



Prot.12908

Metaponto, 18/11/2016

Spett/le
Regione Basilicata
c.a. Dott. Francesco Pietrantuono
Assessore Dipartimento Ambiente ed
Energia
Dipartimento Ambiente e Energia
c.a Direzione Generale
Via V. Verrastro, 5
85100 - Potenza

Spett/le
ENI S.p.A.
Divisione Exploration & Production
Distretto Meridionale
Via del Convento, 14
85059 - Viggiano (PZ)

Spett/le
Regione Basilicata
Dipartimento Ambiente ed Energia
Ufficio Compatibilità Ambientale
Dipartimento Ambiente ed Energia
Ufficio Ciclo dell'Acqua
Via V. Verrastro,5
85100 -Potenza

Spett/le
Fondazione Osservatorio Ambientale
Della Val D'agri
c.a Dr. Giovanni Mussuto

Oggetto: DGR n. 627/2011, Prescrizione 2: Progetto di Monitoraggio Ambientale Monitoraggio dello Stato degli Ecosistemi - Accordo ARPAB-ENI per l'attuazione dei piani di monitoraggio degli ecosistemi e di biomonitoraggio rep. N. 433 del 23.07.2013.

In riferimento all'oggetto ed in particolare all'Accordo stipulato tra ARPAB ed ENI in attuazione di attuazione del punto 2 della deliberazione citata in oggetto, si trasmettono, in allegato le risultanze dello studio finalizzato alla caratterizzazione del sottosuolo e dell'ambiente idrico sotterraneo. In allegato alla relazione di ARPAB vengono altresì riportate :

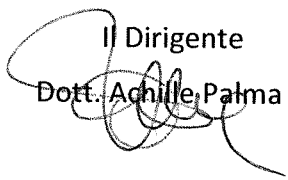
- la relazione consegnata dal Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo (DICEM) con il quale ARPAB ha stipulato una convenzione di studio finalizzata alla caratterizzazione della componente geoidrologica delle aree interessate dal predetto studio (allegato1);
- la cartografia dell'area con l'ubicazione della rete piezometrica e dei punti d'acqua censiti (allegato2);
- i log stratigrafici in foro (log termosalinometrici e gamma log) oltre alle schede di campo dei piezometri realizzati (allegato3);
- i risultati delle analisi condotte sulle acque sotterranee prelevate nelle diverse campagne di indagine condotte oltre alle analisi di suolo e sottosuolo.

Distinti Saluti

ARPAB Centro Ricerche di Metaponto

Il Dirigente

Dott. Achille Palma



Progetto di Monitoraggio dello stato degli Ecosistemi dell'area della Val d'Agri.

Sottosuolo e Ambiente Idrico sotterraneo

Documento	Data
Relazione Finale: Sottosuolo e Ambiente Idrico sotterraneo	17 Novembre 2016



Responsabile: Palma Achille

Attività di laboratorio e di campo condotte dalla struttura di ARPAB Centro di Ricerche ARPAB di Metaponto.

INDICE

Premessa

1. **MONITORAGGIO DEL SOTTOSUOLO E DELL'AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO**

2. **UBICAZIONE E REALIZZAZIONE DEI SONDAGGI**

2.1 Log Natural Gamma Ray (GR)

2.2 Log Termosalinometrici

3. **IDROGEOLOGIA**

3.1 *Inquadramento idrogeologico dell'area di studio*

3.2 Idrostrutture dell'area di studio

3.2.1 Idrostruttura alluvionale-lacustre del bacino dell'Alta Val d'Agri

3.2.2 Idrostruttura di Carpineto

3.2.3 Idrostruttura di San Giovanni

3.3 **Dati idrogeologici**

3.4 Livelli nell'invaso del Pertusillo

4. **MONITORAGGIO CHIMICO DEL SOTTOSUOLO E DELL'AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO**

4.1 Modalità esecutive dei sondaggi geognostici e dell'installazione di piezometri

4.2 Campionamento e analisi dei terreni per caratterizzazione chimica

4.3 Formazione del campione per le analisi di laboratorio dei composti volatili e specie chimiche da determinare sul campione.

4.4 Campionamento e analisi delle acque sotterranee

4.5 Campionamento e analisi delle acque sotterranee

5. **PROCEDURE ANALITICHE**

6. CONCLUSIONI E CONSIDERAZIONI FINALI

Bibliografia

Allegati:

**Allegato 1 : Relazione conclusiva degli studi condotti dall'Università degli Studi della Basilicata
DICEM;**

Allegato2: cartografia;

allegato3: Log Stratigrafici in foro

Allegato 4: Risultati delle analisi condotte sulle acque sotterranee, sul suolo e sottosuolo.

Premessa

Con Deliberazione n. 627 del 4 maggio 2011, l'Ufficio Compatibilità Ambientale, Dipartimento Ambiente, Territorio e Politiche della Sostenibilità della Regione Basilicata - recependo il parere favorevole espresso nella seduta del giorno 18 aprile 2011, ai sensi della L.R. 47/1998, dal Comitato Tecnico Regionale Ambiente (di seguito "CTRA"), relativamente al Progetto - ha deliberato di rilasciare ad eni *"il Giudizio favorevole di Compatibilità Ambientale e l'aggiornamento dell'Autorizzazione Integrata Ambientale di cui alla DGR n. 313/2011 relativamente alla costruzione ed all'esercizio del Progetto di Ammodernamento e Miglioramento Performance Produttive del Centro Olio Val D'Agri, subordinatamente all'ottemperanza delle prescrizioni richiamate"* con prescrizioni. In particolare, nella Deliberazione, al punto 2, è prescritto che eni dovrà definire di concerto con A.R.P.A.B. un Progetto di Monitoraggio Ambientale per le diverse componenti ambientali oggetto di esame nello Studio d'Impatto Ambientale, (prevedendo il trasferimento a regime delle reti di monitoraggio in capo ad A.R.P.A.B) che comprenda, tra l'altro:

- stazioni di biomonitoraggio (bioindicatori e biosensori) per la verifica del livello di criticità ecologica derivante dall'eventuale contributo degli impianti dell'insediamento. Su questa parte del progetto il proponente dovrà acquisire il parere di un Istituto Scientifico o Ente qualificato nel settore;
- il monitoraggio dello stato degli ecosistemi (basato almeno sulle seguenti componenti ambientali e/o indicatori: microclima, suolo e sottosuolo, ambiente idrico superficiale e sotterraneo, morfologie naturaliformi, vegetazione con studio fitosociologico, flora lichenica, macrofauna, microteriofauna, carabidiofauna);
- la condivisione di tutti i dati rilevati nella fase di attuazione del progetto di monitoraggio anche con l'Osservatorio Ambientale di cui al Protocollo.

Il punto 9 della DGR sopra richiamata, è prescritto che *"Eni S.p.A. dovrà presentare all'Ufficio Compatibilità Ambientale, in tempo utile e prima della messa in esercizio della "Fase 2" il Progetto di Monitoraggio Ambientale richiamato nella prescrizione n.2 preventivamente approvato da*

Progetto di Monitoraggio dello stato degli ecosistemi della Val D'Agri
ARPAB Centro Ricerche di Metaponto

A.R.P.A.B.....[...].”. Alla luce delle prescrizioni sopra riportate ed in ottemperanza alle stesse, eni, nell’ambito del Progetto di Monitoraggio Ambientale, ha predisposto, in seguito ad incontri tecnici tenutisi con A.R.P.A.B. e a fronte di quanto condiviso, il Piano di Biomonitoraggio e il Piano di Monitoraggio degli Ecosistemi dell’area della Val d’Agri.

ENI con nota prot. n. 2291 del 19/12/2012 ha inviato ad A.R.P.A.B. i Piani per la condivisione finale delle specifiche tecniche in essi formulate.

A.R.P.A.B. ha approvato i Piani trasmessi con la nota di cui alla precedente premessa in data 21 dicembre 2012, tra cui il **Progetto di Monitoraggio dello stato degli Ecosistemi** nella porzione di territorio di circa 100 Km² circostante l’area del Centro Olio Val d’Agri individuato nel S.I.A.

Le attività previste nel suddetto Progetto sono state regolamentate da apposito Accordo stipulato tra ARPAB ed ENI a giugno 2013 e repertoriato con il n. 433 a luglio 2013 che definisce le componenti ambientali da sottoporre a controllo. Altresì l’Accordo sottoscritto disciplina l’esecuzione delle attività sulle diverse matrici ambientali oggetto di studio tra le quali si annovera l’*Ambiente Idrico sotterraneo* oggetto della presente relazione tecnica.

1. MONITORAGGIO DEL SOTTOSUOLO E DELL’AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO

Per la valutazione dello stato qualitativo delle acque sotterranee è stata realizzata una rete di monitoraggio che integra ed amplia quella già in essere nell’intorno del Centro Olio, estendendola sino a coprire l’area vasta comprendente una fascia di 13 km x 8 km circostante l’area del Centro Olio Val d’Agri (COVA). Le attività finalizzate al monitoraggio degli acquiferi sono le seguenti:

- esecuzione di n. 20 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 16 da attrezzati a piezometro;
- prelievo e analisi, durante l’esecuzione dei sondaggi geognostici, di 20 campioni di terreno superficiale (top soil) e per ogni sondaggio, di tre campioni di terreno per un totale di 80 campioni;
- campionamento ed analisi a cadenza trimestrale delle acque di falda prelevate dai piezometri;

- prelievo di n. 6 campioni di terreno per analisi granulometrica.

Gli strumenti e le attrezzature impiegati nelle diverse operazioni di prelievo sono state tali da che il loro impiego non abbia prodotto modifiche delle caratteristiche delle matrici ambientali e del materiale di riporto e la concentrazione delle sostanze contaminanti eventualmente presenti. La porzione di territorio definita “ambito di studio” nello Studio di Impatto Ambientale comprende una fascia di 13 Km x 8 Km circostante l’area del Centro Olio Val d’Agri (COVA), come riportato all’art. 2 della D.G.R. 627/2011 (Figura 1).

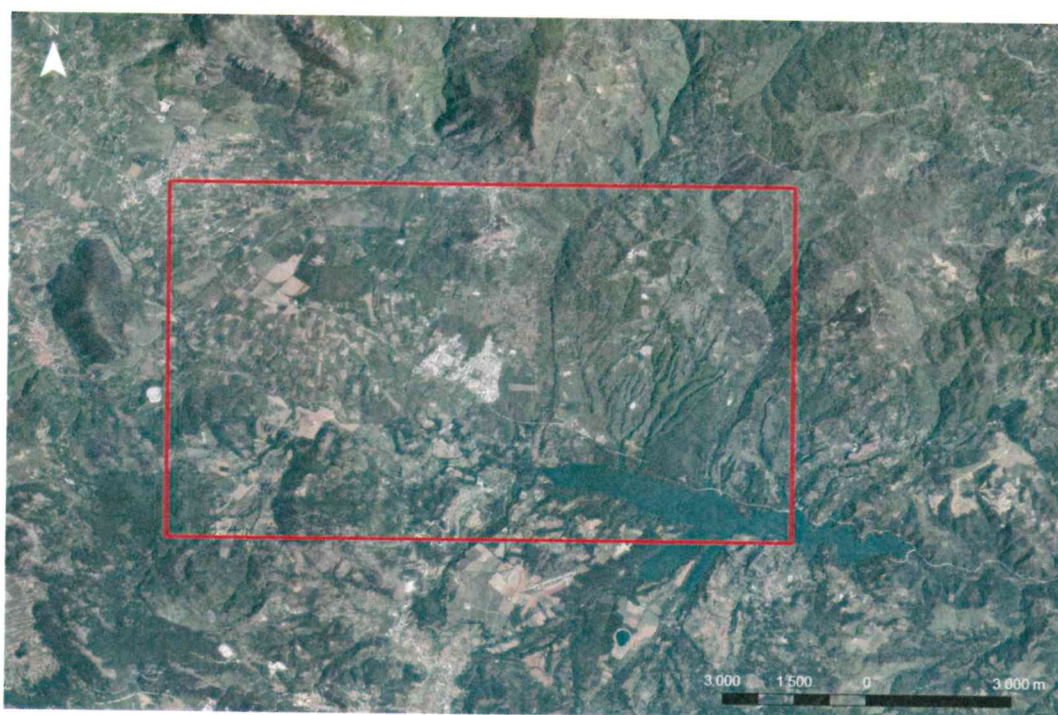


Figura 1- Area di studio

Le attività di investigazione hanno lo scopo di:

- caratterizzare i terreni e le acque sotterranee dell’area vasta (“ambito di studio”) in relazione ai requisiti di qualità previsti dalla normativa vigente;

- definire, confermare ed integrare i dati relativi alle caratteristiche geologiche, idrogeologiche, dell'area d'interesse, con particolare riguardo alla stratigrafia locale ed alla soggiacenza della falda. Allo scopo è stata prodotta anche apposita convezione con UNIBAS-DICEM finalizzata alla :
 - ottimizzazione dell'ubicazione di n. 16 punti di controllo della rete piezometrica di monitoraggio dell'area di interesse, con relazione esplicativa dei criteri di posizionamento;
 - fornitura dello schema di impianti dei punti di controllo di cui al punto precedente, in relazione alla possibilità di individuazione di acquiferi frazionati;
 - assistenza in corso di esecuzione dei suddetti punti di monitoraggio;
 - censimento dei punti di acqua, pozzi e sorgenti, presenti nella zona ed utili a definire il quadro idrogeologico dell'area di interesse;
 - controlli idrogeologici (misure puntuali o profili di temperatura, conducibilità elettrica o multiparametrici, log di radioattività naturale, campionamenti) nei punti precedentemente individuati ed accessibili (Allegato 1).

2. UBICAZIONE E REALIZZAZIONE DEI SONDAGGI

Il progetto prevede di realizzare n.20 sondaggi di cui quattro a scopo geognostico. L'ubicazione dei punti di indagine è stata condotta da ARPAB che si è avvalsa dell'Università della Basilicata ed in particolare dal Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo. Prima dell'esecuzione in campo delle attività di indagine, descritte nel seguito, sono state eseguite le seguenti attività preliminari:

- Verifica accessibilità e sicurezza dei punti.
- Eventuale richiesta, a cura di ENI, di permesso ai proprietari per l'esecuzione delle indagini.
- Verifica della presenza di possibili sottoservizi.



Il criterio adottato è stato quello di coprire omogeneamente l'areale indicato per il monitoraggio, tenendo conto anche dell'accessibilità dei luoghi, della conservazione dei fori, in ragione della possibilità di ottenere i necessari permessi, trattandosi di proprietà private sulle quali dovranno esplicarsi attività di lungo periodo.

I siti sono stati oggetto di valutazione tramite verifiche cartografiche e sopralluoghi avvenuti nelle date 19/11/2013 e 23/12/2013 da parte dell'ARPAB e dei consulenti dell'UNIBAS. A seguito di tali valutazioni, sono state meglio definite le ubicazioni di alcuni sondaggi, sulla base delle caratteristiche dei complessi idrogeologici coinvolti e delle attività antropiche presenti in prossimità idraulica degli stessi.

Per gli ulteriori sondaggi, sono state definite aree di preferenziale ubicazione e diversi punti possibili, lasciando ad ENI il compito di rendere operative le postazioni, dopo aver contattato e stipulato accordi con i proprietari dei terreni interessati.

