig.4: Andamento del livello piezometrico dinamico medio nel pozzo P1, che capta una portata costante di 40 L/s, espresso in metri dal piano campagna. Si nota la stabilità pluriennale del livello di falda in pozzo e il suo leggero trend in risalita rispetto al decennio precedente.

Sulla base dei valori dei parametri idrodinamici ottenuti dalle prove di emungimento del 1995, è possibile stabilire sia l'entità degli abbassamenti indotti dagli emungimenti in funzione della distanza dal pozzo, che il raggio di influenza dei pozzi, che corrisponde alla distanza massima alla quale la superficie piezometrica risente del pompaggio. In altre parole, la definizione del raggio di influenza corrisponde all'area di ricarica dei pozzi di emungimento. Si precisa che l'area da cui provengono le acque sotterranee emunte dai pozzi costituisce una porzione dell'intero acquifero di alimentazione, che come già detto è l'acquifero regionale del Gran Sasso; è pur vero che rispetto all'intero acquifero, l'estensione del raggio di influenza e quindi dell'area interessata dal richiamo verso i pozzi, rappresentano un termine di confronto di notevole rilevanza per la determinazione delle aree di salvaguardia, con particolare riferimento all'area di rispetto.

Applicando la formula di approssimazione logaritmica di Jacob-Cooper, è possibile determinare l'abbassamento (Δ) prodotto da un pozzo in emungimento in funzione della distanza (x) e del tempo (t), note la trasmissività (T) e il coefficiente di immagazzinamento (S). Oltre alla trasmissività (come detto nell'ordine di 10^{-2} m²/s) dalle prove eseguite negli anni '90 è stato ricavato anche il coefficiente di immagazzinamento, che ha un valore di 0.26 (parametro adimensionale).

$$\Delta = \frac{0.183Q}{T} \log \frac{2.25Tt}{x^2S}$$

Dai calcoli eseguiti con la formula sopra esposta, gli abbassamenti piezometrici prodotti nell'acquifero da un pompaggio di 24 ore continuative risultano di 0.63 m a 10 metri di distanza dai pozzi e di soli 12 cm a 100 m di distanza dai pozzi. E' evidente come la perturbazione indotta dall'emungimento complessivo di 120 L/s sia minima nell'acquifero, vista anche la stabilizzazione dei livelli piezometrici nel tempo. Giocoforza, le aree di rispetto da considerare come zone di cattura piezometrica dei pozzi non necessitano di un'ampia estensione, in quanto allontanandosi dai punti di pompaggio l'effetto di richiamo sulla falda risulta minimo e, progressivamente con la distanza, trascurabile.

Il calcolo del raggio di influenza dei pozzi (R) è determinabile dalla stessa formula di Jacob (dove T è la trasmissività, t il tempo e S il coefficiente di immagazzinamento), ponendo

$$R = \sqrt{Tt/S}$$

Tale formula è stata applicata ai casi in questione, considerando una trasmissività di 10^{-2} m²/s e un coefficiente di immagazzinamento di 0,26. Ne risulta un raggio di influenza che dopo 24 ore di emungimento consecutivo è di soli 116 m. Poiché i pozzi sono in emungimento continuo nel tempo, è stato eseguito il calcolo del raggio di influenza per tempi più lunghi, che risulta per esempio di circa 630 m dopo 6 mesi di emungimento consecutivo. E' prassi non determinare raggi di influenza per periodi superiori a 6 mesi, anche per pompaggi ininterrotti, in quanto normalmente la ricarica naturale stagionale dell'acquifero tende a bilanciare i prelievi dopo un massimo di sei mesi. In ogni caso, un calcolo del raggio di influenza basato su un anno consecutivo di pompaggio, determina un raggio di influenza di poco superiore ad un chilometro. Si tratta quindi di un raggio che non può superare il chilometro di estensione rispetto alla direzione di alimentazione della falda captata dai pozzi. E' in quella direzione, fino ad una distanza ragionevolmente compresa tra 600 e 1100 m, che può essere determinata l'area di rispetto della captazione di Valle Reale.

Questa distanza orientativa va ovviamente applicata verso monte piezometrico rispetto ai punti di captazione, e per far ciò è necessario ricostruire l'andamento piezometrico regionale e, più in dettaglio, quello locale. Tale operazione è possibile sia sulla base delle conoscenze bibliografiche

(Boni et al., 1996), che soprattutto alla luce di recenti rilievi condotti per conto di un altro soggetto privato, la Fassa s.r.l., nella stessa area di interesse del presente studio. Nella sottostante Fig.5 si riporta uno stralcio della carta piezometrica prodotta da Fassa, relativamente alla zona di interesse per la Gran Guizza. La piezometria ricostruita in Fig.5 è da ritenersi aggiornata e quanto più precisa possibile, sulla base dei pozzi esistenti. Dall'andamento delle isopieze si deduce facilmente che l'area di possibile alimentazione dei pozzi Gran Guizza va ricercata nel settore settentrionale e in quello occidentale rispetto alla posizione dei pozzi, in quanto le acque di falda provenienti dal settore sudoccidentale non vengono intercettate dalle captazioni, procedendo invece verso le sorgenti di Capo Pescara poste a sud rispetto all'area di concessione Valle Reale e, come noto, recapito ultimo della falda regionale del Gran Sasso. Poiché le direzioni di deflusso della falda determinano inequivocabilmente la non intercettazione di flussi provenienti dai settori sudoccidentali dell'area di studio, ne consegue che non sia necessario né congruo estendere le aree di salvaguardia in tale direzione.

In altre parole, le direzioni di deflusso indicate dall'andamento piezometrico, fanno escludere che le aree attualmente oggetto dell'attività di cava da parte della Fassa srl, nello specifico la zona attualmente in esercizio detta "Pizzo Carluccio" e quella di prossima estensione denominata "Colle Pietrosa", possano contribuire alla alimentazione della porzione di acquifero regionale captato dagli attuali pozzi Valle Reale. Si può quindi escludere dall'estensione dell'area di rispetto tutto il settore posto a sud e sudovest degli attuali punti di captazione, in quanto non incidente nella ricarica della porzione di acquifero captata per imbottigliamento. Nella definizione di tale limitazione, dedotta dall'andamento della superficie piezometrica, come richiesto dalla Regione Abruzzo, si dovrà comunque tener conto in fase di monitoraggio qualitativo, come meglio illustrato nel capitolo seguente, in quanto la natura fratturata dell'acquifero non offre la garanzia totale di isolamento, potendo gli eventuali inquinanti seguire percorsi non linearmente collegati all'andamento piezometrico. In ogni caso, poiché l'estensione delle zone di rispetto va determinata in funzione delle zone di cattura da parte dei pozzi in emungimento, si ritiene logico escludere il settore meridionale e sudoccidentale, comprendente le cave, dalla delimitazione dell'area di rispetto.

