



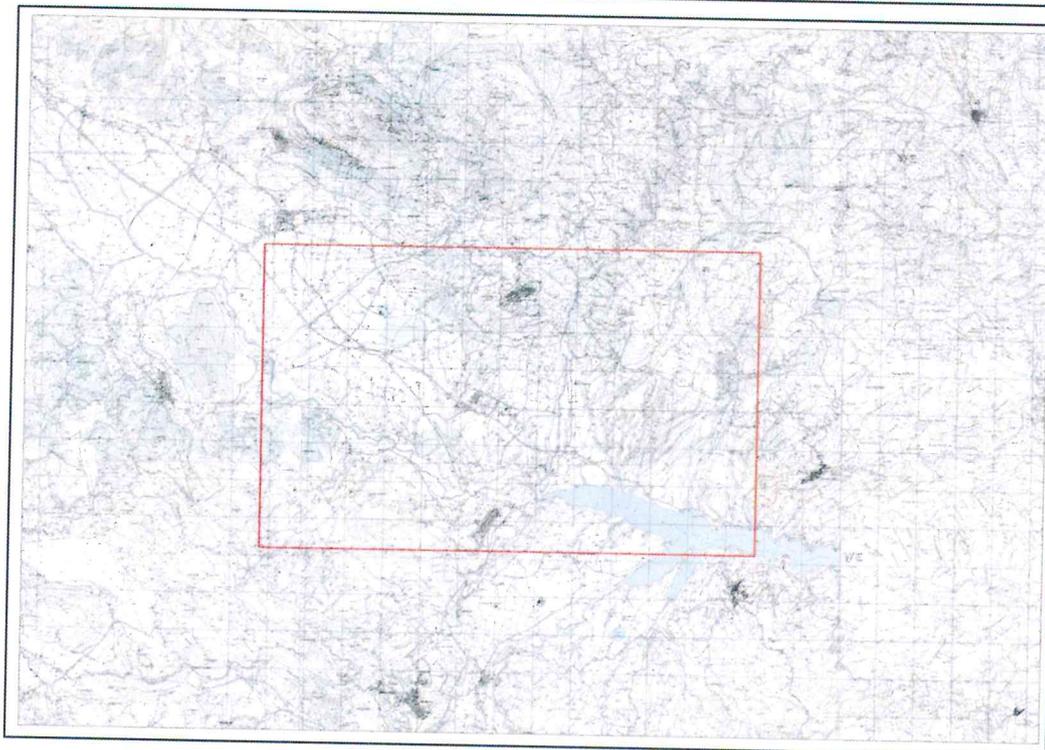
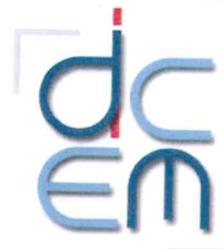
## ALLEGATO 1

**PROGETTO DI MONITORAGGIO DELLO STATO DEGLI ECOSISTEMI DELL'AREA DELLA VAL D'AGRI: CONVENZIONE DI STUDIO AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE BASILICATA (A.R.P.A.B.) UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA - DIPARTIMENTO DELLE CULTURE EUROPEE E DEL MEDITERRANEO FINALIZZATA ALLA CARATTERIZZAZIONE DELLA COMPONENTE GEOIDROLOGICA**

Sottosuolo e Ambiente Idrico sotterraneo



Agenzia Regionale per la Protezione  
dell'Ambiente di Basilicata



CONVENZIONE DI STUDIO  
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE BASILICATA (A.R.P.A.B.)  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA BASILICATA - DIPARTIMENTO DELLE CULTURE EUROPEE E DEL MEDITERRANEO

CARATTERIZZAZIONE DELLA COMPONENTE GEOIDROLOGICA DELLE AREE  
DEFINITE NEL PROTOCOLLO TRA ARPAB ED ENI CIRCOSTANTI L'AREA DI  
ESTRAZIONE E DEL CENTRO DI TRATTAMENTO OLI DI VIGGIANO E  
INDIVIDUAZIONE DI UNA RETE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE  
SOTTERRANEE DELLA STESSA AREA

Relazione finale

Data  
Luglio 2016

Il Responsabile Scientifico  
Prof. Giuseppe Spilotro

Il Gruppo di Lavoro  
Geol. Antonio Rutigliano  
Geol. Francesco Vitelli  
Ing. Ilenia Argentiero

# INDICE

<b>PREMESSA</b>	<i>pag.</i>	<i>1</i>
<b>1. INQUADRAMENTO DELL'AREA</b>		<i>4</i>
1.1	Inquadramento geografico	<i>4</i>
1.2	Attività mineraria nella valle	<i>5</i>
<b>2. ORGANIZZAZIONE DELLE ATTIVITÀ</b>		<i>9</i>
2.1	Definizioni operative	<i>9</i>
2.1.1.	<i>Log Natural Gamma Ray (GR)</i>	<i>14</i>
2.1.2.	<i>Log Termosalinometrici</i>	<i>15</i>
2.2	Ubicazione dei sondaggi	<i>15</i>
2.3	Realizzazione dei sondaggi	<i>17</i>
<b>3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE</b>		<i>19</i>
3.1	La geologia della Val d'Agri	<i>21</i>
3.2	Tettonica	<i>21</i>
<b>4. GEOLOGIA</b>		<i>24</i>
4.1	Stratigrafie	<i>24</i>
4.1.1.	<i>Complesso Liguride</i>	<i>27</i>
4.1.2.	<i>Complesso Panormide</i>	<i>28</i>
4.1.3.	<i>Complesso Lagonegrese</i>	<i>29</i>
4.2	Geomorfologia	<i>29</i>

<b>5. IDROGEOLOGIA</b>	<i>pag.</i>	32
5.1	Inquadramento idrogeologico dell'area di studio	32
5.2	Idrostrutture dell'area di studio	39
5.2.1.	<u>Idrostruttura alluvionale-lacustre del bacino dell'Alta Val d'Agri</u>	40
5.2.2.	<u>Idrostruttura di Carpineto</u>	42
5.2.3.	<u>Idrostruttura di San Giovanni</u>	43
5.3	Dati idrogeologici	43
5.4	Rapporto con i livelli nell'invaso del Pertusillo	53
<b>6. CONDIZIONI AMBIENTALI NATURALI</b>		58
<b>7. CONCLUSIONI</b>		64

***Bibliografia***

## PREMESSA

### *Oggetto della convenzione*

Il "*Progetto di ammodernamento e miglioramento performance produttive del Centro Olio Val d'Agri*", sito in C.da Cembrina – Zona Industriale del Comune di Viggiano (Pz), è stato oggetto delle *DD.GG.RR. 313/2011 e 627/2011*, relative alla *VIA* e all'*AIA*, che individuano un processo integrato di monitoraggio ambientale finalizzato a valutare l'andamento nel tempo degli impatti indotti dall'estrazione petrolifera. I provvedimenti della Giunta Regionale prevedono il controllo della qualità dell'aria, il monitoraggio delle emissioni odorigene, del rumore all'esterno del Centro Olio e dello stato degli ecosistemi, nonché la raccolta di dati sulla sismicità naturale e/o indotta nell'area del giacimento petrolifero.

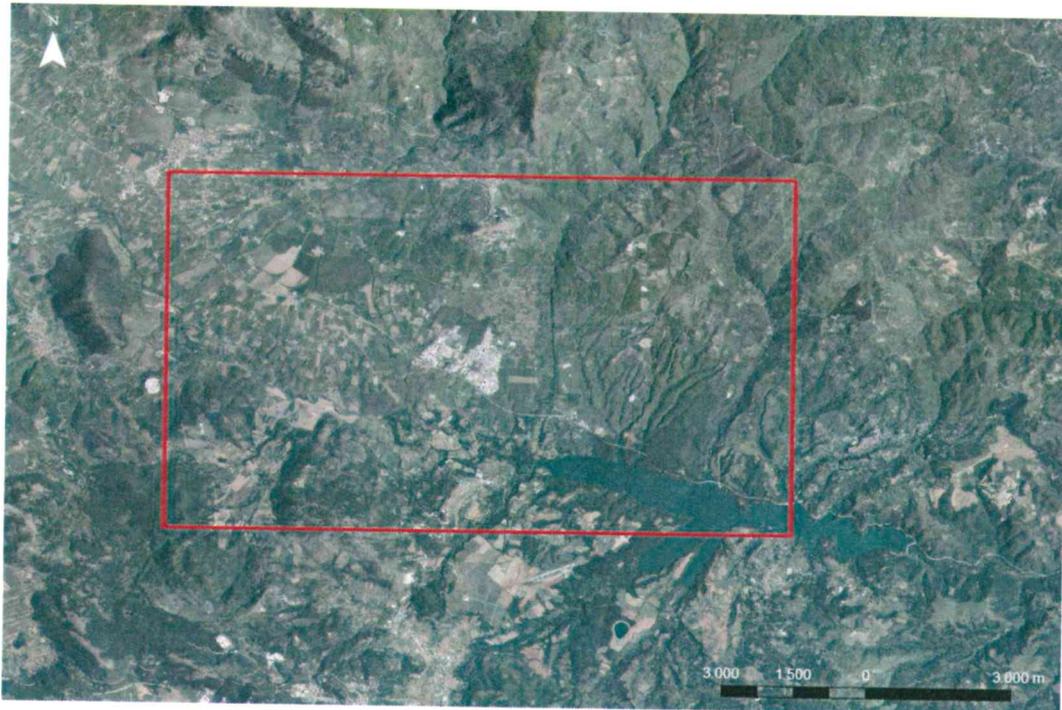
In conformità alle citate deliberazioni di Giunta Regionale, nel 2011 è stato sottoscritto tra *l'ARPA Basilicata* e *l'ENI* un "*Protocollo Operativo per la verifica dello stato della qualità ambientale della Val d'Agri*" che stabilisce le modalità di attuazione di un "*Progetto di Monitoraggio Ambientale*".

Nell'ambito del suddetto "*Progetto di Monitoraggio Ambientale*", *l'ARPAB* ha stipulato una Convenzione con *l'Università degli Studi della Basilicata - Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo (DICEM)* per una consulenza tecnico-scientifica, sotto la direzione del *Prof. Giuseppe Spilotro*. Oggetto di tale Convenzione è la caratterizzazione della componente idrogeologica delle aree definite nel protocollo tra *ARPAB* ed *ENI* circostanti l'area di estrazione e del centro di trattamento oli di Viggiano e la realizzazione secondo le indicazioni del suddetto Protocollo Operativo di una rete di monitoraggio delle acque sotterranee della stessa area.

Le attività finalizzate al monitoraggio degli acquiferi e concordate tra *ARPAB* ed *ENI* sono le seguenti:

- esecuzione di n. 20 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 16 da attrezzare 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.

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 Oli Val d'Agri (*COVA*), come riportato all'art. 2 della *D.G.R. 627/2011 (Figura 1)*.



*Figura 1- Area di studio*

Nell'ambito delle attività concordate tra *ARPAB* ed *ENI*, a supporto dell'*ARPAB*, la Convenzione prevede le seguenti attività:

- 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.

La presente Relazione rappresenta il “rapporto finale” sulle attività svolte e sui lavori eseguiti nella fase preparatoria e realizzativa dei sondaggi per la rete di monitoraggio degli acquiferi. Integrano e completano la stessa, i seguenti elaborati:

- Log stratigrafici e geofisici in foro (Allegato 1);
- Correlazione tra log stratigrafici e geofisici in foro (Allegato 2);
- Ubicazione dei sondaggi (Tavola 1);
- Carta geolitologica (Tavola 2);
- Carta dei complessi idrogeologici (Tavola 3);
- Punti acqua rilevati (Tavola 4).

# 1. INQUADRAMENTO DELL'AREA

## 1.1 Inquadramento geografico

L'area di studio (*Figura 2*) è situata nella parte sud-occidentale della Basilicata ed interessa una porzione della Valle del fiume Agri. Morfologicamente, geologicamente e per quanto attiene agli aspetti idrogeologici, l'area si presenta fortemente diversificata: la morfologia piatta del fondovalle fluvio-lacustre è bordata da rilievi aventi pendenze e litologie fortemente diversificate, in ragione della complessa evoluzione geodinamica dell'area.



*Figura 2 – Inquadramento area di studio (Google Earth Image)*

A nord-ovest la valle si allunga verso i monti di Brienza; a nord invece s'innalzano gli strati calcarei e silicei del gruppo del monte Volturino, preceduto dal monte di Viggiano (1725 m), particolarmente impervio verso valle. A oriente la valle è contornata dalle colline argillose e arenacee di Montemurro e di Spinoso; a sud-est un lungo succedersi di rilievi collinari preannunciano il ripido monte Alpi (1906 m); sud ovest s'assiepano montagne boschive, che si

dilungano innalzandosi e s'adernano finalmente nelle cime nevose del Sirino. Tale è il paesaggio descritto in termini più poetici dal De Lorenzo nel 1897.

I centri abitati sono posti sulle colline situate lungo la parte iniziale del tragitto del fiume (lungo 136 Km) che nasce alle pendici del monte Volturino e sfocia nel mar Jonio nei pressi di Policoro.

La zona è dominata da due monti: il Volturino (1856 m) ed il Monte di Viggiano (1725 m).

## **1.2 Attività mineraria nella valle**

Nella prima metà del Novecento sono stati scoperti in queste zone dei giacimenti petroliferi, ma solo negli anni ottanta è iniziato lo sfruttamento. La zona è in parte compresa nel Parco nazionale della Val d'Agri e Lagonegrese.

Le ricerche di idrocarburi in Val d'Agri iniziarono fin dai primi del '900 con uno studio sistematico, commissionato dall'Ispettorato del Corpo Reale Minerario, delle manifestazioni superficiali di olio e gas di Tramutola ( [www.osservatoriovaldagri.it](http://www.osservatoriovaldagri.it) ).

Nel dicembre del 1912, la Società Petroli d'Italia (SPI) stipulò alcuni contratti di cessione con i proprietari terrieri per la ricerca e lo sfruttamento del bacino petrolifero, senza però avere gli esiti sperati. Le ricerche continuarono negli anni trenta portando alla scoperta dell'esistenza di una notevole quantità di gas.

Nel 1933 l'AGIP (Azienda Generale Italiana Petroli, istituita dal Governo nel 1926), ottenne un permesso di ricerca, eseguì studi geologici e rinvenne nel 1937 il giacimento di Tramutola dove, tra il 1939 e il 1947 si eseguirono attività di ricerca e coltivazione. Le ricerche, coordinate da Carlo Migliorini, professore di geologia dell'Università di Firenze, ed effettuate da Dante Jaboli, del Servizio studi e prospezioni AGIP, si estesero da Tramutola alle aree di S.