I sondaggi sono stati realizzati tra maggio 2014 e ottobre 2014. Nella seguente *Figura 2* sono riportate le ubicazioni effettive. La denominazione numerica dei 20 sondaggi va da PZ5 a PZ24 poiché consecutiva ai 4 piezometri (PZ1 – PZ4) già esistenti agli estremi del perimetro del Centro Olio. I 4 sondaggi a solo scopo geognostico sono stati designati solo a realizzazione avvenuta sulla base del mancato rinvenimento di acqua sotterranea o all'atto della realizzazione o dopo l'attivazione e spurgo dei piezometri e sono identificati come: PZ6, PZ7, PZ8 e PZ18. Il PZ7 e il PZ8 non sono stati allestiti a piezometro, mentre il PZ6 e il PZ18 sono stati comunque allestiti a piezometro.

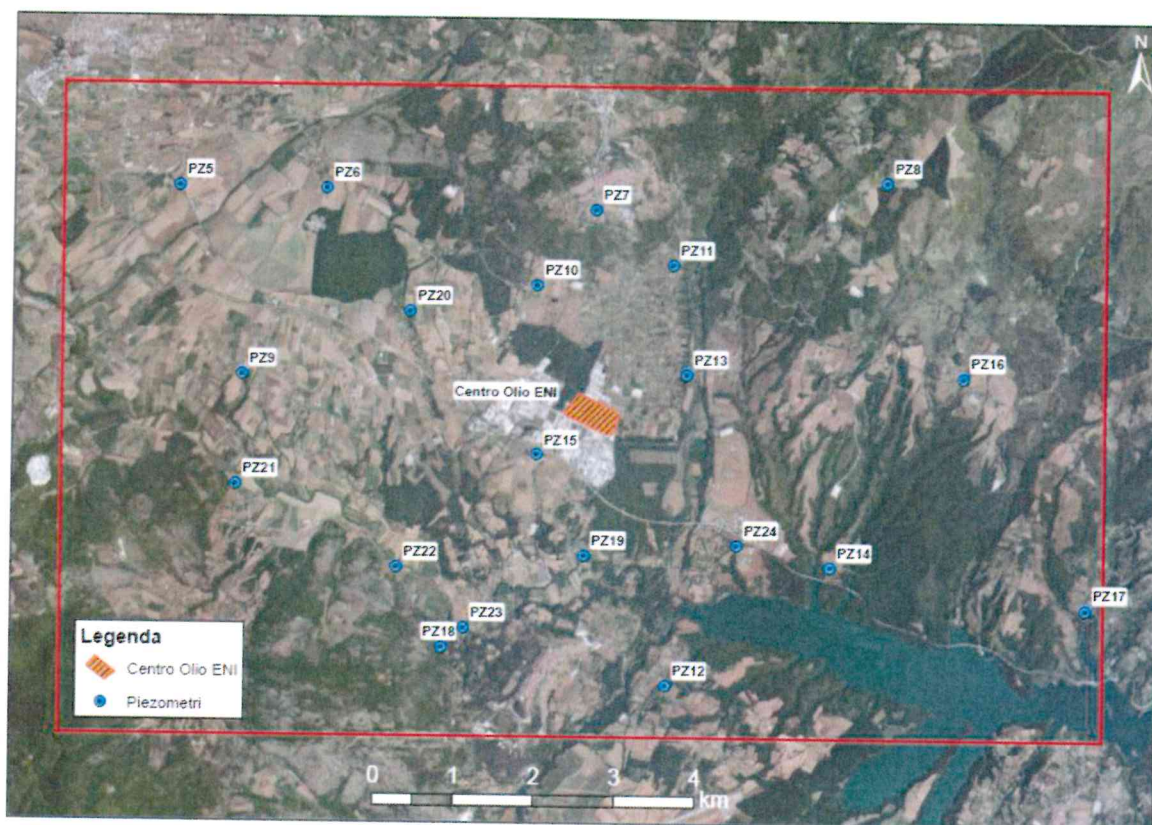
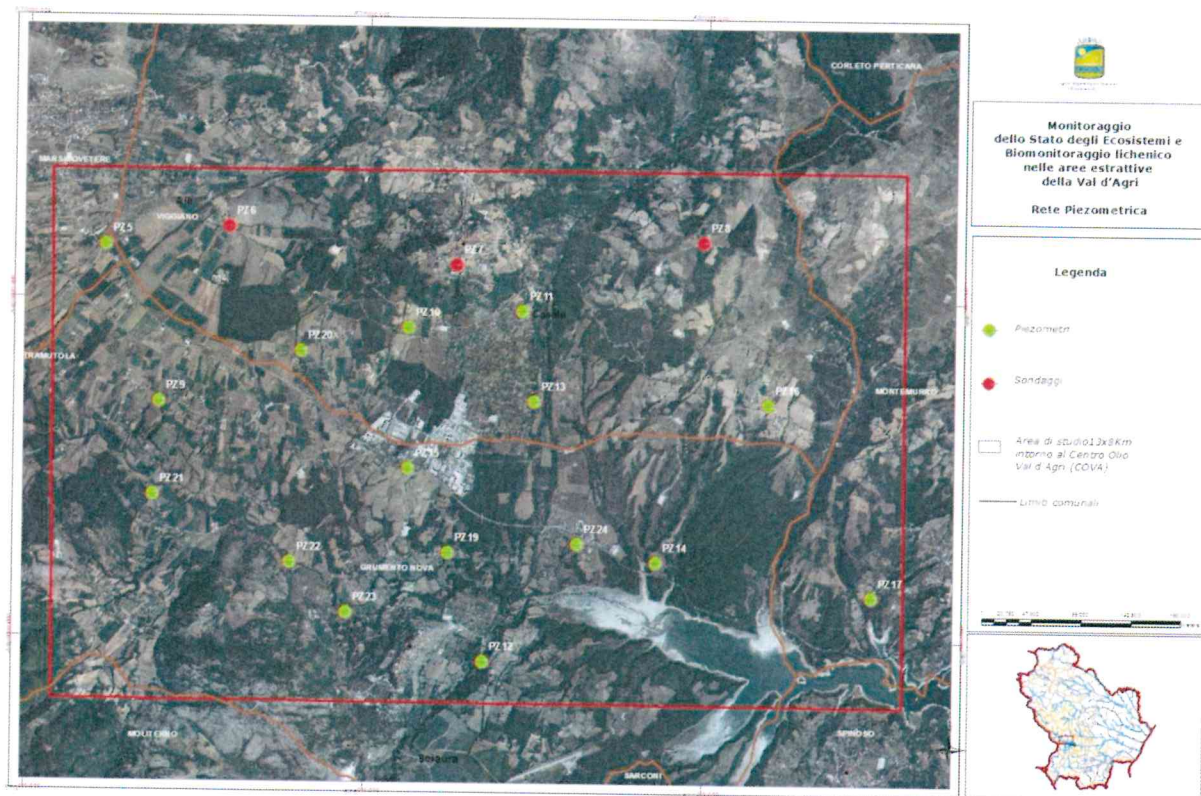


Figura 2 – Ubicazioni effettive dei sondaggi

Le perforazioni per i sondaggi PZ5, PZ6, PZ8, PZ10, PZ11, PZ12, PZ13, PZ15, PZ16, PZ17, PZ18, PZ19, PZ20, PZ21, PZ22 e PZ23 sono state eseguite dalla ditta TECNO IN S.p.A. di Napoli, mentre dalla ditta TOMA ABELE Trivellazioni s.r.l. di Matera per i sondaggi PZ7, PZ9, PZ14 e PZ24. Le sonde utilizzate sono state del tipo a rotazione o a roto-percussione. L'avanzamento è avvenuto nei primi metri preferibilmente senza utilizzo di acqua di perforazione al fine di evitare l'alterazione della struttura dei terreni da campionare. Il tubo piezometrico impiegato è in HDPE, interamente finestrato a partire da 3 m dal p.c. e fino a fondo foro. Alla presente sono allegate (allegato 1) le schede tecniche dei sondaggi nelle quali vengono riportate le seguenti informazioni: ubicazione, stratigrafia, descrizione litologica, log termo-salinometrici, log di radioattività γ , documentazione fotografica, tabella riepilogativa dei campionamenti effettuati.

Figura 3: Ubicazione dei sondaggi e dei piezometri realizzati per la caratterizzazione della matrice acque sotterranee e del sottosuolo nell'ambito di studio.



NOME	SONDAGGIO	COMUNE	Foglio Catastale	Particella Catastale	Profondità sondaggio (m)
PZ5	PIEZOMETRO	Viggiano	55	137	30,0
PZ6*	SONDAGGIO	Viggiano	50	5	23,5
PZ7	SONDAGGIO	Viggiano	55	137	12,0
PZ8	SONDAGGIO	Viggiano	61	1	30,0
PZ9	PIEZOMETRO	Grumento Nova	4	11	22,5
PZ10	PIEZOMETRO	Viggiano	53	565	30,0
PZ11	PIEZOMETRO	Viggiano	57	472	40,0
PZ13	PIEZOMETRO	Grumento nova	36	329	16,5
PZ12	PIEZOMETRO	Viggiano	75	65	20,0
PZ14	PIEZOMETRO	Grumento Nova	22	91	65,3
PZ15	PIEZOMETRO	Grumento Nova	17	874	21,0
PZ16	PIEZOMETRO	Viggiano	81	23	35,0
PZ17	PIEZOMETRO	Montemurro	40	200	33,0
PZ18*	SONDAGGIO	Grumento Nova	54	21	31,0
PZ19	PIEZOMETRO	Grumento Nova	16	227	8,5
PZ20	PIEZOMETRO	Viggiano	65	66	10,0
PZ21	PIEZOMETRO	Grumento Nova	44	493	35,0
PZ22	PIEZOMETRO	Grumento Nova	43	299	8,5
PZ23	PIEZOMETRO	Grumento Nova	54	398	42,0
PZ24	PIEZOMETRO	Grumento Nova	21	72	47,0

Tabella 1 – Sondaggi realizzati (*allestiti a piezometro anche se non previsto)

Gli intervalli di profondità a cui sono stati prelevati i campioni di terreno sono riportati in Tabella 2. In qualche caso di litologia variabile è stato prelevato un campione di terreno aggiuntivo, identificato come extra;

SONDAGGIO	TS (m)	TESTA FORO (m)	META' FORO (m)	FONDO FORO (m)	EXTRA (m)	PROFONDITÀ SONDAGGIO (m)
PZ5	0,00÷0,10	0,10÷1,00	14,00÷15,00	29,00÷30,00	8,00÷9,00	30,00
PZ6	0,00÷0,10	0,10÷1,00	14,5÷15,5	22,5÷23,5		23,50
PZ7	0,00÷0,10	0,10÷1,50	6,30÷7,30	11,0÷12,0		12,00
PZ8	0,00÷0,10	0,10÷1,00	13,0÷14,0	29,0÷30,0		30,00
PZ9	0,00÷0,10	0,10÷1,00	7,50÷9,30	21,5÷22,5		22,50
PZ10	0,00÷0,10	0,10÷1,00	21,10÷21,70	23,50÷24,50	5,00÷6,00	30,00
PZ11	0,00÷0,10	0,10÷1,00	20,00÷21,00	35,00÷36,00		40,00
PZ12	0,00÷0,10	0,10÷1,00	12,0÷13,0	15,5÷16,5		16,50
PZ13*	0,00÷0,10	0,10÷1,00	5,00÷6,00	17,00÷18,00	11,00÷12,00	60,00
PZ14	0,00÷0,10	0,10÷1,00	44,00÷45,00	61,00÷62,00		65,30
PZ15	0,00÷0,10	0,10÷1,00	7,00÷8,00	16,40÷17,80		21,00
PZ16	0,00÷0,10	0,10÷1,00	21,00÷22,00	34,00÷35,00		35,00
PZ17	0,00÷0,10	0,10÷1,00	13,00÷14,00	22,50÷23,50		33,00
PZ18	0,00÷0,10	0,10÷1,00	6,00÷7,00			33,00
PZ19	0,00÷0,10	0,10÷1,00	2,00÷3,00	3,60÷5,00		8,50
PZ20	0,00÷0,10	0,10÷1,00	4,00÷5,00	6,00÷7,00		10,00
PZ21	0,00÷0,10	0,10÷1,00	16,00÷17,00	34,00÷35,00		35,00
PZ22	0,00÷0,10	0,10÷1,00	3,00÷4,00	5,50÷6,50		8,50
PZ23	0,00÷0,10	0,10÷1,00	25,20÷26,20	35,20÷36,20		42,00
PZ24	0,00÷0,10	0,10÷1,00	16,30÷17,30	43,00÷44,00		47,00

Tabella 2: Profondità di prelievo dei campioni (*sondaggio ripreso)

su ogni sondaggio allestito a piezometro, dopo lo spurgo, è stato eseguito:

- Gamma Log;

Progetto di Monitoraggio dello stato degli ecosistemi della Val D'Agri
 ARPAB Centro Ricerche di Metaponto

- Rilievi multiparametrici: temperatura, conducibilità elettrica, ph, ossigeno disciolto;
- Prelievo del campione per l'analisi chimica in laboratorio.

2.1 Log Natural Gamma Ray (GR)

Dopo la realizzazione dei 20 sondaggi e dopo il primo spurgo, avvenuto tra dicembre 2014 e gennaio 2015, sono stati eseguiti (dettaglio dello studio è riportato nell'allegato 1 ("estratto dalla Convenzione di studio tra ARPA e Università degli Studi della Basilicata – DICEM")) rilievi termosalinometrici e rilievi di radioattività Gamma.

In quest'ultimo rilievo, viene effettuata la misura della radioattività naturale dei terreni attraversati. La radioattività naturale è misurabile in foro ed è in relazione all'emissione di radiazioni gamma da parte di minerali radioattivi o loro isotopi. Lo strumento ovviamente è in grado di rilevare radioattività anomale per il tipo di terreno attraversato. Questa evenienza non si è mai verificata nel corso dell'indagine.

La radioattività naturale delle formazioni attraversate è dovuta alla presenza, in particolare, degli isotopi radioattivi di uranio (U), torio (Th) e potassio (K). Generalmente i livelli argillosi contengono minerali nei quali i tenori in Th e K sono elevati, fornendo in tal modo una radioattività naturale più elevata rispetto a quella delle sabbie e delle rocce; di conseguenza il GR fornisce un log utile all'interpretazione stratigrafica, soprattutto in chiave idrogeologica.

Tale tecnica fornisce informazioni e indicazioni su:

- litologia e localizzazione di eventuali depositi argillosi delle successioni stratigrafiche;
- evoluzione granulometrica delle successioni sedimentarie e individuazione di superfici di disconformità e trasgressione;
- correlazione marker beds tra fori di sondaggio.

2.2 Log Termosalinometrici

Dopo lo spurgo ed il ripristino del livello statico, si è eseguito il log termosalinometrico misurando ogni mezzo metro i seguenti parametri:

- pH;
- temperatura;
- conducibilità elettrica;
- ossigeno disciolto;
- potenziale redox.

Il valore assunto da detti parametri e la loro variazione sono normalmente indicatori dell'ambiente idrogeologico delle acque sotterranee lungo il loro percorso.