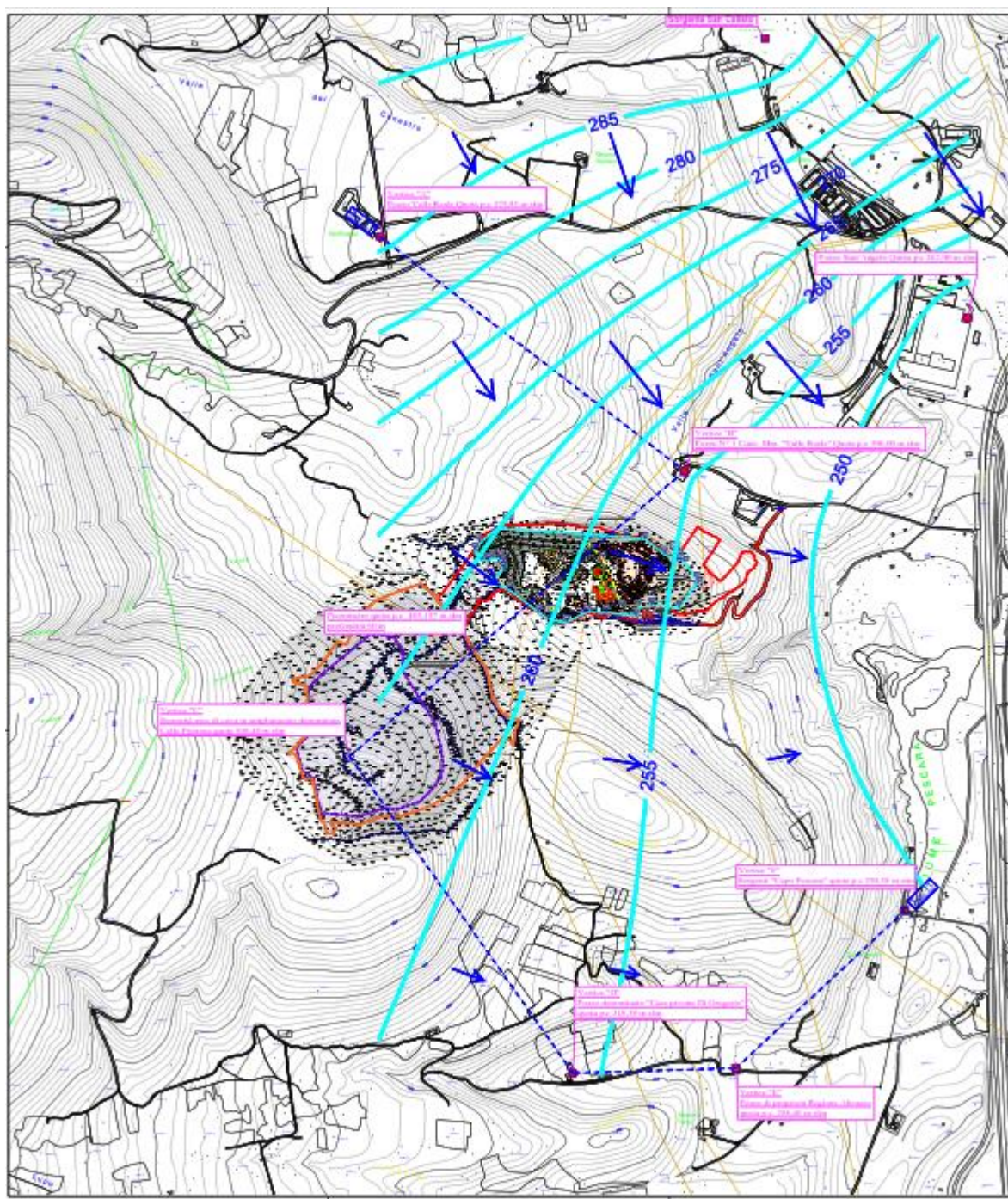


Fig.5: Andamento della superficie piezometrica nell'area di esame, desunto dalla cartografia recentemente prodotta dalla Fassa s.r.l. all'ufficio VIA della Regione Abruzzo. E' evidenziato il pozzo P1 utilizzato dalla Gran Guizza per l'emungimento di acqua potabile da destinare ad imbottigliamento (dalla relazione Fassa per procedimento VIA)

L'estensione dell'area di rispetto nelle altre direzioni, sottese all'andamento piezometrico e quindi potenzialmente alimentanti le zone di captazione, va valutata in funzione dei raggi di influenza sopra determinati. Considerato che la concessione mineraria "Valle Reale" si estende per ben più di un chilometro in direzione occidentale rispetto ai pozzi di captazione, come illustrato in Fig.6, appare

più che ragionevole la proposta iniziale della Gran Guizza di considerare come area di rispetto il perimetro della concessione mineraria (in rosso in Fig.6), esteso ulteriormente a SW e NW fino a comprendere il bacino idrografico incidente (perimetro in verde in Fig.6). Tale area si estende ben oltre il raggio di cattura determinato dagli attuali emungimenti dei tre pozzi P1-P2-P3 ed è quindi congrua con la definizione di area di rispetto considerata dalla normativa vigente.