Angelo Le Fratte, Savoia di Lucana e Brienza. Questa prima fase di attività estrattiva si chiuse nel 1959, con l'ultimo pozzo (risultato sterile) perforato da AGIP in territorio di Tramutola.

A partire dal 1975, l'AGIP ottenne quattro nuovi permessi di ricerca che portarono alla scoperta in Val d'Agri di uno dei giacimenti più importanti d'Europa.

Negli anni '80, la ricerca, condotta dalla società Petrex, si spostò ai piedi della montagna di Viggiano e nel 1981, con la perforazione del pozzo "Costa Molina 1", fu scoperto il giacimento denominato "Trend 1".

Nel 1984 il Ministero dell'Industria conferì all'AGIP la concessione di coltivazione Costa Molina. Nello stesso anno fu conferito il permesso di ricerca "Monte Sirino" alla Società Petrolifera Italiana e alla Società Fiat Rimi.

Nel maggio 1988, la perforazione del pozzo "Monte Alpi 1" (a cui partecipò anche la società Enterprise Oil Italiana S.p.A.) portò al rinvenimento dell'omonimo giacimento.

Negli anni 90 iniziò quello che si definisce "lo sviluppo dell'attività petrolifera in Basilicata". Il Ministero dell'Industria conferì ad AGIP le concessioni di coltivazione Grumento Nova (*Decreto del 9/10/1990*), Caldarosa (*Decreto del 15/7/1991*) e Volturino (*Decreto del 27/12/1993*).

Nel 1996, per la prima lavorazione del petrolio si costruì a Viggiano il Centro Olio "Monte Alpi" con una capacità di trattamento di 1.200 m<sup>3</sup>/giorno di olio, equivalenti a 7.500 barili/giorno e 300.000 m<sup>3</sup>/giorno di gas. Nell'aprile del 1996 entrò in esercizio la prima linea di trattamento.

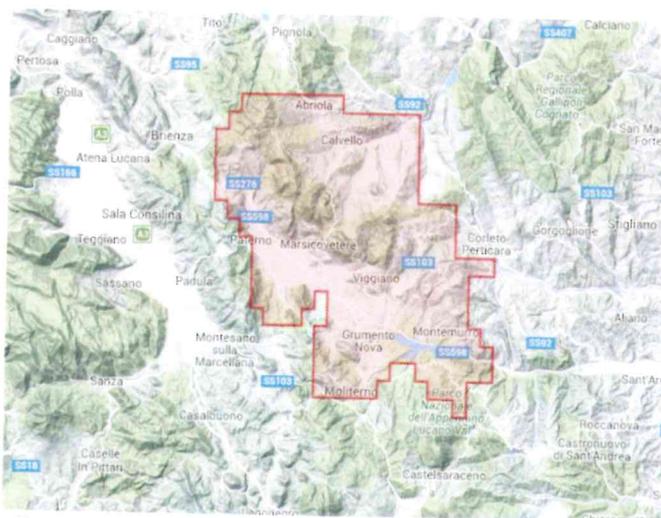
Nel 1999 la concessione Costa Molina venne inglobata nella concessione Caldarosa. In quell'anno, nell'area della Val d'Agri, di pertinenza delle concessioni Grumento Nova, Volturino e Caldarosa, esistevano 24 pozzi, perforati a partire da 20 postazioni.

Nel 2001 erano due le concessioni esistenti in Val d'Agri: la concessione denominata Grumento Nova, delle società ENI S.p.A. e Enterprise Oil Italiana S.p.A., di Km<sup>2</sup> 398,39 risultante dall'unificazione delle concessioni di Grumento Nova, Caldarosa e della porzione sud orientale della concessione Volturino, con scadenza fissata al 26 ottobre 2019, e la concessione Volturino, ridotta da Km<sup>2</sup> 348,37 a Km<sup>2</sup> 261,76. Nello stesso anno entrò in esercizio il Centro Olio Val d'Agri (COVA) quale ampliamento del preesistente Centro Olio Monte Alpi, in produzione dal '96.

Nel 2005 le concessioni Grumento Nova e Volturino furono unificate in un'unica concessione denominata Val d'Agri. La nuova concessione Val d'Agri, con scadenza fissata al 26 ottobre 2019, è intestata alle società ENI S.p.A. e Shell Italia E&P S.p.A.

Nel 2011 è stato avviato l'ammodernamento del COVA ed approvato il nuovo programma di sviluppo della Concessione Val d'Agri.

La concessione Val d'Agri (*Figura 3*) ricade in un'area dell'Appennino Lucano posta a circa 20 Km a SE di Potenza, e interessa principalmente l'alto fondovalle del fiume Agri e parte dei rilievi circostanti. La concessione ha una estensione di 660,15 Km<sup>2</sup> e passa per 48 vertici rientranti nei fogli n. 199, 200, 210, 211 della Carta d'Italia IGM in scala 1:100.000. (*D.M. del 28 dicembre 2005*).



*Figura 3 – Delimitazione della concessione Val d'Agri (immagine tratta da UNMIG)*

Nei limiti della concessione Val d'Agri ricadono aree comprese nel Parco Nazionale Appennino Lucano Val d'Agri Lagonegrese.

Con riferimento all'area di interesse, ENI ha fornito una mappa in cui vengono riportati i pozzi petroliferi in produzione e indicati alcuni siti già individuati per l'avviamento di nuove attività di ricerca di idrocarburi (Figura 4).

Non si dispone di informazioni riguardo al tracciato di oleodotti o altre installazioni per l'adduzione e il trasporto degli idrocarburi da e per il centro olio.



Figura 4 – Ubicazione dei pozzi per estrazione idrocarburi

## 2. ORGANIZZAZIONE DELLE ATTIVITÀ

### 2.1 Definizioni operative

L'area oggetto delle attività di monitoraggio individuata dallo Studio di Impatto Ambientale (SIA) a corredo della richiesta dell'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) (Figura 5), ha un'estensione di circa 104 km<sup>2</sup> intorno al Centro Olio della Val d'Agri (COVA).

Le litologie prevalenti nell'area di indagine sono riconducibili a sequenze fluvio lacustri, di conoidi e flyschiodi; in tali contesti l'interposizione locale di lenti o strati argillosi o comunque a ridotta permeabilità può facilmente determinare la presenza di falde sospese, migranti verso eventuali acquiferi principali o parti frazionate degli stessi. In ragione della assenza di informazioni a priori dell'eventuale stato di contaminazione delle acque sotterranee (per l'appunto oggetto del monitoraggio), scelta operativa propedeutica alla realizzazione della rete piezometrica è stata quella di spingere i sondaggi fino al raggiungimento della prima falda, onde consentire il rilevamento del carico piezometrico totale nel punto ed il campionamento periodico delle acque sotterranee.

La distribuzione dei punti di controllo piezometrico è stata inoltre pensata con distribuzione nell'area prefissata, sia nei punti a presumibile minimo dell'energia delle acque sotterranee, il fondovalle fluvio-lacustre, verificando eventuale interazione con le variazioni stagionali del livello dell'invaso artificiale, sia sui bordi distali a quote più elevate. E' evidente come il flusso idrico sotterraneo sia genericamente diretto, come le ricostruzioni piezometriche successive confermeranno, verso l'asse drenante di fondo valle, che, quindi, rappresenta anche il punto obbligato di passaggio delle acque sotterranee provenienti dalle sponde.

Un sondaggio da adibire a piezometro è stato terebrato in litologia calcarea, senza possibilità di intercettare dalla quota di testa foro la falda, che nel caso della litologia di interesse, è quella principale, a quote sensibilmente inferiori.

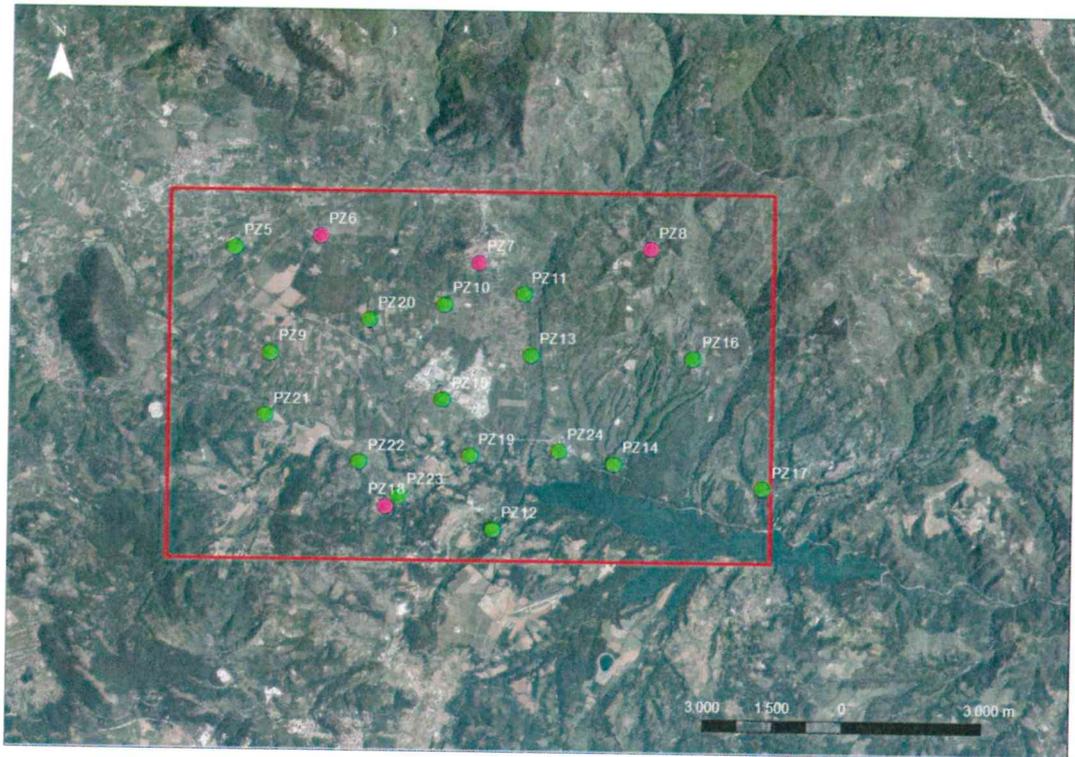
Oltre a consentire il monitoraggio della qualità dell'acqua tramite analisi in foro e campionamento, i piezometri forniscono dati utili per definire il quadro idrogeologico dell'area di interesse. Sono state effettuate misure puntuali del livello di falda, profili di temperatura, pH, salinità, conducibilità elettrica e log di radioattività naturale.

Nell'ambito della convenzione *ARPAB – DICEM*, è stato anche effettuato un censimento dei punti acqua: pozzi e sorgenti presenti nella zona.

L'analisi integrata dei dati raccolti, assieme alle informazioni bibliografiche disponibili, ha consentito di ricostruire, attraverso un modello di interpolazione, le curve isopiezometriche, da cui possono facilmente derivarsi i gradienti idraulici e le direttrici di flusso degli acquiferi intercettati.

Le fasi salienti del lavoro sono state:

1. posizionamento di 20 sondaggi geognostici;
2. assistenza all'esecuzione dei 20 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n.16 sono stati attrezzati a piezometro e 4 sono stati utilizzati solo a scopo geognostico (*Figura 5 e Tabella 1*);



*Figura 5 – Piezometri realizzati*

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)

3. prelievo e analisi del suolo e dei sottosuoli, durante l'esecuzione dei sondaggi, per la caratterizzazione ambientale (ARPAB). Gli intervalli di profondità a cui sono stati prelevati i campioni 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)*

4. georeferenziazione e mappatura dei punti d'acqua (sorgenti e pozzi);
5. su ogni sondaggio allestito a piezometro, dopo lo spurgo, è stato eseguito:
- Gamma Log;

- Rilievi multiparametrici: temperatura, conducibilità elettrica, ph, ossigeno disciolto.

### **2.1.1. 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 rilievi termosalinometrici e rilievi di radioattività naturale 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 in varia quantità sempre presenti nei terreni. 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 livelli argillosi delle successioni stratigrafiche;
- evoluzione granulometrica delle successioni sedimentarie e individuazione di superfici di disconformità e trasgressione;
- correlazione marker beds tra fori di sondaggio.

### **2.1.2 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.

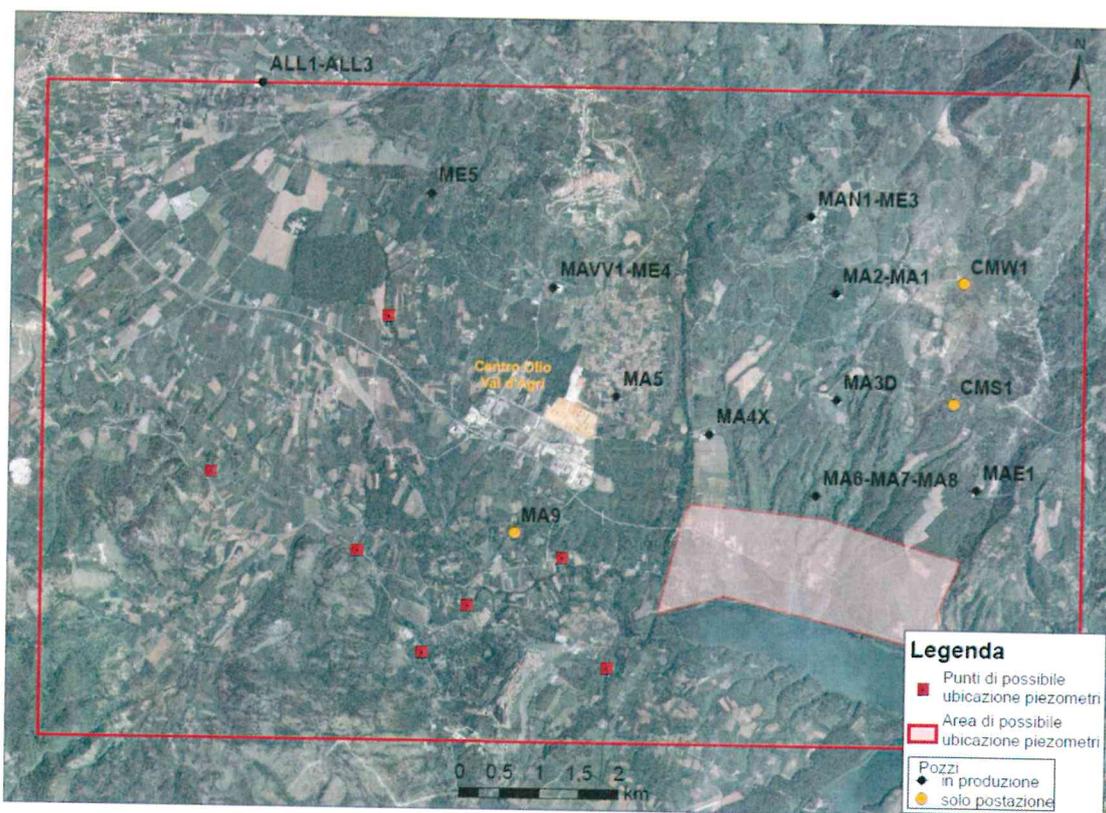
Il valore assunto da detti parametri e la loro variazione sono normalmente indicatori dell'ambiente idrogeologico delle acque sotterranee lungo il loro percorso.