3. IDROGEOLOGIA

3.1 Inquadramento idrogeologico dell'area di studio

L'ampia disponibilità di risorse idriche sotterranee di buona qualità nell'alta Val d'Agri ha condotto a numerosi organici studi idrogeologici dell'Università di Bari (fino al 1990) e successivamente dell'Università di Basilicata. Di questi ultimi si citano, oltre i numerosi articoli isolati, la raccolta organica del POP FESR AGRIFLUID, "Valutazione caratterizzazione e Monitoraggio delle risorse idriche sotterranee dell'Alta Val d'Agri", nell'ambito del quale lo scrivente ha redatto lo studio: Idrodinamica della piana alluvionale della Val d'Agri, 2002. Ulteriori studi, come già accennato, sono stati condotti nell'ambito del progetto sperimentale CARG – Idrogeo.

L'assetto idrogeologico della zona in esame è stato definito attraverso la raccolta delle informazioni idrogeologiche afferenti ai precedenti lavori svolti nella zona e di quelle di

letteratura; ciò ha permesso la progettazione della campagna di indagini ottimali ed alla sua esecuzione, mirando all'individuazione delle caratteristiche dei sistemi acquiferi dell'area: strutture sedimentarie e tettoniche, caratteristiche di permeabilità, principali zone di alimentazione, interazione tra sistemi acquiferi ed acquiferi confinanti; geocalizzazione e mappatura dei punti d'acqua e acquisizione dei valori energetici puntuali.

Nel bacino dell'Alta Val d'Agri è possibile riconoscere 8 complessi idrogeologici ovvero, insiemi di litotipi o formazioni geologiche che presentano caratteristiche affini per ciò che attiene la permeabilità e la possibilità di ospitare acquiferi freatici o frazionati e confinati (Figura 4) .

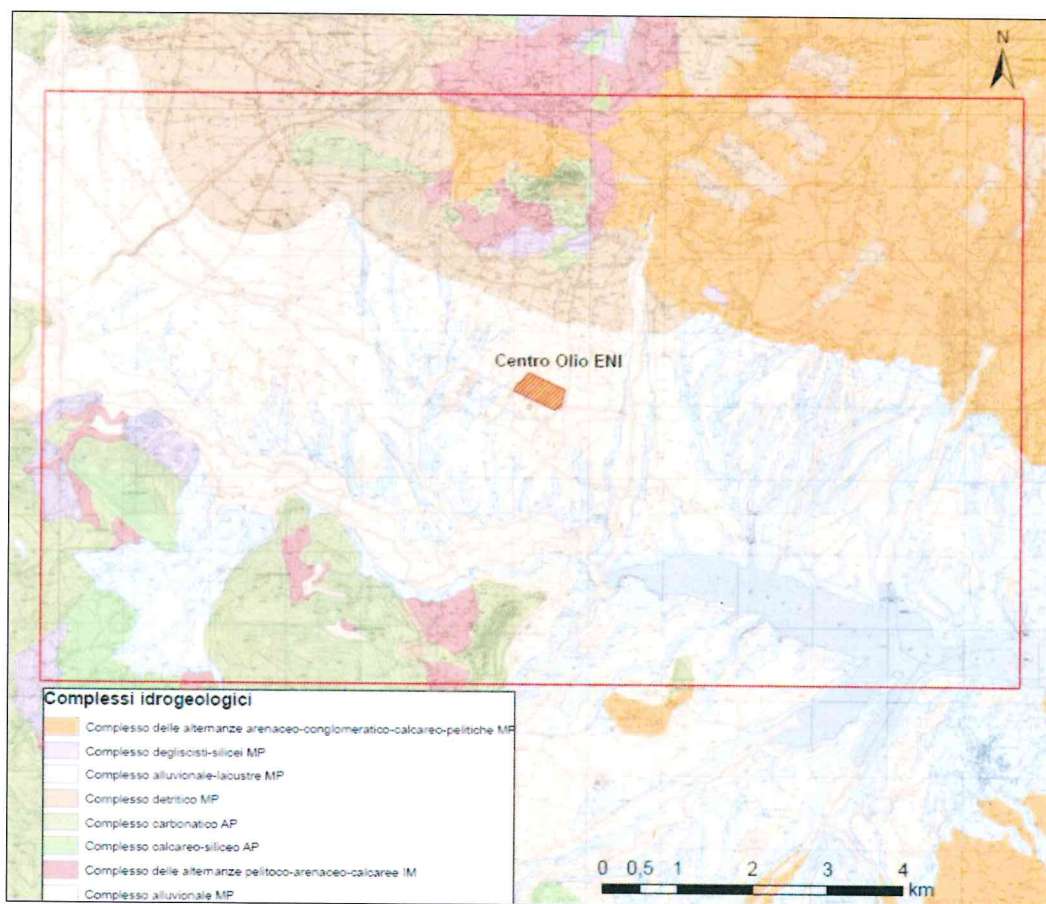


Figura 4 - Stralcio Carta idrogeologica

I complessi idrogeologici che interessano l'area di studio sono:

- a. Complesso delle Alternanze Pelitico - Arenaceo
- b. Complesso Alluvionale
- c. Complesso Alluvionale Lacustre
- d. Complesso Detritico antico
- e. Complesso Argilloso - Arenaceo
- f. Complesso Carbonatico

Una suddivisione per classi dei terreni presenti, può essere sinteticamente così descritta:

Classe 1	a) Terreni a permeabilità variabile, mediamente bassa;	Complesso Alluvionale
	b) Terreni a permeabilità variabile, mediamente alta;	Complesso Detritico antico
Classe 2	Terreni a permeabilità bassa;	Complesso delle Alternanze Pelitico - Arenaceo
Classe 3	Terreni a permeabilità medio-bassa;	Complesso Argilloso - Arenaceo
Classe 4	Terreni a permeabilità medio-alta.	Complesso Alluvionale Lacustre
Classe 5	Terreni a permeabilità alta.	Complesso Carbonatico

Tabella 3 – Classi di terreno

Le caratteristiche dei singoli complessi, sono:

- a. **Complesso delle alternanze pelitico-arenaceo** (Impermeabile). Triassico medio-Oligocene
Tale complesso, che svolge quasi sempre il ruolo idrogeologico di acquicludo, è costituito nell'area in esame dai terreni litologicamente e strutturalmente complessi riferibili ai depositi torbiditici delle Unità Lagonegresi (Flysch Galestrino) o associati a piattaforme carbonatiche appenniniche (Formazione del Bifurto). Tali terreni sono rappresentati da argille, argille marnose e argille silicifere, in varia misura stratificate, deformate e tettonizzate, con frequenti intercalazioni di calcari marnosi, calcilutiti silicifere, calciruditi, calcareniti, marne, diaspri, siltiti, areniti e quarzareniti. Lo spessore ipotizzato del complesso

è molto variabile: tra i 300-400 m, laddove costituito dai Galestri, fino a circa 100 m in corrispondenza dei terreni argilloso-marnosi della Formazione del Bifurto.

- b. **Complesso degli Scisti Silicei** (Permeabilità relativa bassa). *Giurassico-Cretacico* È rappresentato dagli Scisti Silicei lagonegresi e affiora solo localmente, svolgendo un ruolo idrogeologico articolato (a luoghi quello di complesso interposto a modesta permeabilità, e a luoghi quello di acquifero, seppur di modesta potenzialità idrica). Tale complesso è costituito da una successione di diaspri policromi, radiolariti e brecciole calcaree, ben stratificati e in varia misura fessurati, ospitanti livelli di siltiti e di argilliti silicifere scagliose. La parte più superficiale è spesso molto fessurata e/o degradata. Lo spessore complessivo è dell'ordine dei 100 m. Il complesso è dotato generalmente di permeabilità bassa, che solo localmente diventa media, là dove esso si presenta più o meno significativamente fessurato.
- c. **Complesso alluvionale** (Permeabilità medio bassa). *Olocene*. Comprende i depositi attuali e recenti ghiaiosi, sabbiosi e pelitici di piana alluvionale e piana intramontana. Il grado di permeabilità di questo complesso varia da medio, nei terreni ghiaiosi e sabbiosi, a basso nei sedimenti con matrice limoso-argillosa. Questo complesso idrogeologico può ospitare modeste falde idriche sotterranee multilivello e interconnesse.
- d. **Complesso alluvionale-lacustre** (Permeabilità relativa media). *Pleistocene* Accorpa i depositi pleistocenici di riempimento del bacino dell'Alta Val d'Agri, i quali definiscono una idrostruttura di moderata potenzialità. Tale complesso è costituito da una successione clastica molto eterogenea, spesso fino a 500 m, con depositi di conoide alluvionale, fluviali e lacustri, di natura conglomeratica e/o ghiaiosa, sabbiosa, pelitico-sabbiosa, pelitica. La permeabilità di questi depositi scarsamente cementati è per porosità e varia da un grado generalmente medio, o solo a luoghi medio-alto in corrispondenza dei depositi conglomeratico/ghiaiosi-sabbiosi, ad un grado basso nei sedimenti pelitici. I terreni conglomeratico/ghiaiosi-sabbiosi sono sede di una attiva circolazione idrica sotterranea, che si esplica in acquiferi multistrato a pelo libero o in pressione. Prove di portata condotte negli ultimi anni in una decina di pozzi, hanno messo in luce una significativa variabilità

- idrogeologica: in particolare, la trasmissività varia da 6×10^{-2} a 10^{-6} m²/s (Spilotro *et al.*, 2003).
- e. **Complesso detritico** (Permeabilità relativa media). *Olocene*. Comprende i depositi di conoide alluvionale e di versante, presenti soprattutto lungo i bordi della piana alluvionale del Fiume Agri e rappresentati da: ghiaie e/o conglomerati e, subordinatamente, pietrisco e/o brecce eterometrici e poligenici (localmente monogenici), sabbie variamente cementate, cui si intercalano livelli argilloso-marnosi. La matrice, a luoghi abbondante, è quasi sempre limosa. Lo spessore varia generalmente da pochi a qualche decina di metri; in corrispondenza delle estese conoidi di deiezione inattive, localizzate lungo il versante nord-orientale della valle, lo spessore può raggiungere anche i 200 m. Il tipo di permeabilità è normalmente per porosità ed il grado è di norma medio; localmente esso può raggiungere valori elevati in corrispondenza delle ghiaie e/o conglomerati, e valori bassi laddove prevalgono i livelli pelitici o pelitico-sabbiosi. Il complesso è a luoghi sede di modeste e temporanee falde idriche sotterranee, la cui venuta a giorno si esplica mediante alcune sorgenti di modesta portata (< 1 l/s) generate da limiti di permeabilità definiti.
- f. **Complesso argilloso - arenaceo** (Permeabilità relativa media). *Eocene-Miocene superiore*. Raggruppa le successioni torbiditiche del Flysch di Gorgoglione (spesse fino a 1000 m) e del Flysch di Albidona (max 250 m), costituite da alternanze irregolari di arenarie quarzoso-feldspatiche, conglomerati, quarzareniti compatte e ben stratificate con intercalazioni di calcari e marne calcaree, argille ed argille siltose. Tali terreni mostrano quasi ovunque una netta stratificazione e un diverso grado di fessurazione e di tettonizzazione. La permeabilità, generata da sistemi di fratturazione spesso fra loro intersecantisi, varia da media nei terreni arenaceo-conglomeratici fratturati, a molto bassa o praticamente nulla nei terreni e nelle alternanze prevalentemente pelitiche. A luoghi, specie laddove si è in presenza di successioni arenaceo-conglomeratiche fratturate, si generano modeste falde idriche che circolano essenzialmente a pelo libero e che alimentano sorgenti temporanee di scarsa portata idrica.
- g. **Complesso carbonatico** (Permeabilità relativa alta). *Triassico-Cretacico*. In questo complesso idrogeologico sono modellate le principali e produttive idrostrutture carbonatiche dell'Alta

Val d'Agri. Esso è costituito, nell'area di interesse, dalle successioni calcareo-dolomitiche triassico-cretaciche appartenenti al Complesso Panormide. Le successioni calcareo-dolomitiche sono dotate di un alto indice di fessurazione e di un carsismo superficiale ed ipogeo, diffuso e pervasivo. Le rocce più squisitamente dolomitiche sono costituite da dolomie e dolomie calcaree ben stratificate e in varia misura fessurate; la porzione calcarea è, invece, rappresentata da calcari e calcari dolomitici molto fratturati, stratificati e a luoghi anche intensamente carsificati. Nelle rocce carbonatiche la densità di fessurazione varia da un grado alto medio. Lo spessore di tale complesso varia da poche decine a qualche centinaio di metri: in corrispondenza della dorsale di Madonna di Viggiano, lo spessore varia tra i 350 m e i 500 m. La permeabilità, per fessurazione e carsismo, è di norma alta e si riduce a medio-alta in corrispondenza delle rocce dolomitiche. Il coefficiente di infiltrazione potenziale χ varia tra 0.60 e 0.90. Questo complesso idrogeologico condiziona le principali e più produttive idrostrutture carbonatiche lucane, nonché quelle dei Monti di Viggiano. Le acque sotterranee, abbondanti e di buona qualità, defluiscono generalmente in condizioni freatiche; la loro venuta a giorno avviene in corrispondenza di numerose sorgenti, con portate cospicue, generate da soglie di permeabilità sovrimposta dal riempimento clastico della valle.

Tabella 4– Correlazione Sondaggi complessi

PZ	Complesso idrogeologico
PZ5	Complesso alluvionale
PZ6	Complesso detritico
PZ7	Complesso argilloso-arenaceo
PZ8	Complesso argilloso-arenaceo
PZ9	Complesso alluvionale
PZ10	Complesso detritico
PZ11	Complesso detritico
PZ12	Complesso alluvionale
PZ13	Complesso alluvionale
PZ14	Complesso alluvionale
PZ15	Complesso alluvionale
PZ16	Complesso alluvionale
PZ17	Complesso alluvionale

PZ18	Complesso carbonatico
PZ19	Complesso alluvionale
PZ20	Complesso alluvionale
PZ21	Complesso alluvionale
PZ22	Complesso alluvionale
PZ23	Complesso alluvionale
PZ24	Complesso alluvionale

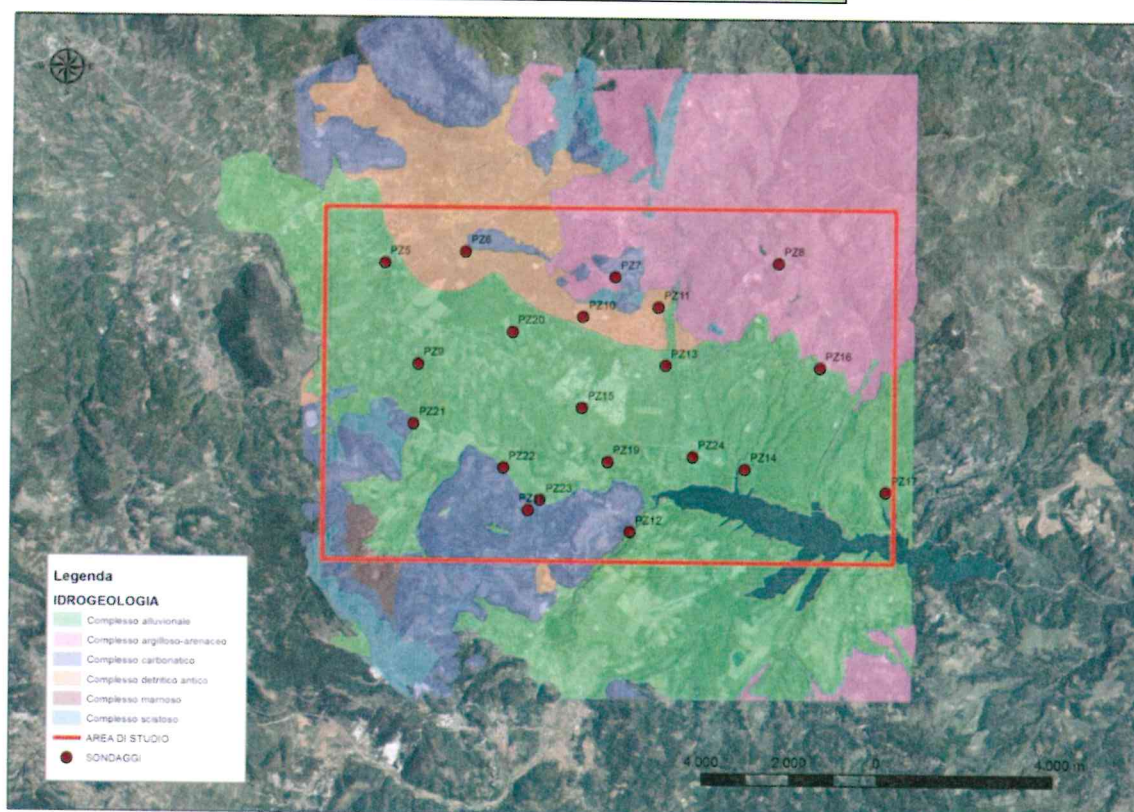


Figura 5 – Carta idrogeologica e ubicazione sondaggi

3.2 Idrostrutture dell'area di studio

La nostra area di studio è caratterizzata da due tipi principali di circolazione idrica sotterranea: uno legato agli acquiferi fessurati e/o carsici alloggiati nel suo substrato roccioso

prequaternario, l'altro agli acquiferi porosi presenti nella successione sedimentaria quaternaria che costituisce il suo riempimento.