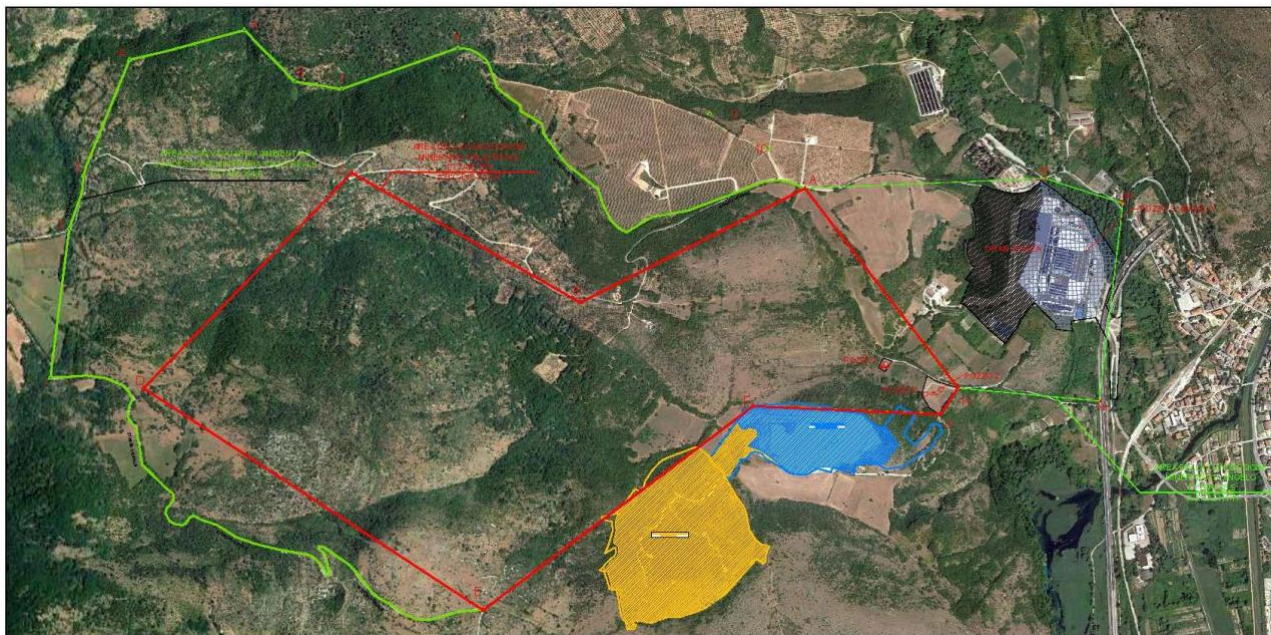


Fig.6: Estensione della concessione mineraria Gran Guizza (linea spezzata rossa), indicazione dei pozzi di captazione (in rosso), proposta di estensione dell'area di rispetto (linea verde), aree di cava di proprietà Fassa (in azzurro e giallo), stabilimento di imbottigliamento Gran Guizza

Riguardo il settore settentrionale, anche in questa direzione sia l'andamento delle curve isopieze (Fig.5) che l'estensione del raggio di influenza (tra 600 m e 1 km circa), risultano compatibili con la proposta già avanzata alla Regione Abruzzo (perimetro verde in Fig.6). Infatti, dalla Fig.5 si nota come il deflusso della falda perpendicolare alle isopieze proveniente dal settore settentrionale (fino alle sorgenti di San Calisto) non sia incidente rispetto ai tre pozzi in concessione. Resta invece potenzialmente compreso in un raggio compatibile con quello di influenza (allargato a circa un chilometro) il settore occupato dalla tenuta agricola/vinicola Valle Reale. In particolare, la direzione di deflusso della falda regionale segue esattamente la congiungente tra il pozzo privato della tenuta agricola e i pozzi di captazione della Gran Guizza, sia pure posti ad una distanza di oltre 600 m.

Nell'area occupata dalla tenuta agricola, l'assetto geologico è però differente rispetto al resto dell'area di studio, in quanto in questo settore, morfologicamente pianeggiante e proprio per questo adibito ad attività agricola, rispetto a tutte le aree montane e pedemontane limitrofe, dove sono

presenti in superficie i depositi calcarei mezo-cenozoici fratturati costituenti l'acquifero regionale, affiorano depositi di copertura detritico-colluviali. Tali depositi hanno certamente una permeabilità minore rispetto ai calcari fratturati costituenti l'acquifero, essendo costituiti anche da una matrice a grana fine, di natura siltosa ed argillosa, in percentuali tali da consentire la coltivazione viticola, che sarebbe invece impossibile sul substrato carbonatico. Tale condizione specifica di quest'area è ben evidenziata anche dalla Carta Geologica ufficiale a scala 1/50.000 (Foglio 369 Sulmona), di recente realizzazione, tramite l'identificazione dell'affioramento dei litotipi di deposizione quaternaria AVM e ACT (rispettivamente corrispondenti ai Sintemi di Valle Majelama e di Catignano), come ben visibile nel profilo geologico tratto dalla stessa carta ufficiale, riportato in Fig.7. Tali litologie di copertura, di spessore variabile, superando localmente anche i 50 m, sono costituite da depositi a granulometria variabile di età pleistocenica e di ambiente continentale, con frazione fine siltosa-argillosa non trascurabile. E' quindi evidente come tali litologie presentino caratteri di bassa vulnerabilità, fornendo quindi, laddove affioranti, una protezione naturale all'acquifero regionale sottostante. E' quindi possibile affermare che, esclusivamente in questo settore corrispondente all'affioramento dei litotipi AVM e soprattutto ACT, l'acquifero regionale risulti protetto dall'infiltrazione di eventuali inquinanti provenienti dalle attività umane, e nello specifico dall'esercizio della tenuta agricola, da considerarsi un centro di pericolo di inquinamento diffuso, seppure da un mero punto di vista teorico.

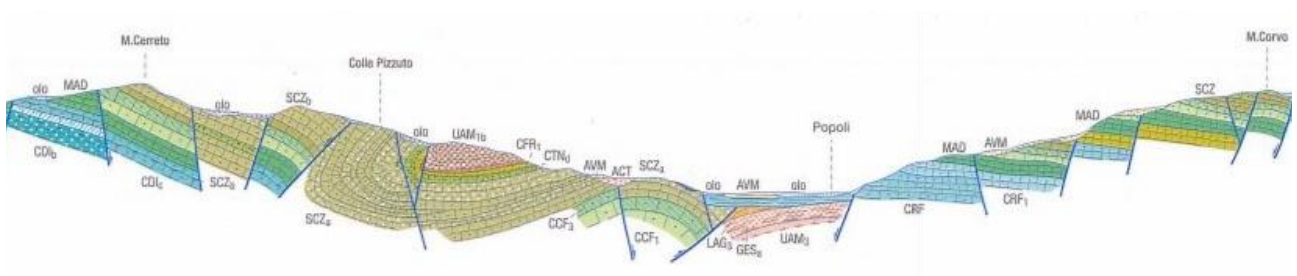


Fig.7: Sezione geologica tratta dal Foglio Geologico n.369 SULMONA, relativa al versante alimentante la zona di captazione della Gran Guizza, posto a sinistra della piana di Popoli e del paese omonimo. Si osserva l'affioramento e lo spessore dei depositi quaternari AVM e ACT, che fungono da copertura del substrato carbonatico costituente l'acquifero. La sezione proposta è riferita ad una traccia leggermente spostata a sud rispetto all'area di studio.

In ogni caso, vista la bassa vulnerabilità delle coperture geologiche affioranti, è possibile escludere questo settore dall'area di rispetto della captazione Valle Reale, in quanto l'acquifero sottostante risulta protetto rispetto al potenziale rischio di inquinamento. Anche in questo caso,

ulteriori precauzioni in termini di monitoraggio qualitativo sono auspicabili e verranno meglio proposte ed esposte nel capitolo successivo.