## **2.2 Ubicazione dei sondaggi**

Per adempiere agli obblighi assunti con la Regione Basilicata e per soddisfare la prescrizione n.2 della D.G.R. 627/2011 (definire di concerto con l'A.R.P.A.B. un Progetto di Monitoraggio Ambientale per le diverse componenti ambientali oggetto di esame nello S.I.A.), ENI ha individuato alcuni siti (13 in tutto) nei quali poter ubicare sondaggi. Il criterio adottato è stato quello di coprire omogeneamente l'areale indicato per il monitoraggio, tenendo conto anche dell'accessibilità dei luoghi, della possibilità di conservazione dei fori, in ragione della disponibilità ad ottenere i necessari permessi, trattandosi di proprietà private sulle quali dovranno esplicarsi attività di lungo periodo.

I siti proposti da ENI sono stati oggetto di rivalutazione tramite verifiche cartografiche e sopralluoghi avvenuti nelle date 19/11/2013 e 23/12/2013 da parte dello scrivente, dei suoi collaboratori, insieme a dirigenti e funzionari dell'A.R.P.A.B. per verificare l' idoneità rispetto agli obiettivi generali del monitoraggio, come precedentemente individuati. A seguito di tali valutazioni, sono state ridefinite le ubicazioni di alcune postazioni, 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 (*Figura 6*), lasciando ad ENI il compito di rendere operative le postazioni, dopo aver contattato e stipulato accordi con i proprietari dei terreni interessati.



*Figura 6 – Punti o aree in cui ubicare i rimanenti piezometri (UNIBAS).*

I criteri adottati per individuare le aree o i punti in cui ubicare gli ultimi sondaggi sono i seguenti:

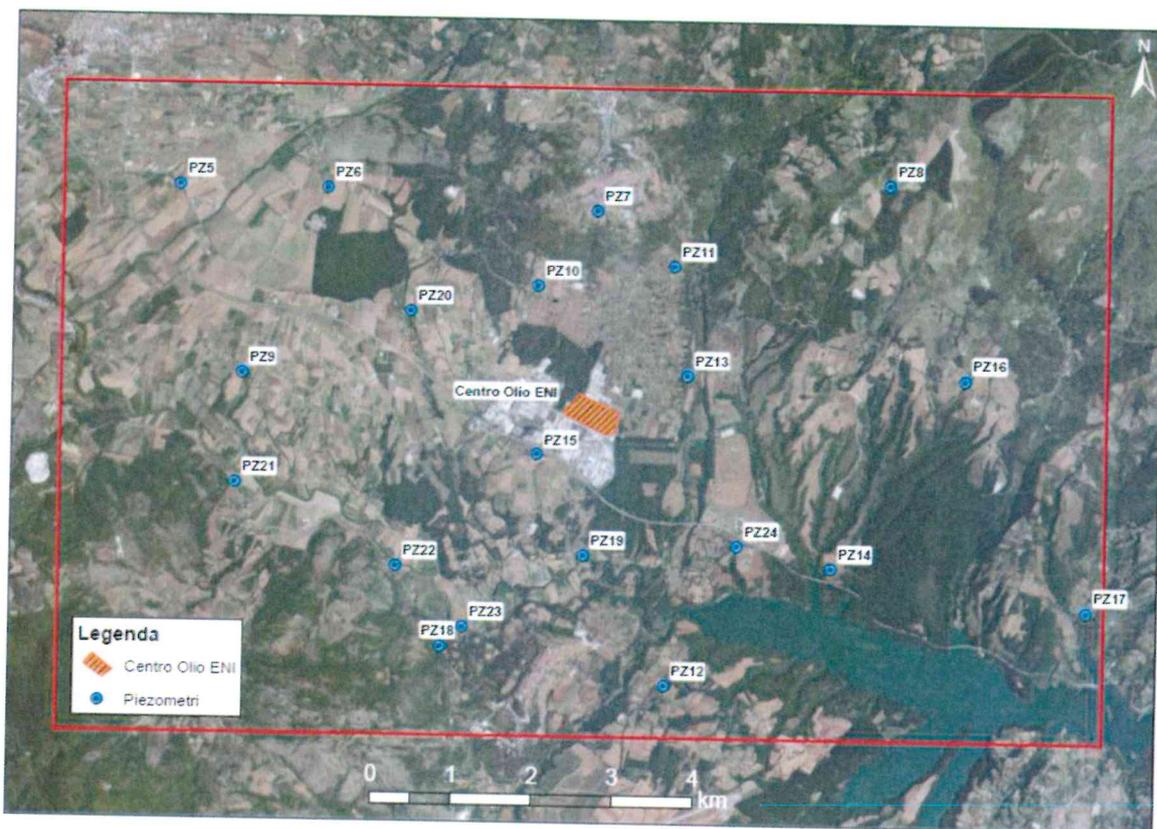
- litotipo, stratigrafia e condizioni idrogeologiche attese, al fine di poter intercettare falde significative;
- ubicazione nei pressi dell'asta fluviale dell'Agri o delle confluenze degli affluenti e ad ogni modo a valle delle installazioni potenzialmente inquinanti;
- accessibilità dei siti per favorire i prelievi periodici futuri per il monitoraggio.

In seguito, su ulteriori indicazioni fornite dai tecnici A.R.P.A.B., è stata definita l'ubicazione di 3 piezometri posti in prossimità del Lago del Pertusillo per intercettare gli apporti dell'acquifero sotterraneo al Lago e viceversa.

### **2.3 Realizzazione dei sondaggi**

I 20 sondaggi sono stati realizzati tra maggio 2014 e ottobre 2014. Nella seguente *Figura 7* 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 7 – 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 ove possibile 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 le schede tecniche dei sondaggi nelle quali vengono riportate le seguenti informazioni: ubicazione, stratigrafia, descrizione litologica, log termo-salinometrici, log di radioattività  $\gamma$ , documentazione fotografica, tabella riepilogativa dei campionamenti effettuati.

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

La porzione di Appennino lucano entro cui ricade l'area di interesse è stata ed è oggetto di studi di interesse sia geologico, a sfondo sismico-tettonico e petrolifero, sia idrogeologico, in ragione delle rilevanti risorse idriche di ottima qualità confluenti nella valle. Qui di seguito si offre una sintesi, che sarà orientata ovviamente agli aspetti idrogeologici.

La geologia dell'Italia Meridionale è caratterizzata da tre principali domini: a sud-ovest è localizzata la Catena Appenninica, costituita da una complessa associazione di unità tettoniche; ad est si riconosce l'area di avanfossa (Fossa bradanica), depressione colmata da sedimenti argilloso-sabbioso-conglomeratici; la porzione più orientale è costituita dai carbonati della Piattaforma Apula, che rappresenta l'avampaese della Catena Appenninica (Figura 8).

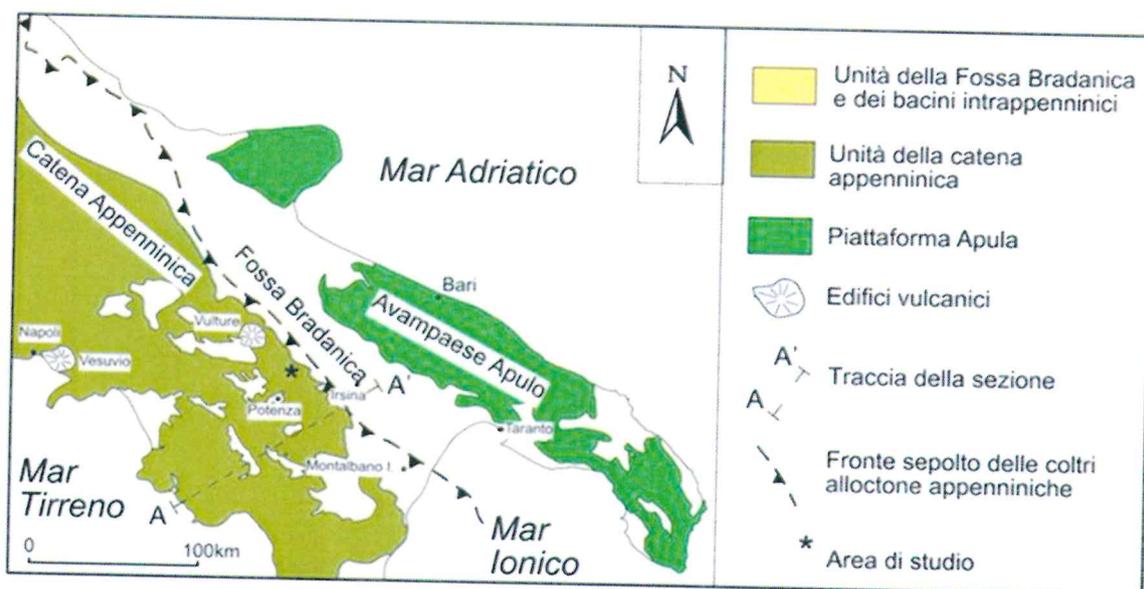


Figura 8 – Schema dell'Unità Paleogeografiche dell' Appennino meridionale.

I rapporti tra questi domini sono riconoscibili nella sezione di Figura 9, dove si può notare che la Catena Appenninica è costituita da più unità tettoniche che si sono sovrapposte con vergenza orientale. La parte inferiore della sezione è costituita da una porzione dell'originario avampaese, secondo talune interpretazioni, sepolta sotto la Catena Appenninica, interessata da pieghe e sovrascorrimenti (Monaco et al., 1998; Menardi Noguera & Rea, 2000;

Lentini et al., 2002). In prossimità dell'estremo nord-orientale della sezione, al di sopra la Piattaforma Apula, sono presenti i depositi di avanfossa, che vengono in parte sovrascorsi dalle unità della Catena Appenninica per tettonica quantitativa a seguito di distensione.

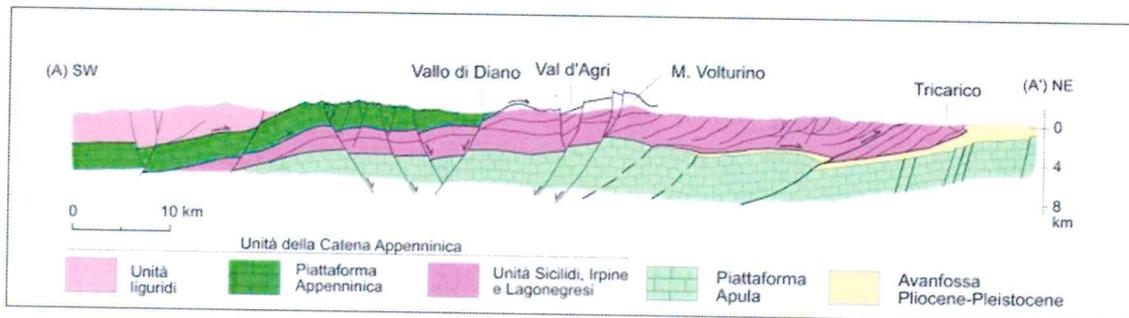


Figura 9 – Traccia della sezione Tavarnelli e Prosser (2003)

Si possono notare i rapporti tra le varie unità tettoniche che compongono l'Appennino Meridionale.

In maniera esemplificativa la struttura appenninica ha una conformazione che è stata descritta e modificata dai diversi autori a seconda dei dati a disposizione e dei modelli di riferimento utilizzati. La sovrapposizione delle coltri di ricoprimento con vergenza adriatica costituisce la catena, mentre in posizioni più orientali (esterne) si sedimentano i depositi plio-quadernari in posizione di avanfossa. Successivamente, durante la fase tettonica più recente plio-pleistocenica, e più precisamente durante la riattivazione medio pleistocenica, in regime estensionale, con la formazione di faglie bordiere orientate  $120^\circ$  a nord, si è avuta la formazione di numerose depressioni tettoniche intermontane, tra le quali quella del bacino della Val d'Agri. La valle è riconducibile a un basso strutturale riempito da una successione prevalentemente alluvionale potente anche alcune centinaia di metri, appoggiate direttamente sul substrato costituito dalle Unità geologiche di origine marina e alloctona.

### **3.1 La geologia della Val d'Agri**

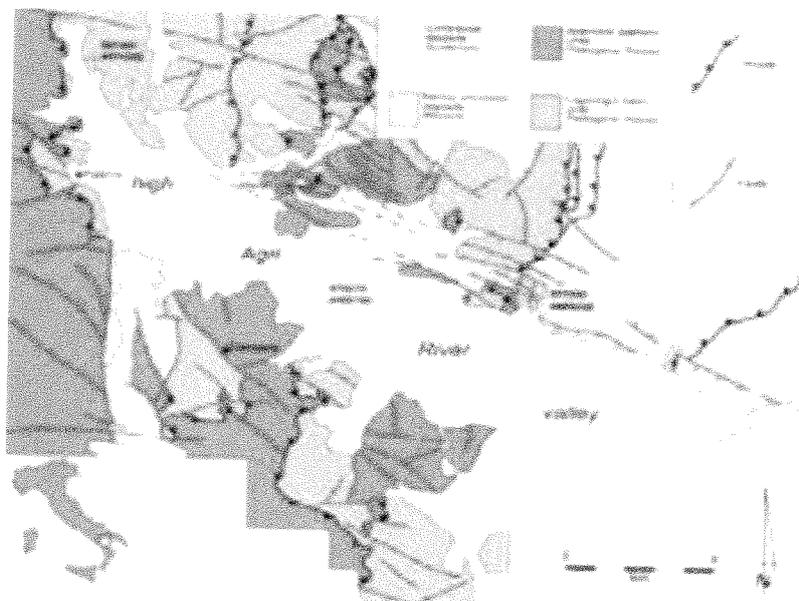
La Val d'Agri è una valle intermontana di età quaternaria a impostazione tettonica, delimitata da faglie bordiere dirette ad andamento appenninico, colmata da materiale detritico-alluvionale. Studi recenti permettono di ipotizzare un suo colmamento in ambiente estuarino. La valle è definita da rilievi costituiti da formazioni geologiche di natura calcarea appartenenti alle Unità di Piattaforma Carbonatica in sovrapposizione alle Unità bacinali Lagonegresi, costituite da formazioni calcareo-silico-marnose, e dalle Formazioni terrigene di natura arenaceo-conglomeratica e silico-marnosa che testimoniano lo smantellamento della neocatena appenninica e la deposizione dei sedimenti in posizione di avanfossa provenienti dal nascento arco peninsulare. Tale porzione di catena appenninica è derivante dalla deformazione del paleo margine di piattaforma mesozoico-terziario del bordo orientale del continente africano che avvicinandosi al continente euro-asiatico si è modificato fino a raggiungere la posizione e la forma attuale. Le strutture geologiche che dominavano gli scenari ambientali della Tetide erano le Piattaforme Carbonatiche con mare basso e i Bacini in cui si sedimentavano le particelle prevalentemente di origine organica che flottavano nei mari. Successivamente nel Cenozoico, tali strutture iniziarono a registrare le prime deformazioni dovute allo schiacciamento delle stesse tra i due continenti africano ed euroasiatico che, a causa di importanti movimenti geodinamici, migravano il primo verso nord-est e il secondo verso sud-ovest. Con l'inizio dell'Orogenesi Appenninica (Miocene inf. – circa 25 MA), le avvisaglie evolutive sulle Unità Paleogeografiche diventavano sempre più evidenti.