Di seguito, in *Figura 6*, viene riportata una carta dei complessi idrogeologici ricostruita in GIS.

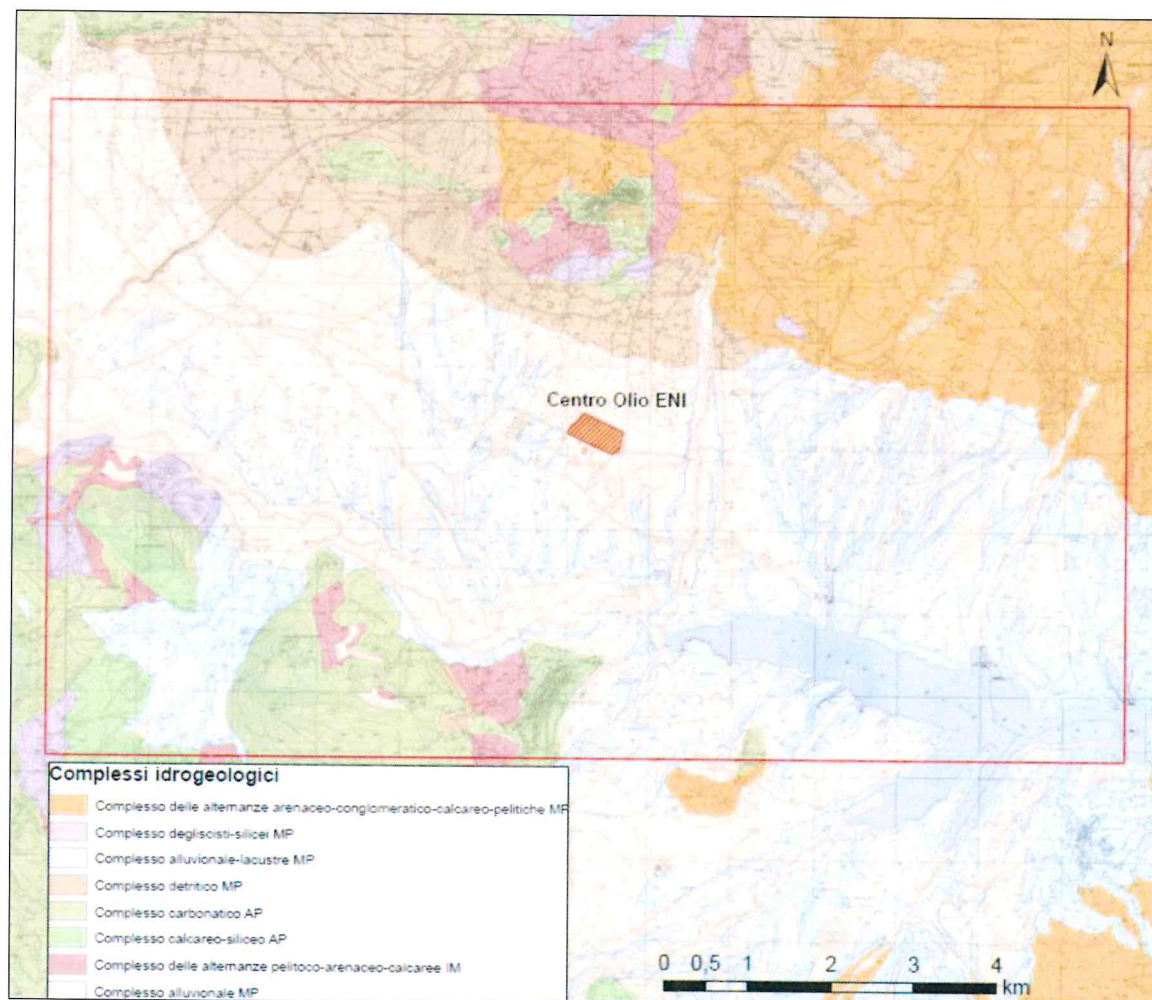


Figura 6 – Carta dei complessi idrogeologici dell'Alta Val d'Agri

3.2.1 Idrostruttura alluvionale-lacustre del bacino dell'Alta Val d'Agri

Il bacino dell'Alta Val d'Agri, costituisce una significativa e produttiva struttura idrogeologica, contornata da importanti rilievi carbonatici. Essa è modellata nel complesso alluvionale-lacustre di colmamento pleistocenico del bacino che attualmente ospita il letto del fiume. La successione

clastica è molto eterogenea (Colella *et al.*, 2003a) ed ha uno spessore molto variabile (che raggiunge circa 500 m).

Dal punto di vista idrogeologico è possibile distinguere due unità idrostratigrafiche (Figura 6):

- un basamento, costituito da depositi lacustri argilloso-marnoso-siltosi, cui a luoghi si interdigitano sabbie ghiaiose, e che presenta una certa continuità nelle aree assiali del bacino, mentre è di norma assente lungo le aree marginali dello stesso;
- un acquifero multistrato, costruito da corpi conglomeratici e/o ghiaiosi e sabbiosi con frequenti intercalazioni argillose discontinue. Questi depositi sono stati messi in posto da sistemi fluviali longitudinali alla valle e da conoidi trasversali (specie lungo il margine nord-orientale), generando corpi clastici cuneiformi che si rastremano verso la zona assiale del bacino. Le intercalazioni argillose non sono dotate di continuità laterale: ciò fa sì che i diversi acquiferi possano essere tra loro intercomunicanti generando un acquifero multistrato. I carichi piezometrici nei vari livelli del multistrato possono leggermente differire tra di loro. Dagli studi pregressi si evince che nelle aree bacinali, la profondità di tale acquifero varia da qualche metro fino ad un massimo di 70 m verso i margini.

La circolazione idrica sotterranea, si esplica principalmente nell'acquifero multistrato in condizioni a luoghi freatiche (specie per quanto riguarda le falde superficiali), a luoghi in pressione (negli acquiferi costituiti dai livelli ghiaiosi permeabili confinati da livelli argillosi). L'alimentazione di tale acquifero è articolata: proviene in parte dalle acque sotterranee defluenti nelle adiacenti idrostrutture carbonatiche, e in parte da alimentazione diretta per incidenza delle precipitazioni sul bacino (Banzato *et alii*, 2003; Spilotro *et alii*, 2003). Secondo Spilotro *et alii* (2003) l'andamento della superficie piezometrica risente in modo marcato della morfologia e dell'ampiezza della valle; le curve isopieze sono pressoché parallele ai versanti vallivi e all'andamento del Fiume Agri, con carichi idraulici decrescenti dall'esterno verso l'interno della valle, configurando un'alimentazione della falda proveniente dai sistemi acquiferi posti al contorno della valle e una direzione di circolazione idrica verso l'attuale asse fluviale.

3.2.2 Idrostruttura di Carpineto

L'idrostruttura di Carpineto, che si estende per circa 13 km², impegna i rilievi carbonatici di Costa del Forno e Cima della Croce e parte della dorsale di Grumento. Questi ultimi due rilievi ricadono nell'area di interesse. Questa idrostruttura è quasi ovunque delimitata dal contatto stratigrafico fra il complesso carbonatico e i depositi fluvio-lacustri dell'Agri; solo a SO il limite ricade in corrispondenza del sovrascorrimento fra il complesso carbonatico e le Unità Lagonegresi. Tale idrostruttura alimenta 5 sorgenti, di cui 2 (Carpineta e Fonte dei Salici) di significativa portata.

La sorgente Fonte dei Salici (q. 541 m s.l.m.) è ubicata nell'alveo del Fiume Agri, sgorga all'interno di una modesta coltre di depositi alluvionali che ricopre il sottostante complesso carbonatico. I dati storici di questa sorgente indicano portate dell'ordine dei 130 l/s (anni '28 e '30) e di 97 l/s (anno 1987). I dati relativi al periodo 2000-2001 mostrano una portata media, massima e minima dell'ordine rispettivamente di 119, 134 e 92 l/s. L'indice di variabilità è pari al 35% ed è pertanto una sorgente costante.

La sorgente Carpineta, che sgorga al piede del versante urbano di Grumento Nova, è ubicata a quota 558 m s.l.m.. La sua emergenza si realizza al contatto fra il complesso carbonatico e i depositi quaternari fluviali. Le portate nel tempo sono molto variabili: negli anni '60, la sorgente accusava portate variabili tra gli 80 e i 60 l/s. In tempi più recenti (2000 – 2001), le portate sono variate tra i 51 e i 47 l/s.

Entrambe le sorgenti sono utilizzate: la Fonte dei Salici è a servizio del Consorzio di Bonifica, mentre la Carpineta approvvigiona il Comune di Grumento Nova.

3.2.3 Idrostruttura di San Giovanni

L'idrostruttura di San Giovanni si sviluppa essenzialmente nelle aree a S dell'abitato di Viggiano, occupando anche parte dell'area urbana. La sua estensione è dell'ordine di 1 km² ed è modellata nel complesso carbonatico, lateralmente confinato dai depositi torbiditici della Formazione di Albidona. I suoi confini, ben definiti, sono riconducibili a E e a O a sovrascorrimenti tettonici, che mettono a contatto il complesso carbonatico con il complesso delle alternanze pelitico-arenacee.

L'area di alimentazione delle sorgenti si sviluppa intorno alle quote 950-1000 m s.l.m.; la direzione preferenziale di deflusso è verso S, in particolare verso la sorgente San Giovanni (11 l/s), ed un'altra sorgente nel centro abitato.

3.3 Dati idrogeologici

Sulla base di quanto detto, i dati acquisiti dai 20 sondaggi realizzati (Figura 7), si distribuiscono variamente tra i complessi idrogeologici presenti, e in buona parte nell'acquifero alluvionale e lacustre.

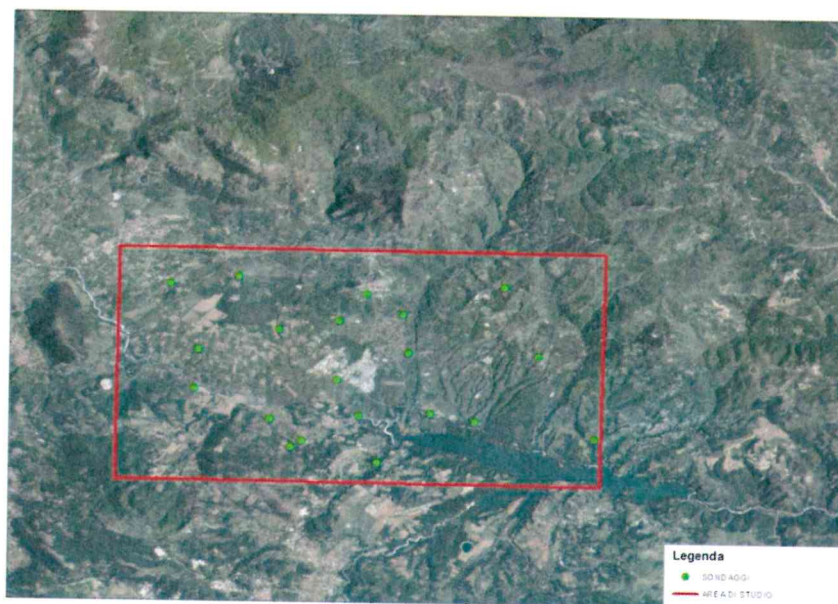


Figura 7 – Sondaggi realizzati

Oltre ai sondaggi realizzati, sono stati georeferiti e mappati altri 197 punti d'acqua (Figura 8).

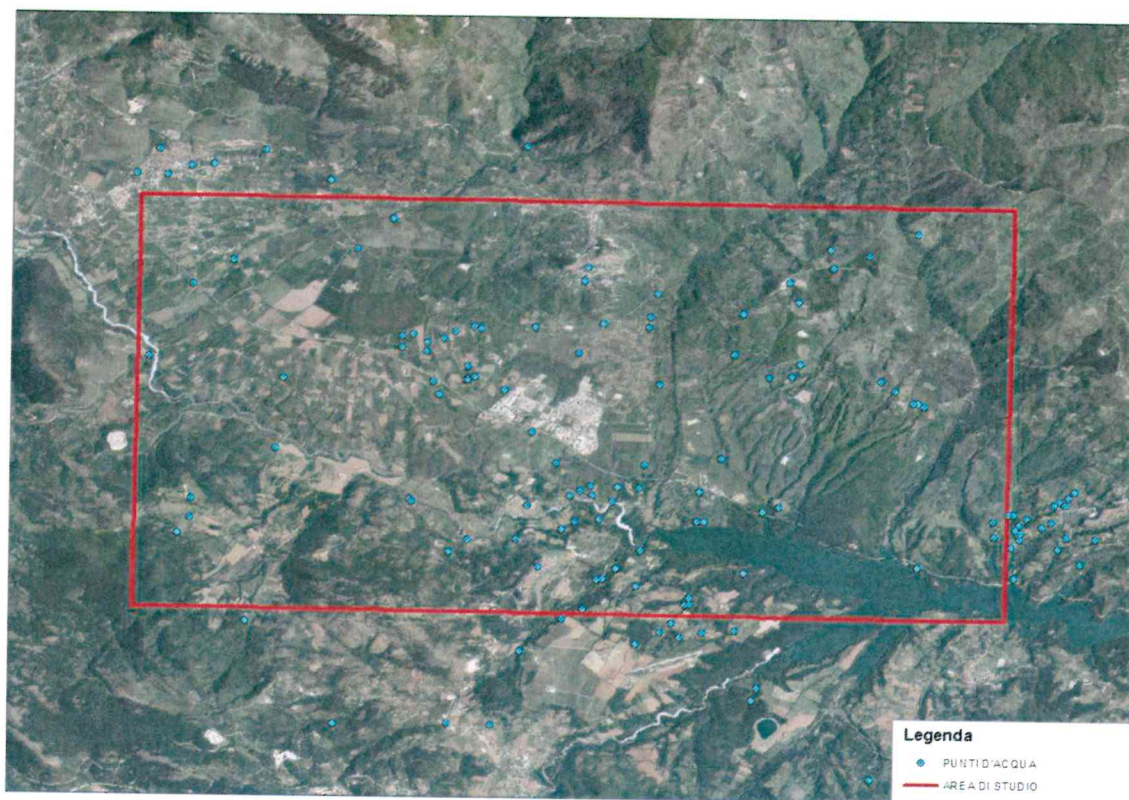


Figura 8 – Punti acqua rilevati

Parte delle acque di circolazione idrica sotterranea vengono a giorno in corrispondenza di numerose sorgenti e sono prelevate sia mediante captazioni alla sorgente sia mediante pozzi. Importanti contributi allo stato conoscitivo dell'idrogeologia della Basilicata, della potenzialità e dei caratteri qualitativi delle risorse idriche sotterranee lucane sono stati evidenziati in numerosi studi e ricerche condotti negli ultimi anni nell'ambito del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del CNR. Altri significativi studi idrogeologici sono riportati in alcuni rapporti di ricerca redatti nell'ambito di Convenzioni tecnico-scientifiche stipulate tra i dipartimenti dell'Università della Basilicata e la Regione Basilicata e/o altri importanti Enti territoriali (Piano di Tutela delle Acque, 2004; Piano d'Ambito dell'ATO Unico della Regione Basilicata, 2002; al Progetto PRISMAS DIFA UNIBAS – Regione Basilicata; progetto AGRIFLUID, 2004; Progetto di Ricerca LaTIBI – DIFA).