Considerati quindi gli elementi di valutazione raccolti in merito all'estensione della zona di rispetto delle captazioni Valle Reale, la proposta avanzata dalla Gran Guizza S.p.A. di delimitazione comprendente l'intera area di concessione mineraria (perimetro rosso in Fig.6), con ampliamento a comprendere settori posti ad ovest, nord e sud-ovest (perimetro verde in Fig.6, per un totale di oltre 3.5 chilometri quadri di estensione), risulta congruente con l'area di massima ampiezza raggiungibile dall'influenza della depressione piezometrica determinata dagli emungimenti, che non può superare valori di 600-1100 m dai punti di emungimento neanche considerando un esercizio continuativo per 24 ore al giorno per un intero anno solare. Infatti, l'andamento delle isopieze (Fig.5) esclude possibili contributi dal settore meridionale, attualmente occupato dalle concessioni di cava della Fassa, e al contempo le coperture a bassa permeabilità affioranti a nord (zona della tenuta agricola/vinicola Valle Reale) rendono l'acquifero captato sufficientemente protetto in questa direzione, permettendo quindi l'esclusione di questo settore dalla zona di rispetto. Poiché comunque sia le attività di cava che la tenuta agricola/vinicola, anche se esterne alla zona di rispetto proposta, costituiscono centri di potenziale pericolo per la salvaguardia della risorsa idrica sotterranea, la rete di monitoraggio dovrà tener conto di questa e di altre condizioni di pericolosità nell'ambito della più ampia area di protezione ambientale della captazione (area che da normativa dovrebbe comprendere l'intera area di ricarica dell'acquifero captato, pur non imponendo vincoli di utilizzo sull'area ampia così definita).

A tale proposito, per una valutazione della presenza e del censimento dei centri di pericolo esistenti nell'intera area di ricarica dell'acquifero captato, si fa riferimento agli studi precedenti realizzati dall'Università Roma Tre del 2003, in cui è già stata definita l'area di protezione ambientale alimentante a scala regionale le captazioni idropotabili di Valle Reale. Tale area, raffigurata in Fig.8, comprende le unità fisiografiche del Gran Sasso contrassegnate con i numeri 17-21-22, corrispondenti alle zone di ricarica ipotizzate rispettivamente per le emergenze di San Calisto, Capo Pescara e Raiano, incidenti a grande scala dal punto di vista idrogeologico sull'area di concessione Gran Guizza. Concordando con le valutazioni esposte in questo studio, i centri di pericolo ricadenti nell'ampia zona di protezione ambientale sono già stati adeguatamente censiti, e riepilogati anche nella relazione prodotta dallo studio tecnico incaricato RPA srl per la Gran Guizza nel maggio 2019.

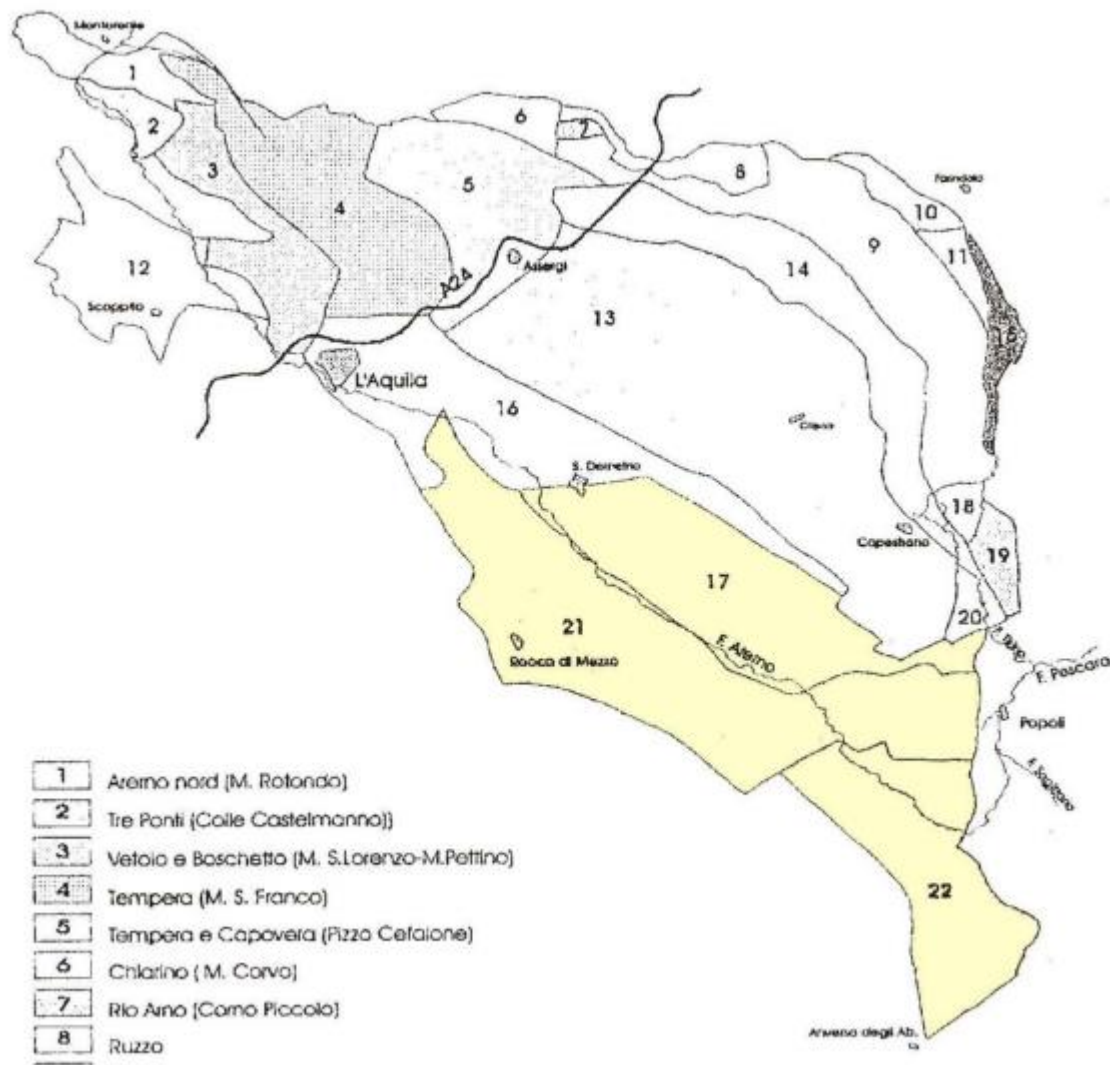


Fig.8: Estensione dell'acquifero del Gran Sasso e individuazione dei settori (17-21-22) considerati incidenti a scala regionale come area di ricarica (corrispondente alla zona di protezione ambientale) delle captazioni Valle Reale (da Capelli & Mazza, 2003).