### **3.2 Tettonica**

La tettonica, ha rivestito un ruolo preponderante, creando le condizioni per far sì che si impostasse la valle in parte colmata da un bacino lacustre nel periodo plio-pleistocenico, con i

relativi fenomeni di riempimento sedimentario e le conseguenti fasi di erosione e di incisione fluviale che condizioneranno sempre più la morfologia dei luoghi.

La successione sedimentaria che la contraddistingue è definita da apporti di sedimentazione intervallati da processi di erosione, costituendo periodi di stabilità morfologica a periodi di dinamismo evolutivo. La sequenza sedimentaria del Bacino dell'alta Val d'Agri può essere sintetizzata in tre successioni sedimentarie principali: un intervallo basale costituito prevalentemente da livelli pelitici, e da due intervalli successivi alimentati da apporti sabbioso-ghiaioso-conglomeratici derivanti dallo smantellamento erosivo dei rilievi circostanti. Gli areali deposizionali possono essere distinti in domini di conoide disposti nel settore settentrionale e domini di piana alluvionale nel settore meridionale. Studi geologici recenti hanno infatti confermato che nel corso del Pleistocene inferiore-medio si sono avuti sollevamenti di circa 0,5-1,2 mm/a corrispondenti alla media appenninica di circa 1 mm/a. Mentre, nel Pleistocene Superiore si è avuto il superamento del tasso di incisione verticale del fiume Agri rispetto a quello deposizionale, con la parziale incisione dei depositi lacustri e quindi lo svuotamento idrico del paleolago (Priore, 2009) (*Figura 10*).



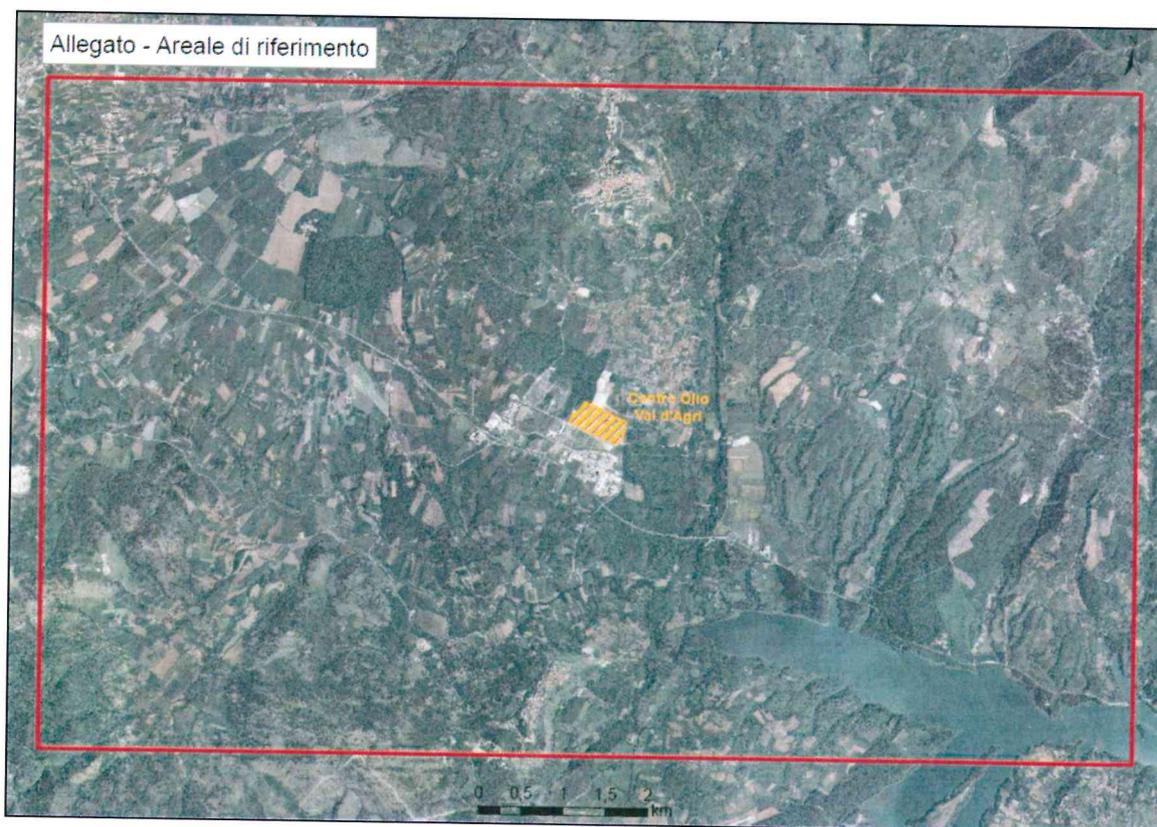
*Figura 10 – Schema geologico della Val d'Agri (da Borraccini et al. 2002)*

La successione stratigrafico-sedimentaria del Bacino della Val d'Agri è il frutto dei processi deposizionali ed erosionali, con la possibile formazione di paleosuoli. Il modellamento dei paesaggi è caratterizzato da una fluttuazione ciclica delle oscillazioni climatiche che hanno portato alla creazione di fasi di alluvionamento dalla diversa durata intervallate da lunghe fasi di stabilità in cui si sono creati i suoli. Nella valle durante il PlioPleistocene era presente anche un'area lacustre, la cui soglia di sbarramento coincideva all'incirca con l'attuale diga del Lago del Pertusillo. Come dimostrano molti reperti zoologici, nella valle erano presenti anche animali, quali l'*Elephas antiquus* e il *Cervus elaphus* ormai scomparsi. Tale soglia di chiusura a est, alla fine del Pleistocene superiore, venne incisa dall'erosione progressiva del fiume Agri che portò allo svuotamento dell'area lacustre e alla creazione lungo l'asse fluviale dei terrazzi morfologici olocenici. L'erosione e la formazione dei terrazzi è ben evidente soprattutto percorrendo la valle da est a ovest, e va riducendosi progressivamente verso la sorgente del fiume Agri, dove si registra comunque un sollevamento, sebbene non così consistente come nella parte bassa dell'alta Val d'Agri.

## 4. GEOLOGIA

### 4.1. Stratigrafie

L'area individuata dalla *D.G.R. n.627/2011* per il monitoraggio si estende per circa 104 Km<sup>2</sup> intorno al Centro Olio e interessa il territorio dei seguenti comuni: Viggiano, Grumento, Montemurro, Marsicovetere e in piccola parte anche i territori di Spinoso, Moliterno e Tramutola. Nell'ambito di tale perimetro sono stati posizionati e realizzati 20 sondaggi geognostici di cui 16 attrezzati a piezometro e sono stati condotti studi idrogeologici (*Figura 11*).

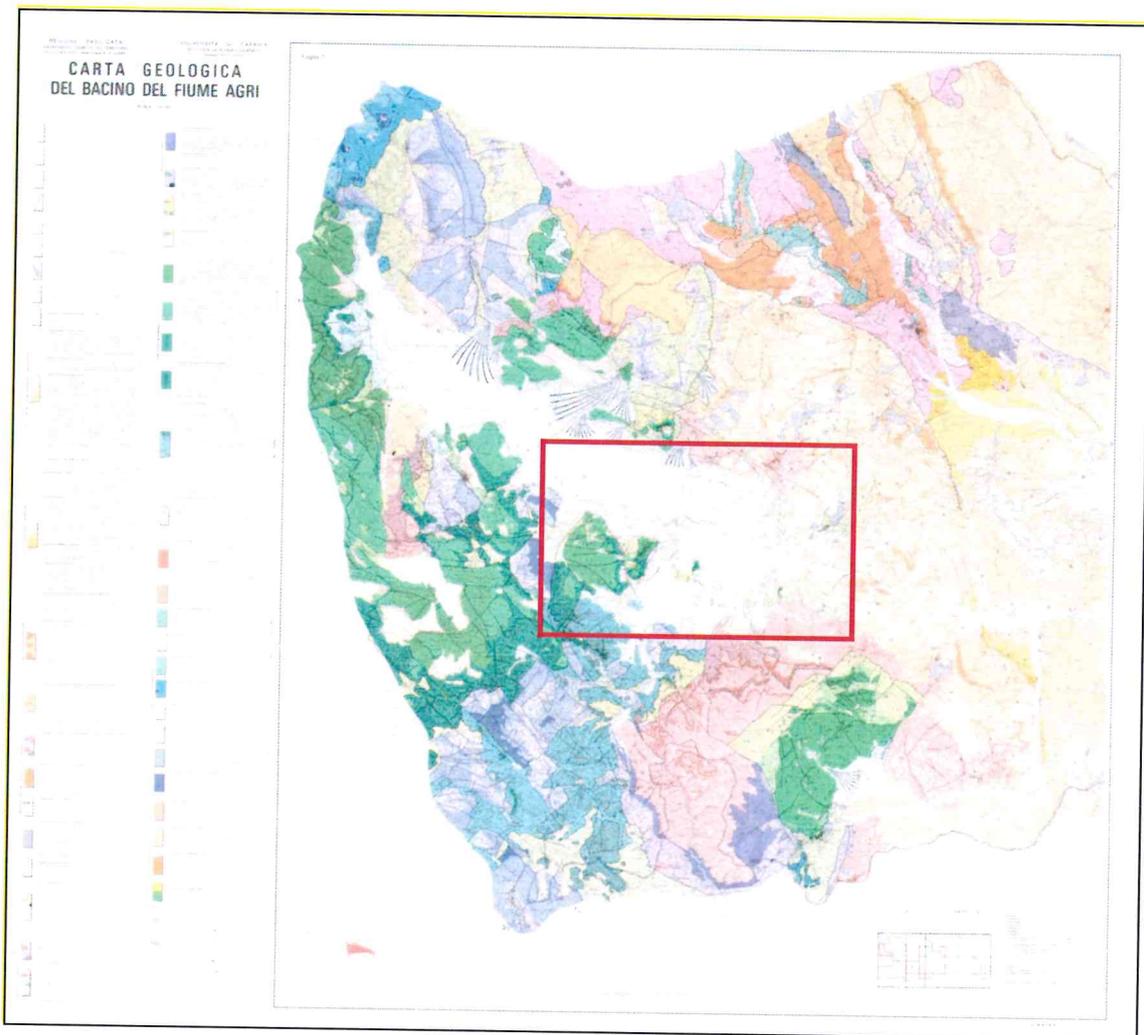


*Figura 11 – Area assegnata per il monitoraggio.*

Per quanto riguarda la lettura della geologia dell'area di interesse, lo studio di riferimento adottato è quello realizzato da *Lentini et al. (1980)*: “Carta geologica del bacino del Fiume Agri” in scala 1:50.000 (*Figura 12*).

Ad essa si è fatto quindi riferimento nel presente lavoro per la descrizione delle Unità formazionali affioranti nell'area di interesse e le successive implicazioni idrogeologiche. Analogo riferimento è stato fatto nel corso dell'elaborazione del foglio idrogeologico in scala 1:50.000 Moliterno, nell'ambito del progetto CARG – Idrogeo, condotto dalla Regione Basilicata per conto dell'ISPRA. Il foglio Moliterno citato copre l'area di interesse del presente studio. Ancorché non informatizzati e pubblicati i fogli del progetto CARG Idrogeo, tali fogli sono stati approvati da ISPRA. Lo scrivente responsabile scientifico della presente convenzione, che è stato anche uno dei due coordinatori dei 4 fogli, farà riferimento ai complessi idrogeologici individuati e descritti nell'ambito di tale lavoro, con alcune opportune semplificazioni.

Le informazioni bibliografiche sono state quindi validate localmente per confronto con i dati raccolti durante l'esecuzione dell'indagine idrogeologica.



*Figura 12 – Carta geologica del Bacino del Fiume Agri (1:50.000) con ubicazione dell'area di interesse (Lentini et al., 1980).*

Le Formazioni affioranti nell'area di interesse, dalla più recente alla più antica, sono:

- (a) – Depositi alluvionali attuali: ghiaie e limi argillosi. Spessore fino a 20 m.  
OLOCENE
- (ar) – Depositi alluvionali recenti: limi e sabbie con livelli di ghiaia, talora terrazzati, lungo i corsi d'acqua o nelle pianure costiere. Spessori da pochi metri fino a 40-50 m.  
OLOCENE

- *(tf)* – Depositi alluvionali antichi: conglomerati, sabbie e limi in modesti spessori, terrazzati in più ordini. PLEISTOCENE SUP.-OLOCENE
- *(dt)* – Detrito antico cementato e coni di deiezione inattivi. Spessore fino a 200 m circa. PLEISTOCENE SUP.
- *(l2 – l1)* – Depositi lacustri: limi e sabbie con lenti di conglomerato (l1) passanti lateralmente e verso l'alto a conglomerati poligenici a matrice sabbiosa di colore giallo-rossastro (l2). Spessore fino a 200 m circa. PLEISTOCENE SUP.
- *Flysch di Gorgoglione (Mari)* – Alternanza di arenarie e di argille leggermente marnose. Le arenarie (litareniti feldspatiche e arkose litiche) sono grigio-giallastre sulla superficie di alterazione e grigio ferro al taglio fresco, ben cementate con strati di spessore variabile tra pochi cm e qualche m; talora sono presenti livelli di notevole spessore (a) costituiti da arenarie grossolane piuttosto incoerenti e conglomerati ad abbondante matrice sabbiosa. Le argille di colore grigio oliva e a frattura concoide, sono abbondantemente siltose e formano talora intercalazioni di elevato spessore. Spessore affiorante fino a 1200 m. LANGHIANO MEDIO-TORTONIANO INF.