A fronte degli studi idrogeologici eseguiti e dall'analisi di dati di portata relativi alle sorgenti (riportati nelle Tavole degli allegati), tenendo anche conto degli studi commissionati dalla Regione Basilicata, dell'Unibas, del Progetto CARG, della banca dati Geologici dell'ISPRA e dai dati acquisiti dal nostro studio, è possibile ricostruire un modello con isopieze dell'area investigata. I pozzi rilevati di carattere irriguo, non sono stati presi in considerazione per la costruzione del modello, in quanto i livelli misurabili non necessariamente ne costituiscono il livello statico.

Sono stati utilizzati i dati freaticometrici dei sondaggi realizzati durante la campagna investigativa e allestiti a piezometro (*Tabella 4*) e (*Grafico 1*):

Sondaggio	piezometrica m dal p.c.	Altezza testa foro m s.l.m	Altezza falda m s.l.m	Profondità sondaggio m dal p.c.	Altezza fondo foro m s.l.m.
PZ5	4,70	559,00	554,30	30,00	529,00
PZ6	SECCO	642,00	SECCO	23,50	618,50
PZ7	SOND	873,00	SOND		873,00
PZ8	SOND	1008,00	SOND	30,00	978,00
PZ9	3,58	587,00	583,42	22,50	564,50
PZ10	7,30	642,00	634,70	30,00	612,00
PZ11	30,00	663,00	633,00	40,00	623,00
PZ12	9,61	554,00	544,39	16,50	537,50
PZ13	36,60	612,00	575,40	60,00	552,00
PZ14	48,50	565,00	516,50	65,30	499,70
PZ15	7,56	586,00	578,44	21,00	565,00
PZ16	9,24	690,00	680,76	35,00	655,00
PZ17	2,44	551,00	548,56	33,00	518,00
PZ18	SECCO	600,00	SECCO	33,00	567,00
PZ19	1,70	540,00	538,30	8,50	531,50
PZ20	7,20	599,00	591,80	10,00	589,00
PZ21	2,46	553,00	550,54	35,00	518,00
PZ22	0,39	564,00	563,61	8,50	555,50
PZ23	4,96	545,00	540,04	42,00	503,00
PZ24	29,50	569,00	539,50	47,00	522,00

Tabella 4 – Dati dei 20 sondaggi realizzati nel 2014



Grafico 1 – Dati piezometrici dei 20 sondaggi realizzati

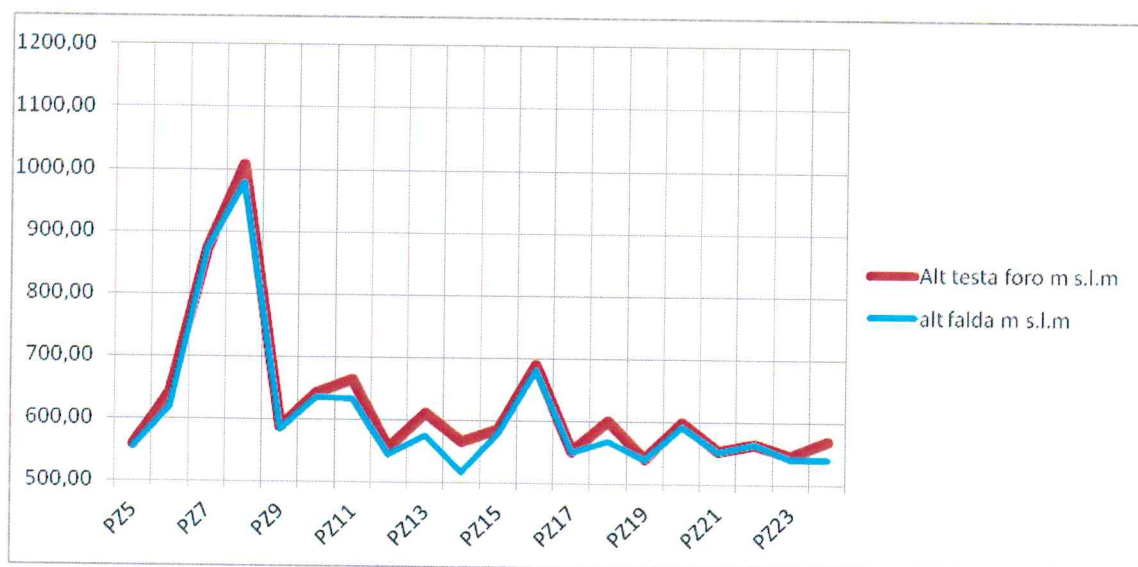


Grafico 2 – Altimetria della testa del foro di sondaggio e della falda

Dati da studi pregressi (Ispra):

Id	X	Y	Livello freatimetrico 2000_5	Livello freaticometrico 2000_10	Livello freaticometrico 2001_5	liv_freat_2000_10
1	2583510,00	4472225,00	3,2	4,2	2,6	4,5
2	2583400,00	4472030,00	1,1	1,0	1,2	1,1
3	2583200,00	4471870,00	0,0	2,8	1,0	2,8
4	2583235,00	4471755,00	1,0	1,9	0,8	1,8
5	2582680,00	4471725,00	1,3	0,0	0,0	0,0
6	2582995,00	4471150,00	0,8	0,8	0,6	0,8
7	2583875,00	4471275,00	1,5	0,4	1,2	1,6
8	2584120,00	4470890,00	0,0	1,3	1,1	0,0
9	2587300,00	4467370,00	1,3	1,0	1,2	1,7
10	2583880,00	4470380,00	1,3	1,0	11,0	1,1
11	2583375,00	4470215,00	1,9	1,9	1,8	2,0
12	2583200,00	4469970,00	1,7	2,2	1,8	2,1
13	2583630,00	4469460,00	0,0	1,5	0,0	0,0
14	2584320,00	4469130,00	0,0	1,1	0,0	1,1
15	2585000,00	4468900,00	1,1	2,1	1,7	2,4
16	2585790,00	4469165,00	1,0	1,2	0,9	1,4
17	2586480,00	4469170,00	4,0	4,7	0,0	0,0
18	2586910,00	4470000,00	0,0	14,2	14,0	14,2
19	2583235,00	4468010,00	1,5	3,5	1,4	4,4
20	2583610,00	4468150,00	1,0	0,0	0,0	0,0
21	2584040,00	4467650,00	0,9	1,2	0,0	1,5
22	2584825,00	4467710,00	1,1	1,8	1,1	1,8
23	2586385,00	4468110,00	1,0	0,0	0,0	0,0
24	2587780,00	4469010,00	7,5	8,9	0,0	8,0
25	2587750,00	4468820,00	10,5	12,4	2,1	12,1
26	2585130,00	4466200,00	0,0	2,8	0,0	0,0
27	2585220,00	4466420,00	0,5	0,8	1,0	1,1
28	2586800,00	4466980,00	1,4	1,3	1,4	1,9
29	2587570,00	4467710,00	0,9	1,0	0,8	1,4
30	2588040,00	4467870,00	5,0	0,0	0,0	1,1
31	2588205,00	4468370,00	13,4	0,0	3,9	0,0
32	2588450,00	4467675,00	6,4	6,3	6,0	6,2
33	2587920,00	4467185,00	1,1	1,4	1,4	1,8

34	2588450,00	4467080,00	0,0	1,6	0,0	0,0
35	2588370,00	4466890,00	5,6	0,0	0,0	7,8
36	2586340,00	4465990,00	3,4	3,5	3,0	4,0
37	2586770,00	4465520,00	0,0	1,1	1,2	1,6
38	2587050,00	4465770,00	0,0	1,7	0,0	0,0
39	2587020,00	4465600,00	1,2	0,8	0,0	0,0
40	2587275,00	4465350,00	3,8	3,8	3,9	4,4
41	2588950,00	4466610,00	0,0	2,1	1,6	2,0
42	2589725,00	4466710,00	0,0	1,5	1,2	1,5
43	2589970,00	4466980,00	1,4	1,3	1,3	1,4
44	2589950,00	4467125,00	1,4	1,5	0,0	1,3
45	2590120,00	4467440,00	2,0	1,9	1,4	2,2
46	2590365,00	4467400,00	0,0	2,6	1,7	2,3
47	2590914,00	4467800,00	4,5	0,0	0,0	0,0
48	2591080,00	4467790,00	0,0	3,1	2,5	2,6
49	2591500,00	4467670,00	0,0	14,2	14,6	13,4
50	2591770,00	4467750,00	9,1	0,0	0,0	0,0
51	2591455,00	4467350,00	12,5	14,2	0,0	13,6
52	2588880,00	4465820,00	2,2	0,0	0,0	0,0
53	2589190,00	4465540,00	4,0	3,6	4,3	4,3
54	2589360,00	4465370,00	0,0	3,0	1,6	2,1
55	2589630,00	4465790,00	0,0	0,0	1,3	2,0
56	2590500,00	4465770,00	2,0	0,0	1,7	2,3
57	2590895,00	4465985,00	0,0	0,0	3,1	3,5
58	2591100,00	4465700,00	6,0	0,0	0,0	6,0
59	2589460,00	4464910,00	3,9	3,9	3,9	3,9
60	2590330,00	4464870,00	3,0	2,3	0,0	0,0
61	2589960,00	4464180,00	2,0	0,0	1,2	1,8
62	2590650,00	4464480,00	0,0	1,2	0,0	0,0
63	2591510,00	4464860,00	3,3	3,0	3,2	4,1
64	2589660,00	4463285,00	0,0	1,3	0,0	1,5
65	2590330,00	4463660,00	2,3	1,6	1,9	1,4
66	2591425,00	4464300,00	2,0	1,7	1,9	0,0
67	2591730,00	4464100,00	2,3	2,5	0,0	0,0
68	2591400,00	4463450,00	3,0	3,0	30,0	3,5
69	2592330,00	4464140,00	0,0	2,1	2,4	2,6
70	2591730,00	4462790,00	6,0	6,0	5,8	0,0
71	2592040,00	4462850,00	9,0	9,2	9,5	0,0
72	2592700,00	4463100,00	2,5	2,2	0,0	0,0
73	2592875,00	4463180,00	2,5	1,6	3,0	3,0

Progetto di Monitoraggio dello stato degli ecosistemi della Val D'Agri
ARPAB Centro Ricerche di Metaponto

74	2592830,00	4463575,00	1,5	1,9	33,0	2,7
75	2592880,00	4463960,00	0,0	2,0	0,0	0,0
76	2593650,00	4464150,00	5,8	4,8	5,9	5,4
77	2594260,00	4464300,00	5,5	0,0	0,0	7,4
78	2593790,00	4463410,00	0,8	0,9	0,8	1,0
79	2592960,00	4462840,00	6,0	5,7	6,2	6,2
80	2592030,00	4461775,00	1,2	0,5	1,0	1,2
81	2593715,00	4462765,00	0,0	0,5	1,0	0,8
82	2594090,00	4462554,00	3,9	0,0	0,0	0,0
83	2594540,00	4463115,00	6,0	7,1	0,0	7,4
84	2591560,00	4459210,00	0,0	1,1	1,0	1,4
85	2591810,00	4460670,00	0,0	3,3	3,7	3,6
86	2593720,00	4461370,00	5,0	4,9	5,3	5,0
87	2594748,00	4460690,00	2,0	1,5	1,8	1,5
88	2595480,00	4461040,00	0,0	0,0	1,2	2,2
89	2595530,00	4461220,00	1,8	1,8	1,8	2,7
90	2596130,00	4461460,00	2,0	0,0	0,0	0,0
91	2596340,00	4462040,00	2,0	1,5	2,0	2,6
92	2597390,00	4462820,00	39,5	43,2	41,0	43,9
93	2596780,00	4464585,00	4,0	0,0	0,0	0,0
94	2595910,00	4457560,00	0,0	0,0	35,0	46,6
95	2597590,00	4458610,00	0,0	3,5	0,0	0,0
96	2597520,00	4459010,00	0,0	0,0	1,0	1,0
97	2597970,00	4458900,00	0,0	1,0	1,7	2,5
98	2598030,00	4456060,00	0,0	0,7	1,2	5,2
99	2601230,00	4456670,00	0,0	1,5	0,0	0,0
64bis	2590280,00	4462670,00	0,0	3,7	3,7	4,0

Tabella 5 – Dati di pozzi rilevati negli studi degli anni pregressi (Carg, Regione Basilicata e Ispra)

Pozzi rilevati:

Id	Livello freatimetrico	Altitudine	Isopieza
1	2,0	571,0	569,0
2	4,0	575,0	571,0
3	2,0	575,0	573,0
4	3,0	593,0	590,0
5	1,2	580,0	578,8
6	3,0	602,0	599,0
7	4,0	605,0	601,0
8	2,0	585,0	583,0
9	1,2	598,0	596,8
10	1,3	590,0	588,7
11	1,3	590,0	588,7
12	2,0	592,0	590,0
13	2,0	598,0	596,0
14	3,5	609,0	605,5
15	2,5	612,0	609,5
16	14,0	612,0	598,0
17	14,0	615,0	601,0
18	9,0	624,0	615,0
19	3,9	574,0	570,1
20	2,5	585,0	582,5
21	1,0	590,0	589,0
22	1,5	566,0	564,5
23	2,0	590,0	588,0
24	2,0	591,0	589,0
25	3,7	600,0	596,3
26	2,6	608,0	605,4
27	2,0	599,0	597,0
28	5,4	601,0	595,6
29	7,1	604,0	596,9
30	2,7	589,0	586,3
31	2,9	583,0	580,1
32	2,0	584,0	582,0
33	6,2	571,0	564,8
34	9,5	580,0	570,5
35	6,1	556,0	549,9
36	3,4	580,0	576,6