In estrema sintesi, rimandando per l'elenco esaustivo ai due documenti sopra citati e alla cartografia ad essi allegata, nell'area individuata come di protezione ambientale, sono presenti sia forme carsiche soggette ad infiltrazione concentrata (come doline, campi carsici, aree endoreiche, laghetti carsici e di sprofondamento) che insediamenti antropici classificabili come potenziali produttori di inquinamento (centri di pericolo), tra cui alcune discariche incontrollate di piccole/medie dimensioni, aree cimiteriali, aree di cava, un deposito RSU dismesso, varie aziende zootecniche e agricole, ed infine depuratori delle acque reflue. Tali potenziali centri di pericolo non hanno comunque determinato alcuna variazione negli ultimi 25 anni nelle caratteristiche chimico-fisiche delle acque estratte a scopo di imbottigliamento dalla Gran Guizza, come si evince dai risultati dei controlli periodici e continui, interni ed esterni, operati internamente e da Enti terzi sulle acque destinate al consumo umano.

E' quindi evidente che la presenza di tali centri di pericolo non determina un'elevata pericolosità ai fini dell'inquinamento, sia per la loro limitata estensione e bassa frequenza sull'esteso territorio costituente la zona di protezione ambientale, ma anche per la limitata vulnerabilità dell'acquifero considerato. Infatti, pur essendo fratturato e fornito di forme carsiche, l'acquifero del Gran Sasso gode, anche in questo settore terminale di recapito della falda regionale con portate erogate dalle principali sorgenti anche molto cospicue, di una protezione naturale dovuta alla notevole soggiacenza della falda, ad una limitata permeabilità del mezzo non saturo e alla circolazione prevalentemente basata su un flusso idrodispersivo (in rete di fratture), come già esposto dal sottoscritto in una relazione prodotta nel 2020 per conto della Fassa s.r.l (Petitta, 2020).

Nello specifico, la soggiacenza della falda nei tre pozzi di emungimento si attesta su valori superiori ai 50 m del piano campagna, e tale valore va a crescere fino a diverse centinaia di metri nei settori occidentali della zona di rispetto proposta e nell'intera zona di protezione ambientale. Tale soggiacenza, unita da una permeabilità medio-bassa della zona non-satura dell'acquifero (valutata da prove in foro eseguite dalla Fassa s.r.l. nell'ordine di $10^{-5}/10^{-6}$ m/s), costituisce una protezione che si è dimostrata adeguata nell'esercizio venticinquennale delle captazioni.

Alla luce degli elementi riportati in questo capitolo, in parte già presenti nelle relazioni precedentemente prodotte dalla Gran Guizza per questo procedimento, in parte meglio circostanziate nel presente documento, si conferma che la proposta di estensione dell'area di rispetto già formulata (riassunta in Fig.5) sia congruente con l'estensione della zona di cattura piezometrica determinata dall'esercizio dei tre pozzi Valle Reale, e che l'esclusione da tale zona delle aree di cava proprietà della Fassa a sud e della tenuta agricola/vinicola Valle Reale a nord, sia conforme dalle condizioni idrogeologiche di sito, dalle quali si evince che questi due centri di pericolo collocati in prossimità non siano in grado di influenzare la qualità delle acque attualmente captate.

Nelle condizioni idrogeologiche di sito, si può affermare che il rischio di un potenziale inquinamento della falda risulta allo stato attuale un'eventualità estremamente improbabile. Ad ulteriore garanzia di protezione della falda e delle acque captate, si ritiene comunque necessario adempiere alla prescrizione che prevede di stabilire un numero sufficiente di piezometri di monitoraggio a monte idrogeologico del sito, dotati di sistemi di monitoraggio in continuo dello stato chimico delle acque atti a rilevare tempestivamente eventuali contaminazioni, con le modalità illustrate nel capitolo successivo. Sulla base di queste considerazioni, e delle condizioni di sito, è possibile configurare un Piano di Monitoraggio che soddisfacendo i criteri di salvaguardia della risorsa idrica sotterranea, possa essere basato su elementi certi ed esistenti, semplificando la rete di monitoraggio senza ridurre in alcun modo il grado di sicurezza dei controlli.

2.3 Proposta di un piano di monitoraggio

Considerate le delimitazioni delle aree di salvaguardia come definite nel capitolo precedente, al fine di garantire un monitoraggio della falda rappresentativo delle condizioni dell'acquifero di alimentazione e delle eventuali possibili, per quanto improbabili, interferenze con le attività antropiche insistenti nell'area di studio, è necessario dapprima valutare le caratteristiche del deflusso (direzione, gradiente idraulico) determinato dagli emungimenti dai pozzi sull'andamento della superficie piezometrica della falda regionale.

Come detto, tali interferenze sono minime in quanto limitate nell'ambito di 1-1.5 m di depressione in corrispondenza dei pozzi. La depressione piezometrica causata dagli emungimenti ha quindi un impatto soltanto locale (nell'ambito di qualche centinaio di metri nella direzione di provenienza delle acque sotterranee, come precedentemente affermato orientata da nord e da ovest rispetto al campo pozzi). In figura 9 (come già in figura 3) viene riportato l'andamento piezometrico ricostruito a scala del campo pozzi, considerati i livelli piezometrici dinamici misurati nei tre pozzi P1-P2-P3, da cui si evince che il livello in P1 è inferiore agli altri due. Conseguentemente le linee di flusso sono dirette da P2 e P3 verso P1, in senso contrario alla direzione regionale di scorrimento della falda, presentando un gradiente idraulico inferiore a 1%, tipico di acquiferi carbonatici fratturati dotati di elevata trasmissività.