#### 4.1.1. Complesso Liguride

*Flysch di Albidona (Maa)* – Alternanza di arenarie (litareniti e litareniti feldspatiche) grigio-giallastre, marne, marne argillose e argille ad abbondante contenuto in silt e con intercalazioni di calcari marnosi e di marne calcaree biancastre in grossi banchi (a). A Sud-Est di Viggiano ingloba blocchi di calcari recifali (b). Alla base passa gradualmente alla sottostante Formazione del Saraceno oppure poggia su un livello caotico eterometrico. La parte sommitale, da Viggiano verso Est, è limitata dai livelli basali discordanti, di età Langhiano medio, del sovrastante Flysch di Gorgoglione. Spessore affiorante fino a 800 m. MIOCENE INF.-MEDIO.

#### 4.1.2. Complesso Panormide

*Flysch di Albidona (M)* – Alternanza di argilliti grigio-brune ed arenarie bruno-rossastre in strati sottili, cui si intercalano lenti di calcari marnosi di spessore fino a 20 m (a). Le arenarie hanno composizione litarenitica con abbondante frazione quarzosa. Alla base della formazione spesso è presente un intervallo caotico costituito da un conglomerato a matrice argillosa prevalente, ad elementi metrici di rocce cristalline, pillow-lavas, arenarie e blocchi di dimensione anche notevole di calcari biohermali (b). Lo spessore massimo si aggira intorno ai 250 m. La formazione poggia in discordanza sui livelli aquitaniani della Formazione del Bifurto e sui livelli sottostanti del Complesso Panormide. MOICENE INF.-MEDIO

*Formazione del Bifurto (Mi)* – Argilliti marnose grigio-brune con intercalati livelletti di brecciole e calcareniti brune a macroforaminiferi, arenarie calcaree, litareniti, quarzareniti e siltiti brune e calcari marnosi grigi. Spessore 100 m circa. AQUITANIANO

(C) – Calcari grigio-scuri a grana fine, in strati decimetrici, passanti verso l'alto a calcari massivi biancastri a frammenti di rudiste e di norinee. Presenti varie associazioni fossilifere. Lo spessore massimo è di 700-800 m. CRETACEO-PALEOCENE

(J) – Calcari straterellati grigio-bluastri a calcari biancastri e grigio-nocciola con ooliti ed onkoidi. Presenti varie associazioni fossilifere. Tale formazione presenta spessori da poche decine di metri, fino a 500 a M. di Viggiano. GIURASSICO-CRETACEO INF.

(d) – Dolomie cataclastiche derivanti dalla tettonizzazione delle successioni carbonatiche del Complesso Panormide. La cataclasizzazione ha interessato diversi orizzonti dal Trias al Cretaceo inferiore e marca i contatti tettonici basali, i sovrascorrimenti e le faglie all'interno della successione panormide. La formazione è ridotta ad un sabbione incoerente di colore biancastro e solo localmente sono preservati lembi di successione integri. Sono stati riconosciuti calcari dolomitici di probabile età supratriassica, calcari ad onkoidi del Giurassico e calcari

biancastri con frammenti di lamellibranchi e gasteropodi del Cretaceo inferiore. Lo spessore varia da 0 a 400 m. TRIAS SUP.-CRETACEO INF.

#### 4.1.3. Complesso Lagonegrese

*Galestri (Ci)* – Alternanza di argilliti fogliettate grigio-brune e calcilutiti silicifere grigie, brunosate all'alterazione, con intercalazioni di marne siltose grigio-biancastre e di brecciole calcaree. Le calcilutiti, in strati spessi da qualche centimetro al metro, mostrano la tipica fratturazione della pietra paesina. Rare calpionelle, radiolari e spicole di spugna. Spessore massimo 300-400 m. CRETACEO

*Scisti silicei (Gi)* – Diaspri radiolaritici rossi e verdi, in strati da 2 a 30 cm, ed argilliti silicee rossastre con rare intercalazioni di brecciole gradate silicizzate a foraminiferi arenacei e radioli di echinidi. Spessore massimo 200-300 m. GIURASSICO

*Calcari con selce (Ti)* – Calcilutiti grigie ben stratificate in strati da 10 cm al metro contenenti liste e noduli di selce, con rare intercalazioni di conglomerati intraformazionali. Macrofaune ad ammoniti. Spessore variabile da 200 a 500 m. TRIAS SUP.

*Formazione Monte Facito "equivalente" (Ti<sup>m</sup>)* – Prevalenti argilliti silicifere rossastre laminate in strati centimetrici, radiolariti rosse e diaspri verdognoli alternati a siltiti rosse e verdi in strati decimetrici. Spessore massimo affiorante 200 m circa. TRIAS MEDIO-SUP.

## 4.2 Geomorfologia

L'Alta Val d'Agri è caratterizzata da un paesaggio prevalentemente montuoso, con rilievi interessati da significativi processi erosionali, come testimoniato anche dalle falde detritiche e dalle conoidi riconoscibili soprattutto alla base dei versanti meridionali del Volturino e del

Monte di Viggiano. In generale, i suddetti rilievi montuosi si presentano spesso aspri e con versanti ripidi a causa delle profonde incisioni del reticolo idrografico.

Laddove la litologia prevalente è costituita da calcari e dolomie, sono talora presenti manifestazioni epigee ed ipogee della fenomenologia carsica, particolarmente sviluppata sui Monti della Maddalena.

L'elemento morfoevolutivo più importante è comunque rappresentato dal fiume Agri che, insieme ai suoi numerosi tributari, ha originato un'ampia piana alluvionale. Lungo il bordo sud-occidentale, coincidente con la dorsale dei Monti della Maddalena, sono state riconosciute diverse generazioni di superfici di spianamento di età plio-quadernaria. La morfogenesi delle superfici più antiche è stata attribuita ad originari processi di modellamento in ambiente marino, a cui è seguita un'azione di modellamento subaereo, essenzialmente relativa a processi fluvio-carsici.

La Val d'Agri si presenta prevalentemente pianeggiante, la sua regolarità è interrotta da conoidi di deiezione e incisioni fluviali, a testimonianza dell'attività di sollevamento dell'area e dell'erosione dei versanti, e da colline e rilievi di modeste dimensioni prevalentemente calcarei del substrato emergenti dalla piana, resti delle antiche strutture sedimentarie. Le conoidi alluvionali sono soprattutto riconoscibili alla base dei versanti meridionali del gruppo montuoso del Volturino – Monte di Viggiano e testimoniano le fasi di maggiore erosione degli stessi da parte degli agenti atmosferici e di ben precisi andamenti climatici.

La porzione dell'alta Val d'Agri situata in prossimità della soglia di sbarramento del paleolago si presenta pianeggiante, ma incisa con terrazzi i cui bordi sono alti anche alcune decine di metri. È proprio su uno di questi terrazzi completamente bordato da un ciglio di scarpata che si colloca il sito archeologico di Grumentum.

La sequenza stratigrafica del bacino dell'alta Val d'Agri, caratterizzata da tassi di sedimentazione differenziabili in apporti di piana e di conoide alluvionale, ha costituito notevoli pile sedimentarie alternate da paleosuoli, testimonianze di periodi climatici caratterizzati da stabilità ambientale, intervallati da eventi di sollevamento e quindi di erosione nel corso del Quaternario.

Alla fine del Pleistocene superiore si registra un tasso di erosione maggiore rispetto a quello di sedimentazione che determina l'incisione della soglia da parte del fiume Agri e l'incisione dei sedimenti di piana alluvionale mettendo la sequenza sedimentaria a giorno su scarpate ripide che costeggiano lo stesso asse fluviale.

## **5. IDROGEOLOGIA**

### **5.1 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 confinanti (Figura 12)

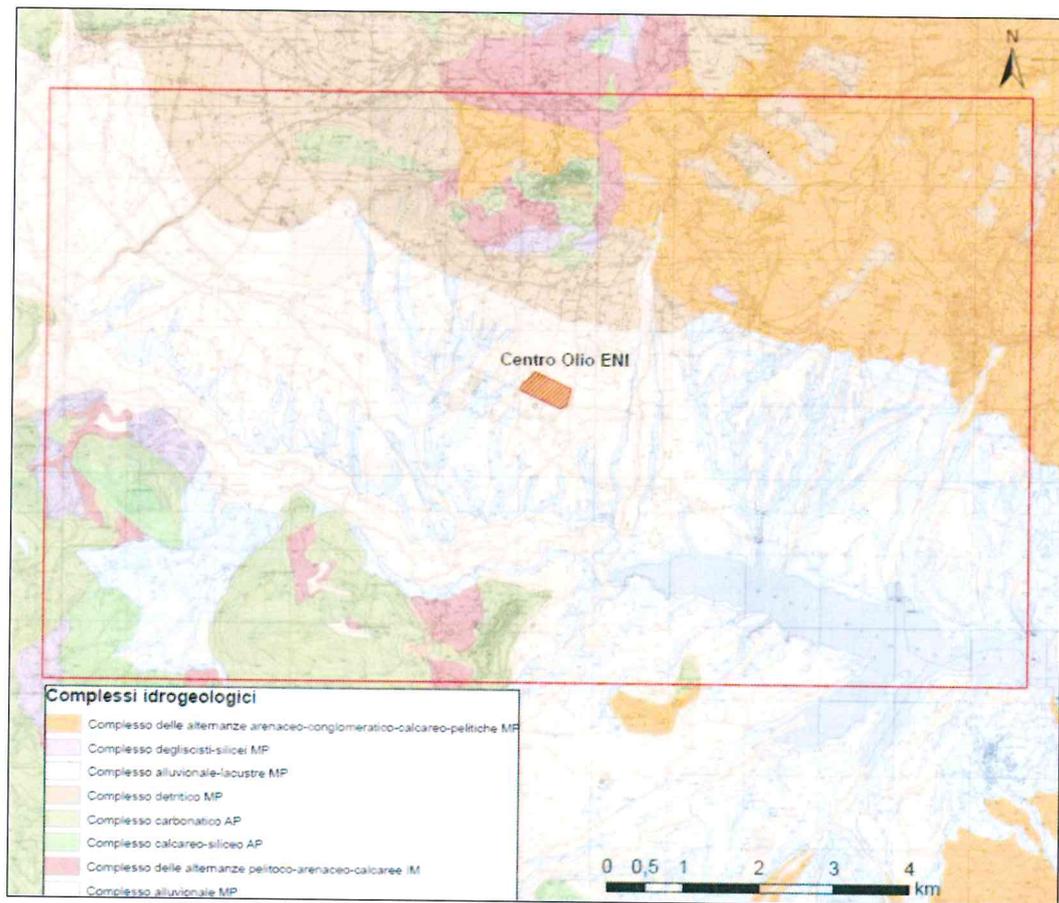


Figura 12 - Stralcio Carta idrogeologica

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 2 – 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, spessa 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  $6 \times 10^{-2}$  a  $10^{-6}$  m<sup>2</sup>/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 breccie 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  $\chi$  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.

<b>PZ</b>	<b>Complesso idrogeologico</b>
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

*Tabella 3 – Sondaggi...*

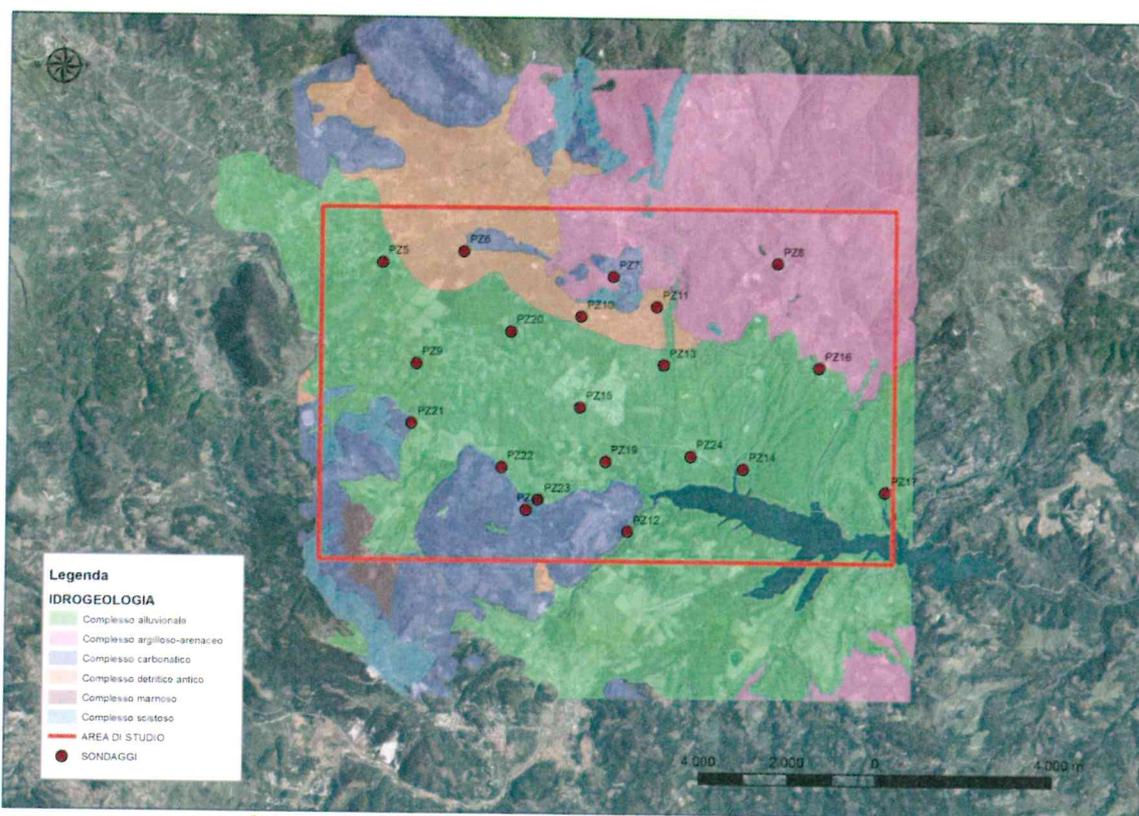


Figura 13 – Carta idrogeologica e ubicazione sondaggi

## 5.2 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 14*, viene riportata una carta dei complessi idrogeologici ricostruita in GIS.