Progetto di Monitoraggio dello stato degli ecosistemi della Val D'Agri
ARPAB Centro Ricerche di Metaponto

37	1,6	564,0	562,4
38	1,4	570,0	586,6
39	3,9	590,0	586,1
40	1,1	552,0	550,9
41	3,5	613,0	609,5
42	4,9	550,0	545,1
43	3,4	570,0	566,6
44	0,8	581,0	580,2
45	7,1	582,0	574,9
46	7,2	594,0	586,8
47	2,0	639,0	637,0
48	4,1	580,0	575,9
49	1,3	581,0	579,7
50	1,0	583,0	582,0
51	1,2	581,0	579,8
52	3,7	585,0	581,3
53	1,7	585,0	538,3
54	1,6	591,0	589,4
55	1,1	594,0	592,9
56	7,3	590,0	582,7
57	6,2	603,0	596,8
58	1,5	603,0	601,5
59	1,0	598,0	590,0
60	3,9	619,0	615,1
61	12,0	625,0	613,0
62	8,0	630,0	622,0
63	14,0	627,0	613,0
64	4,0	609,0	605,0
65	1,0	597,0	596,0
66	2,0	596,0	594,0
67	7,5	591,0	583,5
68	1,5	601,0	599,5
69	1,4	594,0	592,6
70	1,0	587,0	586,0
71	2,5	592,0	589,5
72	2,0	630,0	628,0
73	1,0	602,0	601,0
74	1,0	605,0	604,0
75	1,0	606,0	605,0
76	2,0	612,0	610,0

Progetto di Monitoraggio dello stato degli ecosistemi della Val D'Agri
ARPAB Centro Ricerche di Metaponto

77	1,9	614,0	612,1
78	1,1	612,0	610,9
79	1,0	622,0	621,0
80	1,3	630,0	628,7
81	1,0	629,0	628,0
82	0,7	637,0	363,3
83	1,6	643,0	641,4
84	2,6	652,0	649,4
85	1,0	665,0	664,0
86	4,5	670,0	665,5
87	1,0	591,0	590,0
88	2,2	593,0	590,8
89	2,8	633,0	630,2
90	44,6	612,0	567,4
91	5,1	626,0	620,9
92	1,1	618,0	616,9
93	1,2	645,0	643,8
94	1,5	540,0	538,5
95	2,0	540,0	538,0
96	2,4	562,0	559,6
97	1,0	572,0	571,0
98	2,3	587,0	584,7
99	43,0	601,0	558,0

Tabella 6: Dati rilevati 2014-2015

Dall'elaborazione e l'interpolazione di questi dati con software Gis, è possibile derivare un modello idrogeologico con isopieze (Figure 8, 9,10). Le direzioni di flusso, non riportate, sono ortogonali alle linee equipotenziali, mentre i gradienti idraulici sono inversamente proporzionali alla spaziatura tra isopieziche e proporzionali all'impermeabilità della formazione attraversata.

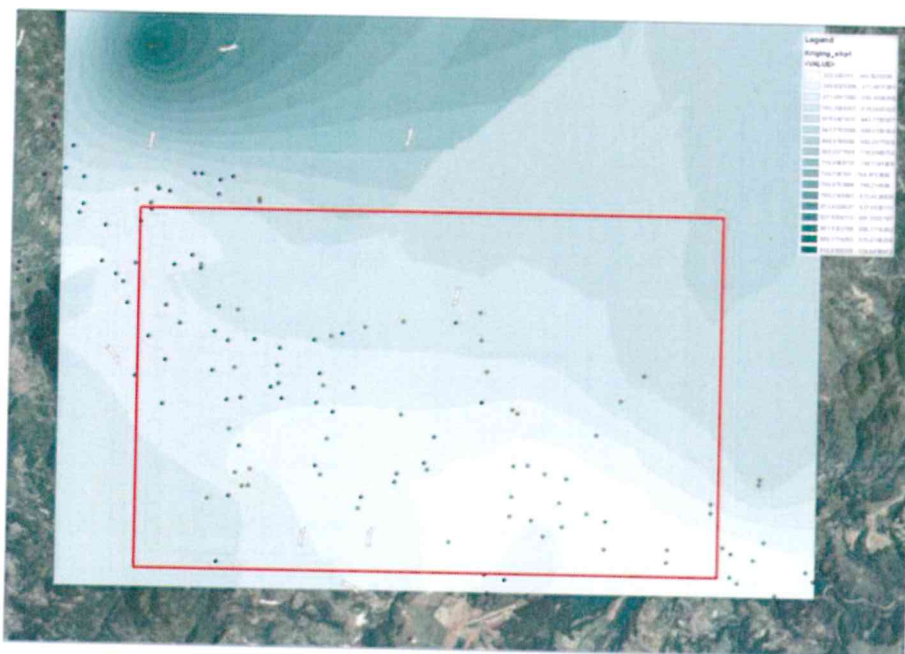


Figura 8

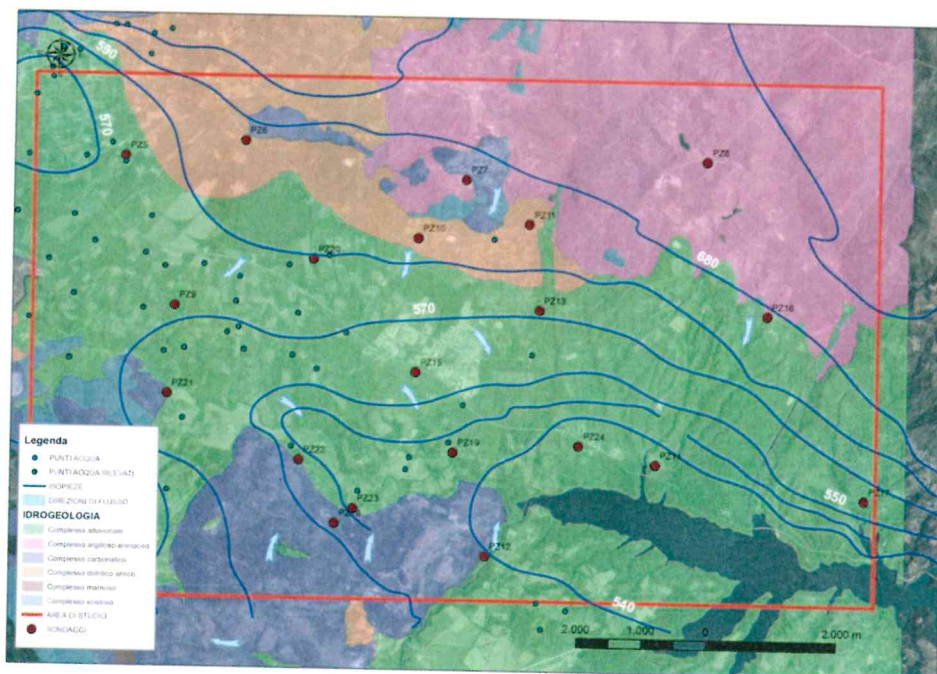


Figura 9



Figura 10

Il modello ricostruito è da considerare indicativo, principalmente per la non sincronicità delle misure e per l'assenza di notizie relative all'esecuzione e manutenzione dei punti acqua censiti.

3.4 Livelli nell'invaso del Pertusillo

Il lago di Pietra del Pertusillo è un lago artificiale situato nel territorio dei comuni di Grumento Nova, Montemurro e Spinoso. Lo sbarramento è stato costruito tra il 1957 e il 1962, e interrompe il corso del fiume Agri. Si trova a 532 metri di [altitudine](#) sul livello del mare, ed ha una capienza massima di 155 milioni di metri cubi d'acqua (*Tabella 7*). La [diga](#) è nata nei pressi della località "Pietra del Pertusillo".

	BASILICATA		PUGLIA	TOT. ANNUO EROGATO (m ³)
	IRRIGUO (m ³)	POTABILE (m ³)	POTABILE (m ³)	
Valore medio anno Periodo 1992/2002	49.380.182	3.207.665	103.498.880	152.879.062
% media annua Periodo 1992/2002	32,3%	2,1%	65,6%	100%
Totale	34,4%		65,6%	

Tabella 7 – Dati riepilogativi delle medie annue dal 1992 al 2002. Fonte Regione Basilicata

L'andamento del livello del lago si deducono dai dati forniti dall'Autorità di Bacino (Grafico 3 e Grafico 4)

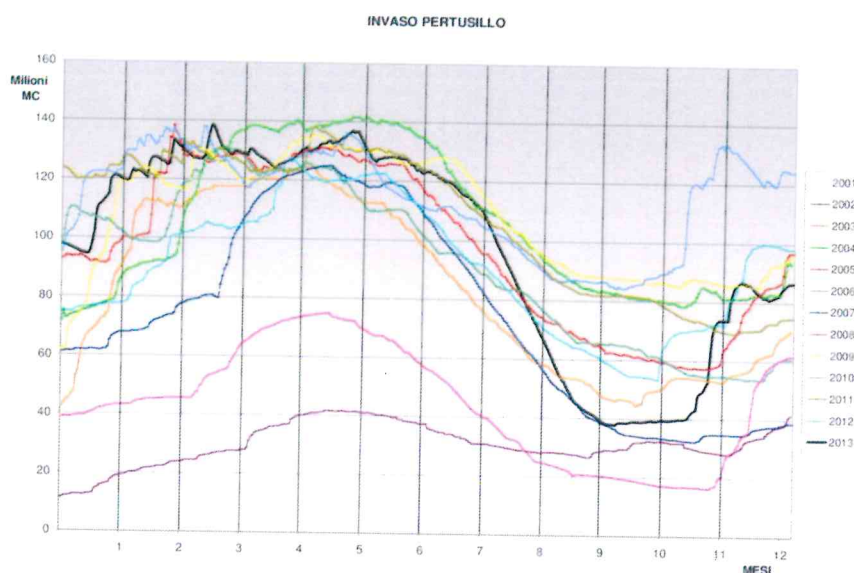


Grafico 3 – Dati dell'Invaso dal 2001 al 2013, AdB

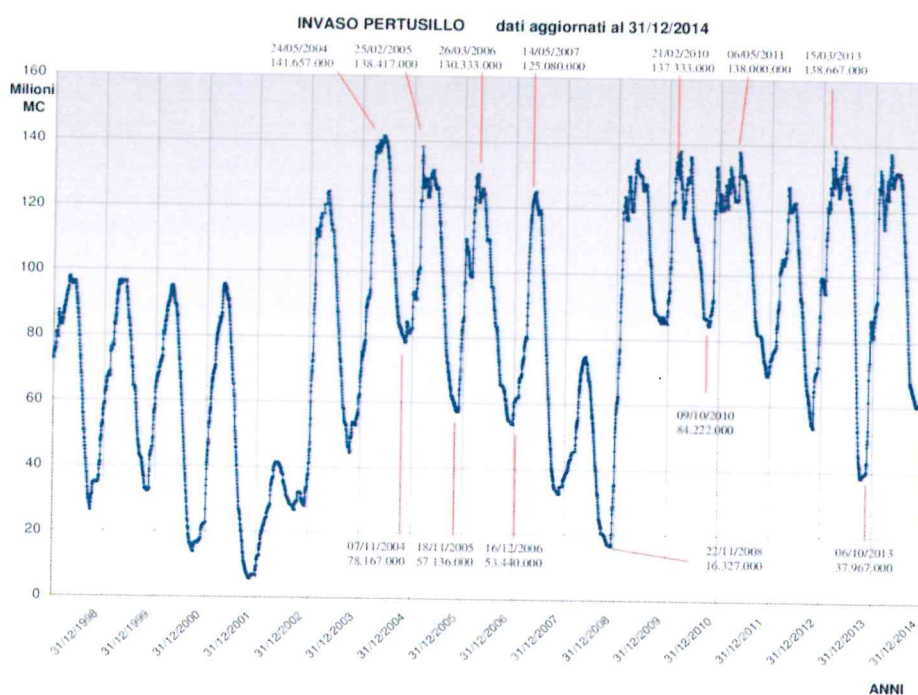


Grafico 4 – Dati storici dell’invaso negli ultimi 30 anni, AdB

Al fine di valutare l’eventuale incidenza sui piezometri limitrofi delle oscillazioni del livello dell’acqua nella diga del Pertusillo, è stata acquisita una serie storica di dati relativi al periodo giugno 2012 – marzo 2015 fornita dall’Ente per lo Sviluppo dell’Irrigazione e la Trasformazione Fondiaria in Puglia, Lucania e Irpinia.

I livelli medi dell’acqua nell’invaso sono riportati mese per mese nella *Tabella 1* assieme ai livelli minimi e massimi assoluti registrati.

	2012		2013		2014		2015	
	medie	liv. Min/Max	medie	liv. Min/Max	Medie	liv. Min/Max	medie	liv. Min/Max
gen			526,20		525,53		519,61	
feb			528,97		529,21		526,03	
mar			529,62	530,61	528,56		529,22	
apr			529,26		529,70	530,51		
mag			529,97		529,55			
giu	527,76		529,21		529,72			
lug	525,18		527,96		528,29			
ago	521,80		522,80		524,53			
set	518,65		514,72		519,77			
ott	516,92	516,20	512,41	512,14	518,38			
nov	520,02		515,36		517,94	517,78		
dic	524,49		522,52		518,12			

Tabella 8 – Livelli di ritenuta dell’invaso del Pertusillo nel periodo giugno 2012 – marzo 2015. Dati in quote assolute (m s.l.m.)

Nel periodo di riferimento il livello minimo registrato è stato di 512,14 m s.l.m. il 6 ottobre 2013 a cui corrisponde una capacità di invaso di 50.957.000 m³ lordi; il livello massimo è stato di 530,61 m s.l.m. toccato il 15 marzo dello stesso anno, cui corrisponde una capacità di invaso di 151.667.000 m³ lordi. Il delta massimo è quindi di poco inferiore a 18,5 m.

I piezometri prossimi al lago artificiale sono: PZ12, PZ14, PZ17, PZ19 e PZ24 (*Figura 11*). Per tali piezometri è stato confrontato il livello statico, con il livello dell’acqua nella diga (*Figura 12*).