Al fine di consentire un monitoraggio adeguato alla valutazione dell'eventuale arrivo di sostanza indesiderate nei punti di captazione, ma al contempo sufficientemente prossimo ad essi in modo da fornire indicazioni specifiche e affidabili, il verso di scorrimento della falda consente di considerare un pozzo denominato "pozzo pilota" perforato anch'esso negli anni '90 e posto a breve distanza dal pozzo P1, il cui livello piezometrico resta superiore a quello dei punti di emungimento. Nei rilievi appositamente condotti nel maggio 2021, le altezze del livello piezometrico nei tre pozzi e nel pozzo pilota erano le seguenti:

pozzo	Livello piezometrico in m s.l.m.
P1	255,9
P2	255,4
P3	255,7
Pozzo pilota	256,6

Tabella 3: livelli piezometrici in metri sul livello del mare nei pozzi Valle Reale a maggio 2021

Il pozzo pilota (ubicato nella particella 395 del Foglio 10 della mappa catastale del Comune di Popoli e posizionato in Fig.9) rappresenta quindi un punto di monitoraggio rappresentativo e privilegiato di osservazione della qualità delle acque captate da tutti e tre i pozzi Valle Reale attualmente in concessione, per i seguenti motivi:

- Raggiunge il substrato carbonatico e quindi la stessa falda captata per l'imbottigliamento
- Ricade nell'area di protezione come proposta
- La distanza dai pozzi captati è ridotta consentendo un approccio di tipo "early warning"
- Il suo livello piezometrico è maggiore dei tre i pozzi in emungimento e le direzioni piezometriche indicano che a scala locale le acque monitorabili nel pozzo si dirigono successivamente verso il pozzo P1 per effetto del cono di richiamo dovuto all'emungimento.

In considerazione del dislivello piezometrico tra il Pozzo Pilota e P1 (circa 0,7 m), della relativa distanza, e considerata la stima della conducibilità idraulica dell'acquifero esposta nei capitoli precedenti, è possibile stimare la velocità della falda nella zona di prossimità ai punti di captazione. Considerando che la velocità di Darcy è data dal prodotto del gradiente idraulico ($i=0.7/30=0,023$) per la conducibilità idraulica ($10^{-4}/10^{-5}$ m/s), si ottiene un valore stimabile tra 2 e 0.2 m/giorno. Adottando il principio di precauzione e quindi le velocità più elevate attese, è quindi probabile che le acque del Pozzo Pilota impieghino circa 15 giorni per raggiungere il pozzo P1, rappresentando quindi un'ottimale soluzione per il monitoraggio delle acque in arrivo alla captazione.

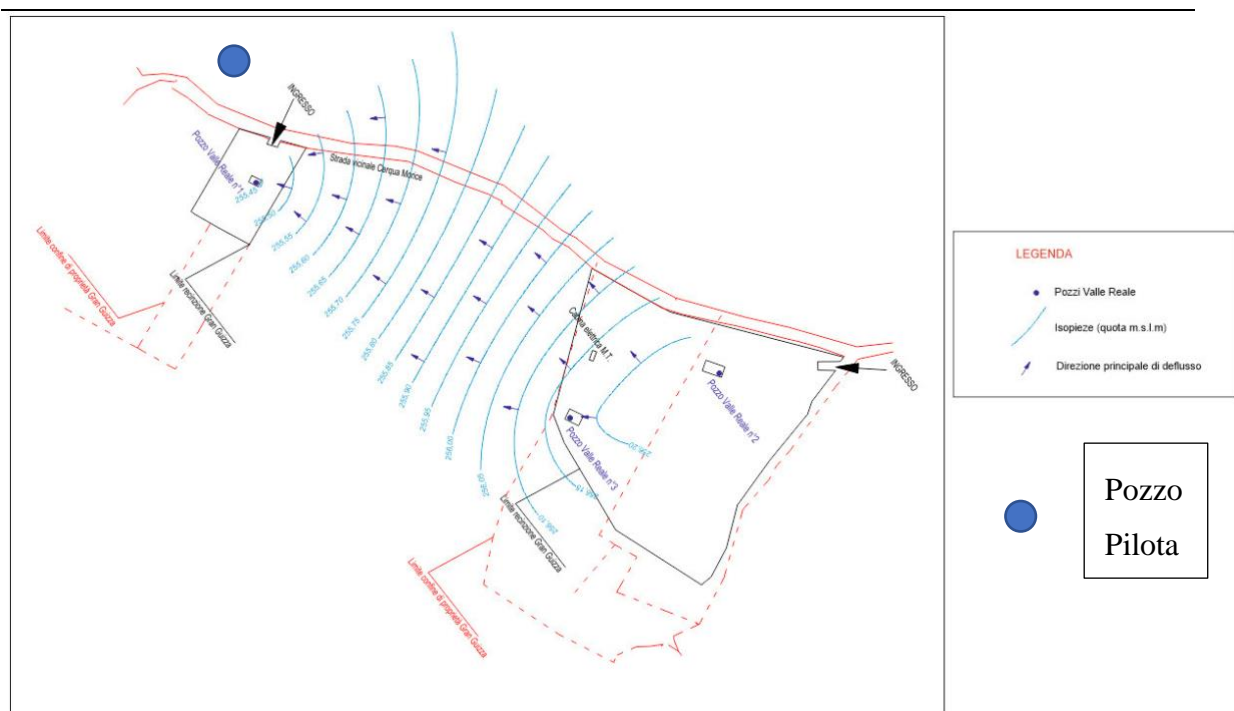


Fig.9: Posizione del Pozzo Pilota, ubicato a circa 30 m di distanza dal pozzo di emungimento P1.

Poiché il Pozzo Pilota (peraltro inserito nella rete di monitoraggio approvata dalla Regione Abruzzo per le attività della Fassa s.r.l.) soddisfa il criterio di protezione dinamica previsto dalla normativa, ovvero la necessità di verificare la qualità dell'acqua in prossimità dei punti di emungimento, zona nella quale dovrebbe quindi risentirsi l'effetto di qualsiasi potenziale inquinante in grado di raggiungere i punti di captazione, potrebbero non essere necessari ulteriori punti di osservazione. Tuttavia, considerata la presenza nella zona settentrionale del centro di pericolo costituito dalla tenuta agricola/vinicola Valle Reale, posizionata immediatamente all'esterno dell'area di rispetto proposta, si ritiene opportuno realizzare un monitoraggio della falda contenuta nel substrato carbonatico anche in tale settore.

Come illustrato nel capitolo precedente, è estremamente difficile che le pratiche agricole possano produrre potenziali contaminanti in grado di raggiungere la falda regionale captata dalla Gran Guizza, pur essendo localizzata a monte piezometrica dei punti di emungimento. Ciò perché la tenuta si apre sull'affioramento di depositi alluvio-colluviali quaternari dotati di minima permeabilità a causa di un contenuto in frazione fine non trascurabile. La falda contenuta nei carbonati fratturati è quindi in questo settore naturalmente protetta, sotto la copertura di diverse decine di m di depositi impermeabili. La limitata permeabilità di questi depositi di copertura è peraltro attestata da almeno un pozzo perforato nella tenuta agricola, che va ad intercettare la falda soltanto in profondità, dopo aver raggiunto il substrato carbonatico ospitante la falda. Il pozzo della tenuta agricola, considerato anche questo nelle valutazioni esposte recentemente dalla Fassa s.r.l., si trova ad una quota topografica di oltre 375 m s.l.m. e intercetta la falda regionale ad una quota inferiore ai 285 m s.l.m., evidenziando una soggiacenza di circa 90 m che confermano l'elevato grado di protezione dell'acquifero dalle attività di questo centro di pericolo.