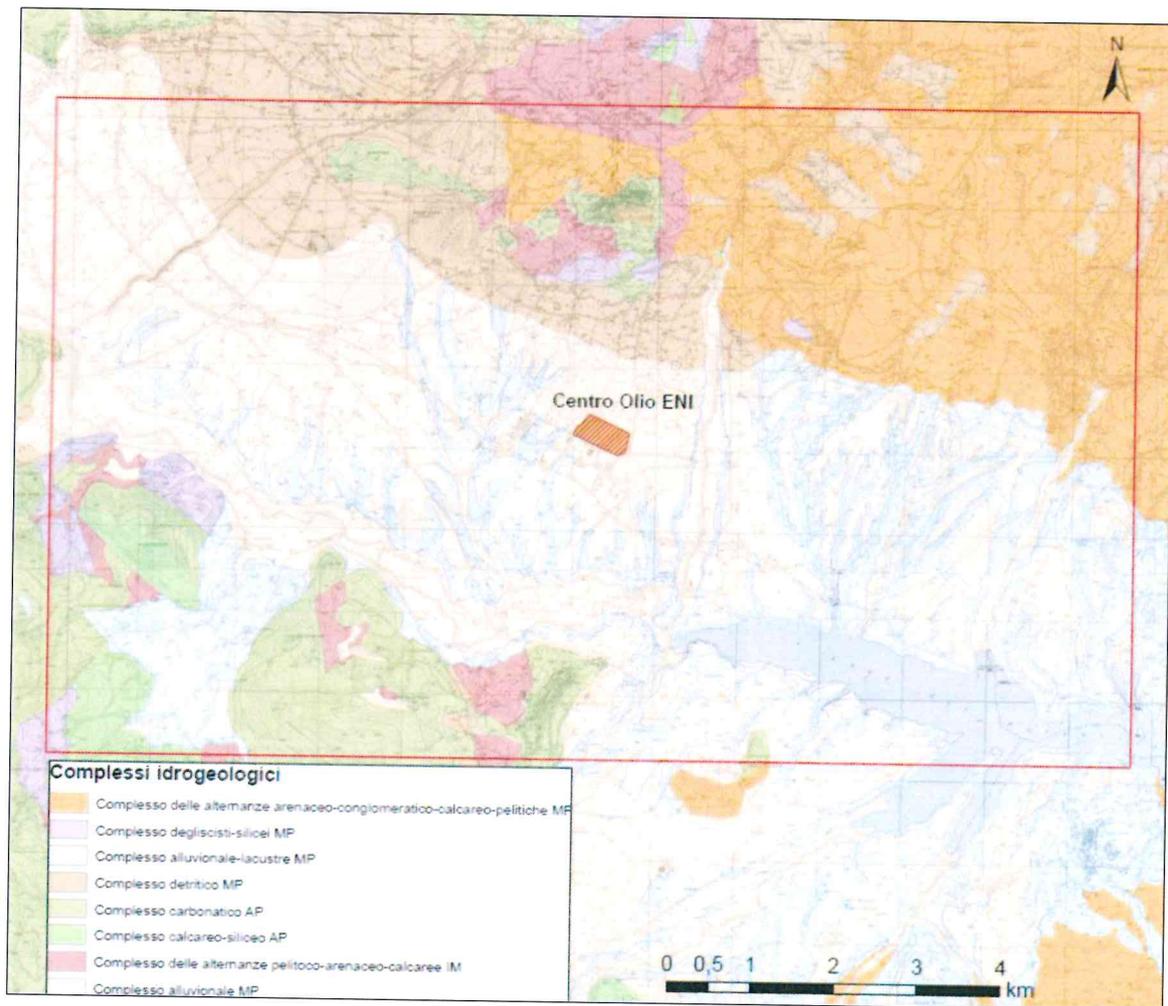


Figura 14 – Carta dei complessi idrogeologici dell'Alta Val d'Agri

### 5.2.1. 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 14):

- 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 (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.

### 5.2.2. Idrostruttura di Carpineto

L'idrostruttura di Carpineto, che si estende per circa 13 km<sup>2</sup>, 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.

### 5.2.3. 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 km<sup>2</sup> 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.

## 5.3 Dati idrogeologici

Sulla base di quanto detto, i dati acquisiti dai 20 sondaggi realizzati (Figura 15), si distribuiscono variamente tra i complessi idrogeologici presenti, e prevalentemente nell'acquifero alluvionale e lacustre.

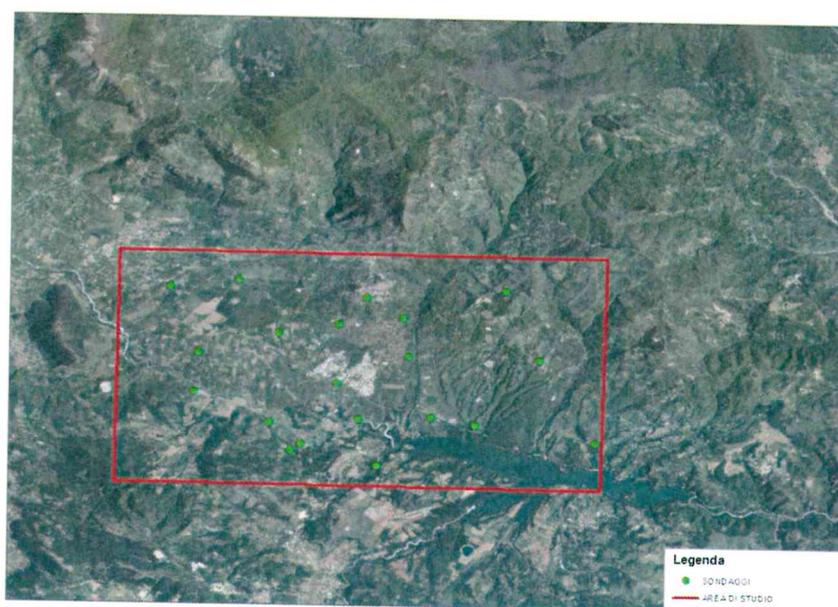


Figura 15 – Sondaggi realizzati

Oltre ai sondaggi realizzati, sono stati georeferiti e mappati altri 197 punti d'acqua (Figura 16).

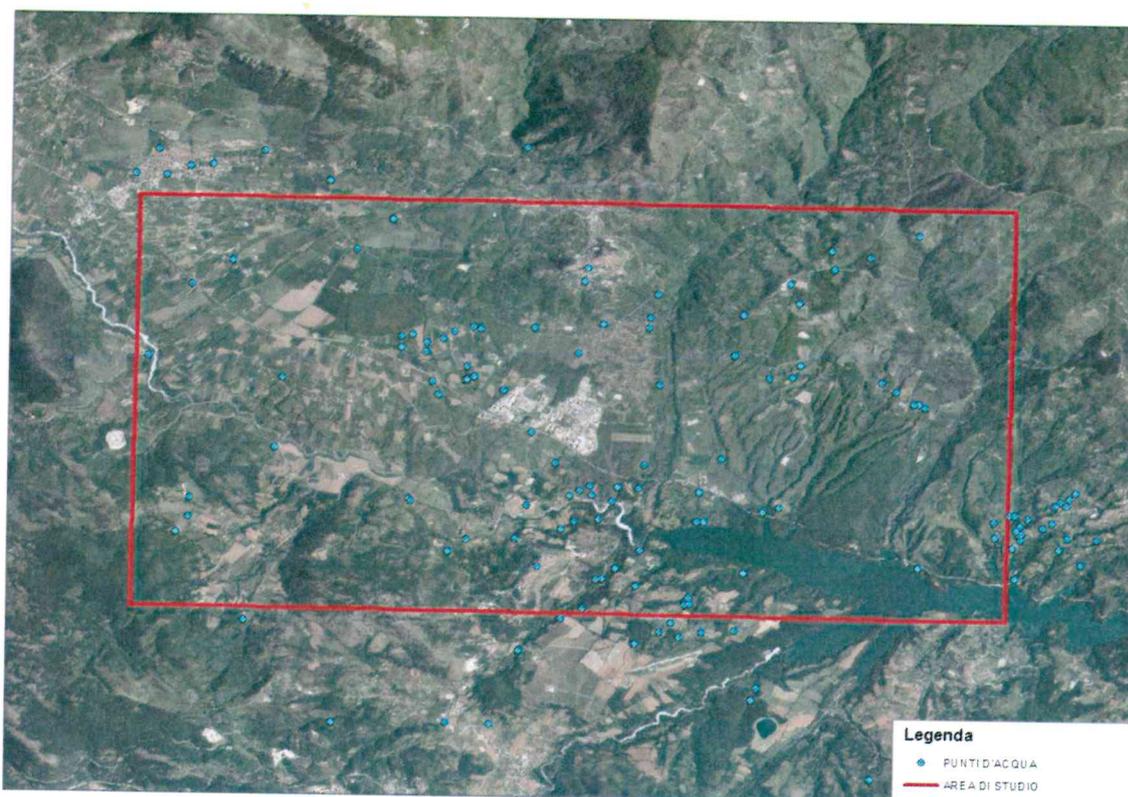


Figura 16 – Punti acqua rilevati

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.

### Dati idrogeologici

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*

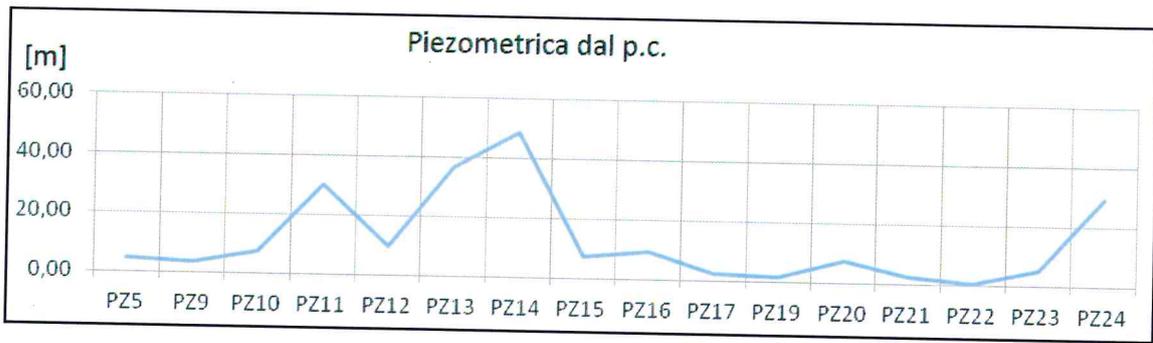


Grafico 1 – Dati piezometrici dei 20 sondaggi realizzati

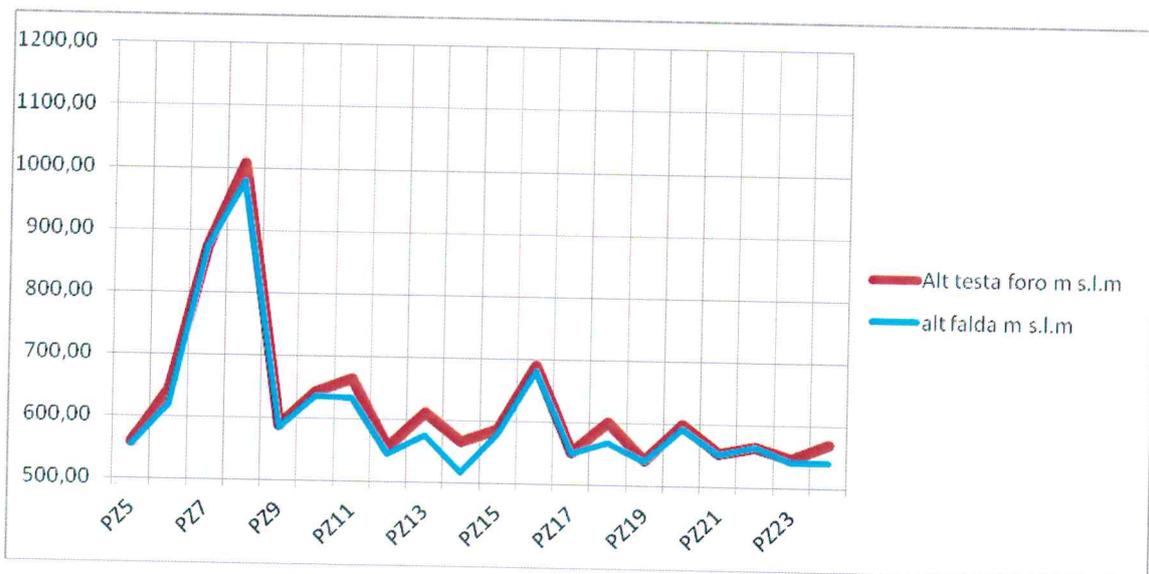


Grafico 2 – Altimetria della testa del foro di sondaggio e della falda

Dati da studi pregressi (Ispra):

<b>Id</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Livello freatimetrico 2000_5</b>	<b>Livello freatimetrico 2000_10</b>	<b>Livello freatimetrico 2001_5</b>	<b>liv_freat_2000_1 0</b>
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
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	Isopiezia
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
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
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 17, 18, 19*). Le direzioni di flusso, come noto, sono ortogonali alle linee equipotenziali, mentre i gradienti idraulici sono inversamente proporzionali alla spaziatura tra isopieze e proporzionali all'impermeabilità della formazione attraversata.