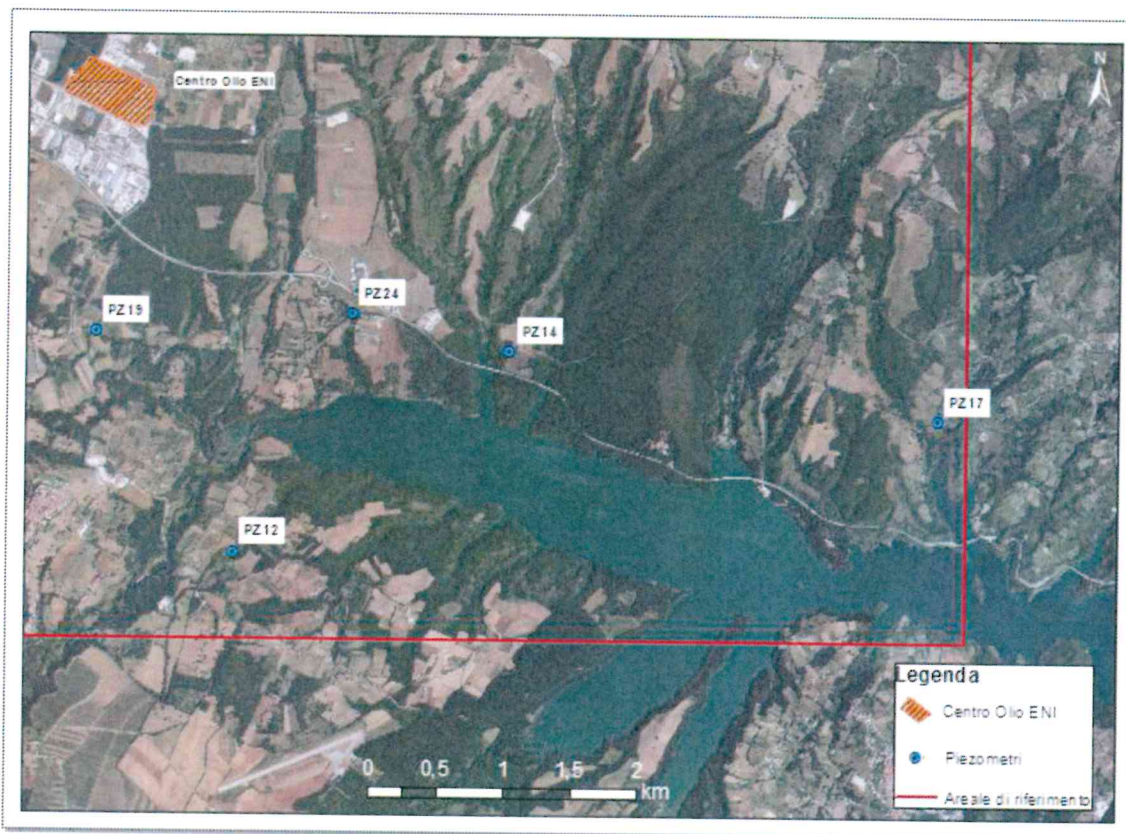


Figura 11 – Ubicazione dei piezometri prossimi al lago del Pertusillo

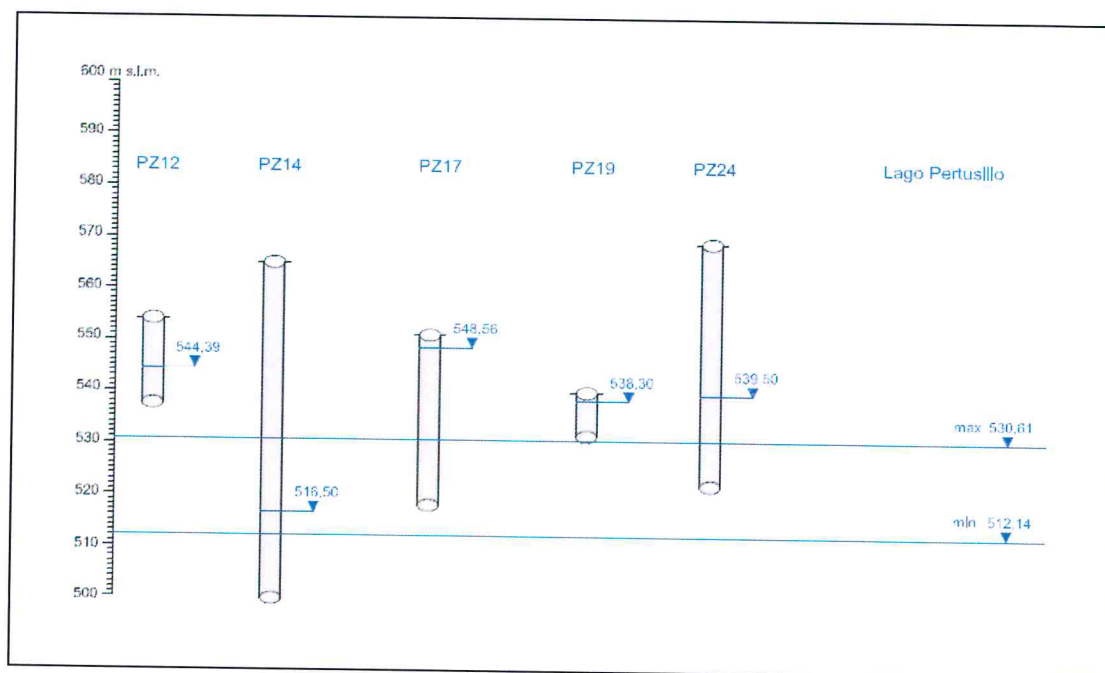


Figura 12– Livelli piezometrici nei pozzi prossimi alla diga comparati al livello minimo e massimo di ritenuta registrato nella diga nel periodo di riferimento

Come si può osservare in *Figura 12*, tutti i piezometri considerati presentano un livello statico superiore al livello di massimo invaso registrato nella diga.

In tali condizioni, il flusso di falda è diretto sempre verso il lago, con alimentazione proveniente da monte. Nel caso del PZ14, invece, il flusso intercettato dal piezometro può provenire stagionalmente dal lago (estratto dall'allegato 1 alla presente relazione).

4. MONITORAGGIO CHIMICO DEL SOTTOSUOLO E DELL'AMBIENTE IDRICO SOTTERRANEO

Come detto, la valutazione dello stato qualitativo delle acque sotterranee è stata eseguita attraverso la realizzazione di una rete di monitoraggio piezometrica ad hoc che amplia quella esistente costituita da piezometri già realizzati e ubicati attorno al COVA.

Di seguito vengono riportati:

- le metodologie di campionamento del terreno e delle acque sotterranee utilizzate ;
- la lista dei parametri da ricercare e le metodologie di analisi chimico-fisiche.

4.1 Modalità esecutive dei sondaggi geognostici e dell'installazione di piezometri

Le modalità di perforazione sono state riportate nei paragrafi precedenti. I sondaggi sono stati carotati fino ad intercettare la falda e sono stati attrezzati a piezometri. Dei 20 sondaggi realizzati 16 sono stati attrezzati a piezometro e i restanti 4 sono stati utilizzati per il carotaggio terreni e non sono stati attrezzati a piezometro per assenza di falda. Le carote di terreno recuperate saranno poste in cassette catalogatrici con separatori interni, al fine di poter ricostruire la stratigrafia di dettaglio dei terreni attraversati.

4.2 Campionamento e analisi dei terreni per caratterizzazione chimica

Durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici (S5 ÷ S8, PZ5 ÷ PZ20) sono stati prelevati campioni di terreno per l'esecuzione di analisi chimiche di laboratorio; le aliquote prelevate sono indicate in tabella 2 (nei casi di discontinuità stratigrafica è stato prelevato una ulteriore aliquota definita "extra".

Per limitare la perdita per volatilizzazione dei composti volatili, saranno utilizzati strumenti adatti a ridurre i tempi di esposizione all'aria dei materiali.

I campioni di terreno prelevati dai sondaggi geognostici saranno pertanto sottoposti ad analisi chimiche di laboratorio per la determinazione delle seguenti classi di parametri:

- IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici);
- Metalli (Al, As, Cd, Co, Cr tot, Cr VI, Fe, Mn, Hg, Ni, Pb, Cu, V, Zn
- Idrocarburi ($C \leq 12$), Idrocarburi ($C > 12$) - ($C_{12}-C_{40}$)
- Composti organici aromatici: Benzene, Etilbenzene, Stirene, Toluene, Xilene
- Alifatici clorurati cancerogeni
- Alifatici clorurati non cancerogeni
- Nitrati e Nitriti
- Solfati
- Cloruri
- Fluoruri

4.3 Formazione del campione per le analisi di laboratorio dei composti volatili e specie chimiche da determinare sul campione.

Appena aperta la carota si è provveduto al recupero delle aliquote per l'analisi degli inquinanti volatili, trasferendo la quantità richiesta in adatta vial di vetro che è subito richiusa e riposta in frigo.

Se la carota si presenta in forma di cilindro compatto la si divide longitudinalmente in due metà con una spatola e si ottiene l'aliquota per i volatili prelevando più campioni di suolo dal centro della carota procedendo lungo la sua lunghezza in modo che l'aliquota rappresentati l'intera carota.

Il campione di suolo nella vaschetta è omogeneizzato spezzettando le zolle con una spatola, mescolando bene ed eliminando il materiale estraneo come vegetali, radici ed i ciottoli > 2 cm.

Si preleva una aliquota di suolo umido pari a 50-100 g necessaria per la determinazione del cromo esavalente e dell'umidità; quest'ultima consentirà di riferire il valore dell'analita indicato al suolo secco a 105°C . Il campione di suolo è infine diviso in due parti uguali: la prima è conservata in

barattolo di vetro, riposta in cella frigorifera come contro-campione e per controllare la eventuale presenza di scheletro; la seconda è disposta su apposito contenitore di alluminio e conservata in locali a temperatura ambiente e ventilazione adeguata per permetterne l'essiccazione. Sul campione essiccato all'aria si frantumano gli aggregati di grosse dimensioni con un pestello, evitando di macinare le frazioni a granulometria superiore ai 2 mm, procedendo in seguito a recuperare la frazione passante al vaglio dei 2 mm ("terra fine"). Su quest'ultima frazione sono state condotte le determinazioni analitiche in laboratorio. La concentrazione del campione dovrà essere determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dell'eventuale scheletro. Per le determinazioni analitiche che richiedono quantità inferiori ai 5 g (metalli pesanti, anioni) si utilizza un sub-campione rappresentativo ottenuto dalla quartatura meccanica (ripartitore Retschmod. PT 400) a partire dall'intera aliquota di terra fine, che è successivamente sottoposta a macinazione fine in mortaio automatico.

4.4 Campionamento e analisi delle acque sotterranee

Al termine delle perforazioni è stata avviata la sessione di campionamento delle acque di falda. Preliminarmente al prelievo dei campioni, si è proceduto alla misura del livello piezometrico per mezzo di un freatometro elettrico, è stato effettuato quindi lo spurgo di ogni piezometro mediante apposita pompa sommersa sino a rimuovere almeno tre volte il volume d'acqua del pozzo e verificando la stabilizzazione dei parametri chimico - fisici indicatori (temperatura, pH, conducibilità elettrica, potenziale di ossidoriduzione e concentrazione di ossigeno disciolto). I dispositivi di campionamento delle acque dai piezometri sono molteplici quello utilizzato è stato il campionamento in dinamico mediante pompa sommersa, costituite da giranti che provvedono ad esercitare una pressione positiva sul fluido e sulla tubazione di mandata. Queste presentano una serie di vantaggi quali la continuità di flusso, senza "pulsazioni", i diametri ridotti (2" - 3" - 4"), l'adattabilità in funzione della portata (ossia, è possibile regolarne la portata, a seconda che si stia svolgendo lo spurgo oppure il campionamento) e soprattutto la qualità del materiale, adatti anche al campionamento di VOCs. Le operazioni sono consistite nel posizionamento della pompa sommersa ad una profondità intermedia tra il livello della falda ed il fondo del pozzo di monitoraggio, la portata di spurgo utilizzata è stata sempre inferiore a quella utilizzata per lo sviluppo del pozzo di monitoraggio al fine di evitare, da un lato, il trascinarsi di materiale fine con rischio di intorbidimento dell'acqua, dall'altro, l'abbassamento eccessivo del livello di falda. I campioni prelevati sono stati stabilizzati, etichettati e trasferiti al

Progetto di Monitoraggio dello stato degli ecosistemi della Val D'Agri

ARPAB Centro Ricerche di Metaponto

laboratorio dove sono stati conservati alla temperatura di 4 ° C sino allo svolgimento delle analisi chimiche. Per quanto riguarda l'aliquota di campione destinata alla quantificazione di metalli e semimetalli è stato eseguito come da procedura filtrazione in campo con filtro da 0.45 µm e acidificazione con acido nitrico. Il campionamento è stato eseguito come da progetto con cadenza trimestrale tale da coprire l'arco temporale di un anno di attività. Al fine di determinare e confermare la presenza di taluni analiti (Ferro e manganese) per i quali si rileva uno scostamento rispetto ai valori tabellati è stato eseguito un ulteriore campionamento limitando le analisi ai soli parametri da indagare. Su tutti i campioni di acqua di falda prelevati da tutti i piezometri della rete di monitoraggio delle acque sotterranee, sarà eseguita la quantificazione delle seguenti classi di parametri:

- pH
- Temperatura
- Ossigeno disciolto;
- Potenziale redox;
- Azoto ammoniacale
- Azoto Totale
- Metalli (Al, As, Cd, Co, Cr tot, Cr VI, Fe, Mn, Hg, Ni, Pb, Cu, V, Zn)
- Idrocarburi totali come n-esano
- Composti organici aromatici: Benzene, Etilbenzene, Stirene, Toluene, Xilene
- Alifatici clorurati cancerogeni
- Alifatici clorurati non cancerogeni
- IPA
- Nitriti
- Analisi batteriologiche

Inoltre le suddette analisi verranno integrate dalle analisi chimiche per la ricerca di anioni e cationi caratterizzanti la facies geochimica:

- HCO_3^-
- Cl^-
- NO_3^-
- SO_4^{2-}
- Ca^{2+}
- Mg^{2+}
- K^+
- Na^+

5. Procedure analitiche

Le attività, sia di campo che di laboratorio, analisi chimiche sono state realizzate dalla struttura di ARPAB del Centro di Ricerche ARPAB di Metaponto. Le tecniche e le metodiche analitiche utilizzate fanno riferimento alle procedure normate da organismi riconosciuti a livello nazionale e internazionale (EPA, ISPRA-APAT, ISS, Uni, ecc.). La qualità del dato è garantita dalla partecipazione a circuiti interlaboratorio organizzati sia da organismi nazionali che internazionali. I risultati ottenuti sono riportati nelle allegate tabelle di sintesi. I superamenti delle CSC sono state oggetto di comunicazione ai sensi dell'art. 244 del D.lgs 152/06.

6. Conclusioni e considerazioni finali

In conclusione possiamo esprimere alcune considerazioni che di seguito si riportano.

La Val d'Agri è una depressione tettonica intramontana di età quaternaria originatasi durante il regime estensionale della evoluzione tettonica dell'Appennino. Tale depressione costituisce un basso strutturale riempito da una successione prevalentemente alluvionale potente anche alcune centinaia di metri, poggiata direttamente sul substrato costituito dalle Unità geologiche di origine marina e alloctona.

Attualmente la Val d'Agri presenta un'ampia piana alluvionale, la cui regolarità è interrotta da conoidi di deiezione e incisioni fluviali, a testimonianza dell'attività di sollevamento dell'area e dell'erosione dei versanti. In particolare ampie conoidi alluvionali bordano la valle a Nord raccordando la stessa ai rilievi montuosi del Volturino – Monte di Viggiano. La stessa area è stata oggetto di studi regionali recenti idrogeologici (*Progetto CARG Idrogeo, per conto di ISPRA*). Sulla base di tali studi sono disponibili gli accorpamenti in complessi idrogeologici delle Unità Geologiche rilevate da Lentini, 1991.