Sempre in applicazione del principio di precauzione, si propone quindi di utilizzare questo pozzo quale punto di monitoraggio di monte, esterno all'area di rispetto, su cui verificare le caratteristiche qualitative della falda regionale, teoricamente sottoposta a pressioni antropiche localizzate nell'area di protezione più ampia, corrispondenti ai centri di pericolo censiti dallo studio dell'Università Roma Tre. Inoltre, seppure ritenuto poco probabile, questo pozzo sarebbe in grado di monitorare anche gli eventuali residui delle attività agricole poste in essere nella zona, qualora gli stessi riescano a penetrare oltre i depositi a bassa permeabilità, raggiungendo la falda regionale le cui direzioni di deflusso sono dirette verso i punti di captazione della Gran Guizza.

In conclusione, si ritiene che, in aggiunta al monitoraggio qualitativo dei punti di captazione, la rete di monitoraggio delle aree di salvaguardia della concessione Gran Guizza possa essere costituita dal pozzo denominato Pozzo Pilota, prossimo ai pozzi in emungimento (circa 30 m dal P1)

e dal pozzo ubicato nella tenuta agricola Valle Reale (con falda intorno ai 90 m dal piano campagna), la cui ubicazione è riportata in figura 10.

In merito agli analiti da ricercare nelle acque di falda, oltre alle analisi standard equivalenti alle necessità di utilizzo delle acque sotterranee per consumo umano da replicare sui due pozzi di monitoraggio, la presenza delle attività di cava della Fassa, che dal modello concettuale della circolazione idrica sotterranea presentato in precedenza non dovrebbero in alcun modo interferire con la falda captata dalla Gran Guizza, consiglia comunque precauzionalmente di ricercare anche la gamma dei composti idrocarburici. Analogamente, la presenza delle attività agricole, anch'esse non considerate in grado di interferire con la falda profonda, richiede per il medesimo principio di precauzione di ricercare analiti connessi, quali pesticidi e fertilizzanti.

Poiché le attuali tecniche non consentono di monitorare in continuo in sito lo stato chimico delle acque di falda, la rete di monitoraggio dovrà comprendere due modalità congiunte di rilievi su ambedue i due pozzi di monitoraggio considerati: a) ricerca degli analiti necessari tramite prelievo e analisi di laboratorio con frequenza di campionamento stagionale, che appare adeguata in virtù delle caratteristiche della falda, avente caratteri di stabilità stagionali particolarmente marcati; b) monitoraggio in continuo del livello di falda con precisione centimetrica, nonché dei principali parametri chimico-fisici quali temperatura e conducibilità elettrica, tramite sonde multiparametriche da pozzo in grado di registrare con frequenza anche giornaliera i parametri succitati.



Fig.10: Immagine satellitare dell'area di studio con indicata la localizzazione dei pozzi considerati idonei per l'esecuzione del monitoraggio periodico richiesto dagli Enti, in aggiunta al monitoraggio dei pozzi di emungimento Gran Guizza.

3. CONCLUSIONI

Nella presente relazione sono state descritte le caratteristiche idrogeologiche della zona di recapito dell'acquifero regionale del Gran Sasso, costituita dalla base del versante occidentale della Piana di Popoli/Sulmona, nell'area antistante l'abitato di Popoli, dove si osserva la concentrazione di imponenti fronti sorgivi, recapito di un'ampia e particolarmente cospicua falda regionale, di cui le principali emergenze sono la sorgente di San Calisto e quella di Capo Pescara.

In questa area insiste la concessione mineraria per imbottigliamento denominata Valle Reale e utilizzata attualmente dalla società Gran Guizza, che preleva attualmente circa 120 L/s distribuiti su tre pozzi denominati P1-P2-P3. La richiesta di rinnovo della concessione prodotta dalla Gran Guizza ha portato ad un parere positivo con prescrizioni da parte del Comitato di Coordinamento Regionale per la Valutazione d'Impatto Ambientale della Regione Abruzzo; nello specifico, è stato richiesto alla ditta di produrre "uno studio idrogeologico sito-specifico, per un approfondimento dei limiti delle aree di rispetto e protezione, così come definite nella LR 15/02, tenendo in debita considerazione l'area di ricarica della falda emunta" nonché di individuare come richiesto "un numero sufficiente di piezometri di monitoraggio a monte idrogeologico del sito dotati di sistemi di monitoraggio in continuo dello stato chimico delle acque atti a rilevare tempestivamente eventuali contaminazioni".

Questa relazione espone le risultanze dello studio richiesto, da cui emerge che l'esame delle condizioni idrogeologiche a scala sia regionale che di dettaglio, alla luce dei dati disponibili e della letteratura scientifica, ha consentito di confermare la validità della proposta di delimitazione delle aree di rispetto e di protezione ambientale, nonché di individuare un piano di monitoraggio in grado di garantire la protezione della risorsa idrica sotterranea da utilizzare per il consumo umano.

La delimitazione delle aree di salvaguardia come previsto per le captazioni di acqua destinata al consumo umano a livello nazionale, e a scala regionale con la legge 15/02, prevede la distinzione in zona di tutela assoluta (definita con raggio di 10 m dal punto di captazione), zona di rispetto e zona di protezione. Nel caso specifico, si è verificato come la zona di rispetto proposta dalla Gran Guizza (di estensione superiore ai 3.5 km²) sia del tutto congruente con le caratteristiche dell'acquifero, con le direzioni di flusso delle acque sotterranee e con l'estensione del cono di emungimento determinato dai pozzi attualmente captati (P1-P2-P3) alla portata complessiva di circa 120 L/s.