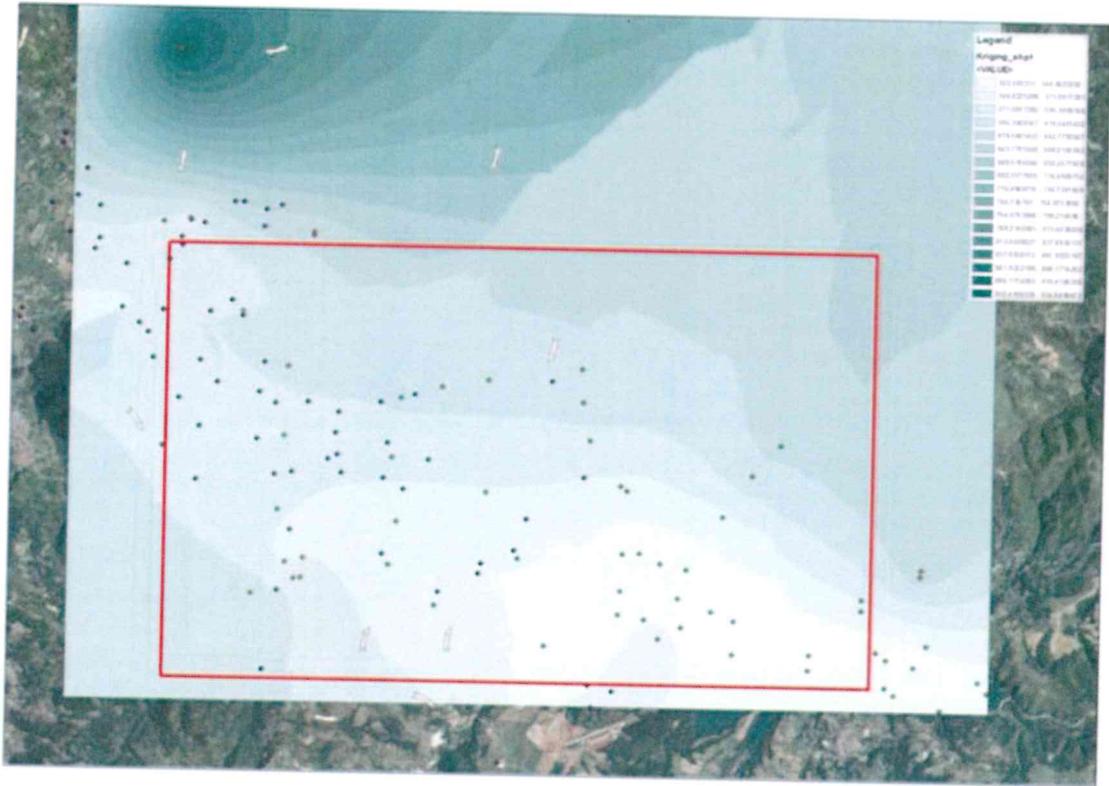


Figura 17

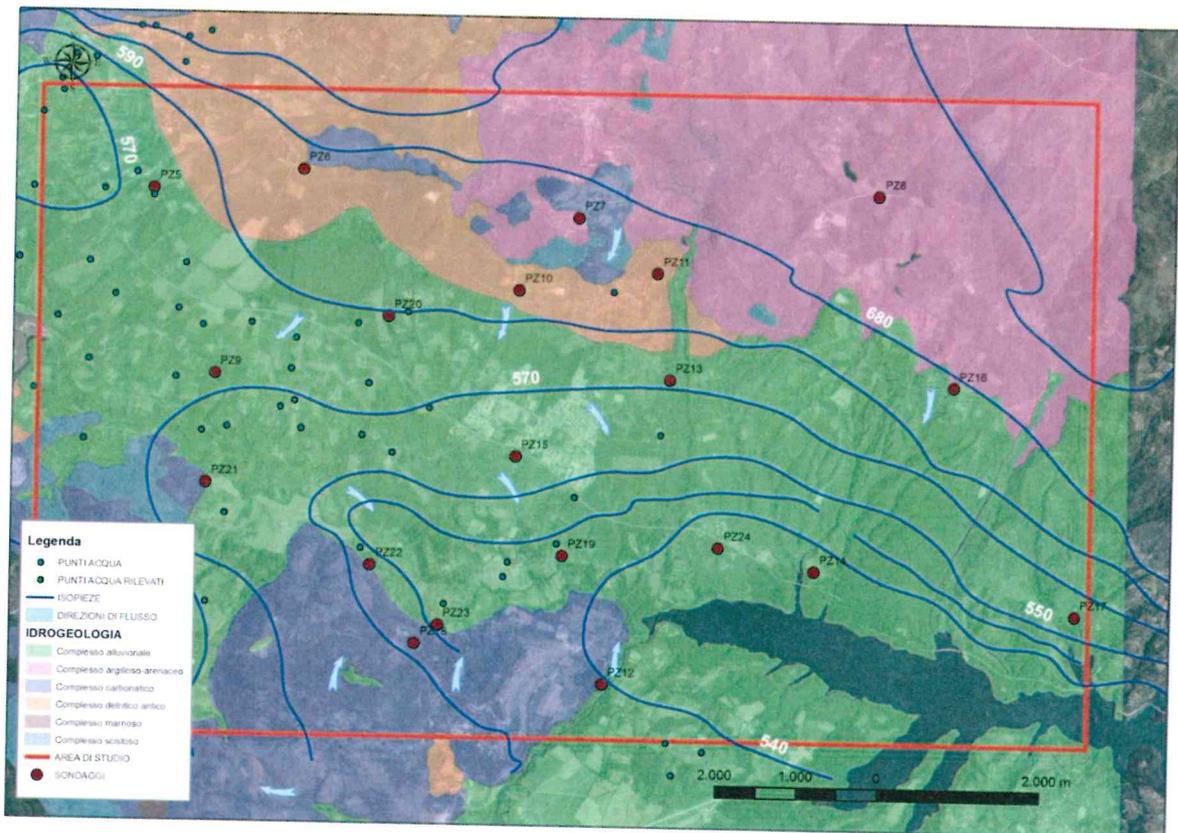


Figura 18



Figura 19

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

#### 5.4 Rapporto con i 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 <sup>3</sup> )
	IRRIGUO (m <sup>3</sup> )	POTABILE (m <sup>3</sup> )	POTABILE (m <sup>3</sup> )	
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 deduce dai dati forniti dall'Autorità di Bacino  
(Grafico 3 e Grafico 4)

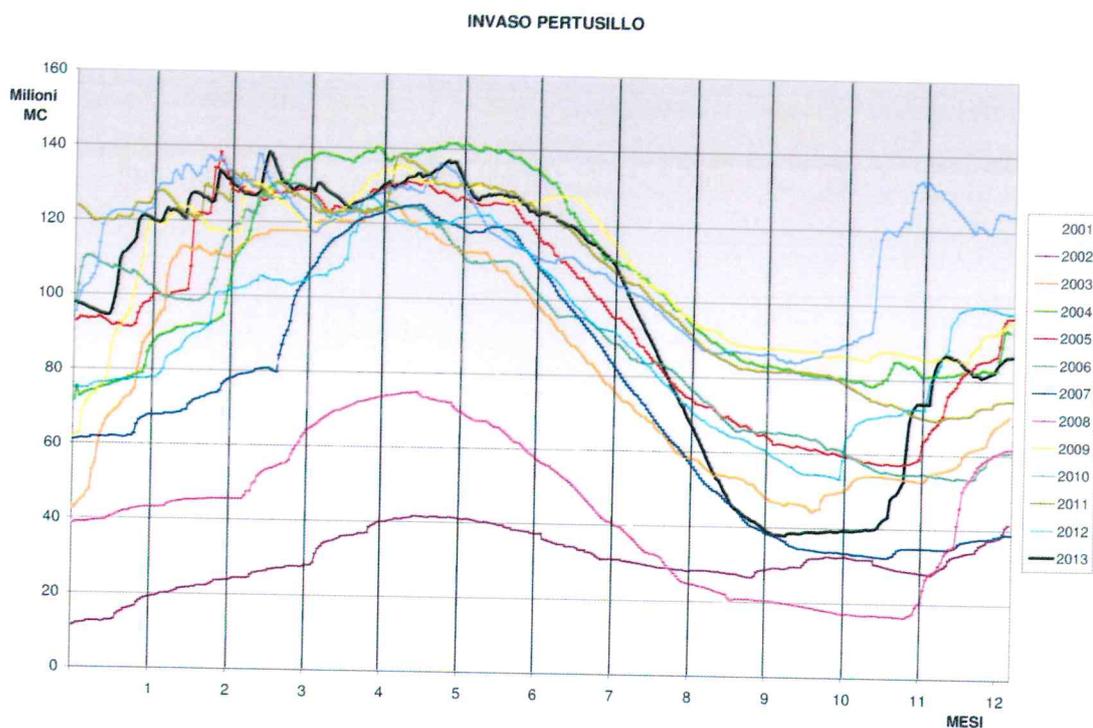
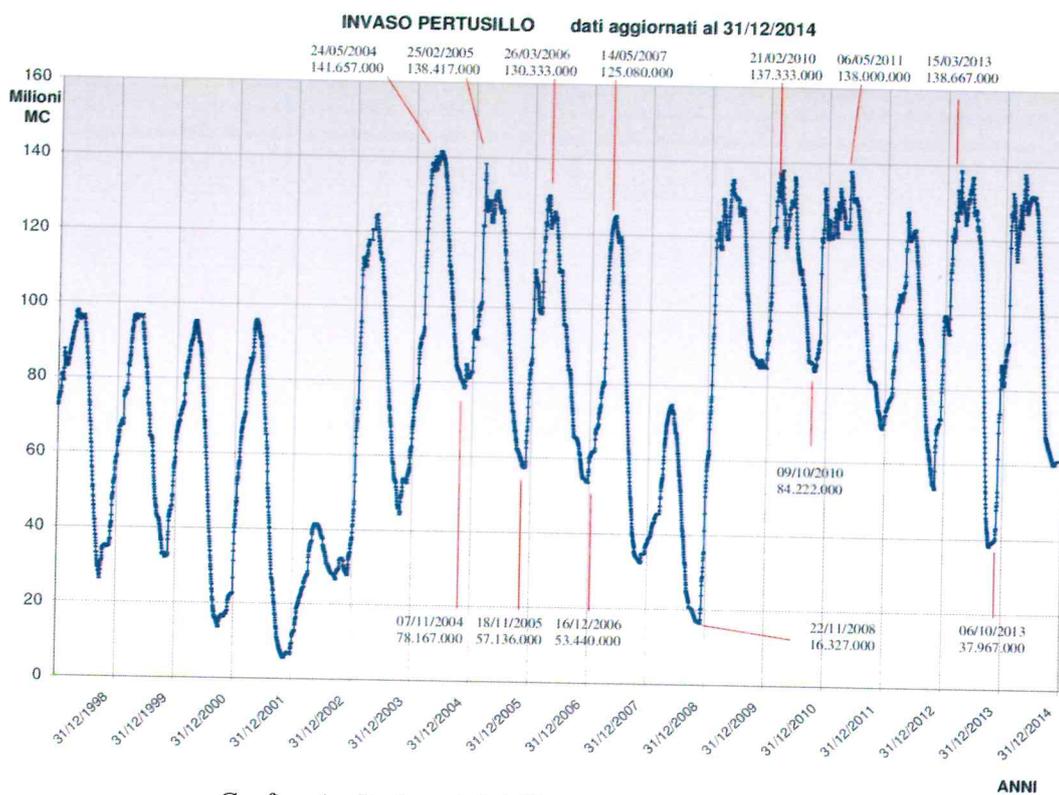


Grafico 3 – Dati dell'Invaso dal 2001 al 2013, AdB



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

Al fine di valutare l’eventuale incidenza sui piezometri limitrofi alle sponde del lago 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						
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 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup> 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 19). Per tali piezometri è stato confrontato il livello statico, con il livello dell'acqua nella diga (Figura 20).

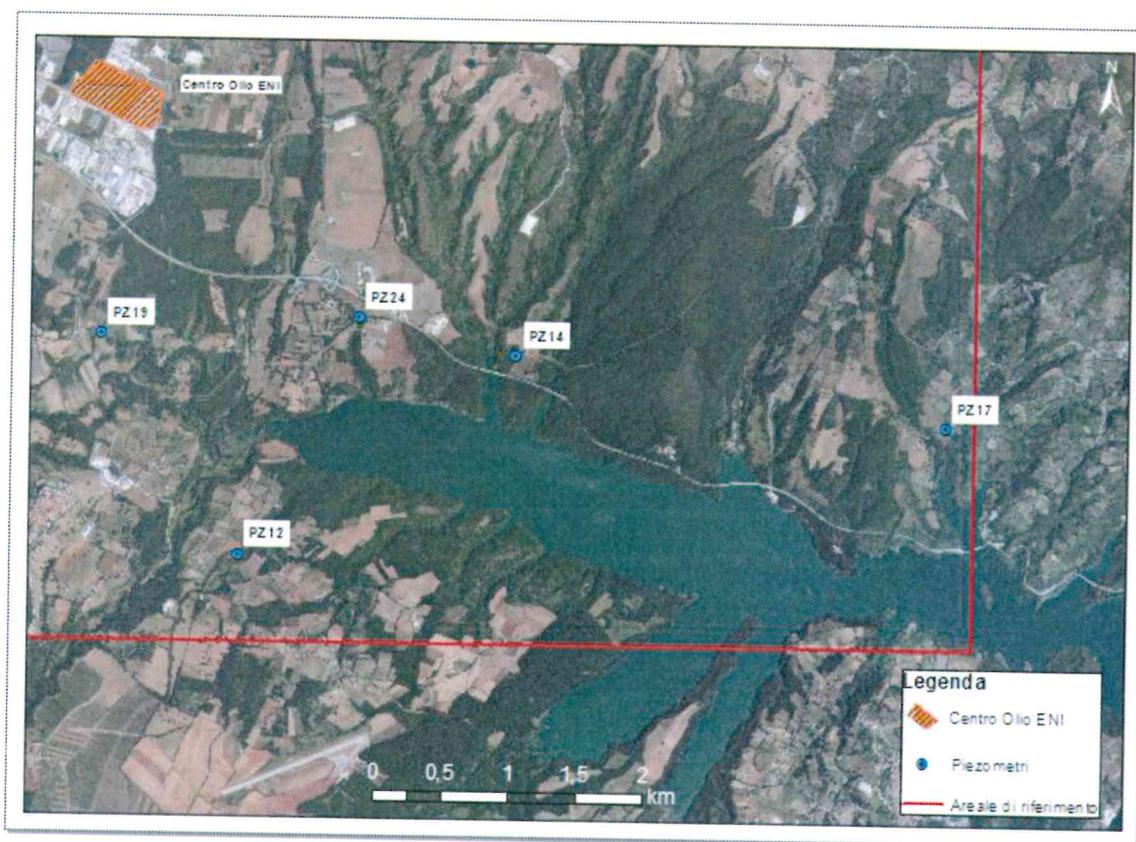
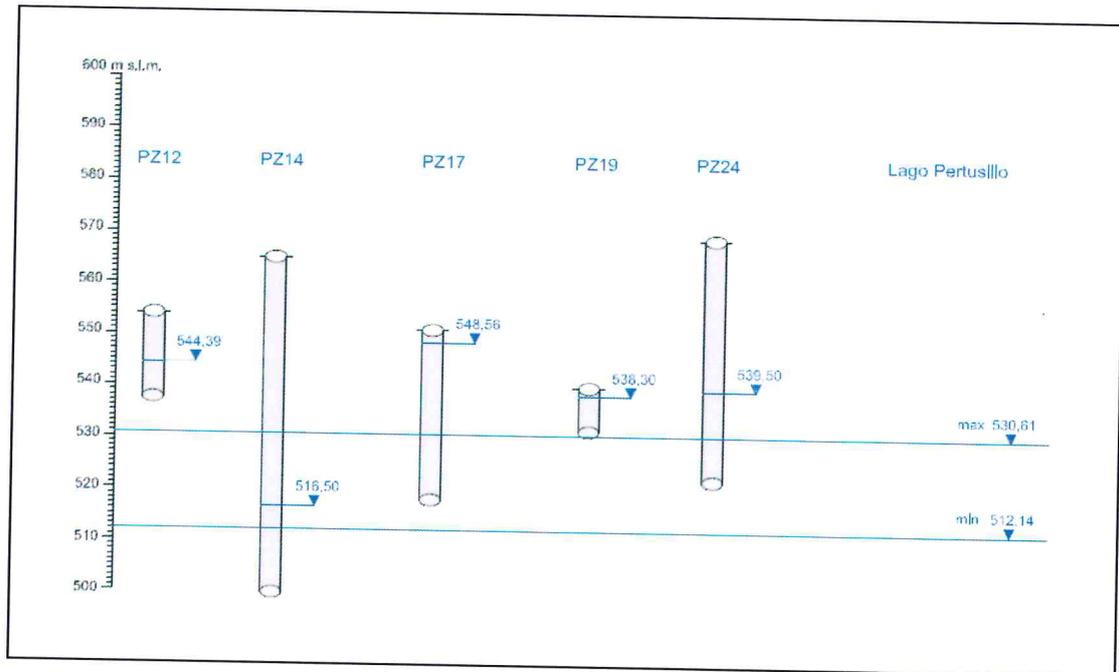


Figura 19 – Ubicazione dei piezometri prossimi al lago del Pertusillo



*Figura 20 – 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 20*, 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.