Le unità di interesse nell'area di studio sono:

- Depositi alluvionali attuali OLOCENE;
- Depositi alluvionali recenti OLOCENE;
- Depositi alluvionali antichi PLEISTOCENE SUP.-OLOCENE;
- Detrito antico cementato e con di deiezione inattivi PLEISTOCENE SUP.;
- Depositi lacustri: limi e sabbie; conglomerati poligenici PLEISTOCENE SUP.;
- Flysch di Gorgoglione – LANGHIANO MEDIO-TORTONIANO INF.;
- Flysch di Albidona – Complesso Liguride MIOCENE INF.-MEDIO;
- Flysch di Albidona – Complesso Panormide MIOCENE INF.-MEDIO;
- Formazione del Bifurto – AQUITANIANO;
- Calcari grigio-scuri a grana fine CRETACEO-PALEOCENE;
- Calcari straterellati grigio-bluastri a calcari biancastri e grigio-nocciola con ooliti ed onkoidi GIURASSICO-CRETACEO INF.;
- Dolomie cataclastiche TRIAS SUP.-CRETACEO INF.;
- Galestri – CRETACEO;
- Scisti silicei – GIURASSICO;
- Calcari con selce – TRIAS SUP.;
- Formazione Monte Facito “equivalente” – TRIAS MEDIO-SUP.

Progetto di Monitoraggio dello stato degli ecosistemi della Val D'Agri
ARPAB Centro Ricerche di Metaponto

Le ricerche di idrocarburi in Val d'Agri iniziarono fin dai primi del '900 dall'allora Ispettorato del Corpo Reale Minerario; ad oggi il petrolio della Val d'Agri fornisce circa il 10% del fabbisogno nazionale, ed è il giacimento petrolifero su terraferma più grande d'Europa. Per consentire la prima lavorazione dei prodotti petroliferi, nel 1996 entrò in funzione il Centro Olio a Viggiano, successivamente denominato nel 2001 "Centro Olio Val d'Agri – COVA" a seguito di un ampliamento.

L'area da investigare, individuato dallo S.I.A. a corredo della richiesta A.I.A., ha un'estensione di circa 104 km² intorno al COVA. Le indicazioni ricevute in merito allo studio da compiere definiscono in 20 i punti di monitoraggio idrogeologico da realizzare. Tali punti sono stati distribuiti nei vari complessi idrogeologici presenti e distribuiti tra la fascia di versante prossima all'asta fluviale (recapito finale delle acque provenienti dal versante) e quella più distale, ma più vicina alle aree di estrazione.

L'assetto idrogeologico della zona in esame è stato definito attraverso studi pregressi, dati di letteratura ed i risultati della campagna di indagini.

Nel bacino dell'Alta Val d'Agri è possibile riconoscere 8 complessi idrogeologici ovvero, insiemi di litotipi o formazioni geologiche che presentano caratteristiche affini per ciò che attiene la permeabilità e la possibilità di ospitare acquiferi freatici o confinati. L'idrostruttura alluvionale-lacustre del bacino dell'alta Val d'Agri, ovvero l'idrostruttura di preminente interesse ai fini del monitoraggio, è modellata nel Complesso alluvionale-lacustre e nel Complesso alluvionale, entrambi caratterizzati da sedimenti di media permeabilità. In tale idrostruttura è possibile distinguere due unità idrostratigrafiche: un basamento, costituito da depositi lacustri argilloso-marnoso-siltosi, cui a luoghi si interdigitano sabbie ghiaiose, e che presenta una certa continuità nelle aree assiali del bacino, mentre è di norma assente lungo le aree marginali dello stesso; un acquifero multistrato, costruito da corpi conglomeratici e/o ghiaiosi e sabbiosi con frequenti

intercalazioni argillose moderatamente discontinue. A luoghi i carichi piezometrici nei vari livelli del multistrato differiscono tra di loro.

L'acquisizione dei dati piezometrici dei 20 punti di controllo della rete di monitoraggio, assieme ai 197 punti acqua censiti, geolocalizzati e mappati hanno consentito di ricostruire l'andamento delle curve isopiezometriche e quindi le principali direttrici di flusso, nel tratto di fondovalle, laddove si colloca l'acquifero arealmente e quantitativamente più significativo.

La modellazione rivela una superficie piezometrica modellata sulla morfologia valliva, con curve equipotenziali pressoché parallele ai versanti vallivi e all'andamento del Fiume Agri, con carichi idraulici decrescenti dall'esterno verso l'interno della valle, e una direzione di circolazione idrica verso l'attuale asse fluviale o lago.

Sono stati inoltre acquisiti i dati sul livello di ritenuta della diga del Pertusillo nel periodo giugno 2012-marzo 2015 forniti dall'Ente Irrigazione e Trasformazione Fondiaria di Puglia, Lucania e Irpinia allo scopo di verificare l'eventuale interazione tra gli acquiferi ed il lago, il cui livello oscilla stagionalmente, e che quindi potrebbe condizionare la direzione dei flussi acquiferi al contorno del lago stesso. In particolare è stato verificato che solo il livello piezometrico del PZ14 può risentire delle variazioni di livello del lago, con inversione stagionale della direzione di flusso che lo attraversa.

I log eseguiti in foro con sonde multiparametriche (temperatura, pH, salinità, sali disciolti, γ -log) forniscono utile supporto ai funzionari tecnici dell'ARPAB per la corretta interpretazione dei dati geochimici ottenuti dalla componente acqua e dalla componente suolo.

Le analisi chimiche eseguite sui suoli carotati (allegato3) non hanno evidenziato situazioni di particolare complessità. Da segnalare la presenza Arsenico e Cobalto per i quali si rileva uno scostamento rispetto alle CSC riportate nell'allegato 5 tabella 1 al D.lgs 152/2006 – colonna A (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale)(tabella 7)

Codice sito	Matrice	X_WGS84	Y_WGS84	Comune	Profondità di prelievo (metri)	data prelievo		As mg/kg	Co mg/kg
PZ23/TS	Top Soil	574723	4460367	Grumento Nova	0,01	26/08/14			21
PZ9/2	Sottosuolo	571930	4463467	Grumento Nova	7,5-9,3	27/08/14			22
PZ12/2	Sottosuolo	576745	4459661	Grumento Nova	12-13	01/08/14		21,5	
PZ15/1	Sottosuolo	575615	4462501	Grumento Nova	0,1-1	17/06/14			21
PZ22/1	Sottosuolo	573884	4461103	Grumento Nova	0,10-1	25/08/14			21
PZ20/TS	Top Soil	574028	4464225	Viggiano	0,01	25/06/14			22
PZ7/2	Sottosuolo	576304	4465511	Viggiano	6,30-7,1	25/11/14			27
PZ10/1	Sottosuolo	575603	4464588	Viggiano	0,1-1	19/05/14			28
PZ20/1	Sottosuolo	574028	4464225	Viggiano	0,1-1	25/06/14			21
Limite siti ad uso verde pubblico D.Lgs 152/06								20	20
Limite siti ad uso industriale D.Lgs 152/06								50	250

Tab.12 . Scostamenti registrati rispetto alle CSC della colonna A, allegato 5 tabella 1 del D.lgs 152/2006.

Le analisi chimiche eseguite sulle acque sotterranee (allegato 4) nel corso delle cinque campagne di prelievo condotte a partire da dicembre 2014 e sino a gennaio 2016 (allegato 3) non hanno evidenziato situazioni di particolare complessità. Da segnalare la presenza Ferro e manganese per i quali si rileva uno scostamento rispetto alle CSC riportate nell' allegato 5 tabella 2 al D.lgs 152/2006 (tabella 13). Tab.13 . Scostamenti registrati rispetto alle CSC della tabella 2 allegato del D.lgs 152/2006.

cod lab	Codice campione	Matrice	X_WGS84	Y_WGS84	Data prelievo	Comune	Fe µg/L	Mn µg/L
7009	PZ9	Acqua sotterranea	571930	4463467	03/12/14	Grumento Nova		595
7012	PZ12	Acqua sotterranea	576745	4459661	19/12/14	Grumento Nova	255	343
7015	PZ15	Acqua sotterranea	575615	4462501	16/12/14	Grumento Nova		490
7022	PZ22	Acqua sotterranea	573884	4461103	04/12/14	Grumento Nova		76
7023	PZ23	Acqua sotterranea	574723	4460367	17/12/14	Grumento Nova		405
7033	PZ9	Acqua sotterranea	571930	4463467	04/03/15	Grumento Nova		425
7039	PZ15	Acqua sotterranea	575615	4462501	11/03/15	Grumento Nova		96
7046	PZ22	Acqua sotterranea	573884	4461103	05/03/15	Grumento Nova		58
7047	PZ23	Acqua sotterranea	574723	4460367	11/03/15	Grumento Nova		83
7081	PZ9	Acqua sotterranea	571930	4463467	01/07/15	Grumento Nova		117
7084	PZ12	Acqua sotterranea	576745	4459661	06/07/15	Grumento Nova		80
7017	PZ17	Acqua sotterranea	582482	4460652	19/12/14	Montemurro		335
7011	PZ11	Acqua sotterranea	577284	4464835	15/12/14	Viggiano		59
7016	PZ16	Acqua sotterranea	580930	4463485	18/12/14	Viggiano	368	900
7085	PZ13	Acqua sotterranea	577469	4463501	02/07/15	Viggiano		316
7041	PZ17	Acqua sotterranea	582482	4460652	02/04/15	Montemurro		147
Limiti DLgs 152/06 Parte IV Allegato 5 TAB 2							200 µg/L	250 µg/L

La presenza di tali analiti , come noto, è legata a diversi fattori tra i quali la composizione geolitologia. La comprensione di tale fenomeno di arricchimento di analiti quali ad esempio solfati, ferro e manganese sarà oggetto di studi specifici finalizzati alla determinazione dei valori di fondo naturale.

Bibliografia

- Alexander, J.A. (1993) A discussion on the use of analogues for reservoir geology. In: Ashton M. (Ed.) *"Advances in reservoir Geology"*, Geological Society Spec. Publ., **69**, 175 - 194.
- Bear, J. (1979) Hydraulics of groundwater. *Mc Graw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering*, 569 pp., Mc Graw-Hill.
- Bierkens, M.F.P. & Weerts, H.J.T. (1994) Block hydraulic conductivity of cross-bedded fluvial sediments. *Water Resou. Res.*, **30**, 2665 - 2678.
- Carbone, S., Catalano, S., Lazzari, S., Lentini, F. e Monaco, C. (1991) Presentazione della Carta Geologica del Bacino del Fiume Agri (Basilicata). *Memorie della Società Geologica Italiana*, **XLVII**, 129 - 143.
- Cello, G. (2000) A quantitative structural approach to the study of active fault zones in the Apennines (Peninsular Italy). *Journal of Geodynamics*, **29**, 265 - 292.
- Cello, G. & Mazzoli, E. (1999) Apennine tectonics in Southern Italy: a review. *Journal of Geodynamics*, **27**, 191 - 211.
- Cello, G., Gambini, R., Mazzoli, S., Read, A., Tondi, E. & Zucconi, V. (2000) Fault zone characteristics and scaling properties of the Val d'Agri Fault System (Southern Apennines, Italy). *Journal of Geodynamics*, **29**, 293 - 307.
- Colella, A., Colucci, A. e Longhitano, S. (2003) Il sottosuolo e gli acquiferi porosi del Bacino dell'Alta Val d'Agri (Pleistocene, Basilicata). In: *"Le risorse idriche sotterranee dell'Alta Val d'Agri"* (Colella, A., Ed.), *Collana Editoriale di Studi e Ricerche dell'Autorità Interregionale di Bacino della Basilicata*, n. 3, Potenza.
- Colella, A., Lapenna, V. e Rizzo E. (2003) La struttura sepolta del bacino dell'Alta Val d'Agri (Pleistocene, Basilicata). In: *"Le risorse idriche sotterranee dell'Alta Val d'Agri"* (A. Colella, Ed.), *Collana Editoriale di Studi e Ricerche dell'Autorità Interregionale di Bacino della Basilicata*, n. 3, Potenza.
- Dagan, G. (1989) *Flow and transport in porous formations*. Springer.
- Desbarats, A.J. & Bachu, S. (1994) Geostatistical analysis of aquifer heterogeneity, from the core scale to the basin scale: a case study. *Water Resources Research*, **30**, 3, 673 - 684.

- Di Niro, A., Giano, I. S. e Santangelo, N. (1992) Primi dati sull'evoluzione geomorfologica e sedimentaria del Bacino dell'Alta Val d'Agri (Basilicata). *Studi Geologici Camerti*, vol. spec.1, 257 – 263
- Di Niro, A. e Giano, S.I. (1995) Evoluzione geomorfologica del bordo orientale dell'Alta Val d'Agri (Basilicata). *Studi Geologici Camerti*, vol. spec.2, 207 - 218.
- Domenico, P.A. & Schwartz, F.W. (1990) *Physical and chemical hydrogeology*, 824 pp., Wiley.
- Duchaufour, P. (1982) *Pedology*, 449 pp., Allen & Unwin, London
- Giano, I.S., Lapenna, V, Piscitelli, S. e Schiattarella, M. (1997) Nuovi dati geologici e geofisici sull'assetto strutturale dei depositi continentali quaternari dell'Alta Val d'Agri. *Il Quaternario*, **10/2**, 589 - 594.
- Giano, I.S., Maschio, L., Alessio, M., Ferranti, L., Improta, S. & Schiattarella, M. (2000) Radiocarbon dating of active faulting in the Agri High Valley, Southern Italy. *Journal of Geodynamics*, **29**, 371 - 386.
- Huggenberger, P. & Aigner, T. (1999) Introduction to the special issue on aquifer sedimentology: problems, perspectives and modern approaches. *Sedimentary Geology*, **129**, 179 - 186.
- Kraus, M.J & Aslan, A. (1993) Eocene hydromorphic paleosols: significance for interpreting ancient floodplain processes. *J.sedim. Petrol.*, **63**, 453 - 463.
- LAZZARI S. & LENTINI F. (1980) - Carta Geologica del Bacino dell'Agri alla scala 1:50.000. Note illustrative del F. 507 Pisticci. Regione Basilicata: pp. 55.
- Maxey, G.B. (1964) Hydrostratigraphic units. *Journal of Hydrology*, **2**, 124-129.
- Miall, A.D. (1985) Architectural-element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. *Earth Sci. Rev.*, **22**, 261 - 308.
- Miall, A.D. (1996) *The geology of fluvial deposits*, 582 pp., Springer.
- Monaco, C., Tortorici, L. & Paltrinieri, W. (1998) Structural evolution of the Lucanian Apennines, southern Italy. *Journal of Structural Geology*, **20/5**, 617 - 638.
- Spilotro, G., Caporale, F., Canora, F., Di Cagno, M., Leandro, G. e Moreno, M. (2003) Idrodinamica della piana alluvionale dell'Alta Val d'Agri. In: "Le risorse idriche sotterranee dell'Alta Val d'Agri"



(A. Colella, Ed.), *Collana Editoriale di Studi e Ricerche dell'Autorità Interregionale di Bacino della Basilicata*, n. 3, Potenza.

Weber, K.J. (1986) How heterogeneity affects oil recovery. In: , *"Reservoir characterisation"* (Lake L.W. e Carrol H.B., Eds.), 487 - 544, Academic Press Inc.

Whittaker, J. & Teutsch, G. (1996) The simulation of subsurface characterization methods applied to a natural aquifer analogue. *IAS Publ.*, **237**, 425 - 434.

Epa Methods;

Manuale APAT- ISPRA