Infatti, il perimetro della zona di rispetto comprende interamente l'area di concessione mineraria, estendendosi oltre a comprendere settori ricadenti nel bacino imbrifero, prevalentemente in direzione ovest. Tale perimetro arriva a distanze superiori all'estensione del raggio di influenza dei pozzi, valutato tra 600 e 1100 m al massimo, comunque caratterizzato da abbassamenti piezometrici minimi

se non trascurabili. L'area di rispetto proposta non si estende verso sud e sudovest oltre il limite della concessione mineraria (nelle zone occupate dalle concessioni di cava della Fassa) in quanto tali aree dell'acquifero non contribuiscono al deflusso verso i pozzi di captazione, come desumibile dalla carta piezometrica di dettaglio recentemente realizzata dalla Fassa per la Regione Abruzzo. Pertanto, poiché l'area di rispetto per definizione deve ricadere nella porzione di acquifero richiamata dall'esercizio della captazione, non è necessario comprendere questo settore nel perimetro proposto. Analogamente, non è stata compresa nell'area di rispetto la zona a nord occupata dalla tenuta agricola Valle Reale, anche in questo caso in accordo con le caratteristiche idrogeologiche sito-specifiche, in quanto l'acquifero carbonatico interessato dalla captazione risulta protetto da uno spessore di diverse decine di metri di sedimenti continentali detritico-colluviali dotati di bassa permeabilità che non consentono la penetrazione di eventuali inquinanti provenienti dalla superficie. Ulteriori centri di pericolo sono presenti a distanze considerevoli dalle captazioni, ricadendo nella zona di protezione ambientale non sottoposta a vincoli, e il loro censimento è stato eseguito in studi precedenti.

Le considerazioni sopra esposte hanno anche consentito di individuare due punti idonei al monitoraggio richiesto dalla Regione Abruzzo: un pozzo pilota realizzato in fase esplorativa negli anni '90, posto a distanza di qualche decina di metri dai punti di captazione e caratterizzato da un livello di falda leggermente superiore rispetto ai pozzi, che si configura come un punto di monitoraggio privilegiato in grado di fornire informazioni sulle acque in transito verso i punti di captazione; un secondo pozzo che intercetta la falda regionale a notevole profondità, ubicato nella tenuta agricola Valle Reale, in grado di attestare la qualità delle acque di falda provenienti da zone di ricarica più distanti, nonché di verificare la ragionevole ipotesi di non influenza delle attività agricole nella tenuta sulle acque sotterranee in funzione della bassa vulnerabilità (acquifero protetto). I due punti selezionati risultano idonei ad un monitoraggio qualitativo tramite prelievi periodici da sottoporre ad analisi di laboratorio complete, accoppiato ad un monitoraggio in continuo del livello di falda e dei parametri chimico-fisici principali quali temperatura e conducibilità elettrica.

Roma, 2 luglio 2021



*Prof. Marco Petitta
Professore Ordinario di Idrogeologia
Dipartimento di Scienze della Terra
Università di Roma "La Sapienza"
Ordine dei Geologi del Lazio E.S. 229*

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Adinolfi Falcone R, Falgiani A, Parisse B, Petitta M, Spizzico M, Tallini M (2008) Chemical and isotopic (d18O ‰, d2H ‰, d13C ‰, 222Rn) multi-tracing for groundwater conceptual model of carbonate aquifer (Gran Sasso INFN underground laboratory: Central Italy). *J Hydrol* 357:368–388
- Adinolfi Falcone R, Carucci V, Falgiani A, Manetta M, Parisse B, Petitta M, Rusi S, Spizzico M, Tallini M, 2012. Changes on groundwater flow and hydrochemistry of the Gran Sasso carbonate aquifer after 2009 L'Aquila earthquake. *Italian Journal of Geosciences* 131(3):459-474
- Amoruso A, Crescentini L, Petitta M, Tallini M, 2013. Parsimonious recharge/discharge modeling in carbonate fractured aquifers: the groundwater flow in the Gran Sasso aquifer (Central Italy). *J. Hydrol.* 476:136-146.
- Barbieri M, Boschetti T, Petitta M, Tallini M (2005) Stable isotopes (2H, 18O and 87Sr/86Sr) and hydrochemistry monitoring for groundwater hydrodynamics analysis in a karst aquifer (Gran Sasso, Central Italy). *Appl Geochem* 20:2063–2081
- Capelli G. & Mazza R. (2003). Studio sulle aree di ricarica e protezione ambientale delle concessioni idrominerali Valle Reale e S.Angelo, Comune di Popoli.
- Cavinato GP, De Celles PG (1999) Extensional basins in the tectonically bimodal Central Apennines fold-thrust belt, Italy: response to corner flow above a subducting slab in retrograde motion. *Geology* 27:955–958
- Fierro D. (2020) Relazione integrativa su assetto idrogeologico e area di salvaguardia. VIA Concessione per lo sfruttamento acqua minerale "Valle Reale" – Gran Guizza S.p.A.
- Fossaluzza S. (1994) Relazione idrogeologica generale per la concessione per acque minerale "Valle Reale".
- Monjoie A (1980) Prevision et controle des caracteristiques hydroge ologiques dans les tunnels du Gran Sasso (Appenin, Italie) In: Calembert L (ed) Livre jubilaire. Thone, Liege
- Petitta M. (2021) Considerazioni di natura idrogeologica sulla vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero carbonatico alimentante le sorgenti di Capo Pescara e San Calisto (Popoli, Abruzzo), finalizzate ad un piano di monitoraggio della qualità della risorsa idrica sotterranea. Relazione per Fassa s.r.l.
- Petitta M, Tallini M (2002) Idrodinamica sotterranea del massiccio del Gran Sasso (Abruzzo): indagini idrologiche, idrogeologiche e idrochimiche (1994–2001) *Boll Soc Geol Ital* 121: 343–363
- Petitta M, Caschetto M, Galassi DMP, Aravena R, 2015. Dual- flow in karst aquifers toward a steady discharge spring (Presciano, central Italy): influences on a subsurface groundwater dependent ecosystem and on changes related to post-earth- quake hydrodynamics. *Envir. Earth Sci.* 73:2609-2625.
- R.P.A. (2019) Proposta area di salvaguardia. VIA Concessione per lo sfruttamento acqua minerale "Valle Reale" – Gran Guizza S.p.A.
- R.P.A. (2019) Integrazione allo studio idrogeologico. VIA Concessione per lo sfruttamento acqua minerale "Valle Reale" – Gran Guizza S.p.A.
- Tallini M, Adinolfi Falcone R, Carucci V, Falgiani A, Parisse B, Petitta M, 2014. Isotope hydrology and geochemical modeling: new insights into the recharge processes and water- rock interactions of a fissured carbonate aquifer (Gran Sasso, central Italy). *Environ. Earth Sci.* 72:4957-4971.
- Tallini M, Parisse B, Petitta M, Spizzico M, 2013. Long-term spatiotemporal hydrochemical and 222Rn tracing to investigate groundwater flow and water-rock interaction in the Gran Sasso (central Italy) carbonate aquifer. *Hydrogeol. J.* 21:1447-1467.