## **6. CONDIZIONI AMBIENTALI NATURALI**

Con riferimento alle acque di superficie e sotterranee e alla stessa matrice suolo nei vari contesti morfologici di rinvenimento, è ben noto che le condizioni di uso del suolo e del territorio abbiano introdotto centri di pericolo di diffusione di contaminanti. Si fa riferimento, senza essere esaustivi, a impianti di depurazione e condotte di arrivo, a discariche di vario tipo, a impianti industriali, alla stessa conduzione agricola e alle infrastrutture stradali, comprese le aree di parcheggio e quelle di rifornimento carburanti. Non sfugge la recente normalizzazione dell'uso sulle strade statali di erbicidi, al posto della naturale e evidentemente più costosa pratica della falciatura.

L'esperienza maturata nel corso di ricerche sui corpi idrici sotterranei e nell'ambito della realizzazione di grandi progetti ha permesso di acquisire informazioni su presenze nelle acque sotterranee e negli ammassi rocciosi e terrosi nelle nostre regioni di componenti inorganici ed organici di derivazione ambientale naturale.

La superficie topografica in una qualunque regione è infatti caratterizzata dall'affioramento di ammassi terrosi o rocciosi, dove non coperta da specchi liquidi (fiumi, torrenti, laghi o mari).

Terreni e rocce sono costituiti da composti chimici inorganici ed organici; nel caso delle acque di superficie o sotterranee, contengono minerali o sostanze chimiche disciolte o trasportate, direttamente correlabili alla tipologia di terreni o di rocce presenti nel bacino sul percorso delle acque; la storia geologica antica ed i processi geo, morfo ed idrodinamici attuali determinano contaminazioni (nel senso di presenze associate in quantità rilevabili) di elementi riconducibili ai terreni ed alle rocce circostanti o anche a grandi distanze o profondità. Si pensi ai silt trasportati a grandi distanze dalle correnti sciroccali provenienti dal Nord Africa e riportati a terra dalle precipitazioni piovose nelle nostre regioni (ma anche sui rilievi dell'Italia settentrionale).

Oltre alle rocce sedimentarie o cristalline, di ben definita composizione, risultano molto interessanti i terreni argillosi, che dopo sedimentazione e compattazione, conservano significative presenze nei liquidi interstiziali delle originali acque in cui sono sedimentate, qual è il mare nel caso delle ampiamente diffuse argille subappennine; processi di evaporazione e conducibilità capillare, responsabili, tra l'altro, degli elevatissimi livelli di consolidazione che le stesse raggiungono, sono responsabili di ulteriori incrementi di concentrazioni dei componenti chimici. È facilmente calcolabile sulla base di normali curve di distribuzione granulometrica, come la risalita capillare (in assenza di discontinuità dell'ammasso) raggiunga valori dell'ordine di 200 m e conseguenti valori di pressioni negative, attive nei processi di consolidazione.

Con riferimento ai terreni argillosi della fossa bradanica, ampiamente distribuiti nella Regione e in particolare con continuità nell'intero bordo NE a contatto ed in sovrapposizione con la piattaforma carbonatica delle murge, nella *Figura 20* si riporta la foto di un grosso cristallo di gesso (solfato idrato di calcio) rinvenuto in tali tipi di terreno, mentre nelle *Tablelle 9* e *10* si riporta la composizione di una polvere rinvenuta in una frattura nelle argille grigio-azzurre intorno alla progressiva 1000 circa dall'imbocco di Ferrandina, nella galleria ferroviaria della Matera-Ferrandina, ad una profondità dal p.c. di circa 200 m.



*Figura 20 – Cristallo di gesso (solfato idrato di calcio)*

<b>COMPOSIZIONE CHIMICA</b>	
<b>COMPONENTI</b>	<b>% IN PESO</b>
Silice (SiO <sub>2</sub> )	43,99
Carbonati (CO <sub>2</sub> )	22,24
Calcio (Ca <sup>++</sup> )	13,40
Alluminio (Al <sup>+++</sup> )	7,64
Magnesio (Mg <sup>++</sup> )	6,65
Ferro (Fe <sup>++</sup> )	2,87
Zolfo (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	2,23
Potassio (K <sup>+</sup> )	0,46
Sodio (Na <sup>+</sup> )	0,34
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,13
Manganese (Mn <sup>++</sup> )	0,05
Cromo (Cr <sup>+++</sup> )	0
Vanadio (V <sup>+++++</sup> )	0
Nichel (Ni <sup>++</sup> )	0

Tabella 9 – Composizione in percentuale di polvere rinvenuta in una frattura di argille grigio-azzurre

<b>CAMPIONE 8901</b>	
pH	8,65
Conducibilità	4,84 mS
<b>COMPOSIZIONE CHIMICA</b>	
<b>COMPONENTI</b>	<b>ug/L</b>
Fosfati	95000
Nitriti	25000
Al	37,6
As	28,3
B	8998
Ba	36,5
Be	<0,10
Ca	5523
Cd	0,13
Co	7,3
Cr tot.	1,06
Cr (VI)	<1,0
Cu	13,5
Fe	222
Hg	<0,10
K	31935
Li	66
Mg	10860
Mn	36,4
Na	1146893
Ni	69
Pb	1,07
Sb	3,48
Se	3,50
Sn	<0,10
Tl	<0,10
V	13,0
Zn	4,2

Tabella 10 – Composizione in ug/L di polvere rinvenuta in una frattura di argille grigio-azzurre

Semplici fossi di erosione provocano il dilavamento delle principali sostanze presenti nelle argille, senza provocare motivi di segnalazione della loro presenza; quando invece i fossi si impostano su discontinuità tettoniche profonde, la continua irrorazione dalla superficie di acqua dolce e il successivo richiamo in superficie attraverso i processi capillari, determina accumuli rilevabili e sensibili, che, in non pochi casi sono stati immortalati nei toponimi della cartografia IGM in scala 1:25.000, edita negli anni 1950 circa.

Nella *Figura 21* sono riportate le localizzazioni regionali di toponimi rispondenti ai nomi di: fosso dell'acqua solfata, fosso dell'acqua salsa, fosso dell'acqua fetente, sorgente o pozzo dell'acqua salsa, ecc., ben diffusi sull'intero territorio regionale della Basilicata e più in generale nell'intera area appenninica italiana.

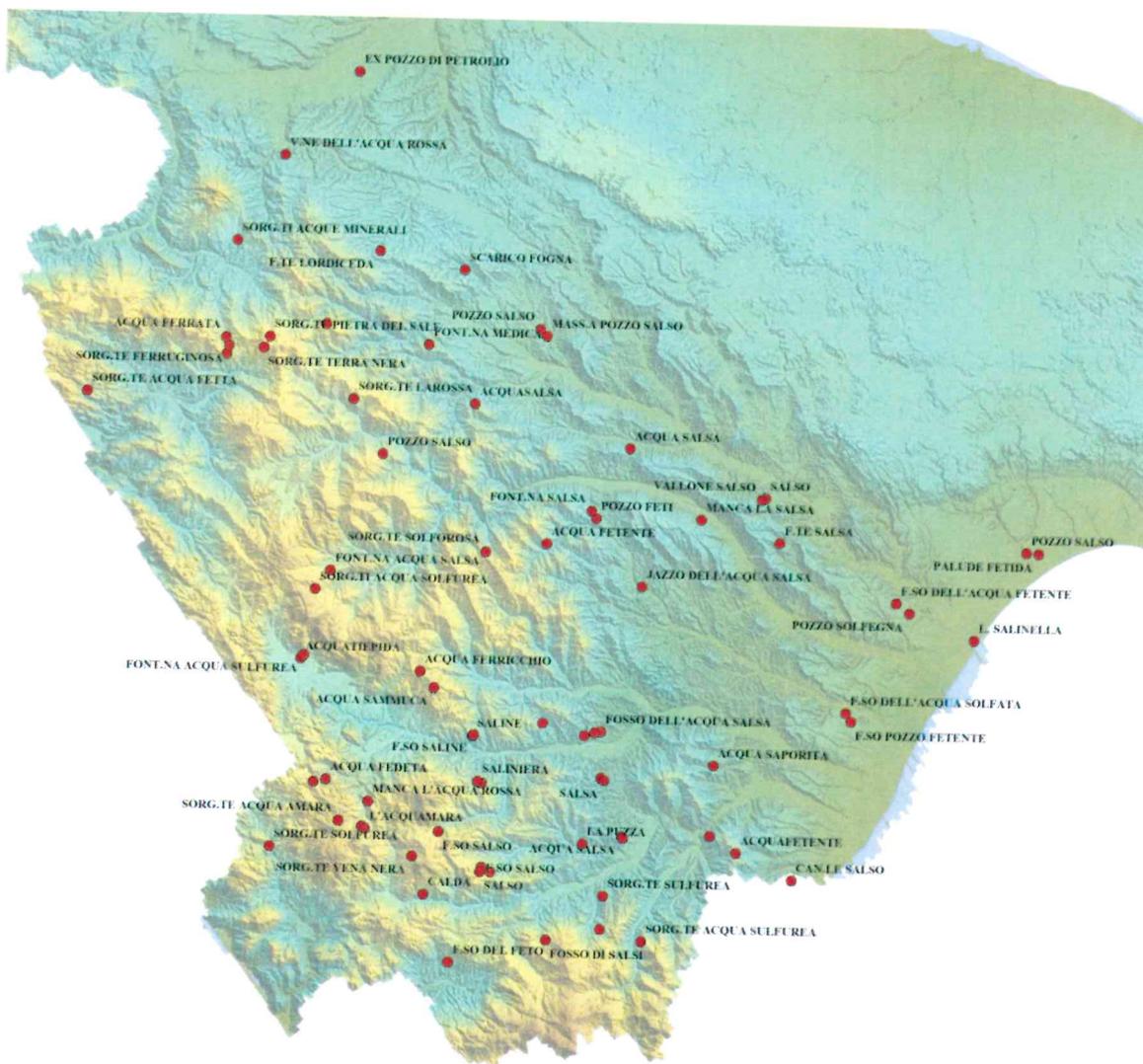


Figura 21 – Toponimi di interesse IGM 1:25000

Nei casi estremi, in corrispondenza delle lineazioni tettoniche, le fuoriuscite diffuse o concentrate delle acque con elevati contenuti salini possono degenerare tipologicamente in vulcanetti di fango, quando i flussi idrici si accompagnano a trasporto delle frazioni fini derivanti dalla destrutturazione dei terreni argillosi (*Figura 22*).



*Figura 22 – Vulcanetto di fango, fossa Bradanica bordo E*

Quanto esposto richiama la necessità di accurate valutazioni dei livelli di contaminazione iniziali di un territorio da parte di ogni specifica sostanza, per determinare i reali incrementi di concentrazione da attribuire a specifiche condizioni di utilizzazione e sfruttamento del territorio.

## 7. CONCLUSIONI

Nell'ambito dell'intesa ENI-ARPAB per la predisposizione del "Progetto di monitoraggio ambientale" dell'area del centro olti di Viggiano, l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente, ha stipulato una convenzione con l'UNIBAS-DICEM avente ad oggetto l'"Esecuzione di uno studio della componente ambientale acque sotterranee, finalizzato a individuare una rete di monitoraggio degli acquiferi presenti nell'area oggetto di studio e ad assistere alla corretta realizzazione della stessa".

Tale studio, come descritto nei paragrafi che precedono, si è articolato in varie fasi.

In primo luogo su base di studi precedenti e di letteratura è stato definito il quadro geologico e idrogeologico dell'area di interesse.

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 conchi 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.

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 km<sup>2</sup> 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.

Le fasi salienti del lavoro, posso essere schematizzate come segue:

1. posizionamento di 20 sondaggi geognostici;
2. assistenza all'esecuzione di n°20 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n.16 sono stati attrezzati a piezometro e 4 sono stati utilizzati solo a scopo geognostico
3. prelievo e analisi del suolo e dei sottosuoli, durante l'esecuzione dei sondaggi, per la caratterizzazione ambientale
4. Verifica di congruità idrogeologica dell'area di studio sulla base delle indagini svolte
5. Georeferenziazione e mappatura di punti acqua (sorgenti e pozzi)
6. Log della radioattività naturale e rilievi termosalinometrici in ogni sondaggio.

In accordo con i tecnici ARPAB, è stata validata la posizione dei piezometri inizialmente proposti da ENI (13 in tutto) e individuata la posizione dei rimanenti sondaggi ubicati in modo tale da coprire al meglio l'area da monitorare e i diversi complessi idrogeologici.

I 20 sondaggi (PZ5 – PZ24) nella loro ubicazione definitiva, sono stati realizzati tra il 6 Maggio 2014 e il 31 Ottobre 2014. I 4 sondaggi a solo scopo geognostico sono stati designati solo a realizzazione avvenuta o sulla base del mancato rinvenimento di acqua 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.

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,  $\gamma$ -log) forniscono utile supporto ai funzionari tecnici dell'ARPAB per la corretta interpretazione dei dati geochimici ottenuti dalla componente acqua e dalla componente suolo.

## ***Bibliografia***

- Alexander, J.A. (1993) *A discussion on the use of analogues for reservoir geology*, Advances in reservoir Geology, Geological Society Spec. Publ., Ashton M. (Ed.), 69, 175 - 194.
- Bear, J. (1979) *Hydraulics of groundwater*, McGraw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering, McGraw-Hill, 567 pp.
- 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. & Mazzoli, E. (1999) *Apennine tectonics in Southern Italy: a review*, Journal of Geodynamics, 27, 191 - 211.
- 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., 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)* 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)*, 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. e Giano, S.I. (1995) *Evoluzione geomorfologica del bordo orientale dell'Alta Val d'Agri (Basilicata)*, Studi Geologici Camerti, vol. spec.2, 207 - 218.
- 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
- Domenico, P.A. & Schwartz, F.W. (1990) *Physical and chemical hydrogeology*, Wiley, New York.
- Duchaufour, P. (1982) *Pedology: pedogenesis and classification*, Springer.

- Faruolo, M., Coviello, I., Filizzola, C., Lacava, T., Pergola, N., Tramutoli, V. (2014) *A satellite-based analysis of the Val D'Agri Oil Center (southern Italy) gas flaring emissions*, Natural Hazard and Earth System Sciences, 14, 2783-2793, doi:10.5194/nhess-14-2783-2014, 2014.
- 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*, 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*, 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*, Reservoir characterization, 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.